Universidade Portucalense Infante D. Henrique | Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 541
4200-072 Porto | Telefone: +351 225 572 000 | email: upt@upt.pt

Jesús Valiño Arcos Estrategias de resiliencia sostenible para Vilagarcía de Arousa ante el cambio climático| 2024

Estrategias de resiliencia sostenible para Vilagarcía de Arousa ante el cambio climático

Jesús Valiño Arcos

Tese de Mestrado Integrado em Arquitetura e Urbanismo

Orientação: David Leite Viana & Joaquim Flores

DAMG | UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE

Do conhecimento à prática.

IMP.GE.260.0

Agradecimientos

En el devenir de este periplo que he recorrido en los últimos años, es imperativo expresar mi más profundo reconocimiento hacia todos aquellos eruditos que han fungido como faros en mi travesía intelectual. Cada uno ha vertido su perspicaz mirada y bagaje cognitivo, otorgando a mi mente inquisitiva y sedienta de nuevas vivencias una experiencia enriquecedora, aunque, por momentos, tumultuosa.

De algunos he captado la habilidad de percibir la urbe; el eco de sus enseñanzas aún resuena en mis oídos. De otros, la disciplina, la estructura, la pulcritud en la labor. De una, el alma y la pasión por desentrañar el componente humano de la arquitectura. De otra, la cristalina visión de los hitos históricos que forjan nuestra identidad. De unos pocos, la perspectiva insólita. De otras almas, el fervor por el valor intrínseco del Patrimonio y sus connotaciones. De unos cuantos, aquellos detalles diminutos que configuran la grandeza.

De todos, emana la devoción por la arquitectura. Y de uno en particular, esa visión holística, sistémica e integral que trasciende los límites convencionales.

La cruda realidad yace en que mi edad dista de la juventud estudiantil convencional. Mis pasos están más próximos a los sesenta que a los veinte años. No obstante, mi naturaleza no se doblega fácilmente ante las circunstancias. Por ende, mi gratitud más profunda debe dirigirse hacia aquellos seres que más amo y que más han respaldado mi odisea, aunque desconozcan su papel en ella.

A aquellos que son sombra de sombra o sol de soles cuando así lo demanda el momento: José y Pipo, mis entrañables amigos.

A esa pareja de profesionales y amigos, desvarío y equilibrio, sueño y realidad, idea y praxis, flemático e irascible, arquitecto y aparejador. A quienes me impulsaron hacia este sendero sin saberlo. A José Antonio y Argimiro.

También, a alguien que ha partido en este interludio de existencia: un suegro, un padre, un amigo, un compañero, un sostén, un caballero, una sonrisa, una crítica mordaz, un modelo de vida, un faro. Jacinto, permaneces en mi memoria. No puedo evocarte sin que una lágrima se escape de mis ojos.

Mis vástagos, incluyendo aquellos que no comparten mi linaje biológico, han sido tanto motivo de combate como brújula, erigiéndose como modelos a los cuales no puedo defraudar. Aníbal, Javi, Car y Amanda, gracias.

Sin embargo, mi amor, mi vida, mi compañera, mi confidente, mi musa, la razón misma de mi existencia, indudablemente es la persona que ha propiciado este viaje en pos de mí mismo. Sin su apoyo inquebrantable, su paciencia infinita, su exigencia justiciera, su constancia inquebrantable, su arduo esfuerzo, su aliento perpetuo, su presencia constante... esta travesía jamás habría llegado a su término. Gracias, Carmen. Gracias por haber llegado a mi vida. Gracias por hacerme mejor. Gracias por existir.

Resumen

En el umbral del Antropoceno, nos enfrentamos a una redefinición profunda de la relación entre la naturaleza y la actividad humana, intensificada por los desafíos del cambio climático. Este fenómeno global desdibuja las fronteras entre lo natural y lo antropogénico, lo que nos impulsa a una reevaluación crítica y a la acción inmediata a nivel individual y colectivo (Purdy, 2015). Esta investigación se propone subvertir los paradigmas arquitectónicos convencionales y avanzar hacia una nueva praxis en la planificación de espacios costeros, donde una transformación radical en los marcos conceptuales resulta inevitable y urgente.

Mediante estudios de caso y análisis predictivos, complementados con procesos participativos en la planificación urbana, la investigación explora adaptaciones resilientes frente a las realidades climáticas y sociales emergentes. Inspirada en la "metamorfosis del riesgo" de Ulrich Beck (Beck, 2015), se busca no solo comprender las manifestaciones adversas del cambio climático, sino también identificar dinámicas transformadoras que conduzcan a resultados emancipadores y constructivos.

A partir del análisis del caso de Vilagarcía de Arousa (VGA), el enfoque metodológico se centra en desarrollar propuestas innovadoras para la gestión de riesgos y adaptación a inundaciones, promoviendo la resiliencia de las comunidades costeras a través de un metabolismo urbano naturalizado y ecosistémico, infraestructuras verdes y azules, y políticas robustas para la construcción de entornos urbanos resilientes.

Palabras clave: resiliencia; cambio climático; entornos costeros, Vilagarcía de Arousa.

Abstract

On the threshold of the Anthropocene, we face a profound redefinition of the relationship between nature and human activity, intensified by the challenges of climate change. This global phenomenon blurs the boundaries between the natural and the anthropogenic, prompting us to critically reevaluate and take immediate action at the individual and collective levels (Purdy, 2015). This research aims to subvert conventional architectural paradigms and move towards a new praxis in the planning of coastal spaces, where a radical transformation in conceptual frameworks is inevitable and urgent.

Through case studies and predictive analysis, complemented by participatory processes in urban planning, the research explores resilient adaptations to emerging climate and social realities. Inspired by Ulrich Beck's "metamorphosis of risk" (Beck, 2015), it seeks not only to understand the adverse manifestations of climate change, but also to identify transformative dynamics that lead to emancipatory and constructive results.

Based on the analysis of the case of Vilagarcía de Arousa (VGA), the methodological approach focuses on developing innovative proposals for risk management and adaptation to floods, promoting the resilience of coastal communities through a naturalized and ecosystemic urban metabolism, green and blue infrastructure, and robust policies for building resilient urban environments.

Keywords: resilience; climate change; coastal environments, Vilagarcía de Arousa.

Resumo

No limiar do Antropoceno, enfrentamos uma profunda redefinição da relação entre a natureza e a atividade humana, intensificada pelos desafios das alterações climáticas. Este fenómeno global confunde as fronteiras entre o natural e o antropogénico, levando-nos a reavaliar criticamente e a tomar medidas imediatas a nível individual e coletivo (Purdy, 2015). Esta investigação pretende subverter os paradigmas arquitectónicos convencionais e avançar para uma nova práxis no planeamento dos espaços costeiros, onde uma transformação radical nos quadros conceptuais é inevitável e urgente.

Através de estudos de caso e análises preditivas, complementados por processos participativos no planeamento urbano, a investigação explora adaptações resilientes às realidades climáticas e sociais emergentes. Inspirado na "metamorfose do risco" de Ulrich Beck (Beck, 2015), procura não só compreender as manifestações adversas das alterações climáticas, mas também identificar dinâmicas transformativas que conduzam a resultados emancipatórios e construtivos.

Com base na análise do caso de Vilagarcía de Arousa (VGA), a abordagem metodológica centra-se no desenvolvimento de propostas inovadoras de gestão de riscos e adaptação às inundações, promovendo a resiliência das comunidades costeiras através de um metabolismo urbano naturalizado e ecossistémico, infraestruturas verdes e azuis, e políticas robustas para a construção de ambientes urbanos resilientes.

Palavras-chave: resiliência; alterações climáticas; ambientes costeiros, Vilagarcía de Arousa.

Glosario/ Acrónimos.

APP	Alianzas público-privadas
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COP 21	Conferences of the Parties, 21st Session
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IABs	Infraestructuras Azules y Verdes
IAV	Infraestructura Verde-Azul
IGE	Instituto Galego de Estadística
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPBES	Plataforma Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRENA	Agencia Internacional de las Energías Renovables
NBS	Soluciones basadas en la naturaleza
NCEI	Centro Nacional de Información Ambiental de EEUU
NDC	Planes Nacionales de Contribuciones Determinadas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
P2P	Peer-to-Peer
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RCP	Trayectorias de Concentración Representativas
R.D.	Real Decreto
SUDS	Sistemas de Drenaje urbano sostenible
VGA	Vilagarcía de Arousa
WCRP	World Climate Research Programme

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN 1
1.1 Contextualización 1
1.2 Justificación 2
1.3 Actualidad del tema 3
1.4 Objetivos 4
1.5 Metodología 6
1.6 Estructura y organización de contenidos 7
CAPÍTULO II. CRISIS CLIMÁTICA 13
2.1. Emergencia climática. Transformación de patrones climáticos 17
2.2. Las personas: impacto en la salud y bienestar urbano 26
2.3. El hábitat: transformación de los ecosistemas y de los tejidos urbanos 34
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO 50
3.1. Humanización y ecologización de las ciudades 51
3.2. La sostenibilidad del hábitat 73
3.3. La resiliencia urbana 96
CAPÍTULO IV. URBANISMO RESILIENTE 107
4.1. Metabolismo urbano 108
4.2. La ciudad inteligente y resiliente 117
4.3 Gobernanza y transición equitativa 125
CAPÍTULO V. VULNERABILIDAD DE VGA Y RÍA 134
5.1 Contexto socioeconómico 134
5.2 Estructura urbana y sus características ambientales y climáticas 153
5.3 El problema de las inundaciones fluviales y marítimas 177
CAPÍTULO VI. RESILIENCIA DE VGA Y RÍA 192
6.1 Regeneración con soluciones de base natural NBS 199
6.2 Metabolismo urbano y tecnologías verdes y azules IABs 223
6.3 Participación comunitaria 235
CAPÍTULO VII. SISTEMATIZACIÓN: MODELO RESILIENCIA VGA 243
7.1 Movilidad y espacio público 244
7.2 Medio ambiente y economía circular 255
7.3 Gobernanza y gestión 271
CAPÍTULO VIII. REFLEXIÓN FINAL 288
8.1 Orientaciones prospectivas para la resiliencia urbano-ambiental 289
8.2 Síntesis y evaluación 290
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 292
FUENTES WEB 299
INDICE DE FIGURAS 310
ÍNDICE DE TABLAS 318
ÍNDICE DE GRÁFICOS 320
ARCHIVOS ADJUNTOS
Anexo I. Aplicación metodología
Anexo II. VGA. Historia y evolución urbana

Anexo III. Estudio de caso. Copenhague
Anexo IV. Análisis estrategias de resiliencia VGA
Anexo V. Resiliencia VGA - Planos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Contextualización

La transformación hacia un sistema planificado desde el siglo XVIII ha generado un entorno cada vez más artificial, condicionado por la actividad humana (Simon, 1996). En los últimos 150 años, el crecimiento urbano, influido por teorías como el Movimiento Moderno, ha priorizado los vehículos sobre los espacios públicos, afectando el uso del espacio urbano. La vida urbana, antes guiada por tradiciones, se basa ahora en una planificación detallada (Gehl, 2010) en un contexto de separación entre Arquitectura y Urbanismo (Solá-Morales, 1996). El Antropoceno disuelve la dicotomía naturaleza-humanidad (Purdy, 2015), exigiendo responsabilidad colectiva (Latour, 2022). El cambio climático refleja una crisis de diseño en la planificación (Van der Ryn & Cowan, 1996), instando a enfoques holísticos que equilibren ciudad, naturaleza y humanos. La ciencia contemporánea aboga por ver ciudades y territorios como sistemas interrelacionados (McHarg, 1969).

El Reglamento sobre la Restauración de la Naturaleza, adoptado por la UE el 24 de junio de 2024, busca restaurar al menos el 20% de las áreas terrestres y marítimas para 2030 y extender estas acciones a todos los ecosistemas para 2050. Abarca desde ecosistemas terrestres y marinos hasta urbanos y de agua dulce, introduciendo medidas contra el cambio climático y desastres naturales. Entre las prioridades están restaurar hábitats Natura 2000 y desarrollar estrategias para ecosistemas degradados, así como fomentar infraestructura verde en las ciudades.

De especial relevancia para este estudio son los siguientes artículos:

- **Artículo 43**: insta a los Estados a aprovechar la Política Pesquera Común para adoptar medidas de conservación marina y recomendaciones conjuntas.
- **Artículo 46**: permite designar zonas protegidas adicionales y aplicar otras medidas de conservación para restaurar hábitats.
- **Artículo 47**: destaca la necesidad de aumentar los espacios verdes urbanos, el 22% de la superficie terrestre de la UE, para mejorar la biodiversidad y la resiliencia.
- **Artículo 48**: exige detener la pérdida de espacios verdes urbanos e integrar soluciones basadas en la naturaleza (NBS) en el diseño urbano.
- **Artículo 49**: propone reducir la contaminación lumínica para proteger la biodiversidad.
- **Artículo 50**: promueve la restauración de ecosistemas de agua dulce, eliminando barreras artificiales en los ríos.
- **Artículo 51**: urge a proteger polinizadores esenciales para la seguridad alimentaria.
- **Artículo 54**: destaca la importancia de ecosistemas agrícolas para la seguridad alimentaria y la resiliencia climática.
- **Artículo 57**: resalta el valor de los elementos paisajísticos en tierras agrícolas para proteger la biodiversidad y mitigar el cambio climático.

El reglamento subraya que el desarrollo económico no puede lograrse a costa de la degradación ambiental. La dicotomía entre desarrollo y conservación es un falso dilema: sin ecosistemas resilientes, la agricultura, la pesca, la economía y la sociedad están en riesgo. Ecosistemas saludables son esenciales para la agricultura y la pesca, pilares de muchas economías. La resiliencia de estos entornos es clave para la seguridad alimentaria y económica en un contexto de cambio climático.

El bienestar social depende de un entorno resiliente, que proporciona aire limpio, agua potable y espacios verdes que mejoran la calidad de vida. La economía depende de la naturaleza y su degradación acarrea costos incalculables. Proteger la naturaleza es crucial para un desarrollo sostenible y resiliente. Sin ecosistemas equilibrados, no se puede construir una sociedad próspera y resistente frente a los desafíos futuros.

1.2 Justificación

En las últimas décadas, la comunidad científica ha ampliado las perspectivas en la planificación y el diseño urbano, tradicionalmente centradas en el crecimiento y desarrollo socioeconómico. El calentamiento global demanda una visión más holística de la sostenibilidad y nuevas herramientas para gestionar los efectos climáticos en sus dimensiones temporal y espacial, lo que desafía las estructuras de poder en la planificación urbana, agravadas por la explotación urbanística.

Las zonas costeras, donde los cambios son más evidentes, son clave para comprender las dinámicas naturales (Davis, 1997). Estas áreas, especialmente en mega-deltas y zonas densamente pobladas, enfrentan un rápido crecimiento y urbanización (Seto et al., 2015). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio indica que casi todos los ecosistemas costeros se transformaron significativamente por la urbanización entre 1970 y 2000 (Sherbinin et al., 2007). Las proyecciones indican que la urbanización costera continuará aumentando (Nicholls, 2004), incrementando la vulnerabilidad de estos ecosistemas (Patterson & Hardy, 2008) y requiriendo una reevaluación de la resiliencia urbana y su compatibilidad con el entorno natural.

En España, desde 2004, las regiones litorales han implementado medidas de protección contra el desarrollismo inmobiliario. No obstante, estas acciones carecen de un enfoque integral y no abordan adecuadamente las cuestiones socio-ecológicas. La modificación de la ley en España (Ley 2/2013 y R.D. 876/2014) redujo la zona de protección marítima en las rías, aumentando la vulnerabilidad y exposición a riesgos como inundaciones, erosión y eventos climáticos extremos (Fernández et al., 2021), afectando la economía local y sectores como el turismo y la pesca (Castro-Olivares et al., 2022).

En este contexto, Vilagarcía de Arousa (VGA), ubicada en la Ría de Arousa, ejemplifica estas problemáticas. El municipio ha experimentado una intensa urbanización y pérdida de espacios naturales desde el siglo XIX, lo que ha incrementado su exposición a fenómenos como las inundaciones, fluviales y costeras, y la erosión. La reducción de la zona de protección marítima ha acentuado la presión sobre sus recursos naturales, y el aumento del nivel del mar agrava la

situación, afectando tanto la infraestructura urbana como la actividad pesquera y turística, fundamentales para su economía local.

La planificación litoral en España debe evolucionar hacia estrategias arquitectónico-urbanísticas más sostenibles, con colaboración entre la comunidad científica, el sector privado y la sociedad civil (Vale & Gonçalves, 2024; Barton, 2009).

En Galicia, los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2024) indican que 1.600.000 ciudadanos viven en zonas costeras. La Ría de Arousa, con unos 180.000 habitantes, y VGA en particular, son el foco de esta investigación debido a la vulnerabilidad ambiental que enfrentan y su relevancia como áreas altamente sensibles a los efectos del cambio climático y el desarrollismo urbano.

1.3 Actualidad del tema

Los océanos y la atmósfera han establecido condiciones esenciales para la vida en nuestro planeta. Los océanos desempeñan un papel vital en el equilibrio ecológico global y modulan el calentamiento global gracias a su alta capacidad térmica, absorbiendo grandes cantidades de calor. Sin embargo, representan una amenaza debido a los efectos del cambio climático. El litoral, un territorio paradigmático, experimenta transformaciones continuas y aceleradas por las actividades humanas.

El aumento del nivel del mar podría tener consecuencias devastadoras. Aunque muchas variables son imperceptibles, sus impactos acumulativos pueden alcanzar un punto crítico con efectos catastróficos. Este fenómeno vincula el aumento de temperaturas, las emisiones de CO2 y la elevación del nivel del mar. Tanto con un aumento de temperatura de 2°C para 2100, según el acuerdo de la Conferencia de las Partes de 2015 en París (COP 21), como con proyecciones más alarmantes de hasta 4.9°C, las costas enfrentarán transformaciones significativas.

La intrusión del agua de mar acelera la erosión, inunda humedales, contamina acuíferos y suelos agrícolas, y desestructura ciudades. Aunque algunos cambios han estado en proceso durante siglos, muchos han pasado desapercibidos. Disciplinas como la arquitectura y la planificación han permanecido al margen, subyugadas por intereses políticos y económicos a corto plazo.

Las sociedades costeras enfrentarán transformaciones significativas y eventos catastróficos, resultando en pérdidas de vidas y recursos. Se espera que los sistemas costeros y zonas bajas sufran una intensificación de impactos adversos como inundaciones y erosión. La presión humana sobre los ecosistemas costeros aumentará, impulsada por el crecimiento demográfico y económico.

Entre todos los impactos del calentamiento global, la elevación del nivel del mar es uno de los más significativos. Ciudades como Calcuta, Bombay, Dhaka, Cantón, Shanghái, Tokio, Osaka, Miami, Los Ángeles, Londres, Venecia, Barcelona, Lisboa, Roma y Copenhague están en riesgo. América Latina y África también enfrentan amenazas significativas. La elevación del nivel del mar se percibe ya como una amenaza global que afecta a nivel mundial.

Los costos de adaptación costera variarán entre regiones y países. Países en desarrollo, particularmente los situados a baja altitud, podrían enfrentar costos que representen varios puntos porcentuales de su PIB. El aumento del nivel del mar implica una mayor exposición

financiera para las ciudades costeras. Según un estudio, un incremento de 40 cm en el nivel del mar podría resultar en costos anuales de inundaciones de hasta un trillón de dólares para las ciudades portuarias (IPCC, 2015). Se proyecta que las pérdidas globales por inundaciones aumentarán significativamente para 2050 (Hallegatte et al., 2013).
La construcción de grandes infraestructuras de defensa es una opción, pero con altos costos de mantenimiento y riesgos de desbordamientos. La combinación del cambio climático y la intervención humana en zonas costeras requiere nuevos enfoques de investigación y diseño. El enfoque actual de la planificación costera debe evolucionar hacia estrategias integrales y sostenibles, fomentando la resiliencia social, ecosistémica y urbana, con colaboración entre la comunidad científica, el sector privado y la sociedad civil.

1.4 Objetivos

La investigación aborda de manera integral la problemática de VGA y su entorno, basándose en dos objetivos fundamentales:

1. **Analizar el contexto local** para entender las características específicas del municipio y los efectos del cambio climático, identificando intervenciones urbanísticas que mitiguen las inundaciones.
2. **Desarrollar propuestas innovadoras** que fortalezcan la resiliencia de los sistemas urbanos, integrando el ecosistema local y la dinámica social, con potencial de replicarse en otros contextos similares.

El estudio se sustenta en la comprensión de las **inundaciones como un factor transversal** que afecta la estructura urbana y la viabilidad económica y ecológica de VGA. La evolución de la ciudad está intrínsecamente ligada a la salud del ecosistema de la Ría de Arousa. Cualquier alteración en sus ciclos hidrológicos impacta sectores como la pesca y el turismo, comprometiendo la **pervivencia socioeconómica** de la región y VGA.

El contexto actual, marcado por la reducción de la zona de protección marítima en las rías (Ley 2/2013 y R.D. 876/2014) y el aumento de eventos extremos asociados al cambio climático (Fernández et al., 2021), ha incrementado la vulnerabilidad de las áreas urbanas y naturales. Las inundaciones, además de amenazar la infraestructura urbana, deterioran la estabilidad económica y la calidad ambiental. Por ello, ineludiblemente, se requiere un enfoque integral que contemple regeneración ecológica, transformación del metabolismo urbano y participación comunitaria para asegurar un desarrollo sostenible.

El estudio, inspirado en el marco conceptual de John Meyer (Meyer & Smith, 2015), critica la incapacidad de la planificación costera actual para enfrentar los desafíos climáticos y propone un **urbanismo ecológico y adaptativo** que reconfigure la relación entre sistemas urbanos, ecosistemas y dinámicas sociales. Se centra en diseñar sistemas urbanos resilientes, espacios públicos adaptados al cambio climático y paisajes naturales que regeneren el hábitat natural y urbano de VGA.

Ello deviene en **objetivos específicos** que buscan mitigar los efectos de las inundaciones y regenerar el entorno mediante la implementación de **Soluciones Basadas en la Naturaleza (NBS)** e **Infraestructuras Azules y Verdes (IABs)** que conecten la dinámica de la ría con la planificación urbana para recuperar el equilibrio ecológico y mejorar la resiliencia de la ciudad:

1. **Regenerar el hábitat natural** con renaturalización de cauces e infraestructuras verdes y azules que protejan la funcionalidad ecológica de la ría, vinculando la ciudad con su entorno natural.
2. **Adaptar el metabolismo urbano** al cambio climático mediante sistemas energéticos renovables y suelos permeables para reducir la huella de carbono y lograr una ciudad sin emisiones de CO2 en 2050.
3. **Mejorar la cohesión social** mediante participación comunitaria en la planificación urbana, promoviendo la inclusión social y fortaleciendo el vínculo entre sociedad y naturaleza.
4. **Redefinir la movilidad y el espacio público**, priorizando la recuperación de áreas verdes, la reducción de superficies artificiales y la creación de infraestructuras sostenibles que fomenten la movilidad activa.
5. **Potenciar la economía circular**, promoviendo la reutilización de estructuras y materiales locales, generando una economía resiliente que garantice la sostenibilidad económica y una gestión eficiente de recursos.
6. **Reformar la gobernanza**, estableciendo colaboración intersectorial y una planificación inclusiva y resiliente, apoyada en la hiperconectividad y el uso de tecnologías avanzadas para monitorear y evaluar el impacto de las acciones.

Estas acciones buscan restaurar el equilibrio ecológico de la Ría de Arousa y transformar el metabolismo urbano de VGA en un sistema más adaptable y sostenible. La regeneración de cauces y márgenes fluviales y litorales, la recuperación de corredores azules y verdes, y la implementación de infraestructuras que conecten el entorno natural con el tejido urbano fortalecerán la capacidad de la ciudad para gestionar el agua y responder a eventos extremos, protegiendo el entorno y las actividades económicas que dependen de él.

Este enfoque holístico exige una **gobernanza participativa** y monitoreo constante para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Solo con la colaboración activa entre comunidad científica, sector privado y sociedad civil se pueden abordar integralmente las problemáticas derivadas de las inundaciones y su impacto en el entorno socioecológico. Implementar estos objetivos permitirá que VGA se convierta en un modelo piloto de estrategias de adaptación y resiliencia frente a los riesgos ambientales, promoviendo un desarrollo urbano y socioeconómico sostenible.

El estudio establece un marco de actuación que busca garantizar la **pervivencia socioeconómica** de VGA y la Ría de Arousa, replicable para otras regiones con problemáticas similares.

1.5 Metodología

Esta investigación aborda un periodo de profunda transformación que requiere desarrollar marcos conceptuales avanzados y estrategias interdisciplinarias para aumentar la resiliencia de los sistemas urbanos frente al cambio climático. El análisis se estructura en tres pilares clave:

1. **Ecosistema y paisaje:** elementos naturales que promueven salud, calidad de vida y apoyo económico.
2. **Infraestructuras y sistemas urbanos grises:** centrados en la comunicación y servicios esenciales, integrando sistemas verdes y azules en el entorno urbano.
3. **Espacio público, cultura y dinámica social:** ejes fundamentales de la vida comunitaria.

El objetivo es fomentar un cambio en la política, planificación y diseño urbano, inspirado en la obra de Bruno Latour *Políticas de la naturaleza* (Latour, 1999), que sostiene que la naturaleza es una construcción política, superando la dicotomía naturaleza/cultura. Se propone una mayor integración disciplinaria, desafiando el enfoque fragmentado que ha dominado hasta ahora. Al buscar una convergencia entre distintas áreas de conocimiento, el estudio promueve una visión más holística de la relación entre naturaleza, ciudad y sociedad, contribuyendo a un enfoque más fluido y multidisciplinar en la planificación urbana.

Metodología y enfoque

Esta investigación utiliza metodologías científicas que combinan enfoques cuantitativos y cualitativos para el análisis de los fenómenos observados. El enfoque cuantitativo se basa en la contrastación de teorías existentes mediante hipótesis derivadas, utilizando muestras representativas. En cambio, el enfoque cualitativo, adoptado en este estudio (Bogdan & Biklen, 1994), genera teorías a partir de observaciones de casos concretos, con una comprensión más profunda de los fenómenos estudiados. Aunque el enfoque cualitativo emplea una metodología inductiva, se reconoce que el conocimiento teórico acumulado es indispensable (Glasser & Strauss, 1967).

Este estudio requiere la integración de datos históricos, geográficos y culturales para construir un marco teórico sólido antes de alcanzar los objetivos. La recolección de datos ha sido exhaustiva, incluyendo fuentes documentales, estadísticas del INE y el Instituto Galego de Estadística (IGE), y entrevistas semiestructuradas (Ghiglion & Matalon, 1997) con actores clave, como representantes de actividades marinas e instituciones municipales. El análisis de estas fuentes busca entender la percepción social sobre el aumento del nivel del mar en VGA.

Se ha implementado la observación sistemática, junto con un reportaje fotográfico propio y la revisión de archivos, para registrar datos visuales y objetivos sobre los sistemas urbanos estudiados.

El estudio también investiga soluciones para afrontar el cambio climático, que varían desde propuestas incipientes hasta otras más consolidadas, todas adaptadas a la evolución del ecosistema. Se emplea una metodología comparativa (Yin, 2003) para analizar intervenciones globales, reconociendo que cada país desarrolla tecnologías específicas para su entorno, lo que complica la comparación directa. El ingenio creativo de los arquitectos es clave para idear soluciones adaptativas y reformuladas a partir de una base conceptual sólida.

Además, la modelización y simulación se utilizan para prever el impacto del cambio climático en la ciudad estudiada, permitiendo experimentar con diferentes escenarios y optimizar procesos. La evaluación de datos geoespaciales, imágenes satelitales y mapas de riesgos es crucial para identificar zonas vulnerables y patrones de desarrollo urbano. Estos modelos aportan información valiosa para la planificación urbana, la gestión del riesgo y la toma de decisiones, permitiendo anticipar futuros escenarios climáticos y sus efectos en los sistemas urbanos y naturales.

La aplicación de esta metodología ha facilitado el análisis de las vulnerabilidades urbanas y ecológicas en VGA, así como la identificación de estrategias para enfrentar los problemas de inundación por el cambio climático en ciudades costeras. La integración de estos conocimientos permite formular propuestas efectivas y viables.

En Anexo I. Aplicación de Metodología se detalla su desarrollo.

1.6 Estructura y organización de contenidos

El propósito fundamental del presente trabajo no radica en la crítica, sino en la formulación de respuestas conceptuales y herramientas físicas que permitan redefinir la relación entre el entorno urbano costero y su ecosistema, de manera coherente con la condición antropocénica y el actual escenario de cambio climático. Por consiguiente, antes de adentrarse en el análisis del nuevo marco conceptual propuesto, es imprescindible comprender dicha condición y su interacción con los procesos de transformación costera y la evolución urbana del contexto específico. Asimismo, es necesario caracterizar previamente estos aspectos antes de abordar el análisis de los impactos del cambio climático en estos entornos.

La estructuración de los distintos capítulos del presente documento está intrínsecamente vinculada a la investigación realizada, así como a la metodología seleccionada y aplicada, la cual ha sido concebida con el propósito de abordar la problemática desde múltiples perspectivas. Este estudio, que abarca una dimensión tanto urbanística como arquitectónica, una naturaleza ecosistémica y una perspectiva sociológica, amalgama estas facetas con el objetivo de cumplir los objetivos planteados. Es notable que la investigación haya seguido un proceso creativo, caracterizado por la experimentación a través de la reflexión y la elaboración de conceptos y herramientas culturales y gráficas. Esta metodología iterativa permea toda la investigación, brindando la oportunidad de sumergirse profundamente en el proceso investigativo.

Esta estructura está diseñada para facilitar una comprensión integral y coherente de la complejidad de las interacciones entre el entorno urbano costero y su ecosistema, en el contexto del cambio climático.

En consecuencia, se procede a describir detalladamente la estructura del documento con el fin de proporcionar una guía clara sobre la organización del contenido, resaltando que el análisis se inicia de manera general para luego focalizarse en aspectos más específicos.

Capítulo I. Introducción

Aborda la transformación del entorno urbano desde la Revolución Industrial hasta la actualidad, donde la planificación y el diseño urbano se enfrentan al desafío del cambio climático, considerando condiciones socioeconómicas, ambientales y culturales que influyen en la configuración urbana. Se justifica la necesidad de adoptar una perspectiva global sobre la sostenibilidad urbana y la gestión de riesgos en las zonas costeras, proponiendo reformular el marco conceptual predominante en la planificación costera y desarrollar estrategias multidisciplinares para aumentar la resiliencia urbana, en un tema cuya actualidad deviene en tendencias emergentes y desafíos pendientes en la transformación de las ciudades hacia modelos más inclusivos y sostenibles.

Se reconoce la actual fase de transformación como una oportunidad para impulsar una transición en los sistemas urbanos y se propone una metodología que se centre en profundizar en el conocimiento del lugar, analizar intervenciones existentes y proponer nuevas soluciones adaptativas, donde el enfoque multidisciplinar integre aspectos ecológicos, sociales y urbanos para garantizar la adecuación al contexto y la efectividad de las propuestas.

Capítulo II. Crisis climática

Explora la creciente gravedad de la crisis climática global, subrayando cómo fenómenos extremos como olas de calor, inundaciones, sequías y tormentas están aumentando en frecuencia e intensidad debido al calentamiento global y las emisiones de gases de efecto invernadero. Este capítulo detalla los múltiples impactos y riesgos asociados, organizándolos en diversas categorías.

Los impactos físicos incluyen el aumento del nivel del mar y cambios en los patrones de precipitación, afectando tanto a la biodiversidad como a las infraestructuras. Los impactos biológicos comprenden la alteración de hábitats y la pérdida de especies, lo que afecta a los ecosistemas y los recursos humanos. En el ámbito socioeconómico, estos cambios agravan la seguridad alimentaria, la pobreza y las desigualdades, afectando especialmente a las poblaciones más vulnerables y generando riesgos para la salud humana y la estabilidad social.

También analiza la necesidad de fortalecer la resiliencia en infraestructuras clave como transporte, energía, y agua potable, y subraya la importancia de estrategias de mitigación y adaptación para ajustar las ciudades a las nuevas realidades ambientales, requiriendo una monitorización continua para asegurar la efectividad de estas estrategias.

Capítulo III. Marco teórico

Se centra en motivar y establecer un marco teórico robusto para la transformación gradual del enfoque conceptual en la planificación y diseño urbano hacia una mayor resiliencia. Este proceso representa una metamorfosis conceptual de alcance global, cultural e inducida, caracterizada por una constante confrontación entre el pasado y el futuro. Se destaca la necesidad de adoptar una

perspectiva global, holística y transdisciplinaria para abordar la complejidad y la incertidumbre inherentes a los sistemas socio-ecológicos, especialmente en los territorios litorales.
El urbanismo contemporáneo se centra en la sostenibilidad, la participación comunitaria y la diversidad, promoviendo ciudades más equitativas y adaptativas. Se cuestiona la visión tradicional de la ciudad como un ente estático, abogando por soluciones dinámicas que respondan a los cambios en los entornos urbanos.
El capítulo examina la evolución de la regeneración urbana, desde intervenciones de renovación hasta su integración con el movimiento ecologista, destacando eventos como la Cumbre de Río de 1992 y la Declaración de Toledo en 2010 (Ministerio de Medio Ambiente de España, 2010). Se reconoce la importancia de regenerar barrios desfavorecidos, pese a obstáculos como la resistencia inmobiliaria y la falta de conciencia ambiental.
Finalmente, se abordan desafíos futuros como la inestabilidad política y la necesidad de integrar la participación ciudadana. Se destacan estrategias innovadoras, como el Cradle to Cradle y el urbanismo regenerativo, para crear ciudades sostenibles y resilientes en armonía con la naturaleza.

Capítulo IV. Urbanismo Resiliente

Aborda la intersección entre el metabolismo urbano, la ciudad inteligente y resiliente, y la gobernanza en la transición equitativa hacia un desarrollo sostenible.
En primer lugar, se explora el metabolismo urbano, que analiza los flujos de energía, materiales y recursos dentro de la ciudad, proponiendo un modelo de gestión más eficiente y sostenible.
Se introduce el concepto de ciudad inteligente y resiliente, que utiliza tecnologías avanzadas para mejorar la capacidad de adaptación de las ciudades frente a desafíos como el cambio climático y desastres naturales, promoviendo un entorno urbano más seguro y eficiente.
Finalmente, el capítulo enfatiza la gobernanza y la transición equitativa, destacando la necesidad de políticas inclusivas y la participación ciudadana en la toma de decisiones, para asegurar que los beneficios del desarrollo urbano sean accesibles para todos los sectores de la población.
Este capítulo es una guía base para la creación de ciudades capaces de enfrentar los desafíos del futuro, combinando innovación tecnológica con un enfoque en la sostenibilidad y la equidad social.

Capítulo V. Vulnerabilidad de VGA y su ría

Proporciona una contextualización exhaustiva sobre la idiosincrasia de VGA, enfocándose en la compleja relación entre la urbe como sistema y el ecosistema circundante en el contexto del cambio climático global. Se exploran las interacciones entre estos elementos y su influencia en la dinámica social, con el objetivo de comprender la complejidad de las interrelaciones entre el entorno construido, los procesos naturales y las actividades humanas.
Analiza los factores que contribuyen a la vulnerabilidad de la ciudad y su entorno natural, enfocándose en tres aspectos clave: contexto socioeconómico, estructura urbana y características ambientales y climáticas, y el problema de las inundaciones fluviales y marítimas.
En el contexto socioeconómico, se exploran las desigualdades y desafíos económicos que afectan a las comunidades, aumentando su vulnerabilidad ante riesgos climáticos y ambientales. La precariedad económica y social de ciertos sectores de la población exacerba su exposición a

desastres naturales.
El análisis de la estructura urbana y sus características ambientales y climáticas se centra en cómo el diseño y la disposición de la ciudad influyen en su capacidad de adaptación. Factores como la densidad poblacional, la planificación urbana y las condiciones climáticas locales son determinantes para evaluar la vulnerabilidad general de la región.
Finalmente, el capítulo aborda el problema de las inundaciones fluviales y marítimas, un riesgo significativo para VGA y su ría. Se discuten las causas y se destacan las áreas más afectadas, proponiendo estrategias para mitigar estos riesgos.
Este capítulo ofrece una visión integral de las vulnerabilidades de VGA y su ría, esenciales para desarrollar políticas de resiliencia efectivas.

Capítulo VI. Resiliencia de VGA y ría

Explora estrategias para fortalecer la resiliencia urbana y ambiental en el área de la ría mediante tres planteamientos: regeneración con soluciones basadas en la naturaleza (NBS), metabolismo urbano y tecnologías verdes y azules, y participación comunitaria.
El primer enfoque, regeneración con NBS, destaca cómo la restauración de ecosistemas y la implementación de infraestructuras verdes pueden mejorar la resiliencia de la ciudad, mitigando los efectos del cambio climático y revitalizando áreas degradadas de la ría.
El segundo enfoque, metabolismo urbano y tecnologías verdes y azules, aborda la gestión sostenible de recursos en las ciudades mediante la adopción de tecnologías que optimizan el uso del agua, la energía y los materiales, promoviendo un desarrollo urbano en armonía con los ecosistemas acuáticos y terrestres.
Finalmente, el capítulo subraya la importancia de la participación comunitaria como elemento central para el éxito de cualquier estrategia de resiliencia. Involucrar a la ciudadanía en la planificación y ejecución de proyectos asegura que las soluciones implementadas sean inclusivas y reflejen las necesidades y aspiraciones de la comunidad local.
Este capítulo propone un enfoque integrado para construir una ciudad y una ría más resilientes y sostenibles, combinando innovación tecnológica con la sabiduría y participación de la comunidad.

Capítulo VII. Sistematización: Modelo resiliencia VGA

Presenta un modelo integral que aborda la resiliencia urbana a través de tres ejes clave: movilidad y espacio público, medio ambiente y economía circular, y gobernanza y gestión.
El primer eje, movilidad y espacio público, explora cómo la planificación de infraestructuras de transporte y el diseño de espacios públicos pueden fomentar ciudades más accesibles, inclusivas y sostenibles. Se destaca la importancia de un diseño urbano que priorice la movilidad activa y el transporte público eficiente, contribuyendo a la cohesión social y a la reducción de la huella de carbono.
El segundo eje, medio ambiente y economía circular, se enfoca en la integración de prácticas sostenibles que promuevan el uso eficiente de recursos y la reducción de residuos, fomentando un ciclo económico que minimice el impacto ambiental y potencie la resiliencia de los

ecosistemas urbanos.
Finalmente, el eje de gobernanza y gestión subraya la necesidad de estructuras de gobernanza participativas y transparentes que faciliten la implementación de políticas resilientes, promoviendo la cooperación entre diversos actores para una gestión eficiente y equitativa del entorno urbano. Este capítulo ofrece un marco sistemático para construir ciudades resilientes y sostenibles.

Capítulo VIII. Reflexión final

Ofrece una conclusión integradora del análisis realizado, presentando orientaciones prospectivas para la resiliencia urbano-ambiental y una síntesis y evaluación de los conceptos abordados a lo largo del estudio.
En cuanto a las orientaciones prospectivas, se delinean estrategias futuras para fortalecer la resiliencia de las ciudades frente a los desafíos climáticos y ambientales. Estas orientaciones destacan la importancia de adoptar un enfoque proactivo y adaptativo, que combine innovación tecnológica, participación comunitaria y políticas sostenibles, para enfrentar los riesgos emergentes y asegurar un desarrollo urbano equilibrado y resiliente.
La síntesis y evaluación recapitula los principales hallazgos del estudio, evaluando la efectividad de las estrategias propuestas y la coherencia entre los distintos enfoques tratados en los capítulos anteriores. Se reflexiona sobre las lecciones aprendidas y se subraya la necesidad de una planificación urbana que no solo responda a las demandas actuales, sino que también anticipe y mitigue futuros desafíos.
Este capítulo finaliza consolidando un marco teórico-práctico para guiar la transición hacia ciudades más resilientes, sostenibles y equitativas, proporcionando una visión clara y orientada al futuro para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Anexos

Anexo I. Aplicación de metodología

Detalla el proceso metodológico empleado en este estudio, centrado en la planificación urbana resiliente y la adaptación al cambio climático en Vilagarcía de Arousa. La metodología combina un enfoque cualitativo, basado en el análisis comparativo de casos de estudio, con la utilización de herramientas de modelización y simulación para prever el impacto de diversas intervenciones urbanas. Además, se emplean técnicas de evaluación de datos geoespaciales y análisis de imágenes satelitales para identificar áreas vulnerables y patrones de desarrollo urbano. Este anexo profundiza en los pasos seguidos para aplicar la metodología en la identificación de soluciones adaptativas a los efectos del cambio climático, evaluando su efectividad y replicabilidad en otros contextos.

Anexo II. VGA. Historia y evolución urbana

Ofrece un análisis exhaustivo de la ciudad, destacando su historia, geografía, hidrología y su estrecha relación con el mar. Se examina la evolución histórica de VGA, desde sus orígenes

hasta la actualidad, subrayando los eventos clave que han influido en su desarrollo urbano y social. Este análisis permite comprender los factores que han forjado la identidad de la ciudad y su vulnerabilidad ante los desafíos climáticos y ambientales.
La geografía y la hidrología de VGA se detallan, incluyendo su topografía, el litoral y las formaciones terrestres circundantes. Se explora el sistema hidrológico, abarcando ríos, arroyos y cuerpos de agua que impactan la dinámica urbana y ambiental. La ría se destaca como un elemento vital para la ciudad, tanto históricamente como en su futuro, siendo una fuente esencial de vida para la comunidad.
Finalmente, se identifica el riesgo de inundación, exacerbado por el aumento del nivel del mar, como el mayor desafío para la resiliencia de VGA, subrayando la necesidad de estrategias de adaptación para proteger su economía y su futuro.

Anexo III. Estudio de Caso. Copenhague

Analiza las soluciones implementadas en la capital danesa para enfrentar los desafíos del cambio climático, con un enfoque en la adaptación urbana y la resiliencia. Copenhague ha sido reconocida a nivel mundial por su innovador plan de gestión de inundaciones y su ambición de ser una ciudad neutra en carbono para 2025. Este estudio examina cómo la ciudad ha integrado infraestructuras verdes y azules, soluciones basadas en la naturaleza y sistemas tecnológicos avanzados para mitigar los riesgos de inundaciones y promover la sostenibilidad urbana. El caso de Copenhague ofrece valiosas lecciones sobre planificación urbana adaptativa, reducción de emisiones y la creación de espacios públicos resilientes, destacándose como un referente para la implementación de medidas en ciudades con desafíos climáticos similares, como VGA. Este análisis busca extraer aprendizajes aplicables a otros contextos, enfocados en la regeneración de los ecosistemas urbanos y la gestión del riesgo climático.

Anexo IV.Análisis estrategias de resiliencia VGA

Explora las diversas medidas implementadas y propuestas para aumentar la resiliencia de la ciudad frente a los desafíos del cambio climático, especialmente las inundaciones previstas para el 2050. Este análisis profundiza en las intervenciones arquitectónicas y urbanísticas actuales, evaluando su efectividad y adaptabilidad al ecosistema local y la dinámica social. Además, se investigan propuestas innovadoras que integren soluciones basadas en la naturaleza, infraestructuras resilientes y planificación urbana sostenible.

Anexo V. Planos propuesta resiliencia VGA

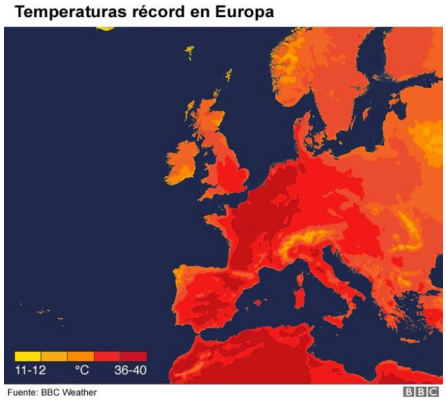
Presenta planos de análisis y detalles de para mitigar los impactos de las inundaciones y regeneración de los metabolismos urbano y ecosistémico de VGA, centrándose en las NBS y las Infraestructuras Azules y Verdes (IABs). Ambas metodologías promueven una adaptación resiliente frente al cambio climático, integrando soluciones sostenibles que no solo protegen a las ciudades de las inundaciones, sino que también contribuyen a un desarrollo urbano más armonioso y en equilibrio con el entorno natural.

CAPÍTULO II. CRISIS CLIMÁTICA

El cambio climático se refiere a alteraciones significativas y prolongadas en las temperaturas y patrones climáticos globales y regionales, como cambios en la temperatura media global, la frecuencia de precipitaciones, el aumento del nivel del mar y fenómenos meteorológicos extremos como huracanes y sequías. Aunque pueden tener causas naturales, la ciencia atribuye principalmente estas variaciones al aumento de gases de efecto invernadero (GEI), como dióxido de carbono (CO2), metano (CH4)) y óxidos de nitrógeno (NO_x), debido a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y ciertas prácticas agrícolas e industriales.

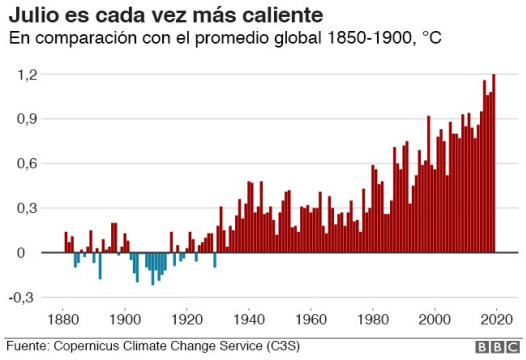
Las investigaciones han confirmado que las actividades humanas son responsables del calentamiento global observado en los últimos dos siglos, incrementando la temperatura planetaria a un ritmo sin precedentes en los últimos 2000 años. Actualmente, la temperatura media global es 1,1 °C más alta que a finales del siglo XIX. La década 2011-2020 ha sido la más cálida registrada, y cada una de las últimas cuatro décadas ha superado en temperatura a cualquier otra desde 1850.

Figura 1 Mapa temperaturas 2019



Fuente. Extraída a 10.05.2024 de https://www.bbc.com/weather

Figura 2 Evolución temperaturas Julio



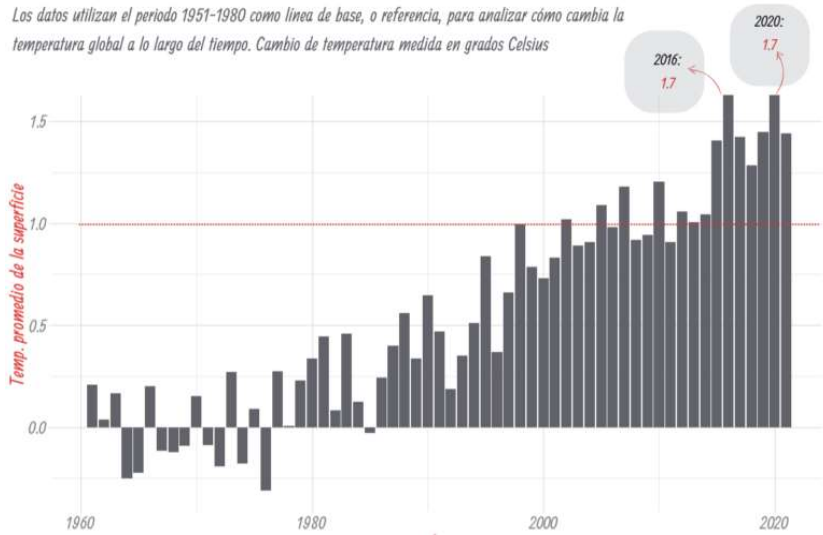
Fuente. Extraído a 10.05.2024 de https://www.bbc.com/mundo/noticias-49206050

El cambio climático implica más que un aumento de las temperaturas; la Tierra, como un sistema interconectado, experimenta cambios que afectan múltiples áreas. Las consecuencias incluyen sequías extremas, escasez hídrica, incendios severos, elevación del nivel del mar, inundaciones, deshielo polar, tormentas devastadoras y una reducción en la biodiversidad. Las evidencias del calentamiento global se derivan de múltiples indicadores climáticos, que abarcan desde lo más alto de la atmósfera hasta las mayores profundidades del océano. Estos incluyen cambios en temperaturas de superficie, atmosféricas y oceánicas, así como variaciones en glaciares, la cubierta de nieve, el hielo marino, el nivel del mar y el vapor de agua atmosférico. Científicos de todo el mundo han verificado estas evidencias de manera independiente en numerosas ocasiones, eliminando cualquier duda sobre la realidad del calentamiento terrestre desde el siglo XIX (IPCC, 2015; Hallegatte et al., 2013).

A pesar de posibles sesgos en los registros de temperatura de estaciones meteorológicas

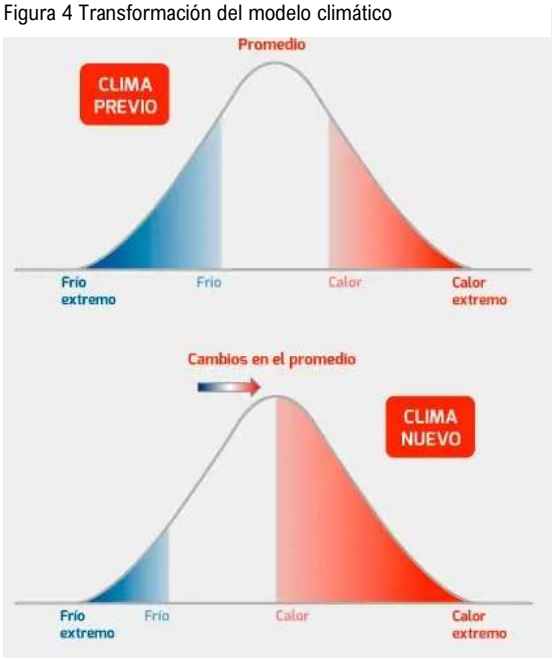
terrestres, estos representan solo un aspecto de los cambios en el sistema climático. Una amplia gama de mediciones de otros elementos del sistema climático proporciona evidencias adicionales del calentamiento global. El aumento de la temperatura media global en superficie es el indicador más conocido. Aunque no todos los años o décadas son necesariamente más cálidos que los anteriores, las temperaturas globales de superficie han aumentado significativamente desde 1900.

Figura 3 Tendencia calentamiento global



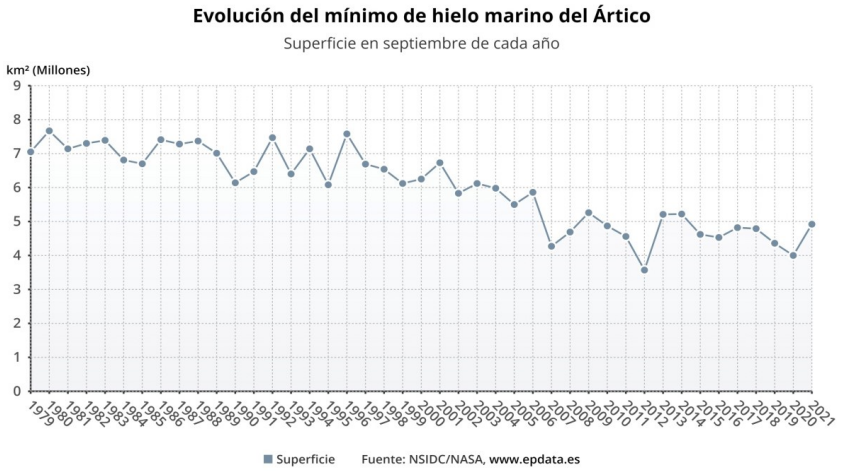
Fuente Extraída a 10.05.24 de https://institutodelagua.es/cambio-climatico/grafica-de-cambio-climaticocambio-climatico/

Figura 4 Transformación del modelo climático



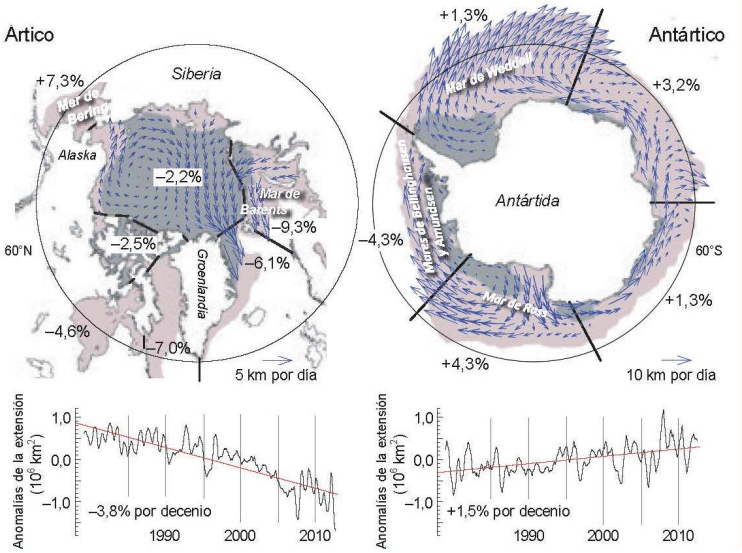
Fuente. Extraída a10.05.2024 de https://www.eltiempo.es/noticias/fenomenos-meteorologicos-extremos

Figura 5. Merma del ártico desde 1980- 2021



Fuente. Extraída a 10.05.2024 de https://www.sciencedirect.com/science/

Figura 6 Variación Antártida y Ártico 1190-2010



Fuente. Extraída a10.05.2024 de https://www.epdata.es/

Figura 7. Glaciar Qorikalis 1978

Fuente. Extraída a10.05.2024 de https://nuestrofuturocomun.com/

Figura 8 Glaciar Qorikalis 2004

Fuente. Extraída a10.05.2024 de https://nuestrofuturocomun.com/

Este calentamiento en tierra se correlaciona con la tendencia observada en los océanos, confirmada por análisis independientes de temperaturas del aire oceánico y de la superficie marina. Dado que la atmósfera y el océano son fluidos, el calentamiento también se observa en la atmósfera inferior y en la parte superior de los océanos. Más del 90% del exceso de energía desde la década de 1970 se ha almacenado en los océanos, evidenciado por registros desde la década de 1950. A medida que aumenta la temperatura de los océanos, el agua se expande, contribuyendo a la elevación del nivel del mar.

Otras causas incluyen la fusión de glaciares y mantos de hielo, así como cambios en el uso del agua en la superficie terrestre. Un planeta más cálido tiene mayor humedad, ya que el aire caliente contiene más vapor de agua. Los análisis globales muestran un aumento de la humedad específica sobre tierra y océanos. La cantidad de hielo en los glaciares ha disminuido durante más de 20 años, contribuyendo a la elevación del nivel del mar. La cubierta de nieve en el hemisferio norte ha disminuido desde la década de 1950, y se han observado pérdidas significativas de hielo marino en el Ártico, especialmente en septiembre. La pérdida de hielo marino en la Antártida ha sido menos pronunciada.

El conjunto de estos indicadores ha llevado a múltiples grupos de investigación a la misma conclusión: las evidencias del calentamiento del aire y los océanos, la fusión de los hielos y la elevación del nivel del mar indican inequívocamente que el planeta se ha calentado desde finales del siglo XIX. Esta información se extrae y contrasta con datos de la ONU, Organización Meteorológica Mundial (OMM), Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), World Climate Research Programme (WCRP), Banco Mundial, Plataforma Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), Organización Mundial de la Salud (OMS- WHO en inglés), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y Organización Internacional del Trabajo (OIT), tomando como referencia principal al IPCC por su objetividad y respaldo científico.

En el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, se desarrollaron cuatro Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) que calculan el forzamiento radiativo total para 2100 en comparación con 1750. Estos escenarios representan diversas políticas climáticas del siglo XXI y varían en su forzamiento radiativo. Las RCP comprenden: un escenario de mitigación (RCP 2.6), dos escenarios de estabilización (RCP 4.5 y RCP 6.0) y un escenario de altas emisiones (RCP 8.5) (WCRP, 2011).

Tabla 1. Clasificación RCP

TRAYECTORIAS DE CONCENTRACIÓN REPRESENTATIVAS (RCP)	CONCENTRACIONES DE CO_2 PARA 2100	CONCENTRACIONES COMBINADAS DE CO_2 EQUIVALENTE
RCP 2.6: 2.6 W/m²	421 ppm	475 ppm
RCP 4.5: 4.5 W/m²	538 ppm	630 ppm
RCP 6.0: 6.0 W/m²	670 ppm	800 ppm
RCP 8.5: 8.5 W/m²	936 ppm	1.313 ppm

Fuente datos WCRP, 2011. Creación propia

2.1. Emergencia climática. Transformación de patrones climáticos

Este trabajo clasifica los impactos del cambio climático en función de varios vectores clave:

Incremento de temperaturas y desviación del Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015): El Acuerdo de París, firmado en 2015 y vigente desde 2016, tiene como objetivo limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2°C, con una aspiración de 1.5°C para reducir los riesgos climáticos. En el ámbito arquitectónico y urbanístico, esto implica diseñar infraestructuras resilientes y sostenibles, fomentando construcciones eficientes y bajas en carbono. Los Planes Nacionales de Contribuciones Determinadas (NDC) establecen compromisos de reducción de emisiones, revisados cada cinco años.

Situación actual (nueve años después del Acuerdo de París):

- La temperatura global ha aumentado 1.1°C desde el siglo XIX, alejándose del objetivo de 1.5°C.
- Los años 2015-2019 han sido los más cálidos registrados.
- Se proyecta que la temperatura podría aumentar hasta 4.4°C para finales del siglo XXI si las emisiones no se reducen drásticamente.
- Las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) alcanzaron niveles récord en 2019, con el CO_2 al 148% de los niveles preindustriales.

Dimensiones críticas del cambio climático:

- **Causa:** factores antropogénicos (emisiones de GEI, deforestación) y naturales que inducen cambios climáticos.
- **Efecto:** cambios en patrones climáticos, como temperaturas, precipitaciones y eventos extremos.
- **Riesgo extremo:** consecuencias como el aumento del nivel del mar, pérdida de biodiversidad y afectación a la seguridad humana.

Escenarios de riesgo:

1. **Escenario de calentamiento:** el aumento de más de 1.5°C conllevará más eventos extremos, afectando a comunidades vulnerables y ecosistemas, y agravando problemas de seguridad alimentaria, acceso al agua y salud pública.
2. **Escenario de transformación del ciclo hidrológico:** mayor variabilidad en precipitaciones, con regiones húmedas recibiendo más lluvias y las secas sufriendo sequías más severas, afectando la distribución de recursos hídricos.
3. **Escenario de reducción de la capacidad de absorción de CO_2:** el aumento de las emisiones reducirá la capacidad de los océanos y ecosistemas terrestres para absorber CO_2, acelerando el calentamiento global.

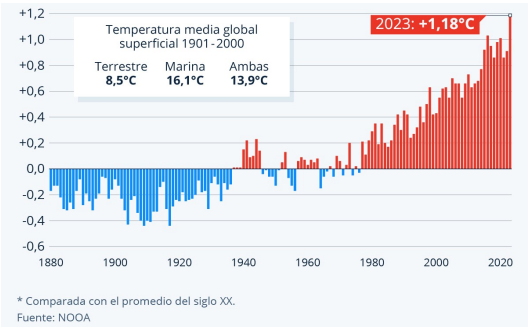
Fenómenos extremos específicos:

- **Olas de calor:** mayor frecuencia e intensidad, con impacto en la salud pública y la gestión urbana.
- **Tormentas e inundaciones: i**ncremento de precipitaciones sobre los océanos y eventos más severos en regiones tropicales.

- **Sequías y lluvias torrenciales:** mayor dicotomía entre sequías y precipitaciones extremas, desafiando la gestión de recursos hídricos.
- **Inundaciones por aumento del nivel del mar:** mayor desplazamiento de poblaciones costeras, requiriendo adaptaciones en infraestructuras y políticas de reubicación.
- **Mutación de El Niño y La Niña:** alteración de la variabilidad climática global, exigiendo nuevas estrategias de predicción y gestión de recursos.
- **Debilitamiento de la Corriente Meridional de Retorno del Atlántico (AMOC):** signos de debilitamiento que podrían tener consecuencias drásticas para el clima global (National Geographic, 2024).

ESCENARIO DE CALENTAMIENTO

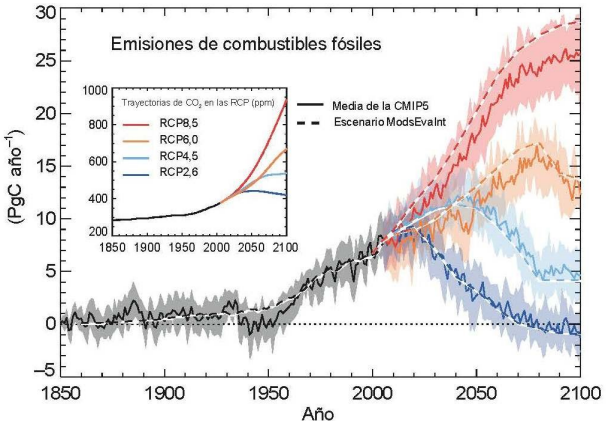
Figura 9 Incremento temperatura media global terrestre y marítima



Fuente. Extraída a10.05.2024 de https://www.epdata.es/

ESCENARIO DE REDUCCIÓN DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE CO_2

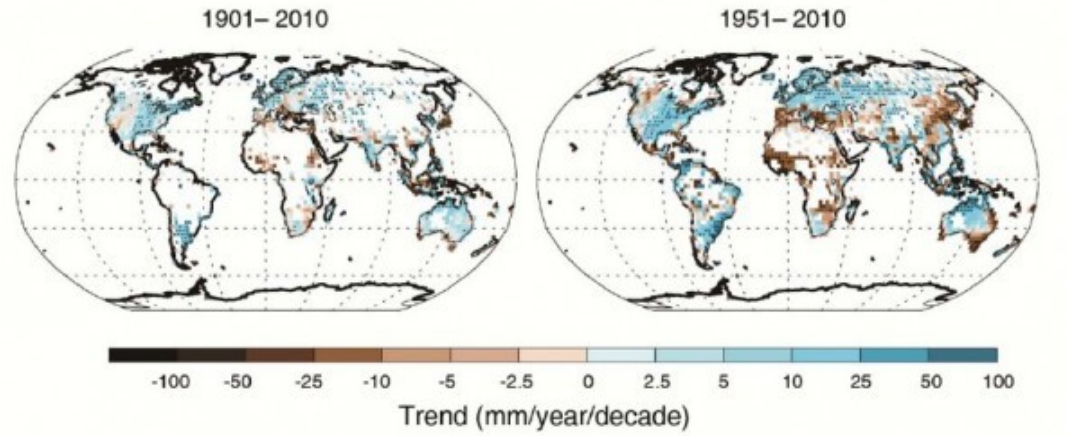
Figura 10 Emisiones de GEI según los distintos escenarios previstos



Fuente. Extraída a 10.05.2024 de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/guia-resumida-gt3-mitigacion-ar5_tcm30-177779.pdf

ESCENARIO DE TRANSFORMACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO

Figura 11 Cambio patrones precipitación en los últimos 70 años



Fuente. Extraída a 10.05.2024 de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/guia-resumida-gt3-mitigacion-ar5_tcm30-177779.pdf

Para comprender la magnitud del cambio climático, es crucial evaluar eventos climáticos extremos, que son una manifestación pública y evidente de esta crisis. Analizar estos eventos desde el incipiente siglo XXI hasta el último cuarto del siglo XX, y someramente con los tres primeros cuartos del siglo XX, permite corroborar su incidencia y magnitud, así como discernir tendencias que sustentan o refutan la hipótesis de una evolución climática adversa influenciada por actividades humanas.

Eventos climáticos extremos entre 1900 y 1975

Wiley Online Library: Early 20th Century Warming. https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.522

Climate.gov: Extreme Event Attribution. http://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/extreme-event-attribution-climate-versus-weather-blame-game

National Wildlife Federation: Extreme Weather. https://www.nwf.org/Educational-Resources/Wildlife-Guide/Threats-to-Wildlife/Climate-Change/Extreme-Weather

Eventos climáticos extremos del siglo XXI

NCBI-Warming World-Changing Ocean. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8453030/

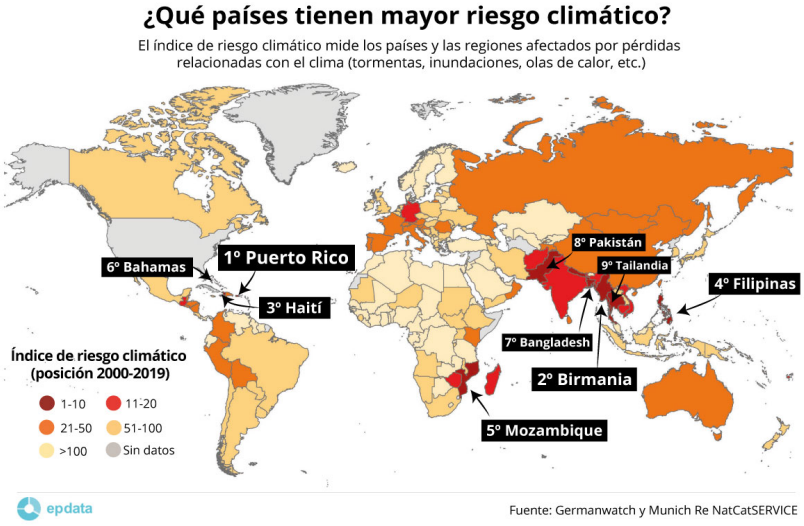
UN - Water and Climate Crisis.

Carbon Brief - Extreme Weather Mapping. https://www.carbonbrief.org/mapped-how-climate-change-affects-extreme-weather-around-the-world/

WMO - Climate Disasters. https://wmo.int/about-us/world-meteorological-day/wmd-2022/rising-risks

Reuters - Climate Change and Extreme Weather 2021. https://www.reuters.com/markets/commodities/killer-heatwaves-floods-climate-change-worsened-weather-extremes-2021-2021-12-13/

Figura 12 Países con mayor riesgo



Fuente. Extraído a 15.05.2024 de https://www.epdata.es/

Tabla 2. Evolución Eventos climáticos extremos

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS ENTRE **1900 Y 1975**	EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS ENTRE **1975 Y 2000**	EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS DEL **SIGLO XXI**
Monzones en India (principios del siglo): severas sequías y hambrunas. **Dust Bowl** (1930s, EE.UU.): sequía extrema y tormentas de polvo devastadoras. **Inundaciones del Río Yangtsé** (1931, China): millones de muertes. **Olas de calor en Europa** (1930s y 1940s): aumento en la mortalidad. **Sequía en Australia (**1937-1945). **Sequía en el Sahel** (1968-1972): crisis alimentaria y desplazamientos masivos. **Ciclón Bhola** (1970, Bangladesh): uno de los ciclones más mortíferos. **Tormenta de viento "Friday the 13th"** (1972, Australia): desastre climático significativo.	**Sequía en el Sahel** (1975-1985): hambruna y pérdidas significativas. **Huracán Allen** (1980, Caribe, México, EE.UU.): devastación considerable. **Ola de frío en Europa** (1987): más de 100 muertes. **Huracán Gilberto** (1988, Jamaica, México, Texas): inundaciones y destrucción masiva. **Tormentas de arena en el Sahel** (1980s-1990s). **Tormenta Daria** (1990, Europa): daños extensos. **Incendios forestales en Australia** (1990). **Huracán Andrew** (1992, EE.UU.): daños materiales masivos. **Inundación del río Mississippi** (1993, EE.UU.): una de las peores inundaciones. **Gran Tormenta de Marzo de 1993** (EE.UU.): más de 300 muertes. **Ola de calor en Europa** (1995): más de 15.000 muertes. **Incendios forestales en Indonesia** (1997-1998). **Huracán Mitch** (1998, Centroamérica): más de 11.000 muertes. **Inundaciones del río Yangtsé** (1998, China): miles de muertes. **Ciclón 05B** (1999, India): más de 10.000 muertes.	**Ola de calor europea** (2003): aproximadamente 70.000 muertes. **Huracán Jeanne** (2004, Caribe): más de 3.000 muertes. **Huracán Katrina** (2005, EE.UU.): inundaciones severas en Nueva Orleans. **Ciclón Sidr** (2007, Bangladesh): 3.363 muertes. **Incendios forestales en Australia** (2009). **Inundaciones en Pakistán** (2010): aproximadamente 20 millones de personas afectadas. **Sequía en el Cuerno de África** (2011). **Inundaciones en Tailandia** (2011). **Tormenta tropical Washi** (2011, Filipinas). **Sequía en California** (2012 y 2016). **Tifón Haiyan** (2013, Filipinas): más de 6.000 muertes. **Inundaciones en Europa Central** (2013). **Huracán Harvey** (2017, EE.UU.): inundaciones catastróficas en Texas. **Huracán María** (2017, Puerto Rico): destrucción masiva. **Sequías en el Cuerno de África** (2017 y 2019). **Olas de calor e incendios forestales en Europa** (2018 y 2019). **Inundaciones en Venecia** (2019). **Ciclón Idai** (2019, Mozambique, Zimbabue y Malaui). **Incendios en Australia** (2019-2020). **Sequías e inundaciones en el Corredor Seco de Centroamérica** (2018-2020). **Ola de calor en Canadá** (2021). **Inundaciones en Maldivas y Tuvalu.** **Tormenta Daniel** (2023, Libia y sudeste de Europa).

Fuente. Creación propia

Este análisis destaca la frecuencia e intensidad creciente de estos fenómenos, subrayando la necesidad urgente de medidas de mitigación y adaptación.

Tabla 3. Eventos extremos 1970-2024 (ONU) e impacto por región.

Categoría	ÁFRICA	ASIA	AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE	SUROESTE PACÍFICO	EUROPA
NÚMERO DE DESASTRES	1.695	3.454	No especificado	1.977	1.407	1.672
MUERTES TOTALES	731.747	975.622	34.854	74.839	65.391	159.438
PÉRDIDAS ECONÓMICAS	$38,5 mil millones	$1,2 billones	$39,2 mil millones	$1,7 billones	$163,7 mil millones	$476,5 mil millones
TIPOS DE DESASTRES MÁS COMUNES	Crecidas (60%)	Crecidas (45%), Tormentas (36%)	Crecidas (59%)	Tormentas (54%), Crecidas (31%)	Tormentas (45%), Crecidas (39%)	Crecidas (38%), Tormentas (32%)
CAUSA PRINCIPAL DE MUERTES	Sequías (95%)	Tormentas (72%)	Crecidas (77%)	Tormentas (71%)	Tormentas (71%)	Temperaturas Extremas (93%)
CAUSA PRINCIPAL DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS	-	Crecidas (57%)	Crecidas (58%)	Tormentas (78%)	-	-
DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS	-	-	-	Pérdidas en EE.UU.: 38% del total mundial	Tormentas (46%), Crecidas (24%), Sequías (17%), Incendios Forestales (13%)	-
DESASTRES NOTABLES	Sequías en Etiopía (1973, 1983) Sequía en Mozambique (1981) Sequía en Sudán (1983)	10 desastres más devastadores: 70% de las muertes y 22% de las pérdidas económicas	10 desastres más importantes: 60% de las muertes y 38% de las pérdidas económicas	-	Incendios pérdidas económicas Australia: 54% de las pérdidas de la región	Olas de Calor (2003, 2010): 80% de las muertes Ola de Calor de 2003: 45% de las muertes

Fuente. Creación propia en base datos ONU

Tabla 4. Análisis eventos extremos por tipología.

	FRECUENCIA	IMPACTO EN PÉRDIDAS HUMANAS	IMPACTO EN PÉRDIDAS ECONÓMICAS
CRECIDAS	44%	-	31%
CRECIDAS FLUVIALES	24%	-	20%
CRECIDAS GENERALES	14%	-	8%
CRECIDAS REPENTINAS	-	-	3%
CICLONES TROPICALES	17%	38%	38%
SEQUÍAS	-	34%	-

Fuente. Creación propia en base datos ONU

CONCLUSIONES:

a) Frecuencia y mortalidad: las crecidas y tormentas son los desastres más frecuentes a nivel mundial, pero las sequías y ciclones tropicales son responsables de la mayoría de las muertes.
b) Pérdidas económicas: los ciclones tropicales y las crecidas son los principales responsables de las pérdidas económicas.

Como ejemplo de referencia los datos del Centro Nacional de Información Ambiental de EEUU (NCEI), https://www.ncei.noaa.gov/ : entre 1980 y 2024, han sufrido 191 tormentas severas, 24 tormentas invernales, 44 inundaciones, 31 sequías, 62 ciclones tropicales, 22 incendios forestales y 9 grandes heladas que causaron miles de millones de dólares.

Comparativa de eventos extremos S. XXI VS.1975-2000. Para establecer una relación estadística y comparar la frecuencia e intensidad de eventos extremos debido al cambio climático entre los períodos del siglo XXI (2000-2023) y los últimos 25 años del siglo XX (1975-1999), es necesario analizar datos históricos y tendencias de eventos extremos (Organización Meteorológica Mundial, 2021).

Tabla 5. Comparativa de eventos extremos S. XXI VS.1975-2000.

Categoría	SIGLO XXI (2000-2023)	ÚLTIMOS 25 AÑOS DEL SIGLO XX (1975-1999)
OLAS DE CALOR	**Frecuencia:** ~20 eventos mayores	**Frecuencia:** ~10 eventos mayores
	Intensidad: Temperaturas récord, p. ej., ola de calor europea 2003 con >70,000 muertes.	**Intensidad:** Menor, p. ej., ola de calor de 1995 en Chicago con ~700 muertes
INUNDACIONES	**Frecuencia:** >50 eventos importantes por década	**Frecuencia:** ~30 eventos importantes por década
	Intensidad: Inundaciones extremas, p. ej., Pakistán 2010 afectando a20 millones.	**Intensidad:** Notable, p. ej., inundaciones del Río Mississippi 1993.
SEQUÍAS	**Frecuencia:** ~15 eventos graves	**Frecuencia:** ~10 eventos graves
	Intensidad: Prolongadas y severas, p. ej., Cuerno de África 2011.	**Intensidad:** Significativa, pero menor duración extrema.
HURACANES TIFONES CICLONES	**Frecuencia:** 15-20 ciclones mayores por década	**Frecuencia:** 10-15 ciclones mayores por década
	Intensidad: Incremento en categoría, p. ej., Katrina 2005, María 2017, daños >$100 mil millones cada uno	**Intensidad:** Menor intensidad, menos eventos categoría 4 o 5.
INCENDIOS FORESTALES	**Frecuencia:** >25 grandes incendios por década	**Frecuencia:** <15 grandes incendios por década
	Intensidad: Alta, p. ej., Australia 2019-2020 quemando >18 millones de hectáreas.	**Intensidad:** Menor extensión e impacto.
TORMENTAS	**Frecuencia:** >30 eventos severos anuales	**Frecuencia:** ~20 eventos severos anuales
	Intensidad: Severas, p. ej., Harvey 2017 con daños >$125 mil millones.	**Intensidad:** Menor severidad en vientos y lluvia.

Fuente. Creación propia en base datos Organización meteorológica Mundial

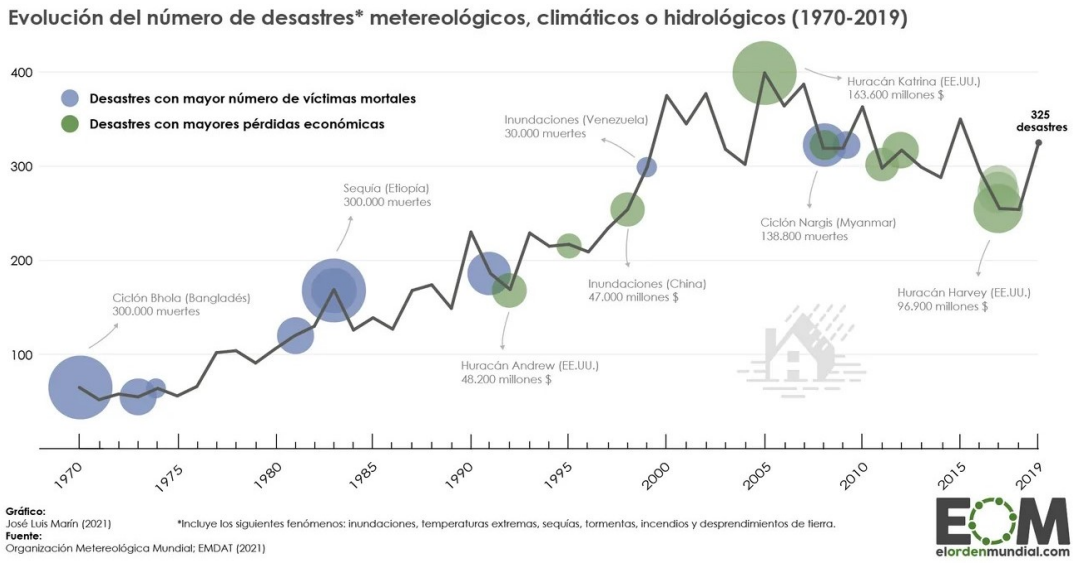
Tabla 6. Estadística frecuencia –intensidad S. XXI VS.1975-2000

Categoría	AUMENTO EN FRECUENCIA	AUMENTO EN INTENSIDAD
OLAS DE CALOR	>100% en eventos significativos	Incremento en mortalidad y temperaturas récord.
INUNDACIONES	~ + 67% en eventos anuales.	Incremento en número de personas afectadas y daños económicos
SEQUÍAS	+ 50% en eventos graves	Mayor duración y severidad con impactos humanitarios críticos
HURACANES TIFONES CICLONES	+ 33% en ciclones mayores	Mayor número de eventos de alta categoría (4 y 5).
INCENDIOS FORESTALES	+ 67% en grandes incendios	Incremento en área quemada y costos económicos
TORMENTAS	+ 50% en eventos severos anuales	Aumento en vientos máximos y precipitación acumulada

Fuente. Creación propia en base datos Organización meteorológica Mundial

Datos extraídos de:
NOAA Billion-Dollar Disasters Database: https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/
NOAA Events; https://www.fisheries.noaa.gov/events
IPCC Reports: IPCC Extreme Events; https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-11/
UN Reports on Climate Disasters: UN Climate Disasters
https://www.un.org/en/climatechange/reports
https://www.unep.org/topics/fresh-water/disasters-and-climate-change

Figura 13 Incremento desastres climáticos



Fuente. Extraída a 10.050.2024 de https://elordenmundial.com/

Datos ONU Siglo XXI. La ONU, en informe del 13 de octubre de 2020, confirmó que los fenómenos meteorológicos extremos dominan los desastres del siglo XXI (United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR], 2022). Basado en la Base de Datos de Eventos de Emergencia (EM-DAT) del Centro de Investigación sobre Epidemiología de Desastres (CRED), se registraron desastres que cumplen con criterios específicos: 10 o más muertes, 100 o más personas afectadas, declaración de emergencia o solicitud de asistencia internacional.

Entre 2000 y 2019, se registraron 7.348 grandes desastres, resultando en 1,23 millones de muertes y afectando a 4.200 millones de personas. Las pérdidas económicas fueron de aproximadamente 2.97 billones de dólares. Entre 1980 y 1999, se registraron 4.212 desastres con 1,19 millones de muertes y 3,25 mil millones de personas afectadas, con pérdidas económicas de 1,63 billones de dólares.

El número de desastres relacionados con el clima aumentó de 3.656 eventos (1980-1999) a 6.681 (2000-2019). Las inundaciones importantes aumentaron un 234%, de 1.389 a 3.254, y las tormentas un 140%, de 1.457 a 2.034. También hubo incrementos en sequías, incendios forestales y fenómenos de temperaturas extremas. Los eventos geofísicos, como terremotos y tsunamis, sacrificaron más vidas humanas que otros peligros naturales.

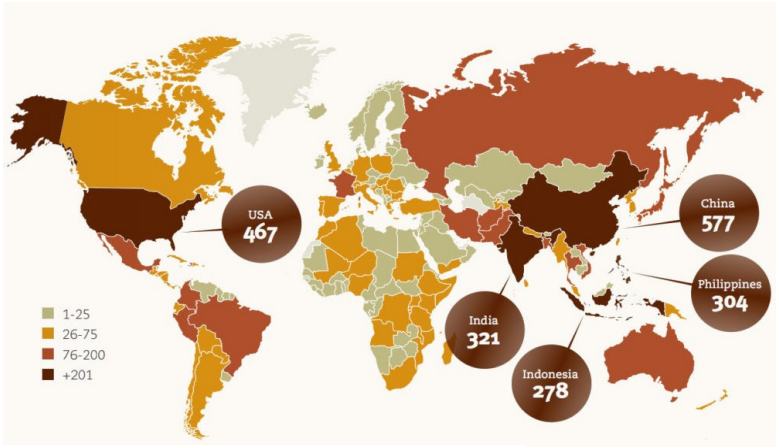
Tabla 7. Distribución espacio-temporal eventos extremos

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	PAÍSES CON MAYOR NÚMERO DE EVENTOS	AÑOS CATASTRÓFICOS
Asia: **3.068 desastres** América: **1.756 desastres.** África: **1.192 desastres**	**China:** 577 **EE.UU.:** 467 **India:** 321 **Filipinas:** 304 **Indonesia:** 278	**2004:** Tsunami del Índico, 226.000 muertos **2008:** Ciclón Nargis, 138.000 muertos en Myanmar **2010:** Terremoto de Haití, 220.000 muertos

Fuente. Creación propia en base datos ONU

Desde 2010, según el informe de la ONU: *El costo humano de los desastres 2000-2019,* no ha habido años con más de 35.000 muertes, por lo que no se consideran megadesastres (más de 100.000 muertos) (UNDRR, 2020).

Figura 14 Mayor número de desastres climatológicos según ONU



Fuente. Extraído a 10.05.2024 de http://www.undrr.org/es

Evidencias y consideraciones

El presente análisis revela una serie de variables críticas en el contexto del cambio climático, que deben ser meticulosamente consideradas:

Evidencias:

1. **Incremento de eventos extremos:** se observa una marcada tendencia al incremento en frecuencia e intensidad de los eventos extremos, reflejando el impacto del calentamiento global en los patrones climáticos a escala mundial.
2. **Desastres recurrentes:** inundaciones y tormentas constituyen los desastres más recurrentes globalmente.
3. **Causas de mortalidad:** sequías y ciclones tropicales emergen como los principales agentes causantes de mortalidad humana.
4. **Pérdidas económicas:** ciclones tropicales e inundaciones son los principales vectores de pérdidas económicas.
5. **Incremento de inundaciones:** se ha registrado un aumento del 234% en la incidencia de inundaciones severas en el curso del siglo actual.
6. **Aumento de tormentas:** las tormentas han aumentado un 140% en el mismo período.
7. **Eventos climáticos extremos:** un aumento del 84% en desastres asociados al cambio climático ha sido documentado en el presente siglo.
8. **Impacto en la población:** el número de personas afectadas ha ascendido en un 30%, mientras que el incremento en el número de fallecidos ha sido del 3%, señalando una desproporción con respecto al número de eventos.
9. **Pérdidas económicas:** han escalado un 82%.
10. **Pobreza extrema y acceso al agua:** aumento exponencial en personas en riesgo de pobreza extrema y dificultades de acceso al agua, especialmente en zonas desfavorecidas.
11. **Enfermedades relacionadas con el clima:** la prevalencia de enfermedades transmitidas por vectores y olas de calor muestra una tendencia al alza.

Consideraciones:

- **Evaluaciones de daños:** actualmente, las evaluaciones de daños en ecosistemas son poco exhaustivas y carecen de una visión integral.
- **Costes económicos:** predomina una orientación hacia estudios de daños que generan costes económicos directos, relegando las repercusiones humanas.
- **Restricciones políticas:** las decisiones políticas para la implementación de los Acuerdos de París están restringidas por intereses económicos.
- **Respuesta insuficiente:** a pesar de la crisis humanitaria global, la respuesta se limita al momento específico de los eventos sin un seguimiento o planificación a medio plazo.
- **Deficiencia en concienciación:** falta de concienciación y conocimiento sobre las consecuencias humanitarias y globales del problema, perpetuando la dependencia en sistemas obsoletos y deteriorando infraestructuras esenciales.

2.2. Las personas: impactos en la salud y bienestar urbano

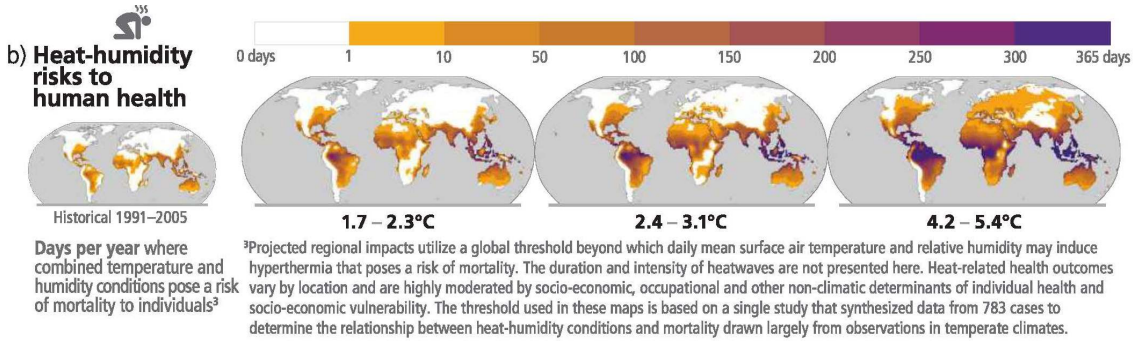
El cambio climático representa una grave amenaza para la salud humana, incrementando la contaminación del aire, la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores y exacerbando eventos climáticos extremos como olas de calor, inundaciones y tormentas severas (World Health Organization, 1986). Este fenómeno ha aumentado la frecuencia de enfermedades como dengue, zika y malaria, ya que las variaciones en temperatura y precipitación favorecen la reproducción y expansión de vectores. Esto ha permitido que enfermedades como la enfermedad de Lyme, fiebre amarilla y peste se extiendan geográficamente.

A nivel regional, la encefalitis japonesa se ha expandido al norte de India y Nepal, afectando zonas como Katmandú (Khan et al., 2019). Del mismo modo, la leishmaniasis visceral y la filariasis linfática han cambiado su distribución debido al calentamiento global. En Europa, se ha observado la expansión de garrapatas como *Ixodes ricinus* en Suecia y Rusia, vinculada a inviernos más suaves y cambios en las estaciones. Además, la globalización y el cambio climático están facilitando la dispersión de patógenos y vectores a regiones más templadas, con casos de dengue y chikungunya en países como Francia, Croacia y Estados Unidos (Ligsay et al., 2021).

El cambio climático también agrava enfermedades respiratorias y aumenta el estrés térmico, además de afectar la salud mental (American Psychological Association, 2020). Estos factores incrementan la prevalencia de enfermedades respiratorias, cardiovasculares, desnutrición y traumas físicos, afectando principalmente a las poblaciones más vulnerables y exacerbando las desigualdades en salud global (Organización Meteorológica Mundial, 2021).

En resumen, los efectos del cambio climático sobre la salud son complejos y multifacéticos, incrementando la carga de enfermedades y afectando de manera desproporcionada a las poblaciones más desfavorecidas.

Figura 15 Gráfica de distribución de riesgos de salud a nivel global



Fuente. Extraído a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/

Tabla 8. Impactos en la salud del Cambio Climático.

IMPACTO	EFECTOS	DATOS REFERENCIA
ENFERMEDADES INFECCIOSAS	**Expansión de vectores**: el aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación favorecen la expansión de vectores como mosquitos y garrapatas, aumentando la incidencia de enfermedades como el dengue, la malaria y la enfermedad de Lyme. **Alteración de patrones de transmisión**: los cambios en el clima afectan los ciclos de vida de los patógenos y sus vectores, modificando los patrones de transmisión de enfermedades.	WHO (2018) estima que el cambio climático podría causar aproximadamente **250.000 muertes adicionales por año entre 2030 y 2050** debido a enfermedades como la malaria, la diarrea y el estrés térmico. CDC (2020) reporta un aumento del **300% en los casos de enfermedad de Lyme** en los Estados Unidos desde los años 90, correlacionado con el cambio climático.
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	**Aumento de alérgenos**: la mayor concentración de dióxido de carbono y las temperaturas más altas aumentan la producción de polen, empeorando las alergias y el asma. **Contaminación del aire**: los eventos de incendios forestales y la mayor concentración de ozono troposférico empeoran la calidad del aire, afectando la salud respiratoria (Environmental Protection Agency, 2020).	EPA (2020) indica un **aumento del 30% en los niveles de polen de ambrosía** desde 1995 debido al cambio climático. Lancet (2020) muestra que el número de días con condiciones propicias para la formación de ozono troposférico ha aumentado en un 14% desde 1980.
ESTRÉS TÉRMICO	**Aumento de olas de calor**: las temperaturas extremas aumentan la incidencia de golpes de calor, deshidratación y exacerbación de enfermedades cardiovasculares. **Vulnerabilidad de poblaciones sensi**bles: personas mayores, niños y aquellos con condiciones de salud preexistentes son especialmente vulnerables al estrés térmico (National Institute of Environmental Health Sciences, 2016; Children's Environmental Health Network, n.d.).	IPCC (2021) proyecta que el número de días con temperaturas extremas aumentará significativamente, con hasta 3 veces más olas de calor en ciertas regiones para 2050. CDC (2019) reporta un **aumento del 74% en las muertes relacionadas con el calor** en los Estados Unidos desde 1980.
SALUD MENTAL	**Estrés postraumático**: la exposición a eventos climáticos extremos, como huracanes e inundaciones, aumenta los casos de trastorno de estrés postraumático (TEPT). **Ansiedad y depresión**: los cambios ambientales y la incertidumbre sobre el futuro climático contribuyen a la ansiedad y la depresión.	APA (2020) señala que el **25% de las personas expuestas a desastres climáticos pueden desarrollar trastornos mentales** como ansiedad y depresión. Lancet (2018) reporta un **aumento del 15%** en los casos de TEPT en comunidades afectadas por huracanes y tormentas severas.

Fuente. Creación propia.

Consideraciones clave sobre el impacto del cambio climático incluyen:

a) **Reducción de emisiones y salud:** Cumplir con el Acuerdo de París y limitar el aumento de la temperatura global a 1.5 °C tendría un impacto positivo en la salud pública. Se estima que salvaría aproximadamente un millón de vidas anuales para 2050 al reducir la contaminación del aire, disminuyendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares y mejorando la calidad de vida.

b) **Desigualdad de género:** El cambio climático exacerba la desigualdad de género, afectando desproporcionadamente a las mujeres. Factores como el acceso limitado a recursos y menores oportunidades de participación en la toma de decisiones aumentan su vulnerabilidad, expuestas a riesgos como violencia de género, pérdida de medios de vida y problemas de salud reproductiva durante eventos extremos. Políticas inclusivas son esenciales para abordar estas disparidades y mejorar la resiliencia de las mujeres.

c) **Transformación de asentamientos humanos:** El cambio climático llevará a la desaparición o transformación de muchos asentamientos humanos, debido a inundaciones o falta de recursos por sequías prolongadas. Se anticipan migraciones masivas como resultado de estos cambios **(Banco Mundial, 2018).**

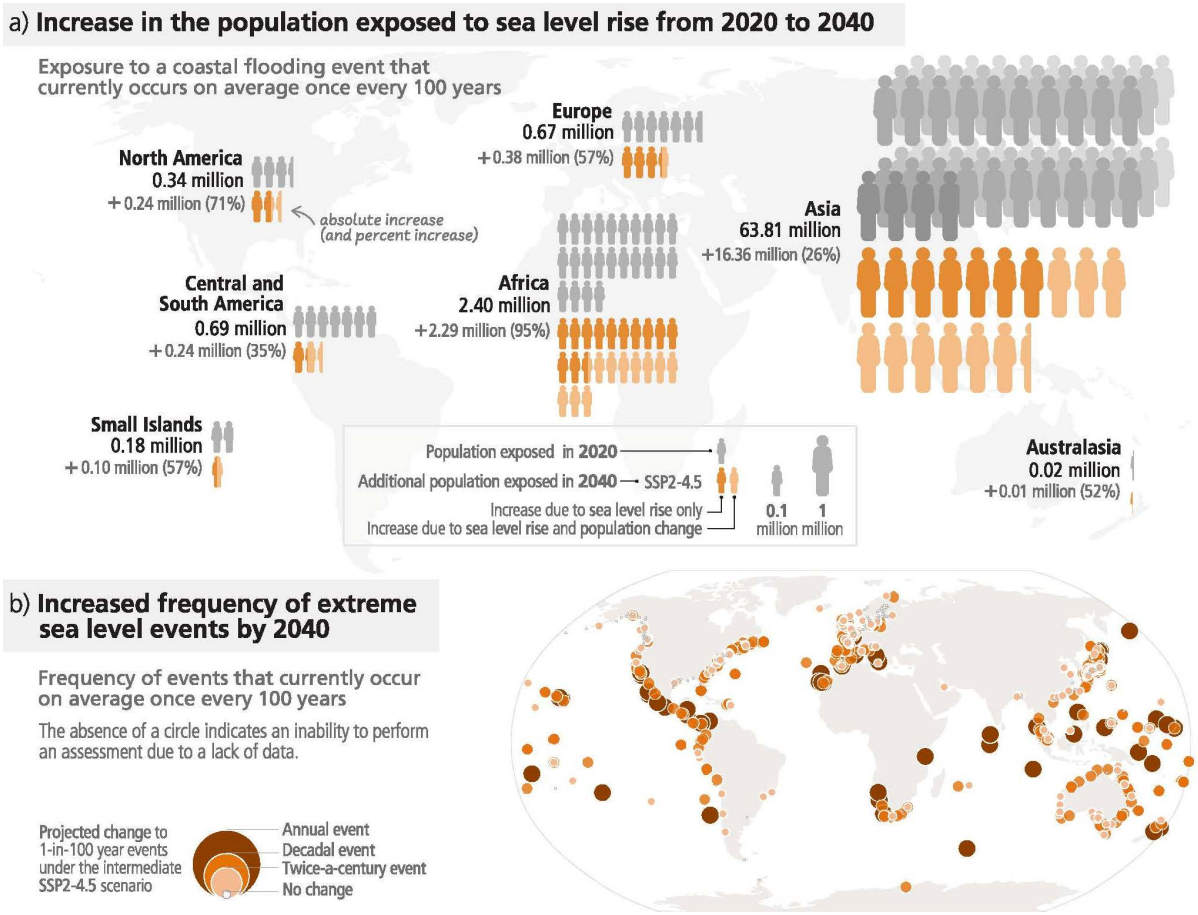
d) **Impacto en la agricultura y la seguridad alimentaria:** El cambio climático está afectando los patrones de cultivo y la productividad agrícola, alterando la disponibilidad de alimentos y la estabilidad de los sistemas alimentarios a nivel global (FAO, 2019, 2020, 2021). Además, está ejerciendo presión sobre las economías, provocando desplazamientos humanos y comprometiendo la seguridad alimentaria (World Food Programme, 2020).

e) **Impacto en el PIB y la salud laboral:** Los fenómenos climáticos extremos y la reducción de la productividad están afectando negativamente el PIB de muchos países. Además, el cambio climático está relacionado con un aumento de enfermedades y problemas de salud ocupacional, afectando a más de 2.400 millones de trabajadores (OIT, 2023). Se estima que el 70% de los trabajadores enfrentan calor excesivo, lo que provoca estrés térmico y casi 19,000 muertes anuales. También está vinculado a lesiones laborales, enfermedades renales crónicas y exposición a radiación UV y pesticidas.

f) **Desplazamientos humanos:** El cambio climático está impulsando desplazamientos humanos debido a desastres naturales y cambios en el hábitat, afectando a millones de personas (Internal Displacement Monitoring Centre, 2019).

El siguiente gráfico informa solamente de los millones de personas que se verán afectados por la subida del nivel del mar, que probablemente sea el dato, referente a estos éxodos, más evaluable:

Figura 16 Gráfica de desplazamientos por desaparición urbes por el incremento del nivel del mar



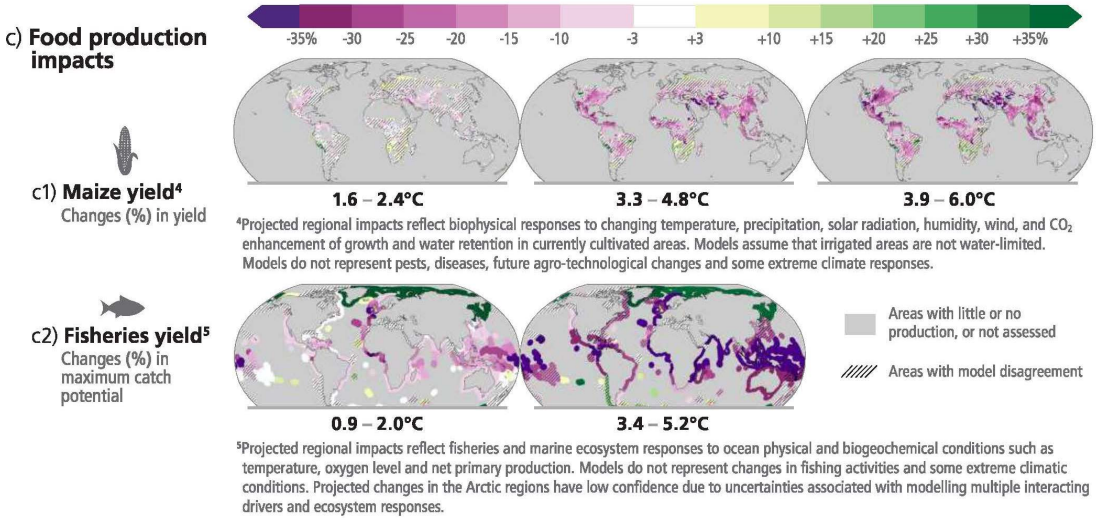
Fuente. Extraído a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/

Tabla 9. Impactos socioeconómicos de Crisis climática

IMPACTO	EFECTOS	DATOS REFERENCIA
AGRICULTURA	**Reducción de rendimientos:** las altas temperaturas y la variabilidad climática están reduciendo los rendimientos de cultivos esenciales como el maíz, el trigo y el arroz. **Aumento de plagas y enfermedades**: favorece la proliferación de plagas y enfermedades que afectan los cultivos. **Variabilidad en la disponibilidad de agua**: la alteración de los patrones de precipitación afecta la disponibilidad de agua para riego.	FAO (2021) estima una reducción del **10-25% en los rendimientos de maíz y trigo** en algunas regiones para 2050. IPCC (2019) reporta que el cambio climático podría reducir los rendimientos agrícolas globales en un 2% por década durante el resto del siglo.
SEGURIDAD ALIMENTARIA	**Disponibilidad de alimentos:** la disminución de la productividad agrícola reduce la disponibilidad de alimentos. **Acceso a los alimentos:** el aumento de los precios de los alimentos debido a la menor producción afecta la capacidad de compra. **Estabilidad de los suministros**: la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos interrumpe la producción y distribución de alimentos.	WFP (2020) informa que más de **130 millones de personas adicionales podrían caer en la inseguridad alimentaria extrema** para 2030 debido al cambio climático. FAO (2019) asegura que la inseguridad alimentaria crónica ha aumentado en 6% desde 2015, exacerbada por el cambio climático.
ECONOMÍA LOCAL Y GLOBAL	**Impacto en el PIB**: los fenómenos climáticos extremos y la reducción de la productividad afectan negativamente el PIB de muchos países. **Aumento de los costos de adaptación**: las inversiones en infraestructura y tecnologías para adaptarse al cambio climático aumentan los costos económicos. **Desigualdad económica:** las comunidades vulnerables y los países en desarrollo son los más afectados económicamente.	Banco Mundial (2018) afirma que el cambio climático podría empujar a más de **100 millones de personas a la pobreza extrema para 2030.** **OCDE (2020**) estima que el cambio climático podría **reducir el PIB global en un 1-3% para 2060**.
DESPLAZAMIENTOS HUMANOS	**Desastres naturales**: la mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como huracanes e inundaciones, están causando desplazamientos. **Cambio en el hábitat**: el aumento del nivel del mar y la desertificación están forzando a las personas a abandonar sus hogares (IPCC, 2019a).	UNHCR en 2020 informa que aproximadamente **21,5 millones de personas han sido desplazadas** anualmente por desastres climáticos desde 2008. IDMC (2019) registra **más de 17 millones de desplazamientos internos** relacionados con desastres en 2018.

Fuente. Creación propia

Figura 17 Gráfica de la reducción de dos productos alimentarios básicos en el consumo mundial



Fuente. Extraído a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/

Figura 18 Gráfica de los países con mayor número de desplazados por el cambio climático

Fuente. Extraída a 10.05.2024 de https://www.fotonoticias.net/

Tabla 10. Poblaciones vulnerables ante la Crisis Climática

POBLACIONES VULNERABLES		
CAUSA	**EFECTOS**	**ZONAS DE MAYOR INCIDENCIA**
AUMENTO DE TEMPERATURAS	Temperaturas globales aumenten entre 1,5 °C y 2 °C para 2100, con un incremento mayor en regiones tropicales y subtropicales (IPCC, 2018)	**África Subsahariana**: aumento significativo en la frecuencia e intensidad de olas de calor, afectando especialmente a comunidades rurales y urbanas pobres. **Asia del Sur:** India y Pakistán enfrentarán olas de calor más intensas y frecuentes, afectando a millones de personas.
ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL MAR	Aumento del nivel del mar de entre 0,5 a 1 metro para 2100.	**Países Bajos y Deltas del Nilo y del Mekong:** regiones altamente vulnerables a la inundación y pérdida de tierras. **Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (SIDS):** como Maldivas, Tuvalu y Kiribati, que enfrentan amenazas existenciales por la subida del nivel del mar.
EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS	Aumento del 20-30% en la frecuencia de eventos climáticos extremos	**Caribe y Centroamérica**: mayor frecuencia de huracanes y tormentas tropicales. **Sudeste Asiático:** incremento en la intensidad y frecuencia de tifones y ciclones.
CAPACIDAD ADAPTACIÓN RESILIENCIA	Infraestructura resiliente (IPCC, 2022). Los costos anuales de adaptación podrían alcanzar los 300.000 millones dólares en 2030.	**África Subsahariana**: mayor riesgo de malaria y enfermedades diarreicas debido a la variabilidad climática. **Sudeste Asiático:** aumento en casos de dengue y fiebre amarilla, exacerbados por el cambio climático.
SEGURIDAD ALIMENTARIA	Reducción del 10-25% en rendimientos de cultivos básicos como maíz y trigo para 2050.	**África Subsahariana**: alto riesgo de inseguridad alimentaria debido a sequías prolongadas y pérdida de tierras agrícolas. **Asia del Sur:** Bangladesh e India enfrentarán desafíos significativos en la producción de arroz y otros cultivos.
ACCESO AL AGUA POTABLE	Más de 1,8 mil millones de personas podrían enfrentar escasez de agua para 2025. (GLOBAL HEALTH AND EDUCATION FOUNDATION)	**África del Norte y Medio Oriente**: Regiones con estrés hídrico extremo, enfrentando mayores desafíos debido a la disminución de recursos hídricos. **Asia Central:** Problemas crecientes de acceso al agua debido a la reducción del caudal de ríos y lagos.
TECN. AGRÍCOL. RESILIENT	Irrigación por goteo y semillas resistentes a la sequía = + productividad agrícola 20-30%.	**África Oriental y Asia del Sur**: áreas donde la agricultura depende en gran medida de la disponibilidad de agua y condiciones climáticas estables.
SALUD PÚBLICA	Aumento del 10-20% en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores	**África Subsahariana**: mayor riesgo de malaria y enfermedades diarreicas debido a la variabilidad climática. **Sudeste Asiático:** aumento en casos de dengue y fiebre amarilla, exacerbados por el cambio climático.
FORTALE. SISTEMAS SALUD	Mejora en la infraestructura sanitaria = reducir mortalidad relacionada con el clima en un 25-30%.	**África Subsahariana y Sudeste Asiático**: necesidad de fortalecer los sistemas de salud para manejar el aumento en enfermedades climáticas.
ESTRATEGIAS ADAPTACIÓN	Inversiones en infraestructuras verdes. Retorno de inversión: 1 dólar en infraestructuras verdes = 7 dólares económicos y sociales.(Banco Mundial, 2019; OCDE,2021)	**África Subsahariana y Asia del Sur:** inversiones en soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la resiliencia a sequías e inundaciones.

Fuente. Creación propia

Tabla 11. Factor desigualdad género en Crisis climática Fuente. Creación Propia.

DESIGUALDAD DE GÉNERO		
CAUSA	**EFECTOS**	**ZONAS DE MAYOR INCIDENCIA**
ACCESO LIMITADO A RECURSO S	**MENOR ACCESO** a recursos financieros, créditos y activos. **EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN**: menores oportunidades para acceder a educación y capacitación técnica. **PROPIEDAD DE LA TIERRA**: derechos limitados sobre la propiedad de la tierra.	**África Subsahariana:** las mujeres representan una gran parte de la fuerza laboral agrícola pero tienen acceso limitado a la tierra y a créditos agrícolas. **Asia del Sur:** en países como India y Bangladesh, las mujeres enfrentan restricciones culturales y legales en el acceso a la propiedad de la tierra y recursos financieros.
MENORES OPORTUNIDAD. PARTICIPACIÓN EN TOMA DE DECISIONES	**REPRESENTACIÓN POLÍTICA:** las mujeres están subrepresentadas en posiciones de liderazgo y en la toma de decisiones políticas y comunitarias. **BARRERAS CULTURALES:** normas de género y roles tradicionales que limitan la participación activa de las mujeres en la gobernanza y planificación.	**Medio Oriente y Norte de África:** las normas sociales y culturales limitan la participación de las mujeres en la vida pública y política. **América Latina:** aunque ha habido avances, las mujeres aún enfrentan barreras significativas para acceder a posiciones de liderazgo en muchas comunidades rurales e indígenas
EXPOSICIÓN A RIESGOS RELACIONADOS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO	**VIOLENCIA DE GÉNERO**: aumento de los riesgos de violencia de género durante y después de desastres climáticos, debido a la falta de seguridad y refugios adecuados. **PÉRDIDA MEDIOS DE VIDA**: dependencia de recursos naturales vulnerables a los impactos climáticos, como agricultura y pesca. **SALUD REPRODUCTIVA Y MATERNAL**: mayor riesgo de complicaciones durante el embarazo y el parto.	**Sudeste Asiático**: mujeres en comunidades costeras enfrentan riesgos elevados de violencia y pérdida de medios de vida debido a tifones y aumento del nivel del mar. **África Subsahariana**: alta dependencia de la agricultura de subsistencia hace que las mujeres sean más vulnerables a la sequía y la desertificación, afectando su seguridad alimentaria y medios de vida.
EMPODERAMIENTO ECONÓMICO Y SOCIAL.	**PROGRAMAS DE MICROFINANZAS Y CRÉDITOS**: facilitar el acceso a créditos y microfinanzas para mujeres emprendedoras y agricultoras. **CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN**: promover la educación y capacitación en técnicas de adaptación climática y gestión de recursos. **INCLUSIÓN EN LA TOMA DE DECISIONES**: políticas que promuevan la participación equitativa de mujeres en la toma de decisiones a nivel comunitario y nacional. **APOYO A LIDERAZGO FEMENINO**: fomentar el liderazgo femenino en la gestión de recursos naturales y planificación de resiliencia climática. protección contra la violencia de género **REFUGIOS SEGUROS Y SERVICIOS DE APOYO**: establecer refugios seguros y servicios de apoyo **PROGRAMAS DE SENSIBILIZACIÓN**: implementar programas de sensibilización y educación para reducir la violencia de género en contextos de emergencia. **MEJORA DE SERVICIOS DE SALUD REPRODUCTIVA Y MATERNAL.** Acceso a servicios de salud: asegurar el acceso a servicios de salud reproductiva y maternal en zonas cambio climático. **PROGRAMAS DE SALUD COMUNITARIA**: desarrollar programas de salud comunitaria que incluya componentes de resiliencia climática.	**África Subsahariana.** Condicionantes culturales: normas de género tradicionales que limitan la propiedad de la tierra y el acceso a recursos económicos para las mujeres. Impacto: alta vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria y pérdida de medios de vida debido a sequías y cambios en los patrones de precipitación. **Asia del Sur.** Condicionantes culturales: restricciones legales y sociales en la propiedad de la tierra y participación política para mujeres. Impacto: mayor riesgo de desplazamiento y violencia de género durante inundaciones y ciclones. **Medio Oriente y Norte de África.** Condicionantes culturales: normas restrictivas sobre la movilidad y participación pública de las mujeres. Impacto: vulnerabilidad aumentada a la escasez de agua y conflictos relacionados con el acceso a recursos hídricos. **América Latina.** Condicionantes culturales: desigualdades persistentes en acceso a recursos y participación en la toma de decisiones en comunidades rurales e indígenas. Impacto: vulnerabilidad a la deforestación y degradación de tierras, afectando medios de vida y seguridad alimentaria de mujeres.

2.3. El hábitat: transformación de los ecosistemas y de los tejidos urbanos

El cambio climático ha impactado gravemente la criosfera, que cubre el 10% de la superficie terrestre, especialmente en el Ártico y la Antártida. Los efectos incluyen la reducción del hielo marino, el deshielo del permafrost y la pérdida de masa de glaciares, afectando la circulación oceánica y atmosférica.

Incremento de temperaturas en el Ártico: Desde 1980, las temperaturas han aumentado el doble de la media global, elevando las temperaturas invernales en 3-5°C. La extensión mínima del hielo marino ha disminuido un 13% por década desde 1979, alcanzando su menor nivel en 2012 con 3,41 millones de km², comparado con los 6,54 millones de km² en los años 80 (IPCC, 2019b). El espesor del hielo multianual ha disminuido un 50% y su extensión un 90%.

Pérdida de masa en mantos de hielo y glaciares: Entre 1971 y 2009, los glaciares perdieron 226 Gt/año, aumentando a 275 Gt/año entre 1993 y 2009. La pérdida de hielo en Groenlandia creció de 34 Gt/año (1992-2001) a 215 Gt/año (2002-2011) (IPCC, 2019b). En la Antártida, la pérdida fue de 159 Gt/año entre 2002 y 2011.

Observaciones y eventos clave:

- **Velocidad de los glaciares:** Se ha detectado un aumento en la velocidad de los glaciares de la Antártida Occidental.
- **Desintegración de plataformas de hielo:** La plataforma Larsen B colapsó en 2002, mostrando la vulnerabilidad de estas estructuras.
- **Proyecciones futuras:** Bajo altos niveles de emisiones (RCP 8.5), el Ártico podría quedar libre de hielo marino en verano para la década de 2040. Con emisiones reducidas (RCP 2.6), el hielo podría desaparecer temporalmente en verano a finales de siglo.

Consecuencias del deshielo del hielo marino:

1. Aumento del nivel del mar.
2. Cambios en la circulación oceánica y atmosférica.
3. Alteraciones en la circulación termohalina, afectando eventos climáticos extremos.
4. Impactos en la biodiversidad ártica, como riesgos para osos polares y morsas.
5. Cambios en las redes alimentarias marinas.
6. Liberación de metano del permafrost marino, un potente gas de efecto invernadero.
7. Apertura de nuevas rutas de navegación y acceso a recursos naturales, con implicaciones geopolíticas.

Permafrost: Cubre el 24% del hemisferio norte y almacena 1.500 Gt de carbono. Su deshielo libera CO2 y metano, intensificando el calentamiento global. Se estima que bajo altas emisiones (RCP 8.5), el deshielo podría liberar hasta 200 Gt de carbono y 50-70 Gt de metano para 2100,

agravando el cambio climático. El aumento de la temperatura del suelo en áreas de permafrost ha alcanzado hasta 3°C desde los años 80, con un 20% del permafrost superficial proyectado para descongelarse a mediados del siglo XXI.

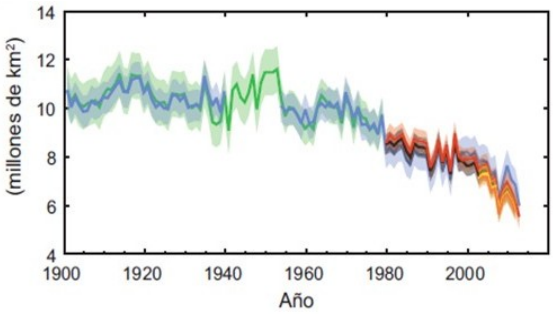
Impactos del deshielo del permafrost:

- Aceleración del cambio climático debido a la liberación de carbono.
- Daños a infraestructuras, como carreteras y edificios.
- Alteraciones en ecosistemas, afectando la hidrología del suelo y la vegetación.
- Desafíos socioeconómicos para las comunidades locales que deben adaptarse a los cambios ambientales.

Permafrost. Cubre el 24% del hemisferio norte, contiene 1.500 Gt de carbono. Su deshielo, acelerado por el cambio climático, libera CO2 y metano, intensificando el calentamiento global. La estabilidad del permafrost es crucial para infraestructuras en regiones árticas. Proyecciones indican que el deshielo del permafrost podría liberar hasta 200 Gt de carbono para 2100 bajo altas emisiones (RCP 8.5), aumentando CO2 en 100 ppm. En bajas emisiones (RCP 2.6), la liberación estimada es de 30-70 Gt de carbono. Además, se espera que libere 50-70 Gt de metano para 2100, un gas con un potencial de calentamiento 28 veces mayor que el CO2 en 100 años. Observaciones recientes muestran un aumento de hasta 3°C en la temperatura del suelo en regiones de permafrost desde los años 80, con hasta un 20% del permafrost superficial descongelado a mediados del siglo XXI bajo altas emisiones. Las consecuencias incluyen:

- Aceleración del cambio climático: la liberación de carbono crea un bucle de retroalimentación.
- Impactos en infraestructuras: afectando carreteras, edificios y oleoductos.
- Alteraciones en ecosistemas: cambios en hidrología del suelo, vegetación y distribución de especies.
- Impactos socioeconómicos: desafíos para comunidades locales adaptándose a rápidos cambios ambientales.

Figura 19 Extensión de hielo marino e el Ártico en regresión



Fuente. Extraída a10.05.2024 de https://nuestrofuturocomun.com/

Figura 20 Rio Kutuk en Alaska donde aparecieron recientemente minerales fluyendo del permafrost

Fuente. Extraída a 12.06.2024 de https://cnnespanol.cnn.com/

Océanos: Importancia en el contexto urbanístico y ambiental

Los océanos, que cubren el 71% del planeta y contienen el 97% del agua, son fundamentales para la regulación del clima y el sostenimiento de la biodiversidad marina, factores cruciales para la arquitectura costera y la planificación de infraestructuras resilientes al cambio climático. Desde 1970, los océanos han absorbido más del 90% del exceso de calor del sistema climático, y desde 1993, este calentamiento se ha duplicado, mientras que las olas de calor marinas han aumentado en frecuencia e intensidad (IPCC, 2019).

Además, los océanos han absorbido entre el 20% y el 30% de las emisiones antropogénicas de CO_2 desde los años 80, lo que ha causado acidificación y una disminución del oxígeno disuelto. Esto ha contribuido a la expansión térmica del agua y al aumento del nivel del mar, que entre 1901 y 2010 se elevó 0,19 m, superando el ritmo de los dos milenios anteriores.

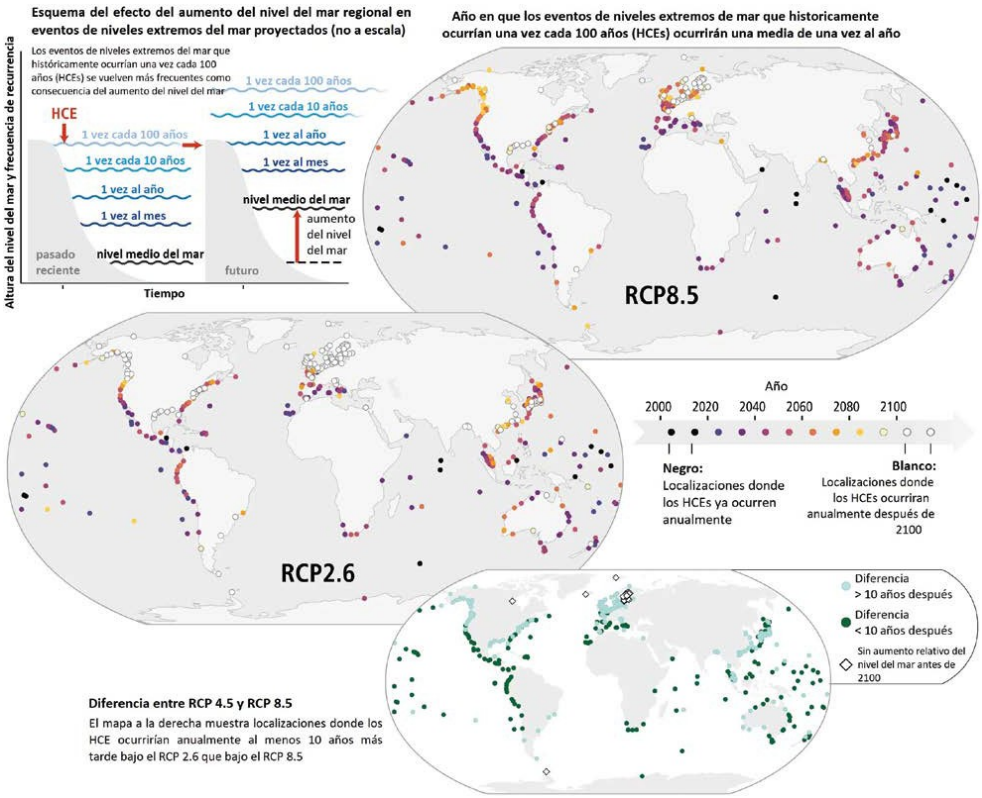
El calentamiento del océano representa más del 90% de la energía acumulada en el sistema climático entre 1971 y 2010, con la capa superior (0-700 m) acumulando más del 60% del incremento de energía, mientras que el 30% se ha almacenado en las profundidades (700-2.000 m). Durante el siglo XXI, se prevé que los océanos enfrenten un mayor calentamiento, estratificación en la capa superior, disminución del oxígeno disuelto y un aumento en la frecuencia de olas de calor marinas, junto con más eventos extremos de El Niño y La Niña.

El nivel del mar seguirá elevándose más allá de 2100. Para 2050, los eventos de niveles extremos del mar podrían volverse anuales, afectando gravemente a las comunidades costeras. Para finales del siglo XXI, se espera que la temperatura global en superficie aumente al menos 1,5 ºC, y hasta 2 ºC en los escenarios de altas emisiones (RCP 6.0 y RCP 8.5). Este calentamiento continuará más allá de 2100 en todos los escenarios, excepto en RCP 2.6.

El cambio climático también alterará el ciclo global del agua, acentuando el contraste entre regiones húmedas y secas. Además, la circulación oceánica se verá afectada, la cubierta de hielo del Ártico seguirá reduciéndose, y el volumen global de los glaciares disminuirá en todos los escenarios. El ritmo de aumento del nivel del mar será mayor que el observado entre 1971 y 2010.

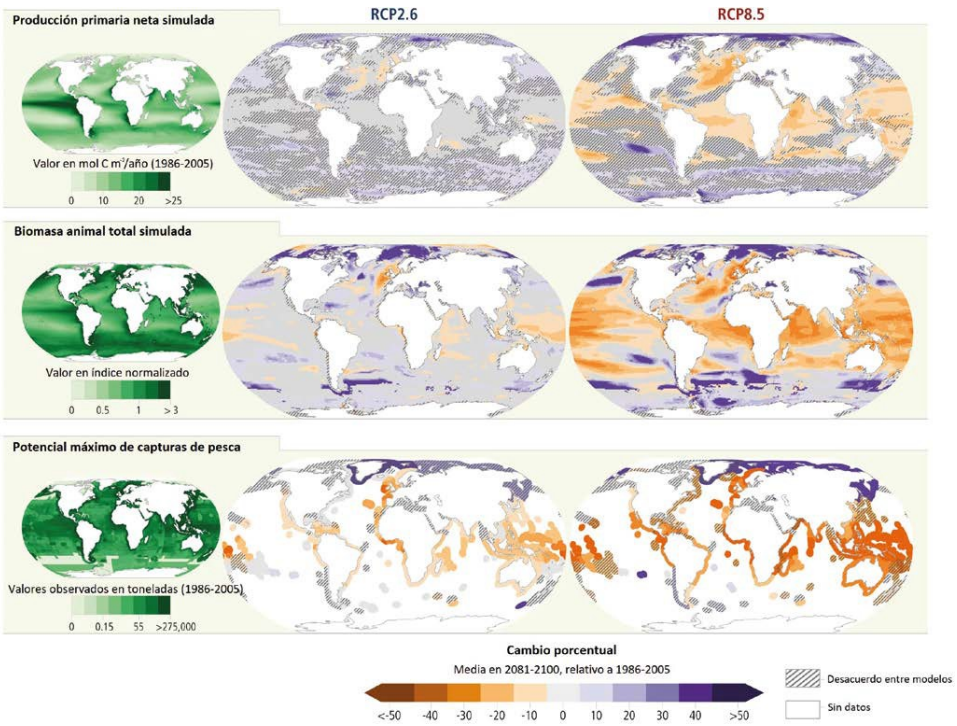
El cambio climático también afectará los procesos del ciclo del carbono, aumentando las concentraciones de CO_2 en la atmósfera y los océanos, lo que exacerbará la acidificación. Las emisiones acumuladas de CO_2 determinarán el calentamiento medio global en superficie a finales del siglo XXI y más allá, con efectos del cambio climático que perdurarán durante siglos, incluso si cesaran las emisiones de CO_2 (World Ocean Review, 2020).

Figura 21 Cambio en las variables oceánicas



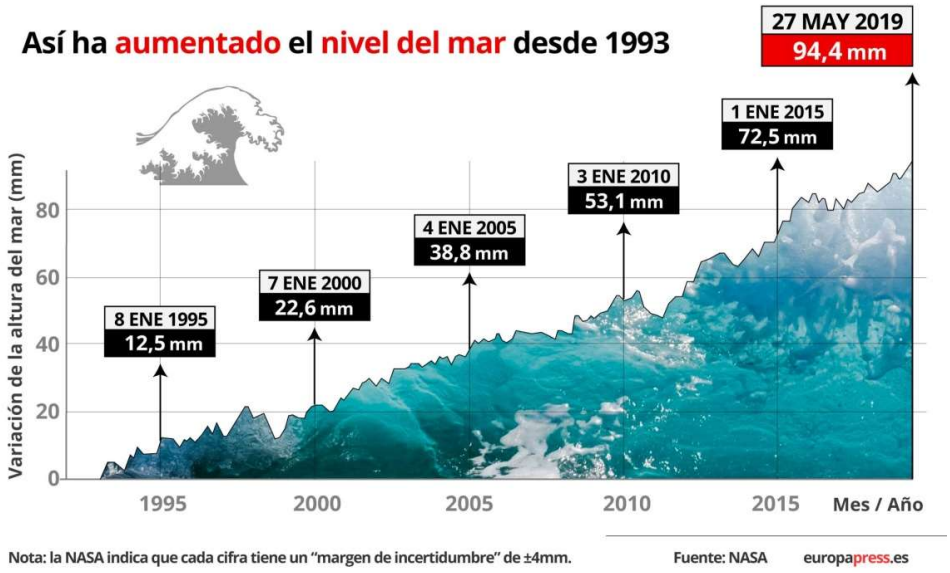
Fuente. Extraída a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/

Figura 22 Variación en bancos de pesca disponibles



Fuente. Extraída a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/

Figura 23 Esquema del aumento contrastado del nivel del mar

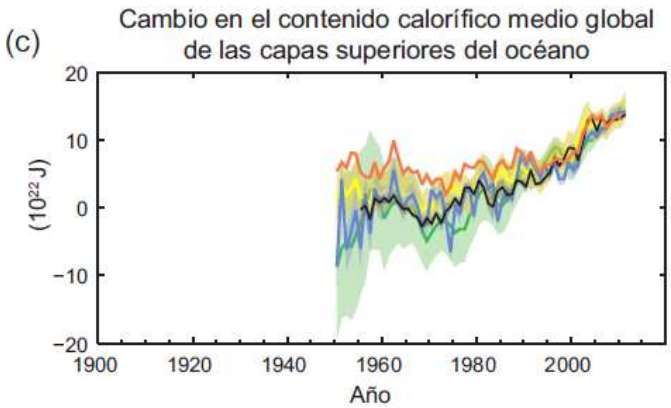


Fuente Extraída a 05.05.2024 de http://graphciencia.nasa.gov

Figura 24 Previsiones aumento nivel del mar

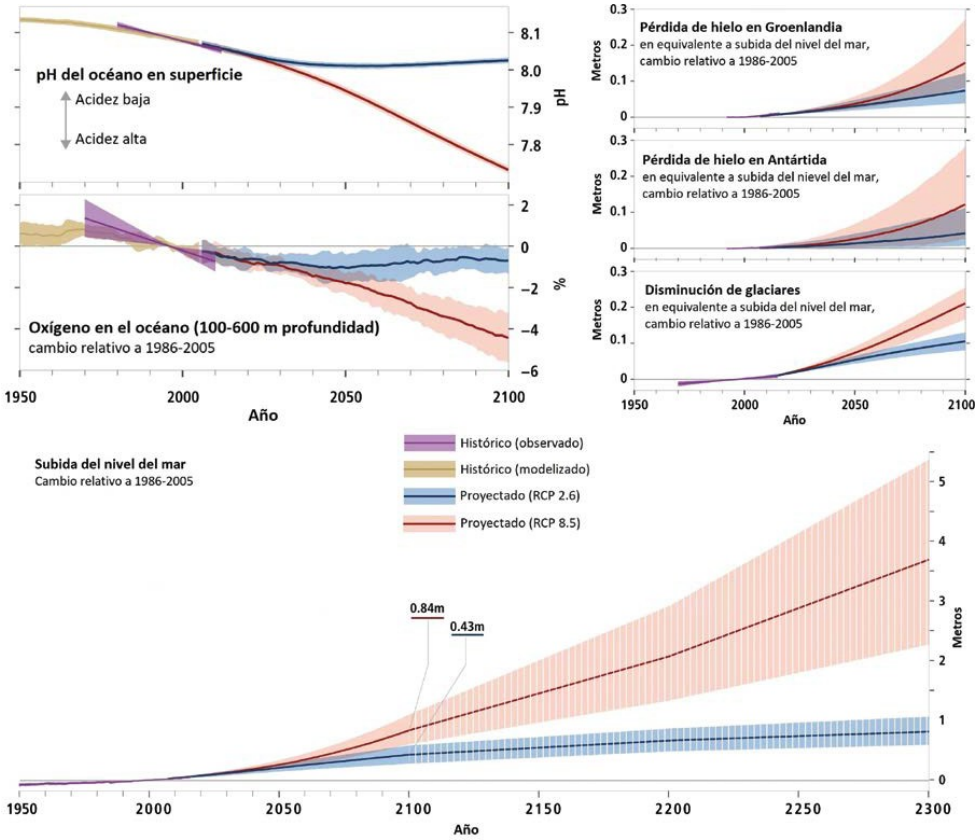
Fuente Extraída a 15.05.2024 de http://europa.press.es

Figura 25 Calentamiento del océano.



Fuente Extraída a 05.05.2024 de https://nuestrofuturocomun.com/

Figura 26 Modificaciones criosfera y masas oceánicas



Fuente Extraída a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/

Figura 27 Niveles de CO2

Fuente Extraída a 01.05.2024 de http://europapress.es

Tabla 12. Variaciones en los océanos.

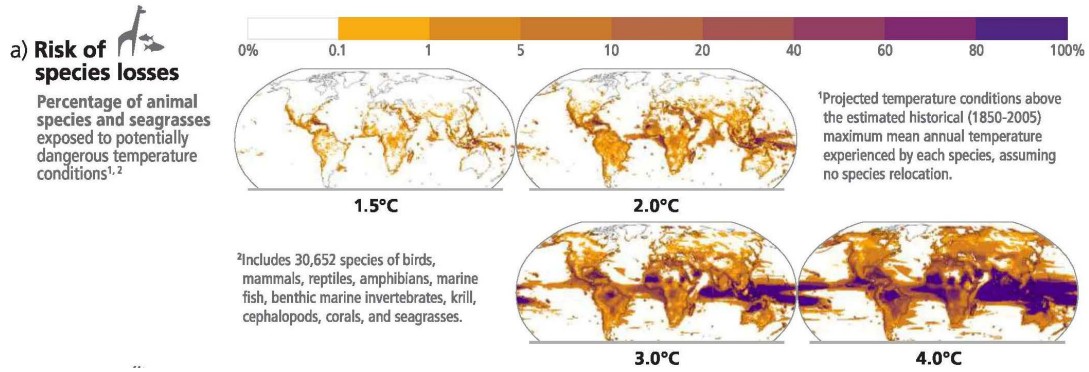
BIODIVERSIDAD MARINA		
AUMENTO DE LA TEMPERATURA DEL AGUA, LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS Y LA DESOXIGENACIÓN		
IMPACTO	EFECTOS	DATOS REFERENCIA
CORALES	**Blanqueamiento de corales**: el aumento de la temperatura del agua provoca el blanqueamiento de corales, afectando la biodiversidad asociada a los arrecifes (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2021). **Acidificación oceánica**: la absorción de CO_2 atmosférico por los océanos disminuye el pH del agua, afectando organismos calificadores como corales y moluscos. **Pérdida de hábitats marinos**: los cambios en las temperaturas y las corrientes oceánicas afectan la distribución de hábitats críticos como los arrecifes de coral, manglares y praderas marinas.	NOAA (2021) reporta que **el 75% de los arrecifes de coral** del mundo han experimentado algún nivel de blanqueamiento. IPCC (2019b) indica que el pH de los océanos ha disminuido en un 0.1 desde la era preindustrial, lo que representa un **aumento del 30% en la acidez**.
ECOSISTEMAS MARINOS	**Alteraciones** en la estructura y función de los ecosistemas marinos, afectando tanto la flora como la fauna (Nature Climate Change, 2020). **Desoxigenación de los océanos**: el calentamiento de las aguas reduce la solubilidad del oxígeno = zonas muertas donde la vida marina es insostenible. **Alteración de las corrientes oceánicas**: cambios en la temperatura y la salinidad afectan las corrientes, cruciales para la distribución de nutrientes y regulación del clima. **Aumento eventos extremos**: mayor frecuencia de huracanes y tormentas intensas = devastación hábitats costeros y marinos (IPCC, 2022).	World Ocean Review (2020) documenta **una reducción del 2% en el oxígeno oceánico** global desde la mitad del siglo XX. FAO (2020) indica que más del **30% de las poblaciones de peces están sobreexplotadas**, exacerbadas por el cambio climático.
EXTINCIÓN-MIGRACIÓN ESPECIES	Las especies marinas están migrando o enfrentando riesgos de extinción debido a los cambios climáticos (IPCC, 2014). Muchas especies de peces y otros organismos marinos se están desplazando hacia mayores latitudes o profundidades en busca de temperaturas más adecuadas (IPCC, 2007). Las especies que no pueden adaptarse o migrar a nuevos hábitats están en riesgo de **extinción** (IPCC, 2018).	Nature (2017) registra que **las especies marinas están migrando hacia los polos a un ritmo de 59 km por década.** **Science (2020)** estima que aproximadamente el **8% de las especies marinas podrían extinguirse** con un aumento de 1.5°C en la temperatura global.

Fuente. Creación propia

Ecosistemas y Amenazas a la biodiversidad

Reducción de Áreas de Distribución de Especies. Un aumento en la temperatura global de 1.5 °C a 2 °C podría reducir drásticamente las áreas de distribución de muchas especies terrestres y acuáticas, forzando a las especies a migrar, alterar sus patrones de comportamiento o enfrentar una mayor probabilidad de extinción. Esto afectará la diversidad genética y la funcionalidad de los ecosistemas, comprometiendo su capacidad para proporcionar servicios esenciales (Science, 2018).

Figura 28 Gráfico zonas del mundo de riesgo de exterminio de especies según evolución de temperaturas



Fuente. Extraída a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/

Impacto en Arrecifes de Coral. Los arrecifes de coral son altamente sensibles al calentamiento global. Un aumento de 1.5 °C podría reducir la cobertura de coral entre un 10% y un 30%, y un aumento de 2 °C podría reducirla a menos del 1% de su cobertura original (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2021). La degradación de los arrecifes afecta la biodiversidad marina y tiene graves implicaciones para comunidades dependientes de la pesca, protección costera y turismo.

Importancia de la Protección y Restauración de Ecosistemas en la Mitigación del Cambio Climático. Los ecosistemas saludables actúan como sumideros de carbono, absorbiendo y almacenando dióxido de carbono. Bosques, humedales, océanos y otros ecosistemas naturales son fundamentales para reducir la concentración de gases de efecto invernadero. La restauración de bosques y humedales puede aumentar su capacidad de absorción de CO_2, mitigando el cambio climático. Ecosistemas saludables capturan carbono y sostienen una rica biodiversidad, proporcionando servicios esenciales como polinización, control de plagas y regulación del ciclo del agua. La protección de estos ecosistemas previene la liberación de carbono almacenado, que puede ocurrir debido a la deforestación y degradación de suelos (International Union for Conservation of Nature, 2021).

Tabla 13 Variaciones en ecosistemas terrestres

ECOSISTEMAS TERRESTRES		
ALTERACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y LA ABUNDANCIA DE ESPECIES		
IMPACTO	EFECTOS	DATOS REFERENCIA
PÉRDIDA HÁBITAT	El aumento de temperaturas y la variabilidad climática **reducen los hábitats** adecuados para muchas especies. Se estima que un aumento de 2°C podría llevar a la **extinción del 5-10%** de las especies. - **Fenología alterada**: los cambios en los patrones estacionales afectan la sincronización de eventos biológicos, como la floración y la migración. Esto puede causar desajustes en las interacciones ecológicas. - **Aumento de especies invasoras**: las condiciones cambiantes favorecen la propagación de especies invasoras, que pueden desplazar a las nativas y reducir la biodiversidad local (IPCC, 2007).	IPCC (2021) indica que entre **el 20% y el 30% de las especies evaluadas están en riesgo de extinción** si las temperaturas globales aumentan 1.5°C por encima de los niveles preindustriales. WWF (2020) señala que las **poblaciones de vertebrados han disminuido un 68%** en promedio desde 1970, en gran parte debido al cambio climático y la pérdida de hábitat.
CAMBIOS EN ECOSISTEMAS	**Alteración en la distribución de biomas**: el desplazamiento de zonas climáticas está cambiando la distribución de biomas como tundras, bosques y praderas. **Modificación de ciclos biogeoquímicos**: cambios en la temperatura y la precipitación afectan los ciclos de carbono y nitrógeno, alterando la fertilidad del suelo y la productividad primaria. **Incremento de eventos extremos:** la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, como incendios forestales, sequías e inundaciones, provoca cambios abruptos en los ecosistemas (IPCC, 2019).	Global Fire Emissions Database (GFED, 2019) registra un aumento del 19% en la frecuencia de incendios forestales desde 2000, asociado a condiciones más cálidas y secas. FAO (2021) reporta que la **degradación de tierras afecta aproximadamente al 25%** de la superficie terrestre, exacerbada por el cambio climático.
EXTINCIÓN-MIGRACIÓN ESPECIES	Las especies responden al cambio climático mediante la migración hacia hábitats más adecuados o enfrentando riesgos de extinción si no pueden adaptarse o migrar (IPCC, 2014). **Migración hacia altitudes y latitudes mayores:** muchas especies de plantas y animales se están desplazando hacia el norte o hacia mayores altitudes en busca de condiciones climáticas favorables. **Extinción local y global**: las especies con poca capacidad de dispersión, áreas de distribución restringidas o alta especialización ecológica son más vulnerables a la extinción.	Nature Climate Change (2020) reporta **que las especies se están desplazando hacia los polos a una velocidad promedio de 17 km por década.** Science (2018) estima que aproximadamente el **8% de las especies están en riesgo de extinción por cada 1°C d**e aumento en la temperatura global.

Fuente. Creación propia

Tabla 14. Contribución ecosistemas saludables

ECOSISTEMAS SALUDABLES		
SUMIDEROS DE CARBONO, ABSORBIENDO Y ALMACENANDO DIÓXIDO DE CARBONO DE LA ATMÓSFERA. Contribución de los Ecosistemas saludables a la mitigación del cambio climático (World Wildlife Fund, 2020).		
IMPACTO	EFECTOS	ZONAS CLAVE
BOSQUES	**Absorben aproximadamente el 45**% del dióxido de carbono (CO2) emitido por actividades humanas. **Almacenan cerca de 861** gigatoneladas de carbono (GtC) en su biomasa, suelo y materia orgánica. Proporción global: representan aproximadamente el **30% de la absorción total de carbono** por parte de todos los ecosistemas terrestres.	**Amazonas**: uno de los mayores sumideros de carbono, absorbiendo alrededor de 2.2 GtCO2 anualmente. **Bosques boreales**: contribuyen significativamente, almacenando grandes cantidades de carbono en el suelo.
HUMEDALES	**Absorben y almacenan aproximadamente el 20-30%** del carbono terrestre. Se estima que **almacenan entre 530 y 700 GtC** en forma de turba y otros materiales orgánicos. Proporción global: aunque ocupan solo el 6% de la superficie terrestre, tienen una alta eficiencia en la captura de carbono.	**Siberia y Canadá**: grandes extensiones de turberas que actúan como importantes sumideros de carbono. **Sudeste Asiático**: turberas tropicales que almacenan grandes cantidades de carbono.
OCÉANOS	**Absorben aproximadamente el 25-30**% del CO2 emitido por actividades humanas. Contienen alrededor **de 38.000 GtC en** forma disuelta y en la biomasa marina. Proporción global: son el **mayor sumidero de carbono de la Tierra,** desempeñando un papel crucial en el ciclo global del carbono (Science, 2020).	**Océano Atlántico Norte**: áreas de alta absorción de CO2 debido a corrientes frías y procesos biológicos. **Océano Antártico**: contribuye significativamente a la absorción de CO2 debido a la mezcla de aguas profundas.
PRADERAS Y PASTIZALES	**Absorción de Carbono aproximadamente el 10%** del carbono terrestre. Carbono Almacenado: se estima que contienen entre **200 y 300 GtC en su biomasa** y suelo. Proporción global: representan una importante reserva de carbono, especialmente en el suelo.	**Praderas de América del Norte**: importantes sumideros de carbono en el suelo. **Estepas de Eurasia**: contribuyen significativamente a la absorción de carbono.
MANGLARES	Absorción de Carbono: hasta **10 veces más carbono por hectárea que los bosques terrestres.** Almacenan **aproximadamente 6.4 GtC,** principalmente en suelos y raíces. Proporción global: aunque ocupan menos del 1% de la superficie forestal mundial, su alta eficiencia los convierte en sumideros de carbono cruciales.	**Sudeste Asiático:** Regiones con alta densidad de manglares que actúan como sumideros de carbono importantes. **América Central y del Sur**: Áreas con extensas formaciones de manglares.

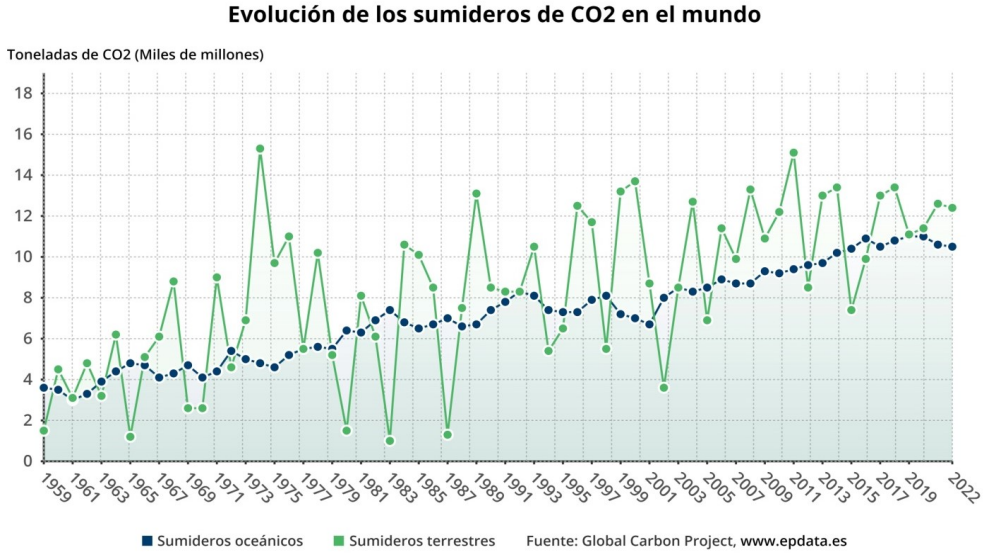
Fuente. Creación propia

La visión antropogénica facilita la comprensión de problemas de salud, devastación habitacional y falta de suministro alimentario, pero limita la empatía hacia el ecosistema. Todos estos problemas dependen de la emisión de GEI, especialmente CO2. La concentración de GEI provoca consecuencias climáticas críticas, como el aumento de temperatura global, olas de calor, deshielo de glaciares, aumento del nivel del mar y acidificación de los océanos, afectando ecosistemas y biodiversidad.

El cambio climático genera efectos autónomos: el deshielo del permafrost libera metano, exacerbando el calentamiento global. El aumento de la temperatura de los océanos intensifica fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes, incrementando la erosión costera y el riesgo de inundaciones. Estos procesos interactúan, amplificando todas las manifestaciones climáticas adversas.

Incluso eliminando los GEI, la problemática persistiría debido a la inercia climática. El calor almacenado en los océanos seguiría aumentando las temperaturas globales y derritiendo el hielo polar.

Figura 29 Evolución sumideros de carbono terrestre y marino.



Fuente. Extraída a 10.05.2024 de de https://www.epdata.es/

Los bosques absorben el 45% del CO2 emitido por actividades humanas, los humedales el 20-30%, los océanos el 25-30%, y las praderas el 10%. Los manglares absorben hasta 10 veces más carbono por hectárea que los bosques terrestres. La existencia, reducción o regeneración de estos ecosistemas afectan directamente los niveles de CO2, influyendo en la aceleración del cambio climático o su estabilización.

Para un planeta saludable, es necesario regenerar los ecosistemas. Los problemas a abordar, según riesgos estadísticos en 2024 y una proyección de temperatura de 1,5 °C sin reducción significativa de emisiones, son:

Tabla 15. Resumen circunstancias críticas por cambio global en año 2050

AÑO 2050	-30%	-20%	-10%	0	10%	20%	30%	40%
Frecuencia olas calor								
Intensidad tormentas tropicales severas								
Frecuencia lluvias extremas								
Desplazamiento patrones precipitación								
Deslizamientos tierras-montañoso								
Superficie inundable								
Inundaciones zonas urbanas propensas								
Duración sequías extremas								
Duración sequias prolongadas								
Disponibildad agua agricultura								
Costo agua industrial								
Cap. Absorción CO2 Océanos								
Cap. Absorción CO2 Bosques								
Cap. Absorción CO2 sequía								
Cap. Absorción CO2 Humedales								
Concentración CO2 atmosférico								
Permafrost Liberación GEI								
Cultivos básicos								
Mortalidad olas de calor								
Problemas respiratorios								
Extinción especies terrestres								
Pérdida biodiversidad								

Fuente. Creación propia

Los factores clave y sus consecuencias son evidentes:

- Incremento del nivel del mar: afecta a **600 millones** de personas.
- Sequías prolongadas y desertificación: llevarán a **100 millones** de personas a la pobreza extrema para 2030, **130 millones** en inseguridad alimentaria extrema para 2030 y **1.800 millones** enfrentando escasez de agua para 2025.
- Eventos extremos de precipitaciones, inundaciones y ciclones: provocaron **17 millones** de desplazamientos internos en 2018.

Estamos ante un posible éxodo masivo poblacional, incluso si se erradican radicalmente las emisiones de GEI. La población en la franja intertropical sufrirá eventos extremos de sequías, precipitaciones y ciclones, zonas con alta pobreza y condiciones de supervivencia límite.
Además, en América, Asia y al norte del trópico de Cáncer, muchas poblaciones costeras sufrirán inundaciones marítimas y precipitaciones extremas. La interrelación entre los daños del cambio climático a los ecosistemas y los tejidos urbanos es evidente y crítica.

La interrelación entre los daños del cambio climático a los ecosistemas y los tejidos urbanos es:

Tabla 16. Interrelación daños en ecosistemas y tejidos urbanos

+1,5ºC	EVENTO	VARIACIÓN	CONSECUENCIA CIUDAD	
EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS	Olas de calor	+ 30%	Reducción isla calor. Ciudad verde y azul. IABs	MONITORIZACIÓN GREEN SMART CITY
	Tormentas severas	+ 20%	Manejo ciclo agua. Ciudad verde y azul. IABs	
	Inundaciones	+ 50%	Especial en aéreas deprimidas Éxodo humanitario	
	Sequías extremas	+ 10-30%	Especial en aéreas deprimidas Éxodo humanitario	
CICLO HIDROLÓGICO	Lluvias intensas	+ 16-24%	Necesidad manejo ciclo agua Ciudad verde y azul. IABs	
	Sequías prolongadas	+ 40%		
	Patrones de precipitación	+ 20-30% alta-baja		
	Agua Consumo humano	2.700.000.000 escasez	Reforma metabolismo urbano NBS	
	Agua agricultura	-30% disponibilidad		
	Agua industria	+ 20% coste		
	Riesgos agravados inundaciones	+ 50% áreas urbanas	Reconfiguración espacio urbano.	
	Riesgos agravados deslizamientos tierras	+25% áreas montaña	Adaptación mallas urbanas. NBS	
INERCIA TÉRMICA	Océanos. +1-3ºC Temp. superficial	-30% absorción CO2	+ 20-30% CO2	Regeneración hábitats NBS
	Bosques	-20% absorción CO2	>Camb.Climático	
	Sequía	-15% absorción CO2		
	Humedales	-25% absorción CO2	+ 10-20% GEI Permafrost	
AFECCIÓN A COMUNIDADES VULNERABLES	Infraestructuras críticas	1.300.000.000 $/ año (United Nations Development Programme, 2020).	sostenibilidad económica. Abandono ciudades. Especial en aéreas deprimidas.	
			Éxodo humanitario	
	Seguridad alimentaria	-10-25% suministro básico	Especial en aéreas deprimidas Éxodo humanitario	
	Acceso al agua	1.500.000.000 sin acceso	Agrópolis. Economía circular. NBS	
	Mortalidad olas de calor	+15%	Reducción isla calor Ciudad verde y azul. IABs	
	Problemas respiratorios	+10%		
	ECOSISTEMAS	+25% Extinción. -30/50%biodiversidad	Regeneración hábitats NBS	

Fuente. Creación propia

Pasos en la adaptación de los tejidos urbanos:

1. **Reducción de emisiones de GEI:** dado que el cambio climático está directamente vinculado a las emisiones de GEI, la prioridad en las ciudades debe ser minimizar estas emisiones. Esto implica aplicar medidas correctivas en movilidad, edificación y consumo de energía, con tecnologías sostenibles (International Energy Agency, 2020, 2021; IRENA, 2021).
2. **Reversión del aumento de temperatura global:** para combatir el calentamiento global y reducir el efecto isla de calor, es crucial integrar espacios verdes y fomentar infraestructuras que faciliten la ventilación natural y controlen la radiación solar, disminuyendo la acumulación de calor en zonas urbanas.
3. **Gestión del ciclo del agua:** con el aumento de tormentas severas e inundaciones, es fundamental implementar tecnologías verdes y azules, como sistemas de drenaje sostenible y restauración de cuerpos de agua naturales, que ayuden a mitigar estos riesgos.
4. **Economía circular y de proximidad:** el retorno a una economía circular y de proximidad es clave para reducir la huella de carbono y promover la sostenibilidad. La gestión urbana debe enfocarse en un territorio cohesionado, con la integración de agrópolis adyacentes a la metrópolis.
5. **Protección de grupos vulnerables:** la adaptación al cambio climático requiere políticas inclusivas que protejan a los grupos más vulnerables, como niños, ancianos y comunidades desfavorecidas. La cohesión social y el desarrollo de infraestructuras accesibles son esenciales para garantizar su resiliencia.
6. **Concienciación y participación comunitaria:** la falta de concienciación sobre las consecuencias del cambio climático es un problema crítico. Es necesario promover la participación ciudadana en el desarrollo urbano para fomentar una cultura de sostenibilidad y resiliencia.
7. **Monitorización ambiental y climatológica:** el monitoreo constante de parámetros ambientales (calidad del aire y agua, temperaturas extremas, precipitaciones, etc.) es esencial para anticipar emergencias climáticas. Este análisis permitirá una respuesta rápida y el desarrollo de políticas urbanas más resilientes.

Transformaciones necesarias en el tejido urbano:

- **Restructuración del concepto de malla urbana:** a. Expansión urbana, fusionando los límites con lo rural. b. Creación de agrópolis vinculadas a las ciudades. c. Integración de corredores verdes y azules con soluciones basadas en la naturaleza. d. Desarrollar territorios inteligentes y resilientes.
- **Restructuración del tejido urbano:**

a. Aumento de la densidad urbana y reconsideración de la edificación y consumo energético.
b. Transformación del metabolismo urbano y gestión del ciclo del agua mediante tecnologías verdes y azules.

c. Reconfiguración de mecanismos inteligentes de control ante eventos climáticos extremos.
d. Reconsideración del tejido social para fomentar la inclusión, cohesión y diversidad.
e. Incremento de la complejidad social y reestructuración de mecanismos de protección para sectores vulnerables.
f. Regeneración de sistemas productivos adaptados a la economía circular, al reciclaje y a la incertidumbre climática.

Impactos esperados:

- Reducción del rendimiento de cultivos básicos en un 10-25% para 2050.
- Disminución del PIB global en un 1-3% para 2060.
- Costes de adaptación estimados en 300.000 millones de dólares para 2030.
- Mejora de la infraestructura sanitaria, reduciendo la mortalidad climática en un 25-30%.
- Integración social de los desplazados y fortalecimiento de la cohesión social global.

Desde esta perspectiva las transformaciones que se intuyen son:

Restructuración del concepto malla urbana:

a. Incremento de la superficie urbana, rompiendo los difusos límites territoriales con lo rural. Movilidad y transporte interregional verde.
b. Necesidad de agrópolis vinculada la ciudad.
c. Recalibración de los conceptos corredor verde y azul. Integración de los hábitats con soluciones de base natural.
d. Integración de territorio inteligente resiliente.

Restructuración del tejido urbano:

a. Incremento de la densidad urbana. Reconsideración de la edificación y el consumo de energía. Reevaluación de equipamientos y espacios públicos adaptativos.
b. Transformación del metabolismo urbano y de la gestión del ciclo del agua, con tecnologías verdes y azules en la gestión del agua, así como la regeneración del ecosistema territorial.
c. Reconfiguración de mecanismos de control y defensa inteligentes ante eventos extremos y gestión de recursos.
d. Reconsideración del tejido social: inclusión, integración, cohesión y formación adaptativa en la diversidad en todos sus variables.
e. Incremento de la complejidad social.
f. Restructuración de los mecanismos de protección de los sectores vulnerables.
g. Regeneración de los sistemas productivos adaptados a mayor población, a la economía circular y reciclaje, y a la incertidumbre climática.

Estas dinámicas subrayan la necesidad de desarrollar e integrar estrategias, de mitigación y adaptación en el diseño arquitectónico y la planificación urbana, promoviendo soluciones resilientes como infraestructuras verdes, edificaciones con alta eficiencia energética y sistemas urbanos capaces de gestionar eventos climáticos extremos.

Esto implica el desarrollo de los siguientes elementos conceptuales:

- Entender la ciudad y su territorio como **un hábitat natural terrestre o marino, o ambos**. Los límites territoriales difusos entre lo urbano y lo rural desaparecen, y el límite a contemplar es el ecosistémico.
- **Integración** de los espacios verdes de producción alimentaria**, la agrópolis,** en el ecosistema territorial.
- **Corredores verdes y azules** como nexos ecosistémicos. La única forma admisible de tratamiento son las soluciones basadas en la naturaleza.
- Tratamiento integral de **recuperación de la salud ecosistémica**: eliminación de especies invasivas, regeneración de especies endémicas, eliminación de actuaciones invasivas humanas y potenciación de la biodiversidad.
- **Monitoreo y control del funcionamiento del ecosistema** para verificar su salud antes de que sufra daños irreversibles. Debe ser un ecosistema inteligente y monitorizado.
- Uso de **tecnologías verdes y azules** en el metabolismo urbano y la gestión del ciclo del agua para fomentar la regeneración del ecosistema.
- **Integración de sistemas urbanos verdes** colaborativos con el ecosistema.
- **Normativas** que obliguen a la inclusión de elementos ecosistémicos en la edificación.
- Reducción del consumo de elementos del ecosistema mediante el **fomento del reciclaje**.
- Adopción de la **economía circular y el concepto Cradle to Cradle**: lo que se extraiga del ecosistema debe retornar al mismo.
- Medidas urbanísticas **de protección del ecosistema** frente a los eventos climáticos extremos y regeneración posterior.
- **Formación de la población** en valores ecosistémicos y saludables, generando hábitos compatibles con el ecosistema.
- **Cohesión** entre los humanos, lo urbano y lo ecosistémico.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Carme Pinós afirma que la arquitectura no es escultura, sino que construye paisaje o ciudad, situándola en el centro del urbanismo. Es fundamental definir la esencia de la ciudad y el urbanismo. La ciudad, según la RAE, es un conjunto de edificios y calles con una población densa dedicada a actividades no agrícolas, opuesta a lo rural. Mumford (2012) define la ciudad como un lugar para promover conversaciones significativas. O'Sullivan (2009) y Glaeser (2011) la describen como un área con alta concentración de personas. ONU-Hábitat desarrolló una definición basada en el grado de urbanización, distinguiendo tres tipos de asentamientos: ciudades, localidades o pueblos y zonas rurales. Esta definición es simple, transparente y considera tamaño y densidad poblacional, facilitando el seguimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la supervisión eficiente en términos de costos.

Las metrópolis enfrentan vulnerabilidad ante fenómenos naturales y antropogénicos. En 2015, ONU-Hábitat informó que la mitad de la población mundial vivía en áreas urbanas, proyectándose un 60% para 2030. Aunque ocupan solo el 3% de la superficie terrestre, las ciudades consumen entre el 60% y 80% de energía y son responsables del 75% de las emisiones de carbono. Erik Vittrup Christensen de ONU-Hábitat destaca que el 80% de las urbes está expuesto a terremotos, el 60% a marejadas o tsunamis, y todas enfrentan impactos del cambio climático (ONU-Hábitat, 2016). Joan Clos enfatiza que la urbanización global avanza rápido y se espera que las ciudades alberguen al 70% de la población mundial para 2050. La rápida urbanización, si no se gestiona bien, podría presionar los suministros de agua y las condiciones de vida. Las ciudades contribuyen al 80% del PIB mundial y son clave para el crecimiento económico y la generación de empleo.

El Reporte Mundial de las Ciudades 2022, presentado por António Guterres, destaca el impacto de la pandemia en áreas urbanas. En 2015, se proyectaba que el 55% de la población mundial vivía en entornos urbanos, y se espera que esta cifra alcance el 68% para 2050 (ONU-Hábitat, 2022). Este proceso de urbanización demanda una respuesta eficaz y preparación para brotes futuros de enfermedades infecciosas. La gobernanza adecuada y el fortalecimiento de estructuras institucionales son esenciales para un desarrollo urbano resiliente. La pandemia subraya la necesidad de que las áreas urbanas se preparen para un futuro impredecible. Una visión positiva del futuro de las ciudades debe incluir un nuevo contrato social que garantice ingresos básicos universales, cobertura de salud y vivienda para todos los ciudadanos.

3.1. Humanización y ecologización de las ciudades

Tras la Revolución Industrial, la degradación de las ciudades impulsó el movimiento del Higienismo, enfocado en mejorar las condiciones urbanas para prevenir enfermedades (Ramos, 2014). El *Public Health Act* de 1848 en Inglaterra, propuesto por Edwin Chadwick, y el estudio de John Snow sobre una epidemia de cólera en Londres en 1854, subrayaron la necesidad de infraestructuras sanitarias (Alcaide, 1999).

Durante el Renacimiento, las ciudades europeas se diseñaron siguiendo principios geométricos por razones militares, aunque mantenían elementos de la red vial medieval. Fuera de Europa, los asentamientos españoles siguieron una estructura reticular, organizada por Felipe II en 1573. Con la Revolución Industrial, las ciudades crecieron sin planificación clara, aumentando la densidad y empeorando las condiciones sanitarias. Reformas como las de Haussmann en París y el *Ringstrasse* en Viena buscaban ordenar la ciudad industrial y mejorar su habitabilidad (Solà-Morales, 1978).

Urbanistas como Arturo Soria, Ebenezer Howard y Tony Garnier presentaron propuestas innovadoras. En España, los Planes de Ensanche, como el de Barcelona de Ildefonso Cerdà, introdujeron criterios higiénicos y estructurales para modernizar la urbanización (Cerdá et al., 1968; Solà-Morales, 1978; Carballo et al., 2008). Los higienistas españoles promovieron mejoras en agua, alcantarillado y gestión de residuos (Taberner, 1987; Ramos, 2014).

El urbanismo humanizado, basado en el Higienismo, surgió con proyectos como el Plan Cerdà para el Ensanche de Barcelona, que incorporaba ventilación, luz, espacio verde y zonas ajardinadas, aunque fue limitado por presiones económicas y políticas (Cerdà et al., 1968). Arturo Soria también propuso la Ciudad Lineal, una urbe humanizada que integraba a todas las clases sociales en un entorno higiénico, reflejado en su lema “para cada familia una casa, en cada casa un huerto y un jardín”.

A finales del siglo XIX e inicios del XX, Ebenezer Howard introdujo el concepto de Ciudades Jardín, que combinaba los beneficios del campo y la ciudad para crear entornos equilibrados y autosuficientes. Este enfoque marcó un cambio hacia una planificación urbana más centrada en el ser humano, integrando principios sociales y económicos.

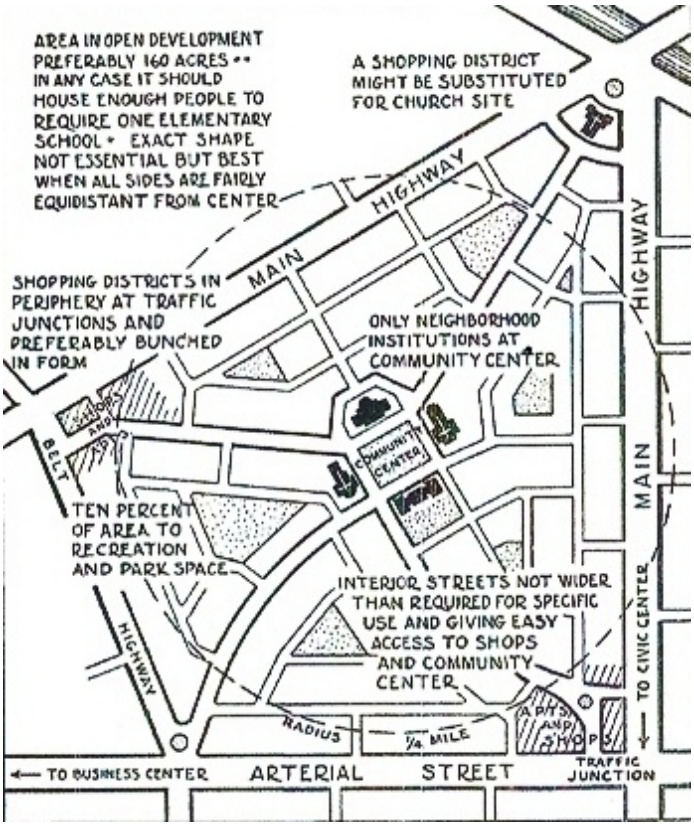
Clarence Perry, a través del concepto de unidad vecinal en el Plan Regional de Nueva York, propuso una planificación urbana que integraba tierra, usos del suelo, transporte, espacios públicos y zonas verdes. Entre sus principios estaban el tamaño adecuado para una escuela, la delimitación con calles arteriales, espacios recreativos, áreas institucionales agrupadas y un sistema vial que fomentaba la peatonalización. Este enfoque influyó en planes como el *Plan Londres* de 1943 y desarrollos en EE.UU., como Hidden Springs y MacKenzie Towne.

Perry introdujo la idea de una entidad intermedia entre la ciudad y la vivienda, enfocada en fortalecer el sentido de comunidad urbana. Su concepto se opone a la zonificación extrema de la

ciudad funcional y destaca por dos ideas:

- Equipamientos públicos y espacios colectivos que fortalecen la cohesión social en los barrios.
- Diseño de un sistema vial que facilite la circulación externa y desaliente el tráfico interno, favoreciendo la peatonalización.

Figura 30 Componentes básicos urbanos de Clarence Perry



Fuente. Extraída a 05.06.2024 de researchgate.net/figure/The-basic-components-of-Clarence-Perrys-Neighborhood-Unit-Perry-1929_fig7_282075470

Durante el siglo XX, la arquitectura se enfocó en aspectos sociales y estéticos, dejando de centrarse en la salud pública. Los pioneros del Movimiento Moderno en Europa priorizaron funcionalidad y estandarización, pero descuidaron las necesidades emocionales de las personas (Mumford, 2000). Sus diseños resultaron en edificios impersonales, excepto el Hospital de Paimio de Alvar Aalto, que combinó funcionalidad y bienestar (Sigerist, 1945; WHO, 1986).

Le Corbusier veía la planificación urbana como un instrumento para controlar el desarrollo urbano, basado en la separación de usos urbanos: trabajo, residencia, ocio y circulación (CIAM, 1943). Aunque estas ideas condujeron a problemas de segregación, sentaron las bases para una planificación urbana estructurada (Mumford, 2007).

Tras la Segunda Guerra Mundial, los CIAM destacaron la necesidad de considerar al ser humano con diversas necesidades. Influenciados por Henry Sigerist y Lalonde (1974), la OMS identificó

factores de salud: ambientales, sociales, asistenciales y biológicos (Lalonde, 1974; WHO, 1986). La posguerra llevó a urbanistas a repensar la planificación con valores sociales y políticos. En Europa Oriental, ciudades como Dresde y Varsovia reflejaron ventajas y limitaciones de un sistema dirigido. Proyectos en el Tercer Mundo, como Brasilia y Chandigarh, enfrentaron dificultades al aplicar modelos occidentales sin considerar el clima y tradiciones locales.

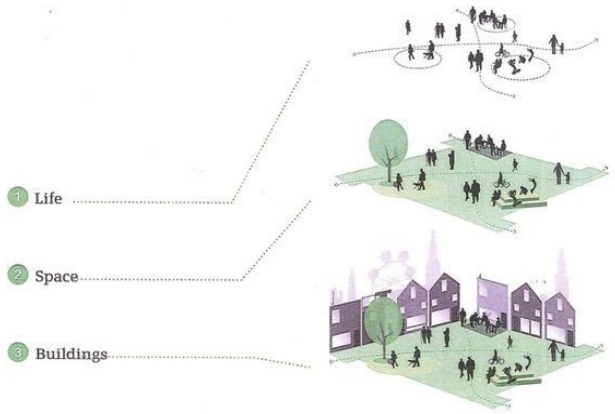
En los años cincuenta, arquitectos como Aalto y Utzon buscaron equilibrar imperativos colectivos y necesidades individuales, valorando el entorno y tradiciones locales. El Team X abogó por una construcción más sensible al entorno, privilegiando escalas intermedias. Jonas Salk colaboró con Louis Kahn en el diseño del Instituto Salk, integrando principios de neuroarquitectura.

La OMS indica que pasamos el 90% del tiempo en interiores, influyendo en la salud física y psicológica. La neuroarquitectura analiza cómo los entornos construidos afectan emociones y bienestar. Kevin Lynch desarrolló el concepto de mapa cognitivo para entender la legibilidad del espacio urbano (Lynch, 1960). Jane Jacobs criticó la destrucción de redes sociales en los barrios y abogó por la diversidad de usos urbanos (Jacobs, 2011).

Lewis Mumford defendió un urbanismo que respetase necesidades sociales y ecológicas, promoviendo espacios públicos que fomentaran interacción social y sostenibilidad (Mumford, 2012). Ian L. McHarg, en *Design with Nature* (1969), sentó las bases de la planificación medioambiental, explorando la relación entre salud y entorno.

En los años sesenta, el grupo Archigram presentó proyectos visionarios basados en la tecnología. Jan Gehl, en La vida entre los edificios, promovió la creación de espacios públicos agradables para peatones y ciclistas, denunciando la dominación del tráfico rodado (Gehl, 2010).

Figura 31 Pensamiento del diseño urbano de Gehl

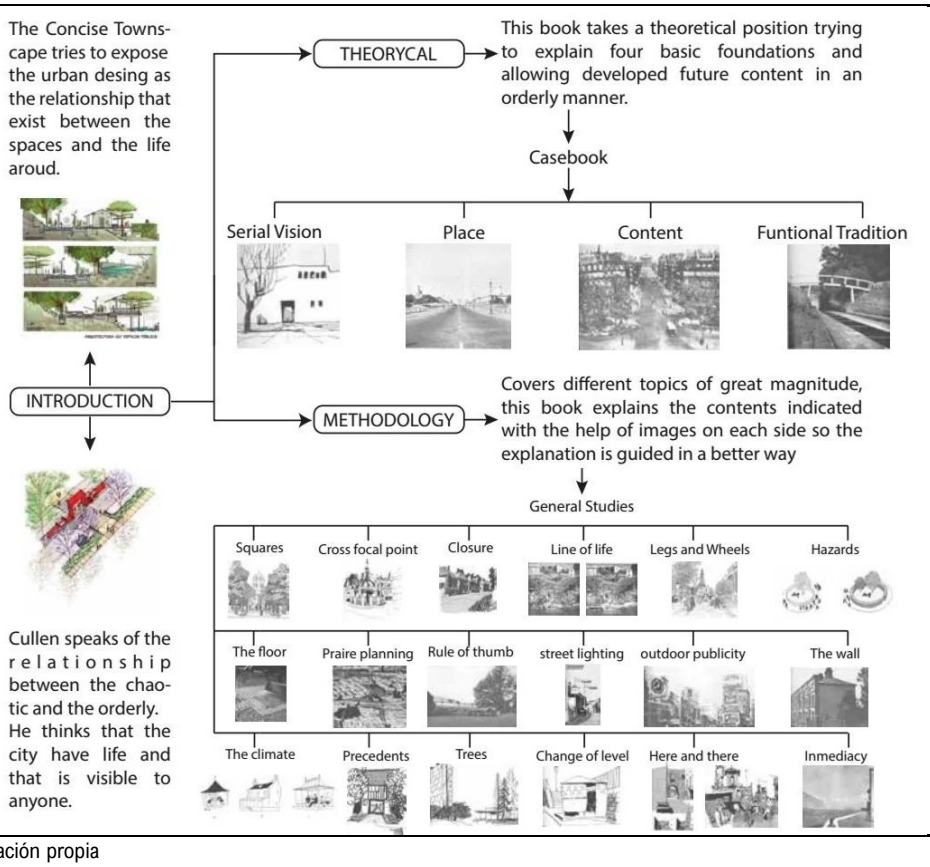


Fuente. Extraída a 01.06.2024 de https://www.pinterest.es/

Gordon Cullen introdujo el concepto de urbanismo desértico, destacando la importancia de la experiencia sensorial y estética en el entorno urbano. Propuso *Serial Vision*, describiendo la experiencia secuencial de moverse a través de un espacio urbano, enfatizando la continuidad visual y el efecto sorpresa para los peatones (Cullen, 1971).

Tabla 17.The Concise Townscape

GORDON CULLEN- **THE CONCISE TOWNSCAPE**	
VISUALIZACIÓN DISEÑO URBANO	Bocetos y fotografías para ilustrar cómo los espacios urbanos pueden ser percibidos y experimentados por las personas
SERIAL VISION	Experiencia secuencial de moverse a través de un espacio urbano, donde las vistas cambian y se revelan gradualmente a medida que una persona camina
ESTRUCTURA URBANA CON ESCALA Y PERCEPCIÓN HUMANA	Diseño de calles, plazas y edificios puede influir en la experiencia emocional y psicológica de las personas y propone diseñar espacios accesibles, acogedores y que fomenten la interacción social
ELEMENTOS DEL PAISAJE URBANO	Mejorar la estética y la funcionalidad de los espacios públicos
IMPORTANCIA DEL CONTRASTE Y LA COHESIÓN EN EL DISEÑO URBANO	Variación en altura, estilo y función de edificios creando entorno urbano más interesante y vibrante, aunque entendía necesaria cohesión visual y estilística
SENSIBILIDAD CON EL CONTEXTO EN LA PLANIFICACIÓN URBANA	Características específicas del lugar, su historia, cultura y geografía



Fuente. Creación propia

Tabla 18. Propuestas años 70

DÉCADA DE LOS SETENTA				
1969	**IAN L. McHARG**	Design with Nature	**Enfoque Ecológico en la Planificación**: considerar los procesos naturales y las características ambientales antes de desarrollar cualquier proyecto.	
			Uso de Mapas Superpuestos: (overlay maps) para evaluar las características del terreno	
			Planificación Regional: territorio y sus interacciones ecológicas	
			Conciencia Ambiental: proteger el medio ambiente y considerar el impacto ecológico de las actividades humanas	
			Desarrollo Sostenible: desarrollo compatible con la preservación del medio ambiente	
			Integración de Ciencia y Diseño: utilizar conocimientos científicos en el diseño paisajístico	
			Influencia en Políticas Públicas: conservación ambiental y el uso del suelo.	
			Educación y Formación: educación en planificación ambiental y diseño	
1971	**JAN GEHL**	Life Between Buildigns	**Vista sentido predominante**. Sensaciones percibidas/ distancia / distancias sociales y personales	
			Tráfico rodado= pérdida significativa de la visión periférica	
			Escala humana= visión periférica y la proximidad de las personas	
			Importancia borde: lugar espera, detención, encuentro, descanso. Bordes suaves entre privado/ público	
			Paz urbana: detenerse y contemplar entorno	
			Seguridad frente al delito y la seguridad frente al tráfico	
			Sostenibilidad social: acceso espacio público cualquier grupo social	
			Ciudad saludable: actividades al aire libre, interacción social y física.	
1974	**HENRI LEFEBVRE**	La producción del espacio	**Derecho a la ciudad**: habitantes = papel activo en la configuración urbana	
			Espacio urbano es producido y controlado. Afecta a la vida de personas	
			Espacio urbano ≠ entorno físico. Es **producido socialmente**	
			3 dimensiones	Percibido: el espacio físico y material
				Concebido: representaciones mentales y planificadas
				Vivido: experiencia personal y social del espacio.
			Critica la **mercantilización**: intereses económicos/mercados VS necesidades sociales/comunitarias	
			Espacios urbanos = Lugares de conflicto/ **negociación entre intereses y fuerzas sociales**	
1977	**C. ALEXANDER**	Lenguaje de patr*ones*	**Diseño participativo**	
			Escala humana	
			Proporción diseño urbano y arquitectónico	
			Enfoque orgánico	
			Calidad sin nombre, The Timeless Way of Building	
1979	**ANTONOVSKY**	Health, Stress and Coping	Salutogénesis	**Manageability**. Espacio recursos resistencia del cuerpo a enfermedades
				Comprehensibility. Entender entorno por esquemas cognitivos
				Meaningfulness. Significado/sentido reconocible por personas
1980	**WILLIAM H. WHYTE**	The Social Life of Small Urban Spaces	**Observación empírica** patrones de comportamiento y uso del espacio	
			Importancia de la **sociabilidad**	
			Diseño y configuración del espacio. **elementos vitalizadores**: asientos, luz solar, elementos naturales y la importancia de la **escala humana**	
			Flexibilidad y usabilidad	
			Atracción y retención de personas	
			Seguridad y confort	

Fuente. Creación propia

Henri Lefebvre, en *La producción del espacio* (1974), introdujo la teoría del derecho a la ciudad, argumentando que los habitantes deben participar en la configuración de su entorno urbano y criticó la mercantilización del espacio urbano (Lefebvre, 2013). En 1979, Aaron Antonovsky introdujo el concepto de salutogénesis, proponiendo que un entorno debe cumplir tres condiciones para facilitar el bienestar: manejabilidad, comprensibilidad y significatividad (Antonovsky, 1979).

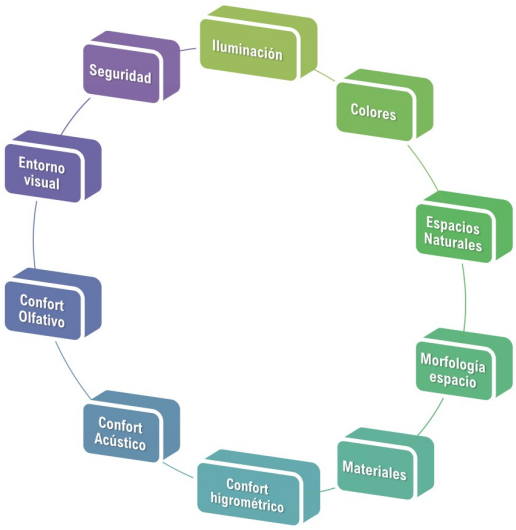
Durante los años setenta en EE.UU., surgió el interés por diseñar modelos de atención para personas con demencia. Programas como Medicare y Medicaid apoyaron centros especializados, mejorando su entorno físico. En los ochenta, este modelo asistencial impulsó edificios habitacionales que consideraban factores emocionales, aplicables a la sociedad en general.

William H. Whyte, en *The Social Life of Small Urban Spaces* (1980), identificó principios clave para el diseño urbano: observación empírica, sociabilidad, diseño humano, flexibilidad, atracción y seguridad (Whyte, 2001). En 1988, Margaret P. Calkins propuso una atención centrada en la persona para proyectistas, vinculando recomendaciones médicas y normativas técnicas, enfatizando la accesibilidad y seguridad subordinadas a objetivos centrados en la persona (Calkins, 1988).

Uriel Cohen y Gerald Weisman, en 1991, introdujeron criterios para promover la autonomía de personas con déficits cognitivos, optimizando la estimulación sensorial y proporcionando espacios para mantener vínculos familiares y sociales (Cohen & Weisman, 1991). En los años 90, neurobiólogos descubrieron la neurogénesis en el hipocampo y cómo áreas cerebrales se activan al explorar nuevos entornos (Epstein & Kanwisher, 1998).

En 2003, Fred Gage afirmó que los cambios en el entorno alteran el cerebro humano, influyendo en su comportamiento (Gage, 2003), consolidando la neuroarquitectura. Juhani Pallasmaa, en *Los ojos de la piel* (2005), destacó la experiencia háptica de la arquitectura. Ese mismo año, se fundó la Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA), centrada en diseñar espacios que mejoren el bienestar.

Gráfico 1. Premisas de la Neuroarquitectura



Fuente. Creación Propia

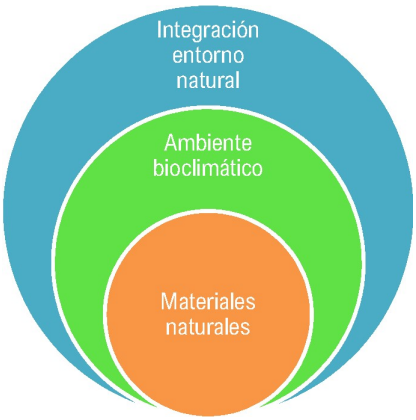
Tabla 19. Conceptos mínimos de Neuroarquitectura

NEUROARQUITECTURA		
CONCEPTO	**APLICACIÓN**	**EFECTO-CAUSA**
ILUMINACIÓN	REGULACIÓN DEL RITMO CIRCADIANO	LUZ NATURAL = CICLO BIOLÓGICO
		TEMPERATURA DE LUZ: TONOS CÁLIDOS = RELAJACIÓN TONOS FRÍOS = ACTIVIDAD
COLORES	PSICOLOGÍA DEL COLOR	CONTROL= MODIFICAR LA GEOMETRÍA PERCIBIDA EXPERIENCIA DEL USUARIO
		ATMÓSFERA TRANQUILIZADORA Y REPARADORA = TRANSICIONES SUAVES ARMONIOSAS
ESPACIOS NATURALES	BIOFILIA	MENOS ESTRÉS MÁS ATENCIÓN AMBIENTE SALUDABLE PSICOLOGÍA AMBIENTAL
MORFOLOGÍA DEL ESPACIO	FORMAS + DISPOSICIÓN= ESTÍMULOS SENSORIALES	ORGÁNICAS = RELAJACIÓN AGUDOS = ESTRÉS
MATERIALES	TIPO MATERIAL = PERCEPCIÓN ESPACIO	NATURAL = CALIDEZ SINTÉTICO= FRIALDAD
		VALOR HIGROTÉRMICO MATERIALES= SALUD
CONFORT HIGROTÉRMICO	MÁS BIENESTAR. MENOS PATOLOGÍAS	VENTILACIÓN CRUZADA MATERIALES BUENA INERCIA TÉRMICA
CONFORT ACÚSTICO	MEJOR SUEÑO. MÁS CONCENTRACIÓN	MATERIALES DENSOS. SISTEMAS ADECUADOS
CONFORT OLFATIVO	MÁS SALUD Y BIENESTAR	MATERIALES LIBRES TÓXICOS. CALIDAD DEL AIRE
ENTORNO Y VISUALES	MENOS CLAUSTROFOBIA. MÁS SALUD MENTAL	INTEGRACIÓN EXTERIOR Y AMPLITUD VISUAL
SENSACIÓN DE SEGURIDAD	REDUCCIÓN MIEDO O ANSIEDAD	BUENA LUZ CONEXIÓN EXTERIOR SIN RINCONES OSCUROS

Fuente. Creación propia

Uno de los principios de la Neuroarquitectura es el diseño biofílico. Este crea espacios funcionales y estéticamente agradables que promueven la salud y el bienestar a largo plazo, integrando principios del urbanismo higienista. Aunque a menudo se confunden, el ecodiseño y el diseño biofílico son distintos: el ecodiseño reduce el impacto ambiental mediante eficiencia energética y materiales sostenibles, mientras que el diseño biofílico mejora la relación de las personas con la naturaleza, promoviendo salud mental y bienestar. Este diseño integra elementos naturales en entornos urbanos e interiores, mitigando efectos del cambio climático como el estrés térmico, la contaminación del aire y la pérdida de biodiversidad, usando materiales de bajo impacto ecológico. La Ley 6/2022 en España regula la accesibilidad cognitiva en edificios y ciudades, destacando la importancia de estos conocimientos en el diseño urbano (**Gobierno de España,** 2022).

Gráfico 2. Esquema claves del diseño biofílico

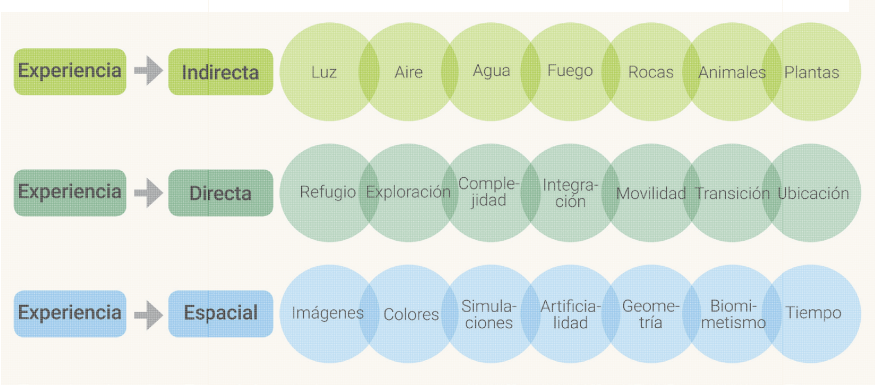


Fuente. Creación propia

La relación entre el entorno y la salud se ha verificado empíricamente en diversos contextos. El Hospital de Paimio de Alvar Aalto es un ejemplo temprano, y actualmente, hospitales como Sant Pau en Barcelona, la Fundación Maggie's en Reino Unido y el Hospital Santos Reyes en Aranda de Duero, Burgos, son referencias destacadas. Un estudio del Children's Environmental Health Network en EE.UU. encontró que los niños que crecen en entornos verdes muestran mejores tasas de desarrollo intelectual y físico (National Institute of Environmental Health Sciences, 2016). Instituciones como la EPA (Environmental Protection Agency, 2015), el CDC (Centers for Disease Control and Prevention, 2011**)** y el Instituto de Salud Carlos III (2018) han validado la importancia de estos entornos, destacando su relación con la reducción de enfermedades como obesidad, asma e hiperactividad.

Las ventajas de los entornos verdes incluyen mejor desarrollo de los sistemas nervioso, inmunitario y endocrino, optimización del aprendizaje y la atención, reducción del estrés y enfermedades infantiles, y mayor inmunidad a tóxicos (Wilson, 1984). Los tres puntos clave del diseño biofílico son: integración y respeto por el entorno natural, uso de sistemas constructivos y materiales naturales para reducir el impacto ecológico y la huella de carbono, y la creación de ambientes saludables y de bienestar.

Gráfico 3. Esquema interacción del diseño biofílico.



Fuente. Creación propia

Gráfico 4. Aportaciones del diseño biofílico

Fuente. Creación propia

Los criterios de diseño biofílico se dividen en catorce patrones organizados en tres grupos:

- Inserción de la naturaleza en el espacio
- Analogías con Naturaleza
- Configuración espacial evocando Naturaleza

Estos patrones se enfocan en maximizar la conexión con la naturaleza, promoviendo bienestar y sostenibilidad (Kellert, 2008).

Tabla 20 Patrones diseño biofílico

DISEÑO BIOFÍLICO- PATRONES	
INSERCIÓN DE LA NATURALEZA EN EL ESPACIO	Conexión visual con la naturaleza
	Conexión no-visual con la naturaleza: estímulos auditivos, táctiles, olfativos o gustativos
	Estímulos sensoriales no rítmicos: conexiones aleatorias y efímeras con la naturaleza
	Variaciones térmicas y de corrientes de aire: cambios sutiles en la temperatura del aire, la humedad relativa, corriente de aire perceptible en la piel, y temperaturas superficiales que imiten entornos naturales
	Presencia de agua
	Luz dinámica y difusa con variación de intensidad y la sombra, variables en el tiempo y recreando condiciones de la naturaleza
	Conexión con sistemas naturales que aporten conciencia de los procesos naturales, como cambios estacionales y climatológicos
ANALOGÍAS CON NATURALEZA	Formas biomorficas, volúmenes, contornos, texturas, o proporción aurea
	Conexión materialidad-naturaleza recreando la ecología y geología local
	Complejidad y orden en la información sensorial replicando jerarquía análoga a la de la naturaleza
CONFIGURACIÓN ESPACIAL EVOCANDO NATURALEZA	Visión panorámica que permita sensación de control, vigilancia espacial y planificación
	Atracción al misterio o provocación de curiosidad que provoquen interés por avanzar en el espacio
	Establecer punto de refugio donde la persona se siente protegido
	Establecer punto de riesgo o peligro que el usuario pueda fácilmente identificar y rehusar

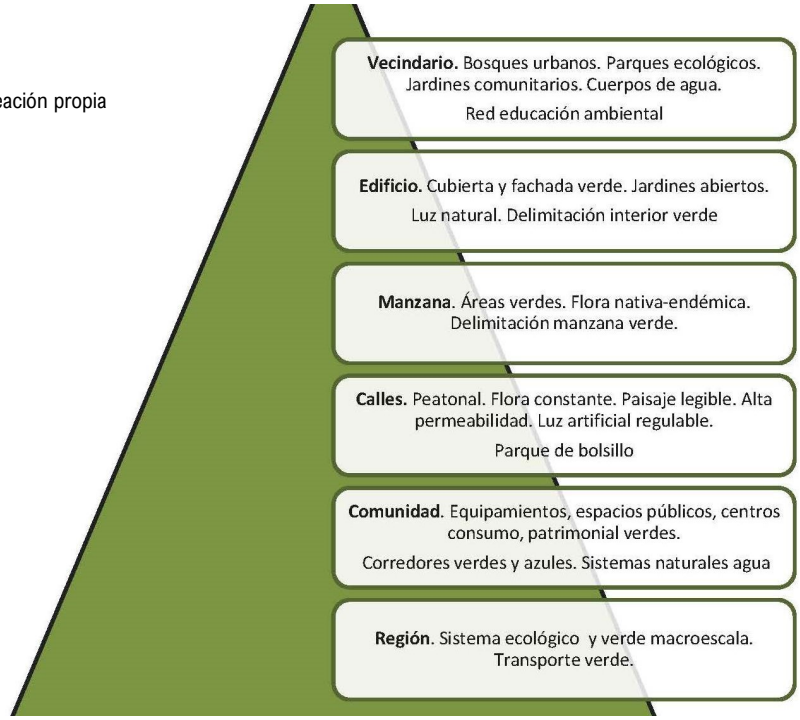
Fuente. Creación propia

Iniciativas urbanísticas como Biophilic Cities y GrowGreen de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) buscan fomentar ciudades en conexión con la naturaleza, abordando salud humana, biodiversidad y resiliencia climática.

Surgen las **Ciudades Biófilicas** que se articulan en base al siguiente esquema:

Gráfico 5 Esquema articulador Ciudades Biófilicas

Fuente. Creación propia



Desde mediados de la década de 1980, las estrategias de intervención urbana han transitado hacia la revitalización de centros históricos y la intervención en barrios desfavorecidos, con mayor participación ciudadana. Un punto de inflexión fue la renovación de Bolonia, que integró modernidad con respeto por la herencia histórica, bajo el Plan de Bolonia de Pier Luigi Cervellati y Roberto Scannavini, y aportaciones de Giuseppe Campos Venuti y Leonardo Benévolo. El plan se centró en:

- Preservación del centro histórico
- Desarrollo de infraestructuras modernas
- Reubicación de actividades industriales
- Desarrollo de viviendas sociales
- Participación ciudadana

Este modelo de renovación urbana sostenible equilibró la preservación histórica con el desarrollo moderno, descentralizando y distribuyendo servicios y actividades productivas, reduciendo la congestión en los ejes radiocéntricos históricos (Bairoch & Goertz, 1986).

Otro paradigma es el Internationale Bauausstellung (IBA) de Berlín, con la participación de arquitectos como Peter Eisenman, Zaha Hadid, Rem Koolhaas y Aldo Rossi, transformando

Berlín a través de la innovación arquitectónica, sostenibilidad y participación comunitaria.
Figuras como Aldo Rossi (2015) y Robert y Leon Krier han redefinido el urbanismo, promoviendo la memoria y la identidad urbana, valorando aspectos tangibles e intangibles de la ciudad.
Ejemplos contemporáneos de intervenciones urbanas incluyen:

- Proyecto de Revitalización de Times Square en Nueva York
- Reurbanización del Distrito Vauban en Friburgo
- Renovación del Waterfront en Toronto

El primer cuarto del siglo XXI presenta un contexto complejo, caracterizado por tres vectores principales:

- **Movilidad global**: la globalización facilita la propagación de virus y plagas, como lo demuestra la pandemia de COVID-19. La necesidad del higienismo persiste y evoluciona.
- **Conciencia medioambiental**: el deterioro ambiental y el cambio climático causan olas de calor, inundaciones y sequías, que resultan en muertes y éxodos humanos. En este contexto, surge el urbanismo biofílico.
- **Revolución digital**: la era digital trae campos magnéticos y enfermedades cancerígenas, así como soledad y aislamiento social. La neuroarquitectura se vuelve necesaria.

Estos vectores plantean desafíos en salud, humanización y medio ambiente. La demanda social impulsa una arquitectura inclusiva, sostenible y saludable, integrando naturaleza y ciudad. Los paisajes contemporáneos abren una nueva concepción del higienismo y la ecologización, integrando conocimientos del pasado y nuevas metodologías (Doherty, 2014).
Dos materiales, fundamentales en el urbanismo higienista, son críticos en la planificación urbana moderna: agua y aire (Ramos, 2014; Global Health and Education Foundation**).** La crisis climática ha demostrado la necesidad de gestionar continuamente la calidad y disponibilidad del agua. El aire, como medio de propagación de elementos y energías, influye en el bienestar y debe considerarse en el diseño urbano.

Proyectos relevantes:

- Plaza de España en Santa Cruz de Tenerife por Herzog & de Meuron, que integran elementos históricos y contemporáneos.
- High Line (2011) en Nueva York por Diller Scofidio + Renfro, y su proyecto Blur para la Exposición Nacional Suiza de 2002, creando atmósferas artificiales.
- Arquitectura Fisiológica de Décosterd y Rahm, diseñando espacios que influyen positivamente en la salud física, mental y emocional, incorporando ergonomía, biología, psicología y neurociencia en el diseño. Proponen Arquitectura Fisiológica.

Gráfico 6. Principios de Arquitectura fisiológica

Fuente. Creación propia

Tabla 21.Principios Arquitectura Fisiológica

ARQUITECTURA FISIOLÓGICA			
CALIDAD AIRE	Sistemas de ventilación eficientes y materiales no tóxicos = reducir contaminantes		
MAX. LUZ NATURAL	Luz solar regula los ritmos circadianos y mejora estado de ánimo y productividad		
CONFORT TÉRMICO	Sistemas calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)		
CONTROL RUIDO	Reducir estrés y mejorar concentración y descanso		
	Materiales absorbentes de sonido y el diseño espacios mínima reverberación.		
ERGONOMÍA	Mobiliario ergonómico		
	Espacios de movimiento libre y acceso universal.		
NEUROARQUITECTURA	ILUMINACIÓN	REGULACIÓN DEL RITMO CIRCADIANO	Luz natural = ciclo biológico
			Temperatura de luz: tonos cálidos = relajación/ tonos fríos = actividad
	COLORES	PSICOLOGÍA DEL COLOR	control= modificar la geometría percibida experiencia del usuario
			Atmósfera tranquilizadora y reparadora = transiciones suaves armoniosas
	ESPACIOS NATURALES	BIOFILIA	Menos estrés- más atención Ambiente saludable- psicología ambiental
	MORFOLOGÍA DEL ESPACIO	FORMAS + DISPOSICIÓN= ESTÍMULOS SENSORIALES	Orgánicas = relajación/ agudos = estrés
	MATERIALES	TIPO MATERIAL = PERCEPCIÓN ESPACIO	Natural = calidez/ sintético= frialdad
			Valor higrotérmico materiales= salud
	CONFORT HIGROTÉRMICO	+ BIENESTAR/ - PATOLOGÍAS	Ventilación cruzada/ materiales inercia térmica
	CONFORT ACÚSTICO	MEJOR SUEÑO. MÁS CONCENTRACIÓN	Materiales densos. sistemas adecuados
	CONFORT OLFATIVO	MÁS SALUD Y BIENESTAR	Materiales libres tóxicos. calidad del aire
	ENTORNO Y VISUALES	MENOS CLAUSTROFOBIA. MÁS SALUD MENTAL	Integración exterior y amplitud visual
	SENSACIÓN DE SEGURIDAD	REDUCCIÓN MIEDO O ANSIEDAD	Buena luz- conexión exterior- Sin rincones oscuros
DISEÑO BIOFÍLICO	INSERCIÓN DE LA NATURALEZA EN EL ESPACIO	Conexión visual con la naturaleza	
		Conexión no-visual con la naturaleza: estímulos auditivos, táctiles, olfativos o gustativos	
		Estímulos sensoriales no rítmicos: conexiones aleatorias/ efímeras con Naturaleza	
		Variaciones térmicas / corrientes de aire/ sutiles/a temperatura aire/ humedad relativa/ perceptible en la piel/ temperaturas superficiales imiten naturales	
		Presencia de agua	
		Luz dinámica/ difusa/ variación: intensidad y sombra, en el tiempo/ condiciones naturaleza	
		Conexión sistemas naturales/ conciencia procesos naturales: estaciones y clima	
	ANALOGÍAS CON NATURALEZA	Formas biomorficas, volúmenes, contornos, texturas, o proporción aurea	
		Conexión materialidad-naturaleza recreando la ecología y geología local	
		Complejidad y orden en información sensorial replicando jerarquía naturaleza	
	CONFIGURACIÓN ESPACIAL EVOCANDO NATURALEZA	Visión panorámica: sensación de control, vigilancia espacial y planificación	
		Atracción/ misterio/provocación/ curiosidad/ interés por avanzar en el espacio	
		Establecer punto de refugio donde la persona se siente protegido	
		Establecer punto riesgo/ peligro que el usuario pueda identifique y rehúse	

Fuente. Creación propia

Ejemplos notables incluyen los Maggie's Centres, centros de apoyo para personas con cáncer. El primer centro abrió en Edimburgo en 1996, diseñado por Richard Murphy. Otros centros destacados son:

- Frank Gehry en Dundee (2003)
- Zaha Hadid en Kirkcaldy (2006)
- Norman Foster en Manchester (2016)
- Rem Koolhaas en Glasgow (2011)
- Steven Holl en Londres (2017)

Otro ejemplo es The Edge en Ámsterdam, diseñado por PLP Architecture (2014), un edificio de oficinas que integra tecnología y diseño para un entorno laboral saludable.

En espacio público y urbanismo, destacan:

- High Line en Nueva York: Diseñado por James Corner Field Operations, Diller Scofidio + Renfro y Piet Oudolf, inaugurado en 2009, con fases posteriores en 2011 y 2014.
- Superkilen Park en Copenhague: Diseñado por BIG (Bjarke Ingels Group), Topotek1 y Superflex, inaugurado en 2012, refleja la diversidad cultural del barrio multicultural donde se encuentra.
- HafenCity en Hamburgo: Proyecto de renovación urbana que transforma terrenos portuarios en un nuevo distrito urbano con áreas verdes, acceso al agua y movilidad sostenible. Dirigido por HafenCity Hamburg GmbH, incluye diseños de Kees Christiaanse (KCAP Architects & Planners), Herzog & de Meuron y Behnisch Architekten, iniciado en 2003 y previsto para completarse en 2025.

Tabla 22. Conceptos urbanismo fisiológico

URBANISMO FISIOLÓGICO	
CONECTIVIDAD VERDE	Redes de espacios verdes interconectados dentro de las ciudades proporcionando áreas de recreo y relajación, además de mejorar la calidad del aire, reducir el efecto de isla de calor urbano y promover la biodiversidad
MOVILIDAD ACTIVA	Infraestructuras que promuevan caminar y andar en bicicleta, facilitando la actividad física diaria, reduciendo la dependencia del automóvil y mejorando la salud cardiovascular de los habitantes
ACCESO AL AGUA	Integración de cuerpos de agua en el diseño urbano (ríos, lagos y fuentes, con efectos relajantes) mejora la calidad del aire y creando microclimas que benefician la salud mental y física
ESPACIOS PÚBLICOS MULTIFUNCIONALES	Diversas actividades comunitarias, fomentando la interacción social, aumentando cohesión comunitaria y proporcionando lugares para el ejercicio y la recreación.

Fuente. Creación propia

En las últimas décadas, una nueva generación de urbanistas ha continuado desarrollando principios del urbanismo centrado en la persona. Destacan:

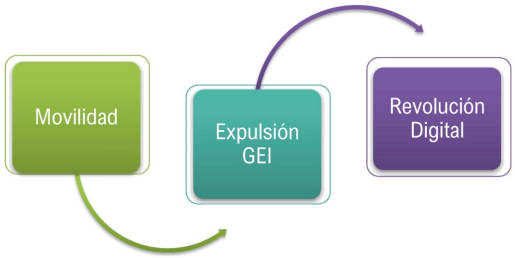
- Richard Florida: en *La clase creativa* (2002), introduce el concepto de la clase creativa, enfocándose en tecnología, talento y tolerancia, y desarrolla el índice de Bohemia y el índice Gay como indicadores de creatividad y diversidad en las ciudades (Florida, 2010).
- Peter Calthorpe: en *Urbanism in the Age of Climate Change* (2010), promueve el Desarrollo Orientado al Tránsito (TOD) para reducir la dependencia del automóvil y fomentar el uso del transporte público, enfatizando la equidad social y la sostenibilidad (Calthorpe, 2010).
- Jeff Speck: en *Walkable City* (2012), ofrece una guía para crear entornos urbanos caminables, identificando cuatro elementos esenciales: razón para caminar, entorno seguro, camino cómodo y ruta interesante (Speck, 2012).
- Charles Montgomery: En *Happy City* (2013), explora cómo el diseño urbano afecta el bienestar y la felicidad de los residentes (Montgomery, 2013).
- Janette Sadik-Khan: en *Streetfight* (2016), presenta un enfoque práctico para transformar rápidamente espacios urbanos, inspirando a ciudades de todo el mundo (Sadik-Khan & Solomonow, 2016).
- Helle Søholt: siguiendo los principios de Jan Gehl, trabaja para crear ciudades humanizadas, mejorando la calidad de los espacios públicos y fomentando la interacción social y la sostenibilidad.
- Gil Penalosa: fundador de 8.80 Cities, propone ciudades seguras y accesibles tanto para niños de 8 años como para adultos de 80.
- Brent Toderian: promueve el desarrollo sostenible, la densidad urbana y la movilidad activa.
- Carlos Moreno: propone la "*ciudad de los 15 minutos*"(Moreno, 2020) que promueve la proximidad de necesidades y servicios dentro de un radio de 15 minutos a pie o en bicicleta, basándose en conceptos como crono-urbanismo, cronotopía y topofilia (Tuan, 2007).

El urbanismo humanizado se manifiesta a través de:

1) Diversificación de usos del suelo
2) Infraestructura peatonal y ciclista
3) Espacios públicos de calidad
4) Servicios de proximidad
5) Participación ciudadana

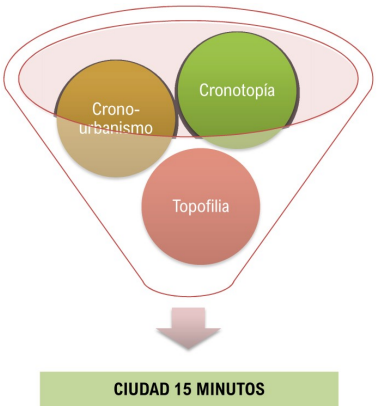
Su implementación requiere intervenciones técnicas y políticas en el planeamiento, como la diversificación y densificación del uso del suelo, infraestructura para movilidad sostenible, espacios públicos y verdes, descentralización de servicios y procesos participativos.

Gráfico 7. Ideas base Ciudad 15 minutos



Fuente. Creación propia

Gráfico 8. Tiempo y lugar en Concepto Ciudad 15 minutos



Fuente. Creación propia

En España, el período de la transición se caracterizó por dos líneas de actuación principales:

- Planes generales municipales: enfocados en el interior de las ciudades y basados en la noción de proyecto urbano, como el Plan de Madrid de 1985, concebido bajo el lema "Recuperar Madrid" en un contexto de estabilidad demográfica proyectada (Ayuntamiento de Madrid,1985).
- Erradicación del chabolismo: respuesta a las demandas del movimiento vecinal, destacando la amplia remodelación de barrios en Madrid (Villasante, 1984).

Aunque estos esfuerzos no lograron una regeneración urbana integral, sentaron las bases para la revitalización gradual de áreas específicas dentro de la ciudad. En 2004, el arquitecto y urbanista Carlos García Vázquez publicó *La Ciudad Hojaldre: Visiones Urbanas del Siglo XXI*, ofreciendo una perspectiva innovadora sobre la complejidad y estratificación de las ciudades contemporáneas y proporcionando un marco teórico para entender las múltiples capas y dinámicas urbanas.

En abril de 2016, durante la 8ª Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles, se presentó la Declaración Vasca, que ofrece 15 pasos transformadores, agrupados en tres categorías de transformación.

Tabla 23. Principios Declaración Vasca

DECLARACIÓN VASCA	
SOCIOCULTURAL	Garantizar la igualdad de acceso a los servicios municipales
	Involucrar a los ciudadanos mediante participación activa
	Fomentar el compromiso del sector privado y cívico local
	Promover la innovación social para mayor inclusión
	Estimular la economía colaborativa
SOCIOECONÓMICA	Capitalizar la economía y producción local
	Fortalecer las cadenas de valor locales
	Implementar enfoques de financiación innovadores
	Adoptar principios de contratación sostenible
	Avanzar hacia una economía circular
TECNOLÓGICA	Aplicar tecnologías inteligentes
	Promover la sostenibilidad e innovación mediante contratación pública
	Garantizar igualdad de acceso a información y servicios digitales
	Apoyar normas de datos abiertos
	Preparar políticas para cambios socioculturales derivados de la innovación tecnológica

Fuente. Creación propia

Un ejemplo destacado es el Proyecto de Rehabilitación del Distrito 22@ en Barcelona, que transformó un antiguo distrito industrial en un área de innovación tecnológica y conocimiento. Este proceso incluyó consultas públicas, talleres y mesas redondas con residentes, empresas y otras partes interesadas, adaptando los planes a las necesidades locales y promoviendo el desarrollo económico y social.

En 2023, durante la sexta edición del Foro de las Ciudades en Madrid, se analizó la planificación urbana adaptada al cambio climático, destacando la necesidad de prácticas de urbanismo regenerativo y la implementación de la Agenda Urbana como marco estratégico.

En España, implementar los planes de acción de la Agenda Urbana a nivel local y provincial es esencial para abordar desafíos sociales y ambientales, como el cambio climático, la contaminación y el estrés hídrico. La New Urban Agenda (NUA), adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) en 2016, guía el desarrollo urbano sostenible en las próximas décadas. Sus objetivos incluyen sostenibilidad ambiental, inclusión social, prosperidad económica, resiliencia urbana y gobernanza participativa. La Nueva Agenda Urbana y el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 **(**ODS 11) emergen como vías prometedoras para el futuro urbano. La definición armonizada del Grado de Urbanización, que clasifica asentamientos humanos en ciudades, pueblos, áreas semidensas y rurales, proporciona una herramienta clave para comparar internacionalmente el proceso de urbanización (ONU-Hábitat, 2016).

Tabla 24 Conceptos de Agenda Urbana ONU

AGENDA URBANA	
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	Prácticas urbanísticas que minimicen el impacto ambiental
	Uso eficiente de recursos naturales y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
	Creación de espacios verdes y la conservación de la biodiversidad urbana
INCLUSIÓN SOCIAL	Acceso equitativo a servicios básicos como vivienda, educación, salud y transporte.
	Participación de todos los grupos sociales en los procesos de planificación y toma de decisiones
	Equidad y la reducción de desigualdades urbanas
PROSPERIDAD ECONÓMICA	Desarrollo económico local y la creación de empleo
	Innovación y el emprendimiento urbano
	Competitividad y la atracción de inversiones
RESILIENCIA URBANA	Estrategias para enfrentar y adaptarse a los impactos del cambio climático
	Capacidad de respuesta ante desastres naturales y emergencias
	infraestructura resistente y adaptable
GOBERNANZA PARTICIPATIVA	Colaboración entre gobiernos locales, sector privado, sociedad civil y ciudadanos.
	Transparencia y la rendición de cuentas en la gestión urbana
	Planificación integrada y coordinada a diferentes niveles de gobierno

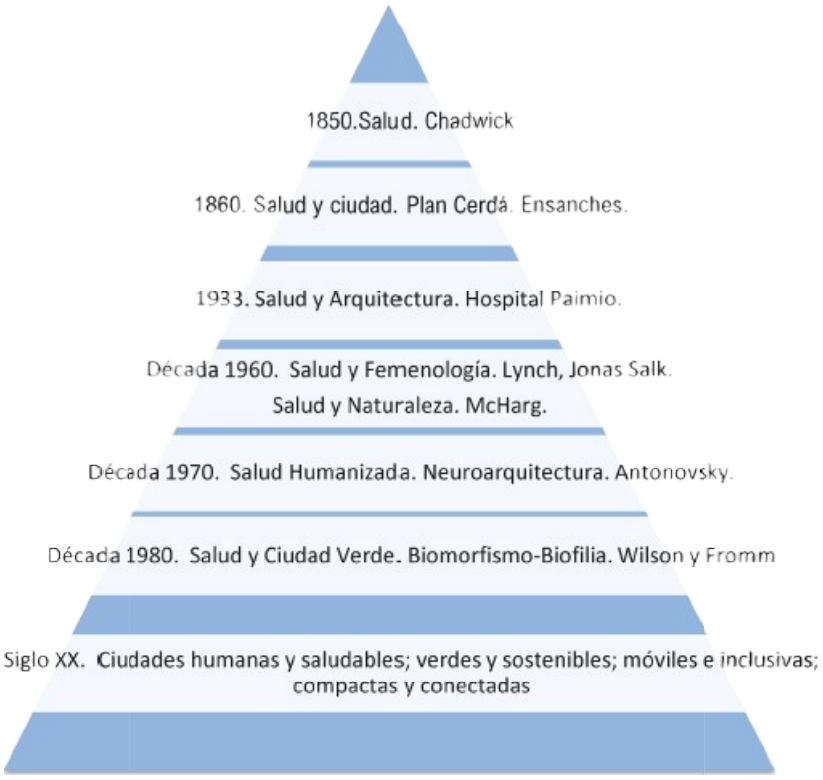
Fuente. Creación propia

Es crucial planificar y gestionar las densidades urbanas en países de bajos ingresos para evitar presión insostenible sobre infraestructuras y servicios. También es necesario mejorar las capacidades de planificación para ciudades pequeñas y emergentes y crear ciudades amigables para todas las generaciones, especialmente para personas mayores (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2015).

Conclusión

El urbanismo ha evolucionado de enfoques centrados en la higiene pública y la planificación militar a modelos complejos que integran salud, bienestar y sostenibilidad.

Gráfico 9. Evolución tratamiento urbano



Fuente. Creación propia

La relación entre el entorno y la salud es una constante que sigue siendo relevante hoy en día. La integración de principios de neuroarquitectura, urbanismo biofílico y diseño sostenible demuestra un compromiso con la creación de espacios que mejoren la calidad de vida. Iniciativas como la ciudad de los 15 minutos y proyectos emblemáticos como el Distrito 22@ en Barcelona ejemplifican la aplicación práctica de estas ideas.

En la actualidad, la implementación de la Agenda Urbana y la adopción de prácticas de urbanismo regenerativo son cruciales para enfrentar los desafíos del cambio climático y la urbanización sostenible. La planificación y gestión de densidades urbanas, la mejora de capacidades de planificación y la creación de ciudades inclusivas y accesibles son esenciales para un futuro urbano próspero y resiliente.

Los nuevos parámetros del espacio urbano y el urbanismo incluyen:

Tabla 25 Nuevas dimensiones espacio urbano y ciudad

NUEVAS DIMENSIONES ESPACIO URBANO Y CIUDAD	
ESPACIO URBANO ABSTRACTO	Elementos invisibles como flujos de datos y radiaciones son fundamentales para el diseño urbano, mejorando salud y eficiencia
NUEVA CONCEPCIÓN	La ciudad se mide por conectividad digital, calidad del aire, niveles de ruido y distribución de energía, cruciales para la calidad de vida
INTERSECCIÓN DE FLUJOS	Flujos eléctricos, sonoros, magnéticos y térmicos crean una geografía urbana dinámica, monitoreada para mejorar la planificación.
CARTOGRAFÍA DE NUEVOS PAISAJES	Los paisajes urbanos se delinean por movilidad, conectividad y flujos de energía, afectando la salud pública
URBANISMO FISIOLÓGICO	El diseño urbano debe considerar el impacto en la salud y bienestar, incluyendo calidad del aire y accesibilidad a servicios
CIUDAD HABITABLE Y SALUDABLE	La infraestructura debe facilitar una relación positiva con los habitantes, integrando tecnologías para monitorear y gestionar la salud urbana

Fuente. Creación propia

Gráfico 10. Vectores espacio urbano saludable

Fuente. Creación propia

Gráfico 11 Valores Ciudad futuro

Fuente. Creación propia

Tabla 26 Comparativa principios de Neos urbanismos

NEOS URBANISMOS			
NEUROARQUITECTURA	**CIUDAD BIOFÍLICA**	**URB. FISIOLÓGICO**	**CIUDAD 15´**
CONEXIÓN VISUAL NATURALEZA	CONEXIÓN VISUAL NATURALEZA	CONEXIÓN VISUAL NATURALEZA	
CONEXIÓN SENSORIAL NATURALEZA	CONEXIÓN SENSORIAL NATURALEZA	CONEXIÓN SENSORIAL NATURALEZA	
	VARIACIONES TÉRMICAS Y CORRIENTES AIRE	VARIACIONES TÉRMICAS Y CORRIENTES AIRE	
	PRESENCIA AGUA	PRESENCIA AGUA	
	LUZ DINÁMICA	LUZ DINÁMICA	
	CONEXIÓN PROCESOS NATURALEZA	CONEXIÓN PROCESOS NATURALEZA	
	FORMAS BIOMÓRFICAS	FORMAS BIOMÓRFICAS	
	CONEXIÓN MATERIALIDAD-NATURALEZA	CONEXIÓN MATERIALIDAD-NATURALEZA	
	INFORMACIÓN SENSORIAL JERARQUÍA NATURALEZA	INFORMACIÓN SENSORIAL JERARQUÍA NATURALEZA	
SENSACIÓN SEGURIDAD	VISIÓN CONTROL, VIGILANCIA	VISIÓN CONTROL, VIGILANCIA	
	MISTERIO-CURIOSIDAD	MISTERIO-CURIOSIDAD	
	PUNTO DE REFUGIO	PUNTO DE REFUGIO	
	PUNTO DE RIESGO IDENTIFICABLE	PUNTO DE RIESGO IDENTIFICABLE	
		CALIDAD DEL AIRE	
CONTROL ILUMINACIÓN MÁXIMA LUZ NATURAL	MÁXIMA LUZ NATURAL	CONTROL ILUMINACIÓN MÁXIMA LUZ NATURAL	
CONFORT HIGROTÉRMICO		CONFORT TÉRMICO	
CONFORT ACÚSTICO		CONTROL DEL RUIDO	
		ERGONOMÍA	
PSICOLOGÍA DEL COLOR		PSICOLOGÍA DEL COLOR	
FORMAS ORGÁNICAS		FORMAS ORGÁNICAS	
MATERIALES NATURALES		MATERIALES NATURALES	
CONFORT OLFATIVO		CONFORT OLFATIVO	
VISIÓN AMPLIA		VISIÓN AMPLIA	
	PEATONALIZACIÓN	PEATONALIZACIÓN	PEATONALIZACIÓN
	ALTA PERMEABILIDAD	ALTA PERMEABILIDAD	
	CORREDORES VERDES Y AZULES	CORREDORES VERDES Y AZULES	
	TRANSPORTE VERDE	TRANSPORTE VERDE	
	GESTIÓN VERDE REGIONAL	GESTIÓN VERDE REGIONAL	
	RED EDUCACIÓN MEDIOAMBIENTAL	RED EDUCACIÓN MEDIOAMBIENTAL	
	PIEL EDIFICIO VERDE	PIEL EDIFICIO VERDE	
	ESPACIOS VERDES URBANOS	ESPACIOS VERDES URBANOS	
	CONTINUIDAD URBANA VERDE	CONTINUIDAD URBANA VERDE	
	CUERPOS DE AGUA	CUERPOS DE AGUA	
	FLORA ENDÉMICA	FLORA ENDÉMICA	
	GESTIÓN AGUA BASE NATURAL	GESTIÓN AGUA BASE NATURAL	
			ZONIFICACIÓN POR USOS ≤15´
			INTERACCIÓN SOCIAL
			ESPACIOS URBANOS POLIVALENTES
			PARTICIPACIÓN COMUNITARIA
			VÍNCULO EMOCIONAL CON ENTORNO

Fuente. Creación propia

Tabla 27 Evolución valores

	AUTOR	ESCALA	ASPECTO SOCIAL	VALORES HUMANOS	ÁMBITO	COHESIÓN URBANA	COHESIÓN SOCIAL	ESPACIO PÚBLICO	HÁBITAT
1867	CERDÁ	COLECTIVIDAD HUMANA			URBE				
1882	A. SORIA		FAMILIA- CASA		LINEAL CONTÍNUA				
1913	CLARENCE PERRY	UNIDAD VECINAL	COHESIÓN SOCIAL		URBE			HUMANIZACIÓN	
1943	ABERCROMB				REGIÓN				
1950	TEAM X	ESCALAS INTERMEDIAS			URBE				
AÑOS 60	JACOBS	ENTROPÍA		BAILE ACERAS	URBE				
	MUNFORD			VALORES HUMANOS	URBE	CULTURA			
	BOLONIA	DESCENTRALIZACIÓN	EQUILIBRIO SOCIAL	ESPACIO-PERSONAS	REGIÓN	PATRIMONIO	PARTICIPATIVO	HUMANIZACIÓN	ZONAS VERDES
AÑOS 70	GEHL	ESCALA HUMANA	PAZ URBANA	SENTIDOS PERCEPCIONES	URBE	BORDES	SOSTENIBILIDAD SOCIAL	HUMANIZACIÓN	SALUDABLE
	LEFEVRE	3 DIMENSIONES	DERECHO A LA CIUDAD			NEGOCIACIÓN	PARTICIPATIVO	SOCIAL	
	CULLEN	ESCALA HUMANA		PERCEPCIÓN SENSORIAL	URBE	VALOR DEL LUGAR			
	ALEXANDER	ESCALA HUMANA		CALIDAD SIN NOMBRE			PARTICIPATIVO		ENFOQUE ORGÁNICO
	WHYTE	ESCALA HUMANA	SOCIABILIDAD	ESPACIO-PERSONAS	URBE	FLEXIBILIDAD USABILIDAD	SEGURIDAD CONFORT	ATRACCIÓN RETENCIÓN	
80´S	IBA	DESCENTRALIZACIÓN	EQUILIBRIO SOCIAL		URBE		PARTICIPATIVO		SOSTENIBILIDAD
S.XXI	DESCENTRALIZACIÓN		INCLUSIÓN	ESPACIO-PERSONAS	REGIÓN	RESILIENCIA REGENERACIÓN	GOBERNANZA	HUMANIZACIÓN ENFOQUE ORGÁNICO	SOSTENIBILIDAD

Fuente. Creación propia

El urbanismo contemporáneo ha evolucionado hacia modelos que integran salud, bienestar y sostenibilidad, superando enfoques tradicionales que fragmentaban la relación entre estructura urbana y calidad de vida. Conceptos como la **neuroarquitectura**, el **urbanismo biofílico** y el **diseño regenerativo** promueven entornos que conectan a las personas con la naturaleza, basados en estudios que demuestran cómo el entorno influye en la salud mental y física (Kellert, 2015; Gehl, 2010).

Estas corrientes evidencian que la exposición a espacios verdes no solo mejora la salud mental y reduce el estrés, sino que también fomenta estilos de vida más saludables, disminuyendo enfermedades crónicas y promoviendo mayor cohesión social (Ulrich et al., 1991). La **neuroarquitectura** se centra en cómo los entornos influyen en la neuroplasticidad cerebral, mientras que el **urbanismo biofílico** se orienta hacia la integración de elementos naturales en la planificación urbana para fomentar el bienestar.

Iniciativas como la **"ciudad de los 15 minutos"** reorganizan el entorno urbano para reducir la dependencia del automóvil, facilitando la regeneración de comunidades locales e interacciones sociales más saludables (Moreno, 2020). Asimismo, proyectos como el **Distrito 22@ en Barcelona** transforman áreas industriales en espacios de innovación que conjugan actividad económica, residencias y zonas verdes, priorizando la sostenibilidad y el equilibrio entre densidad urbana y accesibilidad. La inclusión de zonas verdes y la apuesta por la movilidad sostenible refuerzan el vínculo con la **sostenibilidad del hábitat**, ya que se enfocan en revitalizar el entorno construido y adaptarlo para promover una mejor calidad de vida.

Estos enfoques no solo mejoran el entorno urbano, sino que también establecen una base sólida para la **resiliencia urbana**, ya que permiten una adaptación flexible y rápida a las fluctuaciones del entorno y a los efectos del cambio climático. La implementación de espacios accesibles, integrados y conectados con la naturaleza fomenta la capacidad de recuperación de las comunidades ante eventos extremos, al proporcionar áreas de refugio y alentar la participación comunitaria en la planificación y gestión del entorno urbano. Por tanto, la **humanización y ecologización de las ciudades** no solo se relaciona con la salud y el bienestar de sus habitantes, sino que también contribuye a la sostenibilidad del hábitat y refuerza la resiliencia urbana frente a los desafíos contemporáneos.

3.2. La sostenibilidad del hábitat

En Arquitectura y Urbanismo, tres pilares esenciales son lugar, tiempo y espacio. La disciplina ha evolucionado, enfocándose más en el usuario, mejorando la experiencia humana y fomentando la interacción social. La mayor conciencia del valor ecosistémico ha introducido el hábitat como un nuevo pilar esencial.

Actualmente, Arquitectura y Urbanismo se desarrollan en un contexto marcado por el cambio climático y la transformación tecnológica. El concepto de lugar es dinámico, y el tiempo se ha vuelto imprevisible. La preocupación por el espacio persiste, pero su interpretación y usos evolucionan, influenciados por el entorno actual. Surgen nuevas formas de usar el espacio, nuevos flujos de movimiento, equipamientos y valores éticos y culturales.

Diseñar con información obsoleta es inviable. El conocimiento arquitectónico debe adaptarse a las nuevas circunstancias y necesidades contemporáneas. La complejidad de los contextos naturales, urbanos y humanos requiere múltiples enfoques y soluciones, manteniendo una visión holística, integral, sistémica, resiliente e inteligente.

En el nuevo paradigma de la sostenibilidad, las prácticas de intervención urbana han madurado y se han politizado, coincidiendo con el auge del movimiento ecologista y la creciente conciencia sobre la crisis ambiental (Brundtland, 1987; Cumbre de Río, 1992) **(**World Commission on Environment and Development, 1987; United Nations, 1992)**.** Las crisis petroleras de 1973 y 1979 destacaron la fragmentación urbana y las "gated communities" en EE.UU. y las urbanizaciones privadas en Europa, lo que forzó la necesidad de carreteras y centros comerciales.

Entre 1970 y 1990, pocos episodios combinaron regeneración urbana y conciencia ambiental, abordando energía, agua y residuos de manera convencional, lejos del debate contemporáneo sobre eficiencia energética y ciclos naturales urbanos. La movilidad permanecía sin tratarse en profundidad.

La tendencia antiurbana de parte del movimiento ecologista, influenciada por corrientes anglosajonas, se centraba en viviendas bioclimáticas autosuficientes. Alemania avanzó en ecología urbana gracias a su politización verde y alta densidad. La resistencia sistémica y la falta de herramientas conceptuales ralentizaron la regeneración urbano-ecológica.

La ambigüedad del término ambiental llevó a un enfoque más orientado hacia la calidad física y espacial del entorno urbano, sin integrar explícitamente conceptos de ecología urbana relacionados con biodiversidad, accesibilidad a recursos y eficiencia energética. Esta concepción ambiental, vinculada a la morfología urbana y su interacción con el usuario, contenía aspectos de ecología que ahora nutren el concepto de sostenibilidad urbana integral.

La convergencia con movimientos vecinales y el potente movimiento squatter londinense de los 70 condujo al desarrollo del planeamiento comunitario en Reino Unido, integrando la participación ciudadana en la planificación urbana. La British Urban Regeneration Association (BURA) se creó en 1990 para consolidar la regeneración urbana, con experiencias destacadas como la rehabilitación del área de Coin Street en Londres (Velázquez & Verdaguer, 2011).

Figura 32 Coin Street

Fuente. Extraída a 2.06.2024 de https://medium.com/@willjennings80/coin-street-community-builders-e2bc940c4d81

La influencia del postmodernismo arquitectónico se destacó entre finales de los años 70 y 80 en Europa, revalorizando el pasado y los modelos de ocupación tradicional, como los ensanches decimonónicos, la tipología de manzana cerrada y la calle tradicional. Sin embargo, su enfoque morfológico y disciplinar agotó rápidamente su capacidad de ruptura con los principios de la Carta de Atenas y de reacción frente a enfoques sociologistas y estructuralistas anteriores.

En la década de 1990, se comenzaron a formular institucionalmente estrategias que integraban regeneración urbana y paradigma ecológico. El Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano fue un hito (Comisión Europea, 1990), seguido por la Cumbre de Río de 1992, que originó el Programa 21 y la Agenda 21, una herramienta de planificación y evaluación ambiental enfocada en mantener el tejido urbano consolidado. La creación del Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI) consolidó estas iniciativas.

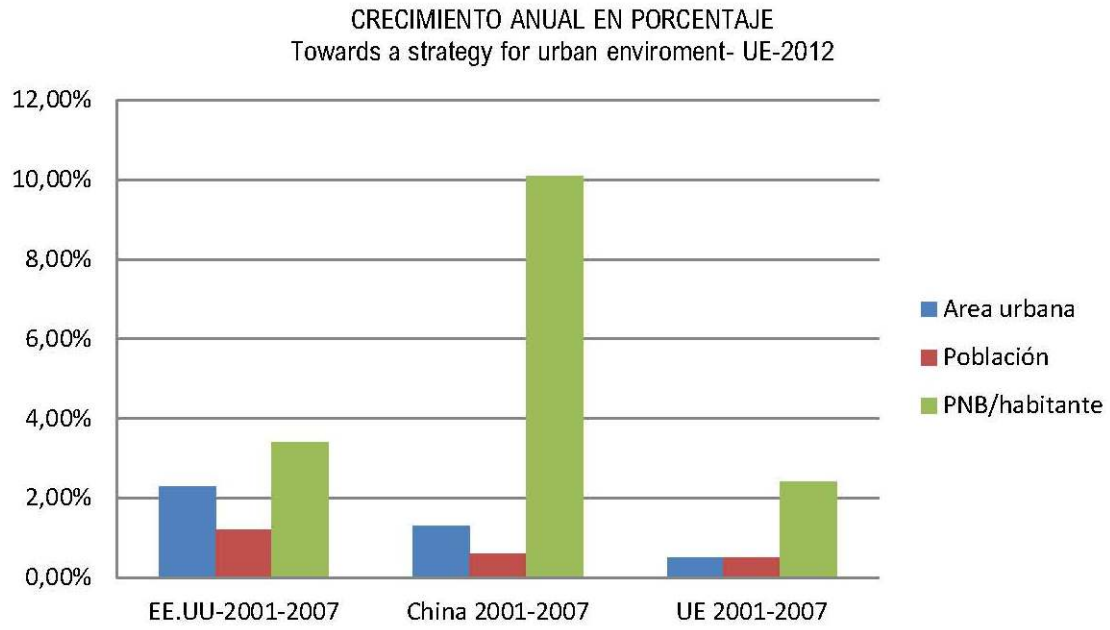
En 1994, la Conferencia Europea sobre Ciudades Sostenibles en Aalborg lanzó la Campaña Europea de Ciudades Sostenibles (Carta de Aalborg, 1994). En 2000 resultó en la Declaración de Hannover, argumentando que la sostenibilidad urbana se logra actuando sobre suelo reutilizado (Tercera Conferencia Paneuropea de Ciudades y Municipios Sostenibles, 2020).

Durante los 90, se destacó la exclusión social en barrios en crisis debido a la reestructuración productiva en Europa, que causó desempleo y malestar social. El programa URBAN (1994-1999) asignó fondos europeos para la regeneración urbana, enfatizando la participación de todos los agentes sociales y departamentos técnicos.

En 1997, la Comisión Europea presentó *Hacia un Programa/Agenda Urbana en la Unión Europea*, iniciando la Iniciativa de Intercambios Urbanos para compartir buenas prácticas locales. En 1998, el Marco de Actuación para el Desarrollo Urbano Sostenible en la Unión Europea complementó las ideas comunitarias sobre política urbana (Unión Europea, 1998).

En 1999, la Urban Task Force en el Reino Unido, apoyada por BURA, presentó *Towards an Urban Renaissance*, un informe que abordó el desarrollo urbano, incluyendo la extensión urbana ex-novo y la intervención en cascos urbanos, barrios y pueblos. El informe recomendó priorizar el uso de suelo reutilizado (brownfield) en políticas de creación de vivienda, influyendo en la Planning Policy Guidance del Reino Unido (Grupo de trabajo urbano, 1999).

Gráfico 12 Comparativa crecimiento poblacional y espacio ocupado



Fuente Creación propia sobre datos UE-2012

El camino hacia la sostenibilidad en los años 90 planteó que la expansión urbana era el principal problema para el desarrollo de las ciudades y la sociedad. El crecimiento incontrolado conllevaba:

- Reducción del terreno agrícola productivo.
- Destrucción de ecosistemas y fragmentación del paisaje.
- Peor calidad de vida por la reducción de espacios verdes.
- Mayor dependencia del tráfico rodado, mayores desplazamientos y más contaminación.
- Formación de guetos, segregación social y diferencias sociales.
- Generación de brechas urbanas por carreteras, autopistas y vías ferroviarias.

En síntesis, dos problemas: ambiental y social. Este abordaje se llamó sostenibilidad.

Entre 1998 y 2007 hubo un estancamiento en las políticas de sostenibilidad debido a un boom inmobiliario tras la crisis bursátil de 2002-2003 (Naredo, 2010). Las fuerzas económicas minimizaron las políticas de sostenibilidad, vistas como una amenaza para las expectativas especulativas. A pesar de los diagnósticos negativos sobre el cambio climático y la crisis energética, las conferencias internacionales sobre medio ambiente entre 2000 y 2007 no lograron avances significativos, reduciendo las expectativas del Protocolo de Kioto de 1997.

Las políticas de regeneración urbana no declinaron totalmente. La gentrificación y las intervenciones en barrios desfavorecidos continuaron, aunque secundarias frente a las políticas de expansión urbana. En Europa, la iniciativa URBAN tuvo una segunda convocatoria (2000-2006). El segundo ciclo de revueltas urbanas en Francia en 2005 reavivó las preocupaciones sobre la exclusión social. En el Reino Unido se eliminó la prioridad de desarrollar suelos reciclados, mientras que Alemania mantuvo criterios de sostenibilidad, destacando el ecobarrio de Vauban y el concepto de "factor de espacio verde" en Berlín (1994), con 50% de suelos permeables, adaptado por otros países.

En Suecia y Dinamarca se implementaron estrategias de sostenibilidad, destacando Malmö, Suecia. Con una población de 300.000 y un área metropolitana de 725.000, es la tercera ciudad del país. Históricamente industrial y portuaria, sufrió una crisis en los años 80 con la pérdida de 30.000 empleos en astilleros y el colapso de Saab en 1996.

Malmö se reconvirtió en una ciudad del conocimiento, desarrollando universidades y atrayendo empresas tecnológicas. En 1996 fue seleccionada para una exposición nacional de vivienda, iniciando un proyecto de regeneración urbana en 1997. En 2000, la integración en el área metropolitana de Copenhague y el Puente de Öresund aumentaron su valor transfronterizo.

Esto impulsó una conciencia de sostenibilidad y dio lugar a proyectos como Augustenborg-Ecociudad y Western Harbour/Bo01. Malmö adoptó un enfoque sostenible, con un plan maestro y pequeñas parcelas para desarrolladores. El programa ambiental de 1998-2002 del ayuntamiento incluyó objetivos de reducción de CO2 y uso de energía renovable.

El Programa de Calidad de Malmö incluía:

- Recuperación de suelos portuarios contaminados.
- Factor de espacio verde (50% suelo permeable).
- Puntos verdes, asegurando medidas de sostenibilidad y biodiversidad, debiendo al menos incorporar 10 de las 35 opciones de puntos verdes en cada desarrollo urbano.

Tabla 28 Factor espacio verde en Malmö, año 1998.

FACTOR ESPACIO VERDE	
TIPO DE ÁREA	**FACTOR**
VEGETACIÓN: LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS TIENEN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO PROFUNDO Y EL AGUA PUEDE FILTRARSE AL AGUA SUBTERRÁNEA.	**1**
VEGETACIÓN: LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS NO TIENEN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO A MÁS DE 80 CMTS DE PROFUNDIDAD, POR EJEMPLO, JARDINES SOBRE ESTRUCTURA ARQUITECTÓNICA.	**0,6**
CUBIERTAS VERDES INTENSIVAS O EXTENSIVAS	**0,8**
AGUA ABIERTA EN ESTANQUES, ETC. EL ÁREA TIENE AGUA DURANTE AL MENOS 6 MESES AL AÑO.	**1**
ÁREAS NO PERMEABLES INCLUIDAS CUBIERTAS	**0**
ZONAS EMPEDRADAS, CON JUNTAS ABIERTAS POR DONDE PUEDE INFILTRARSE EL AGUA.	**0,2**
ÁRAS SEMIPERMEABLES: ARENA, GRAVA, ETC..	**0,4**
MUROS VERDES: PLANTAS TREPADORAS. CALCULADA EL ÁREA DE LA PARED QUE ESTARÁ CUBIERTA POR VEGETACIÓN DENTRO DE 5 AÑOS. ALTURA MÁXIMA: 7,6 MTS	**0,7**
ÁRBOLES CON DIÁMETRO DE TRONCO SUPERIOR A 35 CM. CALCULADO PARA UNA SUPERFICIE MÁXIMA DE 25 M2. DOS FACTORES POR CADA ÁRBOL	**0,4**
ARBUSTOS DE MÁS DE 23 CMTS. CALCULADO PARA UN ÁREA MÁXIMA DE 5 M2. DOS FACTORES POR CADA ARBUSTO	**0,2**

Fuente Creación propia

Es, probablemente, la primera ocasión en que, de modo consensuado, se marcan unas directrices urbanísticas de actuación en aras de defensa y mejora del ecosistema.

Tabla 29 Opciones punto verde, mínimo cumplir 10. Malmö 1998.

35 OPCIONES DE PUNTO VERDE	
UN NIDO PÁJAROS POR CADA VIVIENDA	BIOTOPO ESPECIFICO PARA INSECTOS EN EL PATIO (UN PUNTO PARA ZANCUDOS Y OTROS INSECTOS ACUÁTICOS)
NIDO DE MURCIÉLAGOS EN EL PATIO	TODAS LAS SUPERFICIES DEL PATIO SON PERMEABLES
TODAS LAS SUPERFICIES NO PAVIMENTADAS DENTRO DEL PATIO TIENEN SUFICIENTE PROFUNDIDAD Y CALIDAD DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE HORTALIZAS	EL PATIO INCLUYE UN JARDÍN RÚSTICO CON DIFERENTES SECCIONES
TODOS LOS MUROS POSIBLES CUBIERTAS CON PLANTAS TREPADORAS	HAY 1 M2 DE ESTANQUE POR CADA 5 M2 DE AREA PAVIMENTADA EN EL PATIO
VEGETACIÓN DEL PATIO SELECCIONADA PARA SER NÉCTAR Y VARIEDAD DE ALIMENTO PARA LAS MARIPOSAS	NO HAY MÁS DE 5 ÁRBOLES O ARBUSTOS DE LA MISMA ESPECIE
TODOS LOS BIOTOPOS DENTRO DEL PATIO ESTÁN DISEÑADOS PARA SER HÚMEDOS	LOS BIOTOPOS DEL PATIO SON TOLERANTES A LA SEQUÍA
TODOS LOS BIOTOPOS DENTRO DEL PATIO ESTÁN DISEÑADOS PARA SER SEMINATURALES	TODAS LAS AGUAS PLUVIALES FLUYEN DURANTE AL MENOS 7,6 MTS EN SUPERFICIE ANTES DE ENTRAR A LA CUENCA O TUBERÍAS DE RECOGIDA
EL PATIO ESTÁ AJARDINADO, PERO HAY CÉSPED NO CORTADO	TODAS LAS AGUAS PLUVIALES DE EDIFICIOS O SUPERFICIES DURAS SON RECOGIDAS Y USADAS PARA RIEGO
TODAS LAS PLANTAS TIENEN ALGÚN USO DOMÉSTICO	HAY HÁBITATS DE RANAS DENTRO DEL PATIO Y ESPACIOS ADECUADOS PARA SU HIBERNACIÓN
EN PATIO HAY AL MENOS 5 M2 DE INVERNADERO POR CADA VIVIENDA	HAY COMIDA PARA PÁJAROS DURANTE TODO EL AÑO EN PATIO
HAY AL MENOS 2 VARIEDADES DIFERENTES DE CULTIVOS ANTIGUOS DE FRUTAS Y BAYAS POR CADA 100 M2 DE PATIO	LAS FACHADAS DE LOS EDIFICIOS TIENEN ESTANTES PARA ANIDACIÓN DE GOLONDRINAS
TODO EL PATIO SE USA PARA CULTIVO DE HORTALIZAS, FRUTAS Y BAYAS	LOS DESARROLLOS SON CONSULTADOS CON EXPERTOS EN ECOLOGÍA
LAS AGUAS GRISES SON TRATADAS EN EL PATIO Y REUTILIZADAS	TODOS LOS RESÍDUOS DOMÉSTICOS Y DE JARDÍN BIODEGRADABLES SE COMPOSTAN
SOLO SE USAN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN RECICLADOS EN EL PATIO	CADA VIVIENDA TIENE AL MENOS 2 M2 DE PARCELA DE CULTIVO EMPOTRADAS O JARDINERAS EN EL BALCÓN
AL MENOS LA MITAD DEL PATIO ES LÁMINA DE AGUA	EL PATIO TIENE UN DETERMINADO COLOR Y TEXTURA COMO TEMA COMPOSITIVO
TODOS LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS DEL PATIO SON DE FRUTAS Y BAYAS PARA OSOS	EL PATIO TIENE PLANTAS RECORTADAS Y FORMADAS COMO TEMA COMPOSITIVO
UNA SECCIÓN DEL PATIO SE DEJA PARA EL CRECIMIENTO NATURAL	HAY AL MENOS 50 HIERBAS SILVESTRES SUECAS CON FLOR EN EL PATIO
TODOS LOS EDIFICIOS TIENEN CUBIERTA VEGETAL	

Fuente Creación propia

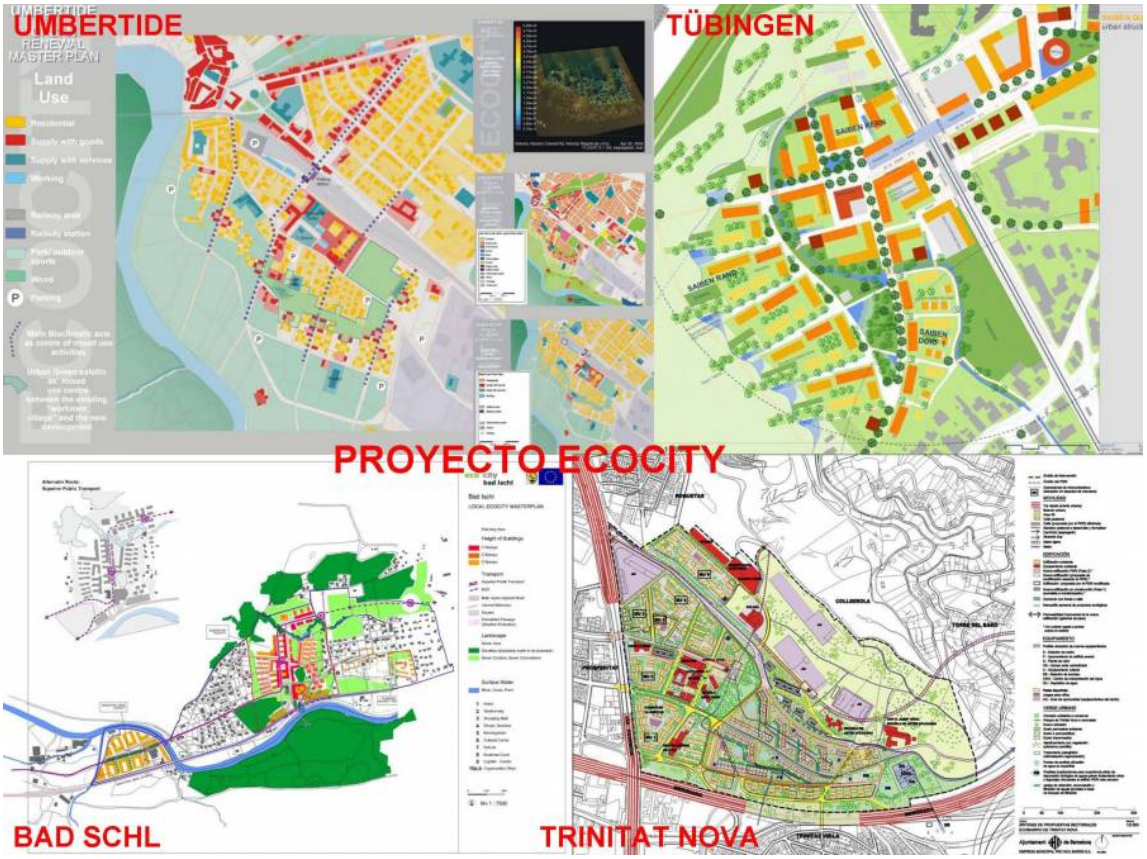
La Declaración de Xi'an (2005) sobre la Conservación del entorno de estructuras, sitios y áreas patrimoniales promueve la interacción entre patrimonio, entorno y ambiente natural, fomentando la conservación histórico-cultural, prácticas sostenibles y la participación activa de comunidades locales en la gestión de espacios urbanos y costeros (ICOMOS, 2005).

En España, las políticas de sostenibilidad urbana fueron secundarias, enfocándose principalmente en proyectos de rehabilitación arquitectónica para generar plusvalías mediante la gentrificación y en proyectos con financiación europea. Excepciones incluyen el Programa de Rehabilitación Integral del Casco de Zaragoza, el Barrio de La Mina en Barcelona-Sant Adrià del

Besòs y el Ecobarrio de Trinitat Nova en Barcelona, impulsado por vecinos y parte del proyecto Ecocity europeo (Gea21, 2004).

La Llei de Barris (2004) de la Generalitat de Catalunya fue una iniciativa clave en la regeneración urbana en España. Este instrumento de financiación, gestión y planificación abordó la segregación urbana y promovió la cohesión social, integrando aspectos de movilidad, espacio público y forma urbana (Gentcat, 2004).

Figura 33 Ejemplos Ecobarrios



Fuente Extraída a 05.06.2024 de https://www.gea21.com/archivo/pr-proyecto-ecocity/

De 1998 a 2007, las experiencias de sostenibilidad fueron subsidiarias de la euforia expansiva en la construcción, centradas en energías renovables, gestión de residuos y movilidad sostenible, usando la sostenibilidad como marketing. A pesar de esto, se consolidó la conciencia ambiental entre sectores institucionales, académicos y profesionales.

En 2007, la crisis económica global comenzó con quiebras de hedge funds ligados a hipotecas subprime. En España, el exceso de viviendas vacías se convirtió en un problema. Un avance relevante fue el Código Técnico de Edificación de 2006, que destacó el ahorro energético (Ministerio de Vivienda, 2006).

A nivel europeo, la Iniciativa Urbana de 2006 y la Carta de Leipzig de 2007 reafirmaron la necesidad de un desarrollo urbano integrado y la intervención en barrios desfavorecidos (Unión Europea, 2007).

Entre 2007 y 2010, estrategias y políticas se enfocaron en la intervención sobre lo construido. En España, la Carta de Leipzig se materializó en el Real Decreto 2066/2008, regulando el Plan

Estatal de Vivienda y Rehabilitación 2009-2012 (Ministerio de Vivienda, 2008). La regeneración urbana ganó protagonismo debido a la crisis económica.

En 2010, un informe de WWF y la European Climate Foundation concluyó que el sector residencial español podría reducir el consumo de energía en al menos un 30% para 2020 (World Wildlife Fund, 2010). El Documento de Madrid de ICOMOS en 2011 y el informe *Una visión-país para el sector de la edificación en España* de Cuchí y Sweatman en 2011, también subrayaron la importancia de la sostenibilidad y la renovación urbana (ICOMOS, 2011; Cuchí & Sweatman, 2011).

En 2010, la Declaración de Toledo destacó un enfoque integral de la sostenibilidad urbana (Unión Europea, 2010).

Tabla 30 Declaración de Toledo

DECLARACIÓN DE TOLEDO		
UE 2010	RESILIENCIA URBANA > MEDIO AMBIENTE + EFICIENCIA ENERGÉTICA	
	ESTRATEGIAS	PERSPECTIVA TERRITORIAL= MINIMIZAR CONSUMO SUELO
		RECICLAJE URBANO = CONTROLAR DISPERSIÓN URBANA
	REGENERACIÓN URBANA INTEGRADA = DESARROLLO INTELIGENTE + SOSTENIBLE + INCLUSIVO	
	ECOEFICIENCIA DESARROLLOS URBANÍSTICOS < ≠ ECOEFICIENCIA TEJIDO URBANO EXISTENTE	
	CLAVES	POLÍTICAS DE PROXIMIDAD Y VARIEDAD DE USOS
		MEJORA DE LA GESTIÓN DE ENERGÍA Y RECURSOS
		PROMOCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES
		RECICLAJE DE SUELO
		ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
	MARCO EUROPEO DE REFERENCIA DE LA CIUDAD SOSTENIBLE (RFSC)= HERRAMIENTA OPERATIVA PARA LAS CIUDADES TAMAÑO MEDIANO Y PEQUEÑO	
	NECESIDAD DE CONSOLIDAR AGENDA URBANA EUROPEA.	

Fuente Creación propia

El reconocimiento de la intervención en el tejido urbano consolidado como vía hacia la sostenibilidad urbana es crucial, pero enfrenta obstáculos debido a la tensión entre consumo y medio ambiente en el modelo económico dominante. Se priorizan estrategias de eficiencia sobre reducción y reutilización, relegando las políticas ambientales ante el crecimiento económico. El sector inmobiliario busca reactivar el mercado, priorizando la rehabilitación física y la gentrificación, dejando la regeneración de barrios desfavorecidos al sector público con recursos limitados.

Superar la resistencia al cambio de paradigma urbano-territorial es esencial para materializar la regeneración urbana ecológica. Problemas actuales incluyen:

Inestabilidad en la Comunidad Europea, como el Brexit y guerras en el este de la UE.

- Inercia en la cultura administrativa, técnica y académica, reticente a establecer conexiones entre diversas áreas de competencia.
- Falta de conciencia y cultura participativa de los ciudadanos en la planificación urbana.
- Ausencia de organismos de gestión conjunta que integren a todos los actores involucrados.
- Falta de conciencia del medio ambiente como elemento transversal.
- Mantenimiento de la fractura urbano-periurbano-rural, cohibiendo el mantenimiento de

usos agrícolas en áreas periurbanas y la implementación de huertos urbanos.

- Necesidad de superar la concepción actual de los sectores metabólicos (energía, agua y residuos) como subsidiarios, sin la convergencia entre metabolismo urbano y calidad de vida.

La crisis climática avanza más rápido que las soluciones urbanísticas y legislativas. La Ley 21/2013 de evaluación ambiental de proyectos en España, establece la consideración del cambio climático en todas las fases del proyecto, requiriendo análisis detallados de sus efectos. Se priorizan medidas de limitar, mitigar y compensar el sellado del suelo (Ley 21/2013, 2013).

El sellado del suelo contribuye al efecto de isla de calor urbana, afectando negativamente la biodiversidad, calidad del aire y bienestar humano. Reducir este sellado y mantener áreas verdes puede mitigar estos efectos. La Agenda Urbana Española 2019 establece cinco objetivos estratégicos:

- Ordenar el territorio y hacer un uso racional del suelo.
- Evitar la dispersión urbana y revitalizar la ciudad existente.
- Prevenir y reducir los impactos del cambio climático y mejorar la resiliencia.
- Hacer una gestión sostenible de los recursos y favorecer la economía circular.
- Favorecer la proximidad y la movilidad sostenible.

Aunque son declaraciones de intenciones, no se materializan en los planes urbanísticos actuales. Técnicos e ideólogos han postulado diversas estrategias urbanísticas durante las últimas décadas, algunas ya mencionadas, en aras de la salud o de los valores humanos, que conllevan aspectos de sostenibilidad, como el urbanismo fisiológico o la Ciudad de los 15 minutos.

El urbanismo contemporáneo abarca una variedad de enfoques que, bajo distintas nomenclaturas, plantean propuestas específicas que, aunque a menudo se solapan, presentan diferencias sutiles pero importantes. Es necesario reflexionar sobre los matices que cada uno incluye para establecer cómo se interpretan en este estudio.

El concepto de **urbanismo sostenible y eco urbano** se basa en los principios del Informe Brundtland (1987), que define el desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades presentes sin comprometer las de futuras generaciones, equilibrando crecimiento económico, equidad social y protección ambiental **(**CMMAD, 1987). Aplicaciones del informe al urbanismo incluyen:

- Equidad intergeneracional: crea ciudades que preservan recursos naturales.
- Integración de dimensiones: combina economía, sociedad y ambiente, promoviendo eficiencia energética y justicia social.
- Participación y gobernanza inclusiva: fomenta la participación ciudadana en la planificación urbana.
- Prevención y precaución: aplica planificación preventiva y diseño resiliente.

Aplicaciones prácticas incluyen:

- Reducción de emisiones: proyectos urbanos que reducen gases de efecto invernadero.
- Equidad social: diseño de barrios accesibles con servicios básicos y vivienda asequible.
- Integración de espacios verdes: techos verdes y restauración de áreas naturales.
- Economía circular: fomenta reciclaje y reducción de residuos.

El urbanismo ecológico busca construir ciudades respetuosas con el medio ambiente, minimizando el impacto ambiental y mejorando la calidad de vida. Surgió a finales del siglo XX y se caracteriza por:

- Uso eficiente de recursos: optimiza agua, energía y materiales.
- Movilidad sostenible: prioriza transporte público y ciclismo.
- Infraestructura verde: integra espacios verdes y corredores ecológicos.
- Edificios ecológicos: usa eficiencia energética y tecnologías verdes.
- Gestión de residuos: implementa reciclaje y compostaje.
- Participación comunitaria: incluye a los residentes en la planificación.

El concepto ganó importancia tras el libro *Regenerative Design for Sustainable Development* de John Tillman Lyle (1994), centrado en el paisaje y los elementos naturales (Tillman, 1994). Douglas Farr (2019) propone pautas esenciales para el urbanismo ecológico: densificación, corredores sostenibles, barrios ecológicos, acceso a la naturaleza y edificios de alto desempeño (Farr, 2019). El Simposio de Urbanismo Ecológico de Harvard (2009) es un hito en la investigación del tema (Mostafavi & Doherty, 2009), con ejemplos exitosos en Copenhague, Singapur y Portland.

Salvador Rueda, experto en medio ambiente urbano, desarrolló el concepto de supermanzanas en Barcelona, mejorando la sostenibilidad urbana, reduciendo tráfico y aumentando espacios verdes. Su enfoque **ecosistémico** considera la ciudad como un ecosistema complejo y propone quince principios rectores y un sistema evaluador con indicadores de sostenibilidad en la *Carta para la Planificación Ecosistémica de Ciudades y Metrópolis* (Rueda, 2018). Las supermanzanas, áreas de 400x400 metros con tráfico vehicular limitado, han mejorado la calidad de vida en Barcelona (Rueda, 2007; Rueda, 2018).

El modelo ha sido detallado en *El Urbanismo Ecológico: Su Aplicación en el Diseño de un Ecobarrio en Figueres (*Rueda et al., 2012) y enseñado a través del Plan de Formación Ecourbano. Ha enfrentado críticas por centrarse en marketing urbano y gentrificación (Delgado, 2007), pero sigue siendo un enfoque avanzado que necesita superar desafíos como la implementación de soluciones basadas en la naturaleza y la adaptación al cambio climático.

Tabla 31. Parámetros supermanzanas de Rueda- Urbanismo ecosistémico.

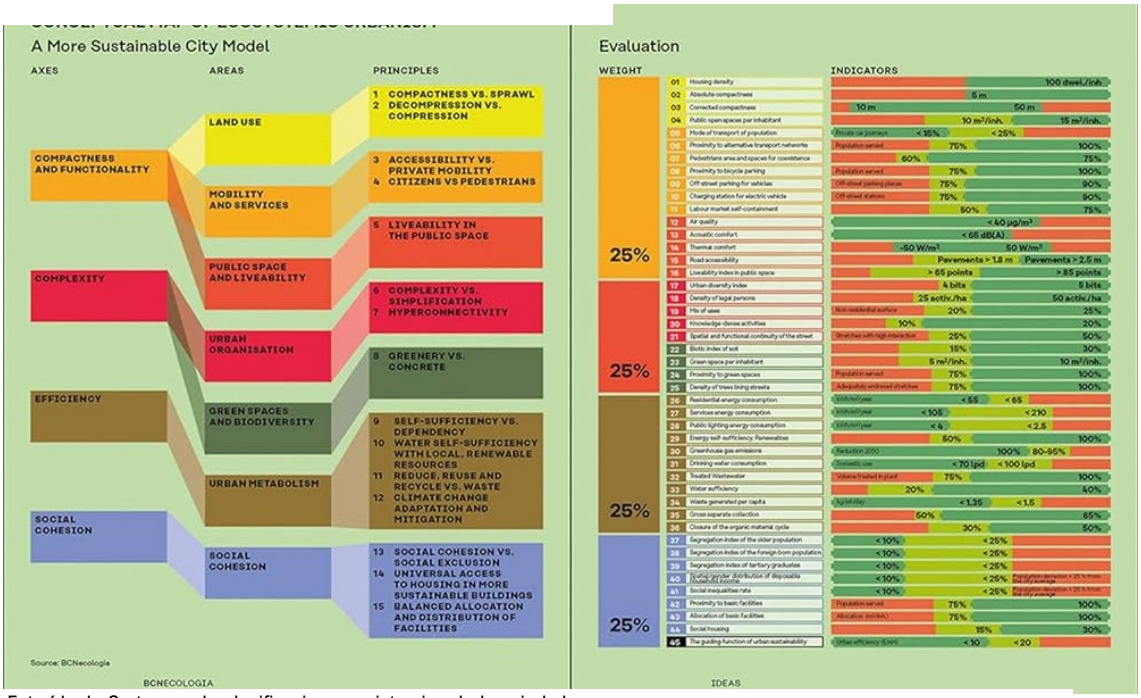
URBANISMO ECOSISTÉMICO	
EJES (Rueda, 2007)	Compacidad de modo que los usos y las funciones urbanas converjan, se equilibre la densidad y de lugar a un escenario de movilidad fluida y espacio público común
	Complejidad urbana en el sentido de mixto tanto en actividades como de biodiversidad
	Metabolismo urbano fluido y circular, de modo que se optimicen los recursos y se promueva la renovabilidad y descentralización
	Cohesión social incorporando diversos estratos sociales, culturales, económicos y etarios
NIVELES	Superficie o suelo tratado como espacio vivo de usos, funcionalidad y espacio público
	Subsuelo: espacio de autosuficiencia de los flujos metabólicos urbanos, con los servicios, distribución urbana, aparcamiento, movilidad masiva de pasajeros, ciclo del agua y gestión energética
	Altura: cubiertas como espacio vivo vegetal para la biodiversidad, la energía y gestión agua
VECTORES RECTORES	Compacidad frente a dispersión, reduciendo consumo de suelo, energía y materiales
	Descompresión frente a compresión estableciendo proporcionalidad entre público y privado
	Accesibilidad frente a movilidad privada priorizando la peatonalizad, el uso de bicicleta y transporte público eficiente
	Ciudadanía frente a peatones fomentando la interacción humana
	Habitabilidad de espacio público diseñando éste con los principios de confort, accesibilidad y ergonomía de una vivienda, y la integración del ecosistema verde
	Complejidad frente a simplificación potenciando el tejido económico, asociativo y cultural
	Hiperconectividad incorporando las TIC al cuerpo social y productivo de modo que se multiplique el trasvase de información
	Verde frente asfalto amentando la biodiversidad
	Autosuficiencia frente a dependencia: renovables para alcanzar la autosuficiencia energética
	Autosuficiencia hídrica preservando el ciclo hídrico
	Reducción de reutilización y reciclaje frente al despilfarro gestionando economía circular
	Adaptación al cambio climático en el plano de la salud, en el de las personas y en el de la gestión de flujos de energía y materiales de consumo
	Cohesión social frente a exclusión social hibridando la convivencia social
	Acceso universal a la vivienda basada en la renovación del parque inmobiliario hacia la eficiencia sostenible a través del planeamiento
	Dotación/ distribución equilibrada equipamientos: garantía acceso toda capa sociodemográfica
ÁREAS EVALUACIÓN	Morfología y ocupación del suelo
	Espacio público y habitabilidad
	Redes y servicios de movilidad
	Biodiversidad y espacios verdes urbanos
	Complejidad urbana
	Metabolismo urbano, energía, agua y ciclo de los materiales
	Cohesión social

Fuente Creación propia

Figura 34 Funcionamiento de supermanzanas

Fuente Extraída a 07.06.2024 de https://www.larazon.es/local/cataluna/barcelona-dispondra-de-la-primera-supermanzana-en-septiembre-EH13365436/

Figura 35 Principales vectores en el diseño de BCNecolgía



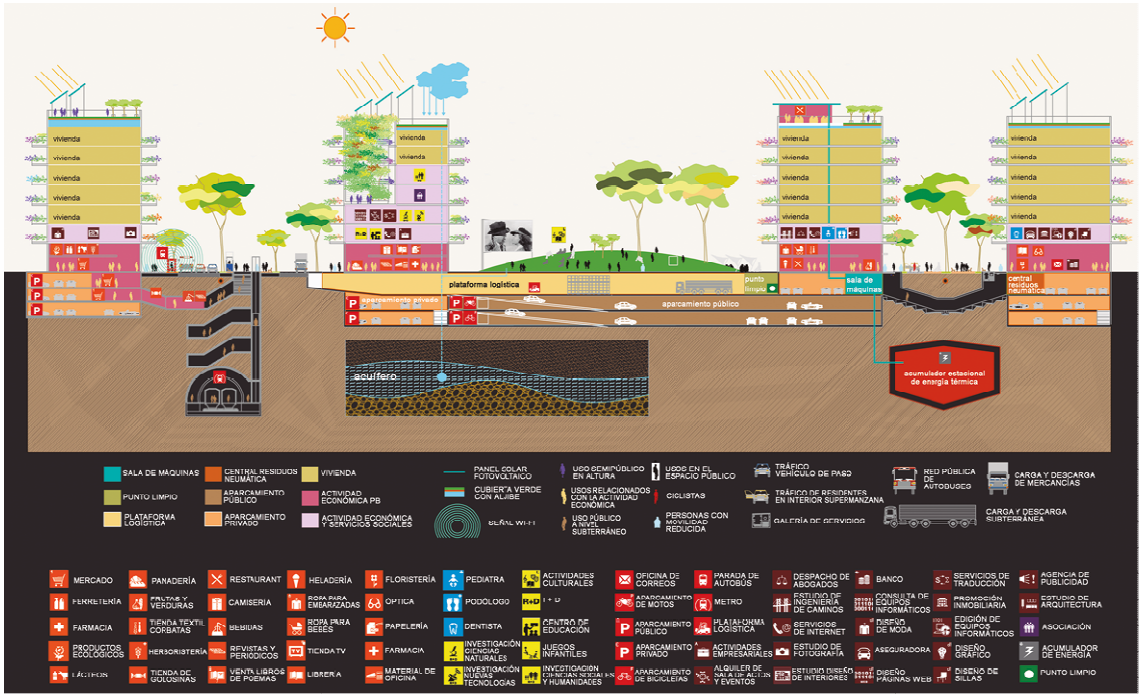
Fuente. Extraída de Carta-para-la-planificacion-ecosistemica-de-las-ciudades

Figura 37 Parámetros de BCNecología.

	Parámetros	Valores	Unidad
MORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA URBANA	Densidad de viviendas	>100	viviendas/ha
	Densidad de población	> 250	habitantes/ha
	Compacidad absoluta	> 5	metros
	Edificabilidad bruta	> 1.5	m^2c/m^2s
	Espacio construido	50-60	m^2c/habitante
	Compacidad corregida	10 - 20	metros
	Espacio público de uso ciudadano	10 - 20	m^2/habitante
MOVILIDAD SOSTENIBLE	Reparto modal (viajes en vehículo privado)	< 10	%
	Espacio viario peatonal/usos compartidos	> 75	%
	Espacio viario motorizado	< 25	%
	Proximidad a transporte alternativo	< 300	metros (parada de bus y carril bici)
ESPACIO PÚBLICO HABITABLE	Calidad del aire (exposición contaminantes)	100	% población *(valor límite OMS -µg/m^3-)*
	Calidad acústica (exposición ruido)	> 75	% población *(< 65 dB(A) diurno)*
	Radiación solar (horas de sol calle)	1.7 - 2.4	horas/día *(promedio meses desfavorables)*
	Accesibilidad del viario	100	% calles accesibles
	Índice de habitabilidad en el espacio público	>75	% (puntos IHEP)
COMPLEJIDAD URBANA	Índice de diversidad urbana	6	bits de información
	Equilibrio de usos (% sup. terciaria)	25-40	%
	Densidad de actividades	> 25	actividades/ha
	nH	2.880	-
	nH @	700	-
ESPACIOS VERDES Y BIO-DIVERSIDAD	Espacio verde	9	m^2/habitante
	Índice biótico del suelo	30	%
METABOLISMO URBANO	Consumo energético total	20,6	GWh/año
	Autosuficiencia energética	100	% en régimen basal
	Consumo hídrico total	<104	lpd (consumo optimizado)
	Autosuficiencia hídrica	100	% fuentes locales
	Generación de residuos	1,05	kg/hab. y día
	Cambio climático (emisiones CO_2 anuales)	6.230	t CO_2 /año (régimen basal)
COHESIÓN SOCIAL	Equipamientos básicos	1.8	m^2/habitante
	Vivienda protegida	30 - 50	% (gradación); *15-25 % alquiler público*
	Mezcla de personas (*rentas, edades, procedencia*)	< 10	% índice segregación
EFI-CIEN-CIA	Función guía de la sostenibilidad (E/nH)	< 10	-

Fuente Extraída de Carta-para-la-planificacion-ecosistemica-de-las-ciudades

Figura 36 Esquema de trabajo en tres niveles.



Fuente Extraída de Urbanismo ecológico de Salvador Rueda

Ejemplos de las directrices de Salvador Rueda incluyen:

- Compacidad absoluta: Edificabilidad bruta de 1,25 m²t/m²s como intensidad mínima para tejidos residenciales (Rueda, 2018, p. 9).
- Alturas y anchuras: Edificios y calles deben permitir al menos 1,7 horas de radiación solar diaria en espacios públicos durante la estación con el sol más bajo (Rueda, 2018, p. 10).
- Espacio público: Al menos el 70% debe ser prioritario para peatones, con aceras de mínimo cinco metros de ancho (Rueda, 2018, p. 11-12).

Rueda también subraya la importancia del metabolismo urbano y el subsuelo, esenciales para la funcionalidad urbana. Propone soluciones basadas en la naturaleza y tecnologías verdes y azules como alternativas a los modelos constructivos tradicionales.

El modelo de Rueda se ha divulgado mediante un curso organizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la Red de Redes, BCNecologia y la Universidad Autónoma de Madrid, analizando tejidos urbanos actuales y proponiendo nuevos modelos sostenibles (Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona, 2021).

Aunque Barcelona se presenta como un éxito urbanístico desde el Plan Cerdá hasta su reinterpretación por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, Manuel Delgado en *La ciudad mentirosa* (2007) ofrece otra perspectiva. Delgado argumenta que el modelo Barcelona es una estrategia de marketing urbano que prioriza la imagen de la ciudad para atraer turismo y capitales, a menudo a expensas de los residentes locales. Critica:

- Gentrificación y desplazamiento de comunidades de bajos ingresos.
- Crecientes desigualdades sociales y distribución inequitativa de beneficios.
- Falta de auténtica participación ciudadana en la planificación urbana.
- Privatización y comercialización del espacio público.

Delgado sugiere que la fachada de éxito y progreso oculta problemas estructurales e injusticias sociales, lo que indica la necesidad de nuevas estrategias o profundización de las existentes (Delgado, 2007).

Urbanismo ecosistémico en la versión Cradle to Cradle. William McDonough propone edificaciones y comunidades como ecosistemas vivos, capaces de adaptarse al cambio climático. Su visión incluye edificaciones que imiten árboles y urbes que reproduzcan la dinámica de los bosques, respetando el ciclo natural del carbono. Esto se logra mediante tecnologías sostenibles como energía solar, techos verdes, huertos urbanos y sistemas de reciclaje y purificación del agua, probadas en Estados Unidos, Alemania y Holanda.

McDonough aboga por una ecocivilización donde todos los diseños, desde productos hasta ciudades, tengan un impacto positivo en términos de carbono. Reconoce que alcanzar este objetivo puede llevar un siglo, pero enfatiza que esta inversión es esencial para enfrentar los desafíos ambientales actuales. Insta a iniciar la transición hacia un desarrollo urbano sostenible lo antes posible para mitigar los efectos del cambio climático, aunque un siglo puede ser demasiado largo dada la emergencia climática actual.

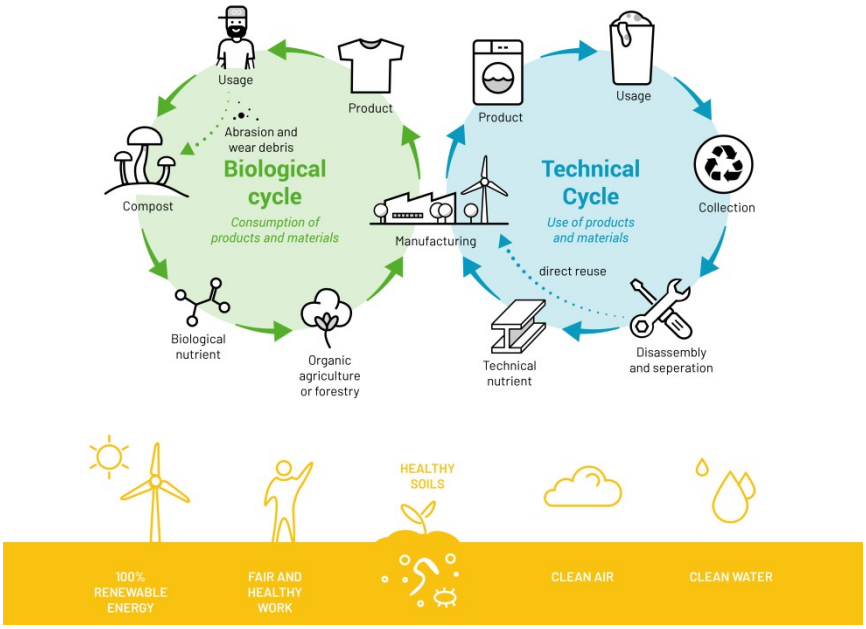
El concepto Cradle to Cradle (de la cuna a la cuna) de McDonough promueve un diseño que considere el uso presente y futuro de los materiales. Materiales tecnológicos (plástico, cristal, metales) deben ser reutilizables, mientras que materiales biológicos (madera, algodón, corcho)

deben ser compostables (McDonough & Braungart, 2002).
Requisitos para implementar este concepto:

- Separar materiales según su capacidad de reintegrarse en ciclos naturales.
- Plan de gestión de nutrientes para manejar los materiales post-uso.
- Uso de energías renovables en la fabricación para reducir impacto ambiental.
- Minimizar y reutilizar el agua en la fabricación.
- Fabricación responsable, respetando derechos laborales y promoviendo bienestar comunitario.

Aunque sus propuestas están en fase embrionaria y no han alcanzado el éxito esperado, ofrecen una visión importante para diseñar ciudades resilientes.

Figura 38 esquema Cradle to Cradle



Fuente Extraída a 05.06.2024 de https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cradle_to_Cradle_concept.png

El **urbanismo generativo de Patrik Schumacher** desafía las convenciones tradicionales de planificación urbana con enfoques disruptivos y transformadores para configurar la ciudad. Este enfoque re-imagina la forma urbana, redistribuye radicalmente recursos y poder, y adopta prácticas más participativas y democráticas en la toma de decisiones urbanas.
Schumacher, sucesor de Zaha Hadid, propone una alternativa innovadora para el diseño arquitectónico y urbano del siglo XXI, superando paradigmas pasados y abrazando la complejidad de los sistemas urbanos. Critica la planificación centralizada del siglo XX como limitante para la innovación (Schumacher, 2010, 2012). Rechaza el posmodernismo, proponiendo el diseño paramétrico como el nuevo paradigma para la arquitectura y el urbanismo del siglo XXI.
El diseño paramétrico aplica teorías de sistemas complejos al diseño arquitectónico, usando modelado basado en agentes y computación avanzada para crear soluciones urbanas dinámicas

y adaptables. Permite manipular variables independientes para obtener formas y estructuras urbanas diversas, representando un cambio radical en la concepción y desarrollo de entornos urbanos. Este enfoque ofrece flexibilidad y adaptación, integrando datos no tradicionales como mapas de calor para optimizar la distribución de la luz solar en una ciudad.

Schumacher se enfoca en el libre mercado y la descentralización, pero reconoce la necesidad de una estructura paramétrica integral para el éxito del urbanismo de mercado no planificado. Argumenta que los entornos urbanos funcionales requieren condiciones que fomenten la cooperación social y la densificación de la conexión humana, rechazando la planificación centralizada a favor de un enfoque descentralizado que permita la innovación y la adaptación local.

El enfoque paramétrico de Schumacher representa una ruptura con paradigmas pasados y una visión audaz para el futuro del diseño urbano, creando entornos dinámicos y adaptables que promuevan la cooperación social y la innovación, mientras garantizan flexibilidad y capacidad de adaptación. A pesar de sus ventajas, esta metodología es más una herramienta de trabajo que un enfoque holístico que contemple el factor humano.

Urbanismo regenerativo propuesto por LandLab en Santander, es clave para el desarrollo urbano futuro, integrando diseño, innovación e infraestructura sostenible. Este enfoque considera la ciudad consciente de sus límites, capacidades y oportunidades, promoviendo cohesión social mediante innovación y participación ciudadana.

El urbanismo regenerativo conecta desde la biorregión hasta la calle, con una gobernanza articulada desde los barrios, resolviendo problemas cotidianos con estrategias de impacto urbano. Reconoce la biorregión como unidad de complejidad y autosuficiencia, desafiando la separación entre lo humano y lo natural.

Inspirado por *Regenerative Design for Sustainable Development* de John Tillman Lyle (1994) y *Creating Regenerative Cities* de Herbert Girardet (2014), busca que las ciudades generen nuevos recursos en armonía con la prosperidad económica y social (Tilman, 1994; Girardet, 2014).

A diferencia del urbanismo tradicional, revitaliza espacios existentes, incorporando prácticas de diseño ecológico, eficiencia energética, gestión del agua, infraestructuras sostenibles y participación ciudadana.

Girardet, en colaboración con HafenCity University Hamburg (HCU), organiza su estrategia en cuatro pilares:

- Estrategia vital e inclusiva: no exceder los límites ambientales, promoviendo accesibilidad a necesidades cotidianas en la ciudad de los 15 minutos.
- Estrategia vertebrada y conectada: fomentar movilidad sin emisiones, peatonal y ciclista, y transporte colectivo eficiente y eléctrico.
- Estrategia activa y próspera: fortalecer la actividad económica mediante innovación y transición energética, promoviendo economía circular y de proximidad.
- Estrategia sostenible y resiliente: asegurar la funcionalidad ecológica de la ciudad mediante infraestructura verde y azul y la gestión del metabolismo urbano.

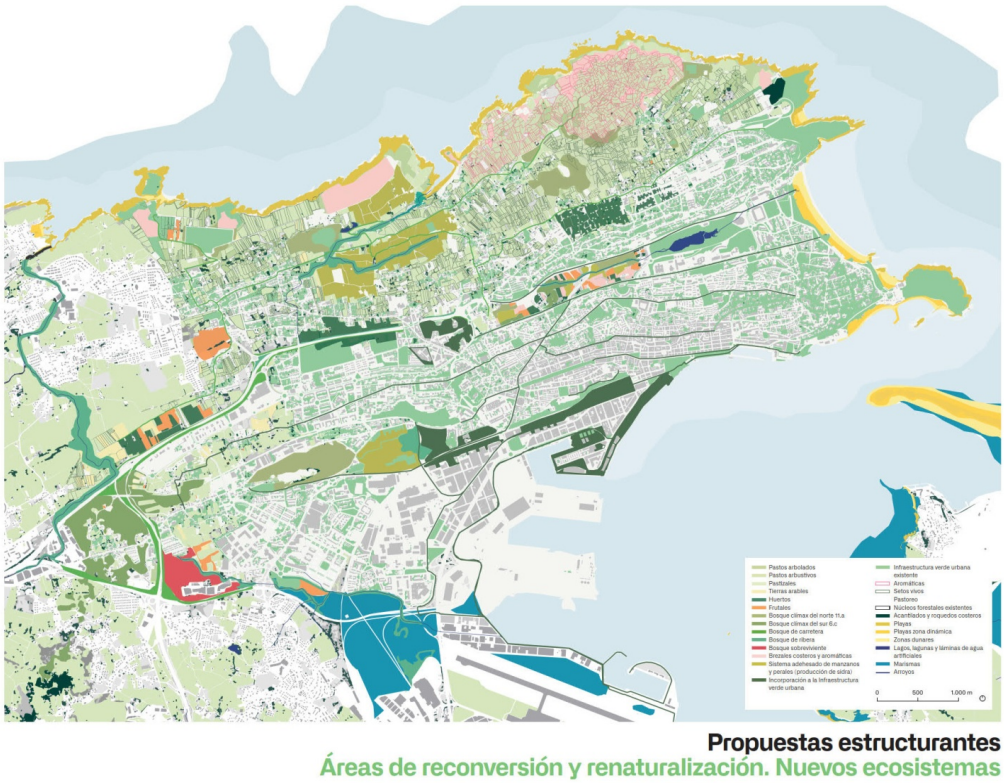
El Plan de Barrios es clave en el urbanismo regenerativo, con propuestas específicas basadas en análisis locales. El proyecto de Santander por LandLab ejemplifica este enfoque (LandLab, 2023).

El urbanismo regenerativo reconfigura paradigmas ecológicos, económicos y sociales, estableciendo sistemas que no solo preservan recursos sino que también generan nuevos, promoviendo armonización entre prosperidad y procesos naturales. Busca un equilibrio dinámico entre desarrollo urbano y preservación ambiental, regenerando recursos consumidos por los habitantes.

Este enfoque promueve la adaptación y transformación urbana hacia un modelo circular y regenerativo, ofreciendo una perspectiva integral que incide en la vida cotidiana. Actúa como guía estratégica para actores sociales, económicos y políticos, logrando una ciudad circular, sostenible, resiliente, vertebrada, próspera, vital e inclusiva.

La implementación de este modelo requiere tecnologías de Smart City e Inteligencia Artificial, esenciales para la gestión eficiente de recursos y la participación ciudadana en la planificación y desarrollo urbano.

Figura 39 Propuesta Santander



Fuente Extraída a 01.06.2024 de https://paisajetransversal.org/2023/10/novedades-paisaje-transversal-proyectos-para-un-nuevo-curso/

Tabla 32 Comparativa urbanismo actual.

CLASIFICACIÓN URBANISMO ACTUAL			
ENFOQUE	**OBJETIVO PRINCIPAL**	**PRINCIPALES ESTRATEGIAS**	**EJEMPLO**
URBANISMO SOSTENIBLE	SATISFACER NECESIDADES ACTUALES SIN COMPROMETER CAPACIDAD DE FUTURAS GENERACIONES	Equilibrio entre desarrollo económico, equidad social y protección ambiental Uso eficiente de recursos Minimización de residuos y emisiones de carbono Fomento de la movilidad sostenible (transporte público, bicicletas, peatones)	Edificios de energía cero y la promoción del transporte público
URBANISMO ECOLÓGICO	INTEGRAR PRINCIPIOS ECOLÓGICOS EN ENTORNO URBANO	Integración de la infraestructura verde (parques, techos verdes, muros verdes Conservación de los recursos naturales y la biodiversidad Diseño que imita procesos naturales (biomímesis) Restauración de hábitats naturales dentro del entorno urbano	Áreas urbanas con corredores de vida silvestre y espacios verdes conectados.
URBANISMO ECOSISTÉMICO	CIUDAD = ECOSISTEMA COMPLETO ENFATIZANDO INTERACCIONES Y FLUJOS ENTRE COMPONENTES BIÓTICOS-ABIÓTICOS.	Análisis y gestión de los flujos de energía, agua y materiales Fortalecimiento de los servicios ecosistémicos (polinización, regulación del clima, purificación del agua) Fomento de la resiliencia urbana mediante la diversificación y la redundancia Participación y colaboración comunitaria para la gestión de recursos	Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) para manejar el agua de lluvia de manera natural.
URBANISMO GENERATIVO	UTILIZAR PROCESOS ADAPTATIVOS Y GENERATIVOS EN EL DISEÑO URBANO	Aplicación de herramientas digitales y algoritmos para crear diseños adaptativos Enfoque en la flexibilidad y la adaptabilidad de los espacios urbanos Uso de datos y tecnología para optimizar el rendimiento urbano Generación de múltiples soluciones de diseño para elegir la más adecuada	Software de diseño generativo para crear barrios que optimicen la luz solar y la ventilación natural.
URBANISMO REGENERATIVO	REGENERAR Y REVITALIZAR SISTEMAS NATURALES Y SOCIALES	Restauración de ecosistemas degradados Fomento de la salud y el bienestar de las comunidades Diseño de sistemas urbanos que mejoran la biodiversidad y los servicios ecosistémicos Creación de economías circulares dentro de las ciudades	Restauración urbana que transforman terrenos baldíos en parques comunitarios productivos

Fuente Creación propia

Tabla 33 Clasificación alternativa Urbanismo actual

CATALOGACIÓN OTROS MODELOS URBANISMO ACTUALES				
CATEGORÍA	**OBJETIVO**	**PRINCIPALES ESTRATEGIAS**	**EJEMPLO**	**RELACIÓN**
URBANISMO INCLUSIVO	CIUDADES ACCESIBLES Y EQUITATIVAS	Diseño universal y accesibilidad Equidad en acceso servicios/ espacios públicos Fomento de diversidad social y económica Participación inclusiva: toma de decisiones urbanas	Vivienda asequible y espacios públicos accesibles para discapacidad	URBANISMO SOSTENIBLE, RESILIENTE, COLABORADOR
URBANISMO BIOCLIMÁTICO	ADAPTACIÓN A CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES	Uso materiales y técnicas construcción que regulan la temperatura Diseño edificios y espacios que maximicen ventilación natural y luz solar Integración vegetación mejorar microclima urbano Aprovechamiento energías renovables in situ	Edificios fachadas ventiladas y techos verdes para mejorar la eficiencia energética	URBANISMO ECOLÓGICO, REGENERATIVO, RESILIENTE
URBANISMO CIRCULAR	MINIMIZAR RESIDUOS Y MAXIMIZAR REUTILIZACIÓN DE RECURSOS	Diseño productos y edificios para facilitar el desensamblaje y reutilización Gestión de residuos máximo reciclaje y recuperación materiales. Fomento de economías locales y circulares dentro de la ciudad Producción y consumo sostenibles	Infraestructuras de reciclaje avanzadas y políticas de reducción de residuos sector construcción	URBANISMO SOSTENIBLE, REGENERATIVO, ECOSISTÉMICO
URBANISMO SALUDABLE	PROMOVER SALUD FÍSICA Y MENTAL	Espacios públicos de actividad física (parques, ciclovías, zonas peatonales) Control/ reducción contaminación aire/ ruido Acceso equitativo servicios salud y bienestar Creación de entornos que favorezcan la interacción social y bienestar mental	Planificación integrando instalaciones deportivas y áreas verdes accesibles.	URBANISMO SOSTENIBLE, ECOLÓGICO, REGENERATIVO
URBANISMO DIGITAL	MEJORAR EFICIENCIA Y PARTICIPACIÓN CON TECNOLOGÍAS DIGITALES	Plataformas participación ciudadana en línea Tecnologías de big data y análisis predictivo para la toma de decisiones urbanas. Gemelos digitales (digital twins) simular y optimizar funcionamiento urbano. Internet de las Cosas (IoT) monitorear y gestionar infraestructuras urbanas.	gestión tráfico inteligente y apps móviles participación comunitaria en planificación urbana	SMART CITIES, URBANISMO INTELIGENTE
URBANISMO DE ADAPTACIÓN CLIMÁTICA	ADAPTACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO	Planificación y diseño de infraestructuras resilientes al clima NBS para gestionar riesgos climáticos Estrategias de mitigación y adaptación Prácticas de construcción y urbanización que reduzcan la huella de carbono	Barreras contra inundaciones y parques que actúan como esponjas urbanas	URBANISMO RESILIENTE, ECOLÓGICO, SOSTENIBLE

Fuente Creación propia

Cada enfoque aporta una perspectiva única al diseño y planificación urbana, y los urbanistas pueden combinar elementos de varios de estos enfoques para abordar desafíos específicos locales.

Ciudades Resilientes, Conectadas y Colaboradoras: se adaptan y recuperan de choques ambientales, sociales o económicos, integrando tecnología y participación comunitaria para crear entornos urbanos cohesivos y cooperativos. Relación con enfoques anteriores:

- Urbanismo Sostenible: aseguran sostenibilidad a largo plazo mediante la adaptación y preparación.
- Urbanismo Ecológico: la resiliencia ambiental es clave, integrando sistemas naturales.
- Urbanismo Ecosistémico: trata la ciudad como un ecosistema, enfatizando la interconexión y colaboración.
- Urbanismo Generativo: la adaptabilidad y flexibilidad son esenciales.
- Urbanismo Regenerativo: busca revitalizar y fortalecer sistemas naturales y sociales para una resiliencia integral.

Smart Cities y Urbanismo Inteligente: utilizan tecnologías digitales para mejorar la eficiencia de servicios urbanos, aumentar la calidad de vida y promover el desarrollo sostenible. Relación con enfoques anteriores:

- Urbanismo Sostenible: mejoran la sostenibilidad mediante el uso eficiente de recursos.
- Urbanismo Ecológico: la tecnología apoya infraestructuras verdes y gestión de recursos naturales.
- Urbanismo Ecosistémico: tecnologías de Smart Cities monitorean y gestionan flujos urbanos.
- Urbanismo Generativo: herramientas digitales permiten diseño y gestión adaptativa.
- Urbanismo Regenerativo: tecnologías impulsan la regeneración urbana y promueven la salud de ecosistemas urbanos y sociales.

Green Smart Cities: combinan sostenibilidad y urbanismo ecológico con tecnologías avanzadas para crear entornos urbanos eficientes y ecológicamente responsables. Relación con enfoques anteriores:

- Urbanismo Sostenible: integran tecnologías inteligentes para promover prácticas sostenibles.
- Urbanismo Ecológico: incorporan infraestructuras verdes apoyadas por tecnologías inteligentes.
- Urbanismo Ecosistémico: tecnologías avanzadas gestionan flujos urbanos y servicios ecosistémicos.
- Urbanismo Generativo: capacidad de adaptarse y evolucionar en respuesta a datos cambiantes.
- Urbanismo Regenerativo: tecnologías promueven la regeneración y restauración de sistemas naturales y urbanos.

Tabla 34 Modelos de ciudad contemporáneos hacia un futuro resiliente

MODELOS CIUDAD CONTEMPORÁNEOS			
CATEGORÍA	**OBJETIVO PRINCIPAL**	**PRINCIPALES ESTRATEGIAS**	**RELACIÓN**
CIUDADES RESILIENTES, CONECTADAS Y COLABORADORAS	ABSORBER, ADAPTARSE Y RECUPERARSE DE CHOQUES Y TENSIONES	PARTICIPACIÓN COMUNITARIA CONECTIVIDAD INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA	urbanismo sostenible, ecológico, ecosistémico, generativo y regenerativo
SMART CITIES Y URBANISMO INTELIGENTE	MEJORAR LA EFICIENCIA Y CALIDAD DE VIDA MEDIANTE TECNOLOGÍA	USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES OPTIMIZACIÓN DE SERVICIOS URBANOS	urbanismo sostenible, ecológico, ecosistémico, generativo y regenerativo
GREEN SMART CITIES	COMBINAR SOSTENIBILIDAD Y TECNOLOGÍA INTELIGENTE	INFRAESTRUCTURA VERDE TECNOLOGÍAS INTELIGENTES GESTIÓN EFICIENTE DE RECURSOS	urbanismo sostenible, ecológico, ecosistémico, generativo y regenerativo

Fuente Creación propia

Estos conceptos de ciudad están interrelacionados y se complementan entre sí, proporcionando una gama de estrategias y herramientas para abordar los desafíos urbanos de manera holística y sostenible.

El urbanismo táctico y la intervención urbana emergente son enfoques relevantes en la tendencia del urbanismo sostenible.

Urbanismo Táctico: es una práctica que utiliza intervenciones pequeñas y temporales para catalizar transformaciones a largo plazo en el entorno urbano, como reacción a los procesos tradicionales de planificación, que suelen ser lentos, costosos y desconectados de las necesidades inmediatas de las comunidades locales. Su rapidez y flexibilidad ofrecen una alternativa pragmática y accesible para abordar problemas específicos y mejorar el entorno urbano de manera inmediata.

Iniciativas tempranas incluyen el movimiento DIY Urbanism, donde ciudadanos mejoran su entorno creando jardines comunitarios en solares vacíos, instalando mobiliario urbano temporal y organizando eventos en espacios subutilizados. Un hito significativo es el proyecto PARK(ing) Day, iniciado en 2005 por el colectivo Rebar en San Francisco, transformando temporalmente plazas de aparcamiento en espacios públicos.

El urbanismo táctico ha ganado popularidad y reconocimiento internacional gracias a casos de éxito y publicaciones como *Tactical Urbanism: Short-Term Action for Long-Term Change* (2012) de Mike Lydon y Anthony Garcia, consolidándolo como una disciplina reconocida dentro de la planificación urbana (Lydon & García, 2012).

Principios y estrategias del urbanismo táctico:

- Intervenciones temporales y reversibles: Cambios provisionales que puedan ser implementados y retirados fácilmente, permitiendo la experimentación y adaptación continua.
- Participación ciudadana: Involucra a los residentes en el diseño y toma de decisiones, asegurando que las intervenciones respondan a las necesidades de la comunidad.
- Bajo costo y alta visibilidad: Emplea materiales económicos y accesibles para crear intervenciones visibles y atractivas.
- Escalabilidad y replicabilidad: Diseña intervenciones que puedan ser replicadas en diferentes contextos urbanos.
- Adaptabilidad y flexibilidad: Promueve un diseño adaptable rápidamente a cambios en las necesidades y condiciones del entorno urbano.

El urbanismo táctico introduce soluciones económicas y sostenibles que buscan globalizarse, ofreciendo una opción efectiva para mejorar el entorno urbano de manera inmediata.

Reconexión urbana a través de la infraestructura verde: El siglo XX trajo consigo un incremento de la movilidad, resultando en carreteras, autopistas y vías ferroviarias que generaron brechas en el paisaje urbano, provocando ruptura urbana, segregación social y contaminación. La falta de planificación y conciencia fraccionó el tejido urbano.
Las corrientes de renaturalización y recuperación del espacio han respondido a estos problemas, dando lugar a intervenciones reconocidas internacionalmente como Madrid Río y la recuperación del cauce del río Cheonggyecheon en Seúl. Estas iniciativas representan una convergencia de urbanismo y ecología, revirtiendo los efectos negativos de la infraestructura de transporte al integrar elementos naturales en la planificación urbana.

Figura 40 Recuperación del cauce del río Cheonggyecheon en Seúl

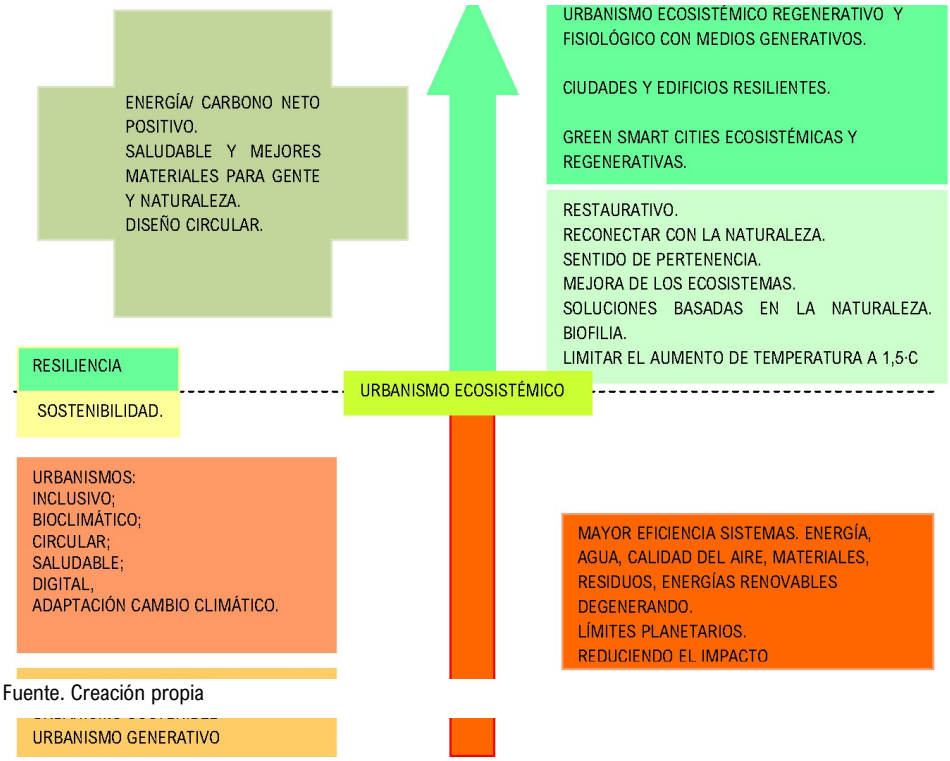
Fuente Extraída a 01.06.2024 de https://somosrio.cordoba.gob.ar/como-tratan-a-los-rios-en-otras-ciudades-del-mundo/

En resumen, reconociendo la aportación de cada una de las propuestas, resulta imprescindible abordar el futuro de manera holística aunando todas las aportaciones expuestas. Esto se manifiesta en los gráficos siguientes.

Gráfico 14 Esquema evolutivo urbanismo sostenible

Fuente Creación propia

Gráfico 13 Esquema sostenibilidad vs. Resiliencia



Fuente. Creación propia

Los enfoques como el **urbanismo sostenible, ecológico, ecosistémico, generativo y regenerativo** conciben la ciudad como un **ecosistema interconectado**. La regeneración de recursos naturales y sociales es clave para la sostenibilidad a largo plazo, vinculando el bienestar humano con la calidad del entorno y la gestión equilibrada de recursos, en estrecha relación con la **humanización y ecologización de las ciudades**.

El **urbanismo ecológico** y el **ecosistémico** conectan la planificación urbana con flujos de aire, agua y energía, implementando infraestructuras verdes y sistemas azules que regulan el clima y gestionan el agua, reduciendo impactos (McHarg, 1969). Esto promueve la **resiliencia urbana**, minimizando las consecuencias de la urbanización y equilibrando naturaleza y desarrollo.

Las **Green Smart Cities** combinan sostenibilidad con tecnologías avanzadas para gestionar recursos de manera adaptativa, optimizando energía y agua, y reduciendo emisiones contaminantes (Hollands, 2008). Esto respalda la **humanización y ecologización**, al crear entornos que responden a las necesidades de los ciudadanos y mejoran la calidad de vida.

La **sostenibilidad del hábitat** se relaciona con la **resiliencia urbana** mediante la regeneración de sistemas naturales y la adopción de prácticas sostenibles que mitigan los efectos del cambio climático y fortalecen la capacidad de recuperación ante choques. El **urbanismo generativo** y el **regenerativo** promueven adaptabilidad, facilitando la respuesta a nuevas realidades.

La **resiliencia urbana** se fundamenta en la regeneración de entornos naturales y la integración de infraestructuras verdes y sistemas energéticos autosuficientes, permitiendo absorber y recuperarse de impactos ambientales. No se concibe solo como resistencia, sino como la capacidad de regenerarse y evolucionar hacia un modelo más equitativo y sostenible.

La interacción de estos enfoques permite desarrollar **estrategias adaptativas** que se ajustan a las dinámicas locales, construyendo **ciudades inteligentes y resilientes** que optimizan recursos y fortalecen la conexión entre **humanización del entorno** y **sostenibilidad del hábitat**. Así, se establece un **puente conceptual** que conecta la **humanización de las ciudades** con la **resiliencia urbana**, proponiendo una gestión integrada del entorno natural y urbano que fomente tanto el bienestar humano como la resiliencia de las ciudades frente a desafíos emergentes.

3.3. La resiliencia urbana

La fusión de lo global y lo local está desdibujando las fronteras entre la economía formal e informal, creando un nuevo modelo urbano que ya no sigue el esquema clásico de centro y periferia. La fragmentación urbana y la falta de una visión holística son desafíos contemporáneos. Nuno Portas destaca nuevos patrones de ocupación urbana, la inoperatividad de la dicotomía rural-urbano y la tipificación de un modelo urbano-industrial interurbano, llevando a una ciudad difusa con relaciones reticulares funcionalmente dependientes y complementarias (Portas, 2012).

Ante los desafíos de la crisis climática, es necesario gestionar las transformaciones urbanas enfocadas en la regeneración metabólica y ecosistémica de las ciudades. La redefinición del concepto global de riesgo surge por fallos en infraestructuras, pandemias y éxodos humanos, mostrando la incapacidad de prever el futuro con certeza.

El entorno urbano es un sistema adaptativo complejo, lo que implica limitaciones en la formulación de modelos debido a la velocidad de los cambios y la diversidad de actores. La planificación y el diseño deben ser procesos culturales continuos de interacción con el entorno. Este diálogo crea "atractores caóticos", dispositivos que permiten al sistema urbano auto-organizarse y aprender de perturbaciones, destacando la flexibilidad frente a la rigidez (Prigogine & Stengers, 1984).

Ciudades globales están fortaleciendo su resiliencia, comenzando con un análisis exhaustivo de sistemas urbanos para entender su funcionamiento y tomar medidas preparatorias adecuadas. La conciencia sobre la necesidad de resiliencia urbana generalmente surge de una crisis significativa, movilizando a todos los actores pertinentes para analizar escenarios y optimizar inversiones y reducir riesgos.

La resiliencia, proveniente de la ecología, psicología e ingeniería, se refiere a la capacidad de un sistema para recuperarse y adaptarse ante perturbaciones (Holling, 1973, 1986). Judith Rodin de la Rockefeller Foundation describe este proceso como "resilience dividend", implicando habilidades y oportunidades nuevas (Rodin, 2014).

La resiliencia urbana es un criterio estratégico para la sostenibilidad integral de las ciudades, involucrando la intersección entre ecología, ingeniería y sociología. En la planificación de sistemas costeros, se trata de trabajar con la naturaleza, adoptando modelos flexibles y generativos, integrando tecnología y ecología, y aplicando monitorización para control y reacción casi inmediata. Patrick Geddes ya se refería a las ciudades como sistemas a finales del siglo XIX (Geddes, 1915).

La integración de tecnología y participación ciudadana es esencial para crear ciudades inteligentes y resilientes. Hoy, el urbanismo debe ser holístico en su definición más global, buscando ser inteligente para ser resiliente, y resiliente para seguir existiendo como ciudad (ONU-Hábitat, 2016).

Numerosas figuras han trabajado en nuevas estrategias urbanísticas:

- Rem Koolhaas explora la complejidad de las ciudades modernas con ideas innovadoras en diseño y planificación urbana.
- Ellen Dunham-Jones promueve el "retrofitting suburbia," transformando suburbios obsoletos en comunidades sostenibles y vibrantes.

- Michael Sorkin aboga por la justicia social, sostenibilidad y participación comunitaria en el diseño urbano.
- Shlomo Angel contribuye al entendimiento del crecimiento urbano y la planificación a largo plazo a través del Atlas de Urbanización.
- Charles Landry destaca la importancia de la creatividad en el desarrollo urbano, promoviendo ciudades que fomenten la participación cultural y la diversidad.
- Yoshiharu Tsukamoto, co-fundador de Atelier Bow-Wow, enfoca en la arquitectura micropública, mejorando la vida urbana cotidiana.
- Kees Christiaanse trabaja en la regeneración urbana y planificación a gran escala, combinando infraestructura, diseño y sostenibilidad.
- Richard Sennett aporta una perspectiva humanista al urbanismo, escribiendo sobre vida urbana, comunidad y ética en el diseño de las ciudades.

Por ello en este análisis se analizan solamente dos propuestas que, por su singularidad, permiten ver el urbanismo actual desde una visión global.

Bernardo Secchi, destacado urbanista italiano, dejó una huella en el urbanismo contemporáneo con su enfoque en la ciudad, territorio y paisaje. Desarrolló el concepto de "*ciudad difusa"* para describir la dispersión urbana moderna, destacando la necesidad de sostenibilidad, movilidad y cohesión social. Defensor de la planificación participativa, integró actores sociales en el diseño y decisiones, enfocándose en las potencialidades y debilidades del territorio.

Secchi participó en proyectos de gran escala en ciudades como Nantes, Amberes y Milán, subrayando la importancia de los espacios públicos como integradores de la vida urbana. Promovió la interdisciplinariedad y un enfoque contextual, considerando las especificidades culturales, sociales y económicas de cada lugar. Adelantó debates sobre sostenibilidad y resiliencia urbana, promoviendo tecnologías verdes y gestión eficiente de recursos naturales. Sus obras *Prima lezione di urbanística* (2000) y *La città del ventesimo secolo* (2005) son referencias fundamentales en planificación urbana (Secchi, 2015).

Manuel Solà-Morales concibe al urbanista como constructor de ciudad, integrando diseño arquitectónico con infraestructuras y servicios urbanos. Aboga por un diseño discreto e integrado, priorizando espacios colectivos y valorando el tejido urbano existente. Destaca la topografía e historia en la configuración urbana y la necesidad de integrar la periferia en el desarrollo.

Su pensamiento incluye la "*piel de la ciudad*," que comprende sensaciones y experiencias urbanas, y promueve la generación de tejidos urbanos diversos. Propone superar la tipología a favor de modelos que integren tiempo y dinámicas sociales, valorando el vacío y desorden como generadores de nuevas formas urbanas. Destaca la importancia de una visión interdisciplinaria y contextual para abordar desafíos urbanos contemporáneos (Solà-Morales, 1996, 2008).

Su filosofía converge con la de Riken Yamamoto, premio Pritzker 2024, que promueve cohesión e integración social en contextos diversos.

En una revisión global, la ciudad del siglo XX es vista como un fracaso arquitectónico, incapaz de igualar la vitalidad de ciudades pasadas. Las medidas de revitalización, como la peatonalización, pueden provocar gentrificación y pérdida de autenticidad. Se requiere un enfoque holístico y contextualizado que valore la diversidad y complejidad urbana para promover

sostenibilidad y calidad de vida.
Contribuciones teóricas:

- Rogers (2003) y Seto et al. (2016) promueven la integración de tecnologías verdes y soluciones arquitectónicas para abordar el cambio climático. Rogers advierte sobre el vaciamiento de contenido social y comercial en calles tradicionales, proponiendo sostenibilidad como principio rector y ciudades compactas y diversas. Karen Seto aboga por un enfoque multidimensional en la urbanización, destacando la necesidad de métodos cuantitativos para evaluar condiciones sociales y procesos ecológicos. Demuestra que una adecuada planificación urbana y políticas de transporte pueden reducir el consumo de energía significativamente.
- Gehl (2010) enfatiza la creación de espacios públicos accesibles y sostenibles.
- Klein et al. (2019) y Phelps & Riley (2018) analizan intervenciones que combinan infraestructuras verdes y grises para aumentar la resiliencia urbana.

Perspectivas globales y soluciones tecnológicas: Estados Unidos analiza grandes infraestructuras para mitigar el aumento del nivel del mar; Japón desarrolla soluciones tecnológicas como islas flotantes habitables; Europa adapta el entorno urbano anticipando inundaciones.
A pesar de los avances en la comprensión de esta problemática, desarrollados, entre otros, por Zevenbergen et al. (2010), Blakely (2011), Burke (2011), y Graaf (2012) aún persisten vacíos en el conocimiento que restringen nuestra capacidad para abordar de manera integral los desafíos. Es crucial profundizar en medidas arquitectónico-urbanísticas que potencien la resiliencia social y urbana frente a inundaciones en ciudades costeras, optimizando sistemas urbanos críticos y su interconexión con el ecosistema.

El pensamiento contemporáneo converge hacia la integración de la naturaleza en el entorno urbano.
Stefano Mancuso sugiere transformar las ciudades en "fitópolis," donde flora y fauna coexistan armónicamente, en respuesta a la crisis climática (Mancuso, 2024). James Lovelock rechaza la explotación antropocéntrica de la Tierra, proponiendo verla como un organismo vivo que autorregula sus condiciones esenciales (Lovelock, 2006).
Izaskun Chinchilla critica la industrialización por negar la diversidad biológica y subjetiva de las personas, proponiendo una visión integradora de economía, medioambiente y salud ciudadana (Chinchilla, 2019). Martínez (2023) aboga por estrategias ambiciosas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.
Bergeovet y Tujil concluyen que las ciudades europeas deben transformarse en espacios circulares y adaptativos al clima para mantener su habitabilidad (Bergeovet & Tujil, 2023). Timothy Morton enfatiza la interconexión de todas las formas de vida, proponiendo una visión holística del entorno (Morton, 2018,2022).
Bruno Latour destaca que la crisis climática, el acceso al agua, la energía y la biodiversidad son preocupaciones omnipresentes que generan angustia en lugar de movilización, atribuyendo esto a la desinformación y el poder de los lobbies. Reflexiona sobre la conexión entre ciencia y política, argumentando que la modernidad y la catástrofe ecológica pueden relacionarse con esperanza y vitalidad (Latour, 2021, 2023; Latour & Schultz, 2023). Plantea la necesidad de una

nueva clase ecológica que unifique las luchas dispersas y promueva una narrativa esperanzadora para un futuro viable.

En 1916, Frederic Clements, botánico y ecologista, introdujo el concepto de comunidad holística (Clements, 1916). Este se basa en varias premisas:

- Un ecosistema donde las especies dentro de la comunidad son interdependientes, manteniendo el equilibrio y la estabilidad del conjunto.
- Funcionan como un superorganismo en el cual cada especie tiene un rol en el bienestar del conjunto.
- Tienen límites difusos y un rango de especies independiente.
- Evolucionan conjuntamente por la interacción entre las distintas poblaciones.
- Las composiciones de especies cambian bruscamente en los bordes.

Esto guarda un paralelismo con la ciudad. En filosofía, el organicismo ve el universo como un todo orgánico, estableciendo una jerarquía entre sus componentes, a diferencia del holismo. Durante el siglo XX, ambos conceptos fueron desacreditados debido a su uso por el nazismo y el bolcheviquismo. Sin embargo, la filosofía contemporánea ha enfatizado la importancia de las relaciones en la lógica matemática, la fenomenología y la metafísica.

En su obra Metafísica, Aristóteles plantea que un sistema no puede entenderse simplemente sumando sus componentes individuales, ya que las interacciones entre las partes crean propiedades emergentes. Esta noción es crucial para entender el metabolismo urbano y su entorno.

El urbanismo holístico asume la responsabilidad de estudiar y ordenar los sistemas urbanos, enfocándose en el tejido urbano en su totalidad. La máxima aristotélica "*El todo es distinto de la suma de las partes*" es relevante en el urbanismo holístico y la respuesta al cambio climático. La ciudad debe considerarse como un organismo integrado y complejo, más allá de la mera optimización de elementos aislados.

El urbanismo humanizado de Jan Gehl prioriza el bienestar humano (Gehl, 2010; Jacobs, 2011). El diseño biofílico integra la naturaleza en el entorno construido, considerando la salud pública como piedra angular del urbanismo (Wilson, 2021; Kellert, 2018; Fromm, 1973). La incorporación de espacios verdes y elementos naturales mejora la calidad de vida y contribuye a la mitigación del cambio climático (McHarg, 2007).

El urbanismo ecosistémico contempla una estrategia funcional que incluye la participación ciudadana (Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona, 2021). El urbanismo regenerativo busca revitalizar y mejorar los ecosistemas urbanos (Landlab/Paisaje Transversal, 2023), lo que induce la necesidad de generar la agrópolis que nos plantean Llop & Ruiz-Apilánez (2021) como medio de subsistencia de la socio-economía metropolitana. La filosofía Cradle to Cradle de William McDonough promueve un ciclo continuo de reutilización de recursos sin generar residuos (McDonough & Braungart, 2002).

El urbanismo radical y paramétrico de Patrik Schumacher utiliza algoritmos y datos paramétricos para crear formas arquitectónicas y urbanas adaptativas (Schumacher, 2010, 2012). Solo a través de la implementación de sistemas de monitorización avanzados se pueden lograr estos objetivos. La recopilación y análisis de datos en tiempo real permiten ajustar estrategias dinámicamente.

Una aproximación holística y multidimensional es esencial para desarrollar soluciones que mitiguen los impactos climáticos, promuevan la salud, el bienestar y la resiliencia. El cambio debe comenzar considerando el territorio como un recurso limitado, fomentando la convivencia entre lo urbano y lo rural. Se requiere un enfoque interdisciplinario para la ordenación territorial, la planificación urbanística y el desarrollo de proyectos.

Este enfoque plantea el desafío de reconsiderar la naturaleza de la ciudad para redefinir nuevos paradigmas relacionales y metabólicos que reconfiguren su tejido urbano y la capaciten para alcanzar la resiliencia. La escala de la ciudad se ha ampliado a la de las regiones urbanas conurbadas, donde tanto el territorio urbanizado como los espacios abiertos son fundamentales para su regeneración. Solà-Morales (1996) afirmaba que la metrópolis universal no es una realidad hegemónica.

En las próximas décadas, presenciaremos la implementación de un nuevo sistema urbano global, con territorios mostrando un mosaico diverso de situaciones territoriales. Esto requiere un enfoque de urbanismo holístico e interdisciplinar, guiado por nuevas directrices estratégicas y acciones concretas basadas en principios de metabolismo social. La transformación de la metrópolis hacia una nueva ecometápolis, que trasciende los límites físicos convencionales y se expande virtualmente, convertirá a las ciudades en biociudades integradas en su territorio bioregional.

Esta propuesta desafía a reconsiderar la naturaleza de la ciudad para redefinir paradigmas relacionales y metabólicos que reconfiguren su malla y tejido urbano, permitiéndole alcanzar la resiliencia. Hablar de ciudad implica referirse a una gama de situaciones socio-urbanísticas que requieren un análisis profundo, despojándose de las simplificaciones habituales: urbano, suburbio, periferias, periurbano, rural y exurbios.

Llop & Ruiz-Apilánez (2021) proponen un urbanismo holístico centrado en varios vectores:

1) **Desaparición de frontera urbana**: los términos urbano y rural pierden sentido sin una entidad morfológica, socioambiental y fenomenológica clara. La expansión urbana desmesurada ha generado problemas ecoambientales significativos.
2) **Agrópolis**: asegurar el suministro alimentario a la metrópolis implica superar la tradicional exclusión de lo agrario en la gestión urbana. La integración y valorización de la agrópolis fomentan la economía circular y evitan la degradación del territorio.
3) **Sistema energético renovado**: la transición hacia energías renovables requiere integrar estas infraestructuras en la planificación urbana, transformando el parque edificado y ubicando infraestructuras energéticas in situ. Esto implica cambios en los arquetipos de habitabilidad.
4) **Economía circular**: recuperar la economía circular es vital para la resiliencia, dado que los flujos de producción y consumo han superado la escala metropolitana, impactando la malla urbana según fluctuaciones económicas.
5) **Espacio público y participación ciudadana**: redefinir el espacio público con principios de sostenibilidad ambiental y social. Se deben fomentar la multifuncionalidad y la cohesión social, involucrando a la ciudadanía en los procesos de transformación urbana.
6) **Infraestructuras ecosistémicas**: renaturalizar la metrópolis para transformarla en una ecometápolis, minimizando el impacto urbano en el ciclo del agua y restaurando los

ecosistemas. Revitalizar hábitats naturales y corredores de fauna y flora es esencial.

7) **Movilidad y salud**: promover el transporte activo (peatón y ciclista) reduce la contaminación y mejora la salud pública. La movilidad sostenible también disminuye accidentes y enfermedades crónicas. Referencias clave incluyen Sustainable Mobility for All (2019) y la Ciudad de los Quince Minutos de Carlos Moreno (2023).
8) **Planeamiento urbano dinámico**: el planeamiento debe ser adaptable y basado en datos actualizados. Debe fomentar la participación pública y privada, garantizando la transparencia y la eficacia en la toma de decisiones.
9) **Regeneración urbana integral**: recuperar viviendas habitables, mejorar la cohesión social y revitalizar espacios.

En una escala más amplia, esto incluye:

- Regeneración territorial integral.
- Soluciones de urbanidad básica.
- Abordar la fragmentación urbana.
- Redes integradas de infraestructuras.
- Regeneración de tramas habitacionales y de actividad.
- Promover el transporte personal rápido y la Movilidad como Servicio (MaaS).
- Reducir el número de automóviles y rescatar espacio urbano para las personas.
- Avanzar hacia la autosuficiencia energética y la eficiencia metabólica.

Este enfoque holístico y multidisciplinario redefine la naturaleza de la ciudad, creando ecometápolis resilientes que integren urbano y rural, fomentando la sostenibilidad y la calidad de vida. La ciudad, como una entidad socio-urbanística diversa, requiere un análisis profundo y una metodología basada en su esencia para organizar su desarrollo futuro (Solà-Morales, 1996).

Jornet y Llop (2014), conscientes de la importancia de la regeneración urbana, estudian cómo clasificar las distintas actuaciones según su alcance u objetivo:

1) **Áreas de atención especial** (AAE): Barrios con una concentración significativa de conflictos urbanísticos y sociales, donde es imprescindible una intervención intensa y transversal.
2) **Áreas de renovación urbana** (ARU): Zonas con vacíos urbanos actuales, cuyo desarrollo implica costos intrínsecos a las obras necesarias.
3) **Áreas de compleción o relleno** (ACR): Áreas urbanas en proceso de consolidación, con terrenos parcialmente desarrollados y algunas parcelas pendientes de edificación. Se subdividen en:

- Áreas de transformación de usos (ATU): Zonas donde se busca transformar sustancialmente los usos actuales, reemplazándolos por nuevos usos.
- Áreas de oportunidad de nuevas funciones (AOF): Antiguos espacios industriales obsoletos, con cese de actividad, donde es apropiado plantear un nuevo marco de ordenación y usos.

4) **Áreas de transformación secuencial** (ATS): Ámbitos densamente ocupados cuya

localización y posición urbana hacen previsible una futura transformación, aunque no inmediata debido a elevados costos de indemnización.

5) **Áreas de centralidad significativa** (ACS): Zonas donde se realizan intervenciones concentradas para establecer nuevas centralidades, con una importante mezcla de usos y actividades. Estas áreas se identifican con grandes proyectos singulares dentro del plan de desarrollo urbano de la ciudad.

Dado el contexto de crisis climática, es crucial abordar estos puntos con un enfoque integrado y multidisciplinario para crear ciudades resilientes y sostenibles. Cada territorio debe seguir sus propias directrices y determinar sus opciones específicas en la gestión clave de los ciclos metabólicos básicos, con el fin de que el planeta funcione como un mosaico de prácticas que superen las inercias del Antropoceno y promuevan una regeneración transformadora capaz de revertir los críticos procesos socioambientales. Esta regeneración metabólica debe ser el eje axial de las prácticas de ordenación territorial, planificación urbanística, proyecto y gestión metropolitana.

Su desarrollo debería formularse siguiendo, al menos, los siguientes postulados:

- **Economología integrada**: integra economía y ecología para lograr un desarrollo equilibrado en términos de eficiencia y resiliencia sostenible.
- **Inteligencia digital y digitalización**: aprovecha la producción de datos por las personas para fortalecer el conocimiento de las potencialidades del territorio.
- **Regeneración prioritaria**: regenera áreas ya ocupadas antes de expandirse a nuevos espacios, preservando así los espacios libres y la reserva ecosistémica de nuestros barrios, ciudades y el planeta.
- **Conciencia operativa natural**: basada en la naturalización y renaturalización, incrementa los servicios ecosistémicos, impulsando las infraestructuras ecosistémicas y los espacios abiertos.
- **Enfoque analítico y propositivo**: amplía la comprensión de los fenómenos urbanos con una interpretación multidimensional y de límites variables según los temas a abordar, visualizando la ciudad como una entidad transaccional con su territorio suprarregional.
- **Concertación técnica y política**: incrementa las capacidades de consenso entre los protagonistas de la gestión de las transformaciones territoriales, conectando la ciudad con las nuevas grandes regiones rururbanas.
- **Políticas y acciones compensatorias**: facilita una habitabilidad, actividad y movilidad sinérgicas entre territorios con diferentes densidades poblacionales mediante políticas, programas, planos, proyectos y acciones que equilibren diversas realidades territoriales.
- **Nueva configuración urbana**: concibe la ciudad como concentraciones polares interconectadas, en lugar de islas metropolitanas desconectadas.

Para ampliar y sostener en el tiempo la comprensión territorial renovada, existen rasgos clave que deben ser incorporados a la metodología de trabajo:

- **Nuevas geografías de la territorialidad**: referentes a la interacción rural-urbana y el desarrollo de infraestructura horizontal, como la città diffusa italiana (Portoghesi, 2004), la Zwischenstadt alemana (Sieverts, 2015) o la metrópolis horizontal suiza.

- **Mapeo del desarrollo y representatividad social de la circularidad económica**: esencial para entender cómo los recursos se gestionan y reutilizan dentro de un territorio (Marin & De Meulder, 2018).
- **Representación del metabolismo urbano**: centrada en su capacidad potencial de resiliencia urbana y su adaptación a cambios y crisis (Vandenbroeck, 2017).
- **Representación del espacio urbano**: comprendida como la forma en que todos los elementos urbanos y sus habitantes interactúan y se relacionan (Latour & Weibel, 2020).
- **Representación de ciclos y procesos**: ayuda a entender la secuencia de eventos, causas y efectos en el desarrollo urbano (Corner, 1999).
- **Representación descriptiva mediante tecnologías cooperativas de análisis visualizado:** utiliza la multiplicidad de datos (big data) obtenidos mediante rastreo (data mining) y seleccionados con análisis espaciales (spatial analytics) para convertir datos y relaciones en imágenes comprensibles.

Estos mecanismos abren nuevas herramientas y metodologías para la comunicación y el análisis de la complejidad de los territorios contemporáneos. La coreografía de las múltiples, diversas y simultáneas realidades territoriales nos conduce a la configuración de nuevos dispositivos para su regeneración y a la formulación de un nuevo concepto que integra las bases y atributos necesarios para una transformación ecológica de nuestro mundo urbanizado.

En línea con estas ideas, el informe *Urban Future with a Purpose: 12 Trends Shaping the Future of Cities by 2030* de Deloitte Global (2021) presenta una serie de tendencias clave que influirán en la transformación urbana hacia la sostenibilidad, resiliencia y prosperidad en el contexto post-COVID-19. Destaca la capacidad de las ciudades para responder a crisis y liderar la restauración de comunidades vibrantes, aprovechando su capital humano, infraestructura y potencial de escalabilidad. Basado en opiniones de investigadores, responsables políticos y líderes municipales, identifica 12 tendencias:

1) **Planificación ecológica de los espacios públicos**: revaluación de la estructura y funciones urbanas para promover una vida urbana sostenible.
2) **Ciudad de 15 minutos**: ubicación de servicios esenciales a una distancia accesible para caminar o andar en bicicleta, con énfasis en viviendas diversificadas, áreas verdes y rutas peatonales.
3) **Servicios y planificación inclusivos**: soluciones que garanticen la inclusión de todos los ciudadanos.
4) **Comunidades sanitarias inteligentes**: incorporación de sistemas de salud enfocados en el bienestar y la prevención, además del diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
5) **Movilidad inteligente, sostenible y como servicio**: promoción de opciones de transporte digital, limpio, inteligente y autónomo, con énfasis en caminar y andar en bicicleta.
6) **Ecosistema de innovación digital**: fomento de la creación de empleo y el crecimiento económico a través de la tecnología y la creatividad.
7) **Economía circular y producción local**: adopción de modelos circulares que priorizan la reutilización y restauración de recursos.

8) **Participación masiva**: facilitación de la colaboración entre ciudadanos, empresas, ONG y sector público a través de plataformas de co-creación habilitadas por la tecnología.
9) **Conciencia de ciberseguridad y privacidad**: desarrollo de estrategias y políticas sólidas para abordar riesgos cibernéticos y proteger la privacidad de los ciudadanos.
10) **Edificios e infraestructuras inteligentes y sostenibles**: optimización del consumo de energía y recursos mediante el uso de datos y tecnologías digitales.
11) **Operaciones urbanas impulsadas por la IA**: automatización de operaciones para mejorar la eficiencia y resolver problemas.
12) **Vigilancia y policía predictiva a través de la IA**: garantía de la seguridad pública mediante el uso cuidadoso de la tecnología y la consideración de preocupaciones ciudadanas y principios de gobernanza.

En resumen, la **resiliencia urbana** es un enfoque holístico que integra lo urbano y lo rural como un sistema interconectado, donde la capacidad de adaptación y recuperación de las ciudades depende de su integración en el territorio circundante. La teoría de Solà-Morales (1996) introduce el concepto de **"ecometápolis"**, que concibe la metrópolis contemporánea como un espacio bioregional que conecta áreas urbanizadas con espacios naturales, superando los límites tradicionales para crear un mosaico socio-urbanístico que promueva la sostenibilidad a largo plazo.

La **ecometápolis** integra los flujos naturales (agua, energía, aire) con los procesos urbanos (movilidad, uso del suelo, infraestructura) para regenerar los ecosistemas y fortalecer la resiliencia. Este enfoque se relaciona con la **humanización y ecologización de las ciudades**, ya que la inclusión de elementos naturales mejora la calidad de vida y sienta las bases para una resiliencia que abarca la estructura urbana y el bienestar de las comunidades. También se vincula con la **sostenibilidad del hábitat**, al fomentar la regeneración de sistemas ecológicos y la gestión eficiente de recursos con el uso de tecnologías avanzadas.

La **resiliencia urbana** se centra en la capacidad de la ciudad para absorber y recuperarse de choques ambientales, económicos y sociales. Al considerar la ciudad como un **ecosistema interconectado**, surge la necesidad de un **urbanismo regenerativo** que vincule dinámicas urbanas con flujos naturales, promoviendo la recuperación de ecosistemas y reduciendo la vulnerabilidad a eventos extremos.

El desarrollo de la **ecometápolis** requiere una **planificación regional** que conecte zonas urbanas y rurales, optimice la gestión de recursos y diversifique funciones y usos del suelo. Elementos como **infraestructura verde** y **corredores ecológicos** mejoran la conectividad, preservan la biodiversidad y ayudan a gestionar flujos de agua, reduciendo riesgos de desastres naturales.

La **resiliencia** emerge de un hábitat sostenible y regenerativo, donde la estructura urbana se adapta continuamente a las condiciones cambiantes del entorno y contribuye a la recuperación del equilibrio ecológico. La **humanización** se vincula con la **resiliencia** al fomentar la

participación comunitaria en la planificación y gestión, fortaleciendo la cohesión social y la capacidad de enfrentar proactivamente desafíos ambientales y socioeconómicos.

Por tanto, la **resiliencia urbana** no solo se basa en la infraestructura física, sino que depende de la sostenibilidad del hábitat y de la integración de elementos naturales que promuevan la **humanización del entorno**. Este enfoque establece un marco de planificación integral, donde la ciudad se concibe como un sistema adaptable y regenerativo, capaz de responder a los impactos climáticos y de promover un desarrollo equitativo y sostenible.

Resumen del Marco Teórico

El marco teórico, estructurado en tres capítulos, aborda la **humanización y ecologización de las ciudades**, la **sostenibilidad del hábitat** y la **resiliencia urbana**, integrando la **viabilidad socioeconómica y ecológica** de VGA con los desafíos del cambio climático. Aunque cada capítulo presenta perspectivas diferenciadas, todos se conectan a partir de la **interdependencia entre la calidad del entorno natural, la sostenibilidad urbana y la resiliencia socioeconómica**. El objetivo es proponer un **urbanismo holístico** que combine planificación, sostenibilidad y tecnología para promover un desarrollo urbano más humano, saludable y equilibrado.

La **humanización del entorno** se vincula con la **sostenibilidad del hábitat**, priorizando la salud y el bienestar a través de la creación de espacios inclusivos y accesibles que integren prácticas regenerativas. La **resiliencia urbana**, a su vez, se relaciona con ambos enfoques al considerar la capacidad de recuperación y la cohesión social como factores esenciales para afrontar choques ambientales y económicos, manteniendo la dinámica social y el equilibrio ecológico.

Estas tendencias proporcionan un marco integral para adaptar estrategias urbanísticas que promuevan un desarrollo sostenible y resiliente, optimizando los **sistemas urbanos críticos** y su interconexión con el ecosistema. El **urbanismo resiliente** se convierte así en una herramienta esencial para garantizar no solo la sostenibilidad ecológica y urbana, sino también la **calidad de vida** y el **bienestar** de los habitantes, preservando la salud del entorno y fomentando la **resiliencia social y económica**.

El marco teórico propone un **urbanismo regenerativo y resiliente** que combina regeneración ecológica, participación comunitaria y gestión inteligente del entorno, sugiriendo una adaptación sistémica que trasciende la mitigación de impactos climáticos. La inclusión de **tecnologías avanzadas** y la creación de **ciudades inteligentes** se consideran fundamentales para mejorar la viabilidad urbana y enfrentar eficazmente las fluctuaciones ambientales y sociales.

Si bien no se abordan soluciones constructivas específicas, el marco teórico establece la base para desarrollar estrategias que mejoren la calidad de vida y aseguren la **pervivencia socioeconómica** de VGA, adaptando sus sistemas urbanos y naturales a las condiciones cambiantes. La interrelación entre **humanización, sostenibilidad del hábitat y resiliencia urbana** constituye un modelo de planificación integral y replicable en otras regiones con problemáticas similares, promoviendo una **planificación urbana integral** que responda eficazmente a los desafíos climáticos y garantice un desarrollo sostenible y equitativo.

CAPÍTULO IV. URBANISMO RESILIENTE

El Panel Internacional de Recursos, apoyado por las Naciones Unidas, publicó el informe *El peso de las ciudades* que propone un modelo de urbanización sostenible para reducir significativamente el consumo de recursos. Para 2050, se estima que el consumo de materiales por habitante deberá reducirse a entre 6 y 8 toneladas anuales, frente a las actuales 8 a 17 toneladas, con el fin de alcanzar la sostenibilidad urbana. El informe sugiere estrategias como la optimización del uso del suelo, la mejora del transporte y la adopción de tecnologías que minimicen el consumo de recursos, promoviendo ciudades equitativas y con bajas emisiones de carbono, en línea con el ODS 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2018).

El concepto de metabolismo urbano, presentado en el informe, describe la ciudad como un ecosistema interdependiente en el que los flujos de recursos deben pasar de lineales a circulares. Esto implica un cambio hacia la oferta de servicios integrales, como suministro de calor o movilidad, en lugar de productos individuales, como calefactores o vehículos (ONU, 2018). Se plantea también la creación de redes urbanas de alta densidad, con 15.000 personas por km², interconectadas mediante transporte público eficiente, rodeadas por áreas de densidad media de 7.500 a 10.000 personas por km², que mezclen viviendas, trabajos y servicios para un metabolismo urbano equilibrado.

Las recomendaciones incluyen la adopción de infraestructuras tecnológicas eficientes que podrían reducir hasta un 54% el impacto en los recursos naturales para 2050, mediante una urbanización compacta e interconectada, combinada con tecnologías avanzadas en transporte y edificación (ONU, 2018). Además, se destaca la política de experimentación como clave para fomentar la innovación urbana, proponiendo la expansión de los Living Labs y el fortalecimiento de redes de ciudades hermanas para compartir conocimientos y replicar iniciativas exitosas, consolidando la cooperación global hacia un futuro urbano sostenible (ONU, 2018).

4.1. Metabolismo urbano

EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD. El metabolismo urbano se centra en la eficiencia y sostenibilidad del uso de recursos y energía en la ciudad, optimizando los flujos de recursos naturales y energéticos de manera sostenible.

Pilares básicos

- **Metabolismo urbano**: este campo se enfoca en la eficiencia y sostenibilidad del uso de recursos en la ciudad, incluyendo energía, agua y materiales.
- **Energía:** gestión y optimización del consumo energético, fomento de energías renovables y eficiencia energética.
- **Agua y ciclo de los materiales**: gestión sostenible del agua y los materiales, incluyendo la reducción, reutilización y reciclaje.
- **Biodiversidad y espacios verdes urbanos:** integración de espacios verdes y conservación de la biodiversidad para mejorar la sostenibilidad ambiental.

Principios Fundamentales

1. Autosuficiencia frente a dependencia:
    - Producción local de alimentos: promover la agricultura urbana y periurbana para reducir la dependencia de alimentos importados y mejorar la seguridad alimentaria.
    - Energías renovables: fomentar el uso de energías renovables como la solar, eólica y biomasa en el entorno urbano para disminuir la dependencia de fuentes de energía no renovables.
2. Autosuficiencia hídrica con recursos propios y renovables:
    - Recolección y reutilización de agua de lluvia: implementar sistemas de captación de agua de lluvia para uso en riego, limpieza y, con tratamiento adecuado, incluso para consumo.
    - Tecnologías de purificación y reciclaje de agua: desarrollar infraestructuras para el reciclaje y reutilización de aguas grises y negras, reduciendo así la demanda de agua potable.
3. Reducción, reutilización, reciclaje frente a despilfarro:
    - Gestión integral de residuos: crear programas de reciclaje y compostaje que permitan convertir los residuos en recursos útiles, reduciendo así la cantidad de desechos que terminan en vertederos.
    - Economía circular: adoptar un enfoque de economía circular donde los productos y materiales se mantienen en uso el mayor tiempo posible, regenerando los sistemas naturales y minimizando el desperdicio.
4. Adaptación y mitigación del cambio climático:

- Infraestructuras verdes: integrar soluciones basadas en la naturaleza, como techos verdes, paredes vegetales y parques urbanos, para mejorar la calidad del aire, gestionar el agua pluvial y mitigar el efecto de isla de calor urbana.
- Transporte sostenible: fomentar el uso de transporte público, bicicletas y vehículos eléctricos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Indicadores Clave

- Densidad de viviendas
- Compacidad absoluta
- Compacidad corregida
- Espacio de estancia por habitante
- Calidad del aire
- Confort acústico
- Confort térmico
- Consumo energético residencial
- Consumo energético servicios
- Consumo energético alumbrado público
- Autosuficiencia energética con energías renovables
- Emisiones de gases de efecto invernadero
- Consumo de agua potable
- Aguas residuales tratadas
- Suficiencia hídrica
- Generación de residuos por habitante
- Recogida separada bruta
- Cierre del ciclo de materia orgánica
- Índice biótico del suelo
- Espacio verde por habitante
- Proximidad a espacios verdes
- Dotación de arbolado viario
- Permeabilidad del suelo
- Condiciones calidad verde por vivienda
- Condiciones calidad verde espacios privativos
- Límites frontera urbana
- Sistema energético urbano renovado
- Autosuficiencia alimentaria urbana: agrópolis
- Economía circular
- Regeneración urbana integral
- Infraestructuras ecosistémicas

Conceptos y estrategias asociadas

- Economología integrada: integra economía y ecología para lograr un desarrollo equilibrado en términos de eficiencia y resiliencia sostenible, promoviendo un uso eficiente de los recursos.
- Regeneración prioritaria: regenera áreas ya ocupadas antes de expandirse a nuevos espacios, preservando espacios libres y reservas ecosistémicas.
- Conciencia operativa natural: incrementa los servicios ecosistémicos mediante la naturalización y renaturalización, impulsando infraestructuras ecosistémicas y espacios abiertos.
- Planificación ecológica de los espacios públicos: revaluación de la estructura y funciones urbanas para promover una vida urbana sostenible.
- Economía circular y producción local: adopción de modelos circulares que priorizan la reutilización y restauración de recursos.
- Edificios e infraestructuras inteligentes y sostenibles: optimización del consumo de energía y recursos mediante el uso de datos y tecnologías digitales.
- Ciudad de 15 minutos: ubicación de servicios esenciales a una distancia accesible para caminar o andar en bicicleta, con énfasis en viviendas diversificadas, áreas verdes y rutas peatonales.
- Desaparición de la frontera urbana: los términos urbano y rural pierden sentido sin una entidad morfológica, socioambiental y fenomenológica clara. La expansión urbana desmesurada ha generado problemas eco- ambientales significativos.
- Agrópolis y soberanía alimentaria: asegurar el suministro alimentario a la metrópolis implica integrar y valorizar la agrópolis, fomentando la economía circular y evitando la degradación del territorio.
- Sistema energético renovado: la transición hacia energías renovables requiere integrar estas infraestructuras en la planificación urbana, transformando el parque edificado y ubicando infraestructuras energéticas in situ.
- Infraestructuras ecosistémicas: renaturalizar la metrópolis para transformarla en una ecometápolis, minimizando el impacto urbano en el ciclo del agua y restaurando los ecosistemas.

Implementación y beneficios

Implementación

- Políticas y normativas: establecer políticas y regulaciones que incentiven prácticas sostenibles y penalicen las no sostenibles.
- educación y concienciación: Educar a los ciudadanos sobre la importancia del metabolismo urbano y su impacto en el medio ambiente y la salud pública.
- Colaboración público-privada: fomentar la colaboración entre gobiernos, empresas y comunidades para desarrollar e implementar soluciones innovadoras.

Beneficios

- Sostenibilidad ambiental: reducción de la huella ecológica de la ciudad y conservación de los recursos naturales.
- Resiliencia urbana: mejora de la capacidad de la ciudad para enfrentar y recuperarse de eventos adversos como desastres naturales o crisis económicas.
- Calidad de vida: incremento de la calidad de vida de los habitantes urbanos mediante la creación de un entorno más saludable y equilibrado.

Ejemplos de buenas prácticas en metabolismo urbano

1. Producción local de alimentos: agricultura urbana en Detroit, EE.UU.

Detroit ha sido un pionero en la transformación de terrenos baldíos en huertos urbanos, promoviendo la seguridad alimentaria y reduciendo la dependencia de alimentos importados. Proyectos como "Urban Roots" y "Keep Growing Detroit" ayudan a los residentes a cultivar sus propios alimentos, creando una comunidad más resiliente y autosuficiente.

2. Energías renovables: Freiburg, Alemania

Freiburg es conocida como la "Ciudad Solar" debido a su enfoque en la energía solar. La ciudad ha invertido en techos solares y ha fomentado la construcción de edificios con eficiencia energética. El distrito de Vauban es un ejemplo destacado, donde todas las casas están diseñadas para ser energéticamente eficientes y muchas tienen paneles solares.

3. Recolección y reutilización de agua de lluvia: Melbourne, Australia

Melbourne ha implementado sistemas avanzados de recolección de agua de lluvia para reducir la dependencia del agua potable. Proyectos como "Fitzroy Gardens Stormwater Harvesting" capturan y tratan el agua de lluvia para usarla en el riego de parques y jardines, contribuyendo a la autosuficiencia hídrica.

4. Gestión integral de residuos: San Francisco, EE.UU.

San Francisco ha implementado un programa integral de reciclaje y compostaje, logrando desviar el 80% de sus residuos de los vertederos. El programa incluye la separación de residuos orgánicos para compostaje y la recolección de reciclables, con la meta de alcanzar cero residuos para 2025.

5. Infraestructuras verdes: Copenhague, Dinamarca

Copenhague ha integrado techos verdes, paredes vegetales y parques urbanos en su planificación para mejorar la calidad del aire, gestionar el agua pluvial y reducir el efecto de isla de calor urbana. El proyecto "Copenhagen Climate Resilient Neighborhoods" es un ejemplo de cómo las infraestructuras verdes pueden hacer que la ciudad sea más resiliente al cambio climático.

6. Economía circular: Rotterdam, Países Bajos

Rotterdam está implementando una estrategia de economía circular que incluye la reutilización de materiales de construcción y la reducción de residuos. El proyecto "BlueCity" transforma un antiguo complejo de piscinas en un centro para empresas circulares, fomentando la colaboración y la innovación en la reutilización de recursos.

7. Ciudad de 15 minutos: París, Francia

París ha adoptado el concepto de la "Ciudad de 15 Minutos", promovido por el urbanista Carlos Moreno. Este enfoque busca que todos los servicios esenciales estén a una distancia de 15 minutos a pie o en bicicleta de los hogares, mejorando la calidad de vida y reduciendo la dependencia del transporte motorizado. Proyectos como la peatonalización de calles y la creación de más áreas verdes son parte de esta estrategia.

8. Regeneración urbana integral: Bilbao, España

Bilbao ha transformado su paisaje urbano a través de proyectos de regeneración como el desarrollo del Museo Guggenheim y la revitalización de la ribera del río Nervión. Estos esfuerzos no solo han mejorado la cohesión social y económica, sino que también han hecho de Bilbao un ejemplo de regeneración urbana exitosa.

9. Sistemas de energía renovable: Masdar City, Emiratos Árabes Unidos

Masdar City es una comunidad planificada en los Emiratos Árabes Unidos que utiliza energía solar y otras tecnologías sostenibles para lograr una huella de carbono mínima. La ciudad incluye paneles solares, vehículos eléctricos autónomos y sistemas avanzados de gestión de residuos y agua.

10. Movilidad sostenible: Curitiba, Brasil

Curitiba es reconocida mundialmente por su sistema de transporte público eficiente y sostenible. La ciudad implementó un sistema de autobuses rápidos (BRT) que ha mejorado significativamente la movilidad urbana y ha reducido las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, Curitiba ha desarrollado extensas ciclovías y espacios peatonales.

Tabla 35 resiliencia urbana

RESILIENCIA URBANA				
VECTORES	DESAPARICIÓN DE FRONTERA URBANA	NUEVAS GEOGRAFÍAS DE LA TERRITORIALIDAD		COMPRENSIÓN TERRITORIAL
	AGRÓPOLIS			
	SISTEMA ENERGÉTICO RENOVADO	MAPEO DEL DESARROLLO Y REPRESENTATIVIDAD SOCIAL DE LA CIRCULARIDAD ECONÓMICA		
	ECONOMÍA CIRCULAR	REPRESENTACIÓN DEL METABOLISMO URBANO		
	ESPACIO PÚBLICO Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA	REPRESENTACIÓN DEL ESPACIO URBANO		
	INFRAESTRUCTURAS ECOSISTÉMICAS	REPRESENTACIÓN DE CICLOS Y PROCESOS		
	MOVILIDAD Y SALUD	REPRESENTACIÓN DESCRIPTIVA MEDIANTE TECNOLOGÍAS COOPERATIVAS DE ANÁLISIS VISUALIZADO		
	PLANEAMIENTO URBANO DINÁMICO			
	REGENERACIÓN URBANA INTEGRAL	Regeneración territorial integral	**ÁREAS DE ATENCIÓN ESPECIAL** (AAE)	REGENERACIÓN URBANA
		Soluciones de urbanidad básica		
		Abordar la fragmentación urbana	**ÁREAS DE RENOVACIÓN URBANA** (ARU)	
		Redes integradas de infraestructuras		
		Regeneración de tramas habitacionales y de actividad	**ÁREAS DE COMPLECIÓN O RELLENO** (ACR)	
		Promover el transporte personal rápido y la Movilidad como Servicio (MaaS).		
		Reducir el número de automóviles y rescatar espacio urbano para las personas	**ÁREAS DE TRANSFORMACIÓN SECUENCIAL** (ATS)	
		Avanzar hacia la autosuficiencia energética y la eficiencia metabólica	**ÁREAS DE CENTRALIDAD SIGNIFICATIVA** (ACS)	
POSTULADOS	ECONOMOLOGÍA INTEGRADA	PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS		12 TRENDS SHAPING THE FUTURE OF CITIES BY 2030
		CIUDAD DE 15 MINUTOS		
		SERVICIOS Y PLANIFICACIÓN INCLUSIVOS		
		COMUNIDADES SANITARIAS INTELIGENTES		
	INTELIGENCIA DIGITAL Y DIGITALIZACIÓN	MOVILIDAD INTELIGENTE, SOSTENIBLE Y COMO SERVICIO		
	REGENERACIÓN PRIORITARIA	ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN DIGITAL		
	CONCIENCIA OPERATIVA NATURAL	ECONOMÍA CIRCULAR Y PRODUCCIÓN LOCAL		
	ENFOQUE ANALÍTICO Y PROPOSITIVO	PARTICIPACIÓN MASIVA		
	CONCERTACIÓN TÉCNICA Y POLÍTICA	CONCIENCIA DE CIBERSEGURIDAD Y PRIVACIDAD		
	POLÍTICAS Y ACCIONES COMPENSATORIAS	EDIFICIOS E INFRAESTRUCTURAS INTELIGENTES Y SOSTENIBLES		
	NUEVA CONFIGURACIÓN URBANA	OPERACIONES URBANAS IMPULSADAS POR LA IA		
		VIGILANCIA Y POLICÍA PREDICTIVA A TRAVÉS DE LA IA		

Fuente Creación propia

Tabla 36 Parámetros Calidad Ecológica

	PARÁMETROS CALIDAD ECOLÓGICA	VALOR	UNIDAD
ESTRUCTURA URBANA	DENSIDAD DE VIVIENDAS: nº viviendas/ superficie urbana en ha	**>100**	vvdas/ha
	DENSIDAD DE POBLACIÓN:	**>250**	habitantes/ha
	COMPACIDAD ABSOLUTA: m3 edificado/ superficie urbana m2	**>5**	metros
	EDIFICABILIDAD BRUTA	**>1,5**	m2c/m2s
	ESPACIO CONSTRUÍDO	**50-60**	m2/habitante
	COMPACIDAD CORREGIDA: m3 edificado/nº habitantes	**10-20**	metros
	ESP. PÚBLICO USO CIUDADANO: m2 espacio público/nº habitantes	**10-20**	m2/habitante
	TIPO SUPERFICIE	**COEFICIENTE PERMEABILIDAD**	
PERMEABILIDAD SUELO	SUELO NATURAL	**1.0**	MÍNIMO 50% SUPERFICIE SUELO
	CÉSPED	**0.8 - 0.9**	
	JARDINES	**0,7- 09**	
	SUPERFICIES GRAVILLADAS	**0.5 - 0.7**	
	PAVIMENTO PERMEABLE- ADOQUINES (JUNTA ABIERTA)	**0.4 - 0.6**	
	SUPERFICIE ARENOSA	**0,6 – 0,8**	
	CUBIERTAS VERDES EXTENSIVAS	**0,5 -0,7**	
	CUBIERTAS VERDES INTENSIVAS	**0,3 – 0,5**	
	CAMINOS DE TIERRA	**0,2 – 0,4**	
	PAVIMENTO ASFÁLTICO PERMEABLE	**0,1 - 0,3**	
	PAVIMENTO ASFÁLTICO IMPERMEABLE	**0.0 - 0.1**	
	HORMIGÓN PERMEABLE	**0.2 - 0.4**	
	HORMIGÓN IMPERMEABLE	**0.0**	
	BALDOSAS PERMEABLES	**0.3 - 0.5**	
	SUPERFICIES DE MADERA (TARIMA, DECKS)	**0.2 - 0.4**	
	PAVIMENTO DE LADRILLO	**0.3 - 0.5**	
	PISTAS DEPORTIVAS PERMEABLES	**0.4 - 0.6**	
	PISTAS DEPORTIVAS IMPERMEABLES	**0.0 - 0.1**	

Fuente Creación propia

Tabla 37 Parámetros de biodiversidad y espacio verde frente a asfalto

	ESPACIO VERDE-BIODIVERSIDAD	VALOR	UNIDAD
VECTORES	INDICE BIÓTICO DEL SUELO Σ factor permeabilidad x superficie /superficie total x100	>15% 30	
	ESPACIO VERDE HABITANTE superficie total verde/ población total	10	m2/habitante
	PROXIMIDAD SIMULTÁNEA A ESPACIOS VERDES Población con cobertura simultánea/ población total	Acceso a 3 espacios verdes 100% población	
	DOTACIÓN ARBOLADO VIARIO (nº arbx13) + nº arb x9) +nº arb x 7)/ longitud total x100	100%	tramos calle

Fuente Creación propia base BCNecología

Tabla 38 Condiciones calidad verde

CONDICIONES VERDES -CALIDAD		
CONDICIONES POR VIVIENDA	UN NIDO PÁJAROS POR VIVIENDA	MÍNIMO 4 POR VIVIENDA
	AL MENOS 5 M2 DE INVERNADERO POR CADA VIVIENDA	
	AGUAS GRISES SON TRATADAS Y REUTILIZADAS	
	TODOS LOS EDIFICIOS TIENEN CUBIERTA VEGETAL	
	TODAS LAS AGUAS PLUVIALES FLUYEN > 7,6 MTS EN SUPERFICIE ANTES DE ENTRAR A CUENCA	
	AGUAS PLUVIALES Y DE SUPERFICIES DURAS SON RECOGIDAS Y USADAS PARA RIEGO	
	LAS FACHADAS DE LOS EDIFICIOS TIENEN ESTANTES PARA ANIDACIÓN DE GOLONDRINAS	
	AL MENOS 2 M2 DE PARCELA DE CULTIVO EMPOTRADAS O JARDINERAS EN EL BALCÓN/ VIVIENDA	
	TODOS LOS RESÍDUOS DOMÉSTICOS BIODEGRADABLES SE COMPOSTAN	
CONDICIONES ESPACIOS PRIVATIVOS	NIDO DE MURCIÉLAGOS	MÍNIMO 10 POR VIVIENDA
	TODAS LAS SUPERFICIES NO PAVIMENTADAS TIENEN SUFICIENTE PROFUNDIDAD Y CALIDAD DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE HORTALIZAS	
	TODOS LOS MUROS POSIBLES CUBIERTAS CON PLANTAS TREPADORAS	
	VEGETACIÓN SELECCIONADA PARA SER NÉCTAR Y ALIMENTO VARIADO PARA MARIPOSAS	
	TODOS LOS BIOTOPOS ESTÁN DISEÑADOS PARA SER HÚMEDOS	
	TODOS LOS BIOTOPOS ESTÁN DISEÑADOS PARA SER SEMINATURALES	
	ESTÁ AJARDINADO, PERO HAY CÉSPED NO CORTADO	
	TODAS LAS PLANTAS TIENEN ALGÚN USO DOMÉSTICO	
	AL MENOS 2 VARIEDADES DIFERENTES DE CULTIVOS ANTIGUOS DE FRUTAS Y BAYAS/ 100 M2	
	TODO SE USA PARA CULTIVO DE HORTALIZAS, FRUTAS Y BAYAS	
	SOLO SE USAN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN RECICLADOS	
	AL MENOS LA MITAD ES LÁMINA DE AGUA	
	UNA SECCIÓN SE DEJA PARA EL CRECIMIENTO NATURAL	
	BIOTOPO ESPECIFICO PARA INSECTOS	
	TODAS LAS SUPERFICIES SON PERMEABLES	
	PATIO INCLUYE UN JARDÍN RÚSTICO CON DIFERENTES SECCIONES	
	1 M2 DE ESTANQUE POR CADA 5 M2 DE AREA PAVIMENTADA EN EL PATIO	
	NO HAY MÁS DE 5 ÁRBOLES O ARBUSTOS DE LA MISMA ESPECIE	
	BIOTOPOS DEL PATIO SON TOLERANTES A LA SEQUÍA	
	AGUAS PLUVIALES FLUYEN > 7,6 MTS EN SUPERFICIE ANTES DE ENTRAR A LA CUENCA	
	AGUAS PLUVIALES DE SUPERFICIES DURAS SON RECOGIDAS Y USADAS PARA RIEGO	
	HÁBITATS DE RANAS Y ESPACIOS ADECUADOS PARA SU HIBERNACIÓN	
	COMIDA PARA PÁJAROS DURANTE TODO EL AÑO EN PATIO	
	LOS DESARROLLOS SON CONSULTADOS CON EXPERTOS EN ECOLOGÍA	
	TODOS LOS RESÍDUOS DOMÉSTICOS Y DE JARDÍN BIODEGRADABLES SE COMPOSTAN	
	DETERMINADO COLOR Y TEXTURA COMO TEMA COMPOSITIVO	
	PLANTAS RECORTADAS Y FORMADAS COMO TEMA COMPOSITIVO	
	HAY AL MENOS 50 HIERBAS SILVESTRES ENDEMICAS CON FLOR	

Fuente Creación propia basado en los parámetros de calidad ambiental de Malmö

Tabla 39 Condiciones autosuficiencia hídrica y consumos optimizados

AUTOSUFICIENCIA HÍDRICA- CONSUMO MEDIO OPTIMIZADO									
USO	Potable	No potable	Consumo total	Potable	No potable	Consumo total	Potable	No potable	Consumo total
TIPOLOGÍA	**PLURIFAMILIAR INTENSIVO**			**PLURIFAMILIAR SEMI INTENSIVO**			**UNIFAMILIAR**		
DOMÉSTICO	64	18	82	68	28	96	70	90	160
PÚBLICO	0	14	14	0	14	14	0	14	14
COMERCIAL	4	4	8	4	4	8	4	4	8
TOTAL	68	36	104	72	46	118	74	108	182

Fuente Creación propia base BCNecología

Tabla 40. Autosuficiencia metabolismo urbano para adaptación al cambio climático

	AUTOSUFICIENCIA	VALOR	UNIDAD
VECTORES	CONSUMO ENERGETICO SECTOR RESIDENCIAL Consumo total viviendas/ m2 total superficie residencial	<55	KWh/m2/año
	CONSUMO ENERGÉTICO SECTOR TERCIARIO/EQUIPAMIENTOS Consumo total servicios/ m2total superficie terciaria	<105	KWh/m2/año
	CONSUMO ENERGÉTICO ALUMBRADO PÚBLICO Consumo total alumbrado/ m2 total espacio público	<2,5	KWh/m2/año
	AUTOSUFICIENCIA POR ENERGÍA RENOVABLES Producción local EERR/consumo energético total x 100	2050: 100	%
	EMISIONES GEI Emisiones CO2/población total	2030: - 40 2050: -100	%
	CONSUMO AGUA POTABLE Consumo total agua/ población total	10 Doméstico	Litros/persona
	AGUA RESIDUAL TRATADA CON TRATAMIENTO SECUNDARIO Agua residual generada/agua residual tratada x 100	100	%
	SUFICIENCIA HÍDRICA Volumen total aguas aprovechables/agua no potable total x100	40	%
	RESIDUOS POR HABITANTE Residuos anual total/ población total	<1,35	Kg/hab/día
	RECOGIDA BASURA SEPARADA BRUTA tn capturadas brutas/tn gerneradas total	>65	%
	CIERRE CICLO MATERIA ORGÁNICA Materia organica compostada/ materia orgánica generada	>70	%

Fuente Creación propia base datos BCnecología

4.2 La ciudad inteligente y resiliente

TECNOLOGÍAS AVANZADAS Y DATOS PARA EL DESARROLLO URBANO. Las ciudades inteligentes utilizan tecnología avanzada y datos para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, optimizar la eficiencia de los servicios urbanos y fomentar un desarrollo sostenible.

Pilares básicos

- **Inteligencia digital y digitalización**: aprovecha la producción de datos por las personas para fortalecer el conocimiento de las potencialidades del territorio y mejorar la toma de decisiones.
- **Enfoque analítico y propositivo**: amplía la comprensión de los fenómenos urbanos con una interpretación multidimensional, visualizando la ciudad como una entidad transaccional con su territorio suprarregional.
- **Nueva configuración urbana**: concibe la ciudad como concentraciones polares interconectadas, en lugar de islas metropolitanas desconectadas, mejorando la conectividad y la eficiencia urbana.

Estrategias para una Ciudad Inteligente

1. Hiperconectividad
    - Infraestructura digital: desplegar redes de comunicación de alta velocidad (como 5G) para permitir una conectividad rápida y confiable en toda la ciudad.
    - Internet de las Cosas (IoT): implementar sensores y dispositivos conectados para recopilar y analizar datos en tiempo real sobre el tráfico, la calidad del aire, el consumo de energía, etc.
    - Plataformas de datos abiertos: crear plataformas que permitan el acceso a datos urbanos para ciudadanos, empresas y administraciones públicas, fomentando la transparencia y la innovación.
2. Accesibilidad contra movilidad privada
    - Transporte público inteligente: desarrollar sistemas de transporte público eficientes y bien integrados, utilizando tecnologías como GPS, big data y aplicaciones móviles para mejorar la experiencia del usuario.
    - Infraestructura para movilidad sostenible: construir ciclovías, zonas peatonales y estaciones de carga para vehículos eléctricos para promover formas de transporte alternativas y sostenibles.
    - Aplicaciones de movilidad integrada: crear aplicaciones que integren diferentes modos de transporte (autobuses, bicicletas compartidas, trenes, etc.) en una única plataforma, facilitando la planificación y pago de viajes.
3. Descompresión frente a compresión

- Diseño urbano inteligente: utilizar análisis de datos para diseñar y gestionar el uso del suelo, evitando la congestión y promoviendo el desarrollo equilibrado de diferentes áreas de la ciudad.
- Espacios públicos flexibles: crear espacios públicos que puedan adaptarse a diferentes usos y necesidades, mejorando la calidad de vida y el bienestar de los ciudadanos.
- Monitorización y gestión del tráfico: implementar sistemas inteligentes de gestión del tráfico que ajusten los semáforos y rutas en tiempo real para minimizar la congestión.

4. Compacidad frente a dispersión
    - Desarrollo de zonas mixtas: promover el desarrollo de áreas que combinan vivienda, trabajo, comercio y ocio, reduciendo la necesidad de desplazamientos largos.
    - Planificación del uso del suelo: utilizar tecnologías GIS (Sistemas de Información Geográfica) para una planificación urbana eficiente que favorezca la compacidad y el uso racional del suelo.
    - Edificios inteligentes y sostenibles: fomentar la construcción de edificios que utilicen tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia energética, la gestión de recursos y el confort de los habitantes.
5. Complejidad frente a simplificación
    - Integración de sistemas: conectar diferentes sistemas urbanos (transporte, energía, agua, residuos) para crear una red compleja pero eficiente que mejore la gestión de la ciudad.
    - Análisis de datos avanzado: utilizar big data y análisis predictivo para anticipar problemas y optimizar la toma de decisiones en la gestión urbana.
    - Participación ciudadana: involucrar a los ciudadanos en la toma de decisiones mediante plataformas digitales de participación y consulta, aprovechando la diversidad de opiniones y conocimientos.

Indicadores clave

- Modo de desplazamiento de la población
    - Viajes vehículo privado
    - Disponibilidad personal rapid transit
    - Disponibilidad mobility as a service
    - Transporte verde o comunitario
    - Transporte privado verde
- Proximidad a redes de transporte alternativo
- Espacio peatonal y/o de convivencia
- Espacio viario motorizado
- Proximidad de aparcamiento para bicicletas
- Aparcamiento de vehículos fuera de la calzada
- Aparcamientos disuasorios
- Territorial verde comunitario

- Transporte marítimo y aéreo verde
- Puntos de recarga para vehículos eléctricos
- Accesibilidad de la red viaria
- Continuidad espacial y funcional de las calles
- Actividades densas en conocimiento
- Autocontención laboral

Conceptos y estrategias asociadas. Las ciudades inteligentes utilizan tecnología avanzada y datos para mejorar la infraestructura y los servicios urbanos. Los conceptos están relacionados con la digitalización, el análisis multidimensional de fenómenos urbanos y la nueva configuración urbana, todos esenciales para crear una red urbana eficiente, conectada y basada en datos.

- Redes y servicios de movilidad: desarrollo de infraestructuras y servicios inteligentes para mejorar la movilidad y la accesibilidad, incluyendo transporte público eficiente, ciclovías y sistemas de transporte integrados.
- Complejidad urbana: implementación de tecnologías avanzadas y análisis de datos para gestionar la complejidad urbana, mejorar la eficiencia de los servicios y la conectividad.
- Morfología y ocupación urbana: diseño urbano inteligente que optimiza el uso del suelo y la distribución de infraestructuras, promoviendo un desarrollo compacto y eficiente.
- Espacio público y habitabilidad: mejora y gestión inteligente de los espacios públicos para aumentar la calidad de vida y la interacción social, asegurando accesibilidad y confort para todos los ciudadanos.

Innovaciones tecnológicas

- Inteligencia digital y digitalización: aprovecha la producción de datos por las personas para fortalecer el conocimiento de las potencialidades del territorio y mejorar la toma de decisiones.
- Enfoque analítico y propositivo: amplía la comprensión de los fenómenos urbanos con una interpretación multidimensional, visualizando la ciudad como una entidad transaccional con su territorio suprarregional.
- Nueva configuración urbana: concibe la ciudad como concentraciones polares interconectadas, en lugar de islas metropolitanas desconectadas, mejorando la conectividad y la eficiencia urbana.

Tendencias en ciudades inteligentes. Están relacionadas con la movilidad sostenible, el planeamiento urbano dinámico y la participación ciudadana en la redefinición del espacio público, todos esenciales para crear una red urbana eficiente, conectada y basada en datos.

1. Movilidad inteligente, sostenible y como servicio: promoción de opciones de transporte digital, limpio, inteligente y autónomo, con énfasis en caminar y andar en bicicleta.
2. Movilidad y salud: promover el transporte activo (peatón y ciclista) para reducir la contaminación y mejorar la salud pública. La movilidad sostenible también disminuye accidentes y enfermedades crónicas.

3. Ecosistema de innovación digital: fomento de la creación de empleo y el crecimiento económico a través de la tecnología y la creatividad.
4. Operaciones urbanas impulsadas por la IA: automatización de operaciones para mejorar la eficiencia y resolver problemas.
5. Conciencia de ciberseguridad y privacidad: desarrollo de estrategias y políticas sólidas para abordar riesgos cibernéticos y proteger la privacidad de los ciudadanos.
6. Vigilancia y policía predictiva a través de la IA: garantía de la seguridad pública mediante el uso cuidadoso de la tecnología y la consideración de preocupaciones ciudadanas y principios de gobernanza.
7. Planeamiento urbano dinámico: el planeamiento debe ser adaptable y basado en datos actualizados. Debe fomentar la participación pública y privada, garantizando la transparencia y la eficacia en la toma de decisiones.
8. Espacio público y participación ciudadana: redefinir el espacio público con principios de sostenibilidad ambiental y social, fomentando la multifuncionalidad y la cohesión social, e involucrando a la ciudadanía en los procesos de transformación urbana.

Implementación y beneficios

Implementación

- Inversiones en tecnología: priorizar inversiones en infraestructuras tecnológicas y plataformas digitales.
- Colaboración multisectorial: fomentar la colaboración entre administraciones públicas, empresas tecnológicas, universidades y ciudadanos para el desarrollo e implementación de soluciones inteligentes.
- Normativas y estándares: desarrollar normativas y estándares que regulen el uso de tecnologías y datos, garantizando la seguridad, privacidad y equidad.

Beneficios

- Eficiencia operacional: mejora en la eficiencia de los servicios urbanos, reduciendo costos y tiempos de respuesta.
- Calidad de vida: incremento de la calidad de vida de los ciudadanos gracias a una mejor gestión de los recursos y servicios.
- Sostenibilidad: reducción del impacto ambiental mediante el uso eficiente de los recursos y la promoción de prácticas sostenibles.
- Innovación y competitividad: fomento de la innovación y el desarrollo económico mediante la creación de un entorno propicio para la tecnología y el emprendimiento.

Ejemplos de buenas prácticas en ciudades inteligentes

1. Hiperconectividad: Songdo, Corea del Sur

Songdo es una ciudad inteligente diseñada desde cero con una infraestructura tecnológica avanzada. Utiliza sensores IoT para monitorizar el tráfico, la calidad del aire y el consumo de energía. Los edificios están interconectados y equipados con sistemas de gestión inteligente que optimizan el uso de recursos.

Ámsterdam, Países Bajos: Desarrollo de un sistema de gestión inteligente del agua y la energía, utilizando sensores y análisis de datos.

2. Transporte público inteligente: Singapur

Singapur ha desarrollado un sistema de transporte público inteligente que utiliza tecnologías avanzadas como GPS y big data para optimizar rutas y tiempos de llegada de autobuses y trenes. La aplicación MyTransport.SG proporciona información en tiempo real y opciones de planificación de rutas para los usuarios.

3. Espacios públicos flexibles: Copenhague, Dinamarca

Copenhague ha implementado numerosos proyectos de espacios públicos flexibles, como el "Superkilen Park", que se adapta a diferentes usos y actividades comunitarias. Este espacio multifuncional mejora la interacción social y el bienestar de los ciudadanos.

4. Desarrollo de zonas mixtas: Medellín, Colombia

Medellín ha transformado áreas urbanas mediante el desarrollo de zonas mixtas que combinan vivienda, trabajo y ocio. Proyectos como el Jardín Circunvalar integran espacio público, vivienda social y áreas comerciales, promoviendo una mayor cohesión social y reduciendo la necesidad de desplazamientos largos.

5. Planificación del uso del suelo: Ámsterdam, Países Bajos

Ámsterdam utiliza tecnologías GIS para una planificación urbana eficiente. La ciudad ha desarrollado el "Ámsterdam Smart City" que integra datos para gestionar el uso del suelo, optimizando la compacidad y promoviendo el desarrollo sostenible.

6. Participación ciudadana: Barcelona, España

Barcelona ha implementado la plataforma digital Decidim que permite a los ciudadanos participar en la toma de decisiones urbanas. Esta herramienta facilita consultas públicas, propuestas ciudadanas y votaciones, promoviendo una gestión más transparente y participativa.

Seúl, Corea del Sur: Plataforma de participación ciudadana que permite a los residentes involucrarse en la toma de decisiones y proponer soluciones a problemas urbanos.

7. Movilidad inteligente y sostenible: Helsinki, Finlandia

Helsinki ha lanzado la aplicación Whim que integra todos los modos de transporte (autobuses, trenes, bicicletas compartidas, taxis) en una única plataforma. Los usuarios pueden planificar y pagar sus viajes desde la aplicación, fomentando el uso de transporte sostenible y eficiente.

Barcelona, España: Implementación de la "Supermanzana", un modelo de planificación urbana que reduce el tráfico vehicular y mejora los espacios públicos.

8. Ecosistema de innovación digital: Tel Aviv, Israel

Tel Aviv ha creado un ecosistema de innovación digital que incluye el Startup City Tel Aviv, una red de incubadoras y aceleradoras que fomentan la creación de empleo y el crecimiento económico a través de la tecnología y la creatividad.

9. Operaciones urbanas impulsadas por la IA: San Francisco, EE.UU.

San Francisco utiliza inteligencia artificial para mejorar la gestión urbana. La ciudad ha implementado sistemas de IA para la gestión del tráfico, la respuesta a emergencias y la optimización del consumo energético en edificios públicos.

10. Ciberseguridad y privacidad: Tallinn, Estonia

Estonia es líder mundial en ciberseguridad y privacidad. Tallinn ha implementado la X-Road, una infraestructura digital que permite a los ciudadanos acceder de manera segura a servicios gubernamentales en línea, protegiendo la privacidad de los datos personales.

11. Vigilancia y policía predictiva: Chicago, EE.UU.

Chicago ha implementado sistemas de vigilancia y policía predictiva basados en IA para mejorar la seguridad pública. Estos sistemas analizan datos para anticipar y prevenir delitos, considerando siempre las preocupaciones ciudadanas y los principios de gobernanza.

12. Redefinición del espacio público: París, Francia

París ha adoptado el concepto de la Ciudad de 15 Minutos, promovido por el urbanista Carlos Moreno. Este enfoque busca que todos los servicios esenciales estén a una distancia de 15 minutos a pie o en bicicleta de los hogares, mejorando la calidad de vida y reduciendo la dependencia del transporte motorizado. Proyectos como la peatonalización de calles y la creación de más áreas verdes son parte de esta estrategia.

Se profundiza en el estudio de caso Copenhague en Anexo III.

Como resultado de estos análisis se desarrollan las siguientes tablas en las cuales se usan datos extraídos de BCN ecología y de las experiencias de Copenhague y otras ciudades.

Tabla 41 Parámetros de Movilidad

	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD
MOVILIDAD	VIAJES VEHÍCULO PRIVADO	**<15**	**%**
	ESPACIO VIARIO PETONAL	**>75**	**%**
	ESPACIO VIARIO MOTORIZADO	**<25**	**%**
	DISTANCIA TRANSPORTE ALTERNATIVO: BUS / CARRIL BICI	**<300 >75% población**	**metros**
	DISPONIBILIDAD PERSONAL RAPID TRANSIT	**>25**	**%**
	DISPONIBILIDAD MOBILITY AS A SERVICE	**>25**	**%**
	TRANSPORTE PÚBLICO VERDE O COMUNITARIO	**100**	**%**
	TRANSPORTE PRIVADO VERDE	**100**	**% Antes 2030**
	APARCAMIENTOS DISUASORIOS	**>40**	**% visitantes**
	APARCAMIENTO FUERA DE LA CALZADA	**>90**	**%**
	PUNTOS RECARGA VEHÍCULO ELÉCTRICO FUERA CALZADA	**>90**	**%**
	AUTOCONTENCION LABORAL: trabajador residente / total trabajadores	**>75**	**%**
	TERRITORIAL VERDE COMUNITARIO ALTA FRECUENCIA	**>60**	**% visitantes**
	TRANSPORTE MARITIMO Y AÉREO VERDE	**100**	**% Antes 2030**
	APARCAMIENTO BICICLETAS	**<200 >75% población**	**metros**

Fuente Creación propia

Tabla 42 aplicaciones de Hiperconectividad ciudad inteligente

		USOS
APLICACIONES HIPERCONECTIVIDAD	METABOLISMO URBANO	SENSORES IOT PARA MONITORIZAR CALIDAD DEL AIRE
		SENSORES IOT PARA MONITORIZAR CONSUMO DE ENERGÍA
		SENSORES IOT PARA MONITORIZAR GESTIÓN DE AGUA
		SENSORES IOT PARA MONITORIZAR RED SANEAMIENTO
		IA Y SENSORES IOT PARA MONITORIZAR EL TRÁFICO
		IA Y SENSORES IOT PARA MONITORIZAR HÁBITAT Y SOLUCIONES NBS
		IA Y SENSORES IOT PARA MONITORIZAR EVENTOS EXTREMOS Y GESTIÓN IABS
		IA Y SENSORES IOT PARA MONITORIZAR GESTIÓN ALUMBRADO PÚBLICO
		IA Y SENSORES IOT PARA MONITORIZAR GESTIÓN ENERGÍAS RENOVABLES
	MOVILIDAD	GPS Y BIG DATA OPTIMIZAR RUTAS / TIEMPOS TRANSPORTE COMUNITARIO / PÚBLICO
		IA GESTIÓN MOVILIDAD ADAPTACIÓN CLIMATOLOGÍA
		TRANSPORTE COMUNITARIO Y PÚBLICO INCLUSO TAXIS EN PLATAFORMA ÚNICA
		GPS INFORMACIÓN APARCAMIENTOS DISUASORIOS PLATAFORMA ÚNICA
	ADMINISTRACIÓN Y GOBERNANZA	INFORMACIÓN A COMUNIDAD ESTADO HÁBITAT SENSORES IOT Y QGIS - RESPONSABILIDAD/ CONCIENCIA SOCIAL
		SENSORES IOT MEDICIÓN EMISIÓN GEI E INFORMACIÓN COMUNITARIA-CONCIENCIA SOCIAL
		TOMA COMUNITARIA DE DECISIONES URBANAS: CONSULTAS DIGITALES
		GESTIÓN ADMINISTRACIÓN TRANSPARENTE Y PARTICIPATIVA
		GIS PARA PLANIFICACIÓN URBANA
		GIS PARA PLANIFICACIÓN ÁRBOREA MASAS VERDES- SEGURIDAD
		IA GESTIÓN URBANA
		IA FLEXIBILIDAD, ADAPTACIÓN FLEXIBILIDAD SERVICIOS URBANOS
		IA GESTIÓN RESIDUOS, LIMPIEZA URBANA, RECICLAJE, COMPOSTAJE
		ACCESO SERVICIOS GUBERNAMENTALES LÍNEA PLATAFORMA ÚNICA
	SERVICIOS	IA FORMACIÓN E INCLUSIÓN SOCIAL INMIGRACIÓN
		IA PLATAFORMA ÚNICA LOCALIZACIÓN EMPLEO
		IA SUMINISTRO ALIMENTARIO CIRCULAR: AGRÓPOLIS
		RED INCUBADORAS CREACIÓN EMPLEO Y CRECIMIENTO: CREATIVIDAD Y DIGITAL
		RED DIGITAL TERCERA EDAD SERVICIOS GLOBALES Y TELEASISTENCIA
		RED DIGITAL SANITARIA Y FARMACOLÓGICA PLATAFORMA ÚNICA
		IA, QGIS Y BIG DATA FORMACIÓN ESCOLAR Y SENSIBILIZACIÓN DEL HÁBITAT
		IA, QGIS, BIG DATA PREVENCIÓN RIESGOS: CLIMA, CATÁSTROFES,..
		IA GESTIÓN URGENCIAS: BOMBEROS, MÉDICAS,.. VINCULACIÓN A TRÁFICO PREFERENTE
		IA VIGILANCIA Y POLICÍA PREDICTIVA

Fuente Creación propia

4.3 Gobernanza y transición equitativa

INCLUSIÓN SOCIAL Y DISTRIBUCIÓN JUSTA DE RECURSOS. La gobernanza y transición equitativa implica crear políticas y estructuras que promuevan la inclusión social, la participación activa de los ciudadanos, la mejora de la habitabilidad de los espacios públicos, una distribución equilibrada de infraestructuras y servicios, y una distribución justa de recursos y oportunidades.

Pilares básicos

- Cohesión social**:** promoción de políticas y estructuras que fomenten la inclusión social, la igualdad de oportunidades y la participación ciudadana.
- Espacio público y habitabilidad**:** enfocado en la accesibilidad y calidad de los espacios públicos, asegurando que sean inclusivos y equitativos.
- Morfología y ocupación urbana**:** planificación y gobernanza que aseguren una distribución justa y equitativa del espacio urbano y los recursos.
- Espacio público y participación ciudadana: Redefinir el espacio público con principios de sostenibilidad ambiental y social, fomentando la multifuncionalidad y la cohesión social, e involucrando a la ciudadanía en los procesos de transformación urbana.
- Planeamiento urbano dinámico: El planeamiento debe ser adaptable y basado en datos actualizados. Debe fomentar la participación pública y privada, garantizando la transparencia y la eficacia en la toma de decisiones.
- Regeneración urbana integral: Recuperar viviendas habitables, mejorar la cohesión social y revitalizar espacios, asegurando que todos los ciudadanos se beneficien de las mejoras urbanas

Estrategias para una gobernanza y transición equitativa

1. Cohesión social frente a exclusión social
    - Políticas de inclusión social: implementar políticas que promuevan la igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos, independientemente de su origen, género, edad o situación socioeconómica.
    - Programas de apoyo comunitario: crear programas de apoyo para comunidades vulnerables que faciliten su acceso a servicios básicos, educación y empleo.
    - Desarrollo comunitario participativo: fomentar la participación de los residentes en el desarrollo y la implementación de proyectos comunitarios para fortalecer el tejido social.
2. Ciudadanía frente a personas peatonas
    - Participación ciudadana: establecer plataformas y mecanismos que permitan a los ciudadanos participar activamente en la toma de decisiones sobre la planificación y gestión urbana.
    - Educación cívica: promover la educación cívica para que los ciudadanos comprendan sus derechos y responsabilidades y participen de manera informada en los procesos democráticos.

- Transparencia y rendición de cuentas: garantizar que los procesos de toma de decisiones sean transparentes y que las autoridades rindan cuentas de sus acciones y decisiones.

3. Habitabilidad en el espacio público
    - Mejora de espacios públicos: invertir en la mejora y mantenimiento de parques, plazas y otros espacios públicos para que sean accesibles y atractivos para todos los ciudadanos.
    - Diseño inclusivo: diseñar espacios públicos que sean accesibles para personas con discapacidad, personas mayores y niños, asegurando que todos los ciudadanos puedan disfrutar de ellos.
    - Actividades comunitarias: promover actividades comunitarias y eventos culturales en los espacios públicos para fomentar la interacción social y el sentido de comunidad.
4. Dotación y distribución equilibrada de equipamientos
    - Planificación equitativa: asegurar una distribución equitativa de infraestructuras y servicios urbanos (escuelas, centros de salud, transporte, etc.) para que todas las áreas de la ciudad tengan acceso a ellos.
    - Inversión en infraestructuras: invertir en infraestructuras básicas en áreas desfavorecidas para reducir las disparidades entre diferentes zonas de la ciudad.
    - Evaluación de necesidades: realizar evaluaciones periódicas de las necesidades de diferentes comunidades para ajustar la distribución de recursos y servicios de manera justa.

Indicadores Clave

- Índice habitabilidad espacio público
- Índice diversidad urbana
- Densidad de personas jurídicas
- Mezcla de usos
- Índice segregación envejecimiento población
- Índice segregación población extranjera
- Índice segregación titulados superiores
- Distribución y género renta familiar disponible
- Índice sintético desigualdad social
- Proximidad equipamientos básicos
- Dotación de equipamientos básicos
- Vivienda protegida
- Función guía de la sostenibilidad

Conceptos y estrategias asociadas

- Concertación técnica y política: incrementar las capacidades de consenso entre los protagonistas de la gestión de las transformaciones territoriales, conectando la ciudad con las nuevas grandes regiones rururbanas.
- Políticas y acciones compensatorias: facilitar una habitabilidad, actividad y movilidad sinérgicas entre territorios con diferentes densidades poblacionales mediante políticas y programas que equilibren diversas realidades territoriales.

Innovaciones en gobernanza y equidad

- Servicios y planificación inclusivos: soluciones que garanticen la inclusión de todos los ciudadanos.
- Comunidades sanitarias inteligentes: incorporación de sistemas de salud enfocados en el bienestar y la prevención, además del diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- Participación masiva: facilitación de la colaboración entre ciudadanos, empresas, ONG y sector público a través de plataformas de co-creación habilitadas por la tecnología.

Implementación y beneficios

Implementación

- Gobernanza participativa: fomentar la participación activa de los ciudadanos en la toma de decisiones a través de consejos ciudadanos, consultas públicas y plataformas digitales de participación.
- Colaboración intersectorial: promover la colaboración entre diferentes sectores (gobierno, sociedad civil, sector privado) para desarrollar e implementar políticas inclusivas y equitativas.
- Monitoreo y evaluación: implementar sistemas de monitoreo y evaluación para medir el impacto de las políticas y ajustar las estrategias según sea necesario.

Beneficios

- Inclusión social: reducción de la exclusión social y aumento de la cohesión social mediante la creación de oportunidades y el acceso equitativo a recursos y servicios.
- Participación activa: mayor participación ciudadana en la toma de decisiones, lo que resulta en políticas y proyectos más alineados con las necesidades y aspiraciones de la comunidad.
- Calidad de vida: mejora de la calidad de vida de los ciudadanos al garantizar el acceso equitativo a espacios públicos, infraestructuras y servicios.

Ejemplos de buenas prácticas en gobernanza y transición equitativa

1. Presupuesto participativo: Porto Alegre, Brasil. Ha implementado con éxito el presupuesto participativo, permitiendo a los ciudadanos decidir directamente sobre el uso de una parte del presupuesto municipal. Este proceso ha mejorado la transparencia y la inclusión en la toma de decisiones.
2. Espacios públicos inclusivos: Nueva York, EE.UU. El proyecto High Line en Nueva York ha transformado una antigua línea de ferrocarril elevada en un parque público accesible, proporcionando un espacio inclusivo y de alta calidad para la recreación y la interacción social.
3. Políticas de inclusión social: Medellín, Colombia. Ha implementado una serie de programas sociales para mejorar la calidad de vida en las comunidades más vulnerables. Iniciativas como las Escaleras Eléctricas de la Comuna 13 han mejorado la accesibilidad y han fomentado la cohesión social.
4. Plataformas de participación ciudadana: Barcelona, España. La plataforma digital Decidim de Barcelona permite a los ciudadanos participar en la elaboración de políticas públicas, facilitando una gobernanza más transparente y participativa.
5. Infraestructuras verdes: Copenhague, Dinamarca. Ha desarrollado un extenso sistema de infraestructuras verdes que incluye parques urbanos, techos verdes y sistemas de gestión del agua de lluvia, mejorando la calidad de vida y la sostenibilidad urbana. Famosa por su enfoque en la planificación urbana inclusiva y la participación ciudadana en el diseño de espacios públicos.
6. Distribución equitativa de servicios: Viena, Austria. Es conocida por su enfoque en la distribución equitativa de servicios urbanos. La ciudad asegura que todos los barrios tengan acceso a servicios esenciales como educación, salud y transporte, promoviendo una alta calidad de vida para todos sus habitantes.
7. Comunidades sanitarias inteligentes: Singapur. Ha implementado sistemas de salud inteligentes que incluyen telemedicina y monitoreo de salud en tiempo real, enfocándose en la prevención y el bienestar, además del diagnóstico y tratamiento.
8. Regeneración urbana integral: Bilbao, España. La transformación de Bilbao, incluida la revitalización del área alrededor del Museo Guggenheim, ha mejorado significativamente la cohesión social y la calidad de vida, haciendo de la ciudad un modelo de regeneración urbana.
9. Toronto, Canadá: desarrolla estrategias integrales para abordar la equidad y la inclusión en todas las áreas de la vida urbana, desde la vivienda hasta el transporte y los servicios comunitarios.

Tabla 43 parámetros de Complejidad urbana

	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD
COMPLEJIDAD URBANA	ÍNDICE DIVERSIDAD URBANA	**>6**	**bits**
	DENSIDAD PERSONAS JURÍDICAS: nº personas jurídicas / superficie urbana ha	**>50**	**Personas jurídicas / ha**
	MEZCLA USO NO RESIDENCIAL: Superficie no residencial /superficie construida m2 x100	**>25**	**%**
	ACTIVIDADES DENSAS EN CONOCIMIENTO: nº @/total actividades	**>20**	**Actividades @**
	CONTINUIDAD ESPACIAL-FUNCIONAL: calles interacción alta / longitud total calles x100	**>50**	**%**
	DISTANCIA EDUCACIÓN	**<15**	**minutos**
	DISTANCIA TRABAJO	**<15**	**minutos**
	DISTANCIA SERVICIOS Y SOCIEDAD	**<15**	**minutos**
	DISTANCIA SALUD	**<15**	**minutos**
	DISTANCIA ARTE CULTURA	**<15**	**minutos**
	DISTANCIA OCIO DIVERSIÓN	**<15**	**minutos**
	DISTANCIA ABASTECIMIENTO	**<15**	**minutos**
	DISTANCIA BIENESTAR	**<15**	**minutos**

Fuente Creación propia basados en los vectores de BCNecología, la ciudad de los 15 minutos y definiciones de Gehl.

Tabla 44 distribución equilibrada equipamientos y servicios

TEJIDO CON EQUIPAMIENTOS EQUILIBRADO				
	ÁMBITO	**SUB ÁMBITO**	**DISTANCIA**	
			300 m	**600 m**
DOTACIONES	EQUIPAMIENTOS BÁSICOS	GUARDERÍA	X	
		CENTRO ESCOLAR	X	
		CENTRO SALUD		X
		BIENESTAR SOCIAL 3ª EDAD	X	
		CULTURAL: CENTRO CÍVICO, BIBLIOTECA, CENTRO CULTURAL	X	
		INSTALACIONES DEPORTIVAS 8. 80 TODAS EDADES		X
		ESPACIO COLABORATIVO		X
		ENTIDAD BANCARIA		X
		CENTRO DIGITAL MUTI ETARIA: FORMACIÓN Y USO		X
		CORREOS-DISTRIBUCIÓN		X
	VIDA COTIDIANA	FARMACIA	X	
		MERCADO		X
		SUPERMERCADO	X	
		ALIMENTACIÓN DE PROXIMIDAD: PANADERÍA, PESCADERÍA, CARNICERÍA, FRUTERÍA,..	X	
	TRANSPORTE	PARADA TRANSPORTE PÚBLICO	X	
		RED CICLISTA	X	
	ESPACIO PÚBLICO	ESPACIO VERDE > 1000 M2		X
		ÁREA JUEGOS INFANTILES	X	
	RESIDUOS	PUNTO RECOGIDA SELECTIVA	100 M	
		PUNTO LIMPIO FIJO O MÓVIL		X
	SOCIALIZACIÓN	OCIO- RESTAURACIÓN: BAR, CAFETERÍA, RESTAURANTE		
		ÁREA ABIERTA. PLAZA- PARQUE	X	
		COMERCIO CERCANÍA	X	
		ESPACIO JOVEN: CULTURA Y OCIO		X
		ESPACIO JUEGOS EXTERIORES MULTI ETÁRIOS	X	
	DESARROLLO	CENTRO EMPRENDIMIENTO: VIVERO TRABAJO JOVEN,..		X
		COWORKING, AREA FIJACIÓN POBLACIÓN		X

Fuente Creación propia basado en los vectores de BCNecología y la ciudad de los 15 minutos

Tabla 45 Parámetros espacio público

	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD
ESPACIO PÚBLICO HABITABLE	CALIDAD AIRE: población niveles permitidos/ población total x100	**100**	**%**
	CALIDAD ACÚSTICA: población <65db/población x 100	**100**	**%**
	CONFORT TÉRMICO: horas confort/ horas útiles x100	**>50**	**%**
	ACCESIBILIDAD DEL VIARIO: longitud accesible/longitud x100	**>75**	**%**
	RAMPAS	**<1:12**	**%**
	ANCHURA RAMPAS	**>1,20**	**metros**
	INDICE DE HABITABILIDAD ESPACIO PÚBLICO: superficie bien/superficie total x100	**>75**	**%**
	CONEXIÓN VISUAL NATURALEZA	**>25**	**%**
	CONEXIÓN SENSORIAL NATURALEZA	**>25**	**%**
	VARIACIONES TÉRMICAS Y CORRIENTES AIRE	**<10**	**%**
	PRESENCIA AGUA	**>40**	**%**
	LUZ DINÁMICA	**>40**	**%**
	CONEXIÓN PROCESOS NATURALEZA	**>40**	**%**
	FORMAS BIOMÓRFICAS	**>25**	**%**
	CONEXIÓN MATERIALIDAD-NATURALEZA	**>60**	**%**
	INFORMACIÓN SENSORIAL JERARQUÍA NATURALEZA	**100**	**%**
	VISIÓN CONTROL, VIGILANCIA	**>100**	**metros**
	MISTERIO-CURIOSIDAD	**>30**	**%**
	PUNTO INTERACCIÓN	**<10**	**metros**
	PUNTO DE REFUGIO	**>20**	**%**
		>50	**Metros**
	SOMBRA	**40%**	**%**
	PUNTO DE RIESGO IDENTIFICABLE	**<20**	**%**
	CONTROL ILUMINACIÓN	**>70**	**%**
	MÁXIMA LUZ NATURAL	**10-20**	**Lux peatonal**
	NIVEL LUX	**50-100**	**Lux Nocturna**
	LED BAJO CONSUMO	**100**	**%**
	ERGONOMÍA	**100**	**%**
	DISTANCIA ENTRE BANCOS	**20**	**metros**
	PSICOLOGÍA DEL COLOR	**100**	**%**
	FORMAS ORGÁNICAS	**>25**	**%**
	MATERIALES NATURALES	**>60**	**%**
	RECICLADOS O RECICLABLES	**30-50**	**%**
	CONFORT OLFATIVO	**>50**	**%**
	VISIÓN AMPLIA	**>30**	**%**
	OBSTRUCCIONES VISUALES	**<1,20 altura**	**metros**
	ALTA PERMEABILIDAD	**>50**	**%**
	CORREDORES VERDES Y AZULES	**>30**	**%**
	PIEL EDIFICIO VERDE	**>30**	**%**
	ESPACIOS VERDES URBANOS	**>40**	**%**
	DISTANCIA ÁRBOLES	**10**	**metros**
	CONTINUIDAD URBANA VERDE	**>30**	**%**
	CUERPOS DE AGUA	**>30**	**%**
	FLORA ENDÉMICA	**>70**	**%**
	GESTIÓN AGUA BASE NATURAL	**>75**	**%**
	ANCHURA CICLOVÍA	**>2,50**	**metros**
	ANCHURA SENDA PEATONAL	**>2,50**	**metros**
	IDEAL	**5,00**	**metros**
	AREA ABIERTA. PLAZA- PARQUE	**400-1000**	**m2**
	ESPACIO MULTIFUNCIONAL	**200-500**	**m2**
	ZONAS JUEGO –DEPORTE	**100 – 200**	**m2**

Fuente Creación propia basado en BCNecología, diseño biofílico, arquitetura fisiológica y Gehl.

Síntesis conclusiva caso estudio Copenhague

El análisis del **urbanismo resiliente** se ha centrado en tres aspectos clave para fortalecer la capacidad de las ciudades de adaptarse y recuperarse frente a choques ambientales y sociales: **metabolismo urbano**, **ciudad inteligente y resiliente**, y **gobernanza y transición equitativa**.

En **metabolismo urbano**, la ciudad se destaca por su red de calefacción que utiliza el calor residual de plantas de incineración para abastecer el 98% de los edificios, lo que ha contribuido a reducir las emisiones de CO_2 en un 42% desde 2005. Proyectos como **Amager Bakke / Copenhill** (2017), una planta de conversión de residuos en energía con pista de esquí, ejemplifican la multifuncionalidad y eficiencia energética. La gestión hídrica se aborda mediante **NBS** e **IABs**, como se demuestra en el **Copenhagen Climate Resilient Neighborhoods** en St. Kjelds (2011-2016), donde parques urbanos, techos verdes y canales de drenaje gestionan el agua pluvial y mejoran la biodiversidad. La implementación de estos sistemas ha fortalecido la capacidad de Copenhague para responder a fluctuaciones ambientales sin necesidad de expandir el sistema de alcantarillado tradicional, ganando el **Premio Internacional de Innovación Urbana de Guangzhou** en 2016.

En cuanto a la **ciudad inteligente y resiliente**, Copenhague ha desarrollado una red de transporte sostenible con 400 km de carriles bici, logrando que el 49% de los habitantes usen la bicicleta como medio principal de transporte, complementada con transporte público eléctrico y bicicletas compartidas. La aplicación de tecnologías avanzadas como **Blockchain** para la gestión energética (EnergyBlock) y sistemas de monitoreo en tiempo real ha optimizado la eficiencia y sostenibilidad de la ciudad en sectores como la movilidad y la gestión hídrica. Esto ha permitido descentralizar la generación y distribución de energía y reducir significativamente la dependencia de vehículos privados.

En **gobernanza y transición equitativa**, la ciudad prioriza la participación comunitaria y la inclusión social en la toma de decisiones urbanas, como se evidencia en proyectos como **Kalvebod Brygge** (2013) e **Islands Brygge Harbour Cove**, que integran áreas recreativas con protección frente a inundaciones. La **New Islands Brygge School** (2017) fomenta la sostenibilidad educativa con espacios de aprendizaje al aire libre, y la reutilización de silos industriales en el proyecto **Frosilos** (2005) ha preservado la identidad portuaria mientras se adaptan a nuevas necesidades urbanas.

La **gestión de residuos** se enfoca en un modelo de **economía circular** que logra reciclar el 69% de los residuos sólidos, mientras que la planta **Amager Bakke** reduce en un 99,5% las emisiones contaminantes mediante sistemas avanzados de filtración. Los planes **Cloudburst** y **Gestión de Ráfagas de Nubes** implementan infraestructura verde y soluciones tecnológicas para mitigar inundaciones urbanas y proteger los recursos hídricos.

Las **lecciones de Copenhague** demuestran que la inclusión, la dignidad humana y la gestión eficiente de recursos son fundamentales para un urbanismo resiliente. La reutilización de estructuras, la protección de espacios verdes y la conservación de ecosistemas reflejan un

enfoque sostenible integral, orientado a crear un impacto positivo en el entorno y en las comunidades. Copenhague se ha consolidado como referente de **ciudad inteligente y resiliente** gracias a su integración de energías renovables, gestión de residuos, tecnologías limpias y movilidad sostenible. Estas estrategias han transformado su metabolismo urbano, mejorando la calidad de vida y la capacidad de la ciudad para afrontar los desafíos climáticos.

El modelo de Copenhague proporciona un marco replicable para otras ciudades que buscan avanzar hacia un **urbanismo resiliente,** holístico**,** sostenible y equitativo, demostrando cómo la colaboración intersectorial y la innovación tecnológica pueden transformar profundamente la resiliencia urbana y la calidad de vida.

CAPÍTULO V. VULNERABILIDAD DE VGA Y SU RÍA

5.1 Contexto socioeconómico

La Ría de Arousa. Galicia, en el noroeste de la Península Ibérica, con 1720 km de costa, es biológica y económicamente significativa (Pauly & Christensen, 1995; Varela et al., 2015; Lovecchio et al., 2022). Su litoral se caracteriza por rías, estuarios mixtos con circulación estratificada. En estos, el río principal desemboca en la cabecera, fomentando una circulación estuarina positiva, clave para la biodiversidad y la economía regional (Álvarez-Salgado et al., 1993; Gómez-Gesteira et al., 2003; Prego & Fraga, 1992).

El sistema costero transita gradualmente entre medios acuático y terrestre, identificando tres ambientes: marino, de transición y eólico. El entorno marino incluye procesos constructivos y destructivos. Los procesos constructivos forman playas, barras de marea, tómbolos y lenguas costeras, clasificadas en alóctonas, parnativas y nativas. Los procesos destructivos, dominados por meteorización y erosión, generan terrazas marinas y plataformas de abrasión recientes (Nieto et al., 2023).

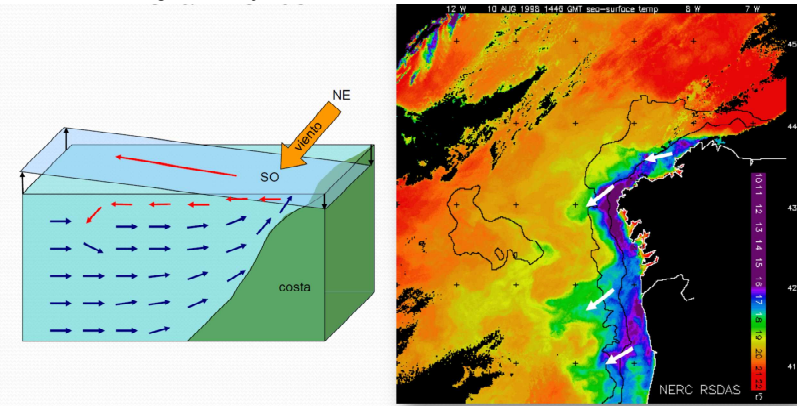
Los ambientes de transición, como pantanos y lagunas, experimentan inundaciones cíclicas y deposición de sedimentos de grano fino. El entorno eólico incluye campos dunares cuya movilidad varía según la vegetación presente. Este análisis destaca la complejidad y diversidad de procesos y estructuras en la interfaz acuático-terrestre, subrayando la importancia de la interacción dinámica entre factores geológicos, biológicos y climáticos en la formación y evolución de los paisajes litorales.

La dinámica hidrográfica de las rías está impulsada por el rango de mareas, la escorrentía continental y eventos de surgencia/descendentes inducidos por vientos costeros (Álvarez-Salgado et al., 2000; Gómez-Gesteira et al., 2003; Prego & Fraga, 1992; Álvarez et al., 2005; Álvarez-Salgado et al., 1993; Barton et al., 2015; Decastro et al., 2000; Gómez-Gesteira et al., 2006). Las rías se dividen en Rías Baixas, Rías Centrales y Rías Altas según su ubicación, características topográficas y orientación (Torre Enciso, 1958).

Las Rías Baixas son altamente productivas gracias a la pesca costera, acuicultura de bivalvos y recolección de mariscos. Esta productividad se debe a su posición en el límite norte del Sistema de Surgencia del Atlántico Este y a los vientos costeros del norte en primavera y verano, y del sur en otoño e invierno, que promueven el afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes del Atlántico Norte Central. Este proceso es crucial para el crecimiento del fitoplancton y la cadena trófica marina (Álvarez-Salgado et al., 2002; Wooster et al., 1976).

Investigaciones (Pauly & Christensen, 1995; Varela et al., 2015; Lovecchio et al., 2022) muestran que el viento del norte, predominante de mayo a octubre (Pardo et al., 2011), induce la emergencia de aguas frías y ricas en nutrientes cerca de la costa. Esto provoca pulsos nutricionales que fomentan el florecimiento del fitoplancton, aumentando la productividad del ecosistema de surgencia costera, especialmente en las Rías Baixas. Estas rías tienen las mayores tasas de crecimiento de mejillón a nivel mundial (Pérez-Camacho, 1995) y contribuyen significativamente a la economía local, con una producción anual de aproximadamente 250.000 toneladas de mejillones, representando cerca del 12% de la producción mundial (FAO, 2018).

Figura 41 Flujos de Afloramiento



Fuente Extraída de Cambio climático en el océano costero- Antonio Bode- Instituto español de oceanografía centro Oceanográfico de A Coruña- III Xornadas Climática Agua e cambio climático.

Tabla 46 Ría de Arousa dentro de Comarcas costeras Galicia

COMARCAS COSTERAS	MAPA COMARCAL	CONCELLOS
A MARIÑA LUCENSE	A Mariña Oriental	Ribadeo, Barreiros y Trabada
	A Mariña Central	Foz, Burela y O Valadouro
	A Mariña Occidental	Cervo, Xove, Viveiro y O Vicedo
AS RIAS ALTAS	Ortegal	Mañón, Ortigueira y Cariño
	Ferrol-Eume	Cedeira, Valdoviño, Narón, Ferrol, Neda, Fene, Mugardos, Ares, Cabanas y Pontedeume
O GOLFO ÁRTABRO	A Coruña	Bergondo, Sada, Oleiros, A Coruña, Culleredo, Cambre y Arteixo
	Betanzos	Miño, Betanzos, Coirós y Paderne
O ARCO BERGANTIÑÁN	Bergantiños	A Laracha, Carballo, Malpica, Ponteceso, Cabana y Laxe
A COSTA DA MORTE	Fisterra-Terra de Soneira	Vimianzo, Camariñas, Muxía, Dumbría, Cee, Corcubión y Fisterra
AS RÍAS BAIXAS	Noia-Muros	Carnota, Muros, Outes, Noia, Porto do Son y Lousame
	A BARBANZA	RIBEIRA, A POBRA DO CARAMIÑAL, BOIRO Y RIANXO
	CALDAS-O SAR	PONTECESURES, VALGA, CATOIRA, DODRO Y PADRÓN
	O SALNÉS	A ILLA DE AROUSA, VILAGARCÍA DE AROUSA, VILANOVA DE AROUSA, CAMBADOS, MEIS, RIBADUMIA, O GROVE, MEAÑO, Y SANXENXO
	Pontevedra	Poio, Pontevedra, Vilaboa y Ponte Caldelas
	O Morrazo	Bueu, Cangas, Marín y Moaña
	Vigo	Soutomaior, Redondela, Vigo y Nigrán, Gondomar, Baiona y Salceda de Caselas
A COSTA SUR	O Baixo Miño	Oia, A Guarda, O Rosal, Tomiño, Tui y Salvaterra de Miño

Fuente Creación propia

Dentro de las Rías Baixas, la Ría de Arousa, delimitada por las penínsulas del Barbanza y Salnés, es la más extensa con 245 km² (Fanjul et al., 1997). Alberga 2.404 bateas flotantes para el cultivo de mejillones, cruciales para la economía local. En 2022, se vendieron 17.267.319 kilos

de marisco y pescado en sus lonjas. La Ría de Arousa incluye un archipiélago, parte del Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia, con la Illa de Arousa, la Isla de Cortegada y la Isla de Sálvora. La ría se divide en dos sectores: interior (113 km²) con dinámicas fluviales y hábitats menos profundos, y exterior (132 km²) con intensa interacción oceánica y hábitats más profundos.

Este estuario mixto tiene corrientes de marea y circulación residual en dos capas: entrada de agua salada desde el fondo y salida de agua salobre en la superficie. La estratificación es influenciada por aportes de agua dulce, flujo de calor e intercambio de aguas con la plataforma continental, con vientos que afectan la circulación residual en tres escenarios: reforzada por vientos del norte, relajación en transición y circulación inversa por vientos del sur.

La zona interior, con profundidad máxima de 10 metros, muestra una dinámica hidrológica intensa debido a:

- Régimen semidiurno de mareas, con amplitud de 2 a 4 metros, clasificándola como un estuario meso-mareal (Fanjul et al., 1997).
- Aportes fluviales del río Ulla, con caudal máximo en febrero.
- Modificaciones en la circulación estuarina residual por vientos de plataforma (Álvarez-Salgado, 2000).

La interacción subraya la importancia de la Ría de Arousa como un ecosistema costero productivo. La altura media de las olas varía entre 1 y 2.5 metros en primavera/verano, y 3 a 5 metros en otoño/invierno. La morfología costera permite diferenciar múltiples tipos de costas. Las playas de la ría, pequeñas y variadas, están influenciadas por la fracturación del terreno. Estas características hacen de la Ría de Arousa un estuario único pero vulnerable al cambio climático, cuyos efectos ya se están manifestando.

El sector primario, especialmente pesca, marisqueo y acuicultura, es clave en la economía costera. As Rías Baixas contribuye con el 55,6% de la pesca desembarcada en Galicia y el 90,5% de la producción nacional de mejillón. Los principales puertos gallegos son Vigo, Ribeira y A Coruña. La Ría de Arousa contabiliza 14 puertos, sin incluir los menores, o 16 incluyendo Corrubedo y Portonovo.

El turismo es clave, especialmente en As Rías Baixas y A Costa Sur, con los índices turísticos más elevados. Con más de 700 playas, las zonas costeras de Rías Altas y Rías Baixas concentran el 53,7% del turismo litoral. La Ría de Arousa es conocida por su turismo náutico, mariscos y enoturismo, destacando el albariño. La economía de la Ría de Arousa es diversificada, con una fuerte dependencia del sector primario y turístico. Aunque tiene indicadores económicos favorables, enfrenta retos como la presión urbanística y la necesidad de diversificar su economía para asegurar un desarrollo sostenible.

Estudios muestran que la producción de marisco ha disminuido severamente (Nieto et al., 2023). En Pontevedra, la producción de almejas y berberechos cayó un 76% en 2023 comparado con hace una década. Entre 2008 y 2022, la producción de marisco blanco disminuyó un 70%, afectando a más de 2.000 familias, principalmente mujeres mayores de 50 años. La caída en la producción de marisco se debe a cambio climático, eventos meteorológicos extremos y prácticas irregulares, como la pesca con lejía.

El cambio climático también afecta la circulación y patrones hidrográficos de los estuarios (Domínguez, 2021). Estudios proyectan una expansión de áreas de confort térmico para

mariscos en las partes externas y medias de las rías, pero una disminución en las partes internas, resultando en pérdidas económicas significativas (Castro et al., 2022).

El calentamiento global podría intensificar los vientos favorables para la surgencia, aumentando la producción primaria en zonas costeras (Bakun, 1990). Estudios recientes indican un aumento de las surgencias en las últimas décadas y proyecciones futuras sugieren un incremento en su intensidad y duración en latitudes altas, especialmente en el noroeste de la Península Ibérica (Varela et al., 2015; Wang et al., 2015; Sousa et al., 2019).

Este fortalecimiento, inducido por el Alto de las Azores, tiene importantes implicaciones para la planificación costera y la gestión de recursos. Las surgencias no solo bombean nutrientes a la superficie, sino que también pueden amortiguar el calentamiento global en zonas costeras (Santos et al., 2011; Seabra et al., 2019; Varela et al., 2018).

Sin embargo, la estratificación, intensificada por el calentamiento global, se correlaciona negativamente con la producción primaria neta, afectando la economía del sector pesquero y actividades relacionadas (Behrenfeld et al., 2006). El calentamiento de la capa superior del océano ha aumentado y continuará haciéndolo, reduciendo la efectividad del afloramiento al disminuir el intercambio de nutrientes (IPCC, 2013; Levitus et al., 2000; García-Reyes et al., 2015; Gruber, 2011).

La región incluye tres sistemas estuarinos: estuarios de alto relieve (Rías Baixas), estuarios conectados a ríos principales (Miño, Lima y Duero) y sistema lagunar-estuarino (Ría de Aveiro). Estos estuarios están influenciados por descargas fluviales y vientos, afectando su dinámica y presentando desafíos y oportunidades en el contexto del cambio climático (Alvarez et al., 2006; Decastro et al., 2006; Des et al., 2019; Otero et al., 2013; Sousa et al., 2014a, 2014b; Blanton et al., 1987; Figueiras et al., 2002; Prego et al., 2001).

Esta información es crucial para políticas y planificación urbana, permitiendo adaptación y gestión sostenible de recursos. El impacto del cambio climático en la circulación y patrones hidrográficos de los estuarios y su plataforma adyacente es una preocupación creciente, afectando significativamente los ecosistemas costeros de surgencia. Como resultado, se observa una disminución en la diversidad y abundancia de especies de pescado y marisco, afectando la economía del sector pesquero y actividades relacionadas como puertos, transporte, comercio y hostelería.

Las ciudades requieren:

- Abastecimiento de agua.
- Medios de transporte eficientes.
- Provisión de alimentos.
- Un motor económico robusto.

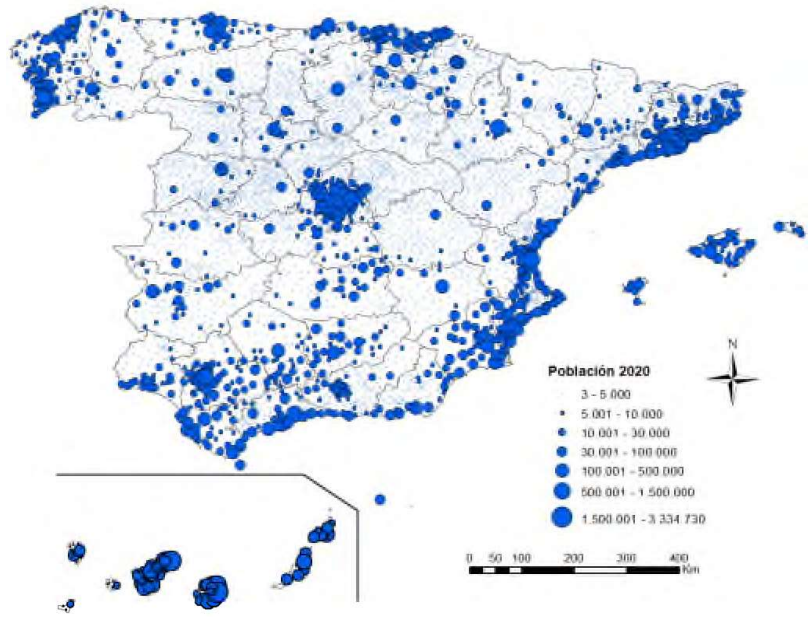
La eliminación o reducción del motor económico condiciona la existencia de la ciudad y su planificación urbana, evidenciando la interdependencia entre cambio climático y urbanismo en ciudades estuarinas y costeras.[1]

[1] Ver Anexo II. VGA. Historia y evolución urbana.

Vilagarcía de Arousa

Demografía. El 40% de la población española vive en áreas costeras, que representan el 9,9% de los municipios y el 8,6% del territorio nacional, con una densidad de 429,4 habitantes/km² frente a la media nacional de 94,0 habitantes/km². El 95,3% de la población costera reside en áreas urbanas, comparado con el 76,9% en áreas interiores (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022).

Figura 42 Concentración de población



Fuente Extraído de Análisis y prospectiva-serie Pesca nº5-Febrero2022-Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Entre 2011 y 2020, la población costera aumentó un 1,6%, mientras que la no costera disminuyó un 0,1%. El índice de masculinidad es menor en áreas costeras (95,9 hombres por cada 100 mujeres) que en interiores (96,3). La proporción de jóvenes es mayor en municipios costeros (75,3 jóvenes por cada 100 adultos mayores) comparado con no costeros (73,4). Cantabria tiene el mayor índice de habitantes costeros por cada 100 no costeros (316,3), seguida por Comunidad Valenciana (199,4), Galicia (145,1) y Cataluña (134,1). El índice nacional es 64,4.

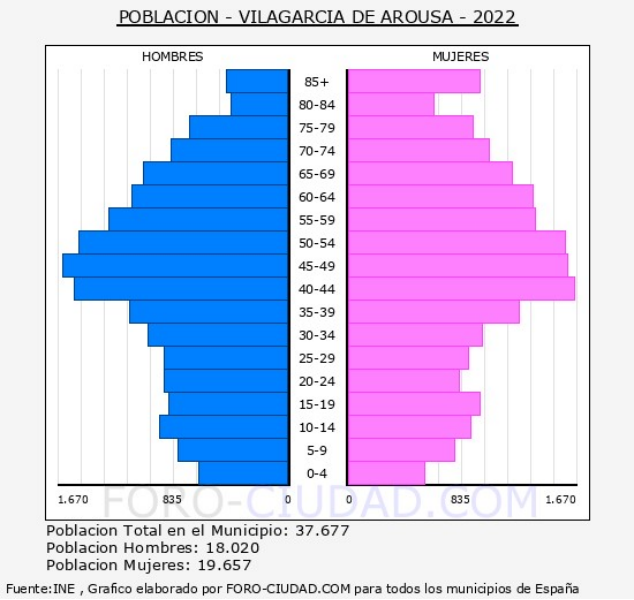
En Galicia, la costa, menos del 10% del territorio, alberga al 59% de la población. La población costera creció un 5%, en contraste con el descenso en el interior, aunque menor al crecimiento del 14% en España. As Rías Baixas y O Golfo Ártabro son las comarcas más pobladas, con el 50,7% y 34,9% de la población costera, respectivamente. La Ría de Arousa tiene el 11%.

El 18,8% de la población del litoral gallego tiene 65 años o más, comparado con el 21,6% de la media gallega. As Rías Baixas es la comarca menos envejecida con un 17,4%. El sector servicios emplea al 67,2% de la población costera, destacando en O Golfo Ártabro y As Rías Baixas.

La tasa de ocupación en regiones costeras en 2020 fue del 47%, ligeramente inferior a las interiores, disminuyendo 2,2 puntos respecto a 2019 por la COVID-19. El 38,5% de los contratos en pesca y acuicultura marinas en noviembre de 2021 eran de Pontevedra y A Coruña, y el 88,7% eran para pesca marítima.

VGA muestra una dinámica poblacional vigorosa, aunque con saldo vegetativo negativo (-0,5 por cada 1000 habitantes). En 2014, el índice de envejecimiento fue 98,6%, mejor que la provincia, pero menor que Vigo (114,5%) y ligeramente mayor que Pontevedra ciudad (95,2%). VGA tiene una población joven, con casi un cuarto menor de 25 años y solo un 18% mayor de 65 años. La pirámide poblacional refleja envejecimiento, pese al aumento de habitantes, reduciendo la tasa de fecundidad y aumentando la longevidad.

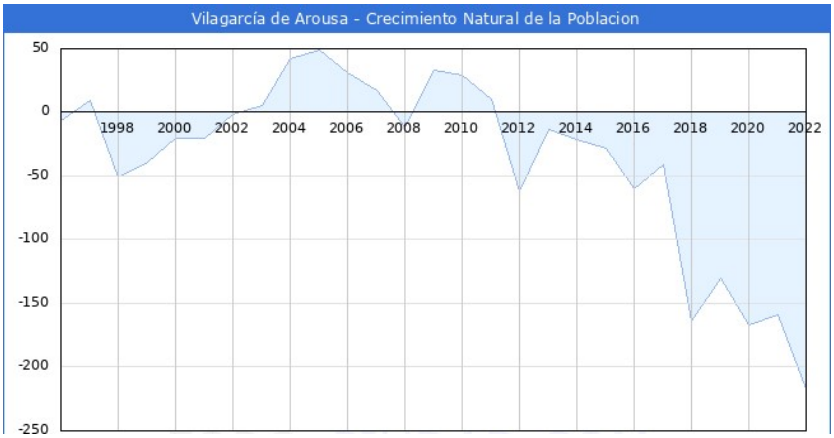
Figura 43 Pirámide poblacional



Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

El saldo migratorio post-crisis económica fue negativo, con 194 emigrantes más que inmigrantes en 2014, destacando la emigración al extranjero, relacionada con una tasa de desempleo del 18% en 2015. En 2021, disminuyeron en 90 los nacidos en VGA, mientras aumentaron los nacidos en la provincia de Pontevedra. Entre 1996 y 2022, la proporción de nacidos en VGA disminuyó del 67,07% al 56,81%, mientras aumentaron los nacidos en la provincia de Pontevedra, Galicia, el resto de España y otros países.

Figura 44 Crecimiento Vegetativo



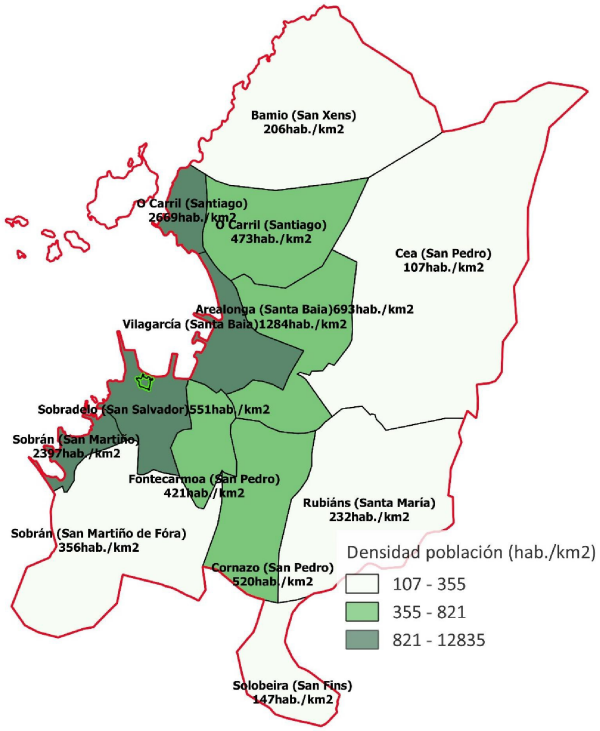
Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

Figura 45 Habitantes por procedencia

Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

Distribución territorial. Las rías bajas se caracterizan por la alta dispersión y continuidad de núcleos de población, con densidades generalmente medianas a altas en comparación con las zonas del interior. En VGA, se observa una zona con densidades superiores a 1200 habitantes por km², correspondientes al casco urbano, Carril, San Salvador y San Martiño, disminuyendo tierra adentro, siguiendo el patrón de la costa gallega.

Figura 46 Densidad demográfica por ámbitos



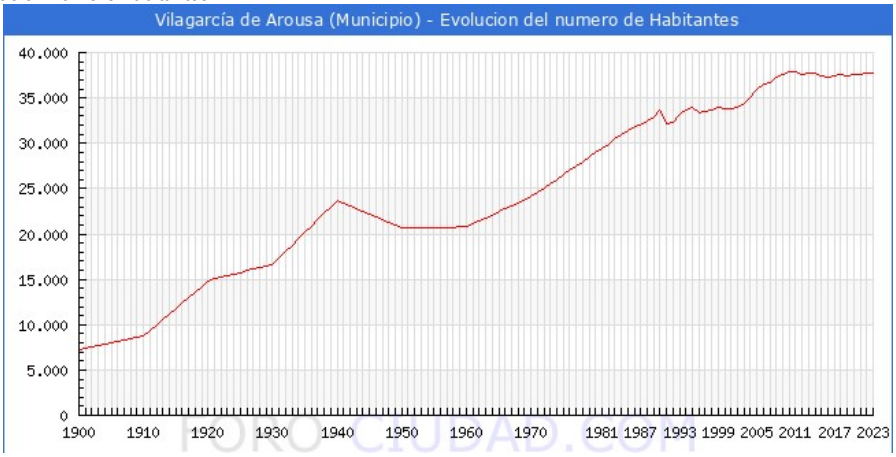
Fuente Extraída de PROYECTO: Modificación Puntual del PXOM del Concello de Vilagarcía de Arousa. UEI-12, AR-2DOCUMENTO INICIAL ESTRATÉGICO. V.1 el 23-04-24

La tendencia poblacional en VGA ha diferenciado al municipio del ámbito urbano. Entre 2008 y 2012, se observó un aumento de habitantes tanto en el municipio como en el núcleo urbano,

siendo la Tasa de Crecimiento Anual Acumulativa (TCCA) mayor para el núcleo urbano. Proyectando la población para 2020 y 2030, se espera un aumento en todos los escenarios, alcanzando cerca de 39.000 habitantes en el municipio y más de 20.000 en el núcleo urbano.

La población estacional máxima estima el número máximo de personas que VGA puede albergar, incluyendo residentes, trabajadores, estudiantes y estancias temporales, según datos anuales del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.

Figura 47 Evolución número habitantes



Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

Tabla 47 Población estacional máxima

Población Estacional Máxima	
Año	Personas
2016	46.405
2015	46.685
2014	46.693
2013	46.619
2012	46.965
2011	47.023
2010	46.595
2009	59.458
2008	45.501
2005	43.355
2000	41.547

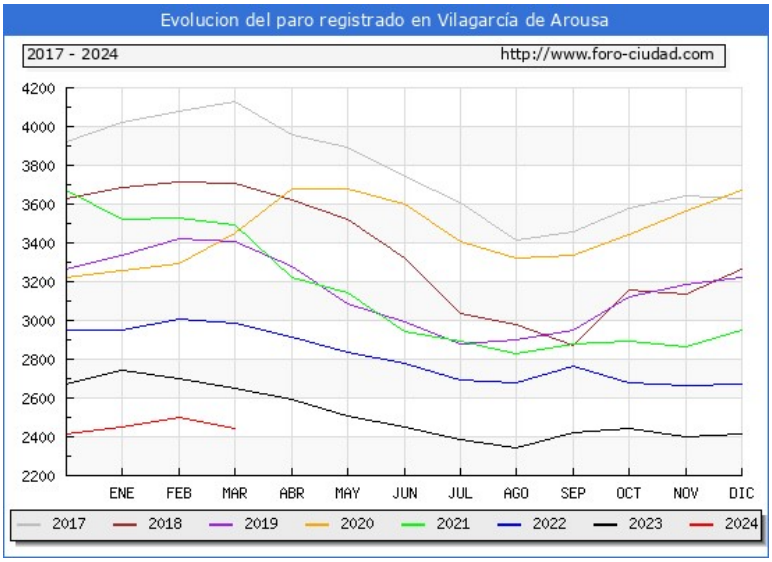
Fuente Creación propia datos extraídos de foro-ciudad el 23-04-24

Indicadores sociales

1. **Análisis del Empleo.**

La Consellería de Trabajo y Bienestar de la Xunta de Galicia ha proporcionado datos sobre el desempleo en VGA. Los cuadros resumen muestran una tendencia preocupante en el desempleo masculino con demandas de empleo de más de un año. En contraste, la demanda de empleo de hasta un mes es la menos afectada, sugiriendo una alta rotación laboral.

Figura 48 Evolución paro



Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

2. **Relación entre Nivel de Estudios y Género con la Demanda de Empleo**.

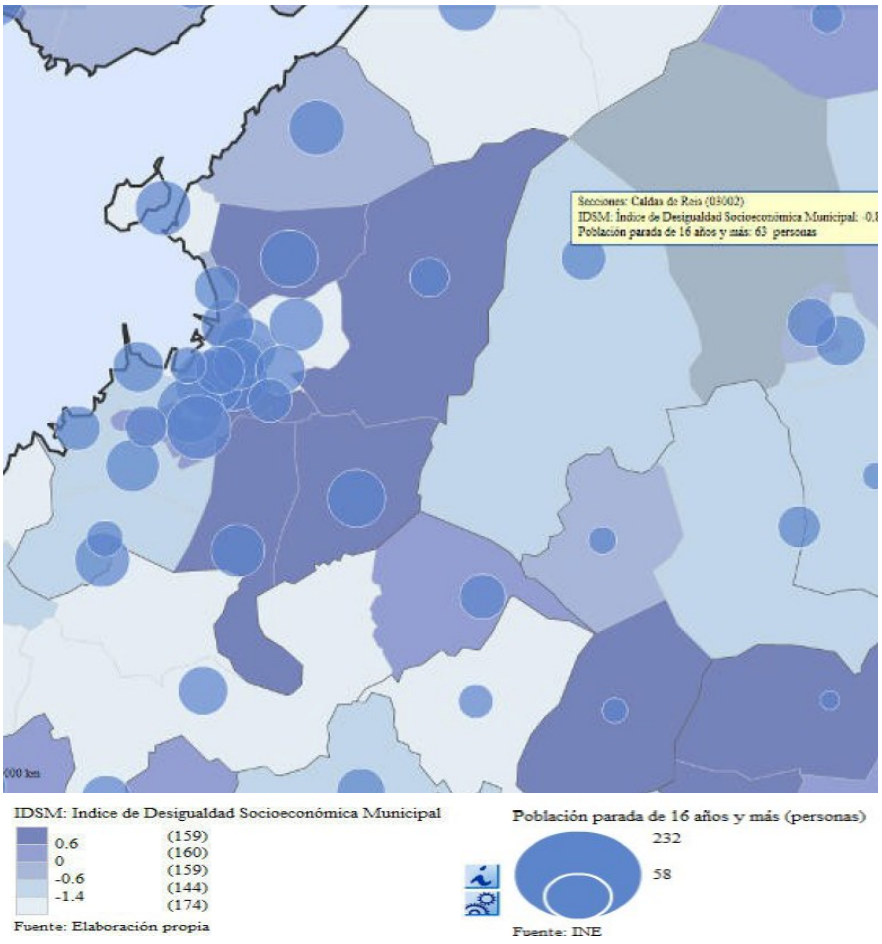
En diciembre de 2013, el 69% de los demandantes de empleo en VGA tenían estudios secundarios, tanto hombres como mujeres. Los universitarios y post-secundarios representaban el 17%. La cifra de demandantes de empleo es prácticamente igual entre géneros, aunque ligeramente superior en mujeres.

3. **Vulnerabilidad Urbana**

El Atlas de la Vulnerabilidad Urbana muestra la situación de VGA en términos de desempleo, delincuencia y desigualdad socioeconómica. Los datos indican que el área urbana de Vilagarcía tiene valores similares o ligeramente superiores a la media nacional en estos indicadores, aunque disminuyen hacia las zonas exteriores:

- Población en paro: similar al promedio español de 14,20%.
- Población con problemas de delincuencia: similar al promedio español de 22,74%.
- Índice de desigualdad socioeconómica municipal (IDSM): similar al promedio español.

Figura 49. Desigualdad económica



Fuente Extraída de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza a 23-04-24

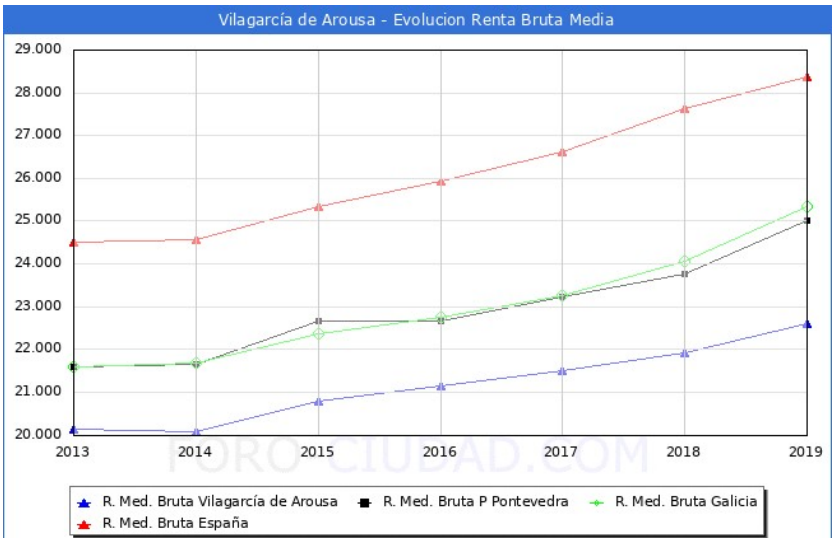
4. **Evolución de la Población Extranjera**

En los últimos diez años, la población extranjera ha crecido más del 100%, destacando las comunidades africana y asiática, y también la americana. El crecimiento es mayor en hombres, aunque en 2011 la población extranjera se dividía equitativamente entre géneros.

5. **Estadísticas del IRPF**

La Ría de Arousa es una de las zonas más dinámicas de Galicia. Las comarcas costeras presentan mejores indicadores de PIB per cápita y renta familiar, reflejando mayor desarrollo económico. Según el Ministerio de Hacienda, la renta bruta media por declarante en VGA en 2019 fue de 22.613 €, con un aumento respecto al año anterior. Después de los descuentos, la renta disponible media fue de 19.081 €. A nivel nacional, VGA se sitúa en una posición intermedia en términos de renta bruta media.

Figura 50 Evolución renta bruta

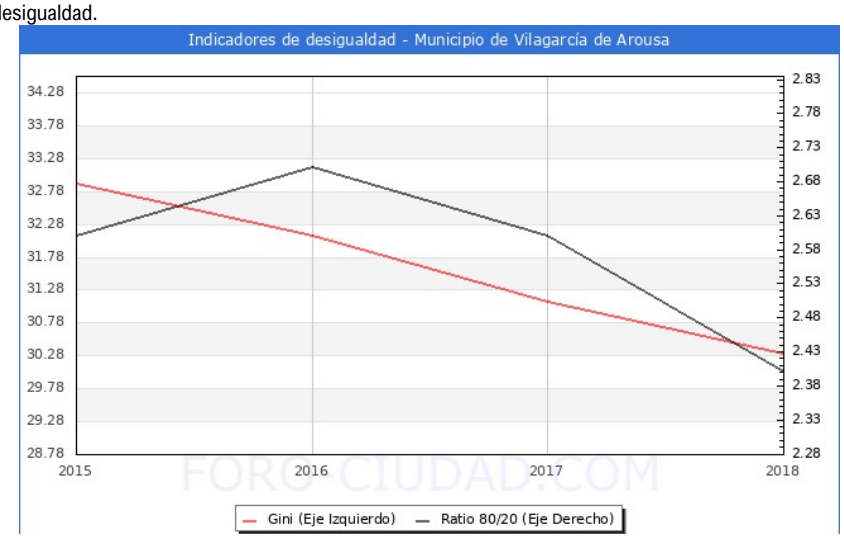


Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

6. **Indicadores de Desigualdad**

El Índice de Gini, que analiza la inequidad en la distribución de ingresos, y el ratio 80/20, que compara los ingresos del 20% más rico con el 20% más pobre, reflejan la desigualdad en VGA. En 2018, el Índice de Gini fue de 30.30 y el ratio 80/20 de 2.40, indicando un nivel moderado de desigualdad.

Figura 51 Indicadores desigualdad.

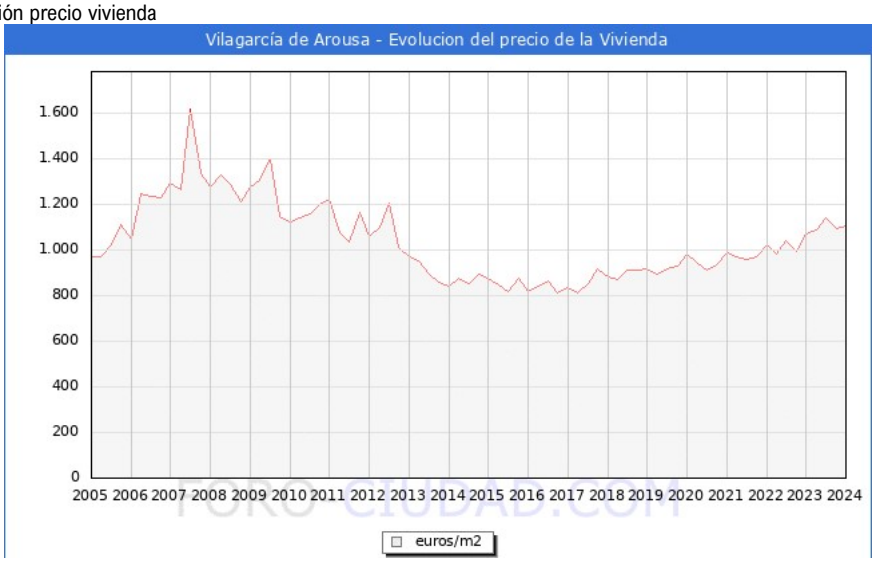


Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

7. **Precios de Vivienda y Transacciones Inmobiliarias**

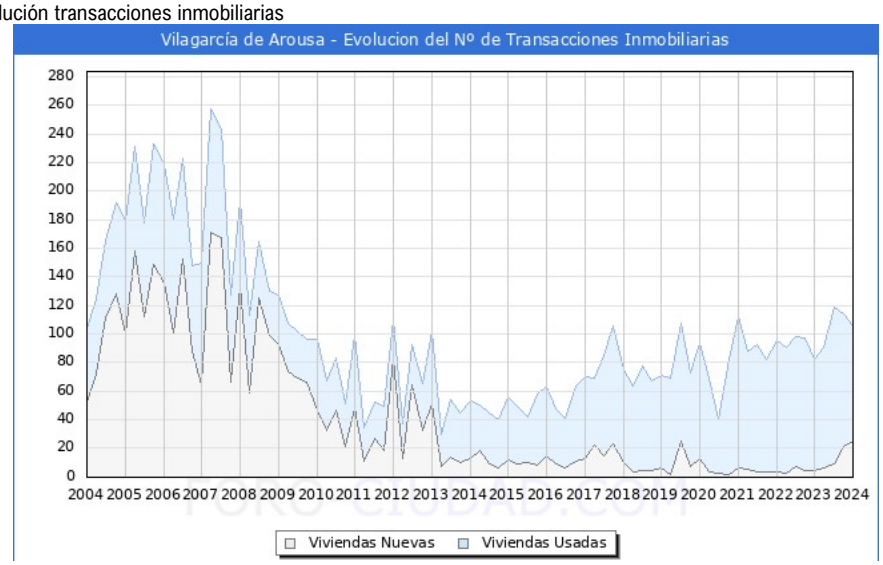
Durante el cuarto trimestre de 2023, el precio de la vivienda en VGA aumentó ligeramente, mientras que las transacciones inmobiliarias crecieron significativamente en comparación con el año anterior.

Figura 52 Evolución precio vivienda



Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

Figura 53 Evolución transacciones inmobiliarias

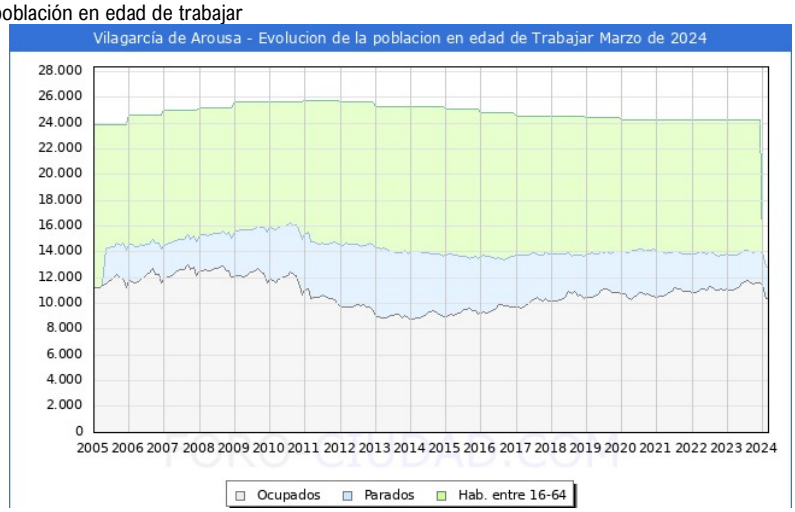


Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

8. **Paro Registrado a Marzo de 2024**

Según datos del SEPE, el número de parados en VGA disminuyó en marzo de 2024, especialmente entre las mujeres. Sin embargo, las personas mayores de 45 años siguen siendo las más afectadas. El sector servicios tiene el mayor número de parados con 1.656 personas, seguido de la industria (264), personas sin empleo anterior (261), la construcción (141) y la agricultura (123).

Figura 54 Evolución población en edad de trabajar

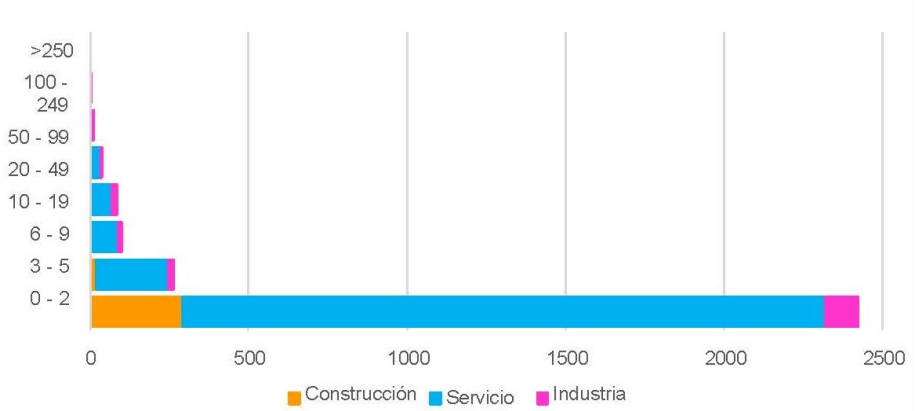


Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

Actividades económicas

Como muchos municipios en Galicia, se caracteriza por pequeñas empresas o negocios de autónomos con hasta 1 o 2 empleados. Además del sector pesquero y agropecuario, la economía se compone principalmente de empresas de servicios, con el comercio y los talleres de reparación como más comunes, aunque con bajo nivel de empleo. La Ría es relevante turísticamente por sus playas, islas, paisajes, deportes acuáticos e interés gastronómico.

Figura 55 Porcentajes de trabajo por sectores



Fuente Extraída de PROYECTO: Modificación Puntual del PXOM del Concello de Vilagarcía de Arousa. UEI-12, AR-2DOCUMENTO INICIAL ESTRATÉGICO. V.1 el 23-04-24

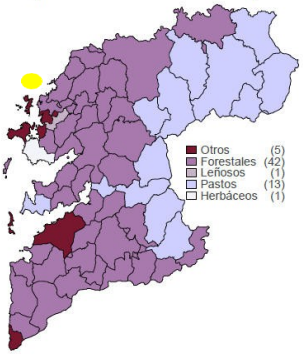
En las últimas dos décadas, VGA ha visto un marcado abandono del campo, contrastando con la centralidad económica del municipio en torno a los productos marinos y el turismo en crecimiento gracias a su costa. Vilagarcía alberga una parte significativa de las empresas y ventas comarcales, así como numerosas actividades industriales, comerciales y de restauración. Económicamente, el sector servicios representa el 68% de los activos y el 75% del tejido empresarial, seguido por el sector secundario, mientras que el sector primario tiene una incidencia muy baja. El sector primario destaca por su riqueza agrícola, especialmente en el cultivo de la vid y la producción de invernadero de flores y productos hortícolas. Cuenta con tres puertos, donde la pesca y el marisqueo tienen un importante peso económico, además de la

acuicultura intensiva. La superficie dedicada a explotaciones agrícolas se redujo de casi 7000 hectáreas en 1989 a unas 2300 hectáreas en 2009. A pesar del potencial agropecuario y forestal, la participación de la población activa en el sector primario es mínima.
El turismo se posiciona como un recurso importante, impulsado por las condiciones climáticas y naturales favorables y su accesibilidad.

DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES

	%
Herbáceos	9,26
Leñosos	3,52
Pastos	11,39
Especies forestales	42,07
Otros espacios no agrícolas	33,76
Superficies especiales	0,00

Superficie predominante en cada municipio



Usos	Hectáreas	%
HERBÁCEOS	**407,7**	**9,26**
Huerta	0,0	0,01
Invernaderos y similares	1,5	0,36
Tierras arables	406,2	99,63
LEÑOSOS	**154,8**	**3,52**
Cítricos	0,0	0,00
Asociación olivar - frutal	0,0	0,00
Olivar	0,0	0,00
Frutales	7,1	4,62
Frutos secos	0,0	0,00
Asociación frutos secos - olivar	0,0	0,00
Asociación viñedo - frutal	2,1	1,37
Viñedo	145,6	94,02
Asociación viñedo - olivar	0,0	0,00
Asociación frutos secos - viñedo	0,0	0,00
Asociación olivar - cítricos	0,0	0,00
Asociación cítricos - viñedo	0,0	0,00
Asociación cítricos - frutales de cáscara	0,0	0,00
Asociación frutales - frutales de cáscara	0,0	0,00
PASTOS	**501,6**	**11,39**
Pastizal	56,9	11,35
Pasto con arbolado	29,4	5,85
Pasto arbustivo	415,3	82,80
ESPECIES FORESTALES	**1.853,2**	**42,07**
OTROS ESPACIOS NO AGRÍCOLAS	**1.487,2**	**33,76**
SUPERFICIES ESPECIALES	**0,0**	**0,00**
TOTAL	4.404,5	100,00

Fuente Extraído de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza a 23-04-24

El sector secundario, con una tradición que se remonta a las primeras conserveras catalanas, recibió un fuerte impulso con la creación de la Gran Área de Expansión Industrial de Arousa en 1975. Este sector absorbe el 25% de la población activa ocupada y se caracteriza por industrias agroalimentarias (conserveras y vitivinícolas), metalúrgicas, de construcción y otras manufactureras. Las zonas industriales representativas son el polígono de Bamio, el parque empresarial de Trabanca, el Parque de Pousadoiro y áreas en las márgenes de la N-640.

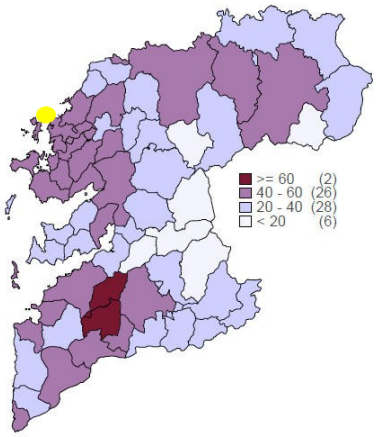
TRABAJADORES POR SECTOR DE ACTIVIDAD

			%
Agricultura	447	.....	3,7
Industria	2.047	.....	16,8
Construcción	1.410	.....	11,6
Servicios	8.271	.....	67,9
No Consta	0	.....	0
Total	12.175	.....	100
- Autónomos	2.375		
- Por cuenta ajena	9.800		

EMPRESAS POR SECTOR DE ACTIVIDAD

			%
Agricultura	35	.....	2,2
Industria	133	.....	8,5
Construcción	223	.....	14,2
Servicios	1.176	.....	75,0
No Consta	0	.....	0
Total	1.567	.....	100

Número de empresas por 1.000 habitantes
diciembre 2007

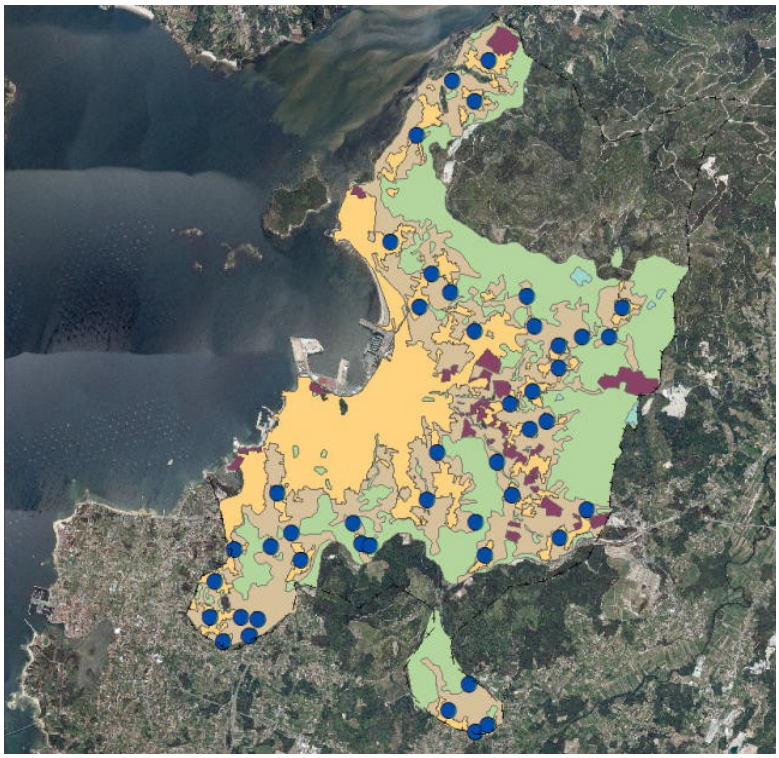


Fuente Extraído de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza a 23-04-24

Según datos hasta 2007, el tejido empresarial de VGA comprendía 2.607 empresas, con una densidad de 71 empresas por cada 1.000 habitantes, tres puntos por debajo de la media provincial de Pontevedra y de Galicia. Aproximadamente el 5% correspondía a actividades

industriales, incluyendo producción de alimentos, textil, confección, madera y química.
En 2006, el registro Ardan identificó 10 empresas con facturación superior a 10 millones de euros, dos de ellas en la industria manufacturera. El sector de la construcción representaba el 13% de la población activa ocupada, siendo un pilar fundamental de la economía local.
El sector terciario absorbía el 68% de los trabajadores y el 75% de las empresas, constituyendo el principal sector productivo. El turismo desempeñaba un papel destacado, apoyado por una amplia oferta de alojamiento, restauración, ocio y servicios públicos y comerciales. Este sector ha crecido notablemente en empleo e importancia empresarial, con el turismo como elemento clave.

Figura 56 Distribución por sectores según datos PXOM.



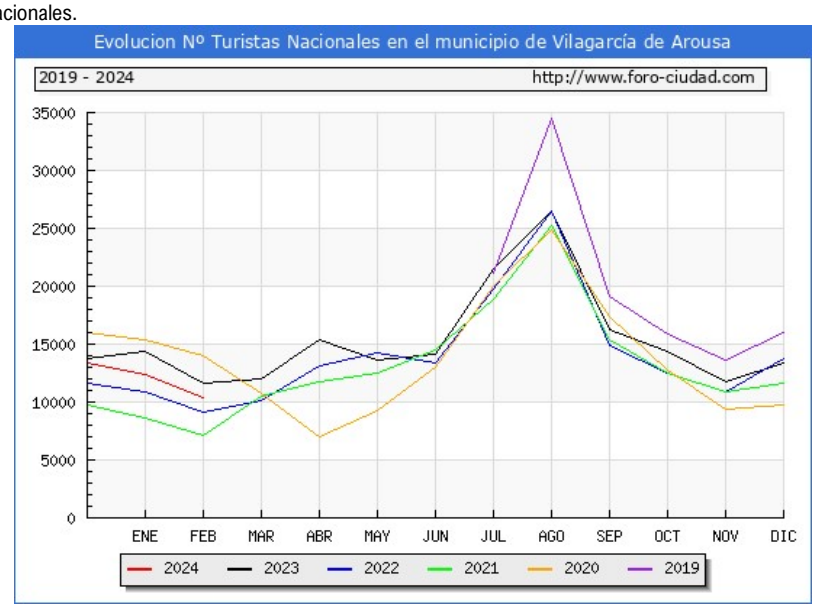
Fuente Extraído de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza a 23-04-24

En la ilustración anterior: los tonos verdes y beige representan los usos rústicos que bordean el suelo urbano en amarillo; los puntos azules indican los ámbitos residenciales; el morado denota los ámbitos terciarios e industriales. La proximidad al área urbana define los usos: sector primario más alejado, secundario intermedio y terciario en la propia área urbana.
El área urbana de Vilagarcía emerge como el epicentro comercial y de servicios de la comarca, con una alta especialización en el sector terciario. Las actividades de este sector se distribuyen en el núcleo urbano y áreas adyacentes a la carretera N-640, donde hay una notable presencia de actividades industriales y numerosas iniciativas del sector terciario, incluyendo exposiciones y servicios de restauración.

Según estadísticas turísticas hasta febrero de 2024, VGA recibió 10.938 turistas, una disminución del 9.8% respecto a febrero de 2023. De estos, 599 fueron turistas internacionales, un aumento del 19.1% respecto al año anterior. Los turistas nacionales fueron 10.339, una disminución del 11.1%.

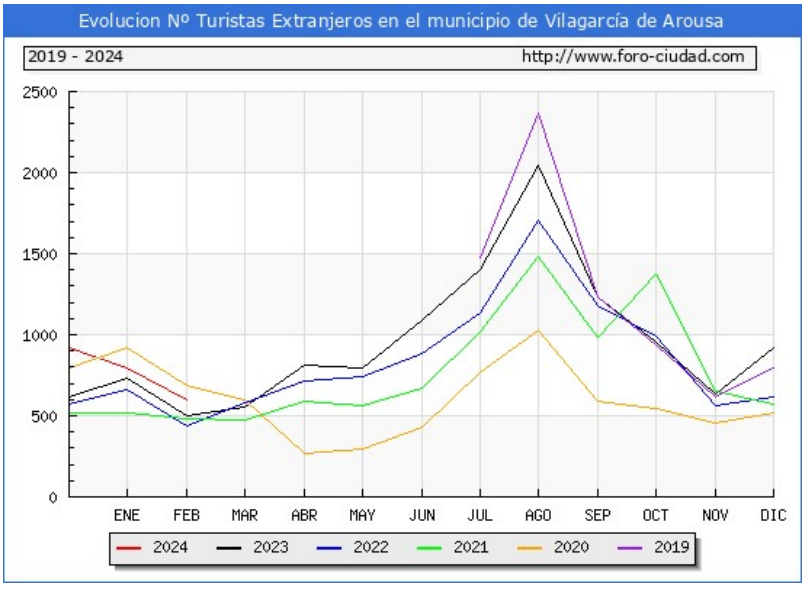
De enero a febrero de 2024, VGA recibió 24.113 turistas, una disminución del 11.4% respecto al mismo período del año anterior. De estos, 22.717 fueron turistas nacionales, una disminución del 12.6%, mientras que los turistas internacionales sumaron 1.396, un aumento del 13.1%.

Figura 57 Turistas nacionales.



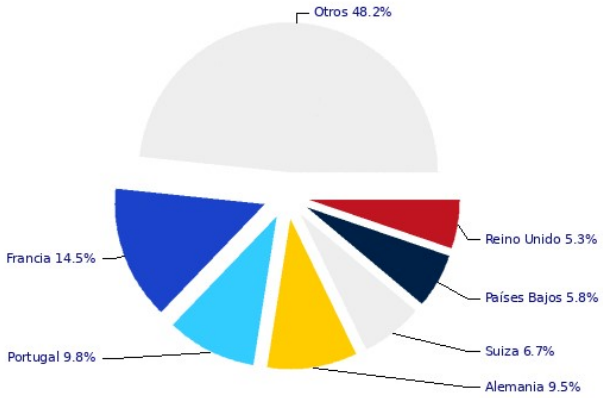
Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

Figura 58 Turistas internacionales



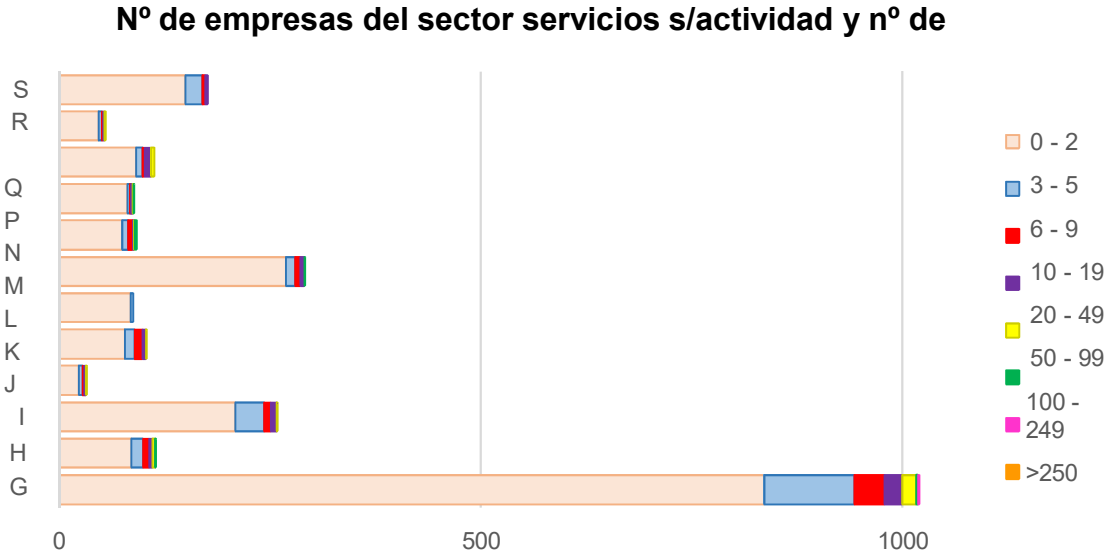
Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

Figura 59 Procedencia turistas internacionales



Fuente Extraída de foro-ciudad el 23-04-24

Según los registros municipales de VGA, entre 1999 y 2007, el número de empresas aumentó un 30%, alcanzando un total de 606. Este crecimiento se debió a la aparición de nuevas empresas en construcción e inmobiliarias, y al fortalecimiento del comercio minorista y mayorista. El registro Ardan 2006 muestra que ocho de las diez empresas con ingresos superiores a 10 millones de euros en VGA pertenecen al sector servicios.



Desglose del sector servicios según tamaño (número de asalariados) y por grupo del CNAE:
G Comercio al detalle; reparación de vehículos a motor y bicicletas
H Transporte y almacenamiento I Hostelería
J Información y comunicaciones
K Actividades financieras y de seguros
L Actividades inmobiliarias
M Actividades profesionales, científicas y técnicas
N Actividades administrativas y servicios auxiliares
P Educación
Q Actividades sanitarias y de servicios sociales
R Actividades recreativas, artísticas y de entretenimiento
S Otros servicios
Distribución, en 2014, de las actividades económicas (excluidas las agrícolas, ganadera y pesquera) según el número de asalariados (Fuente IGE). Extraído de PROYECTO: Modificación Puntual del PXOM del Concello de Vilagarcía de Arousa. UEI-12, AR-2DOCUMENTO INICIAL ESTRATÉGICO. V.1 el 23-04-24

Puerto economía y perspectivas

La Ría cuenta con unos treinta puertos: 26 de pesca de pequeña escala, 8 puertos deportivos. El Puerto de VGA, único de interés general en la Ría, se destaca como centro económico por su actividad comercial, industrial y su puerto deportivo.

El desarrollo del puerto ha sido impulsado por proyectos como el Plan Especial del Puerto de 2000, revitalizando áreas turísticas y comerciales. El espacio portuario se divide en dos zonas principales para el tráfico de mercancías y áreas de ocio y recreación. La conexión del municipio con el eje atlántico y los aeropuertos gallegos es crucial, junto con la estación ferroviaria que conecta la Alta Velocidad Vigo-A Coruña- Madrid.

Ha experimentado un notable crecimiento en su actividad, alcanzando un récord de 1.511.370 toneladas de tráfico en 2021, desde las 770.000 toneladas de 1999. Las infraestructuras han mejorado, con casi 3.000 metros de línea de atraque y calados de entre 11 y 13 metros. El aumento en el volumen de mercancía general ha impulsado este crecimiento, destacándose la carga contenerizada, cuarzo, aluminio y aceite, aunque los graneles líquidos han disminuido.

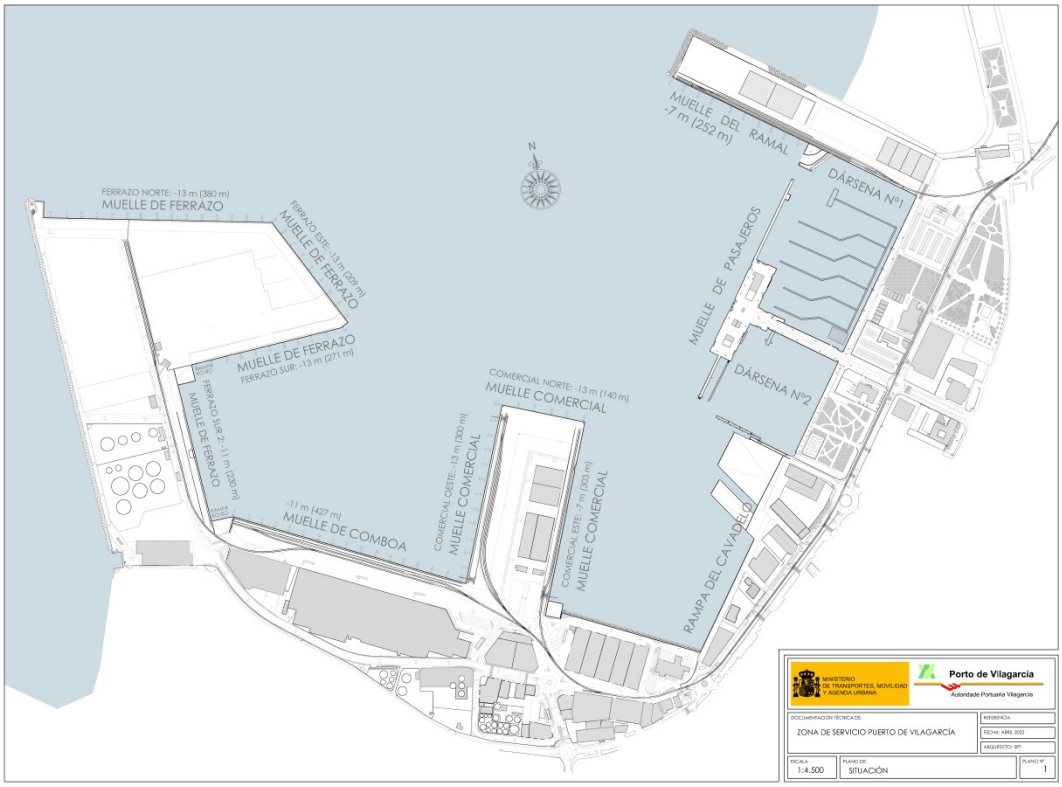
También gestiona terrenos en la fachada marítimo-urbana. La colaboración con el Concello ha facilitado la tramitación del Plan Especial del Puerto y la venta de parcelas. Está explorando nuevas oportunidades de negocio, como el tráfico de cruceros, para desestacionalizar el turismo y generar ingresos en comercio y hostelería.

En 2021, registró un beneficio de 1.178.287,72 €, impulsado por el aumento en los tráficos portuarios. Las tasas portuarias, especialmente de utilización, contribuyeron significativamente a los ingresos. Planea invertir en infraestructuras, como el dragado del canal de entrada y la mejora de infraestructuras ferroviarias, consolidándose como un referente logístico y motor de desarrollo socioeconómico.

En resumen, VGA destaca por:

- Actividad pesquera: principalmente vinculada a la extracción de mariscos y bivalvos.
- Potencial turístico: respaldo por su gastronomía (mariscos, bivalvos, industria vitivinícola) y condiciones naturales. Ofrece playas, paisajes naturales, patrimonio histórico-artístico, fiestas, y una variada gastronomía, complementada con instalaciones náutico-deportivas que han impulsado la navegación recreativa y deportiva. La Ría de Arousa tiene aproximadamente 224 playas, 143 en la margen izquierda (Provincia de Pontevedra) y 9 en VGA. Otros atractivos incluyen el Campo de Golf Meis y hallazgos arqueológicos como el castro de Alobre.
- Actividades terciarias: han diversificado la economía, consolidando a Vilagarcía como un centro comercial y de servicios en la comarca del Salnés.
- Crecimiento industrial y empresarial: con parques empresariales como Trabanca-Badiña y Pousadoiro, y el asentamiento industrial de Bamio.

Figura 60. Puerto VGA Datos físico y funcional



MUELLES: CARACTERÍSTICAS Y USOS

MUELLE	LONGITUD (metros)	CALADO (metros)	ANCHO (metros)	USOS
Comercial Oeste	303	13	35	Graneles sólidos, mercancía general, graneles sólidos por instalación especial
Comercial Este	303	7	16	Graneles sólidos, mercancía general
Comercial Norte	140	13	40	Graneles sólidos
Muelle de Pasajeros	319	3,5	Variable	Pasajeros
Muelle de O Ramal	252	7	16	Pasajeros
Terminal Ro-Ro Rampa 1	20	7	15	Mercancía general
Muelle de Ferrazo	230	11	23	Graneles líquidos, mercancía general
Muelle de Ferrazo 2 Sur	271	13	30	Contenedores
Muelle de Ferrazo 3 Este	209	13	30	Mercancía general
Muelle de Ferrazo 4 Norte	380	13	30	Graneles sólidos, mercancía general
Muelle de Comboa	427	11	25	Graneles líquidos, mercancía general, graneles sólidos por instalación especial, pesca congelada
Term. Ro-Ro Rampa 2	25	11	25	Mercancía general
Term. Ro-Ro Rampa 3	25	7	25	Mercancía general
Term. Ro-Ro Rampa 4	30	13	27	Mercancía general
TOTAL LÍNEA DE ATRAQUE	2.934			

Peirao de Pasaxeiros, 1
36600 Vilagarcía de Arousa
Tel: 986 565 129
Código DIR3 : EA0001323
sac@portovilagarcia.es

Fuente Extraído de Gobierno de España 10-08-24

5.2. Estructura urbana y sus características ambientales y climáticas

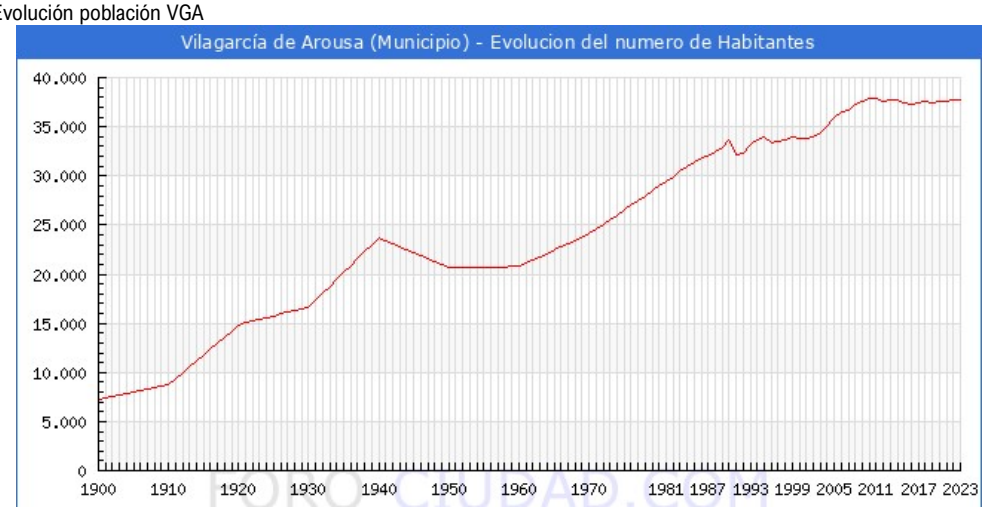
Enclavada en la provincia de Pontevedra, Galicia, VGA se distingue por su relevancia geográfica y sus atributos naturales. Según el censo del INE de 2023, es la décima urbe más poblada de Galicia y la tercera de su provincia, con 37.721 habitantes.
Este territorio se destaca por su litoral de más de 10 kilómetros y una extensión de 44,15 km², con aproximadamente 2.400 metros de playas, incluyendo A Concha/Compostela, Preguntoiro, Canelas y Bamio. Ubicada en la ribera meridional de la Ría de Arousa, se caracteriza por su dinamismo, impulsado por la actividad pesquera y marisquera, el turismo y la presencia del Puerto de VGA, una infraestructura de interés general.

Tabla 48 Datos estadísticos

Población	37 721 habitantes (2023) Hombres : 18 020, Mujeres : 19 701
Densidad de población VGA	846,7 hab./km² (2 192,8 pop/sq mi)
Superficie	4 424 hectáreas 44,24 km² (17,08 sq mi)
Altitud	13 metros de altitud
Coordenadas geográficas	Latitud: 42.5939 Longitud: -8.76596 Latitud: 42° 35' 38'' Norte Longitud: 8° 45' 57'' Oeste
Huso horario	UTC +1:00 (Europa/Madrid) Horario de verano : UTC +2:00 Horario de invierno : UTC +1:00

Fuente Creación propia

Figura 61 Evolución población VGA



Fuente Extraída de foro-ciudad.com el 23-04-2023

Estructura física. El municipio cuenta con 19.748 unidades de vivienda, según datos del INE de 2011. De estas, el 71% son residencias habituales, sumando 13.938 unidades. Comparado con 2001, el número total de viviendas aumentó un 28,54% en diez años.

El Instituto Galego de Estadística (IGE) muestra que entre 2000 y 2014, el parque de viviendas en VGA creció en cerca de 5.000 nuevas unidades, cifra que coincide con los datos del INE.

Tabla 49 Viviendas por uso

	HABITUALES	TEMPORALES	TOTAL
AÑO 2001	10.869	4.494	15.363
AÑO 2011	13.938	5.810	19.748

Fuente Creación propia según datos INE

Tabla Parque habitacional fuente IGE

PARQUE HABITACIONAL DE VILAGARCÍA DE AROUSA (Número de edificios y viviendas según la obra)									
AÑO	Edificios nueva planta	Residencial	No residencial	Viviendas nueva planta	Edificios en rehabilitación	Viviendas en rehabilitación	Edificios en demolición	Viviendas en demolición	Variación neta parque viviendas
2000	144	133	11	853	31	49	10	11	891
2001	71	64	7	333	28	23	19	16	340
2002	94	87	7	493	29	13	12	11	495
2003	105	99	6	510	24	9	9	12	507
2004	89	81	8	559	15	4	19	21	542
2005	137	135	2	653	18	44	26	26	671
2006	115	111	4	538	6	4	12	8	534
2007	122	111	11	476	13	19	21	23	472
2008	50	49	1	246	15	16	3	9	253
2009	33	30	3	187	10	33	3	11	209
2010	15	13	2	13	5	1	2	2	12
2011	14	13	1	14	8	14	0	1	27
2012	15	14	1	29	8	6	5	8	27
2013	8	8	0	8	2	2	2	3	7
2014	6	6	0	6	2	1	0	1	6
Total	1.018	954	64	4.918	214	238	143	163	4.993

La tabla incluye información sobre las rehabilitaciones realizadas por año, mostrando una disminución significativa en dichas actividades, principalmente debido al impacto de la crisis económica y sus consecuencias inmediatas en el sector de la construcción.

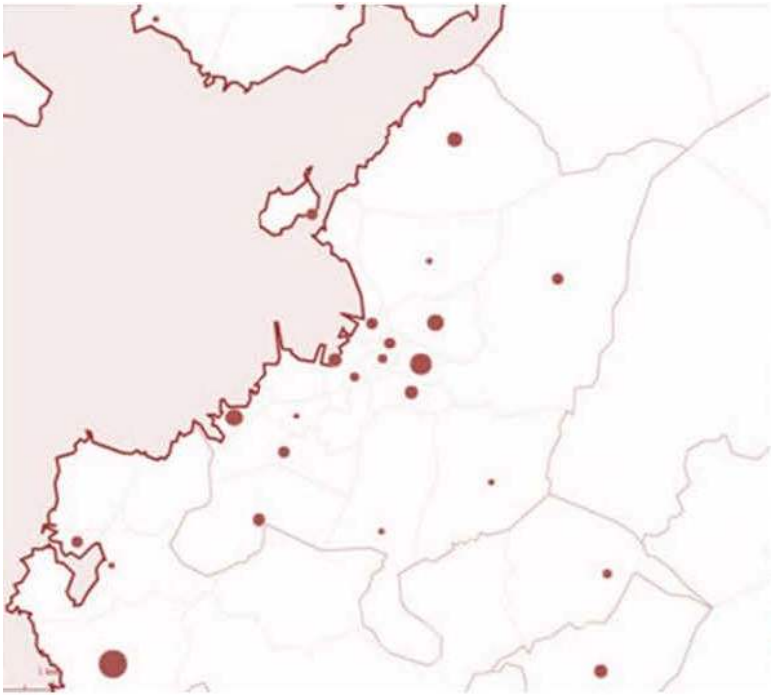
Tabla 50 Evolución edificabilidad.

Década	% Total	Top Provincial	Top Nacional*
<1900	2.27%	<- 12º ->	<- 237º ->
1900-1909	4.54%	<- 14º ->	<- 134º ->
1910-1919	0.24%	<- 28º ->	<- 694º ->
1920-1929	1.92%	<- 7º ->	<- 145º ->
1930-1939	1.97%	<- 6º ->	<- 138º ->
1940-1949	3.20%	<- 5º ->	<- 105º ->
1950-1959	4.88%	<- 3º ->	<- 100º ->
1960-1969	6.72%	<- 4º ->	<- 220º ->
1970-1979	14.21%	<- 3º ->	<- 198º ->
1980-1989	11.21%	<- 8º ->	<- 231º ->
1990-1999	18.83%	<- 3º ->	<- 158º ->
2000-2009	26.28%	<- 3º ->	<- 180º ->
2010-2019	3.74%	<- 7º ->	<- 206º ->

Fuente Ministerio de Hacienda

En el plano anexo se señalizan las edificaciones en estado de ruina. Se advierte que el entorno urbano exhibe el mayor grado de concentración de estructuras en dicha condición.

Figura 62 Edificaciones en estado ruinoso



Fuente Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza sobre base de Atlas de la edificación residencial

Desde 2007, se han declarado Áreas de Rehabilitación Integral en los barrios históricos de Carril, Vilaxoán y O Castro, en el núcleo urbano de VGA.
Estos proyectos abarcan la restauración de edificaciones y la revitalización de espacios urbanos, incluyendo calles, áreas verdes y otros elementos urbanísticos.
Las intervenciones buscan mejorar las estructuras físicas, optimizar servicios urbanos, promover la accesibilidad, humanizar el entorno viario, proporcionar zonas de estacionamiento y eliminar el cableado aéreo.
El objetivo es crear entornos urbanos más habitables, inclusivos y sostenibles.

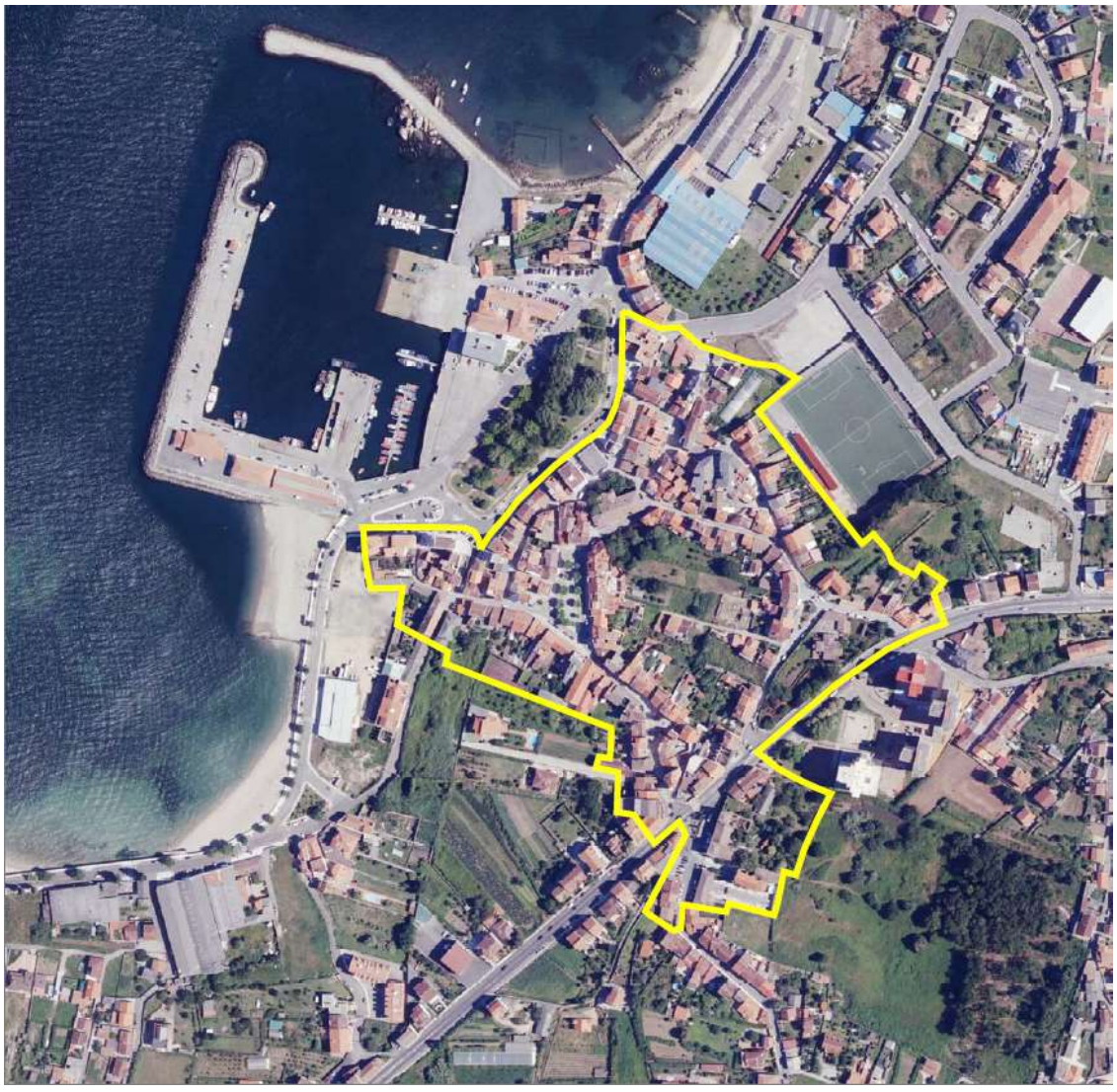
El Área de Rehabilitación de Carril, con una extensión de 8,48 hectáreas, incluye el núcleo histórico vinculado a la actividad marítimo-pesquera, con casas marineras y consulados. Las primeras construcciones se alinearon a lo largo de las vías de comunicación originales, que conectaban distintos núcleos poblacionales para el transporte de mercancías. El tejido urbano primigenio presenta una morfología heterogénea con arquitectura vernácula, balcones, galerías, corredores y casas-consulado con escudos y elementos representativos, conformando un entorno de significativo valor arquitectónico y ambiental. Esta área fue designada Área de Rehabilitación Integral el 2 de marzo de 2007, abarcando 507 viviendas residenciales.

Figura 63 ARI Carril.

Fuente Extraído de https://ari-igvs.xunta.gal/ a 23-04-2023

El Área de Rehabilitación Integral de Vilaxoán, con una extensión de aproximadamente 8,67 hectáreas, está ligada a la actividad pesquera. Se caracteriza por su homogeneidad morfológica y arquitectura vernácula marinera. Designada el 2 de marzo de 2007, abarca 423 viviendas residenciales sujetas a procesos de rehabilitación.

Figura 64 ARI Vilaxoán



Fuente Extraído de https://ari-igvs.xunta.gal/ a 23-04-2023

La delimitación de la Zona de Área de Rehabilitación Integral (ARI) abarca principalmente el Barrio del Castro, el ensanche urbano y dos conjuntos de viviendas simétricas del siglo XX. A lo largo del siglo pasado, se han realizado diversos esfuerzos para unificar y cohesionar este segmento urbano, con la intención de revitalizar el núcleo histórico de VGA.

En 1983, se redactó el Plan Especial de Reforma Interior del Castro, seguido en 1985 por el Plan Especial de Protección del Castro, enfocado en preservar el carácter original del Barrio del Castro, núcleo primordial de la urbe, con numerosas viviendas unifamiliares y tipologías arquitectónicas marineras.

Este sector urbano muestra una alta densidad edificatoria y diversidad arquitectónica, con residencias colectivas modernas, viviendas unifamiliares tradicionales, y ejemplos de arquitectura ecléctica y racionalista.

La designación como Zona de Área de Rehabilitación Integral ocurrió el 19 de octubre de 2009, con 852 viviendas susceptibles de rehabilitación.

Figura 65 ARI Barrio del Castro

Fuente Extraído de https://ari-igvs.xunta.gal/ a 23-04-2023

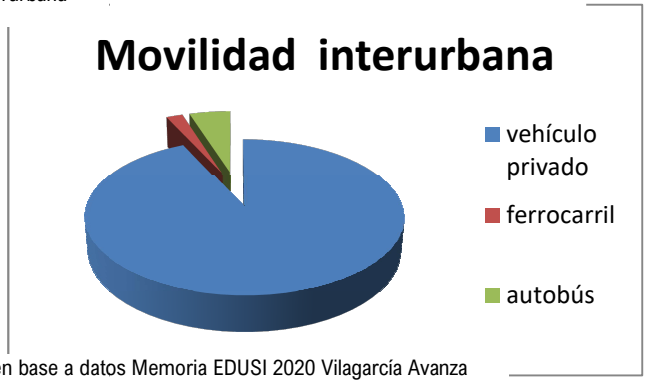
Malla Urbana y Movilidad. La noción de malla urbana según la Ley 9/2002 implica un entramado de calles y servicios que pueden adoptar diversas formas geométricas. En esta configuración, los límites de la malla urbana pueden simplemente conectarse sin formar un cruce. Este concepto también se aplica al requisito del artículo 11.2 de la ley, referente a vías perimetrales, las cuales pueden no estar presentes en los extremos de un núcleo poblacional.

Es fundamental que exista conexión y continuidad dentro de la malla urbana, ya que la falta de entrelazado podría desconectar los terrenos del tejido urbano, según las disposiciones finales de la ley. La cohesión y articulación de la malla urbana son esenciales para la integración y funcionalidad del entorno urbano conforme a la legislación.

El análisis de la movilidad en VGA requiere entender su contexto territorial. VGA, como cabecera de la comarca del Salnés, es la octava más poblada de Galicia, con más de 100.000 habitantes y una densidad superior a 400 habitantes por km². Su proximidad a Vigo, Santiago de Compostela y Pontevedra genera una compleja interrelación en el Eje Atlántico, con un notable volumen de desplazamientos interurbanos y urbanos.

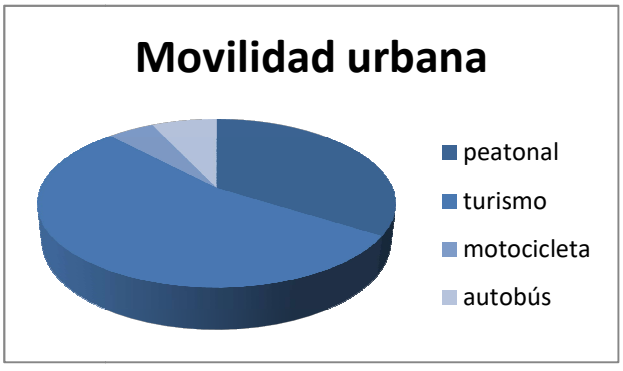
A 25 km de Pontevedra y aproximadamente 50 km de Santiago y Vigo, VGA cuenta con una conexión ferroviaria de alta velocidad que facilita los desplazamientos diarios por motivos laborales o de estudio. A pesar de estas infraestructuras, el vehículo privado sigue siendo el modo de transporte predominante, relegando al transporte público, como el autobús interurbano y el ferrocarril. Es notable el bajo uso del ferrocarril, a pesar de contar con una estación urbana y buena conectividad con los principales núcleos urbanos. En la movilidad urbana de VGA, predomina el transporte motorizado sobre los modos no contaminantes. Los desplazamientos peatonales representan el 34%, mientras que la movilidad en bicicleta es prácticamente inexistente.

Gráfico 16 Movilidad interurbana



Fuente Creación propia en base a datos Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza

Gráfico 15Movilidad Urbana



Fuente Creación propia en base a datos Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza

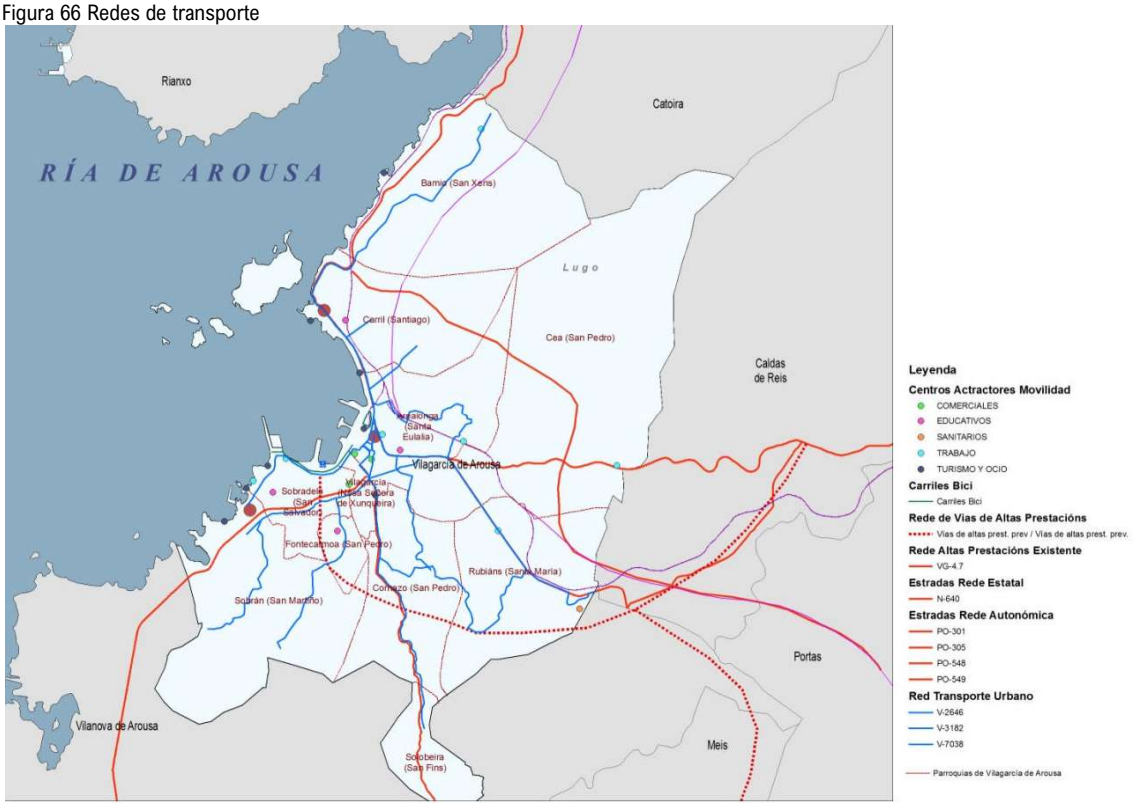
Plan de Accesibilidad y Movilidad. Para abordar estos desafíos, VGA cuenta con un Plan de Accesibilidad y Movilidad de 2010, siguiendo la metodología del Instituto para la Investigación y Ahorro de Energía (IDEA). Este plan diagnostica la movilidad actual, identifica áreas de mejora y propone medidas para fomentar la movilidad sostenible y modos de transporte menos contaminantes, alineados con el objetivo de Economía Baja en Carbono.

Los principales centros de atracción de desplazamientos en VGA son áreas de trabajo, instalaciones sanitarias, centros educativos, destinos turísticos y zonas comerciales. Se señala la insuficiente comunicación del transporte público con estos centros, especialmente en polígonos industriales y el Hospital Comarcal, donde la frecuencia de servicio es limitada.

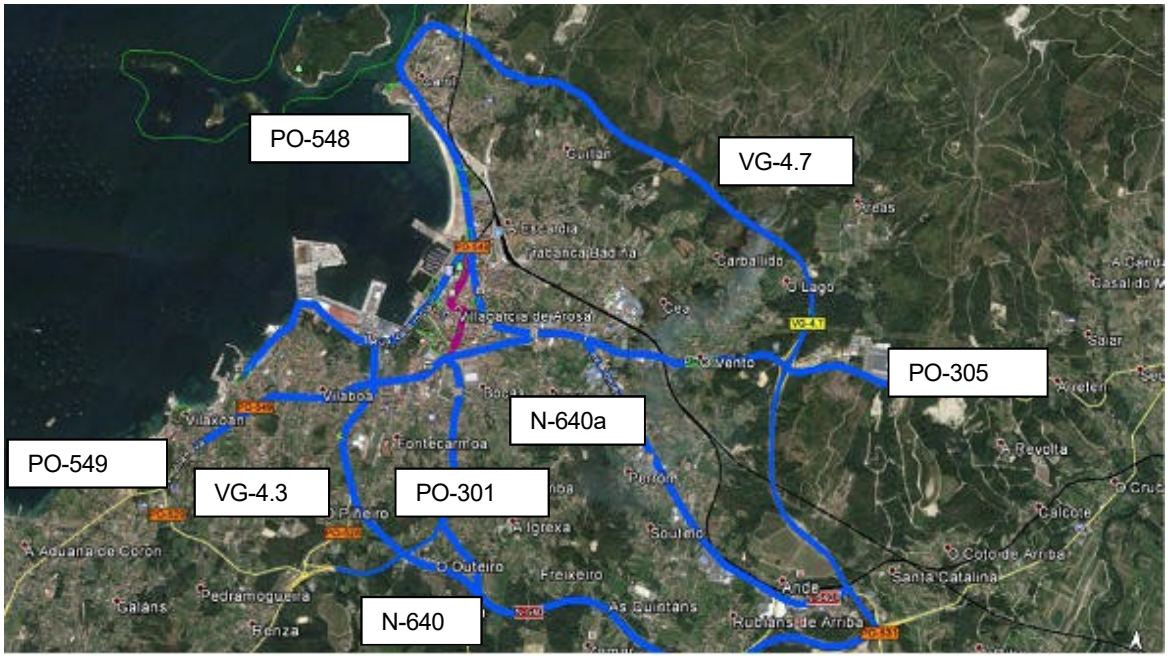
Es importante considerar los desplazamientos entre el centro urbano, los núcleos adyacentes de Carril y Vilaxoán, y las parroquias rurales del municipio, que mantienen una relación estrecha con el tejido urbano.

El sistema de transporte incluye carreteras, ferrocarril, carriles para ciclistas, itinerarios peatonales y una terminal de cruceros en el Puerto. Aunque estos elementos sustentan la movilidad en la localidad, se identifican áreas de mejora para optimizar la accesibilidad y promover modos de transporte más sostenibles.

Figura 66 Redes de transporte



Fuente Extraída de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza el 23-04-24

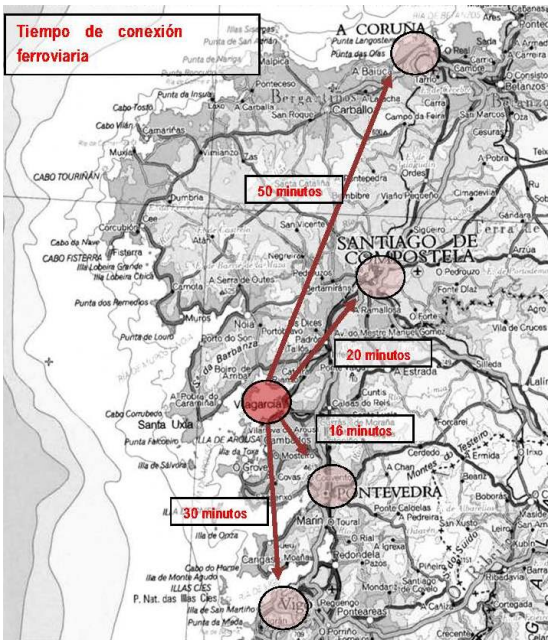


Redes de transporte Fuente Extraída de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza el 23-04-24

VGA cuenta con una infraestructura ferroviaria bifurcada, con un trazado convencional y uno de alta velocidad. La conexión de alta velocidad facilita los desplazamientos entre VGA y los principales centros urbanos del eje atlántico gallego, ofreciendo tiempos competitivos frente al vehículo privado. En el último año, han aumentado exponencialmente los desplazamientos desde Madrid y el centro de España como destino de fin de semana.

Por otro lado, la conexión convencional enlaza VGA con las áreas rurales de las comarcas de Santiago de Compostela al norte y Pontevedra al sur, aunque no logra formar un sistema de cercanías debido a la dispersión poblacional en los municipios vecinos.

Figura 67 Conexión ferroviaria



Fuente Extraída de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza el 23-04-24

La topografía de VGA favorece el desarrollo de modos de transporte no motorizados, gracias a la ausencia de pendientes pronunciadas y la concentración de equipamientos en un radio de no más de 3 kilómetros. En la movilidad interna, los desplazamientos peatonales son significativos, representando más del 34% de los traslados de los residentes.

El Ayuntamiento ha priorizado la movilidad peatonal con medidas como la peatonalización de calles en el casco histórico, creando una red de calles peatonales complementada por paseos a lo largo del Río Con y la Playa de la Concha. Sin embargo, algunos itinerarios principales presentan deficiencias en accesibilidad y anchura, y están en ejes con tráfico motorizado intenso.

En cuanto a la movilidad ciclista, existe un carril bici de 1.500 metros a lo largo de la costa entre la Avenida de la Marina y la calle Víctor Pita, y dos carriles más cortos en el Parque Miguel Hernández y el puerto deportivo. No obstante, esta infraestructura no forma una red suficientemente desarrollada para facilitar los desplazamientos.

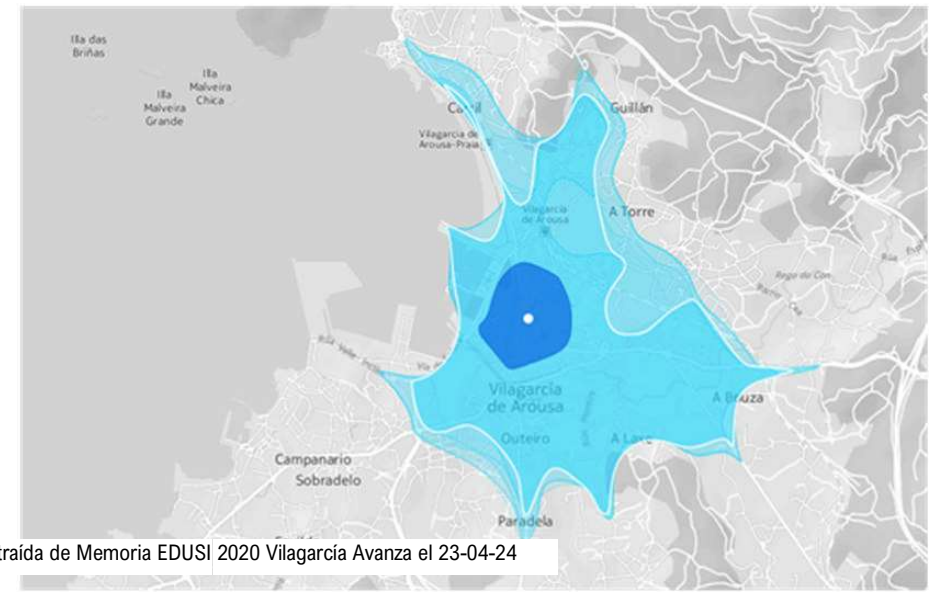
El tráfico vehicular es más intenso en las avenidas Juan Carlos I y das Carolinas, perpendiculares a la costa, y en las avenidas Valle Inclán y Rosalía de Castro, paralelas a la costa. Estas vías, que se cruzan en forma de T, articulan y distribuyen el tráfico en VGA.

Es notable el elevado volumen de vehículos particulares de municipios cercanos por motivos laborales, comerciales o de acceso a servicios, generando problemas de estacionamiento, contaminación y congestión. A pesar de esto, el sistema viario muestra fluidez, evidenciada en las isócronas de 6 y 10 minutos para vehículos privados, que incluyen desplazamientos peatonales.

Figura 68. Red peatonal

Fuente Extraída de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza el 23-04-24

Figura 69 Isócrona de 6 minutos desde el edificio del Concello. Azul oscuro peatonal. Azul claro vehículo



Fuente Extraída de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza el 23-04-24

Transporte Público Urbano. El sistema de transporte público urbano se compone principalmente de líneas de transporte interurbano que operan dentro del municipio. Estas concesiones están bajo la titularidad de la Xunta de Galicia.

La red de transporte se estructura en tres ejes principales: Carril - VGA - Vilaxoán a lo largo de la costa, uno hacia el sur y otro hacia el sudeste. Estos ejes son alimentados por líneas que conectan el casco urbano con núcleos de población fuera del mismo.

Sin embargo, las líneas de transporte público urbano no ofrecen un servicio adecuado para la conexión con los principales centros de tráfico, especialmente los sanitarios y laborales, donde existen pocas alternativas al vehículo particular.

Para mejorar el transporte público urbano, el Plan de Accesibilidad y Movilidad propone reorganizar las líneas existentes para optimizar su funcionamiento y aumentar su eficiencia.

Accesibilidad en VGA. El Plan de Accesibilidad de 2001 es un documento integral que analiza el espacio público, edificios de uso público, transporte y comunicación sensorial. Este plan identifica diversas deficiencias en accesibilidad:

a) Escalones de acceso a locales comerciales con altura superior a 2 cm.
b) Ausencia de transporte público adaptado para personas con movilidad reducida.
c) Desniveles en accesos a edificios públicos, dificultando la entrada a personas con discapacidad.
d) Falta de un itinerario peatonal accesible alternativo en edificios públicos.
e) Rampas sin barandillas ni pasamanos accesibles, sin señalización adecuada, y con pendiente incorrecta.
f) Escaleras con material y señalización inadecuados, sin barandillas ni pasamanos accesibles.
g) Puertas sin contraste visual y con peso excesivo.
h) Mostradores de atención al público a una altura no accesible para personas en silla de ruedas.
i) Mobiliario de la zona de espera no accesible.

j) Falta de rótulos identificativos en braille o accesibles visualmente en edificios públicos.
k) Ascensores no adaptados para personas con movilidad reducida, con botonera inaccesible y sin iluminación adecuada.
l) Aseos accesibles no acondicionados, con puertas correderas, altura inadecuada del inodoro, espejos no utilitarios, interruptores sin contraste, entre otros.
m) Sistema de alarma sin formato visual y sonoro.
n) Alcorques mal cubiertos o sin cubrir, representando un riesgo para peatones.
o) Pasos de peatones con desniveles respecto a la acera.
p) Semáforos sin avisadores sonoros para personas con discapacidad visual.
q) Contenedores de diseño inadecuado para personas con discapacidad.

Equipamientos Comunitarios. El sistema de equipamientos comunitarios incluye espacios, instalaciones y edificaciones para necesidades educativas, sanitarias, culturales y deportivas de la población.
La mayoría de los equipamientos comunitarios se encuentran en el área urbana, complementados por instalaciones en los núcleos rurales. En estos asentamientos, los equipamientos son principalmente religiosos y funerarios (iglesias y cementerios), socio-culturales (antiguas escuelas) y deportivos (campos de fútbol). Las parroquias con más equipamientos son Arealonga, Sobran y Carril.
El equipamiento socio-cultural es el más extenso en superficie, excluyendo el religioso y funerario por su carácter privado. Le siguen los equipamientos deportivos y educativos, tanto en superficie como en cantidad.
Entre los elementos destacados se encuentran el Auditorio, diseñado por César Portela, y el recinto de la Feria de Exposiciones de Galicia (Fexdega).

Paisaje Urbano. En las últimas cinco décadas, VGA ha experimentado una transformación significativa, marcada por el crecimiento poblacional y la transición de un paisaje agrario a uno urbano. Este cambio se refleja en el aumento de infraestructuras, especialmente vinculadas al desarrollo del puerto, que ha ganado terreno al mar, creando espacios de ocio y servicios adicionales.
La urbanización ha cambiado la base económica del área, con el abandono de parcelas agrícolas para construir viviendas y edificios industriales. Paralelamente, el sector turístico ha crecido, valorizando recursos naturales como las playas de la Concha y Compostela, que han sido ampliadas y dotadas con servicios para atender a más visitantes.
La topografía de la ría de Arousa y la transformación urbana han destacado las visuales de mediana y corta distancia, especialmente los frentes litorales. Aunque VGA ha perdido parte de sus valores paisajísticos originales, ha fortalecido su actividad productiva, especialmente a través del puerto. Carril, Vilaxoán y áreas costeras no ocupadas por el puerto, como la playa de Compostela, mantienen visuales de alta calidad paisajística gracias a elementos como la isla de Cortegada.
El área urbana de VGA está delimitada al oeste por la ría de Arousa y los puertos de Carril, VGA y Vilaxoán, y al este por el ferrocarril. La expansión hacia el medio rural se ha concentrado principalmente en el borde sur del área urbana, aprovechando la red de caminos y carreteras.
Predominan las construcciones residenciales entre medianeras y unifamiliares, tanto adosadas

como exentas. El paisaje urbano se caracteriza por la dispersión de viviendas unifamiliares en una extensa superficie municipal.
Existen dos procesos urbanos distintos en VGA: Vilaxoán, donde la tradición prevaleció sobre las influencias modernas, y VGA y Carril, desarrolladas en torno al ferrocarril, el comercio y la industria, con características urbanísticas diferenciadas de la vida rural.
La industrialización y una economía próspera han desarrollado una arquitectura más elaborada y detallada, preocupada por la estética y la ornamentación, con una calidad constructiva superior al modelo anterior. Sin embargo, en las décadas finales del siglo XX, se produjo un desorden edificatorio basado en la especulación urbanística y el turismo, resultando en un perfil de la ciudad confuso y poco respetuoso con el paisaje natural.

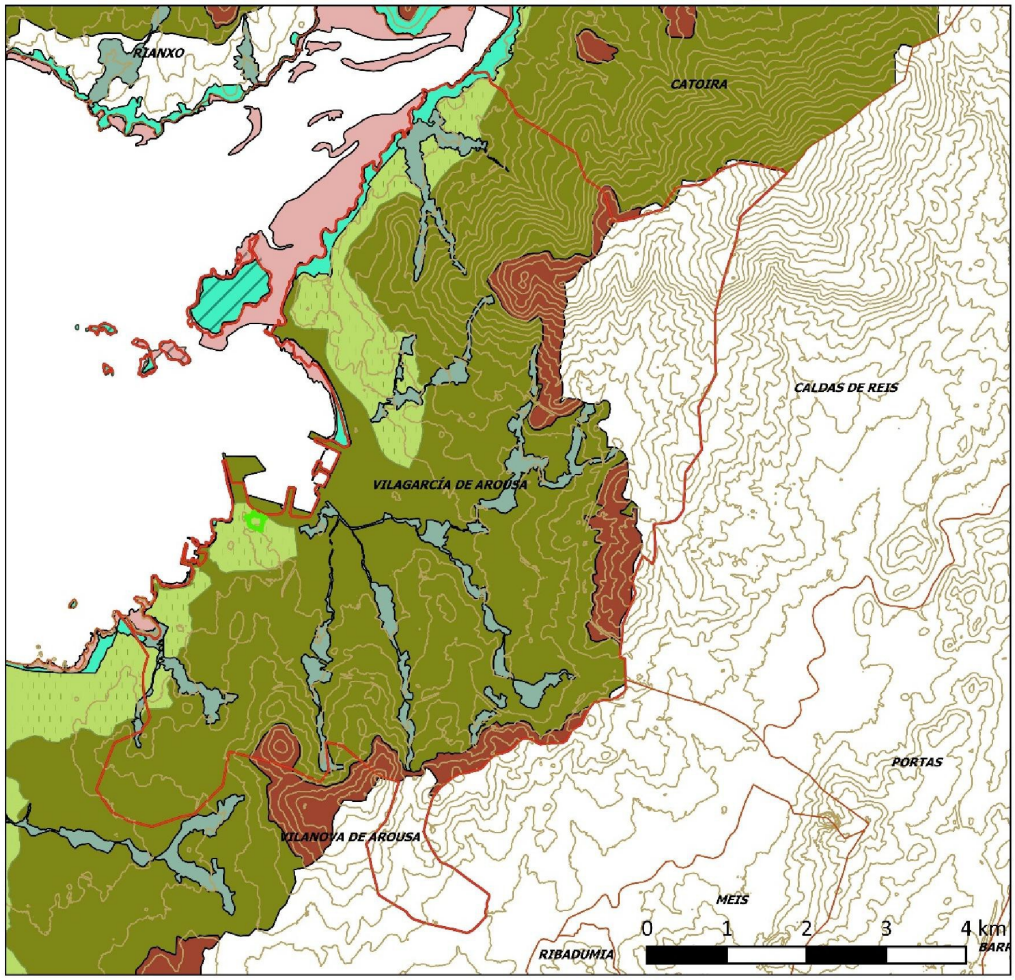
Infraestructura Urbana. Las calles y espacios públicos en VGA están mayormente pavimentados con baldosas hidráulicas o piedra, lo que genera problemas de mantenimiento debido a:

- El asentamiento del área central sobre terrenos de relleno, tanto de marisma como portuarios.
- Un deficiente diseño de convivencia entre espacios verdes y pavimentados.

En los últimos años, el equipo de Urbanismo ha optado por pavimentos de hormigón en el área central y nuevos desarrollos, incrementando la impermeabilidad del suelo.
El mobiliario urbano, como bancos, papeleras, maceteros y fuentes, utiliza materiales como piedra, madera y metal, integrándose en el entorno. La iluminación pública se realiza mediante farolas metálicas convencionales, con un diseño específico en parques y espacios de libre circulación. La mayoría de los tendidos eléctricos están subterráneos, mejorando la estética del paisaje urbano.

Perspectiva Paisajística. La mayor parte del municipio está incluida en el Plan de Ordenación del Territorio (POL), según el Decreto 20/2011, del 10 de febrero, que aprueba el Plan de Ordenación del Litoral de Galicia. La zona de estudio se encuentra en la unidad paisajística denominada Paisajes aplanados mixtos, característica de las Rías Baixas. Esta se distingue por una llanura costera que se extiende hacia el interior, mayormente compuesta por litología ígnea y con macizos graníticos como telón de fondo escénico (Xunta de Galicia, 1999).
El análisis urbanístico del Plan de Ordenación del Litoral (POL) se integra en un área continua de Mejora Ambiental y Paisajística (MAP), que abarca zonas llanas, vertientes litorales y áreas rurales vinculadas al mar. Estas zonas, sometidas a intensa presión antrópica, requieren conservar y, cuando sea necesario, restaurar la calidad ambiental y paisajística, protegiéndolas de procesos intensos de urbanización.

Figura 70 Áreas de gestión según POL.



Leyenda

- Curvas nivel (Eq. 25 m.)
- Límite municipal
- Ferrocarril
- AVE
- Autopistas-Autovías
- Límites modificación puntual

AREAS POL

- Espacio Interes Paisajistico
- Espacio de interés: Protección de Ladera
- Ordenacion
- Corredor Ecológico
- Costera
- Intermareal
- MAP: Mejora Ambiental y Paisajística

SRC: ETRS89, huso 29

Plan de Ordenación del Litoral:
ÁREAS EN EL MODELO DE GESTIÓN DEL POL
(Capa base: Plan de Ordenación do Litoral. Xunta de Galicia)

Autor: Mª Jesús Pérez Vázquez
Geóloga colegiada nº 2486
ESTRATEGIA Y GESTIÓN AMBIENTAL, S.L.

Fuente PROYECTO: Modificación Puntual del PXOM del Concello de Vilagarcía de Arousa. UEI-12, AR-2DOCUMENTO INICIAL ESTRATÉGICO. V.1

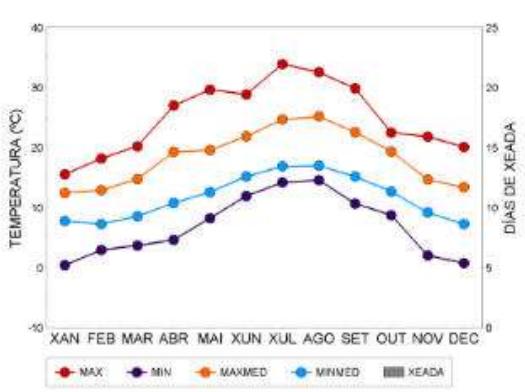
Condiciones Climáticas. La climatología de Galicia es oceánica, templada y húmeda, influenciada por el océano Atlántico y su variabilidad anual. En la región sur, se asemeja al clima mediterráneo debido a la aridez estival en julio y agosto (Xunta de Galicia, 1999).
Diversos factores determinan este clima: latitud, orografía y proximidad al mar. Galicia, entre los 42 y 44 grados de latitud norte, está influenciada por el aire polar y tropical. El Frente Polar, que delimita estas masas de aire, impacta significativamente en la región. En verano, se desplaza hacia los 60 grados norte, colocando a Galicia bajo el anticiclón subtropical de las Azores, generando un clima cálido y seco. En invierno, desciende hasta los 35 grados norte, trayendo bajas presiones y precipitaciones. Ocasionalmente, el aire de los anticiclones polares causa un clima muy frío y seco.

El relieve gallego, con su geología diversa, influye en la circulación atmosférica. Incluye llanuras altas, depresiones costeras, sierras altas y costas acantiladas. La topografía escalonada provoca el fenómeno Foehn, donde las sierras capturan precipitaciones en barlovento, dejando el sotavento más cálido y seco. El mar actúa como regulador térmico, moderando las temperaturas en la costa, mientras que el interior presenta un clima más continental. Las temperaturas anuales varían desde 6°C en las montañas del sureste hasta más de 15°C en las Rías Baixas.
Las precipitaciones son abundantes, superando los 1000 mm anuales en gran parte del territorio y hasta 3000 mm en zonas montañosas. Ciudades como A Coruña reciben alrededor de 1000 mm y Vigo cerca de 2000 mm. La frecuencia de días de lluvia varía, con unos 150 días anuales en el noroeste y menos de 100 días en el sureste. Las nieblas son comunes en el noroeste debido a la inversión térmica en situaciones anticiclónicas. Este régimen de lluvias favorece la exuberante vegetación de Galicia.
En áreas con menos precipitaciones, el verano puede experimentar sequías, exacerbadas por la evapotranspiración, favoreciendo incendios forestales y la erosión del suelo en pendientes pronunciadas. Galicia también es una importante productora de energía eólica debido a sus vientos característicos.

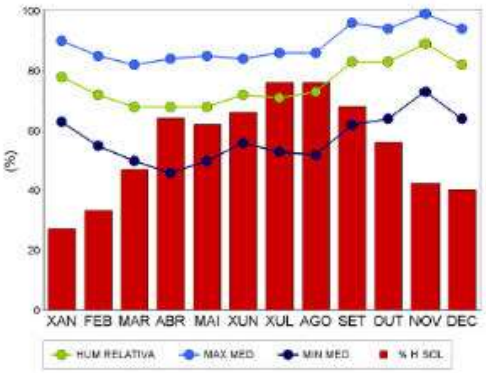
VGA se define por dos elementos naturales prominentes: el valle y la ría. El relieve, suavizado por el río Umia, forma un valle fértil. La Ría de Arousa, junto con la Ría de Pontevedra, influye significativamente en el paisaje, clima, carácter, costumbres y economía local.

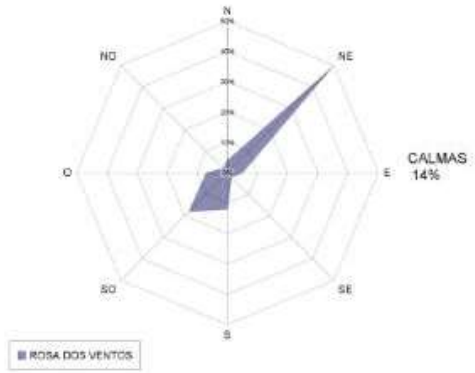
VGA tiene una marcada influencia atlántica costera, situándose entre el clima oceánico y una leve influencia mediterránea, manifestada por la escasez de precipitaciones en verano. Sin embargo, esta influencia mediterránea se atenúa debido a la disposición del territorio, expuesto a los vientos templados y húmedos del oeste, y a su ubicación litoral.
El entorno oceánico aporta una cantidad considerable de precipitaciones a lo largo del año, especialmente en otoño e invierno. Durante los meses estivales, especialmente en julio y agosto, las precipitaciones disminuyen notablemente, contribuyendo a un moderado déficit hídrico en la franja litoral gallega.
Según la clasificación climática de Thornthwaite, basada en el índice de humedad, el clima de VGA se cataloga como "húmedo tipo B3", caracterizado por un elevado índice de precipitaciones anuales y temperaturas suaves.

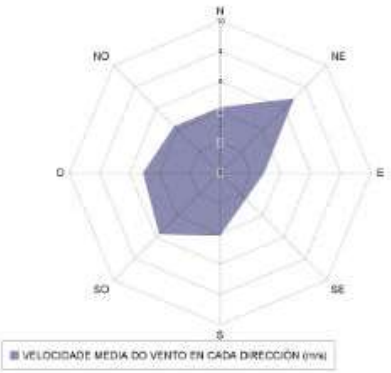
Figura 71 Resumen anual estación Corón (Vilanova de Arousa).



Tª media:	14.8	ºC	
Tª máx. media:	18.4	ºC	
Tª min. media:	11.7	ºC	
Tª máx. absoluta:	34.0	ºC	27/07/2010
Tª min. absoluta:	0.4	ºC	09/01/2010
Humidade relativa:	76	%	
Chuvia total:	1410	mm	
Chuvia máxima diaria:	58	mm	24/02/2010
Días de chuvia (>0mm):	154		
Días de xeada:	0		
Horas de sol:	2524	h	
Irradiación media diaria:	1491	10kJ/m2	
Velocidade media do vento:	5.3	m/s	
Refacho máximo diario:	32.0	m/s	14/01/2010







Fuente Extraído de Fuente: Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza

Periodo: 1985-2010 - Altitud: 113m. Latitud: 42° 26' 18'' N – Longitud: 8° 36' 57'' O

Tabla 51 valores climatológicos

VALORES CLIMATOLÓGICOS NORMALES												
	T	**TM**	**Tm**	**R**	**H**	**DR**	**DN**	**DT**	**DF**	**DH**	**DD**	**I**
ENERO	9.6	12.9	6.3	178	77	14.3	0.1	1.3	2.0	0.6	6.5	103
FEBRERO	10.4	14.2	6.5	133	72	11.3	0.0	0.8	1.8	0.4	6.1	123
MARZO	12.4	16.9	7.8	120	68	11.2	0.0	1.1	1.5	0.2	7.5	181
ABRIL	13.0	17.6	8.4	143	69	14.2	0.0	1.2	1.9	0.0	5.7	203
MAYO	15.8	20.6	10.9	118	69	12.0	0.0	2.2	1.9	0.0	5.2	238
JUNIO	18.6	23.8	13.4	64	67	7.0	0.0	0.8	2.6	0.0	9.2	262
JULIO	20.4	25.9	14.9	44	67	5.1	0.0	0.7	3.1	0.0	12.7	294
AGOSTO	20.6	26.0	15.2	56	68	5.5	0.0	0.8	3.7	0.0	10.8	279
SEPTIEMBRE	18.8	23.7	13.8	95	72	8.4	0.0	0.9	4.2	0.0	9.2	224
OCTUBRE	15.7	19.6	11.7	224	76	13.6	0.0	1.5	3.1	0.0	6.1	145
NOVIEMBRE	12.1	15.4	8.7	222	78	14.1	0.0	1.3	2.7	0.0	6.0	104
DICIEMBRE	10.3	13.4	7.1	216	77	14.4	0.0	1.2	2.9	0.5	7.2	91
AÑO	14.8	19.2	10.4	1613	72	131.3	0.2	13.9	31.9	1.8	92.5	-

LEYENDA	
T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol

Fuente Creación propia. Datos AEMET

Se encuentra en una zona continental con influencias mediterráneas, resultando en condiciones anuales suaves y húmedas. El efecto oceánico modula las temperaturas moderadas y las abundantes precipitaciones, registrando una media anual de 1455 mm. La temperatura media estival es de 19,3 °C y la invernal de 9 °C.

La interacción entre las influencias continentales y mediterráneas, junto con el efecto oceánico predominante, configura un clima caracterizado por moderación térmica y constancia en la provisión de humedad. Este régimen climático favorece la estabilidad de los ecosistemas locales y es propicio para la agricultura y el turismo.

La precipitación media anual de 1455 mm contribuye al desarrollo de una vegetación exuberante y al mantenimiento de los recursos hídricos. Las temperaturas promedio, con 19,3 °C en verano y 9 °C en invierno, reflejan una amplitud térmica moderada, proporcionando un entorno climático confortable y estable.

Impacto del Cambio Climático. Estudios de la Consellería de Medio Ambiente sobre el cambio climático en Galicia, utilizando métodos de regionalización y modelización, revelan:

- Desde 1940, el nivel medio de las aguas costeras ha aumentado entre 2 y 2,5 metros por década. Se espera que entre 2075 y 2099, el nivel del mar aumente entre 0,5 y 4 metros adicionales, dependiendo del ritmo de deshielo continental.
- Las precipitaciones anuales se mantienen, pero se reduce la cantidad en primavera y aumenta ligeramente en verano.
- Las temperaturas medias, mínimas y máximas han incrementado, especialmente en primavera y verano, acentuando las diferencias estacionales.

Tendencias de temperatura: la Ría de Arousa ha registrado un incremento significativo en las temperaturas medias durante las últimas décadas, con veranos más cálidos y periodos de calor extremo más frecuentes y duraderos. Estos cambios aceleran tanto las temperaturas mínimas como máximas y aumentan el número de noches cálidas. Los periodos de calor extremo pueden causar mortalidad masiva en especies sensibles, alterar ciclos reproductivos de la fauna acuática y acelerar la eutrofización, resultando en zonas muertas por falta de oxígeno.

Precipitación y patrones meteorológicos: se ha registrado una variabilidad en los patrones de precipitación. Aunque la cantidad anual de lluvia ha mostrado pocas variaciones, la distribución ha cambiado: períodos más secos en verano seguidos de lluvias intensas en otoño e invierno. Este cambio afecta la salinidad de la ría y los sistemas de drenaje y gestión del agua en áreas urbanas y rurales. Se observa un incremento en los días secos y una disminución en los días lluviosos, pero con lluvias más intensas.

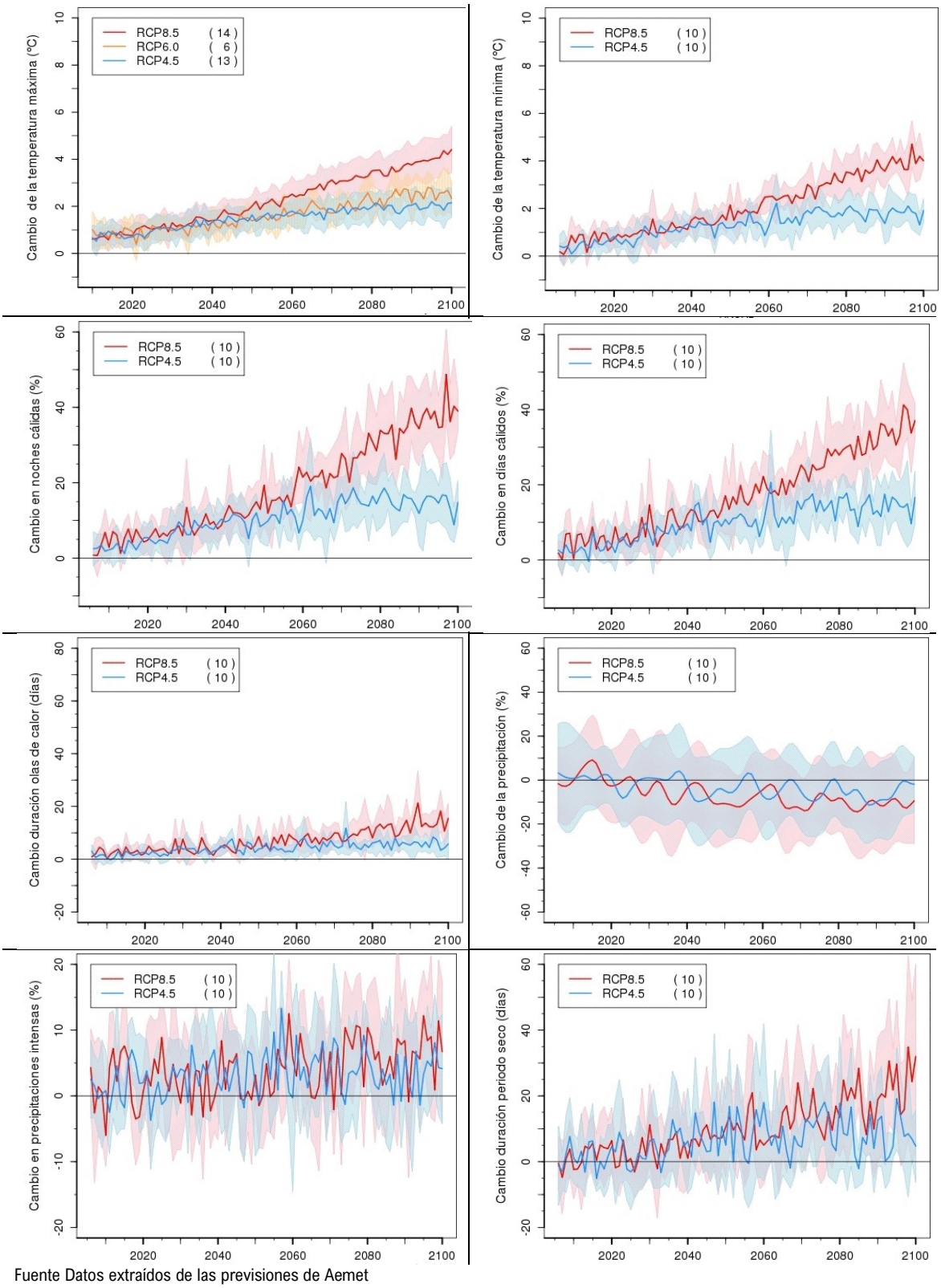
Eventos Extremos. La frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como tormentas severas y olas de calor, han aumentado, poniendo en riesgo a la población y causando daños en la infraestructura y ecosistemas marinos y costeros.

Impacto de la Oscilación Atlántica. La oscilación del Atlántico Norte influye en la temperatura y las precipitaciones, afectando significativamente a la Ría de Arousa. Las fases de esta oscilación pueden agravar o mitigar los efectos del cambio climático en cortos periodos.

Impacto en la Estratificación Térmica. El aumento de temperaturas impacta la estratificación térmica en aguas estuariales como las de la Ría de Arousa, afectando la mezcla de nutrientes y oxígeno entre capas. Durante los meses cálidos, una mayor estratificación puede causar hipoxia en capas profundas, perjudicando a los organismos marinos.

Consecuencias para la Fauna y Flora Acuáticas. Las especies acuáticas, adaptadas a rangos específicos de temperatura y oxígeno, son vulnerables a cambios en la estratificación térmica. El aumento de temperatura puede alterar los hábitats de moluscos y crustáceos, fundamentales para la biodiversidad y economía local. Además, puede provocar proliferaciones nocivas de algas, afectando la cadena alimentaria marina (Castro-Olivares et al., 2022).

Tabla 52 Previsiones Aemet de cambio climático para la provincia de Pontevedra



Fuente Datos extraídos de las previsiones de Aemet

Adaptación y Monitoreo. Es esencial implementar sistemas de monitoreo continuo para seguir las variaciones de temperatura y sus efectos. Esto permitirá desarrollar estrategias de adaptación más efectivas.
Un estudio de Velo y Padin (2022) del Instituto de Investigaciones Mariñas, IIM – CSIC, Vigo, publicado en Frontiers in Marine Science, corroboró la utilidad de la tecnología de monitoreo. Revelaron patrones de variabilidad del pH, asociados a la periodicidad de las mareas y eventos de baja salinidad. Las mediciones mostraron valores máximos de pH en verano y primavera, y mínimos en invierno, relacionados con caudales fluviales y tormentas severas. Esta variabilidad extrema de salinidad y pH causó mortalidad masiva de mariscos.
Este fenómeno, observado anteriormente en la Ría de Arousa (Parada y Molares, 2008; Parada et al., 2012; Aranguren et al., 2014), podría volverse más frecuente debido a la acidificación de los océanos (IPCC, 2021) y eventos de fuertes precipitaciones (Álvarez et al., 2005; Parada et al., 2012; Cardoso Pereira et al., 2020; Lorenzo y Álvarez, 2020), vinculados al cambio climático.

Impacto Socioeconómico. Estos episodios recurrentes reflejan los efectos del cambio climático en la realidad socioeconómica. Es crucial analizar las posibilidades de inundación de las zonas bajas adyacentes al mar para obtener una visión global del problema.

Análisis Medioambiental. Desde una perspectiva paisajística, la mayor parte del territorio de VGA está dentro del Plan de Ordenación del Territorio (POT) según el Decreto 20/2011, de 10 de febrero, que aprueba el Plan de Ordenación del Litoral de Galicia. Este plan incluye un área continua de Mejora Ambiental y Paisajística (MAP), abarcando áreas llanas, vertientes litorales y zonas rurales vinculadas al mar, sometidas a significativa presión antrópica, requiriendo conservación y restauración de la calidad ambiental y paisajística para protegerlas de la urbanización intensa.
VGA se articula en torno a un valle en una explanada litoral costera, delimitada por los montes Xiabre al norte, Lobeira (280 m) al sur y Xaiba (290 m) al este. Este espacio incluye el núcleo urbano y la mayoría de los núcleos circundantes, como Carril, Cena y Cornazo.
El área urbana está adyacente a la Ría de Arousa, la más grande de España con 200 km² y la más productiva del mundo en biodiversidad. La ría alberga una notable diversidad biológica y numerosas explotaciones de cultivo marino, destacando el cultivo del mejillón, influyendo significativamente en el paisaje costero. En esta área se encuentran zonas marisqueras reconocidas de Galicia como Carril, Las Carballas, El Gallinero, El Sarrido, Sálvora, Coroso, A Ribeiriña, Barraña, Abanqueiro y los Lomos del Ulla. La ría de Arousa tiene la mayor concentración de bateas para cultivo de mejillón, con cerca de 3.000 en sus aguas ricas en fitoplancton.
El litoral se extiende desde Carril, frente a la isla de Cortegada, hasta Vilaxoán. Esta franja costera es baja y arenosa, con playas como Preguntorio o Compostela y pocas zonas rocosas o acantiladas. A lo largo del arenal de Compostela se encuentra un paseo marítimo de más de dos kilómetros que conecta el centro de la ciudad con Carril.

Los espacios protegidos en la ría de Arousa, debido a su relevancia ecológica, han sido objeto de designación y gestión específica. Cerca del puerto de Vilagarcía de Arousa se encuentra la Isla de Cortegada, parte del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas junto con

las islas Cíes, Ons y Sálvora. Este archipiélago incluye varios peñascos e islotes, como Malveira Grande, Malveira Pequeña, Las Briñas y El Con.

Este parque nacional ha sido designado como zona de interés general debido a la singularidad de su flora, fauna, geomorfología y paisaje, siendo considerado un patrimonio natural y cultural de gran valor científico, recreativo y educativo. El Parque Nacional cuenta con un Plan de Ordenación de los Recursos Naturales.

Figura 72 Ubicación zona de Ría de Arousa del Parque Nacional Illas Atlánticas

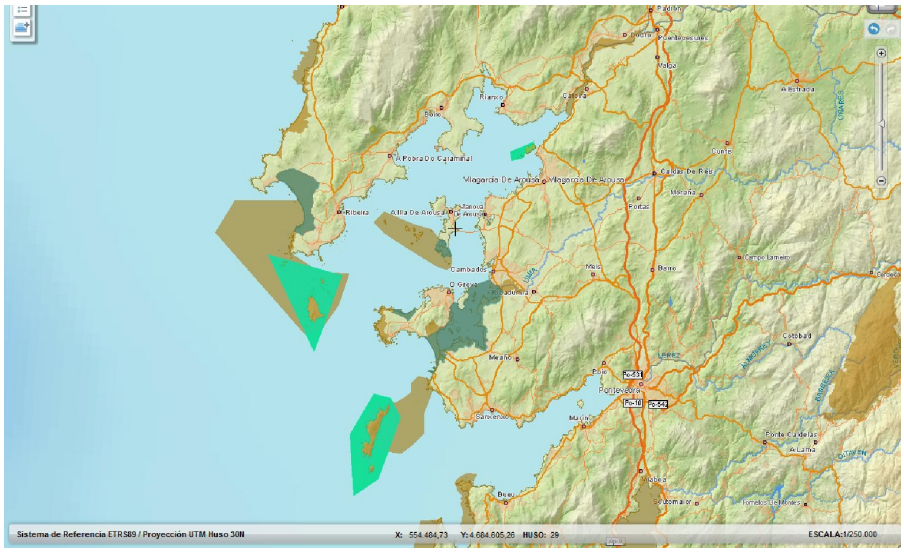


Tabla 53 Listado espacios protegidos Ría de Arousa

	Código	Espacio protegido
Red Natura 2000	ES1140001	Sistema fluvial Ulla Deza
	ES1110006	Complejo Húmedo - Corrubedo
	ES1140004	Complejo Ons - O Grove
	ES0000087	Complejo Intermareal Umia
	ES0000254	Complejo Ons - O Grove
RAMSAR	ES114018	Humedal protegido: Complejo Intermareal Umia-O Grove, A Lanzada, Punta Carreirón e Lagoa Bodeira
Parque Nacional	ES110001	Parque marítimo-terrestre de las Illas Atlánticas

Fuente Creación propia

Cortegada destaca por su alto valor ecológico, con tres microsistemas de vegetación distintos: un bosque de pinos, un bosque de robles y un bosque de laureles casi impenetrable, único en Europa continental. Este bosque de laureles es un vestigio del pasado subtropical de Galicia, preservado por las condiciones climáticas y el aislamiento de la isla. Cortegada está conectada con la costa mediante un arrecife de piedras y arena que queda al descubierto durante la bajamar. Según el Convenio sobre la Protección del Medio Marino del Atlántico Nordeste (OSPAR), las islas de Cortegada, Malveiras y Briñas han sido designadas como Área Marina Protegida.

Calidad de las Aguas Marinas. La mejora de la calidad de las aguas en la ría se ha abordado mediante la instalación de 21 depuradoras en la región: 15 en la provincia de A Coruña (norte) y

6 en la provincia de Pontevedra (sur).

En VGA, Augas de Galicia supervisa la calidad del agua a través de la estación CW 49-10 de la Red de Vigilancia de Aguas Costeras, ubicada en coordenadas UTM (ED50) (X=517426, Y=4716897). Esta estación evalúa el estado de las aguas costeras según el Real Decreto 60/2011, sustituido por el Real Decreto 817/2015, que define los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

El estado químico actual no ha sido valorado, pero el potencial ecológico se encuentra en su nivel máximo. En consecuencia, el estado total actual ha sido calificado como bueno o mejor en el puerto de Vilagarcía, lo cual es significativo, especialmente considerando la actividad portuaria intensiva, incluyendo el movimiento de mercancías y graneles.

Tabla 54 Listado resultados marinas por Aguas de Galicia

NOME	POTENCIAL ECOLÓXICO NO ESCENARIO ACTUAL	CAUSA DE INCUMPRIMENTO DO POTENCIAL ECOLÓXICO	ESTADO QUÍMICO NO ESCENARIO ACTUAL	CAUSA INCUMPRIMENTO DO ESTADO QUÍMICO	ESTADO TOTAL NO ESCENARIO ACTUAL
Porto de Vigo	Máximo		Non alcanza o bo	Benzo-(g,h,i)-perileno;Indeno (1,2,3- c,d) pireno, benzo-a- pireno, benzo-b-fluoranteno+benzo-k-fluoranteno	Peor que bo
Porto de Marín	Máximo		Non alcanza o bo	Tributilestaño e TBT	Peor que bo
Porto de Vilagarcía	Máximo		Non valorado		Bo ou mellor
Porto de Langosteira	Máximo		Bo		Bo ou mellor
Porto da Coruña	Máximo		Non valorado		Bo ou mellor
Porto de Ferrol	Bo		Non alcanza o bo	Cumbo, Fluoranteno, Cadmio, Benzo-k-fluoranteno, Benzo-b-fluoranteno, Benzo- (g,h,i)-perileno, Indeno (1,2,3-c,d)pireno, Tributilestaño	Peor que bo
Porto de San Cibrao	Non valorado		Non valorado		Non valorado

Fuente Modificación Puntual del PXOM del Concello de Vilagarcía de Arousa. UEI-12, AR-2DOCUMENTO INICIAL ESTRATÉGICO. V.1

Indicadores Medioambientales. La gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) sigue el Plan de Gestión de Residuos de Galicia y la normativa correspondiente. Desde 1999, el Ayuntamiento tiene convenios con Sociedade Galega do Medio Ambiente (SOGAMA) para la recogida selectiva de residuos, y desde 2000 con ECOEMBES para la gestión del vidrio (Eptisa, 2020).

El municipio cuenta con 497 contenedores para envases ligeros y 92 para papel y cartón. La

recogida de la fracción orgánica es diaria en el área urbana, mientras que la de envases ligeros y papel se realiza de lunes a viernes, y la del vidrio cada diez días. Los residuos se trasladan a la planta de transferencia en el polígono de Espiñeira en Boiro.

En términos de desarrollo sostenible, VGA ha implementado iniciativas reflejadas en la adhesión a la Carta de Aalborg en 2000 y la implementación de la Agenda 21 en 2003. Estas acciones se centran en mejorar la calidad de vida de los ciudadanos mediante la gestión ambiental sostenible y la preservación de espacios naturales.

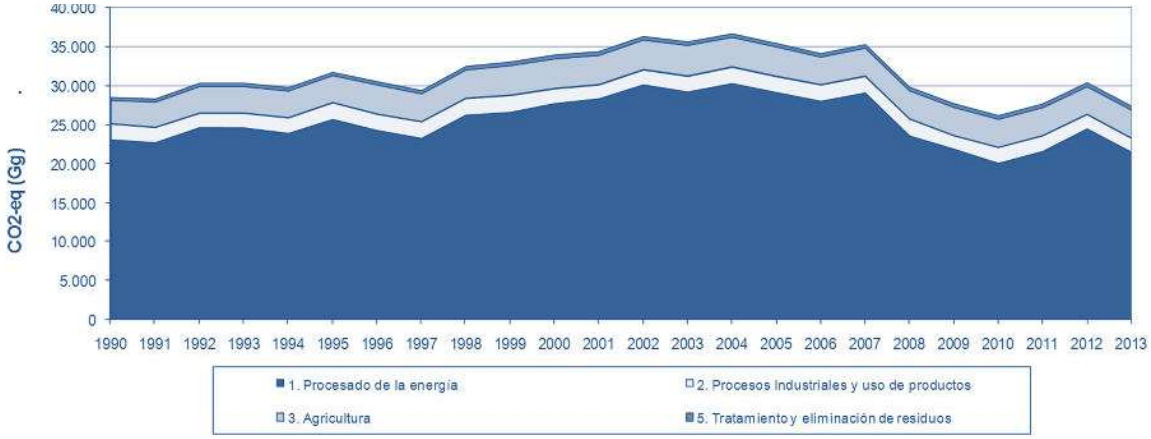
El ayuntamiento busca establecer un nuevo modelo energético con estrategias de ahorro, eficiencia energética y energías renovables, aplicadas en edificios públicos y alumbrado.

Las condiciones climáticas y orográficas de Galicia han favorecido la implantación de energía eólica, situando a la región como referente mundial en este sector. Sin embargo, el informe del IPCC de 2007 indica que la actividad humana ha alterado significativamente el sistema climático global, afectando al bienestar humano con un aumento de la temperatura y del nivel del mar.

A nivel local, se han identificado efectos potenciales del cambio climático en las playas y estuarios, como variaciones en la línea de costa y el volumen de agua, lo que podría impactar la productividad de la ría de Arousa.

Las emisiones de GEI han aumentado en Galicia y VGA en años recientes, principalmente debido al sector energético. Los principales focos de emisión en el municipio son el tráfico rodado, las calderas de calefacción y algunas actividades industriales.

Tabla 55 Niveles CO2 Galicia



Fuente Extraída de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza a 23-04-24

Tabla 56 emisiones CO2

Partículas (Tm/año)	SO2 (Tm/año)	NO2 (Tm/año)	NOx	H2S (Tm/año)	Flúor (Tm/año)	HCl (Tm/año)	C.O.V (Tm/año)	CO (Tm/año)	H2SO4 (Tm/año)
11,900	136,009	0,277	15,375	0,000	0,000	0,000	60,400	17,081	**0,000**

Fuente basada en datos de Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza

En relación con otros aspectos ambientales, se han identificado zonas de degradación, problemas de ruido y vibraciones. Pero también un sistema de espacios libres y zonas verdes que contribuyen a mejorar la calidad ambiental urbana.

Gráfico 17 Porcentaje de espacios libres y zonas verdes

Fuente Creación propia. Datos fuente: Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza

Déficits en Infraestructuras.

Abastecimiento de agua potable. La red de distribución de agua potable está estructurada en dos infraestructuras interconectadas. La zona norte se abastece de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) de Trabanca-Badiña, que trata el agua del embalse de Castrogudín. La zona sur se nutre de los manantiales del monte Lobeira y la captación en el río Umia en Baión. Aproximadamente el 80% del caudal destinado al abastecimiento proviene del río Umia, tras pasar por la ETAP de Vilagarcía.

Actualmente, se ha implementado un ramal en el sudoeste del municipio para interconectar la red de VGA con la de la Mancomunidad de O Salnés, garantizando el servicio durante períodos de sequía. Los puntos de captación incluyen el embalse de Castrogundín, el río Umia en Baión, los manantiales del monte Lobeira y el abastecimiento de Vilanova con un caudal aproximado de 10 litros por segundo.

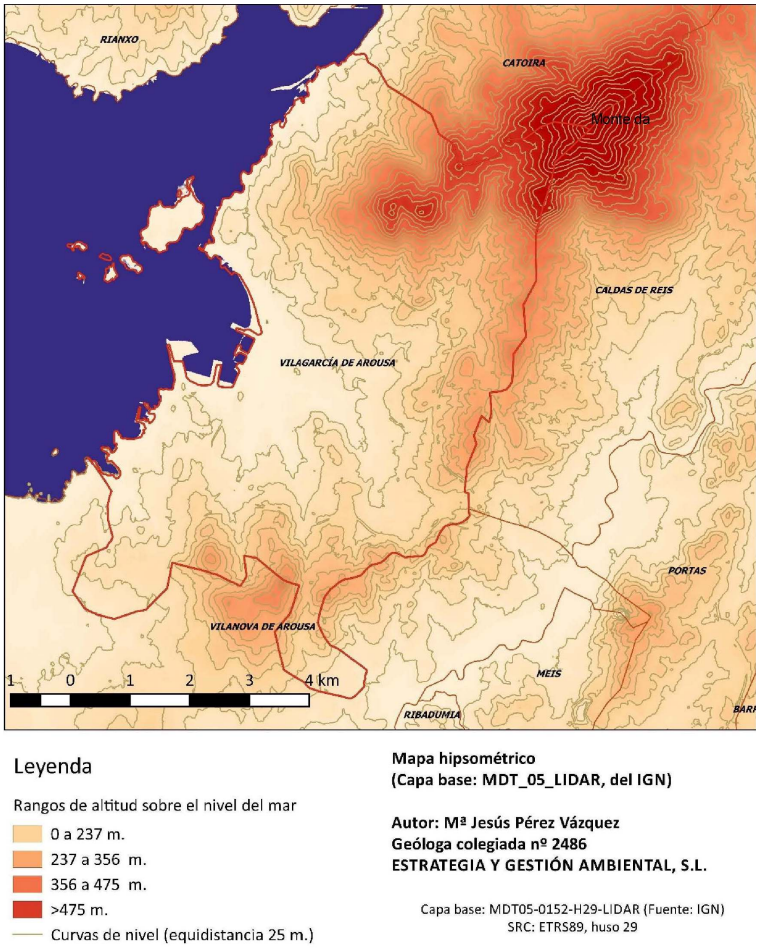
Saneamiento. El sistema de saneamiento consta de una red compleja que dirige las aguas residuales hacia la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Ferrazo, que vierte el efluente tratado a la Ría de Arousa mediante un emisario submarino. La red cubre casi todos los núcleos poblacionales del municipio, excepto algunos en la zona más meridional como Arelade, Maceiras y Combe. En la Parroquia de Solobeira, el saneamiento desemboca en el municipio vecino de Vilanova.

La mayoría de las aguas recogidas provienen de fuentes domésticas. La red es parcialmente separativa y está construida principalmente de hormigón. Los principales desafíos incluyen los vertidos industriales hacia la red de saneamiento y la profundidad de la red en ciertos puntos, haciéndola susceptible a la influencia del nivel del mar. Ambos problemas requieren atención para garantizar el bienestar y la sostenibilidad del municipio.

5.3. El problema de las inundaciones fluviales y marítimas

La geomorfología del municipio de VGA muestra una variación altitudinal significativa, desde el nivel del mar hasta la cumbre del Monte da Meda, a 640 metros sobre el nivel del mar, en el límite con Catoira y Caldas de Reis. La configuración orográfica revela la presencia de una corona de montes suaves en las zonas elevadas del municipio, coincidiendo con los límites administrativos, tal como se aprecia en el mapa hipsométrico (Martínez-Graña et al., 2007).

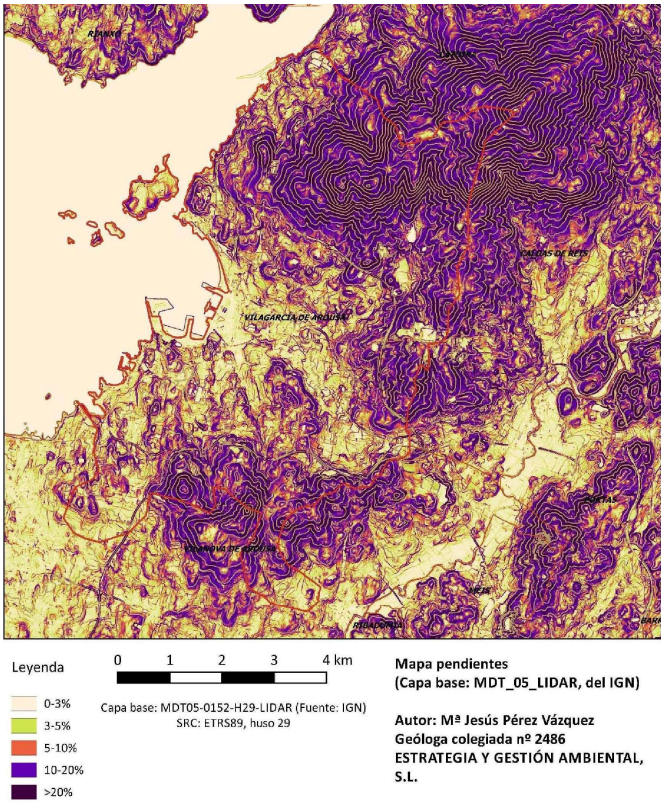
Figura 73 Mapa Hipsométrico



Fuente Modificación Puntual del PXOM del Concello de Vilagarcía de Arousa. UEI-12, AR-2DOCUMENTO INICIAL ESTRATÉGICO. V.1

La media de las pendientes en todo el término municipal es del 9,4%, mientras que la mediana es ligeramente inferior, alcanzando el 7,8%. En la zona central, el valle del río Con, y en el sur predominan pendientes planas a suaves, generalmente inferiores al 5%. La interrelación entre la red hidrográfica y la topografía del área lleva a la ocurrencia de inundaciones, acentuadas por las alteraciones humanas en el medio ambiente en las últimas décadas.

Figura 74 Mapa pendientes.



Fuente Modificación Puntual del PXOM del Concello de Vilagarcía de Arousa. UEI-12, AR-2DOCUMENTO INICIAL ESTRATÉGICO. V.1

Figura 75 Área con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI).

Fuente Ministerio transición Ecológica. Extraído de https://sig.mapama.gob.es/ 23-04-23

Riesgo de inundaciones marítimas.

En noviembre de 2023 se publicó un estudio realizado por Nieto et al. (2023) del departamento de Geología de la Universidad de Salamanca, titulado *Análisis del riesgo de inundaciones*

costeras por la subida del nivel del mar en la Ría de Arosa (Pontevedra, España). Este análisis se centró en el margen sur de la ría, correspondiente a la provincia de Pontevedra, y se destaca por su meticulosidad y método científico aplicado, confirmando el riesgo actual.

Datos de partida - cálculo de la vulnerabilidad y análisis de riesgo: la vulnerabilidad se define como el grado en que los sistemas geofísicos, biológicos y socioeconómicos son susceptibles e incapaces de hacer frente a los impactos adversos ambientales. Se calcula utilizando el índice de vulnerabilidad del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS.
Para el análisis del riesgo de inundaciones, que depende de la vulnerabilidad de la zona, se utilizan métodos deterministas que asignan una probabilidad de aumento del nivel del mar en función de varios escenarios temporales:

- Presente: 25 años (Xa)
- 100 años (Xb)
- 500 años (Xc)
- 1000 años (Xd)
- Escenarios extremos como tormentas (Xe)
- Tsunamis (Xf)
- Escenarios de Tsunami: aunque el último tsunami registrado en Galicia se asoció al terremoto de Lisboa de 1755, y fue más perceptible el terremoto que el tsunami, Galicia es vulnerable a este peligro debido a varios mecanismos focales en el Atlántico Norte. Estos incluyen la actividad volcánica en las islas Azores y Madeira, la actividad sísmica en la Dorsal Mesoatlántica, la Placa del Caribe y la zona de convergencia oceánica Azores-Gibraltar, así como grandes masas de sedimentos movilizadas a lo largo de la costa de América del Norte. En el caso del tsunami de Lisboa, se registraron elevaciones máximas de hasta 3.3 metros.

Factores de vulnerabilidad a inundaciones costeras. En el análisis de vulnerabilidad a las inundaciones costeras, se consideran diversos factores que influyen en la susceptibilidad de la región a los impactos del aumento del nivel del mar y otros fenómenos marinos:

- **Factor Litológico (Fl):** indica la resistencia de las unidades litológicas a la erosión marina. Rocas más resistentes disminuyen la vulnerabilidad, mientras que las menos resistentes aumentan la susceptibilidad a la erosión.
- **Factor Geomorfológico (Fg):** proporciona información sobre la resistencia de las unidades geomorfológicas a la erosión marina, determinante en la vulnerabilidad a la erosión costera.
- **Factor de Pendiente (Fs):** influye en la inundación durante el aumento del nivel del mar y controla la inclinación y la velocidad de retirada del agua de mar ante inundaciones continentales. Pendientes más pronunciadas facilitan una rápida retirada del agua, reduciendo la vulnerabilidad.

- **Factor de Altura (Fh):** crucial para evaluar riesgos relacionados con el aumento del nivel del mar. Áreas con elevaciones superiores a 10 metros tienen baja vulnerabilidad, mientras que áreas cercanas al nivel del mar son más vulnerables.
- **Factor de Distancia (Fd):** estima la capacidad del agua de mar para avanzar hacia el interior desde la costa. Áreas más alejadas de la costa tienen menor vulnerabilidad.
- **Factor Batimétrico (Fb):** determina la facilidad de invasión marina en la costa. Aguas más profundas permiten una mayor progradación marina comparado con aguas someras, donde la acción del oleaje es menor.
- **Factor Costero (Fc):** la gestión costera, como defensas costeras duras, aporte de sedimentos o realineamiento controlado, es crucial para la respuesta a largo plazo de la costa ante el cambio climático y el aumento del nivel del mar.
- **Factor de Olas (Fw):** indica los valores máximos de oleaje registrados en las boyas alrededor del área de estudio. Olas significativas pueden incrementar la vulnerabilidad a las inundaciones.
- **Factor de Nivel del Mar (Fsl): a**naliza el cambio relativo del nivel del mar usando datos históricos de mareógrafos cercanos. Tendencias de aumento del nivel del mar incrementan la vulnerabilidad.
- **Factor de Rango de Marea Extremo (Ftr):** analiza la diferencia de altura entre mareas altas y bajas. Un mayor rango de marea puede aumentar la vulnerabilidad a las inundaciones costeras.

Impacto del cambio climático en el nivel del mar. El cambio climático ha provocado un aumento de la temperatura media global, alteraciones en la intensidad y frecuencia de vientos y olas, cambios en los patrones de precipitación y variaciones en el nivel medio del mar. Estudios del IPCC indican un aumento sostenido del nivel del mar desde finales del siglo XIX, con una aceleración en la segunda mitad del siglo XX. Mareógrafos desde 1880 y datos satelitales entre 1993 y 2011 han registrado un aumento del nivel del mar de aproximadamente 3 mm por año.

Proyecciones futuras del nivel del mar. Análisis de datos satelitales han predicho diversas tasas de aumento del nivel del mar para el siglo XXI, que oscilan entre 21 y 48 cm, 50 y 135 cm, 60 y 115 cm, 85 y 200 cm, 60 y 95 cm, 80 y 190 cm, 78 y 160 cm, y más de 100 cm. Algunas proyecciones sugieren que los cambios en el nivel del mar influirán significativamente en los patrones regionales, con desviaciones notables en los cambios locales y regionales en comparación con el promedio mundial. Durante períodos decenales, las tasas de variación regional pueden diferir en más del 100% de la tasa media global.

Metodología empleada. Se utilizaron métodos avanzados de análisis y modelos predictivos, empleando herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG) y teledetección para analizar variables críticas como litología, geomorfología, pendiente y elevación. Los modelos de elevación digital identificaron las zonas más susceptibles a inundaciones. Los escenarios de subida del nivel del mar se basaron en proyecciones del IPCC. Además, se realizó un análisis de inundaciones costeras utilizando el Índice de Peligro de Inundación (FHI).

Resumen de resultados sobre la vulnerabilidad a inundaciones en la Ría de Arousa:

- **Vulnerabilidad Costera:** La mayor vulnerabilidad se encuentra cerca de la costa, disminuyendo al alejarse.
- **Zonas Vulnerables:** Playas y humedales son las áreas más vulnerables, mientras que los acantilados tienen menor vulnerabilidad.
- **Localidades Vulnerables:** Sanxenxo es el municipio con mayor vulnerabilidad al aumento del nivel del mar, mientras que O Grove y la Illa de Arousa presentan menor vulnerabilidad. También se destaca alta vulnerabilidad alrededor de la desembocadura del río Umia, zona de Cambados, y el tómbolo de O Grove.

Localidades vulnerables.

- **VGA.** La mayor vulnerabilidad se concentra principalmente a lo largo de la costa, aunque la mayoría de sus píxeles muestran una vulnerabilidad media. Las zonas más vulnerables son aquellas sin protección costera, permitiendo la infiltración de agua a través de las playas. Las zonas urbanizadas protegidas por barreras, como el área cercana al puerto y el núcleo urbano principal, tienen valores de vulnerabilidad más bajos.
- **Cambados.** Altos valores de vulnerabilidad se observan en la llanura aluvial del río Umia, disminuyendo a medida que se aleja de la zona inundable. La vulnerabilidad es menor en áreas urbanizadas más hacia el interior dentro de la llanura aluvial.
- **O Grove.** Predominan valores de vulnerabilidad bajos, incrementándose hacia la costa. El tómbolo de O Grove presenta una vulnerabilidad muy alta, siendo el área más vulnerable de la región.
- **Sanxenxo.** Predominan valores de vulnerabilidad bajos, con algunos valores altos en zonas de playa. Entre Sanxenxo y Portonovo, existe una zona de muy alta vulnerabilidad siguiendo el curso de dos arroyos que confluyen en la playa.

Escenarios de inundación.

Comparación de Escenarios (Xb a Xe - 100 años o tormentas extremas): No hay un cambio significativo en la extensión alcanzada por el nivel del mar entre estos escenarios, con diferencias mínimas en extensión (40 cm a 80 cm). La diferencia más notable se observa en el escenario de tsunami extremo (Xf), mostrando un cambio significativo con una diferencia de 6 m respecto al escenario de tormenta extrema (Xe) y casi 8 m respecto a la situación actual (Xa).

VGA: No hay mucha variación en la extensión de la inundación entre los escenarios Xb y Xe. La mayor parte del área urbanizada cercana al mar está cubierta en el escenario Xb, expandiéndose en escenarios posteriores. El escenario Xf muestra la diferencia de extensión más significativa, alcanzando áreas urbanizadas más alejadas de la costa.

Cambados: Las inundaciones de agua provienen tanto del mar como del río Umia. La mayor parte del área urbanizada cerca de la costa está cubierta con variaciones mínimas en los primeros cinco escenarios. El escenario Xf llega a zonas urbanizadas más hacia el interior desde el mar y la llanura aluvial del río, aunque no afecta todas las zonas urbanizadas de la ciudad.

O Grove: Los escenarios Xb a Xe cubren la mayoría de las zonas urbanizadas a lo largo de la costa. La infiltración de agua es mayor en zonas de playa comparadas con zonas de acantilado. En el escenario Xf, el agua cubre más espacio urbanizado pero no llega a algunas áreas urbanizadas más hacia el interior de la costa.

Sanxenxo: La infiltración de agua más significativa se produce a lo largo de dos arroyos, cubriendo las zonas urbanizadas cercanas a ellos. Los puertos están cubiertos en los diferentes escenarios, pero otras áreas urbanas no se inundan sustancialmente. En el escenario Xf, el agua cubre más terreno, aunque no inunda significativamente más que en otros escenarios.

Resultados. La modelización mostró que, bajo escenarios de alta emisión de gases de efecto invernadero, las áreas afectadas por inundaciones podrían aumentar significativamente. Las zonas bajas y planas son las más vulnerables, con una alta probabilidad de inundaciones recurrentes en las próximas décadas.

Áreas de alto riesgo de inundación:

- **Tómbolo de O Grove:** el complejo intermareal Umia-O Grove, la Illa de Arousa y el entorno del río Umia presentan una mayor superficie de inundación. O Grove corre el riesgo de que el tómbolo quede sumergido, convirtiéndolo en una isla.
- **Illa de Arousa:** riesgo de fragmentarse en tres islas separadas en el futuro.
- **Núcleos urbanos:** VGA, Cambados, O Grove y Sanxenxo, zonas con mayor densidad de población, están sujetas al riesgo de inundación.
- **Sector litoral urbanizado:** en O Grove, una superficie urbanizada de 1,90 km² con una densidad de población de 494,46 hab/km² podría afectar potencialmente a 944 personas.
- **Mayor población expuesta:** en la Illa de Arousa, 947 personas podrían verse afectadas en una zona urbanizada expuesta de 1,36 km².
- **Superficie total y población en riesgo:** en la zona estudiada de la Ría de Arousa, hay un total de 7,45 km² de superficie urbanizada expuesta al riesgo de inundación, poniendo en riesgo a 3.707 habitantes. Esto representa aproximadamente el 6,46% de la población total de la zona de estudio.

Las previsiones de inundación ratifican lo observado en varios ámbitos:

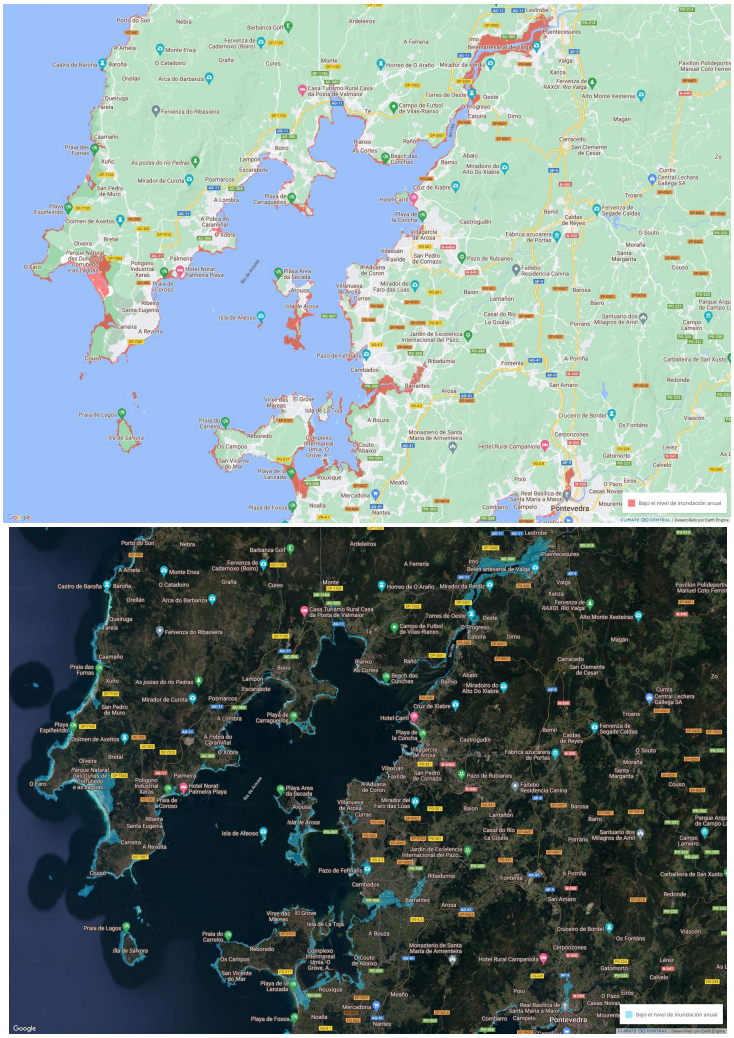
- Climate Central**:** Grupo independiente de científicos y comunicadores que proporciona un visor de inundaciones previsto en https://coastal.climatecentral.org/es/, aunque más detallado para EE.UU.
- Otros Visores:
    - https://flood.firetree.net/?ll=36.9850,-5.9106&z=8&t=2
    - https://www.afundacion.org/comprometidos-medioambiente/recreacion-interactiva-nivel-mar/
    - https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool

Todos estos visores coinciden en que las zonas bajas son las más expuestas. Conceptualmente, se trata de determinar el incremento del nivel del mar previsto y trasladarlo a la curva de nivel correspondiente en el plano topográfico.

Variables de incertidumbre en el aumento del nivel del mar:

1. **Actividad antropogénica:** incremento o reducción de emisiones de GEI.
2. **Interacción de mecanismos ecosistémicos:** evolución de glaciares, hielo ártico, permafrost, entre otros.

Figura 76. Imágenes en plano y satélite de las previsiones de Climate Central de zonas inundadas por el mar (en plano en rojo; en satélite en azul)



Fuente Climate Central

A la incertidumbre de los escenarios de cambio climático, se suman datos documentados por la Xunta de Galicia respecto a las Áreas de Riesgo Potencial de Inundación Significativa (ARPSIS). En la legislación española, estas zonas se definen tras una Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), conforme al artículo 5 del R.D 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

La delimitación de ARPSIS se realiza a partir de datos registrados y estudios de evolución a largo plazo, considerando el impacto del cambio climático, las condiciones actuales de ocupación del suelo y la existencia de infraestructuras y actividades de protección contra inundaciones. También se utiliza información del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables y las Administraciones competentes.

Fuentes de Información:

- Xunta de Galicia: https://mapas.xunta.gal/visores/dhgc/
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi.html

Para documentar el riesgo de inundación en Vilagarcía de Arousa, se ha estudiado la tesis de Gonzalo García-Alén Lores de 2019, presentada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña, *titulada Mitigación del riesgo de desbordamiento del río Con en Vilagarcía de Arousa* (García-Alén, 2019).

Metodología y Resultados:

Análisis Hidrológico e Hidráulico: García-Alén utilizó un enfoque técnico basado en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico español, que establece criterios para evaluar alternativas adecuadas durante periodos de avenida. Estos criterios incluyen el calado del agua, la velocidad de flujo y el producto de ambas variables, considerando daños significativos si:

- El calado supera 1 metro.
- La velocidad del agua es superior a 1 metro por segundo.
- El producto de ambas variables excede los 0,5 metros cuadrados por segundo.

Selección del periodo de retorno: determinó un periodo de retorno que garantice la viabilidad constructiva y económica, basándose en simulaciones de la situación actual.

Influencia de las mareas: utilizó datos históricos de niveles máximos de marea del Mareógrafo de Vilagarcía 2, perteneciente a la REDMAR de Puertos del Estado. Estos datos, disponibles en la plataforma PORTUS, se utilizaron junto con escenarios de cambio climático del Quinto Informe de Evaluación del IPCC para evaluar el impacto en los niveles del mar.

Distribución de Weibull: para aproximar una función de distribución a los datos de marea, empleó la distribución de Weibull. Los parámetros de forma y escala fueron calculados mediante el método de Mínimos Cuadrados, y el parámetro de localización se determinó con el complemento Solver de Excel. La fórmula de Gringorten verificó la probabilidad asignada a cada periodo de retorno.

Ajuste y proyección de datos: el ajuste de la función de densidad de Weibull mostró una excelente relación lineal de los datos. Estos valores ajustados se aumentaron para considerar el efecto del cambio climático en los niveles del mar, proporcionando protección adecuada frente a inundaciones sostenibles en el tiempo.

Impacto del cambio climático: el aumento del nivel del mar debido al cambio climático es crucial en el dimensionamiento de obras hidráulicas. El IPCC ha proporcionado escenarios proyectados para el aumento del nivel del mar entre los años 2081-2100. García-Alén adaptó medidas de ingeniería tomando en cuenta estos efectos del cambio climático, basándose en el último Informe de Evaluación del IPCC. Es importante destacar que los escenarios de inundación incorporan el impacto de las políticas destinadas a limitar el cambio climático, lo que introduce cierta incertidumbre sobre los resultados a largo plazo. En este contexto, Gonzalo García-Alén Lores selecciona el escenario RCP6.0 como base para la adaptación, ya que representa un equilibrio entre diferentes escenarios de estabilidad de emisiones y considera un aumento en el uso de energías limpias y renovables. La aplicación del escenario RCP6.0 implica incrementar el límite superior para el aumento del nivel del mar en +0.63 metros, utilizando los valores obtenidos de la distribución Weibull. Esto asegura que las medidas de ingeniería sean lo suficientemente robustas y adaptables para enfrentar las condiciones futuras del nivel del mar.
Los datos finales relativos a las mareas se componen de los resultados obtenidos del ajuste a la distribución de Weibull, modificados para reflejar el efecto del cambio climático según el escenario RCP6.0 del IPCC. Además, se han incluido valores básicos de marea para proporcionar referencias del comportamiento medio de la marea. Estos valores se han ajustado al nivel cero del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 57 Datos de mareas

Dato de marea	NM IGN (m)
Nivel Medio del Mar (NMM)	0.955
Pleamar Viva Media Observada (PMVM)	2.755
Bajamar Viva Media Observada (BMVM)	-0.800
T=2.33 años	3.210
T=10 años	3.330
T=25 años	3.370
T=50 años	3.390
T=100 años	3.410
T=500 años	3.440

Fuente datos extraídos de Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa.

Para determinar los casos principales que servirían de base para evaluar el nivel de protección, Gonzalo García-Alén Lores partió del Real Decreto 903/2010, que establece criterios para la evaluación y gestión de riesgos de inundación. Identificó casos en los que el período de retorno de las mareas coincide con el de las avenidas, proporcionando un enfoque conservador en términos de seguridad. Aunque esta metodología tiende a sobreestimar los niveles de inundación, se optó por seguir este enfoque debido a la incertidumbre asociada al cambio

climático y la complejidad de los eventos de inundación en la zona urbana.
Además, dado que un mismo nivel de inundación puede resultar de diferentes combinaciones de marea y avenida, se aumenta la complejidad de los sucesos en esta área. La siguiente tabla presenta los casos de estudio identificados en el informe:

Tabla 58 Casos de estudio

Escenario	Condición de marea (m)	Caudal (m^3/s)
T=10 años	3.33	65.5
T=50 años	3.39	104.7
T=100 años	3.41	187.9
T=500 años	3.44	237.4

Fuente datos extraídos de Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa

Finalmente, seleccionó el caudal del río bajo condiciones antecedentes estándar no húmedas para su análisis. En el proceso de modelización del cauce de un río, la estimación precisa del coeficiente de Manning es fundamental, ya que representa de manera empírica las pérdidas de carga en el cauce y los terrenos afectados por las crecidas.

Factores que influyen en la determinación del Coeficiente de Manning:

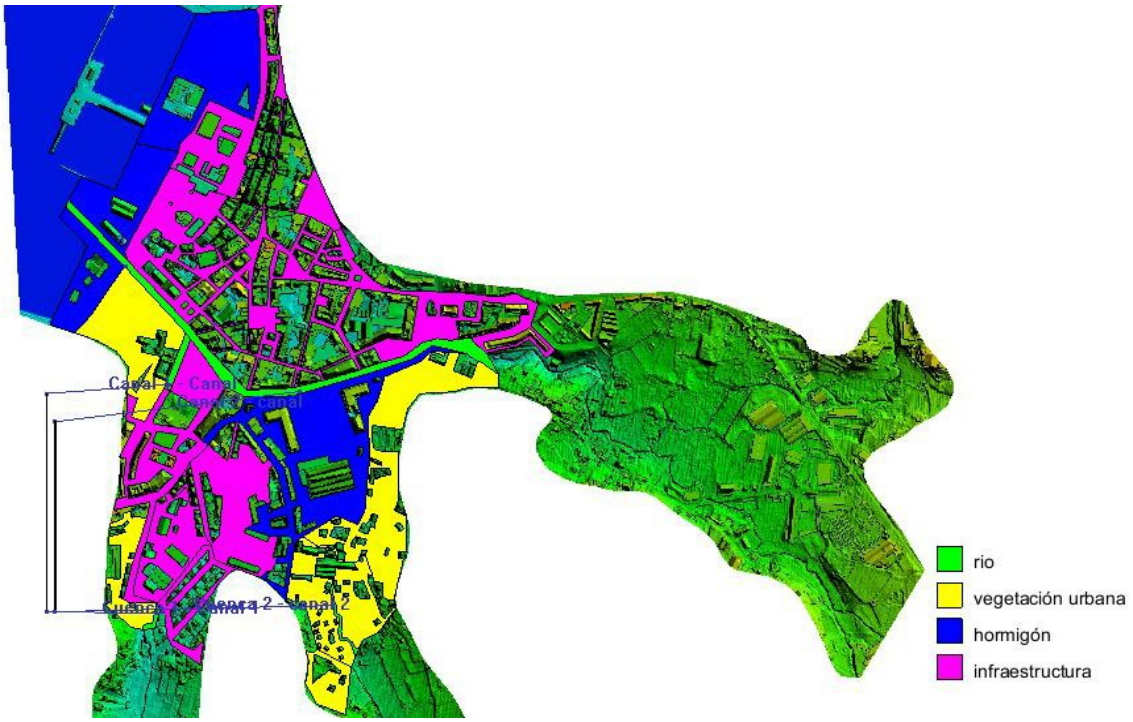
- **Rugosidad superficial:** caracterizada por el tamaño y la forma del material del canal, influye en la resistencia al flujo.
- **Vegetación:** la presencia y características de la vegetación en el canal afectan su rugosidad y, por lo tanto, el coeficiente de Manning.
- **Irregularidades del canal:** las variaciones en la sección transversal y la forma del canal pueden aumentar la rugosidad y, por ende, el coeficiente de Manning.
- **Alineamiento del canal:** las curvas pronunciadas en el canal pueden aumentar la rugosidad y, por lo tanto, el coeficiente de Manning.
- **Obstáculos:** la presencia de obstrucciones en el canal puede aumentar la rugosidad y, por ende, el coeficiente de Manning.
- **Nivel del agua y descarga:** el coeficiente de Manning puede variar con el nivel del agua y la descarga, especialmente en canales con bancos rugosos o cubiertos de vegetación.

Tabla 59 Valores de Manning según uso del suelo

Uso del suelo	Valor de Manning
Río	0.025
Vegetación urbana	0.032
Hormigón	0.018
Infraestructura	0.020

Fuente datos extraídos de Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa

Figura 77 Mapa de uso de la cuenca del rio Con



Fuente Extraído de Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa.

La zona de flujo preferente se define como la unión entre la vía de intenso desagüe y el área donde pueden ocurrir graves daños a personas y propiedades, ambas calculadas para la avenida con un período de retorno de 100 años. El límite exterior de esta zona se establece mediante la envolvente de ambas áreas. Para determinar la posibilidad de graves daños a personas y propiedades, se consideran los siguientes criterios durante la avenida:

- Calado superior a 1 metro.
- Velocidad del agua superior a 1 metro por segundo.
- Producto de ambas variables superior a 0.5 metros cuadrados por segundo.

Vía de intenso desagüe: se define como el área por la cual fluiría la avenida de 100 años sin elevar el nivel del agua más de 0.3 metros con respecto a la cota de la inundación en toda la llanura de inundación. Esta elevación puede ajustarse, según el criterio de la autoridad de la cuenca, hasta 0.1 metros en caso de riesgo grave o hasta 0.5 metros en áreas rurales o con daños mínimos.

Resultados: Las ilustraciones siguientes muestran el área en azul oscuro, que indica la zona de flujo preferente, calculado para la avenida con un período de retorno de 100 años.

Figura 78 Calados correspondientes al caso T=10 años

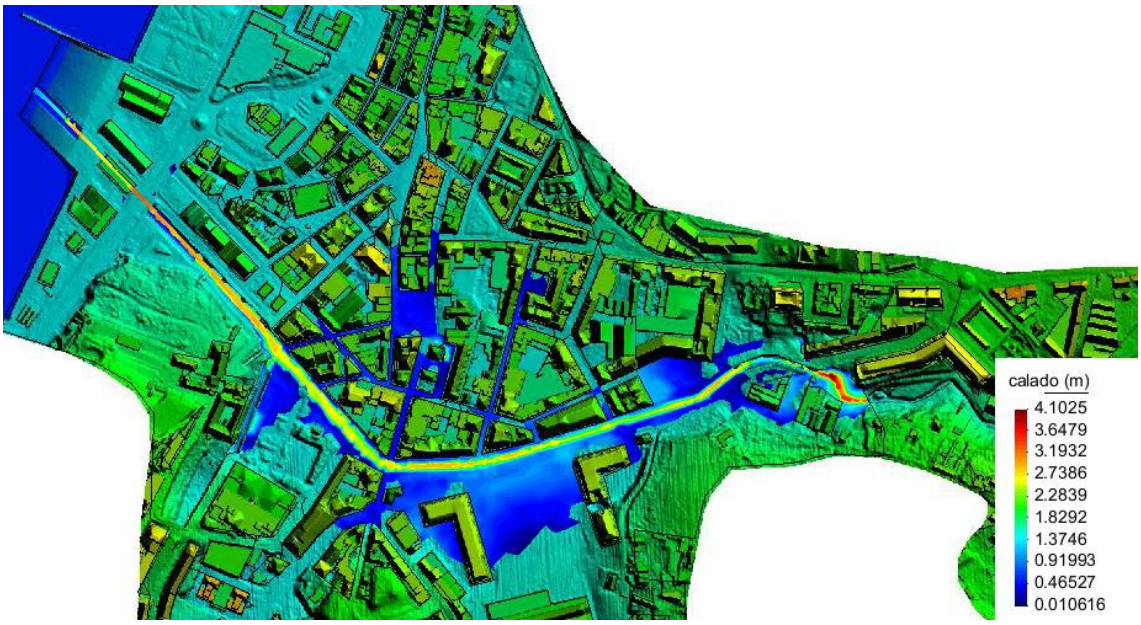


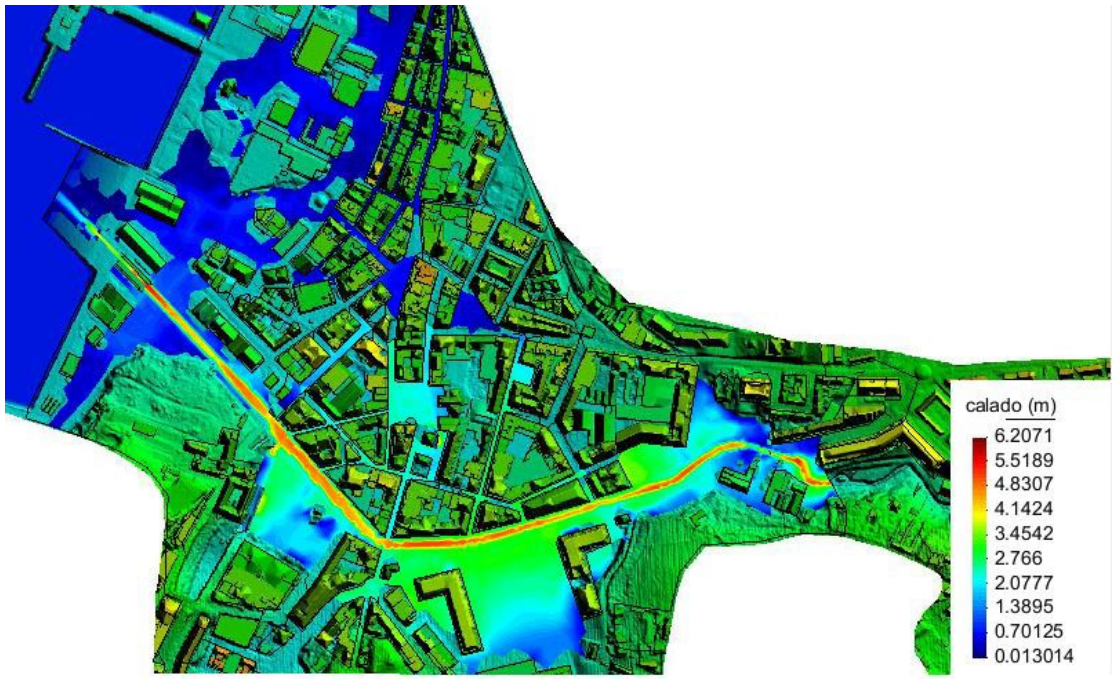
Figura 79 Calados correspondientes al caso T= 50 años.

Fuente Extraído de Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa

Figura 81 Calados correspondientes al caso T=50 eliminando perfil urbano

Fuente Extraído de Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa

Figura 80 Calados correspondientes al caso T=100

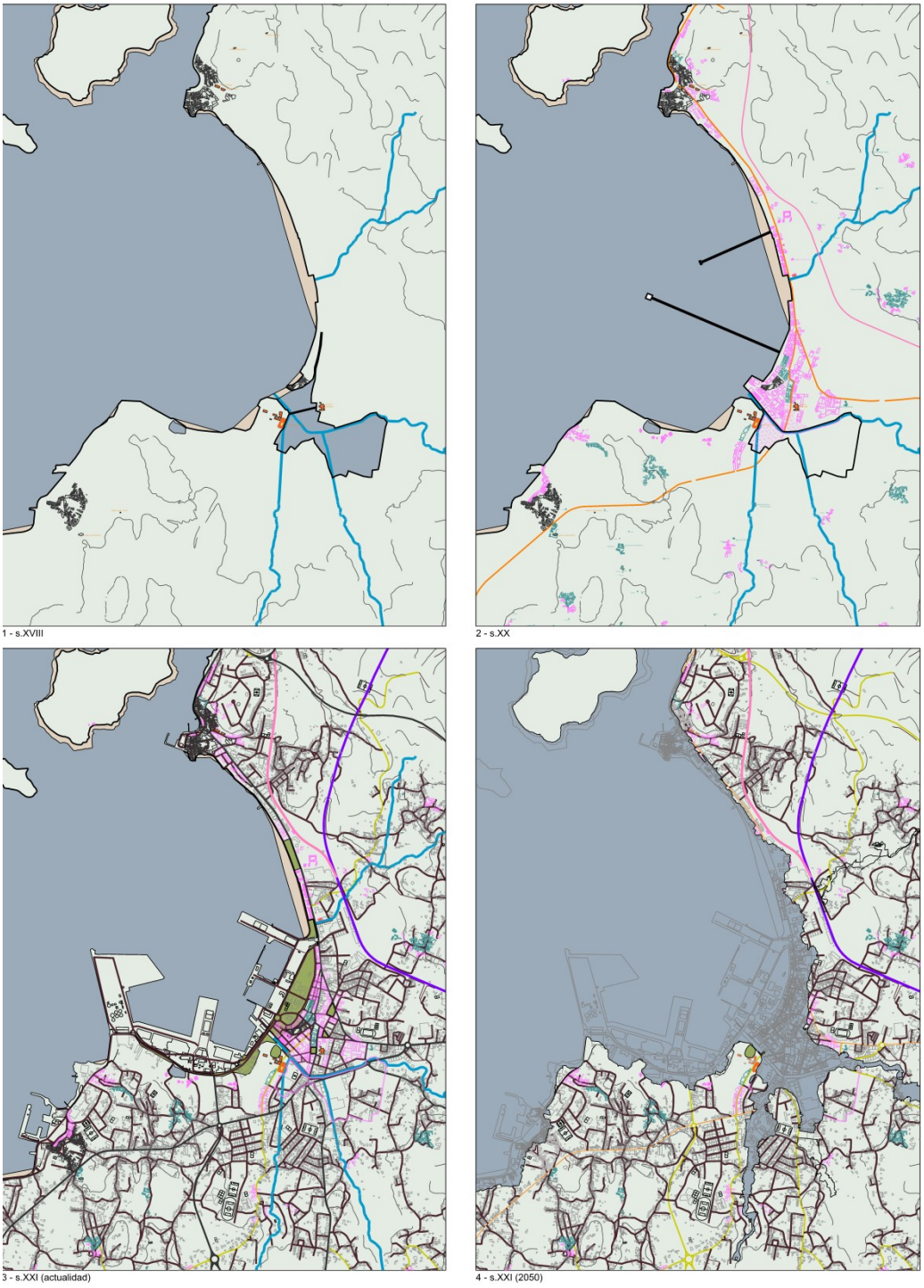


Fuente Extraído de Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa

La evaluación del impacto de las mareas y el caudal máximo para varios períodos de retorno destaca la necesidad de proteger el núcleo de VGA contra la avenida con un período de retorno de 500 años. La viabilidad de una obra de tal envergadura debe sopesarse con las características socioeconómicas del municipio. Recomienda realizar un estudio de alternativas para reducir el riesgo de desbordamiento del río Con.

Las previsiones de aumento del nivel de mar, combinadas con las zonas de inundación fluvial ya reconocidas por la administración, auguran la desaparición de la zona central. A los condicionantes mentados hay que añadir la actividad antropogénica en la evolución urbana: rellenando marismas y ganando terreno al mar. La previsión indica que la naturaleza simplemente quiere recuperar el espacio que tenía cuando nació la urbe.

Figura 82. Comparativa desarrollo urbano VGA



Fuente Creación propia en base datos ARPSI y previsiones inundaciones marítimas

Figura 83. Comparativa estado actual-previsión aumento del mar

Estado actual

Año 2050

CAPÍTULO VI. RESILIENCIA DE VGA Y SU RÍA

El análisis de riesgos urbanos en VGA se fundamenta en cuatro retos principales identificados en la estrategia de desarrollo local: económico, climático- ambiental, demográfico y social. Estos riesgos reflejan las condiciones actuales y los desafíos a los que se enfrenta la ciudad en su proceso de crecimiento y evolución.

A. **Económico:** VGA está afectada por el cambio de ciclo económico en Europa, amenazando su crecimiento sostenido. La pérdida de capacidad para generar empleo de calidad y el debilitamiento de los lazos entre crecimiento económico, empleo y progreso social son preocupaciones clave.

Las inundaciones pueden causar:

- Las infraestructuras portuarias y marítimas pueden sufrir daños, además de una posible contaminación del agua con sedimentos y sustancias nocivas.
- La reducción de la densidad y biomasa marina provocada por la contaminación afecta las capturas de peces y mariscos. La disminución de la pesca implica pérdida de puestos de trabajo directos e indirectos: comercialización, tratamiento, distribución, almacenamiento,..
- Daños directos a las infraestructuras turísticas, provocando pérdidas importantes en hoteles y negocios dedicados al turismo.
- La percepción de riesgo y condiciones desfavorables reducen la afluencia turística, disminuyendo la demanda de personal y provocando desempleo en el sector.

Esto crea una **cadena de efectos**: la disminución de la productividad pesquera provoca un aumento del desempleo y una depreciación del sector hostelero, lo cual induce una pérdida de turistas y un incremento adicional del desempleo. Esto, a su vez, reduce la cantidad de clientes en el área comercial, llevando al cierre de comercios y a un nuevo incremento del desempleo. Consecuentemente, la menor demanda de servicios se traduce en un aumento del desempleo en ese sector. En última instancia, esta pérdida del motor económico lleva a un declive generalizado de la ciudad.

Costos de recuperación y repercusiones económicas. Los daños en diversos sectores económicos generan costos significativos para la recuperación, reparación y reconstrucción de las áreas afectadas. Estas inversiones son necesarias para restaurar la funcionalidad de las infraestructuras y apoyar a las comunidades afectadas. La presión sobre el gobierno y las organizaciones para asignar recursos financieros a la reparación de daños puede afectar las finanzas públicas y limitar la capacidad de inversión en otras áreas, exacerbando los desafíos económicos de la comarca.

B. **Climático-ambiental.** Los riesgos climáticos están ligados a los riesgos ambientales y se manifiestan en situaciones climáticas extremas, como lluvias intensas y crecidas de ríos. El desarrollo urbano en zonas planas y propensas a inundaciones, junto con la canalización de ríos y la pérdida de cobertura vegetal por incendios forestales, aumenta la vulnerabilidad a inundaciones y desbordamientos.

La presencia de numerosos desagües de aguas pluviales al canal a lo largo del tramo urbano del río Con complica aún más la situación, especialmente durante la pleamar. El desarrollo sobre la

explanada de inundación del río Con y los incendios forestales recientes incrementan la susceptibilidad a inundaciones.
Los cambios hidrológicos y el aumento del nivel del mar plantean problemáticas para los sistemas urbanos, especialmente el saneamiento, ya afectado por la subida mareal.
Las principales áreas inundables incluyen el casco urbano de VGA, el parque de La Coca y la zona alta del río Con, aguas abajo de la confluencia con el arroyo de Leiro.
En respuesta a las inundaciones de noviembre de 2007, se elaboró un estudio de soluciones para el encauzamiento del río Con, recomendando evitar la edificación en zonas inundables y establecer medidas de emergencia y a largo plazo.
Estos riesgos climáticos requieren acciones coordinadas y estratégicas, para mitigar sus impactos y promover la resiliencia de la ciudad, de costes significativos.

C. **Demográfico.** El envejecimiento de la población plantea desafíos en la prestación de servicios públicos y accesibilidad urbana. La necesidad creciente de servicios asistenciales y sanitarios, junto con la falta de accesibilidad, son preocupaciones relevantes. Además, el aumento de residentes extranjeros requiere planificar su inclusión social.

D. **Social.** Los riesgos sociales están vinculados a la segregación espacial, la disparidad de ingresos y el empobrecimiento de los más vulnerables. La polarización social y la marginación de ciertos grupos de población requieren atención y acciones específicas por parte de las autoridades locales.

De ello se desprende que las patologías y necesidades urbanas detectadas son:

1) **La regeneración del hábitat natural y su adaptación al cambio climático** incluyendo:

- Regeneración de la ría y adaptación al incremento del nivel del mar.
- Renaturalización de los cauces fluviales y medidas preventivas ante inundaciones en las zonas ARPSIS.
- Creación de infraestructuras verdes y azules que mejoren la calidad ambiental y de vida urbana y vinculen urbe con hábitat.

A grandes rasgos la propuesta para alcanzar estos objetivos consiste en:

- Regenerar la ría, renaturalizar los cauces fluviales, desarrollar corredores verdes y azules, recuperar la flora y fauna autóctona y fortalecer el territorio agrario anexo a la ciudad.
- Recuperar parte del territorio ganado al mar y renaturalizar su morfología.

Las restantes patologías y necesidades urbanas detectadas son:

2) **Adaptación del metabolismo urbano al cambio climático** incluyendo:

- Mejora de los sistemas urbanos verde y azul y consecuentemente de la calidad del aire, el agua y de la salud de los habitantes.
- Transición de los sistemas energéticos a renovables, eficientes y autosuficientes.
- Preservación del ciclo hídrico y mejora de la permeabilidad del suelo.
- Captura y reducción de carbono, hasta ser ciudad libre de emisiones de CO2 en 2050.

3) **Mejora de la cohesión social y transición equitativa** incluyendo:

- Mecanismos de participación comunitaria en el diseño urbano y su gestión.
- Mecanismos de comprensión y concienciación del cambio climático y los efectos en el hábitat, la salud y la dinámica social.
- Mejora de la complejidad urbana.
- Equilibrio de equipamientos en el tejido social.
- Descompresión del tejido urbano y de la malla urbana.
- Potenciación de la compacidad urbana.
- Potenciación de la reutilización y adaptación al cambio climático de estructuras y edificaciones.
- Mejora de los mecanismos de inclusión social: fomento de la diversidad y mixticidad.
- Incremento de vivienda social sostenible.
- Valorización de la persona ciudadana frente a la persona peatona.

4) **Redefinición de la movilidad y el espacio público** incluyendo:
- Inversión de porcentaje de superficies de espacio verde y espacio asfaltado. Liberalización del espacio viario reconvirtiéndolo en espacio público.
- Inversión de porcentaje de superficies artificializadas por naturalizadas.
- Aplicación de principios de habitabilidad y diseño biofílico saludable al espacio público.
- Aplicación de principios de cohesión social al espacio público.
- Erradicación de las islas de calor.
- Desarrollo de infraestructuras y servicios sostenibles e inteligentes de movilidad y accesibilidad.

5) **Potenciación de la economía circular** incluyendo:
- Reutilización de estructuras y edificaciones.
- Economía circular y gestión de residuos. Reciclaje cradle to cradle:
  - Reutilización de materiales.
  - Gestión de residuos en la construcción.
  - Uso de materiales locales y renovables.
- Agrópolis y soberanía alimentaria de proximidad.

6) **Reformulación del modelo de gobernanza** incluyendo:
- Gobernanza participativa.
- Participación masiva.
- Concertación técnica y política.
- Políticas y acciones compensatorias.
- Colaboración intersectorial.
- Servicios y planificación inclusivos
- Comunidades sanitarias inteligentes.
- Hiperconectividad e integración de tecnologías avanzadas.
- Monitoreo y evaluación.

A grandes rasgos la propuesta para alcanzar estos objetivos consiste en:

- Reformular el funcionamiento de los ejes viarios en base a la red viaria periférica y el eje ferroviario existentes.
- Reubicar parte de las instalaciones portuarias conectadas a esta red viaria sin interferir con la ciudad y el espacio público.
- Desarrollar el modelo de supermanzanas, y sus funciones, adaptado a un crecimiento orgánico no ortogonal.
- Desarrollar un modelo de cohesión social, movilidad, espacio público y metabolismo urbano en función de la estructura de supermanzanas.
- Desarrollar la compacidad urbana de cada supermanzana recuperando edificaciones en desuso o ruina y vacios urbanos.
- Habilitar un modelo de recuperación patrimonial ágil que vigorice la reutilización adaptativa como mecanismo dinamizador.
- Instaurar un nuevo modelo de gobernanza, hiperconectividad y monitoreo usando tecnologías avanzadas e inteligencia artificial.

Este estudio presenta propuestas urbanísticas estrechamente vinculadas al medio ambiente y la comunidad, que deben ser evaluadas de manera interdisciplinaria para garantizar su viabilidad y minimizar impactos negativos. Cualquier intervención en el lecho marino puede alterar las corrientes, la alcalinidad y los procesos biológicos, por lo que se requiere el análisis de físicos, oceanógrafos y biólogos. Del mismo modo, las acciones de regeneración fluvial y terrestre deben ser validadas por ecólogos, hidrólogos y geólogos para asegurar soluciones sostenibles.

En los espacios urbanos, la participación de sociólogos, antropólogos, geógrafos y economistas es esencial para que las intervenciones sean no solo ambientalmente sostenibles, sino también socialmente equitativas y económicamente viables. La revisión paisajística y la implicación activa de la comunidad, especialmente de aquellos vinculados al mar, son cruciales para integrar las propuestas de manera armónica y garantizar soluciones inclusivas.

Este documento, más que un anteproyecto, es una declaración de intenciones que requiere revisión multidisciplinaria y colaboración activa para su desarrollo y ejecución.

Síntesis de las prioridades articuladas con el objetivo de mitigar los efectos de las inundaciones

El primer objetivo urbanístico para VGA se centra en la **regeneración y preservación del ecosistema marino**, dando prioridad a la restauración del lecho marino, las corrientes y los niveles de acidez del agua, elementos fundamentales para la supervivencia urbana y económica de la ciudad. La **renaturalización del entorno** es esencial para mitigar los efectos del cambio climático, que presenta dos amenazas críticas: las **inundaciones fluviales** y el **aumento del nivel del mar**.

Aunque es inviable revertir el desarrollo urbanístico de los últimos 150 años, se proponen medidas correctoras que faciliten la conexión entre los cauces fluviales y el mar, y la creación de **espacios públicos inundables** que actúen como amortiguadores naturales durante eventos climáticos extremos. Esto se complementa con la construcción de tanques de tormenta para mitigar el riesgo de inundaciones, alineando las intervenciones urbanas con una estrategia sostenible y adaptativa.

Medidas para mitigar el aumento del nivel del mar:

A. Barrera de arrecifes de ostras y biohuts paralelos a la costa, cuyos cometidos son:

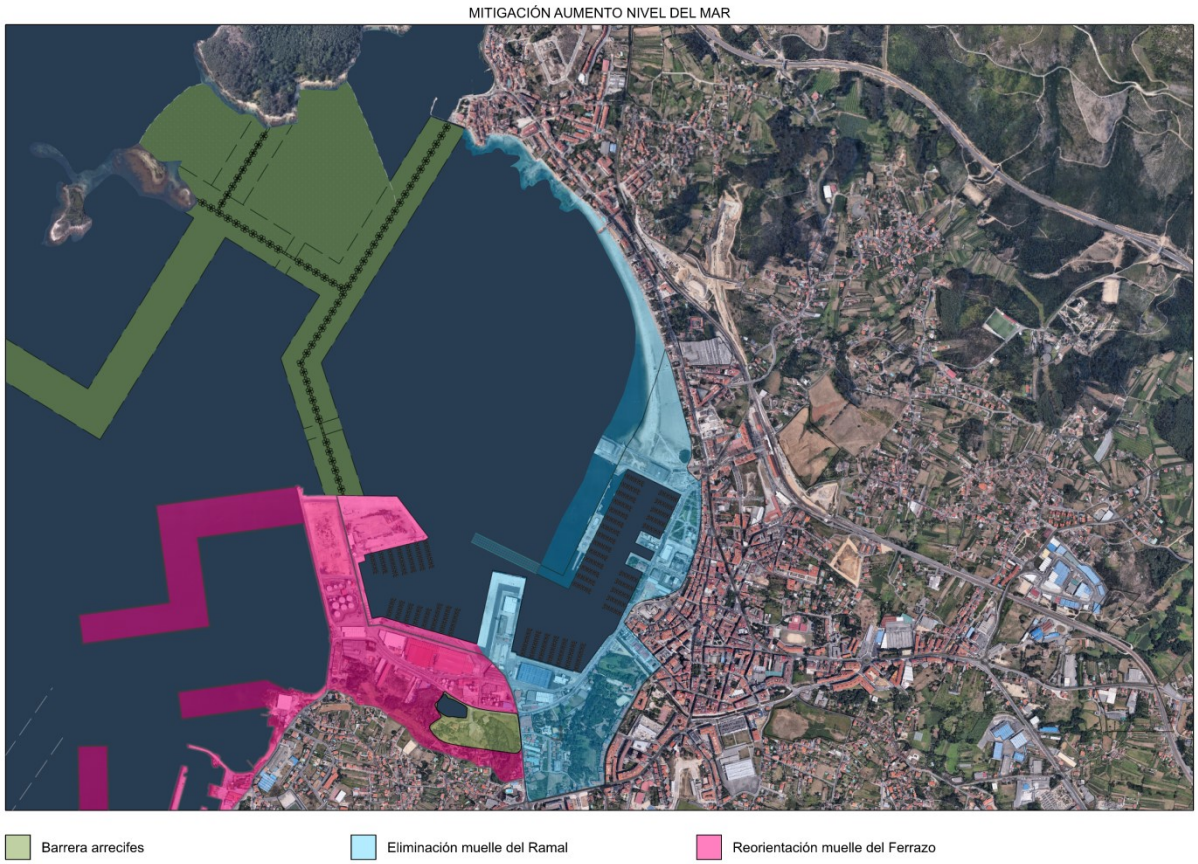
1. Actuar como barrera natural para amortiguar el impacto del mar.
2. Regenerar el fondo marino y mejorar la biodiversidad.
3. Recuperar la memoria cultural del muelle de hierro.
4. Facilitar la conexión peatonal entre el norte y el sur de VGA.
5. Incorporar las Illas del Parque Natural a la estructura urbana.
6. Servir de soporte para la producción de energía undimotriz que abastezca a la ciudad.
7. Crear una bahía protegida para acuicultura, ocio y deportes náuticos.

B. Reorganización de la zona portuaria al sur de VGA en el muelle del Ferrazo, cuyos cometidos son:

1. Desarrollar una barrera portuaria que proteja la ciudad del aumento del nivel del mar.
2. Concentrar la actividad portuaria en un solo ámbito, eliminando la dispersión a lo largo del frente urbano, conectando el puerto con el puerto pesquero de Vilaxoán y eliminando el tránsito rodado por el casco urbano, conectando directamente con la circunvalación.
3. Aumentar el potencial de desarrollo del puerto en longitud y calado.
4. Integrar las dependencias portuarias dentro de un espacio verde y de uso público.
5. Convertir la zona en base para plantas de producción de energía y reciclaje urbano: WtE, cogeneración, desalinizadora y planta de incineración.
6. Recuperar el frente marítimo urbano y regenerar los espacios verdes para proteger la costa de la erosión.

C. Eliminación del muelle del Ramal, cuyos cometidos son:

1. Renaturalizar la playa
2. Renaturalizar las corrientes marinas
3. Renaturalizar la desembocadura de los ríos en el mar.
4. Incrementar la capacidad del puerto deportivo, cuadruplicando los amarres.
5. Regeneración espacios verdes frente marítimo y en el conjunto del arenal hasta Carril para proteger la costa de la erosión.



Sobre la fotografía aérea actual de VGA se mapea la síntesis de actuaciones para mitigación del aumento del nivel del mar. En verde la barrera de arrecifes y regeneración del lecho marino. En magenta la reorganización del zona portuaria del Ferrazo. En azul la eliminación del muelle del Ramal y regeneración de espacios verdes del arenal hasta Carril.

Medidas mitigar las inundaciones fluviales

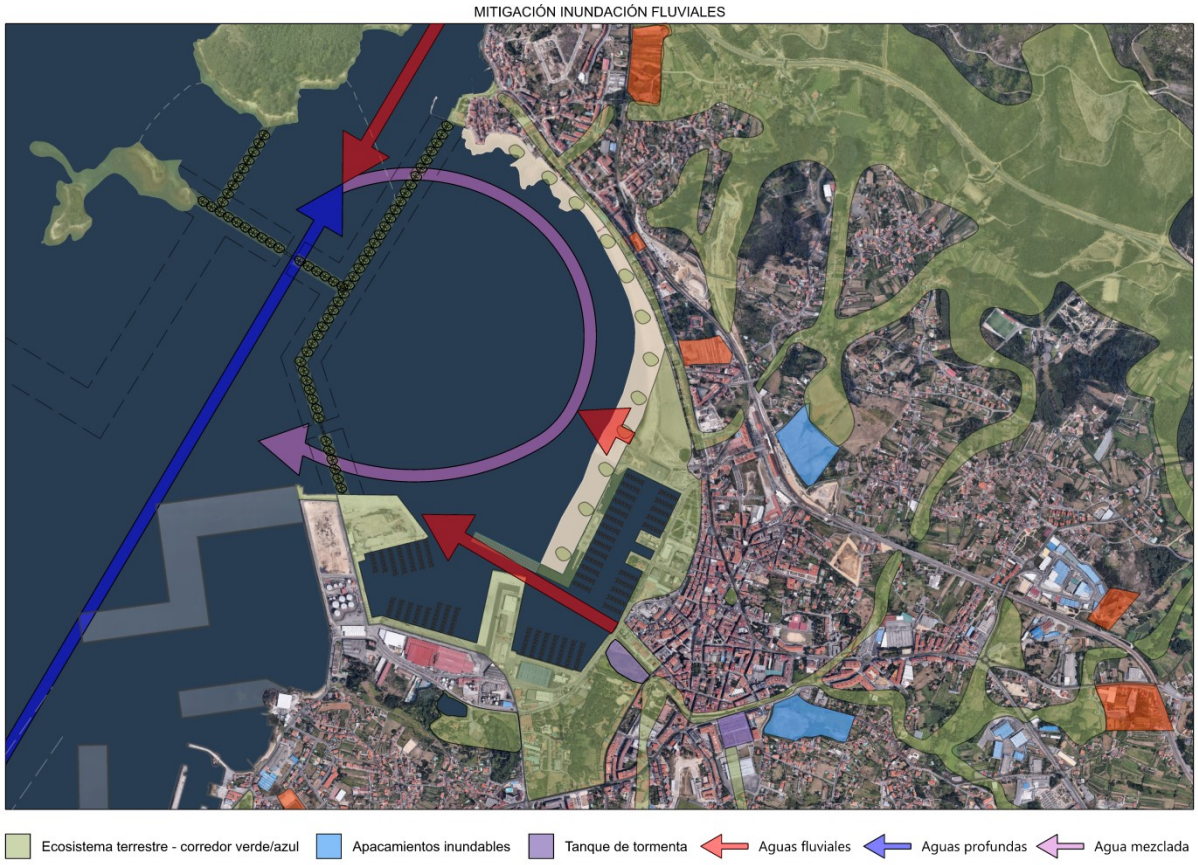
D. Regenerar el ecosistema terrestre utilizando los **cauces de los ríos** como ejes articuladores de infraestructura azul-verde, con el objetivo de crear un **corredor verde y azul** que conecte:

1. La regeneración de los cauces fluviales.
2. La integración de las islas del Parque Natural y el litoral.

3. Las aguas de la bahía mediante la creación de islas de Raven a lo largo del sendero que une el norte y el sur de la ciudad.
4. Los espacios verdes actuales con sistemas agroforestales urbanos, agricultura periurbana y paisajes culturales vinculados a la producción vinícola.
5. Las islas de Raven en el curso del sendero de unión Norte-Sur-Parque Natural que delimita la zona de abrigo de la bahía

E. Medidas de ingeniería dura

1. Tanques de tormenta, en ejecución actualmente, en el aparcamiento de Fexdega y en la desembocadura del Río Con.
2. Aparcamientos inundables, usando los aparcamientos disuasorios propuestos en el planteamiento de supermanzanas y nuevo diseño de movilidad urbana



Sobre la fotografía aérea actual de VGA se mapea la síntesis de actuaciones para mitigación de inundaciones fluviales. En verde las medidas de renaturalización. En azul los aparcamientos inundables. En morado los tanques de tormenta.

Estas intervenciones buscan restaurar la funcionalidad ecológica del entorno, mejorar la gestión hídrica y reducir los impactos de las inundaciones fluviales y el aumento del nivel del mar, promoviendo un desarrollo urbano resiliente y sostenible.

Se exponen las soluciones adoptadas a continuación.[2]

6.1 Regeneración con soluciones de base natural. NBS

La regeneración del hábitat natural y su adaptación al cambio climático requiere tres enfoques paralelos con tratamientos distintos, por lo que es necesario analizarlos separadamente:

1. **Regeneración de la ría y adaptación al aumento del nivel del mar**:

- Estabilizar el suelo costero, reducir la erosión y restaurar los ecosistemas afectados por actividades humanas o desastres naturales.
- Gestionar riesgos costeros y conservar el medio ambiente.
- Fortalecer la salud del lecho marino y del ecosistema.

2. **Renaturalización de cauces fluviales y prevención de inundaciones en zonas ARPSIS:**

Aunque el enfoque está en NBS, es útil considerar métodos de infraestructura dura para la gestión de inundaciones en ríos y canales, los cuales pueden ser necesarios en combinación con estrategias basadas en la naturaleza para garantizar la sostenibilidad y resiliencia a largo plazo. Esta combinación ofrece un enfoque más holístico y adaptable para la gestión del agua y la mitigación de inundaciones.

3. **Infraestructura Ecológica Integrada:**

En las últimas décadas, ha emergido un paradigma en la gestión del agua que prioriza la captura, retención y reutilización del agua pluvial in situ, conocido como Infraestructura Azul-Verde (IAV). Este enfoque valora los espacios verdes y las capacidades naturales del agua para generar beneficios ambientales.
Las IAV combinan la gestión del agua con la creación de espacios verdes, mejorando la calidad ambiental y proporcionando beneficios sociales y económicos. Su implementación en áreas urbanas y rurales puede transformar paisajes y mejorar la resiliencia frente a desafíos climáticos y ambientales.
Mientras los corredores verdes y azules buscan conectar hábitats naturales y acuáticos para mejorar la biodiversidad, las IAV adoptan un enfoque más integrador y multifuncional para gestionar el agua de manera sostenible y mejorar el entorno urbano.

[2] El análisis de estrategias de resiliencia para VGA se desarrolla en el Anexo IV.

Tabla 60 Regeneración ría y adaptación nivel del mar

Regeneración de la ría y adaptación al incremento del nivel del mar

	SOLUCIÓN	SUELO COSTERO	RIESGOS COSTEROS	LECHO MARINO	USO	LUGAR
NBS	ALIMENTACIÓN DE PLAYAS					INCREMENTO PLAYA FRENTE PUERTO OCIO ACTUAL
	RESTAURACIÓN DE DUNAS				NO	
	RESTAURACIÓN DE HUMEDALES Y MARISMAS				NO	
	BARRERAS DE MADERA O GEOTEXTILES				NO	
	TERRAPLENES/ DIQUES DE ARENA				NO	
	MUROS DE CONTENCIÓN BIODEGRADABLES				NO	
	REGENERACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL				NO	
	GAVIONES Y RIP-RAP				NO	
	MANEJO DE AGUAS PLUVIALES					INTEGRAL - CIUDAD
	REVEGETACIÓN					FRANJA LITORAL
	ARRECIFES ARTIFICIALES					PARALELO COSTA SENDERO ILLAS ATLÁNTICAS
ING. DURA	ESTRUCTURAS DE CONTROL DE EROSIÓN				NO	

ESTABILIZACIÓN DEL SUELO COSTERO

La estabilización del suelo costero es un proceso multifacético que se puede abordar utilizando diversas técnicas según las características locales, como la topografía, el oleaje y las condiciones meteorológicas. La correcta elección de estas técnicas es crucial para asegurar la protección costera y la sostenibilidad a largo plazo (Carral et al., 2021).

Entre las técnicas destacadas, la alimentación de playas y la restauración de dunas son esenciales para ampliar y fortalecer las playas y dunas, que actúan como barreras naturales contra la erosión. Estos métodos mejoran la capacidad de absorción de la energía de las olas y ayudan a proteger la infraestructura costera (Villasante, Tubío, Gianelli et al., 2021). Por otro lado, la restauración de humedales y marismas desempeña un papel crucial en la estabilización del suelo costero y la mejora de la biodiversidad, al proporcionar hábitats vitales para diversas especies marinas (Santiago Caamaño et al., 2022).

Para áreas donde se necesita una intervención más estructural, se utilizan barreras de madera o geotextiles, terraplenes/diques de arena, y muros de contención biodegradables. Estas estructuras ayudan a controlar la erosión y estabilizar el suelo, al mismo tiempo que permiten la regeneración natural de la vegetación. Además, la regeneración de arrecifes de coral y la implementación de arrecifes artificiales ofrecen protección contra las olas y contribuyen a la biodiversidad marina, actuando como barreras naturales (Carral et al., 2021).
El uso de gaviones y rip-rap es otra técnica efectiva para absorber la energía de las olas y prevenir la erosión costera, mientras que el manejo de aguas pluviales se enfoca en controlar y redirigir el flujo de agua durante tormentas para reducir la erosión y escorrentía superficial (Santiago Caamaño et al., 2022). La revegetación y el uso de estructuras de control de erosión complementan estas técnicas, promoviendo la estabilización del suelo y la regeneración natural del paisaje costero (Villasante, Tubío, Gianelli et al., 2021).
Finalmente, es vital integrar estas técnicas de manera que se mantenga la accesibilidad y estética del paisaje costero, asegurando una sinergia entre los desarrollos urbanos y los sistemas utilizados. La participación comunitaria y la colaboración multidisciplinaria son esenciales para implementar soluciones que sean tanto efectivas como sostenibles, garantizando la protección y la resiliencia del ecosistema costero (Carral et al., 2021).

Análisis de soluciones posibles

1.a La alimentación de playas (Beach Nourishment): se añade arena para aumentar el volumen y la altura de las playas y las dunas para resistir el impacto de las olas y gestionar el flujo de agua más eficazmente.

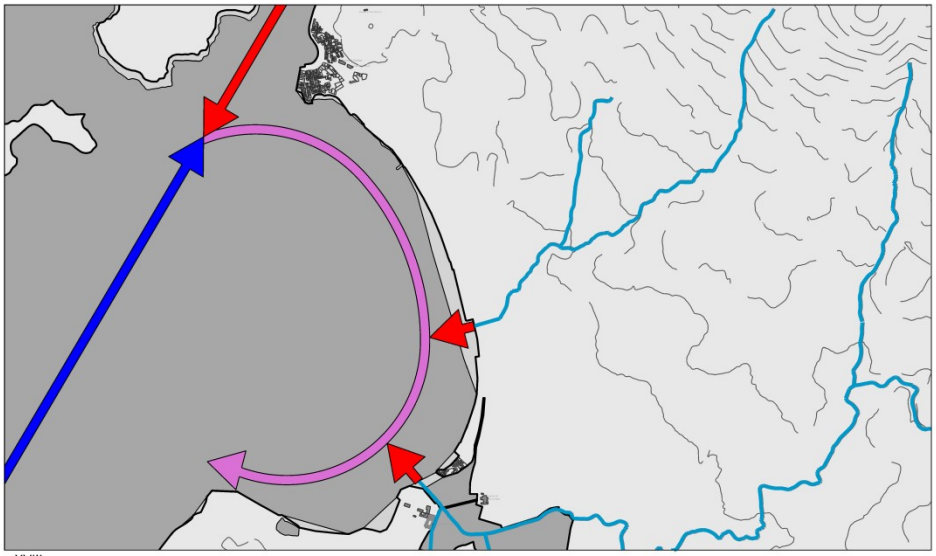
Se recupera el tramo de playa que fue eliminado por el desarrollo portuario, aunque en una ubicación adelantada que evita una intervención excesivamente agresiva en los espacios actuales. Para lograrlo, se elimina parte del muelle del Ramal, prolongando la línea de playa de Compostela a lo largo del frente marítimo del puerto deportivo.

Aunque no se trata de la ubicación original de la playa, esta acción imita su presencia y contribuye a la naturalización de las corrientes marinas interrumpidas por la construcción del muelle. La fragmentación del espacio marítimo provocada por el muelle ha generado un aumento localizado de sedimentación, variaciones en la temperatura del agua y cambios en su salinidad, al bloquear las corrientes naturales.

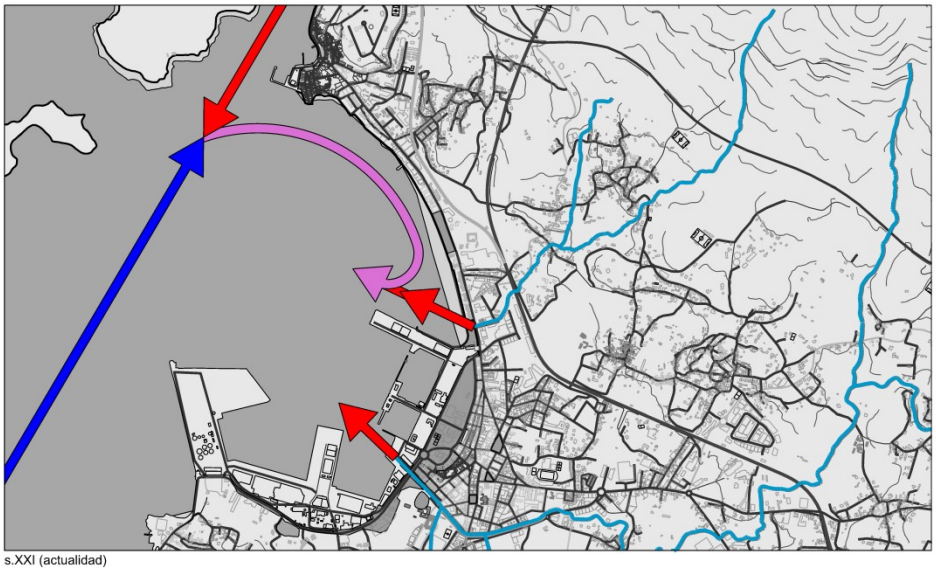
Además, el muelle ha forzado que el río fluya en paralelo a él, lo que impide la mezcla natural de las aguas dulces del río con las saladas de la ría, aumentando la desalinización de la bahía, una zona clave para la recolección de almejas y berberechos.

En conjunto, el muelle ha incrementado la cantidad de agua dulce, reducido la salinidad, alterado las corrientes y provocado un aumento localizado de sedimentación, lo que ha resultado en la desnaturalización de la bahía y la alteración de la explotación marisquera.

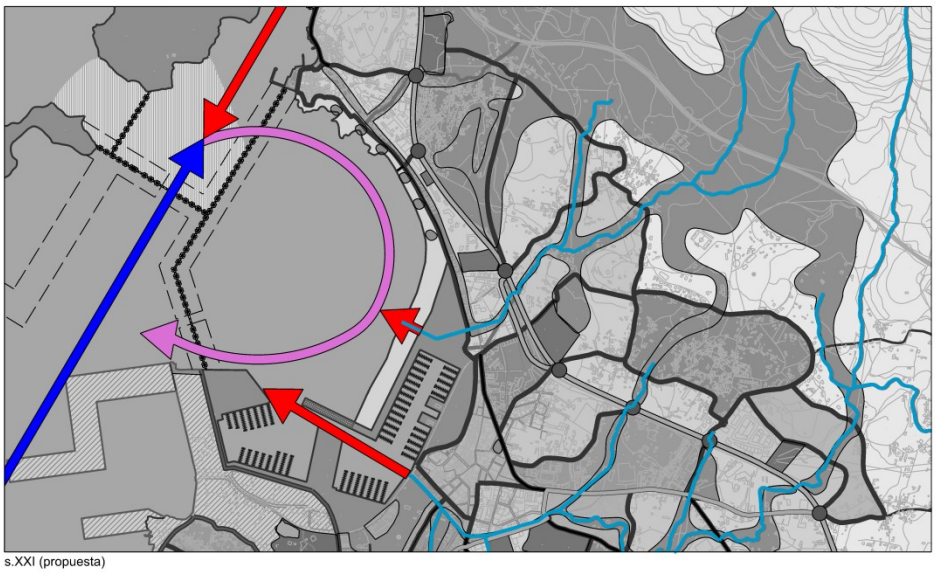
Figura 84. Evolución de corrientes en la bahía de VGA



s.XVIII



s.XXI (actualidad)



s.XXI (propuesta)

1.b Construcción y restauración de dunas: mediante la plantación de vegetación resistente y la instalación de cercas de arena para capturar y mantener la arena desplazada por el viento. Este método ayuda a fortalecer las dunas como barreras naturales contra las tormentas y la erosión.

Se descarta por la transformación del paisaje urbano/costero.

1.c Restauración de humedales y marismas que actúan como esponjas naturales absorbiendo el exceso de agua de las mareas y las inundaciones. Restaurar estos ecosistemas puede ayudar a mitigar los efectos de las inundaciones y mejorar la calidad del agua.

Se descarta por el poco espacio físico disponible y su consiguiente ineficacia.

1.d Barreras de madera o geotextiles: estructuras que se utilizan para proteger la línea de costa y prevenir la erosión al absorber la energía de las olas y capturar la arena movida por el viento y el agua.

Se descarta por la transformación del paisaje urbano/costero.

1.e Terraplenes y diques de arena: elevaciones artificiales de tierra o arena que actúan como barreras para proteger áreas específicas contra inundaciones y marejadas.

Se descarta por la transformación del paisaje urbano/costero.

1.f Uso de bioingeniería: utiliza métodos naturales combinados con técnicas de ingeniería para proteger las costas. Esto incluye el uso de vegetación junto con estructuras como muros de contención biodegradables para estabilizar las zonas costeras.

Se descarta por la transformación del paisaje urbano/costero y su mantenimiento.

1.g Regeneración de arrecifes de coral: los arrecifes de coral naturales son barreras efectivas contra la erosión de las costas y las tormentas. Los esfuerzos de regeneración incluyen la replantación de corales y la rehabilitación de arrecifes dañados para restaurar su capacidad de proteger las líneas costeras.

Se descarta dado que los arrecifes de coral en Galicia están fuera de la ría a profundidades superiores a 200 mts.

1.h Gaviones y rip-rap: estructuras hechas de rocas o materiales concretos contenidos en mallas de alambre o geotextiles. Se colocan en áreas específicas para proteger la línea de costa de la erosión, absorbiendo y dispersando la energía de las olas.

Se descarta porque la implantación de arrecifes artificiales, en cualquiera de sus variantes, aporta mayor versatilidad.

1.i Estructuras de control de erosión: incluyen espigones, diques y rompeolas, construcciones diseñadas para proteger áreas específicas de la erosión del mar y ayudar a mantener o aumentar la cantidad de arena en las playas.

Se descarta por actuación dura.

1.j Manejo de aguas pluviales: mejorar la gestión del agua en áreas urbanas costeras para reducir la escorrentía y el potencial de inundación mediante infraestructura verde, sistemas de retención y reutilización de aguas pluviales.

Se descarta en este capítulo y su tratamiento será integral vinculado al tratamiento urbano.

1.k **Revegetación**: plantación de vegetación nativa en las zonas costeras que no solo ayuda a estabilizar las dunas y playas, sino que también proporciona hábitat para la vida silvestre y mejora la integridad ecológica de la costa.

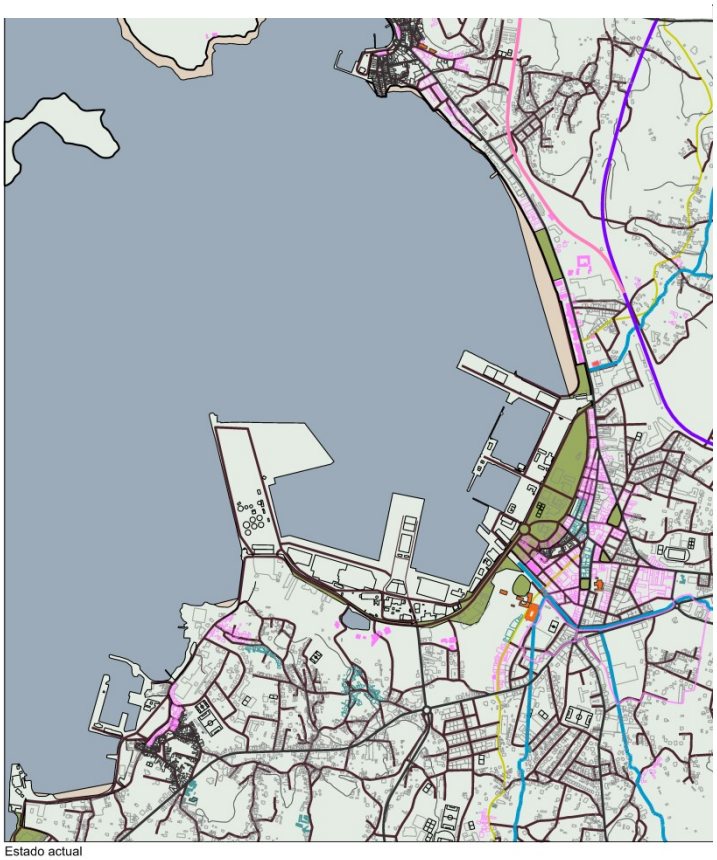
Se considera aplicable tanto en la desembocadura del Río Con como a lo largo de la playa de Compostela y La Concha repitiendo gradualmente la plantación existente en el actual punto de encuentro con el muelle de O Ramal.

1.l **Arrecifes artificiales:** ya sea a través de estructuras sumergidas o el uso de biorrocas, ayuda a proteger las costas al reducir la energía de las olas antes de que alcancen la orilla y promover la acumulación natural de arena.

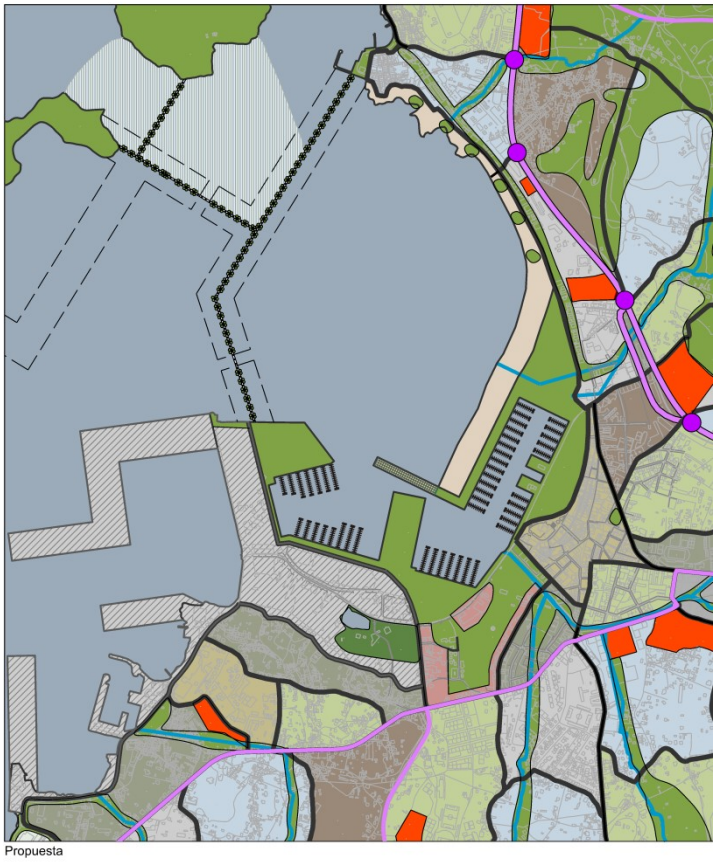
Se considera aplicable y versátil tanto medioambientalmente como paisajísticamente, integrados en las líneas de bateas de mejillón, o en paralelo a la playa, dando lugar a la posibilidad de recuperación del añorado muelle de hierro y la comunicación peatonal controlada con el Parque natural (islas Malveiras y Cortegada).

Por su versatilidad e implantación generalizada se estudia en el apartado 2 Gestión de riesgos costeros

Figura 85. Espacio verde costero actual vs. Propuesta



Estado actual



Propuesta

Tabla 61. Gestión riesgos costeros

Gestión de riesgos costeros y la conservación ambiental

	SOLUCIÓN	TIPOLOGÍA	USO	LUGAR
NBS	ARRECIFES ARTIFICIALES	USO DE BATEAS		PARQUE DE BATEAS EXISTENTE
		ARRECIFES DE OSTRAS		PARALELO COSTA SENDERO ILLAS ATLÁNTICAS
		PARQUES EÓLICOS		BOCA DE LA RÍA
		RECRECIMIENTO ALGAS		ALTERNADO CON PARQUE DE BATEAS EXISTENTE
		BIOHUTS		ALTERNADO CON ARRECIFES DE OSTRAS EN PARALELO COSTA SENDERO ILLAS ATLÁNTICAS
		MODULAR	NO	
	ESTRUCTURAS MARINAS			VARIOS- EN TORNO A 100
	BIOROCK		NO	
	ISLAS DE RAVEN			PARALELO COSTA SENDERO ILLAS ATLÁNTICAS

GESTIÓN DE RIESGOS COSTEROS Y LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL

En las rías gallegas, donde la biodiversidad marina y los ecosistemas costeros poseen una enorme importancia ecológica y económica, es fundamental implementar estrategias que protejan y restauren estos entornos. Una de las posibles soluciones es la instalación de sistemas que actúen como arrecifes artificiales. Estos arrecifes no solo ayudan a preservar los hábitats marinos, sino que también promueven la regeneración de especies compatibles con el entorno **(**Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, n.d.)**.**

Los arrecifes artificiales tienen la capacidad de reducir la energía de las olas, lo que contribuye a prevenir la erosión de playas y dunas, protegiendo así las costas. Sin embargo, es crucial comprender a fondo la hidrodinámica local antes de su implementación. Una planificación inadecuada podría provocar efectos adversos, como la acumulación excesiva de sedimentos o la erosión en las áreas circundantes a los arrecifes.

Por lo tanto, el uso de arrecifes artificiales debe estar basado en un análisis detallado de las condiciones locales, garantizando que estos sistemas no solo cumplan con sus objetivos de conservación y protección costera, sino que también se integren armónicamente en el ecosistema, evitando impactos negativos en el entorno marino y costero.

La propuesta de implantación se basa en estudios técnicos que presentan diversas perspectivas sobre la implementación de arrecifes artificiales en Galicia, destacando su potencial para la conservación ambiental y la sostenibilidad socioeconómica. Se examinan los arrecifes artificiales verdes (GARs) como una solución para la regeneración de hábitats y la protección costera,

subrayando su fabricación, tipos y su capacidad para mitigar la erosión costera (Carral et al., 2020). Asimismo, se abordan las opciones logísticas necesarias para la instalación de estos arrecifes en aguas poco profundas, proponiendo estrategias para reducir los impactos negativos en los ecosistemas marinos de las rías gallegas (Cartelle et al., 2024).

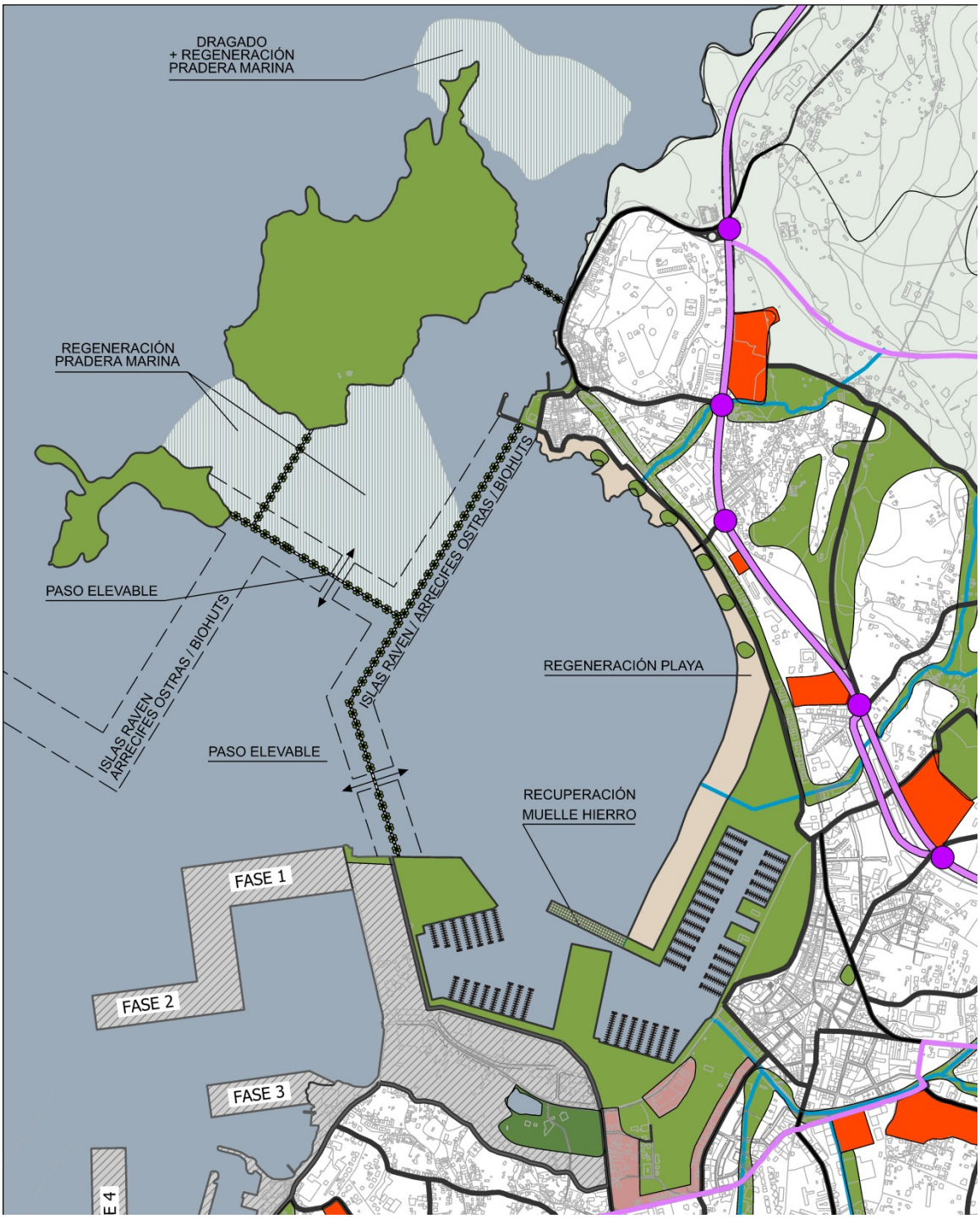
Otros estudios se centran en el análisis hidrodinámico de estos arrecifes, mostrando cómo pueden contribuir a la estabilización de sedimentos y la mejora de la biodiversidad en el estuario de Ares-Betanzos (Santiago et al., 2022). También se propone un marco conceptual para el diseño de arrecifes que imiten hábitats naturales, lo que podría mejorar la productividad en zonas de pesca artesanal.

La viabilidad de implementar estructuras modulares de arrecifes artificiales de hormigón se analiza como una solución eficaz para los problemas ambientales en las rías gallegas, destacando su potencial para la regeneración de ecosistemas marinos (Carral et al., 2018). Además, se examina el impacto ambiental de estos arrecifes, enfocándose en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo energético durante su fabricación (Carral et al., 2021).

Por último, se explora cómo los arrecifes artificiales pueden transformar la sostenibilidad de las pesquerías artesanales en Galicia, con un énfasis en los cambios biológicos y sistémicos (Villasante et al., 2021), y se discute cómo las instalaciones de energía eólica offshore podrían actuar como arrecifes artificiales, contribuyendo a la biodiversidad marina. Además, se presenta una metodología para la ubicación estratégica de estos arrecifes, considerando su viabilidad económica y costos de implementación (Carral et al., 2018).

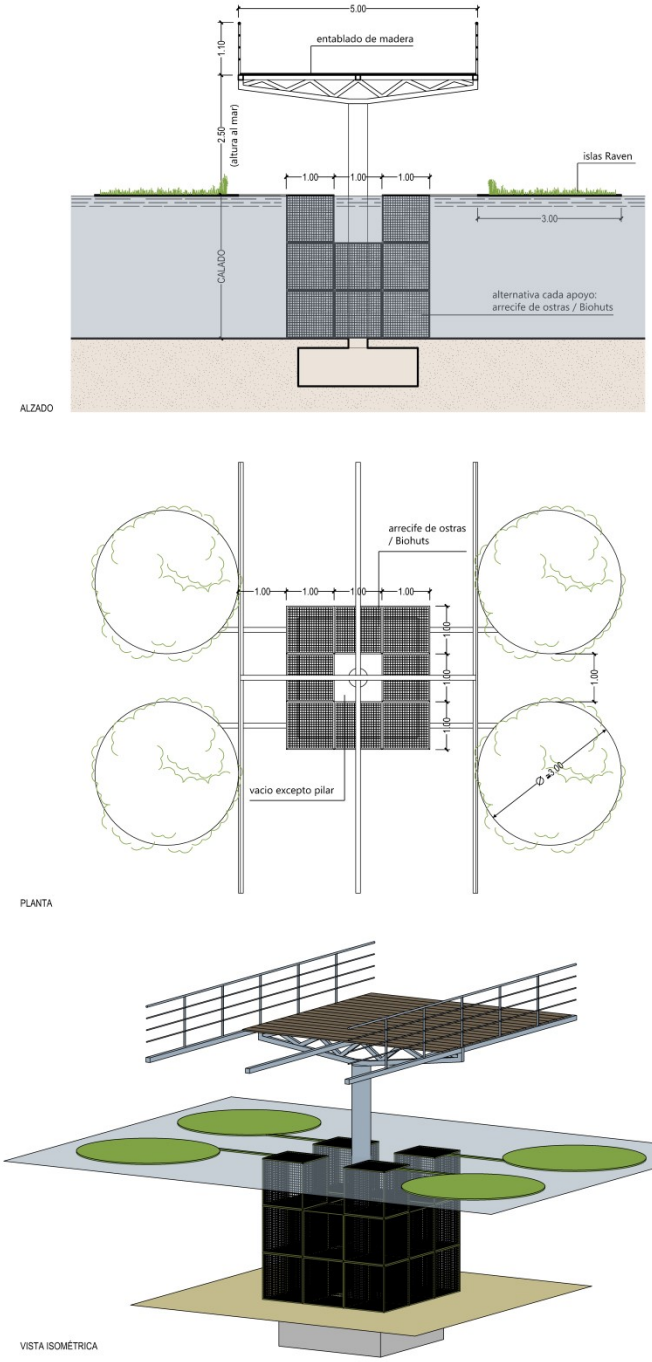
La propuesta para VGA incluye la formación de una barrera, paralela en su mayor parte a la costa, compuesta de arrecifes de ostras y biohuts colocados alternativamente cada 25 mts. Además de su comportamiento ecosistémico, la composición de estos grupos de arrecifes sirve de base para la recuperación, conceptual, en su coronación del añorado puente de hierro que sirva de comunicación peatonal con las islas del Parque Natural y desde el Norte al Sur de la ciudad, uniendo Carril y el muelle de Ferrazo.

Figura 86. Propuesta de barrera de arrecifes de ostras/ biohuts + islas de raven



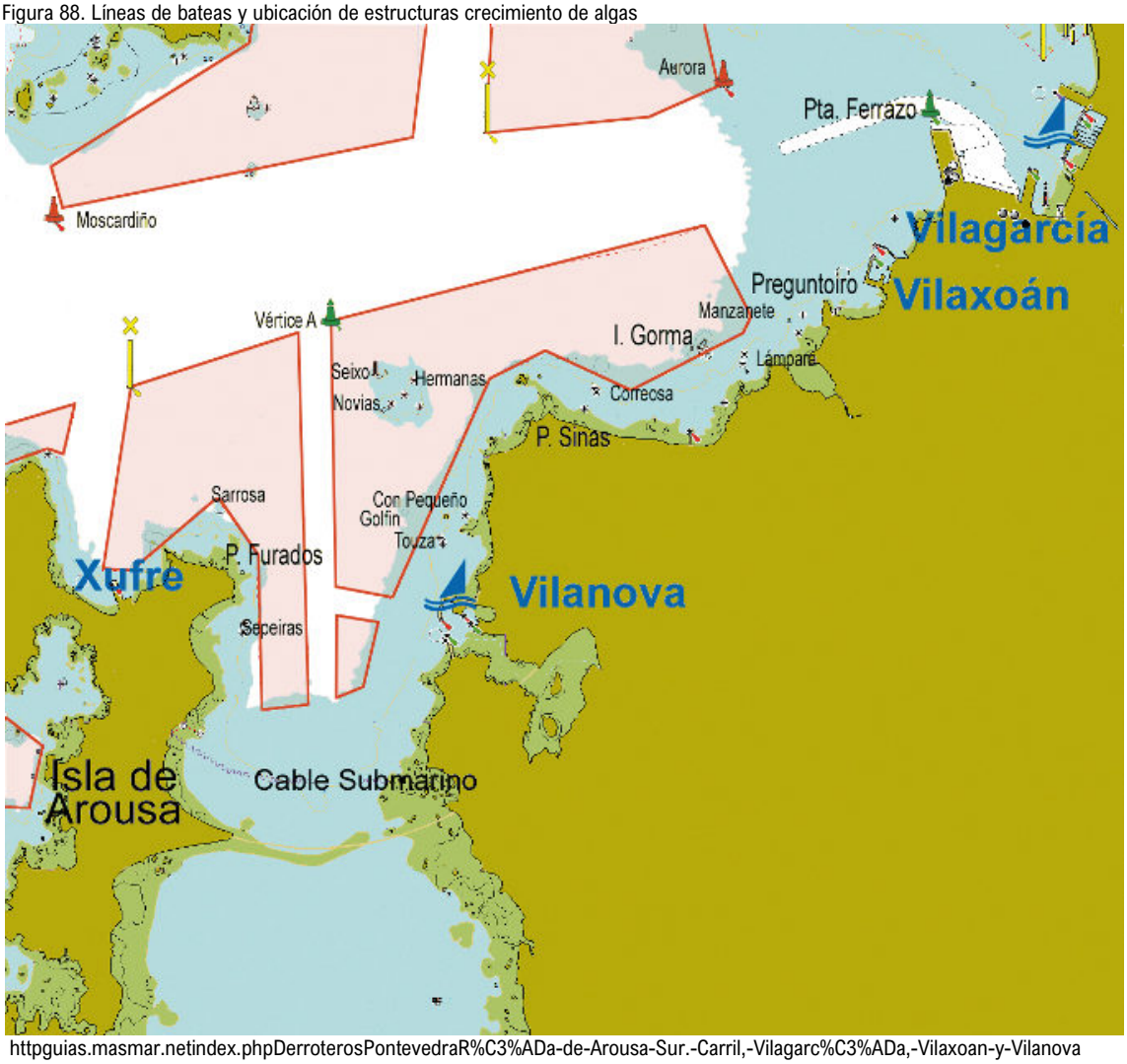
Ancladas a estos arrecifes se disponen flotando islas de Raven que colaboren en la protección y regeneración medioambiental.

Figura 87. Detalle arrecifes de ostras e islas de raven



Fuera de la bahía en las líneas de bateas se propone instalar, bajo las mismas en su eje central de modo que no interfieran el acceso a ellas, estructuras de crecimiento de algas alternables con biohuts en áreas de rehabilitación ecológica como puede ser el área entre Xufre y Vilanova más afectado por la presión urbana y las infraestructuras de comunicación.

Figura 88. Líneas de bateas y ubicación de estructuras crecimiento de algas



httpguias.masmar.netindex.phpDerroterosPontevedraR%C3%ADa-de-Arousa-Sur.-Carril,-Vilagarc%C3%ADa,-Vilaxoan-y-Vilanova

Tabla 62. Fortalecimiento lecho marino

Fortalecimiento de la salud del lecho marino y el ecosistema

	SOLUCIÓN	USO	LUGAR
NBS	DESVÍO DE SEDIMENTOS		DESEMBOCADURA RIO ULLA Y ENTRE ILLAS ATLÁNTICAS
	RECUPERACIÓN DE PASTOS MARINOS		ENTRE ILLAS ATLÁNTICAS

3. FORTALECIMIENTO DE LA SALUD DEL LECHO MARINO Y EL ECOSISTEMA.

La combinación del desvío de sedimentos y la recuperación de pastos marinos refuerza la resiliencia del ecosistema en la ría de Arousa, promoviendo un entorno más saludable y sostenible para la flora y fauna marina, y garantizando la estabilidad ecológica a largo plazo (Carral et al., 2021).

Los pastos marinos, como las praderas de Posidonia y Zostera, desempeñan un papel crucial en la estabilización de sedimentos, actuando como barreras naturales contra la erosión. Además, mejoran la calidad del agua al filtrar contaminantes y proporcionan un hábitat vital para numerosas especies marinas, contribuyendo así a la biodiversidad local (Carral et al., 2021). El desvío de sedimentos, bien gestionado, evita la asfixia de estos pastos, facilitando su recuperación y expansión. Este proceso es clave para restaurar áreas degradadas del lecho marino, mejorando su capacidad para soportar la vida marina y mitigar los efectos de actividades humanas como la pesca y la navegación (Santiago et al., 2022).

Estudios recientes subrayan cómo la protección y recuperación de los pastos marinos puede mejorar significativamente la biodiversidad y la resiliencia ecológica de la ría de Arousa. Además, se exploran técnicas de desvío de sedimentos como herramienta para evitar la sedimentación excesiva en áreas críticas, facilitando la regeneración de hábitats degradados. Estas prácticas han demostrado ser efectivas para restaurar zonas afectadas por la actividad humana, contribuyendo a la estabilidad del ecosistema marino (Santiago et al., 2022).

Los estudios también consideran el impacto de las intervenciones humanas en la salud del lecho marino, proponiendo un enfoque integrado que combine la conservación con el desarrollo sostenible. Esto incluye la consideración de factores hidrodinámicos para evitar efectos adversos, como la erosión o la acumulación de sedimentos en áreas no deseadas (Cartelle et al., 2024). Finalmente, se destaca la importancia de la participación comunitaria y la colaboración multidisciplinaria en la implementación de estas estrategias, asegurando que las soluciones sean socialmente equitativas y ambientalmente sostenibles. Estos esfuerzos no solo fortalecen el lecho marino, sino que también promueven la sostenibilidad a largo plazo de las pesquerías y otros recursos marinos en la ría de Arousa (Villasante et al., 2021).

En VGA se propone estas actuaciones en la zona de desembocadura del río Ulla y la zona inter-islas del Parque Natural.

Figura 89. Ubicación actuaciones fortalecimiento lecho marino

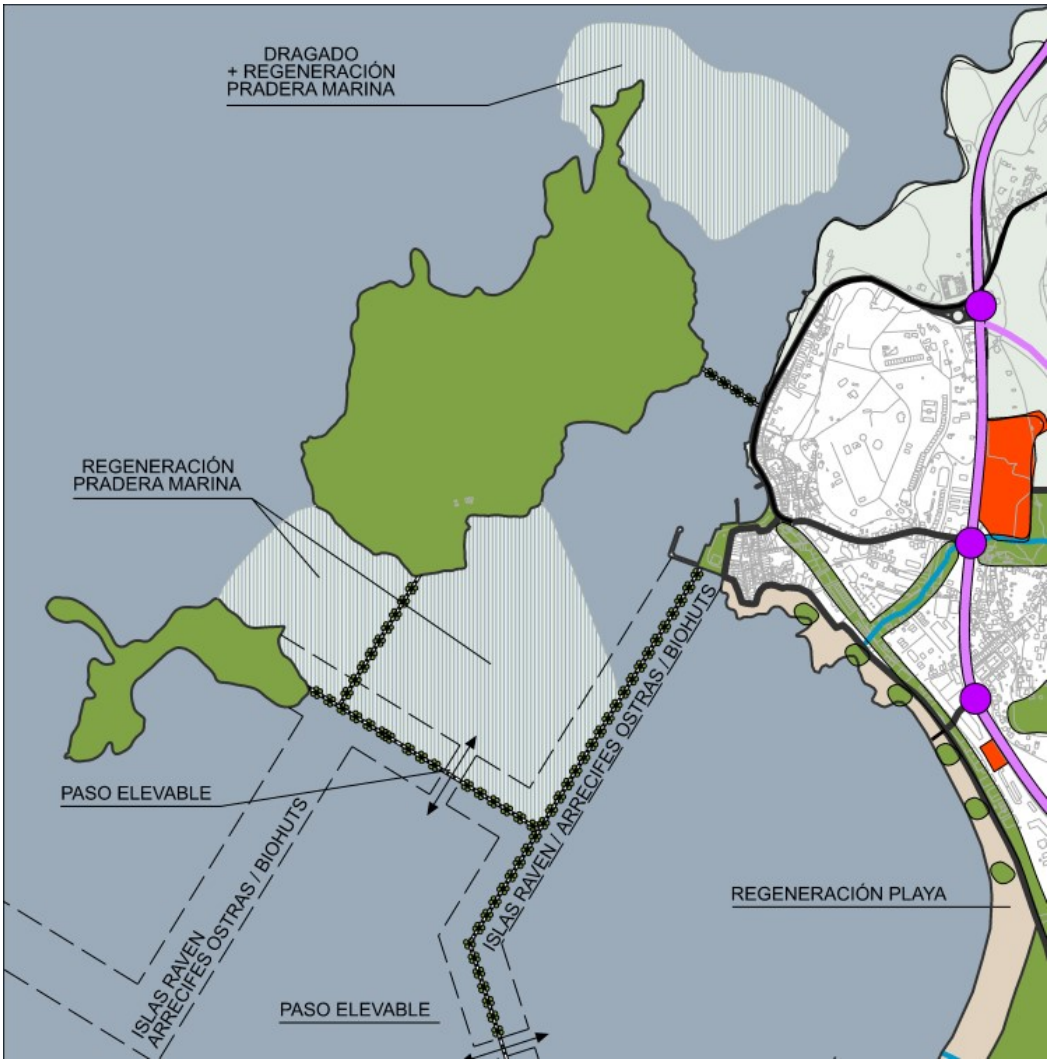


Tabla 63. Renaturalización cauces, prevención ARPSIS

Renaturalización de los cauces fluviales y medidas preventivas ante inundaciones en las zonas ARPSIS

	SOLUCIÓN	TIPOLOGÍA	USO	LUGAR
ING. DURA	DIQUES Y PRESAS			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	CANALES DE DERIVACIÓN			
	MUROS DE CONTENCIÓN			
	ESCLUSAS Y COMPUERTAS			
	PAVIMENTOS IMPERMEABLES			
	EMBALSES DE RETENCIÓN			
	DRAGADO			
	BARRERAS INFLABLES			
	REVESTIMIENTO CANALES			
	ALMAC. SUBTERRÁNEO PLUVIALES			
	SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA			TODAS ACTUACIONES
NBS	DESCONEXIÓN SUP. IMPERMEABLES	AMORTIGUACIÓN DEL AGUA		TODAS ACTUACIONES
ING. DURA	TANQUES DETENCIÓN / RETENCIÓN			EXISTENTES-CONSTRUCCIÓN RIO CON
NBS	ESTANQUES RETENCIÓN / DETENCIÓN			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	CUBIERTAS VERDES			EDIFICIO NUEVO + EXISTENTE >5 PLANTAS
	JARDINES LLUVIA Y BIO-RETENCIONES			TODA SUPERMANZANA
	ISLAS FLOTANTES BIOHAVEN			TODOS CAUCES URBANOS CENTRALES
	PAVIMENTOS PERMEABLES	BANCO BLANDO		TODOS VIALES RECONVERTIDOS EN CONVIVENCIA
	ZANJAS Y SWALES DE INFILTRACIÓN			
	DIQUES DE VEGETACIÓN			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	RESTAURACIÓN DE RIBERAS			TODOS MÁRGENES DE RÍOS POSIBLES
	CONTROL EROSIÓN MANTAS ORGÁNICAS			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	TERRAZAS VEGETATIVAS			AGRÓPOLIS
	RE-MEANDRIZACIÓN RÍOS	USO BIOINGENIERÍA	NO	
	RESTAURACIÓN CREACIÓN HUMEDALES		NO	
	ESTR. CONTENCIÓN BIOLÓGICA			DETERMINAR PROYECTO EJECUCIÓN

4. LA RENATURALIZACIÓN DE LOS CAUCES FLUVIALES Y LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN ZONAS ARPSIS

Son procesos esenciales para la preservación y mejora de los ecosistemas fluviales, así como para la protección de las áreas urbanas y rurales. Estas intervenciones deben ser adaptadas a

las características específicas de cada área, considerando factores como la topografía, el régimen hidrológico, y la exposición a eventos climáticos extremos (Jungwirth et al., 2002). En este contexto, el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (2021-2027) y el Plan de Gestión de Riesgos de Inundación (PGRI) de Galicia-Costa ofrecen directrices clave para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la reducción de riesgos en la región (Xunta de Galicia, 2021, 2016).

Entre las medidas estructurales más comunes se encuentran los diques y presas, que ayudan a controlar el flujo de agua y a prevenir inundaciones (Smith & Ward, 1998). Canales de derivación y muros de contención son igualmente importantes para desviar y gestionar grandes volúmenes de agua, protegiendo las infraestructuras críticas. Además, embalses de retención y el uso de barreras inflables son soluciones efectivas para mitigar inundaciones durante eventos climáticos severos (Jha et al., 2012).

Las medidas de gestión del agua incluyen el manejo de aguas pluviales a través de tanques de detención, almacenes subterráneos pluviales, y pavimentos permeables, que reducen la escorrentía superficial y mejoran la infiltración (Fletcher et al., 2015). Cubiertas verdes, jardines de lluvia, y swales de infiltración también ayudan a gestionar el agua de lluvia, disminuyendo la presión sobre los sistemas de alcantarillado y mitigando el riesgo de inundaciones urbanas (Gill et al., 2007). Estas prácticas están alineadas con las normativas técnicas de restauración y conservación de cauces en Galicia, que promueven soluciones integradas para la gestión del agua en entornos urbanos y rurales (Xunta de Galicia, 2018).

En términos de renaturalización, técnicas como la restauración de riberas, la re-meandrización de ríos, y la creación de humedales son esenciales para devolver los cauces a su estado natural, mejorando la calidad del agua y proporcionando hábitats vitales para la biodiversidad local (Naiman et al., 2005). La implementación de diques de vegetación, terrazas vegetativas, y estructuras de contención biológica contribuye a la estabilización de las riberas y previene la erosión (Kronvang et al., 1998). Estas acciones están en sintonía con la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, que establece pautas para la restauración ecológica en toda España (Ministerio de Medio Ambiente, 2008).

Además, las estructuras de control de erosión, como gaviones y rip-rap, junto con el uso de maderas o geotextiles para revestir canales, son técnicas efectivas para mantener la integridad de los cauces fluviales, especialmente en áreas con alto riesgo de erosión (Rinaldi et al., 2016). Finalmente, sistemas de alerta temprana y la desconexión de superficies impermeables son medidas preventivas cruciales para la gestión proactiva de riesgos en áreas susceptibles a inundaciones (de ROO et al., 2011).

Estas intervenciones no solo contribuyen a la protección contra inundaciones, sino que también promueven la sostenibilidad ecológica y la resiliencia de las comunidades frente al cambio climático. La integración cuidadosa de estas soluciones en el entorno natural y construido es vital para asegurar que las medidas sean tanto efectivas como sostenibles a largo plazo (Scholz, 2015).

En este estudio se descarta la remeandrización de cauces, ya que en zonas urbanas es impracticable, y en áreas periurbanas, la inversión requerida es demasiado alta en comparación con los beneficios que aportaría. Asimismo, se desestima la restauración de humedales debido a la falta de espacio físico suficiente para una intervención que resulte efectiva.

NBS DE GESTIÓN Y CONTROL DE INUNDACIONES PARA SISTEMAS FLUVIALES Y CANALES

Los métodos de gestión y control de inundaciones NBS para sistemas fluviales y canales se centran en trabajar con la naturaleza para mitigar inundaciones, restaurar ecosistemas y ofrecer beneficios socioambientales. Estos métodos son preferidos por su sostenibilidad e integración armoniosa con el entorno. No solo controlan inundaciones, sino que también promueven la salud de los ecosistemas fluviales, mejoran la calidad del agua, aumentan la biodiversidad y proporcionan espacios recreativos y estéticos. Además, suelen tener mejor relación coste-efectividad a largo plazo que las soluciones de infraestructura dura. Se pueden clasificar por su funcionalidad en:

1. Amortiguación del Agua

Soluciones diseñadas principalmente para controlar y reducir el flujo de agua, disminuyendo la velocidad y volumen del agua superficial para prevenir inundaciones.

- Desconexión de superficies impermeables

Modificar zonas urbanas para aumentar la permeabilidad.
Instalación de pavimentos permeables y jardines de lluvia.

- Tanques de detención y retención

Construidos de hormigón, plástico o metal.
Almacenan temporalmente el agua de lluvia y la liberan lentamente.

- Estanques de retención y detención

Capturan grandes volúmenes de escorrentía durante eventos de lluvia.
Liberan agua lentamente para reducir la carga en los sistemas de drenaje.

- Cubiertas verdes

Capas vegetativas en techos que absorben agua de lluvia.
Proporcionan aislamiento térmico y mejoran la biodiversidad.

- Jardines de lluvia y bio-retenciones

Capas de suelo y vegetación que absorben y filtran aguas pluviales.
Capturan y retienen temporalmente el agua de lluvia.

- Islas flotantes BioHaven

Estructuras flotantes con plantas que absorben nutrientes y contaminantes.
Mejoran la calidad del agua y proporcionan hábitats para la fauna.

2. Banco blando

Soluciones que utilizan materiales naturales o vegetación para estabilizar las orillas de ríos y costas, reduciendo la erosión y mejorando la calidad del agua.

- Pavimentos permeables

Materiales porosos como hormigón poroso y asfalto poroso.
Permiten la infiltración del agua en el suelo, reduciendo la escorrentía.

- Zanjas y swales de infiltración

Canales lineales con vegetación y materiales permeables.

Filtran el agua permitiendo su infiltración en el suelo.

- Diques de vegetación

Construcción de diques utilizando vegetación nativa.
Estabilizan el suelo y mejoran la biodiversidad.

- Restauración de riberas

Uso de vegetación nativa para estabilizar las orillas.
Mejora la calidad del agua y proporciona hábitats.

- Control de erosión con mantas orgánicas

Mantas de materiales naturales como coco y yute para estabilizar suelos.
Reducen la erosión y promueven el crecimiento de vegetación.

- Terrazas vegetativas

Creación de terrazas en pendientes con vegetación nativa.
Controlan la erosión y mejoran la infiltración de agua.

3. Uso de Bioingeniería

Soluciones que combinan principios de ingeniería y ecología para restaurar y proteger ecosistemas, mejorando su resiliencia y funcionalidad.

- Re-meandrización de ríos

Devolver a los ríos a sus cursos naturales meandrantes.
Mejora la hidrodinámica y la biodiversidad.

- Restauración y creación de humedales

Reconstruir o crear humedales en zonas inundables.
Actúan como esponjas, absorbiendo y almacenando agua.

- Estructuras de contención biológica

Uso de materiales naturales y vegetación para construir estructuras de contención.
Estabilizan el suelo y proporcionan beneficios ecológicos.

Intersección entre categorías

Algunas soluciones pueden entremezclarse debido a su multifuncionalidad. Por ejemplo:

- Jardines de lluvia y bio-retenciones: aunque se clasifican bajo amortiguación del agua, también pueden ser considerados parte de banco blando debido a su capacidad para estabilizar suelos y mejorar la vegetación local.
- Diques de vegetación: principalmente banco blando, pero también aplican principios de bioingeniería para estabilizar suelos y mejorar la biodiversidad.
- La desconexión de superficies impermeables es una técnica específica dentro de los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS), enfocada en redirigir el agua de lluvia desde superficies impermeables hacia áreas de infiltración, almacenamiento o uso.

Aunque algunas soluciones pueden caer en más de una categoría, clasificarlas según su característica predominante ayuda a entender mejor sus principales beneficios y aplicaciones. Este enfoque permite seleccionar las técnicas más adecuadas para las necesidades específicas de gestión del agua y conservación de ecosistemas.

Tabla 64. NBS gestión sistemas fluviales VGA

NBS de gestión y control de inundaciones para sistemas fluviales y canales

	SOLUCIÓN	TIPOLOGÍA	USO	LUGAR
NBS	DESCONEXIÓN DE SUPERFICIES IMPERMEABLES	**AMORTIGUACIÓN DEL AGUA**		DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	TANQUES DE DETENCIÓN Y RETENCIÓN			
	CUBIERTAS VERDES			EDIFICIO NUEVO + EXISTENTE >5 PLANTAS
	JARDINES DE LLUVIA Y BIO-RETENCIONES			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	ISLAS FLOTANTES BIOHAVEN			
	PAVIMENTOS PERMEABLES	**BANCO BLANDO**		NUEVAS ACTUACIONES
	ZANJAS Y SWALES DE INFILTRACIÓN			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	DIQUES DE VEGETACIÓN			IAV
	RESTAURACIÓN DE RIBERAS			IAV
	CONTROL DE EROSIÓN CON MANTAS ORGÁNICAS			IAV
	TERRAZAS VEGETATIVAS			AGRÓPOLIS + PAISAJE CULTURAL
	RE-MEANDRIZACIÓN DE RÍOS	**USO DE BIOINGENIERÍA**	NO	
	RESTAURACIÓN Y CREACIÓN DE HUMEDALES			IAV
	ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN BIOLÓGICA			IAV

Tabla 65. Infraestructura ecológica integrada

Infraestructura Ecológica integrada

	SOLUCIÓN	USO	LUGAR
NBS	CORREDORES VERDES Y AZULES		CAUCES RÍOS- MAR + PERIURBANO
	INFRAESTRUCTURA AZUL-VERDE-IAV		CAUCES RÍOS- MAR + PERIURBANO
	PARQUIPIÉLAGOS		SUPERMANZANAS

Con carácter general en aquellas actuaciones que conlleven replantación o gestión de arbolado deben considerarse:

Recomendaciones de gestión en la adaptación al cambio climático para replantación o gestión de arbolado:

- **Diversidad biológica y funcional**: crear bosques con una variedad de especies, tanto árboles como arbustos, con diferentes características y estrategias vitales. Promover la máxima diversidad de rasgos funcionales para garantizar la resiliencia frente al cambio

climático.

- **Redundancia de especies**: mantener varias especies con comportamientos similares, como frescos de hoja ancha y estrecha, para aumentar la adaptación a factores de estrés climático. Esta redundancia funcional es esencial para la estabilidad y recuperación de los ecosistemas forestales.
- **Regulación de la competencia**: en bosques jóvenes y densos, fomentar la diversidad estructural con árboles en diferentes fases vitales. Crear pequeñas discontinuidades en el dosel para promover la regeneración sexual y evitar la acumulación de árboles grandes.
- **Preservación del microclima:** mantener un microclima oscuro y húmedo para evitar pérdidas de humedad del suelo y garantizar la estabilidad de los árboles. Evitar intervenciones que aumenten la exposición a la luz solar y al viento.
- **Prioridad a especies tolerantes:** seleccionar especies con alta tolerancia a perturbaciones climáticas como sequías, vientos y riadas. Considerar el vigor, estabilidad, estado sanitario, desarrollo de la copa, origen genético de las semillas y la microestación del sitio de plantación (Ray et al.,2022)
- **Proporción de árboles senescentes**: mantener algunos árboles senescentes o debilitados en el bosque para contribuir a la diversidad genética y la resiliencia frente a futuras perturbaciones (Cayuela et al.,2006)

Recomendaciones de gestión de especies exóticas e invasoras

- **Eliminación prioritaria**: focalizar en especies foráneas con alta capacidad de proliferación invasora, como la caña, robinia, ailanto y negundo. Evaluar la conservación de especies exóticas no invasoras y establecidas (plátanos, chopos híbridos, nogales, castaños) si cumplen un rol ecológico significativo, como crear microhábitats o proteger riberas.
- **Intervenciones en rodales de ribera**: priorizar áreas donde estas especies compiten en el estrato arbóreo. En áreas dominadas por invasoras, restaurar con especies autóctonas de crecimiento rápido (salicáceas y betuláceas) para evitar recolonización.
- **Buffer de tratamiento:** establecer una distancia de actuación para reducir la llegada de propágulos desde poblaciones vecinas, estimada como el doble de la altura de los árboles más externos. Esta medida limita la propagación de invasoras y minimiza su impacto en ecosistemas nativos.

Estas recomendaciones se basan en estudios como el proyecto LIFE ALNUS, que proporciona directrices para la gestión efectiva de especies exóticas e invasoras en ecosistemas forestales.

Tabla 66. Corredor verde vs IAV

COMPARATIVA CORREDOR VERDE - AZUL VS INFRAESTRUCTURA VERDE - AZUL			
	ALCANCE Y ENFOQUE	**OBJETIVOS**	**APLICACIONES**
CORREDORES VERDES Y AZULES	Conectividad ecológica y mejora de biodiversidad, conectando hábitats naturales y acuáticos específicos.	Conectividad ecológica, mejora de biodiversidad y creación de hábitats	Específicas en la creación de conexiones entre hábitats naturales y cuerpos de agua
INFRAESTRUCTURA AZUL-VERDE	Enfoque amplio e integrador. Combinación elementos de infraestructura verde y azul para gestionar el agua, mejorar calidad ambiental y proporcionar beneficios sociales y económicos.	Gestión sostenible del agua, mejora de calidad del aire y agua, mitigación del cambio climático, y creación de espacios urbanos multifuncionales.	Jardines de lluvia, pavimentos permeables, cubiertas verdes, y sistemas de retención y detención de agua, además de corredores verdes y azules.
PARQUIPIÉLAGOS	Red de pequeños parques o islas verdes interconectadas dentro de un entorno urbano. Enfoque en la integración y accesibilidad de espacios verdes en áreas urbanas densas.	Mejora de la calidad de vida urbana, reducción del efecto de isla de calor, gestión de aguas pluviales, aumento de la biodiversidad y creación de espacios recreativos accesibles.	Creación de parques interconectados por corredores verdes, integración de espacios recreativos en áreas urbanas densas, mejora del microclima urbano y promoción de la movilidad sostenible.

Mientras que los corredores verdes y azules se centran en conectar hábitats naturales y acuáticos para mejorar la biodiversidad y la calidad ambiental, las IAV adoptan un enfoque más holístico e integrador, combinando estrategias y tecnologías para gestionar el agua de manera sostenible, mejorar el entorno urbano y ofrecer beneficios multifuncionales. Los parquipiélagos, por su parte, integran pequeñas islas verdes conectadas en áreas urbanas densas, enfocándose en mejorar la calidad de vida urbana y la biodiversidad local, al tiempo que gestionan las aguas pluviales y reducen el efecto de isla de calor.

En VGA la propuesta se basa en generar una IAV que incluya:

- Un corredor verde azul que aúne
  - La regeneración de los cauces de los ríos actuales
  - La integración de las islas del Parque Natural
  - El frente del litoral
  - Las aguas de la bahía, creando islas de Raven en el curso del sendero de unión Norte-Sur-Parque Natural que delimita la zona de abrigo de la bahía
  - Los espacios verdes actuales
  - La conexión con sistemas agroforestales urbanos, con la agricultura periurbana y con los paisajes culturales asociados al vino
- Parquipiélagos, a desarrollar en el planeamiento de cada una de las supermanzanas de la propuesta, incluyendo zona verde y huerto urbano
- La reconversión de todos los edificios que exceden la altura media urbana (bajo + 5) en edificios verdes tanto en fachada como en cubierta
- La introducción de jardines de lluvia, pavimentos permeables, swales y cubiertas verdes a desarrollar en proyecto.

En la actualidad la superficie de los espacios verdes urbanos, incluyendo la correspondiente a las islas del Parque Natural, asciende a 100.300 m2.
En la propuesta alcanzarían los 6.720.000 m2 sin incluir la superficie de cubiertas y edificios verdes ni el desarrollo de parquipiélagos.

Figura 90. Esquema de propuesta verde VGA

Figura 91. Plano de regeneración VGA

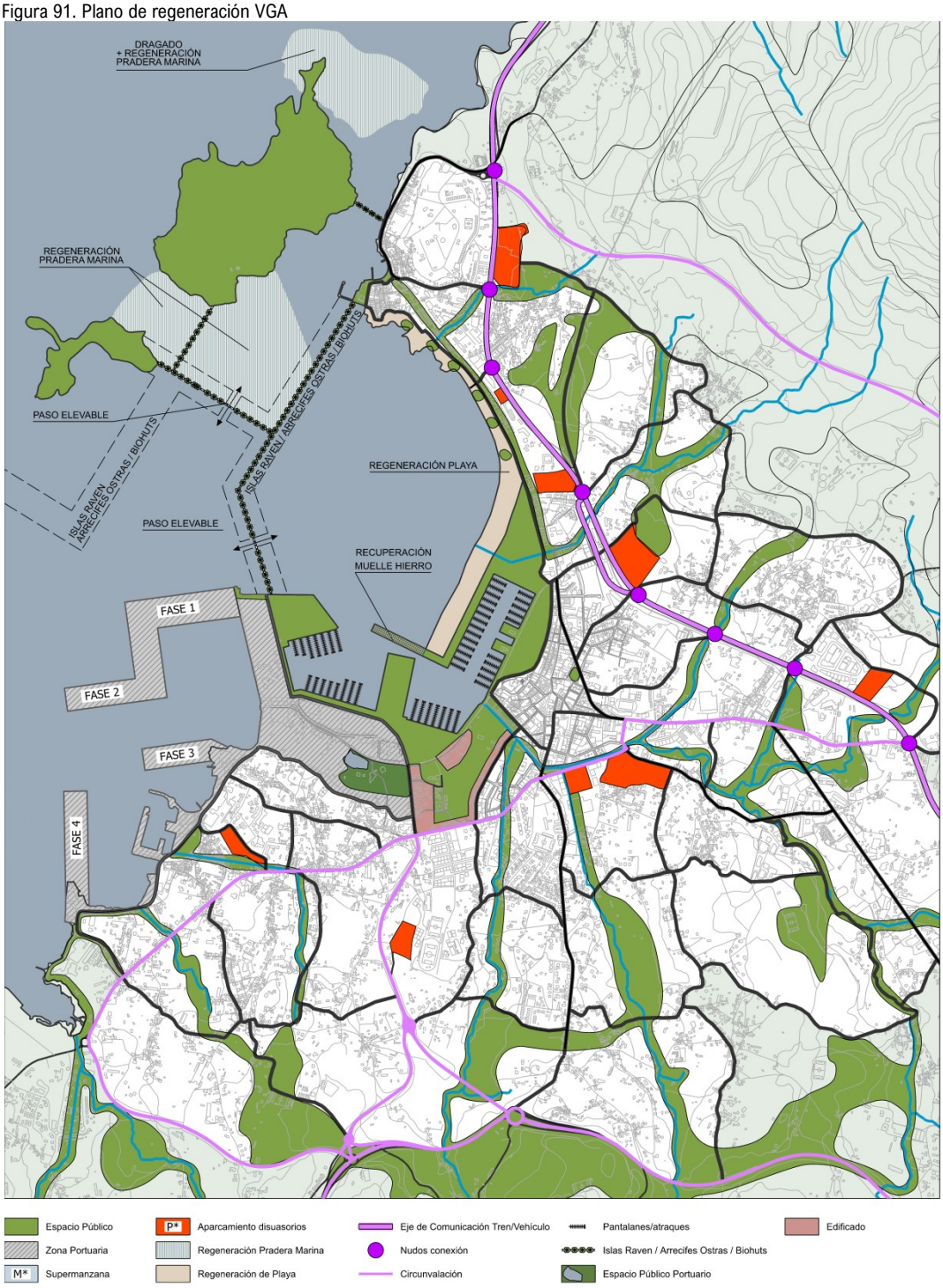
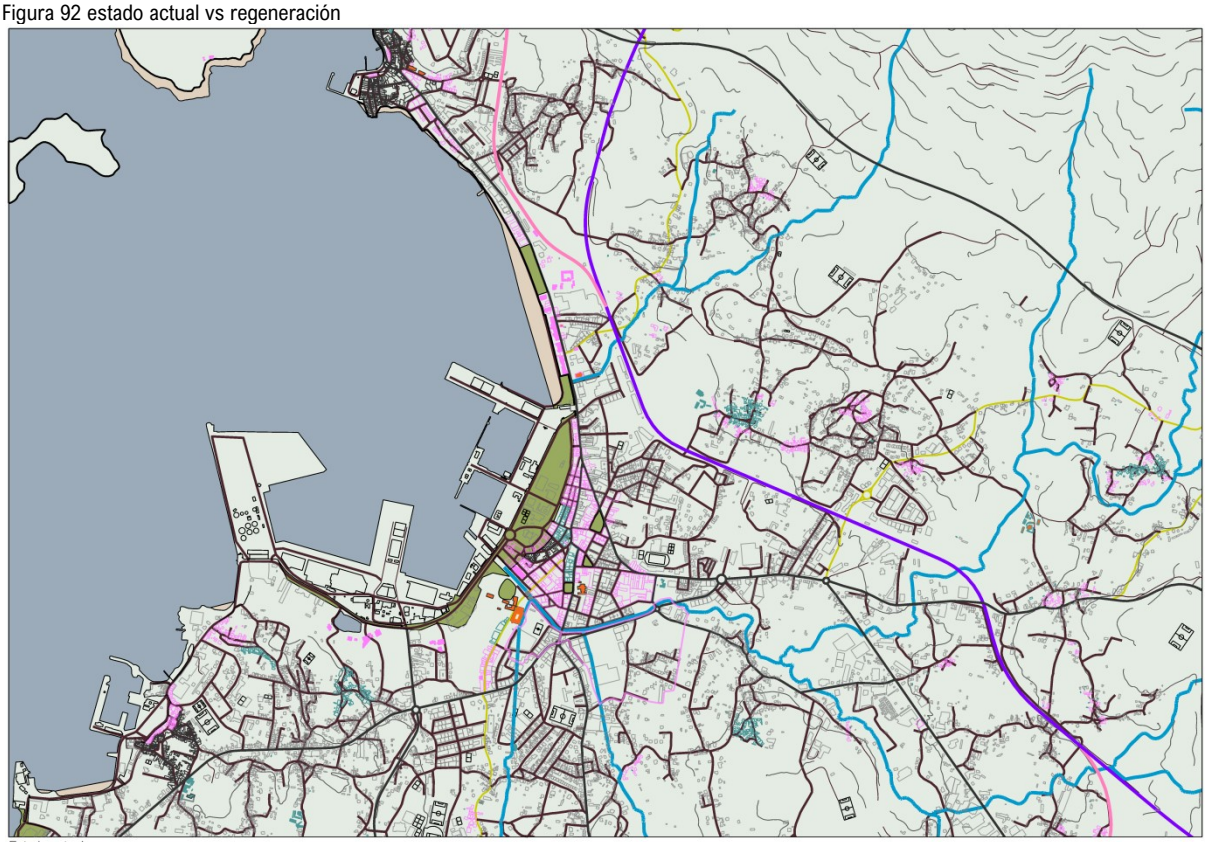
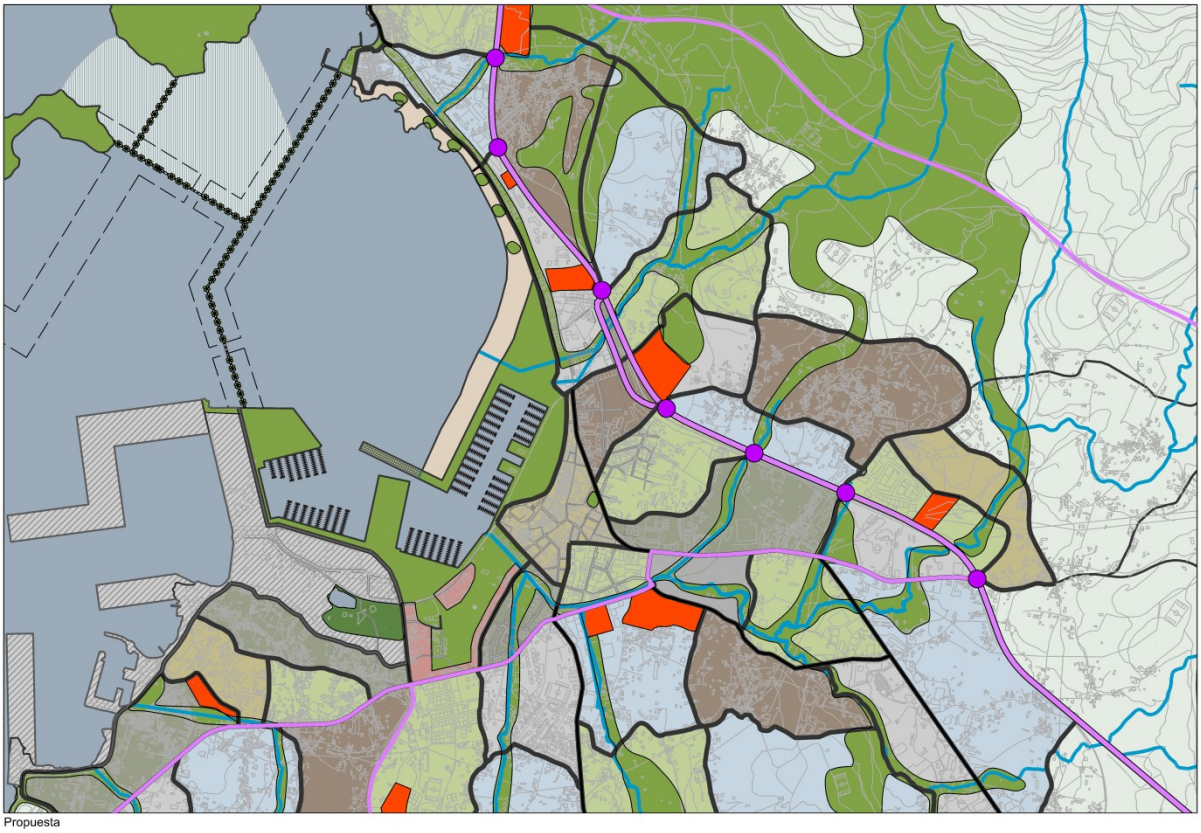


Figura 92 estado actual vs regeneración



Estado actual



Propuesta

6.2 Metabolismo urbano y tecnologías verdes y azules. IAB´s

Las ciudades no son meras estructuras físicas, sino complejos organismos que procesan alimentos, combustibles y materias primas vitales para la civilización. Estas concentraciones urbanas, al ser artificiales, acumulan recursos en cantidades mucho mayores de lo que la naturaleza puede proveer, generando a su vez grandes volúmenes de residuos y aguas residuales. La naturaleza, por tanto, no puede concentrar todos los recursos necesarios para la sostenibilidad urbana ni dispersar eficientemente los desechos producidos.

El metabolismo urbano describe el intercambio de materia, energía e información entre la ciudad y su entorno natural, permitiendo comprender las demandas de materias primas y su impacto en la biosfera. Las áreas urbanas concentran más energía por unidad de superficie que los ecosistemas naturales, lo que provoca desequilibrios ambientales significativos.

Para enfrentar estos desafíos, es crucial identificar nuevos indicadores del metabolismo urbano y desarrollar un urbanismo que gestione eficientemente estos flujos. El objetivo es transformar las ciudades de un metabolismo lineal a uno circular, emulando el ciclo natural donde los materiales se reciclan y reutilizan.

Existen varios regímenes metabólicos históricos:

- **Régimen preindustrial:** uso de recursos locales y renovables con baja eficiencia.
- **Régimen industrial:** explotación intensiva de recursos no renovables con alta producción de residuos.
- **Régimen postindustrial:** mayor eficiencia y enfoque en la sostenibilidad y reducción de residuos.

El cuarto régimen metabólico, más avanzado, se enfoca en:

- Máxima eficiencia en el uso de recursos (materiales, agua y energía).
- Mínima perturbación de los ecosistemas, reduciendo impactos ambientales.
- Integración regional, promoviendo la autosuficiencia y el uso de recursos renovables.
- Capacidades de generación, regeneración y reproducción urbanas.

El metabolismo urbano debe maximizar la eficiencia en los flujos de materiales, agua y energía, esencial para mantener el orden urbano y prevenir la contaminación, alineándose con el cuarto régimen metabólico. Dado que los ecosistemas urbanos y sus hábitats naturales son únicos, la estrategia metabólica debe integrarse en una matriz regional más amplia, conectada al ecosistema natural. En esta escala regional, los sistemas urbanos pueden desarrollar funciones de generación, regeneración y reproducción de manera efectiva, lo cual es clave para la autosuficiencia mediante el uso de recursos renovables.

En este contexto, las tecnologías verdes y azules son cruciales, integrando soluciones que promuevan la eficiencia energética, la autosuficiencia y la gestión del agua, además de la

adaptación al cambio climático. La planificación urbana sostenible debe adaptarse a un entorno tecnológico en constante evolución, especialmente en energías renovables. Muchos sistemas son polivalentes, permitiendo abarcar diferentes aspectos de la sostenibilidad urbana y ser clasificados en múltiples categorías. Se analizan técnicas y tecnologías de SUDS, tecnologías verdes y azules, y soluciones constructivas resilientes, reconociendo que algunos sistemas pueden cumplir varias funciones simultáneamente. Dado el rápido avance de materiales y tecnologías, la información debe actualizarse frecuentemente para reflejar las últimas innovaciones. Es útil considerar métodos de infraestructura dura, los cuales pueden ser necesarios en combinación con los IABs para garantizar la sostenibilidad y resiliencia a largo plazo. Esta combinación ofrece un enfoque más holístico y adaptable para la gestión del agua y la mitigación de inundaciones.

Diferenciación de Tecnologías:

- **Tecnologías Verdes:** imitan procesos naturales y promueven la sostenibilidad urbana a través de la gestión de recursos renovables y la bio-retención, utilizando vegetación y otros elementos naturales.
- **Tecnologías Azules:** se centran en la gestión de recursos hídricos, incluyendo sistemas de almacenamiento, tratamiento de agua, estanques de retención y técnicas de infiltración.
- **Ingeniería Dura:** comprende infraestructuras robustas y tecnológicamente avanzadas diseñadas para resistir impactos climáticos y gestionar recursos de manera eficiente, como edificios resilientes, estaciones de bombeo y sistemas de drenaje urbano.

Los SUDS son metodologías para gestionar aguas pluviales, diseñadas para mitigar el impacto del desarrollo urbano en los sistemas acuáticos naturales, mejorar la calidad del agua y reducir el volumen de vertidos durante lluvias intensas. Emulan procesos de drenaje natural al manejar el agua cerca del punto de captación, promoviendo una gestión sostenible. Estas soluciones reducen la escorrentía superficial, mejoran la calidad del agua, y aportan beneficios estéticos y de biodiversidad, integrándose armónicamente con el entorno urbano y natural.

Principios Fundamentales de los SUDS:

- **Minimización de la escorrentía superficial:** reduce la velocidad y cantidad de agua escurrida, evitando la sobrecarga de sistemas de drenaje.
- **Mejora de la calidad del agua:** filtra contaminantes a través de procesos naturales antes de que el agua retorne a los acuíferos o cursos de agua.
- **Promoción de la biodiversidad:** utiliza vegetación autóctona y crea entornos acuáticos que favorecen la fauna local.
- **Integración estética y social:** diseña espacios urbanos que mejoran la estética y promueven el bienestar comunitario.

Estas estrategias abordan el ciclo hidrológico completo, desde la precipitación hasta la infiltración y flujo hacia cuerpos de agua mayores, y refuerzan el compromiso con la

sostenibilidad y la resiliencia urbana. En VGA, como se ha analizado previamente, el riesgo de inundación es de particular importancia.

CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE METABOLISMO URBANO

Optimización energética y autosuficiencia
Propósito: reducir el consumo energético y aumentar la autosuficiencia a través de energías renovables y soluciones de eficiencia.
Incluye:

- **Eficiencia energética y recursos renovables:** sistemas de energía solar, eólica, y micro-redes urbanas.
- **Enfriamiento pasivo de edificios:** técnicas de diseño que minimizan la dependencia de sistemas de climatización.

Gestión integrada de recursos
Propósito: manejar el ciclo de recursos como agua y energía de manera integrada, minimizando residuos y maximizando la reutilización.
Incluye:

- **Gestión del ciclo híbrido:** sistemas que combinan la recolección de agua y medidas contra inundaciones locales a escala comunitaria como jardines de lluvia y pavimentos permeables.

Resiliencia a eventos climáticos
Propósito: fortalecer la infraestructura urbana contra los efectos adversos del cambio climático, como inundaciones y olas de calor.
Incluye:

- **Medidas contra inundaciones en edificación:** técnicas arquitectónicas y de ingeniería para proteger edificios.
- **Adaptación de infraestructura urbana:** modernización de sistemas de transporte, gestión de residuos y calles para resistir eventos climáticos extremos.

Regeneración y sostenibilidad urbana
Propósito: promover la regeneración de espacios urbanos y la sostenibilidad a largo plazo, integrando las ciudades en su entorno natural.
Incluye:

- **Medidas contra inundaciones locales:** tecnologías y soluciones que mejoran la gestión del agua a nivel de barrio o comunidad.
- **Adaptación de infraestructura urbana:** desarrollo de infraestructura que soporta la regeneración y la sostenibilidad.

1. Optimización energética y autosuficiencia

Tabla 67. Optimización energética

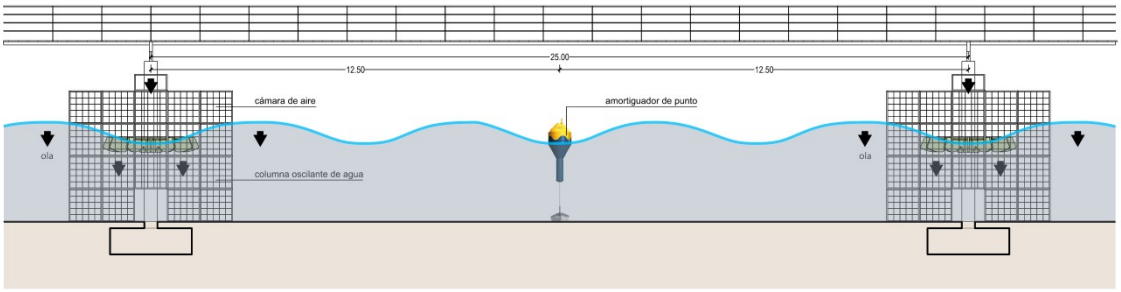
Metabolismo urbano y tecnologías verdes y azules. IAB´s OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA Y AUTOSUFICIENCIA				
	SOLUCIÓN	TIPOLOGÍA	USO	LUGAR
IABs	TEJADOS/CUBIERTAS FRESCOS	**REDUCCIÓN DEPENDENCIA**		EDIFICIO NUEVO + EXISTENTE >5 PLANTAS
	FACHADAS NATURALES			
	TEJADOS/CUBIERTAS NATURALES			EDIFICIO NUEVO + EXISTENTE >5 PLANTAS
	COMPORTAMIENTO TÉRMICO PASIVO			EDIFICIO NUEVO
	PAVIMENTOS QUE GENERAN ENERGÍA	**RECURSOS RENOVABLES**		DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	PAVIMENTOS DE ALTA TECNOLOGÍA			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	SISTEMAS DE ENERGÍA EÓLICA			
	SISTEMAS DE ENERGÍA GEOTÉRMICA			
	SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA			
	SISTEMAS DE ENERGÍA BIOMASA			
	ILUMINACIÓN PÚBLICA SOSTENIBLE			TODAS ACTUACIONES
	INFRAESTRUCTURA DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS			APARCAMIENTOS DISUASORIOS
Ing. DURA	WASTE-TO-ENERGY (WTE) PLANTS	**GENERACIÓN ENERGÍA**		DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	PLANTA DE COGENERACIÓN			
	WASTE-TO-ENERGY (WTE) PLANTS + PLANTA DE COGENERACIÓN			

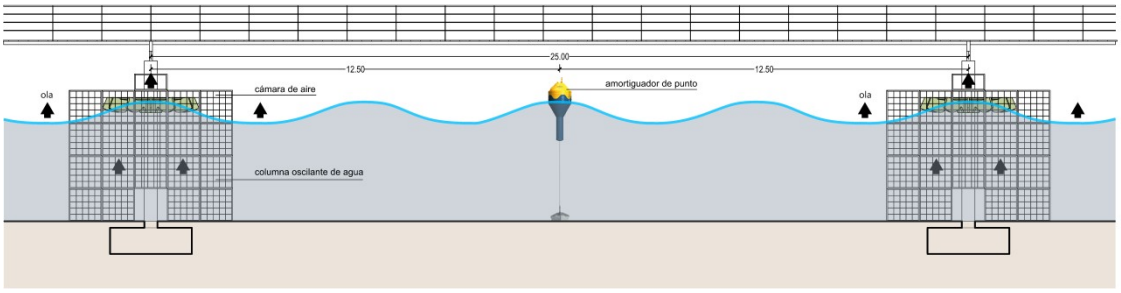
REDUCCIÓN DE LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA (Verde)

La propuesta para VGA se basa en dos pilares:

- **Waste-to-Energy (WtE) Plants + Planta de Cogeneración** situada en el ámbito portuario.
- **Energía undimotriz:**
  - **Columna de agua oscilante (OWC)** ubicada en el perímetro de cada pilar central de los arrecifes de ostras o biohuts que conforman el sendero marítimo que conecta con el Parque Natural
  - **Amortiguador de punto** situado en cada vano libre entre los arrecifes de ostras/ biohuts.

Figura 93. Energía Undimotriz barrera islas de ostras





2. Gestión integrada de recursos

Tabla 68. Gestión integrada de recursos

Metabolismo urbano y tecnologías verdes y azules. IAB´s

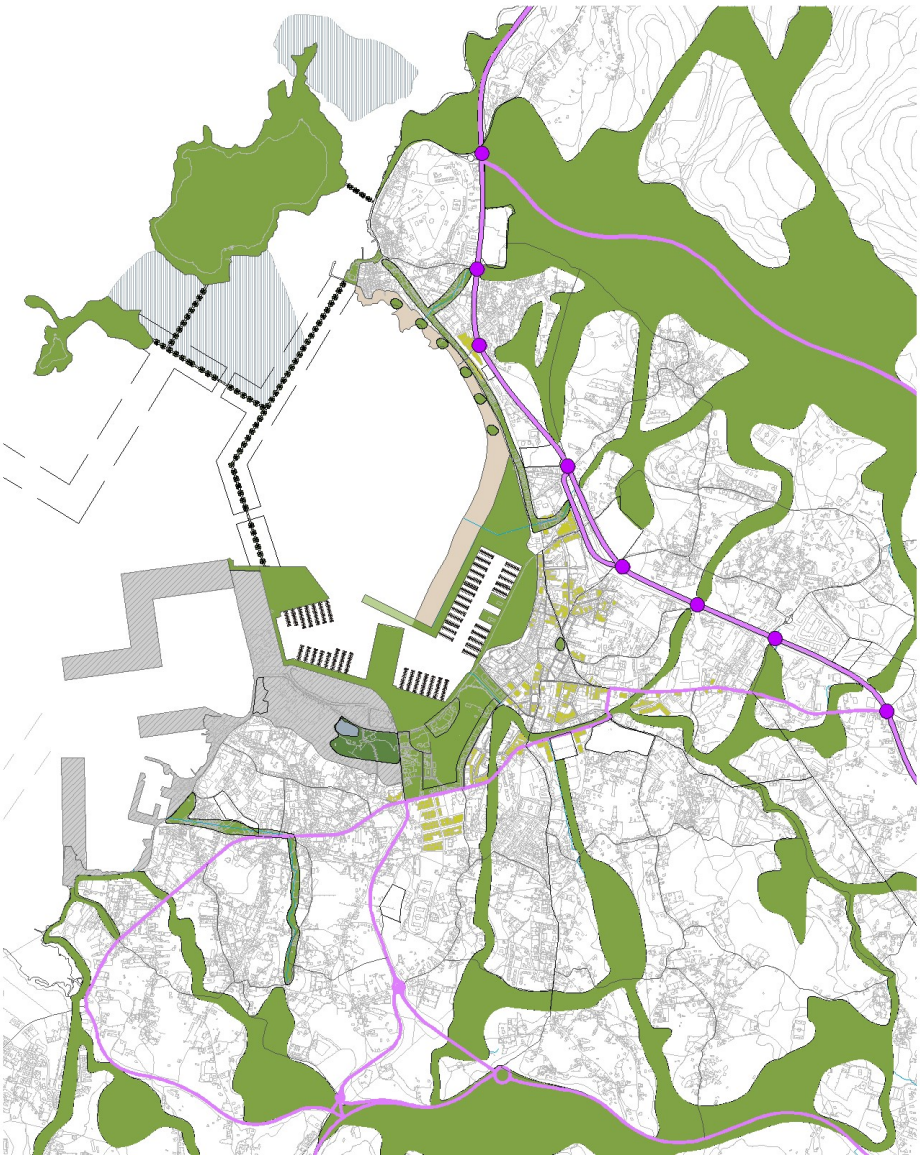
GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS

	SOLUCIÓN	TIPOLOGÍA	USO	LUGAR
IABs	JARDINES DE LLUVIA Y ZONAS BUFFER	**GESTIÓN CICLO HÍBRIDO**		DETERMINAR EN P. EJECUCIÓN
	PAVIMENTOS PERMEABLES CONTINUOS			TODAS ACTUACIONES
	PAV. MODULARES PERMEABLES			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	TECHOS VERDES Y AZULES			EDIFICIO NUEVO + EXISTENTE >5 PLANTAS
	HUMEDALES CONSTRUIDOS			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	INFRAESTRUCTURA VERDE VERTICAL Y MUROS VERDES			
	FACHADAS VERDES			EDIFICIO NUEVO + EXISTENTE >5 PLANTAS
	COLUMNAS VERDES			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	JARDINES VERTICALES MODULARES			
	PÉRGOLAS Y ARCOS VERDES			
	ZANJAS Y CANALES DE INFILTRACIÓN			VIALES INTERIORES DE SUPERMANZANAS
	SWALES			
	ZANJAS DE BIO-RETENCIÓN (SWALES MEJORADOS)			
	JARDINES DE BIO-RETENCIÓN ESTÁNDAR Y AVANZADA			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	BIOCHAR Y ZEOLITAS			
	ISLAS DE BIO-RETENCIÓN AVANZADA			
	PRIMER FLUSHING	**SISTEMAS DE CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE AGUA**		TODAS ACTUACIONES
	ESTANQUES Y LAGOS ARTIFICIALES			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
Ing. DURA	DEPÓSITOS SUBTERRÁNEOS			
	TANQUES FLEXIBLES O DE BLADDER			
	SISTEMAS MODULARES DE ALMACENAMIENTO			
	TANQUES HIDRONEUMÁTICOS			
IABs	ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO DECORATIVOS			
	FILTROS DE ARENA / CARBÓN ACTIVADO	**FILTRACIÓN INOVADORA**		
	MEMBRANAS DE NANOFILTRACIÓN Y ÓSMOSIS INVERSA			
	FILTROS DE BIOCHAR Y ZEOLITAS			
Ing. DURA	FILTROS FIBRA DE VIDRIO Y RESINAS			
	NANOMATERIALES			
IABs	FILTROS DE VIDRIO RECICLADO			
	FILTROS VEGETADOS			

GESTIÓN DEL CICLO HÍBRIDO. TÉCNICAS DE SUDS. (Azul y Verde)

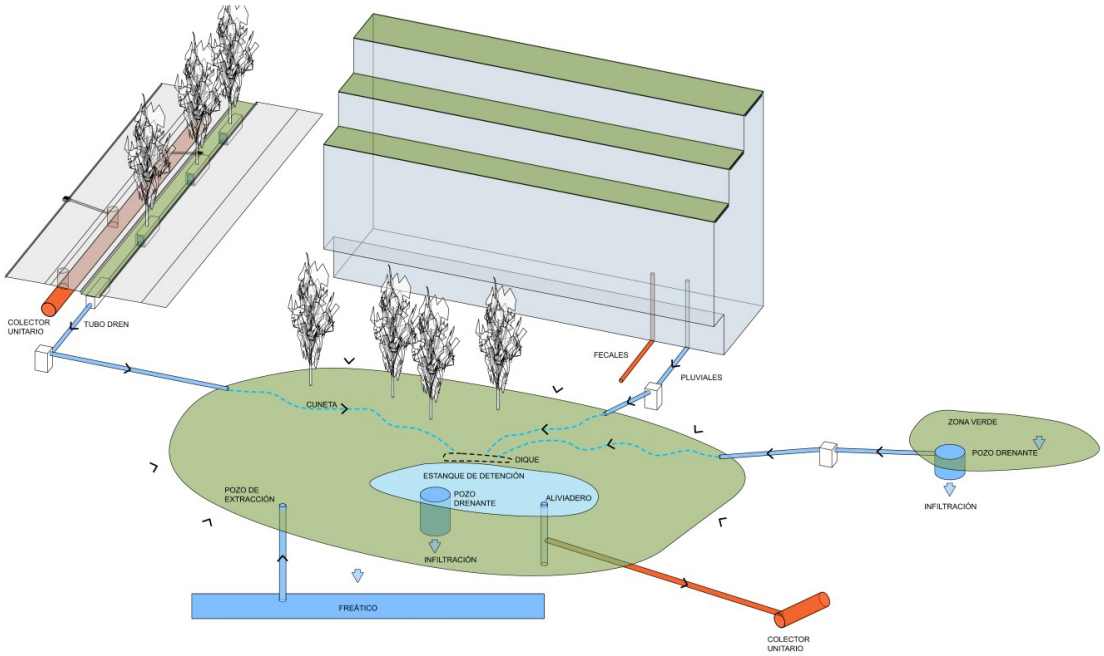
El diseño característico de las edificaciones en altura en VGA es de Bajo + 5 plantas. Sin embargo, durante la época del desarrollismo a finales de los años 70 y principios de los 80, se construyeron edificios de mayor altura, alcanzando hasta Bajo + 12 plantas, lo que resulta morfológicamente disruptivo en relación a la escala humana. Además, las construcciones de esa época carecían del aislamiento térmico adecuado para la optimización energética y el confort humano. Actualmente se están implementando mejoras en la envolvente de los edificios, mediante sistemas de fachada ventilada en diversos acabados.
La propuesta para VGA es la reconversión de los edificios que superen las 5 plantas en "edificios árbol," con al menos el 50% de la fachada cubierta por vegetación y con cubiertas verdes o azules. Esta transformación amortiguaría el impacto volumétrico y morfológico de las edificaciones, mejoraría su eficiencia energética y aportaría beneficios ecosistémicos.

Figura 94. IAV resiliencia VGA



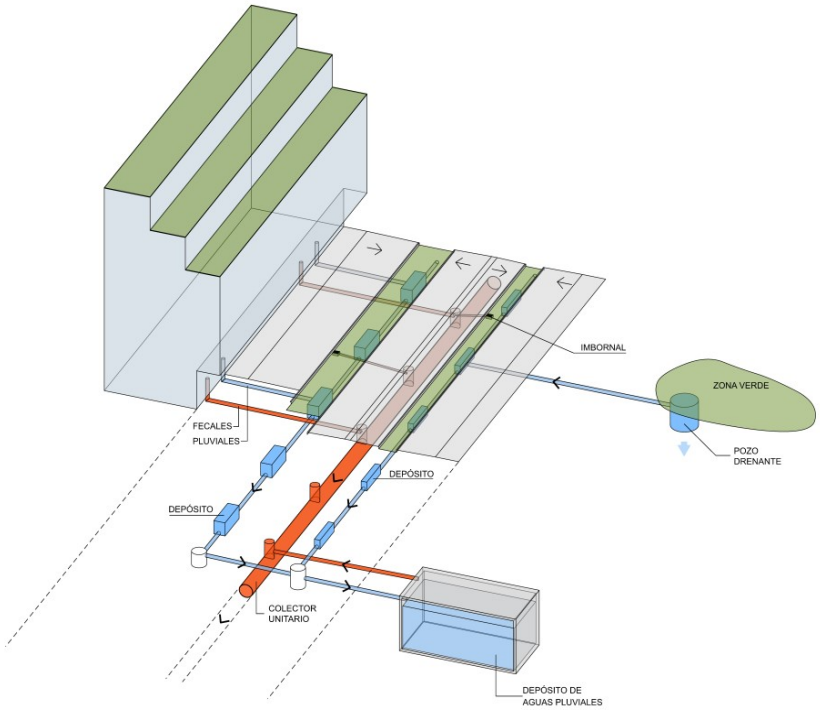
Ello suma a la infraestructura IAV propuesta un grupo considerable de edificación existente, marcado en el plano con color verde claro, que si conforman una red por su proximidad.
Gráficamente el esquema de gestión del ciclo hídrico propuesto para funcionamiento urbano de VGA es:

Figura 95. Propuesta esquema ciclo hídrico VGA



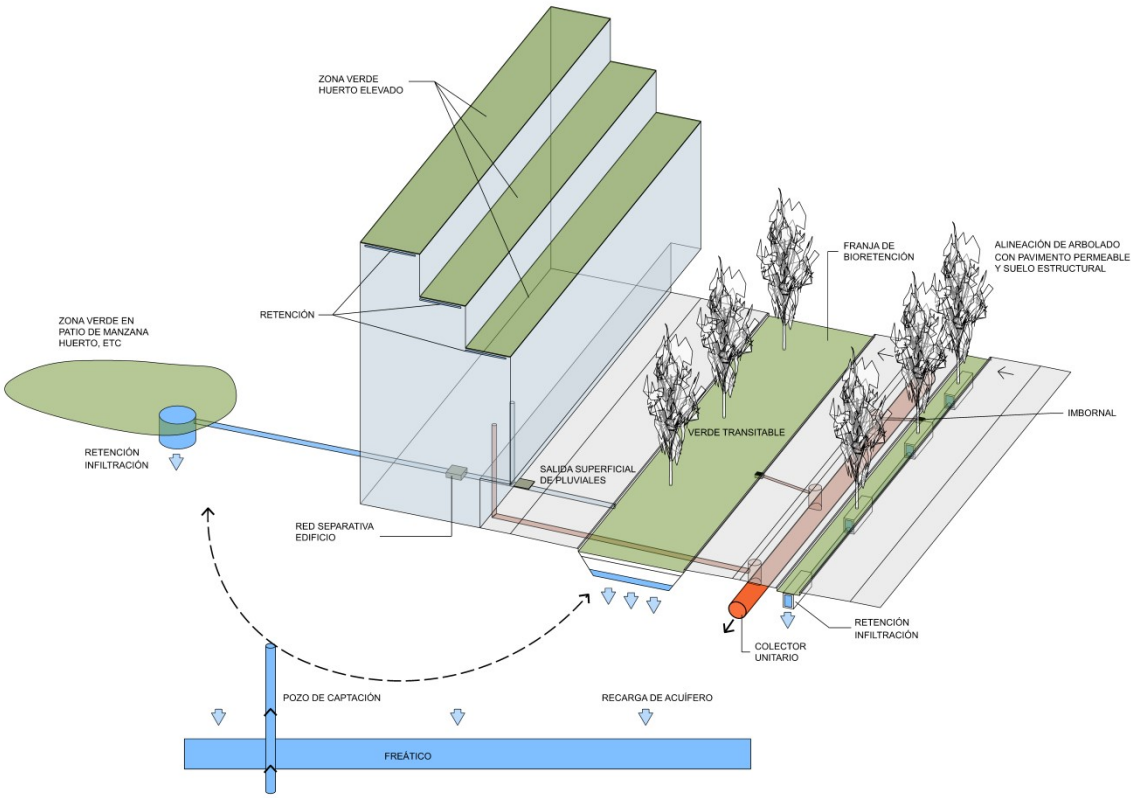
Gráficamente el esquema de gestión del ciclo hídrico para las supermanzanas de VGA es:

Figura 96. Propuesta VGA ciclo hídrico supermanzana



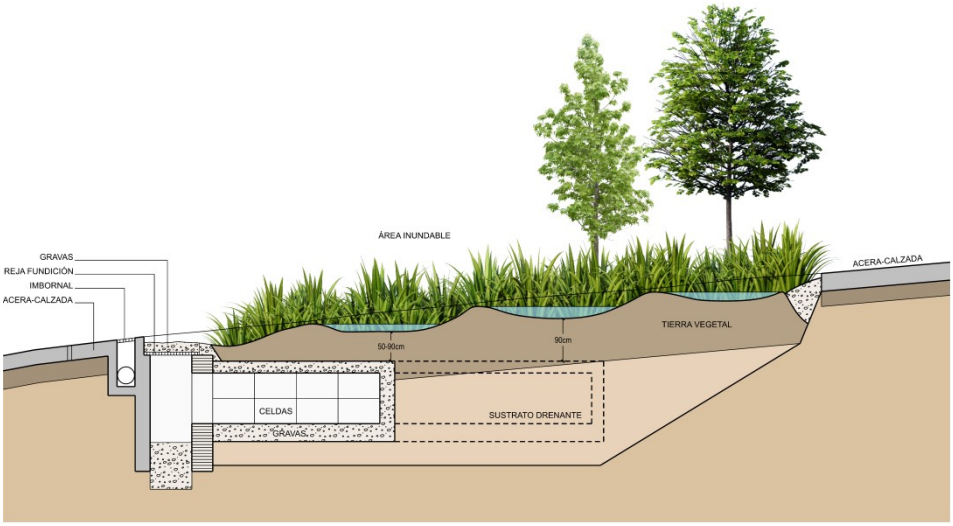
La gestión sostenible de la escorrentía urbana busca absorber y reutilizar el agua de lluvia de manera eficiente, sin generar costos energéticos adicionales y con un mantenimiento mínimo. Históricamente, las ciudades han manejado las aguas pluviales mediante el uso de espacio público como cauce abierto, colectores y aljibes. Esta pauta es la que se propone utilizando un esquema de escorrentía, filtrado, conducción y almacenamiento en aljibes o medios naturales.
El filtrado es esencial para limpiar el agua de contaminantes antes de su almacenamiento o liberación, utilizando zonas ajardinadas, cubiertas vegetadas y pavimentos permeables. Los aljibes pueden ser estructuras construidas o aprovechar el freático natural como un aljibe subterráneo.
Las zonas ajardinadas urbanas y las cubiertas vegetadas desempeñan un papel crucial en la gestión del ciclo del agua, actuando como áreas inundables, sumideros, filtros y decantadores, entre otras funciones. Esta función esencial impulsa la expansión de las áreas verdes más allá de los parques y plazas, integrándose en el resto del espacio urbano, especialmente en las calles.
Basado fundamentalmente en el funcionamiento de swales de biorretención que se convierten en el eje articulador del ciclo hídrico, como captadores de aguas de cubiertas y pavimentos de calles, y devolviendo el agua al ciclo reutilizador:

Figura 97. Esquema ciclo hídrico con Swales retención



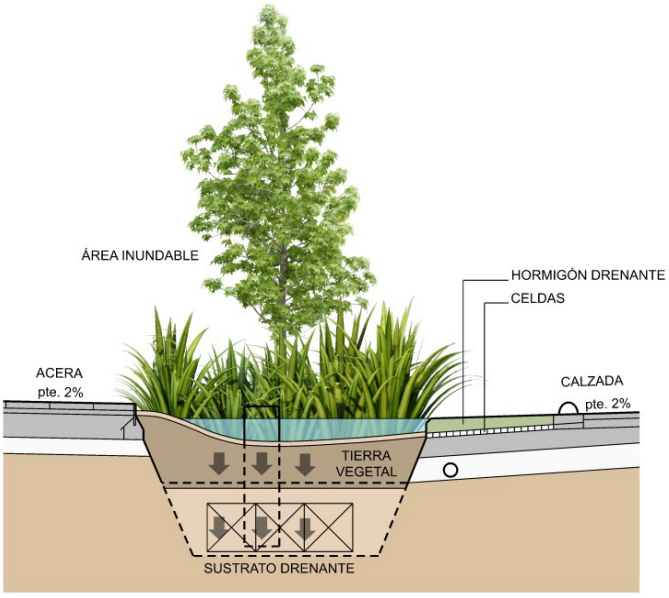
Su esquema básico y adaptable de implantación es

Figura 98. Detalle Swal de retención VGA



Que en áreas inundables se transforma en:

Figura 99 Detalle swal áreas inundables



DETALLE SWAL ZONA INUNDABLE

El desarrollo proyectual debe integrar estas funciones en el entorno urbano, utilizando depresiones en áreas vegetadas para retener temporalmente el agua, permitiendo su filtrado y almacenamiento sin afectar el uso del espacio público. Estos sistemas, que incluyen pavimentos permeables y áreas de biorretención, mejoran la calidad de vida del arbolado y gestionan las aguas de escorrentía de manera eficiente.

Además, se construyen pozos de captación para utilizar las aguas freáticas en el riego de áreas verdes, cerrando así el ciclo del agua en el propio lugar.

La propuesta se facilita en terrenos con topografía plana, como el área central y litoral de VGA, y suelos permeables, minimizando la necesidad de infraestructura subterránea.

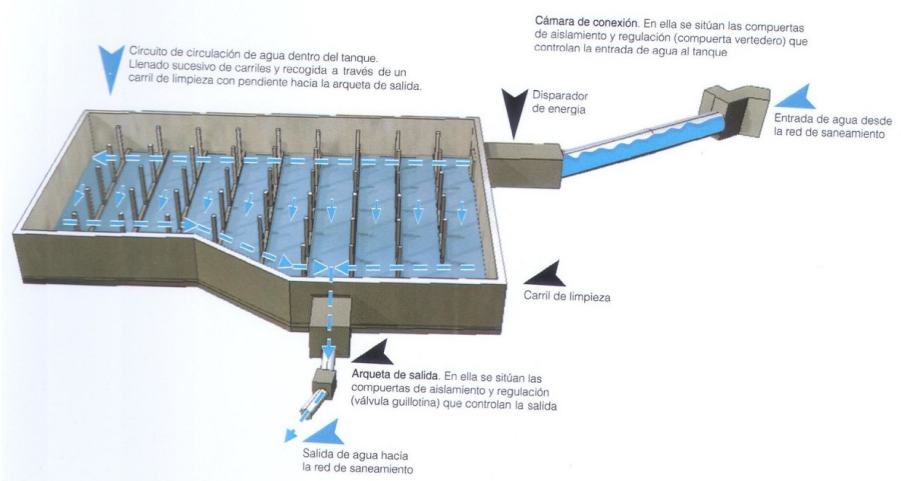
3. Resiliencia a eventos climáticos

Tabla 69. Resiliencia eventos climáticos

Metabolismo urbano y tecnologías verdes y azules. IAB´s RESILIENCIA EVENTOS CLIMÁTICOS				
	SOLUCIÓN	TIPOLOGÍA	USO	LUGAR
Ing. DURA	ELEVACIÓN DE ESTRUCTURAS Y CARRETERAS	**ADAPTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA URBANA**		ARPSIS
	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES RESILIENTES AL CLIMA			NUJEVAS CONSTRUCCIONES
	ADAPTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE PARA RESISTENCIA AL AGUA			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO PARA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA			
IABs	RESERVORIOS / CUENCAS DETENCIÓN	**MEDIDAS CONTRA INUNDACIONES LOCALES**		
Ing. DURA	TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO			
	ESTACIONES DE BOMBEO			
	ESTANQUES RETENCIÓN / TANQUES TORMENTA			
	REUBICACIÓN DE EDIFICIOS	**SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS RESILIENTES**	NO	
	VIVIENDA ELEVADA			ARPSIS
	VIVIENDA FLOTANTE		NO	
	VIVIENDA ANFIBIA		NO	
	IMPERMEABILIZACIÓN HÚMEDA			DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	IMPERMEABILIZACIÓN SECA			

ADAPTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA URBANA (Ingeniería Dura): En VGA se están construyendo actualmente dos tanques de tormenta próximos a la desembocadura del río Con. El primero en las proximidades de Fexdega y el segundo prácticamente en la desembocadura.

Figura 100. Detalle tanque de tormentas



Para optimizar el resultado la salida de agua debiera volver al ciclo hídrico de reutilización urbana, bien vía uso de jardinería/ espacio público y red de inodoros (sin depurar), o vía depuración y a red de consumo.

4. Regeneración y sostenibilidad urbana. Innovación en materiales y tecnologías verdes (verde y azul):

Tabla 70. Regeneración y sostenibilidad urbana

Metabolismo urbano y tecnologías verdes y azules. IAB´s

REGENERACIÓN Y SOSTENIBILIDAD URBANA

	SOLUCIÓN	TIPOLOGÍA	USO	LUGAR
IABs	NUEVOS MATERIALES ABSORBENTES Y FILTRANTES	**GESTIÓN DE AGUA**		DETERMINAR EN PROYECTO EJECUCIÓN
	INNOVACIONES EN RECUBRIMIENTOS Y BARRERAS PERMEABLES			
	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES Y DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL	**REGENERACIÓN Y SOSTENIBILIDAD**		
	TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA INTEGRADA			

6.3 Participación comunitaria

La participación comunitaria es esencial en las estrategias de regeneración del hábitat natural y la adaptación del ecosistema y metabolismo urbano al cambio climático por varias razones clave:

1. **Conciencia y educación:** involucrar a la comunidad aumenta la comprensión sobre la importancia de gestionar el medio ambiente de manera sostenible, promoviendo prácticas que mitiguen los efectos del cambio climático y conserven los recursos naturales.

Causa: sin participación, es imposible reducir las emisiones de GEI.

2. Capacitación y empoderamiento: a través de la educación y la formación, los ciudadanos se capacitan para implementar y mantener soluciones sostenibles, convirtiéndose en actores activos en la resiliencia y sostenibilidad urbana.

Causa: la falta de formación y participación impide adoptar medidas eficaces.

3. **Mejora del tejido social:** la participación comunitaria fortalece la cohesión social, promoviendo la colaboración y el sentido de pertenencia, lo que facilita la implementación de proyectos ambientales.

Causa: sin sentido de comunidad, no se pueden coordinar acciones efectivas.

4. **Adaptación cultural y local**: involucrar a la comunidad asegura que las estrategias sean culturalmente relevantes y adaptadas a las necesidades y tradiciones locales, aumentando su aceptación y eficacia.

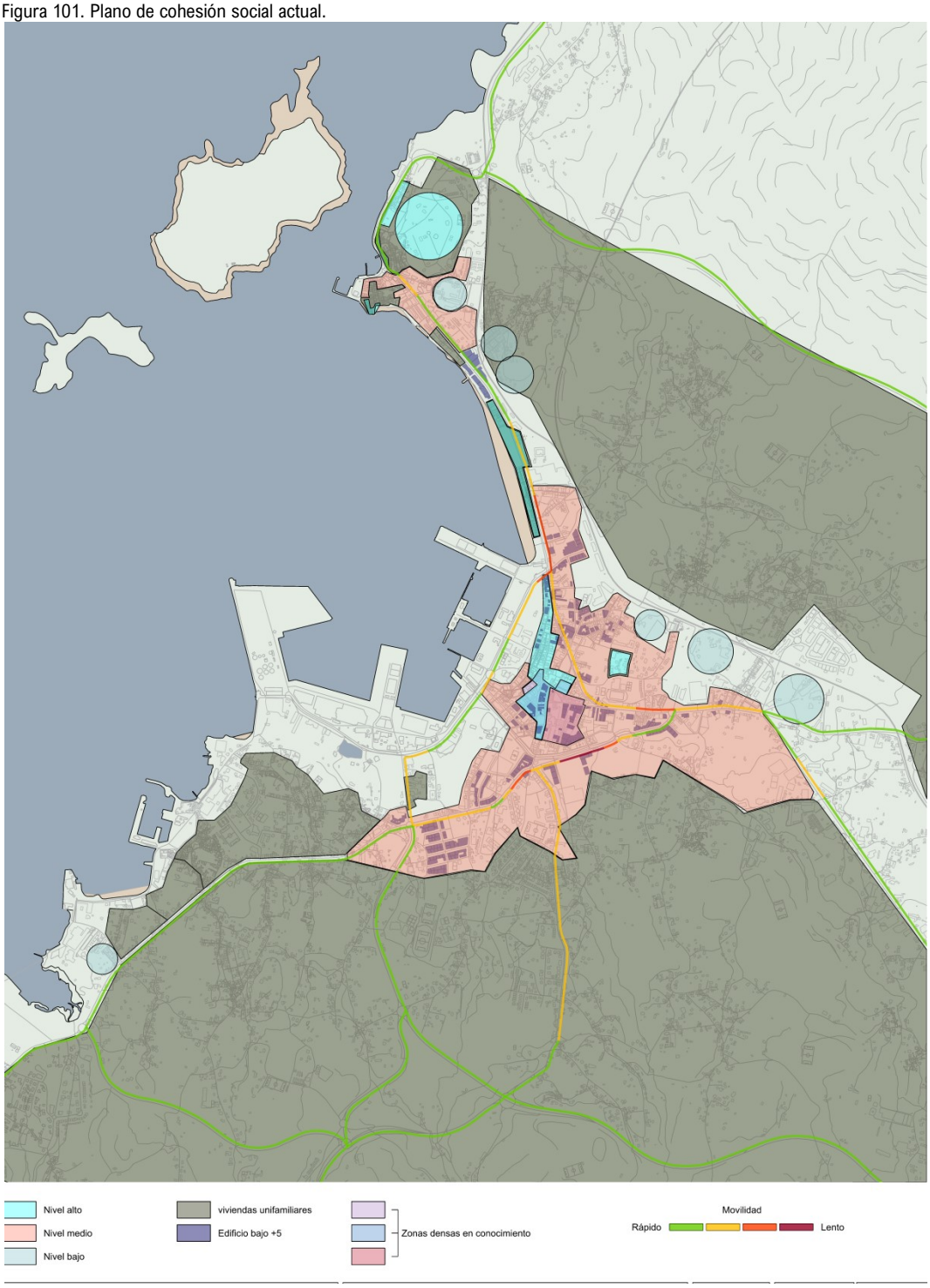
Causa: sin relevancia cultural, las estrategias serán rechazadas.

5. **Sostenibilidad a largo plazo:** la participación activa de los ciudadanos en proyectos de regeneración y adaptación garantiza el mantenimiento y éxito continuado de estas iniciativas, creando un entorno urbano más resiliente y sostenible.

Causa: sin involucramiento continuo, las iniciativas fracasan.

En el mapeo de la cohesión social actual se denota una clara estratificación:

Figura 101. Plano de cohesión social actual.



A partir de lo cual se pueden plantear las siguientes ESTRATEGIAS ASOCIADAS:

Conciencia y educación

Educación formal e informal

- Integración curricular: incluir contenidos sobre regeneración del hábitat y adaptación al cambio climático en programas escolares de primaria y secundaria en todos los colegios e institutos con un programa conjunto y colaborativo.
- Materiales didácticos:
  - usar materiales interactivos que divulguen el comportamiento del hábitat
  - enseñar el manejo y control de los medios de evaluación medioambiental y energética de manera que se induzca la gestión ciudadana través de sistemas inteligentes
  - organizar excursiones a proyectos ecológicos que fomenten el conocimiento del hábitat natural y su aprovechamiento lúdico. Por ejemplo al simulador de lluvia o al simulador de inundaciones urbanas del Centro de Innovación Tecnolóxica en Edificación i Enxeñeria Civil (CITEEC) de A Coruña.
- Proyectos estudiantiles: fomentar proyectos que impliquen planificación y ejecución de iniciativas resilientes.
- Crear vínculos colaborativos entre Universidades vinculadas al Medioambiente, al Urbanismo, a la Oceanografía con el medio estudiantil participando activamente en la comprensión y mejora de proyectos.

Campañas de sensibilización pública

- Medios de comunicación: difundir información sobre regeneración y adaptación a través de campañas publicitarias y redes sociales. Establecer una comunicación mensual sobre los resultados de las evaluaciones medioambientales, su evolución y las causas asociadas.
- Eventos comunitarios: organizar eventos informativos y lúdicos que motiven la acción colectiva. Deben diseminarse por las distintas supermanzanas de manera sistemática llegando a todos los ciudadanos con información de proximidad.
- Beneficios para la salud: concienciar sobre los beneficios para la salud de un entorno natural y resiliente. Realizar simulaciones de ejercicios físicos con máscaras que posibiliten alta calidad del aire y menor calidad del aire.
- Calidad de vida: promover la comprensión de cómo la regeneración del hábitat y la adaptación al cambio climático mejoran la calidad de vida. Por ejemplo promover un espacio donde verificar la diferencia entre isla de calor e isla “resiliente”.

Educación cívica

- Participación informada: promover la educación cívica sobre los derechos y responsabilidades ciudadanas y la participación informada en procesos democráticos.
- Talleres y programas conjuntos: involucrar a jóvenes, adultos y mayores en la gestión resiliente de recursos. Por ejemplo paseos conjuntos por infraestructura IAV, visitas a espacios de agrópolis o huertos urbanos o promoción de campañas de limpieza de cauces y riberas.

Capacitación y empoderamiento

a. Talleres y capacitaciones:

- Capacitación práctica: ofrecer talleres para ciudadanos y profesionales sobre la implementación y mantenimiento de soluciones resilientes. Al menos en alguno deben compartir experiencia profesionales y ciudadanía para mejorar la comprensión mutua entre ambos mundos de la visión urbana.
- Restauración de ecosistemas: incluir formación en infraestructuras verdes y diseño de espacios urbanos resilientes.

b. Iniciativas de infraestructura verde participativa: implicar a los residentes en todas las etapas del proceso de planificación e implementación.

c. Foros de consulta comunitaria: proporcionar un espacio donde los miembros de la comunidad puedan expresar sus opiniones y contribuir a la toma de decisiones.

d. Consejos de sostenibilidad: crear consejos o comités de sostenibilidad con representación intergeneracional, de los sectores económicos, y de técnicos especializados en materias energéticas, medioambientales y urbanísticas.

e. Plataformas de participación: establecer plataformas y mecanismos que permitan a los ciudadanos participar en la toma de decisiones urbanas, tanto con administración como con proyectistas, de modo que los proyectos sean consensuados.

f. Presupuesto participativo: permitir que los ciudadanos decidan directamente sobre el uso de una parte del presupuesto municipal.

g. Participación de actores locales: colaborar con líderes comunitarios, representantes de las actividades económicas, ONGs y grupos locales.

h. Producción local de alimentos:
    - Fomentar la producción y consumo de alimentos ecológicos y locales, reduciendo la huella de carbono y apoyando la economía local.
    - Crear vía / mercado de venta directa productor local ecológico con ciudadano.
    - Inducir la renovación generacional mediante ayudas y valoración del sector.
    - Subvencionar iniciativas innovadoras de producción.
    - Obligar a alimentación ecológica y de proximidad en colegios e institutos.
    - Desarrollar visitas guiadas y granja/ escuela que interaccionen entre productores y escolares

i. Crear la plataforma del mar (marineros, acuicultores, mariscadores, depuradores de marisco, rederos, conserveros, carpinteros de ría...) como entidad de reconocimiento social y representatividad conjunta del patrimonio cultural y socioeconómico.

j. Programas de voluntariado y stewardship: capacitar voluntarios para mantener y monitorear proyectos de manejo de aguas pluviales y energías renovables.

Mejora del tejido social

a. Cohesión comunitaria:
- Proyectos comunitarios: fortalecer el tejido social a través de proyectos que involucren a diversos actores locales.
- Diseño de espacios verdes inclusivos: accesibles y atractivos para todas las edades.
- Eventos y actividades en espacios verdes: eventos comunitarios fomento interacción y disfrute compartido del entorno.

b. Espacios públicos flexibles: diseñar espacios públicos adaptables a diferentes usos.
c. Relaciones intergeneracionales: transferencia de conocimientos y prácticas sostenibles.
d. Voluntariado intergeneracional: fortalecer los lazos comunitarios y promover la colaboración entre generaciones. Los espacios verdes regenerativos y los de hiperconectividad representan la posibilidad de esa interconexión por la simbiosis en conocimientos.
e. Atención a los marginados: considerar primero a los más vulnerables en la planificación.
f. Programas de apoyo comunitario: crear programas de apoyo para comunidades vulnerables que faciliten su acceso a servicios básicos, educación y empleo.
g. Políticas de inclusión social que promuevan la igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos, independientemente de su origen, género, edad o situación socioeconómica. Es especialmente importante la vinculación con Venezuela y sus retornados.
h. Planificación equitativa: asegurar una distribución equitativa de infraestructuras y servicios urbanos en cada supermanzana.
i. Evaluación de necesidades: realizar evaluaciones periódicas de las necesidades de diferentes comunidades para ajustar la distribución de recursos y servicios de manera justa.
j. Desarrollar por cada supermanzana:
    - incubadora y aceleradora para fomentar la creación de empleo y el crecimiento económico.
    - centro coworking de pequeños y jóvenes emprendedores.
    - espacio tecnológico de hiperconectividad.
    - portal único de superconexión ciudadana:
    - empleo
    - tramitación administraciones: nacional, autonómica, local y en cada departamento (sanidad, urbanístico, energético, seguridad, educación y cultura, deportes,..)
    - acceso documentación digitalizada: cultural y administrativo / registral
    - gestión de ayudas y subvenciones
    - gestión de transportes
    - ayudas tercera edad y juventud
    - tramitaciones de extranjería y nacionalización
    - registro descentralizado de transacciones energéticas
    - contratos inteligentes para la gestión energética
    - trazabilidad y transparencia
    - facilitación del comercio de energía Peer-to-Peer (P2P)
    - incentivos y pagos automáticos
    - optimización y eficiencia energética

Adaptación cultural y local

- Integración cultural y social: asegurar que las estrategias respeten y reflejen las tradiciones y necesidades locales.
- Actividades comunitarias: promover actividades y eventos culturales en espacios públicos, descentralizando su ubicación y llevándolos a distintas supermanzanas.
- Protección de paisajes culturales: mantener y recuperar paisajes con valor cultural significativo debido a su historia, arquitectura, prácticas agrícolas tradicionales o biodiversidad asociada:

– singularmente poner en valor la tradición marinera y la cultura del vino asociada al albariño.
– fomento y adecuación urbana de los puertos de Carril y Vilaxoán como espacios urbanos de valor.
– potenciación de la vía marítima del Camino de Santiago: Cortegada y Vilagarcía son la entrada al rio Ulla y entronque del camino marítimo y fluvial.
– ruta de las camelias, ya vinculada al Pazo de Rubiáns, y con capacidad expansiva en el valle.
– recuperar como hito histórico Cortegada y la posibilidad de centro de descanso estival de la realeza.
– potenciar la vinculación cultural con Inglaterra y la tradición de la náutica.
– fomentar el conocimiento y la integración dentro de las supermanzanas la herencia cultural constructiva indiana y de las casa modernistas del inicio del siglo XX.
– fomento de los senderos y vías verdes y azules integrados en infraestructura IAV
– potenciación de la “Cultura del millo”.

Sostenibilidad a largo plazo

a. Monitorización y evaluación:
- Sistemas de seguimiento: implementar sistemas para medir el impacto y la eficacia de las iniciativas con conexión digital con la ciudadanía.
- Utiliza sensores IoT para monitorizar el tráfico, la calidad del aire y el consumo de energía.
- edificios interconectados y equipados con sistemas de gestión inteligente que optimicen el uso de recursos.
- Políticas e incentivos: crear políticas que promuevan la adopción de prácticas resilientes, vinculando eficiencia o emisión de CO2 y coste de impuestos.

b. Economía circular: implementar prácticas para reducir residuos y maximizar el uso de recursos.
- Fomento de la agricultura periférica delimitando ámbitos protegidos y potenciados.
- Subvenciones a desarrollos agrícolas innovadores
- Fomento de agroforestación autóctona vinculada a subvenciones y penalizaciones.

c. Reducción de costes energéticos: educar sobre cómo las prácticas resilientes pueden reducir costos de energía y mejorar la eficiencia.

d. Conservación de ecosistemas y producción de alimentos: mantener ecosistemas y producción de alimentos en contextos urbanos. Cubiertas y fachadas vegetales como elemento obligatorio para aquellos edificios que superen la media municipal: bajo + 5. Huertos urbanos delimitados por norma por supermanzana. Políticas de subvención en costes de reconversión.

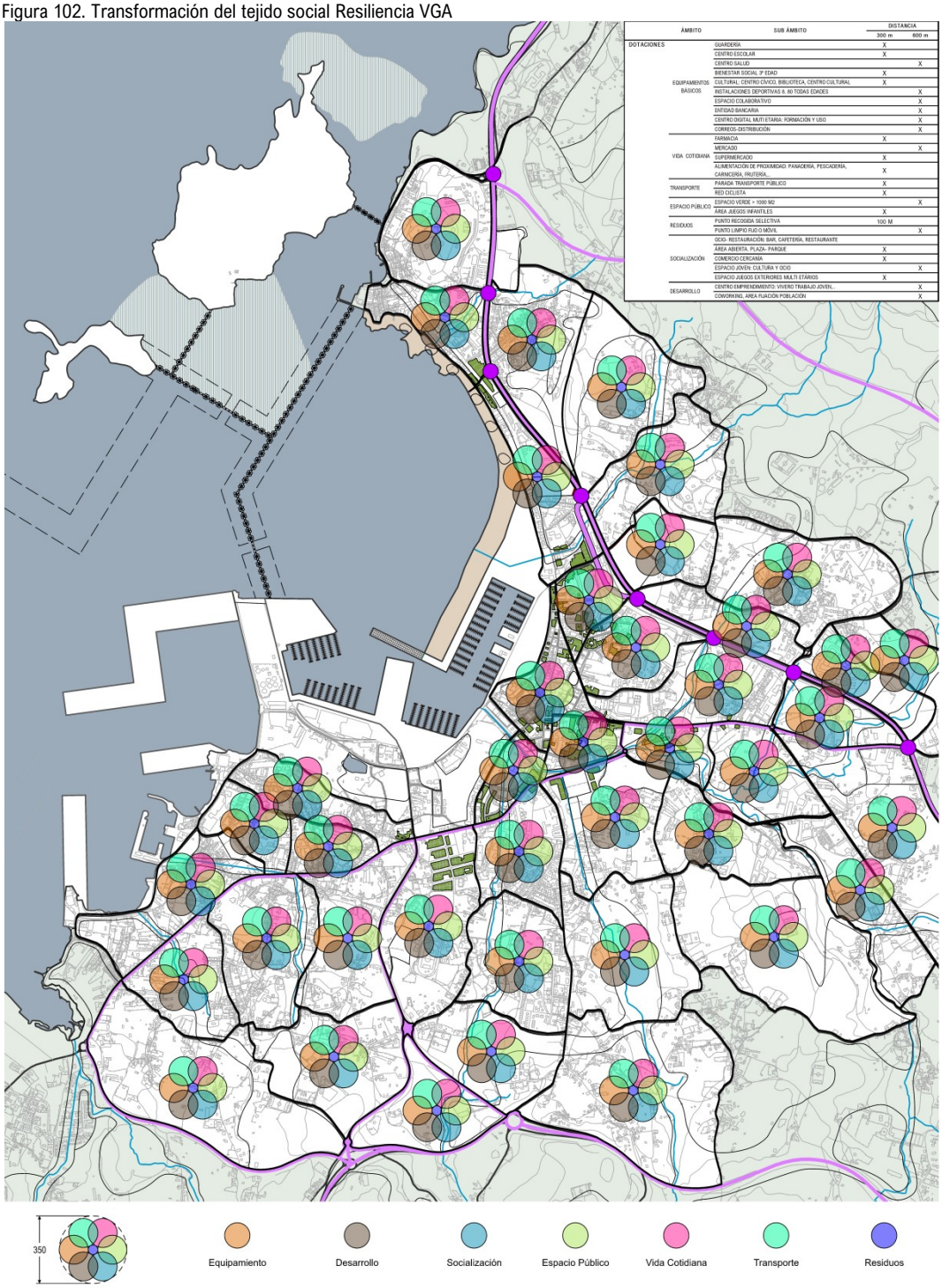
e. Preservación y expansión de espacios verdes: esencial para el bienestar urbano y la sostenibilidad.

f. Reutilización de estructuras y edificación: adaptar y reutilizar existentes para minimizar el consumo de recursos. Facilitar y fomentar en casos patrimoniales la reutilización adaptativa.

g. Limitar por cada supermanzana para evitar gentrificación o turistificación:
   - el número de viviendas de uso turístico.
   - el número de hoteles.
   - el número de locales de restauración y de ocio nocturno.

La implantación de supermanzanas transforma el tejido social y aporta cohesión.

Figura 102. Transformación del tejido social Resiliencia VGA



CAPÍTULO VII. SISTEMATIZACIÓN: MODELO RESILIENCIA VGA

Se aborda la sistematización del modelo de resiliencia urbana a través de un enfoque interdisciplinario que integra movilidad y espacio público, medioambiente y economía circular, y resiliencia y gestión.

La visión del urbanismo regenerativo de Salvador Rueda (2012) aporta un marco innovador, destacando la importancia de reorganizar las ciudades en supermanzanas para optimizar el uso del espacio público, reducir la movilidad motorizada y fomentar la sostenibilidad social, económica y ambiental. Esta propuesta se alinea con las reflexiones de urbanistas como Jane Jacobs (1961), que subrayó la importancia de la diversidad funcional y la vitalidad de los espacios públicos para la sostenibilidad urbana.

Además, la necesidad de monitorización continua de los sistemas urbanos, como sugieren autores como Michael Batty (2013), se torna esencial para adaptar las ciudades a las dinámicas cambiantes y responder eficazmente a las crisis. Esta monitorización, combinada con una visión biofílica promovida por Timothy Beatley (2011), enfatiza la integración de la naturaleza en los entornos urbanos, no solo para mejorar la calidad de vida, sino también para aumentar la resiliencia ecológica de las ciudades.

La relación entre urbanismo y salud pública es también un componente crítico del modelo de resiliencia, tal como lo subraya Howard Frumkin (2003), quien aboga por el diseño de entornos urbanos que promuevan estilos de vida saludables, mejoren el bienestar mental y reduzcan las enfermedades crónicas. En paralelo, la humanización de la ciudad, promovida por autores como Jan Gehl (2010), enfatiza la creación de espacios urbanos que prioricen la escala humana, la interacción social y la seguridad, elementos esenciales para una ciudad resiliente y habitable.

Desde la perspectiva de gobernanza, la resiliencia urbana requiere un enfoque colaborativo y participativo, como lo argumentan sociólogos y filósofos como Richard Sennett (2018) y Henri Lefebvre (2013), quienes enfatizan la necesidad de estructuras urbanas flexibles y el derecho a la ciudad como un espacio equitativo y accesible para todos. La gobernanza resiliente, entonces, debe ser capaz de incorporar diversos actores y niveles de decisión, asegurando que las políticas urbanas reflejen tanto la complejidad de los desafíos como la diversidad de las necesidades ciudadanas.

Finalmente, los principios de economía circular propuestos por la Fundación Ellen MacArthur (2013), que abogan por un sistema regenerativo y restaurativo por diseño, se integran en este marco para promover un modelo urbano que no solo responda a las crisis actuales, sino que también anticipe y mitigue futuras vulnerabilidades, promoviendo un desarrollo sostenible, equitativo y regenerativo.

7.1 Movilidad y espacio público

El objetivo primordial es garantizar el derecho a la ciudad, priorizando la accesibilidad a servicios urbanos sobre la simple movilidad. Actualmente, gran parte del espacio urbano está destinado a la movilidad motorizada, lo cual limita su uso para otros fines más significativos. Es esencial reducir drásticamente el uso del automóvil, incluso el eléctrico, y fomentar modos de transporte más sostenibles como caminar, la bicicleta y el transporte público.

Prioridad peatonal y movilidad activa: caminar es la opción más eficiente en distancias menores a un kilómetro. Para favorecer esta modalidad, al menos el 70% del espacio público debería estar destinado a los peatones, con aceras amplias que permitan un tránsito cómodo, incluso para personas con movilidad reducida. La bicicleta eléctrica, altamente eficiente para distancias de hasta 11 km, requiere una red continua y segregada de carriles bici, integrada en las vías principales, y conectada con el transporte público.

Reestructuración del transporte público y la red viaria: el transporte público es crucial para garantizar la accesibilidad urbana y periurbana, especialmente en áreas periféricas y aldeas. Aunque las redes ortogonales son preferibles, su implementación debe considerar la malla urbana existente, adaptada históricamente a la topografía. Las motocicletas, aunque eficientes en tiempo, presentan un alto riesgo de accidentes y son energéticamente ineficientes, por lo que su uso debe ser desplazado por bicicletas eléctricas.

El uso del coche debe limitarse a un máximo del 10% de los desplazamientos diarios, con aparcamiento restringido fuera del espacio público, aprovechando la transición hacia vehículos eléctricos para liberar espacio urbano.

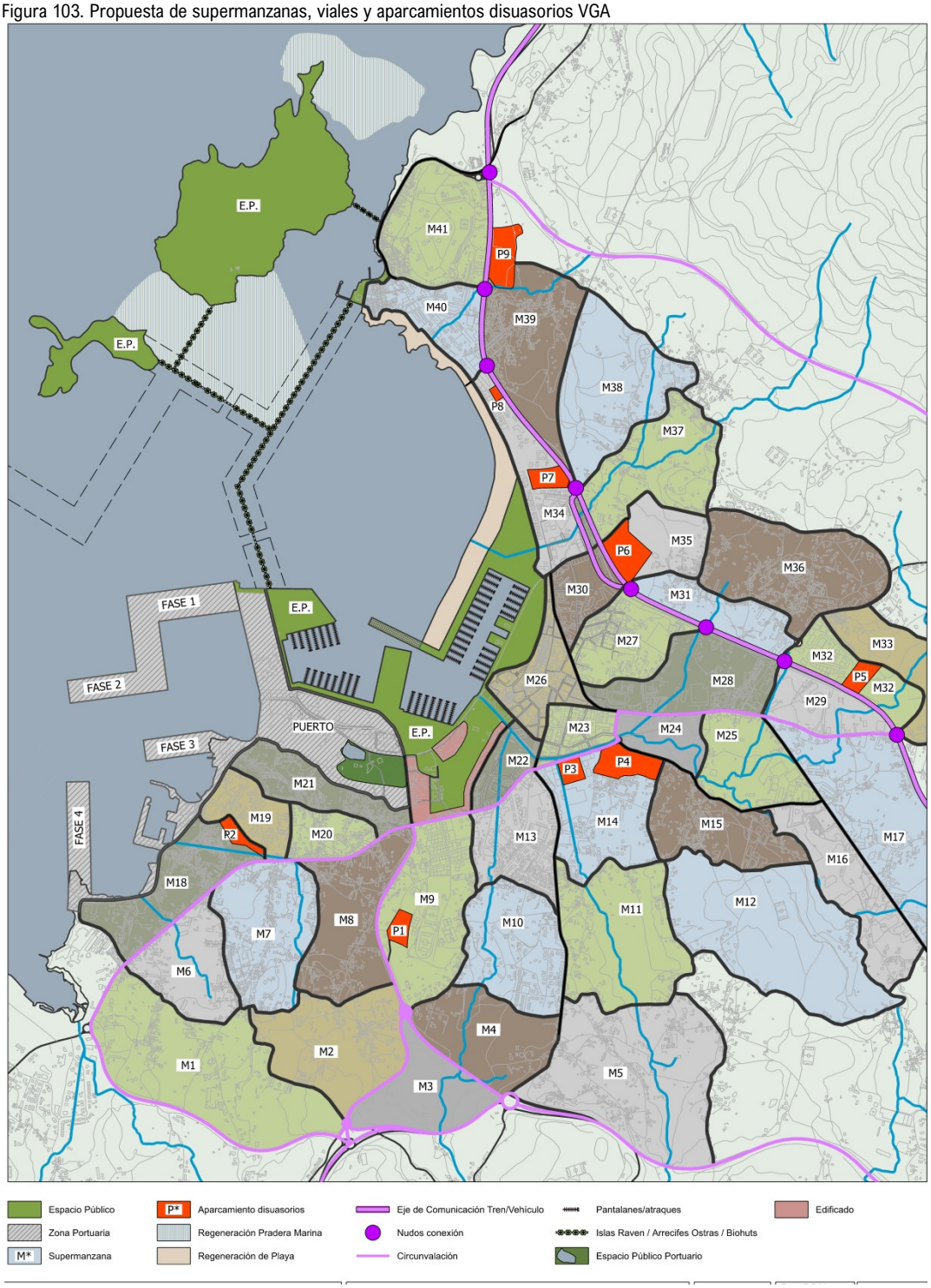
Jerarquización y rediseño vial: Se establecerá una jerarquía vial basada en la funcionalidad y los usos, con limitaciones de velocidad específicas:

- **Eje articulador central:** desdoblamiento de la línea ferroviaria, A Coruña- Vigo, que cruza VGA de norte a sureste, con viales paralelos en cada sentido y una velocidad máxima de 50 km/h. Este eje conecta el norte de la ciudad con el sureste, pasando por un punto clave de intermodalidad en el centro, donde se encuentran la estación de tren y de autobuses, que se amplia para incluir una nueva estación intermodal aprovechando las instalaciones existentes.
- **Vial periférico de circunvalación:** desde Carril a Vilaxoán, dirección norte-sur por el este, con velocidad máxima de 80 km/h. Este vial periférico se conecta con el eje articulador central y con el vial Este-Oeste.
- **Vial Este-Oeste:** desde la carretera a Pontevedra hasta Vilaxoán, con una velocidad máxima de 30 km/h. Este vial une las zonas este y oeste de la ciudad, formando parte de la red primaria que estructura la movilidad urbana.

La red viaria restante incluye:

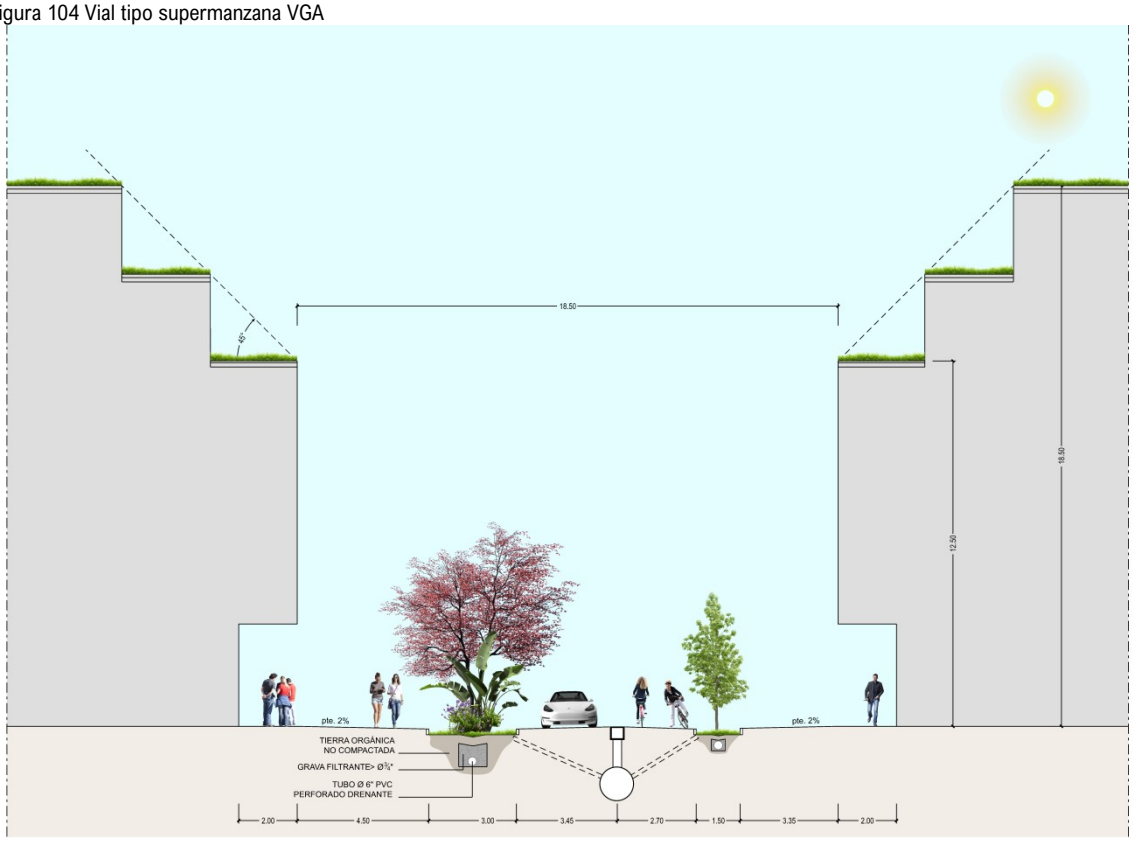
- **Viales periféricos de supermanzanas:** con velocidad máxima de 20 km/h, delimitan las supermanzanas y permiten la circulación limitada alrededor de estas áreas y la conexión a red articuladora.
- **Viales internos de convivencia:** dentro de las supermanzanas, con velocidad máxima de 10 km/h, de un solo sentido de circulación, liberando el trazado existente para espacio público y verde, priorizando el uso peatonal y de bicicletas.

Figura 103. Propuesta de supermanzanas, viales y aparcamientos disuasorios VGA



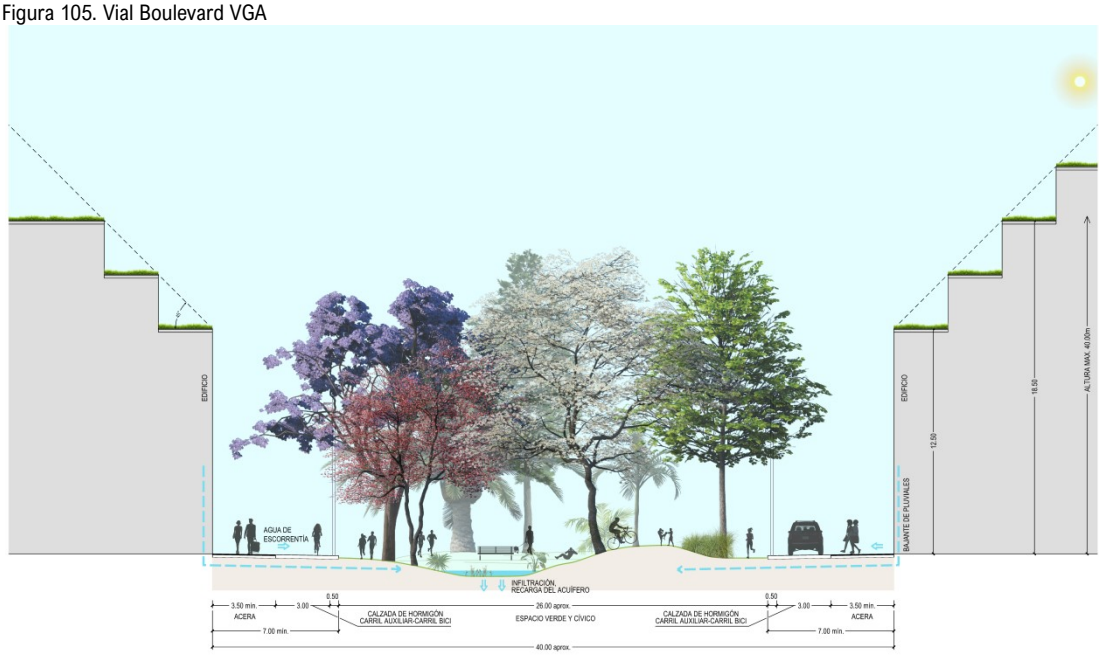
Se propone para VGA como vial tipo de calle interior de supermanzana, combinando el funcionamiento metabólico, con la humanización del espacio y la eficiencia solar:

Figura 104 Vial tipo supermanzana VGA



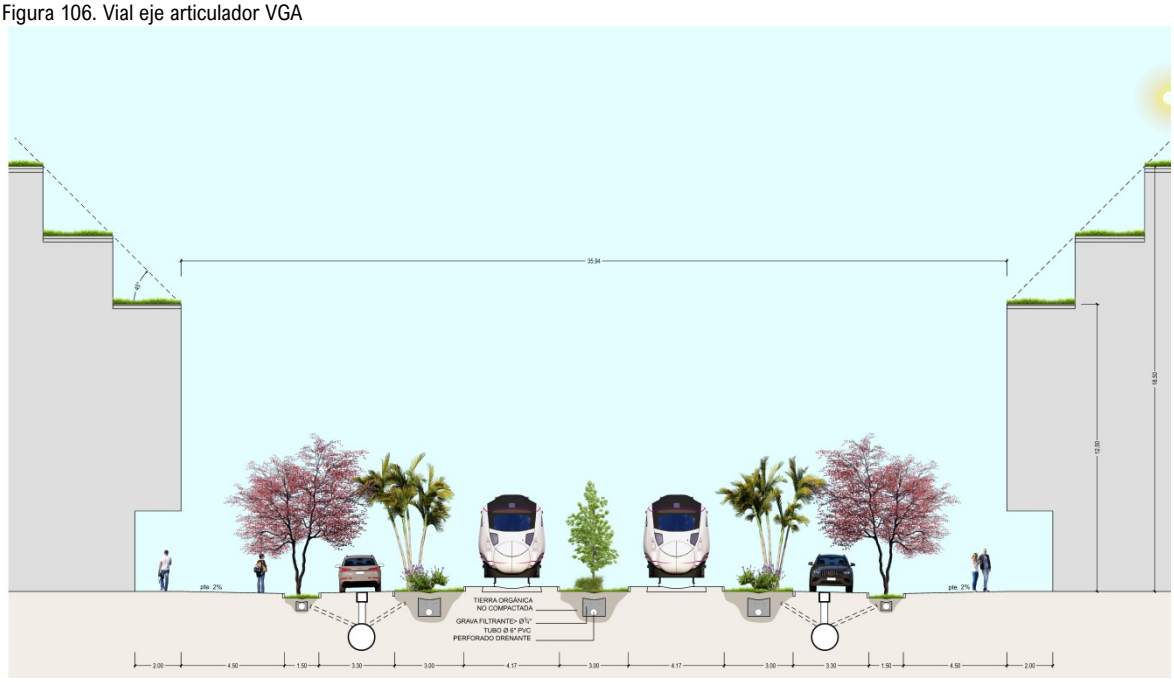
Que en la versión de calle central boulevard sería

Figura 105. Vial Boulevard VGA



Mientras que el eje articulador de la circulación periférica sería

Figura 106. Vial eje articulador VGA



En el desarrollo de nuevas supermanzanas, la implementación de pavimentos permeables conectados a swales de biorretención es crucial para una gestión hídrica efectiva y sostenible. A diferencia de los sistemas de drenaje unitarios, que están regulados por objetivos claros para períodos de retorno, los SUDS carecen de una normativa específica, lo que puede llevar a discrepancias técnicas y a la implementación de soluciones simbólicas con baja eficacia hidráulica.

Es esencial que los pavimentos permeables, como adoquines con junta abierta o hormigón poroso, se instalen sobre bases adecuadamente drenantes, no impermeables, y que las áreas vegetadas se ubiquen estratégicamente dentro del recorrido del agua, evitando sustratos que tienden a compactarse y perder capacidad de drenaje.

Los swales de biorretención, diseñados para captar y filtrar el agua, deben ser integrados de manera coherente con el flujo natural de escorrentía, asegurando que no solo se mantenga la apariencia naturalizada, sino que también se logre una gestión hidráulica eficaz.

Esta combinación de pavimentos permeables y swales es fundamental para prevenir inundaciones y mejorar la resiliencia urbana frente a eventos climáticos extremos en las supermanzanas.

Aparcamientos disuasorios

Parque Móvil: en 2023, Vilagarcía contaba con un parque de vehículos significativo, con un total de 19.627 turismos registrados. A estos se suman 2.401 motocicletas, 1.459 furgonetas, 1.152 ciclomotores y 1.357 camiones de hasta 3.500 kilos. Aunque muchos residentes del centro urbano se desplazan principalmente a pie, miles de personas en áreas periféricas dependen del coche o del transporte público para acceder al centro de la ciudad. Además, la afluencia de visitantes que llegan por ocio o trabajo incrementa la demanda de plazas de aparcamiento.

Tabla 71. Aparcamientos actuales VGA

APARCAMIENTO PÚBLICO	PLAZAS	APARCAMIENTO PRIVADO	PLAZAS
Diferentes puntos de la ciudad	2.146	O Cavadelo	300
Finca Douro	500	Xoán XXIII	240
Fexdega	500	Praza de España	80
TIR	250	Centro Comercial Arousa	225
Estación de ferrocarril	60		
Estación de autobuses	50		
O Piñeiriño	130		
Subtotal	3.636		845
Total			4.481

De las cuales las situadas en distintos de la ciudad, en muelle de O Ramal, en zona portuaria TIR y en O Piñeiriño dejan de existir en la propuesta de supermanzanas.

Análisis

Con 25.996 vehículos registrados en VGA, (incluyendo turismos, motocicletas, furgonetas, ciclomotores y camiones; lo que supone casi 0,7 vehículos por habitante) y un total de 4.691 plazas de aparcamiento disponibles, se observa una notable diferencia entre la cantidad de vehículos y las plazas de aparcamiento. Esto sugiere que, en función de la ocupación promedio y la distribución temporal del estacionamiento, es probable que exista una demanda insatisfecha de plazas de aparcamiento, especialmente durante periodos de alta afluencia, como fines de semana o eventos especiales.

Por tanto, es necesario considerar la creación de más plazas de aparcamiento, implementar estrategias de movilidad que reduzcan la necesidad de estacionamiento, como el fomento del transporte público, el uso compartido de vehículos, o la mejora de la infraestructura para bicicletas.

Estacionamiento y transporte integrado: el aparcamiento se trasladará fuera de las calzadas, en edificios flexibles y multifuncionales ubicados en vías articuladoras, con una red de aparcamientos disuasorios que faciliten el acceso desde la periferia.

La propuesta de aparcamientos disuasorios comprende:

Tabla 72. Aparcamientos propuestos VGA

APARCAMIENTOS PROPUESTOS					
	SITUACIÓN	SUPERFICIE	Nº PLANTAS	PLAZAS PLANTA	Nº PLAZAS
NORTE	P8 ANTIGUA ESTACIÓN TREN	3.070 M2	2	102	204
	P9 CARRIL	42.810 M2	1	1.427	1.427
SUR	P1 CAMPO DE FÚTBOL AROUSA	16.580 M2	1	552	552
ESTE	P5 ZONA INDUSTRIAL	18.480 M2	1	616	616
	P10 ÁREA EMPRESARIAL	49.150 M2	1	1.638	1.638
OESTE	P2 VILAXOÁN	16.390 M2	1	546	546
CENTRO	P7 NAVES LANTERO	20.100 M2	3	670	2.010
	P3 FEXDEGA	15.110 M2	2	503	1.006
	P4 FINCA DO CON	45.060 M2	3	1.502	4.506
	P6 INTERMODAL	43.650 M2	3	1.455	4.365
TOTAL PÚBLICOS DISUASORIOS				7.373	16.870
TOTAL PAGO					845
TOTAL					17.715

La oferta de plazas por tanto aumenta el 400%, pudiendo ser ampliable en P6 Intermodal, P9 Carril, P5 Zona industrial y P10 área empresarial, en número de plantas integradas, dentro de edificio polivalente, sin generar problemas de integración urbana.

El desarrollo de aparcamientos disuasorios no es limitativo de compartir otro tipo de uso. Los situados en áreas ARPSIS, colindantes al río Con, se concebirán como parques públicos inundables. En general todos pueden plantas sótano y baja de ser edificios (residenciales o de otro uso según la situación urbana) con la premisa de dejar una planta diáfana, entre aparcamiento y otros usos, que permita la conexión visual con el entrono y mantenga el confort interior. Estos aparcamientos dispondrán de puntos de carga eléctrica. La calificación urbanística de estos espacios de aparcamiento disuasorios debe ser adaptativa, de modo que si las necesidades de aparcamiento merman su uso pase a dotacional comunitario y si estas necesidades ya estuviesen cubiertas pudiese pasar a otro uso lucrativo.

Se restringirá progresivamente el aparcamiento en edificios residenciales y se habilitarán plazas para bicicletas. Una red principal de bicicletas y vehículos eléctricos compatibles recorrerá las vías de las supermanzanas, con estaciones de recogida y devolución en cada una de ellas.
En cada supermanzana se establecerá un punto de estacionamiento, recogida y devolución de bicicletas eléctricas municipales, facilitando el movimiento intermanzanas sin necesidad de automóvil.
Se implementará un sistema de transporte integrado, que incluirá transporte público con acceso para cualquier ciudadano a menos de 300 mts, bicicletas públicas, coches compartidos y aparcamientos, con precios ajustados a la jerarquía de movilidad.

Plataformas de distribución urbana: las supermanzanas contarán con plataformas de distribución urbana en su periferia, que gestionarán la distribución de mercancías con vehículos eléctricos de bajo tonelaje, principalmente en horarios nocturnos. Estas plataformas también servirán como puntos de recogida de paquetería para reducir la proliferación de vehículos de entrega.

Parámetros medios de supermanzanas (a determinar en cada unidad, en función de topografía, espacios naturales y ubicación de aparcamientos disuasorios):

- Densidad de viviendas > 100 viviendas/ha
- Densidad de población >250 habitantes/ha
- Compacidad absoluta >5 m3 edificados/ superfice supermanza m2
- Compacidad corregida 10-20 m3 edificados/habitantes
- Edificabilidad bruta >1,5 m2construido/ m2 superficie supermanzana
- Espacio construido 50/60 m2 /habitante
- Espacio público ciudadano 10-20 m2 /habitante
- Suelo permeable > 50% suelo total de supermanzana
- En nuevos desarrollos, las alturas de los edificios deben permitir un mínimo de 1,7 horas de insolación en el solsticio más bajo

Se debe garantizar el confort del espacio público a través del control del ruido, la calidad del aire, y el confort térmico; la atracción mediante la provisión de servicios básicos, diversidad económica y vegetación; y la ergonomía, accesibilidad para todos y escala humana ancho de calle / altura de edificios.

Equipamientos mínimos de supermanzana (en un radio de 300/ 600 mts):

- Guardería y centro escolar
- Centro de salud y centro de bienestar social 3ª edad
- Centro cultural polivalente:cívico, biblioteca, cultural, espacio colaborativo
- Centro digital multi-etario de formación y uso
- Instalaciones deportivas 8.80
- Entidad bancaria y distribución y envío de correos
- Servicios vida cotidiana: farmacia, supermercado, alimentación de proximidad
- Socialización: ocio-restauración, plaza/parque, comercio de cercanía, espacio joven de cultura y ocio, y espacio de juegos multi-etario
- Espacio verde > 1000 m2 disponible para cualquier habitante en un radio de 600 mts.
- Área de juegos infantiles disponible para cualquier habitante en un radio de 600 mts.

Espacio público y urbanismo resiliente: las supermanzanas deben liberar más del 70% del espacio público para uso peatonal, seguido del transporte público y la bicicleta, convirtiendo calles en plazas de encuentro y convivencia. También permite reducir la contaminación y el ruido en sus interiores, extendiendo estos beneficios a las vías básicas con la llegada de vehículos eléctricos. La sustitución de coches por verde urbano y suelos permeables mitigarán el efecto de isla de calor, mejorando el confort térmico.

Alguna de la supermanzanas ya tiene la malla urbana totalmente consolidada resultando imposible readaptarse a la totalidad de parámetros previstos. Las menos consolidadas deben aproximarse la totalidad de parámetros para el espacio público.

Tabla 73. Condiciones de supermanzana VGA

PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD
CALIDAD ACÚSTICA: población <65db/población x 100	**100**	**%**
CONFORT TÉRMICO: horas confort/ horas útiles x100	**>50**	**%**
ACCESIBILIDAD DEL VIARIO: longitud accesible/longitud x100	**>75**	**%**
RAMPAS	**<1:12**	**%**
ANCHURA RAMPAS	**>1,20**	**metros**
INDICE HABITABILIDAD ESPACIO PÚBLICO: sup. bien/superficie total x100	**>75**	**%**
CONEXIÓN VISUAL NATURALEZA	**>25**	**%**
CONEXIÓN SENSORIAL NATURALEZA	**>25**	**%**
VARIACIONES TÉRMICAS Y CORRIENTES AIRE	**<10**	**%**
PRESENCIA AGUA	**>40**	**%**
LUZ DINÁMICA	**>40**	**%**
CONEXIÓN PROCESOS NATURALEZA	**>40**	**%**
FORMAS BIOMÓRFICAS	**>25**	**%**
CONEXIÓN MATERIALIDAD-NATURALEZA	**>60**	**%**
INFORMACIÓN SENSORIAL JERARQUÍA NATURALEZA	**100**	**%**
VISIÓN CONTROL, VIGILANCIA	**>100**	**metros**
MISTERIO-CURIOSIDAD	**>30**	**%**
PUNTO INTERACCIÓN	**<10**	**metros**
PUNTO DE REFUGIO	**>20**	**%**
	>50	**Metros**
SOMBRA	**40%**	**%**
PUNTO DE RIESGO IDENTIFICABLE	**<20**	**%**
CONTROL ILUMINACIÓN	**>70**	**%**
MÁXIMA LUZ NATURAL	**10-20**	**Lux peatonal**
NIVEL LUX	**50-100**	**Lux Nocturna**
LED BAJO CONSUMO	**100**	**%**
ERGONOMÍA	**100**	**%**
DISTANCIA ENTRE BANCOS	**20**	**metros**
PSICOLOGÍA DEL COLOR	**100**	**%**
FORMAS ORGÁNICAS	**>25**	**%**
MATERIALES NATURALES	**>60**	**%**
RECICLADOS O RECICLABLES	**30-50**	**%**
CONFORT OLFATIVO	**>50**	**%**
VISIÓN AMPLIA	**>30**	**%**
OBSTRUCCIONES VISUALES	**<1,20 altura**	**metros**
ESPACIOS VERDES URBANOS	**>40**	**%**
DISTANCIA ÁRBOLES	**10**	**metros**
CUERPOS DE AGUA	**>30**	**%**
FLORA ENDÉMICA	**>70**	**%**
ANCHURA CICLOVÍA	**>2,50**	**metros**
ANCHURA SENDA PEATONAL	**>2,50**	**metros**
IDEAL	**5,00**	**metros**
AREA ABIERTA. PLAZA- PARQUE	**400-1000**	**m2**
ESPACIO MULTIFUNCIONAL	**200-500**	**m2**
ZONAS JUEGO –DEPORTE	**100 – 200**	**m2**

Seguridad y servicios públicos: el interior de las supermanzanas debe ser de plataforma única, garantizando la accesibilidad para todos y evitando privilegiar frentes de calle, lo que promueve la implantación de actividades económicas. Para incrementar la seguridad, se evitarán ángulos muertos creados por vegetación y mobiliario urbano, y la iluminación del espacio público será adecuada para que las caras de las personas sean reconocibles a una distancia de 8 metros. Esto mejora la percepción de seguridad y fomenta un ambiente más acogedor y seguro para todos los usuarios del espacio público. La cercanía de actividades y servicios de proximidad a no más de 600 m (10 minutos a pie) es esencial para el control comunitario y la habitabilidad del entorno.

Infraestructura y sostenibilidad: todos los viales urbanos deben integrarse con vegetación y agua en la IAV de VGA. Se diseñará un plan de infraestructuras de servicios integrados para todo el territorio urbano y metropolitano, garantizando la organización y funcionamiento del sistema urbano, minimizando impactos en la matriz biofísica y los asentamientos. Las infraestructuras se ordenarán en tres dimensiones, favoreciendo el subsuelo con galerías de servicios subterráneas para evitar conflictos e impactos sobre la población, el patrimonio y el verde urbano.

Organización de la movilidad y del espacio público en el diseño de supermanzanas. Se basa en la integración de tecnologías avanzadas que permiten una gestión eficiente y adaptable de los recursos urbanos. Implica la implantación de:

Tabla 74. Monitorización movilidad

IA Y SENSORES IOT PARA MONITORIZAR EL TRÁFICO
GPS Y BIG DATA OPTIMIZAR RUTAS / TIEMPOS TRANSPORTE COMUNITARIO / PÚBLICO
IA GESTIÓN MOVILIDAD ADAPTACIÓN CLIMATOLOGÍA
TRANSPORTE COMUNITARIO Y PÚBLICO INCLUSO TAXIS EN PLATAFORMA ÚNICA
GPS INFORMACIÓN APARCAMIENTOS DISUASORIOS PLATAFORMA ÚNICA

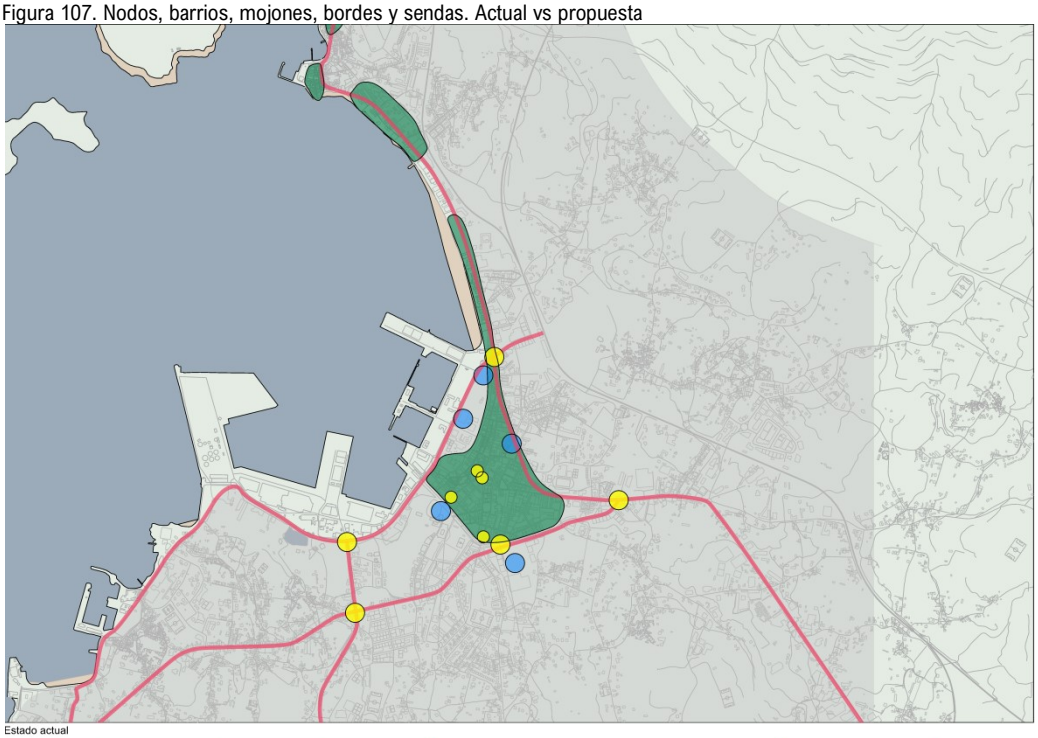
Accesibilidad y movilidad inteligente:

El uso de IA y sensores IoT para la monitorización del tráfico es fundamental. Estos sistemas permiten gestionar de manera dinámica el flujo vehicular, ajustando semáforos y rutas en tiempo real para minimizar la congestión y mejorar la fluidez del tránsito. Además, el análisis de datos a gran escala (big data) y la tecnología GPS se utilizan para optimizar rutas y tiempos en el transporte comunitario y público: autobuses, trenes y otros medios de transporte, así como sistemas de taxis que operan en una plataforma única que integra todos estos servicios, facilitando la planificación y el pago de viajes.

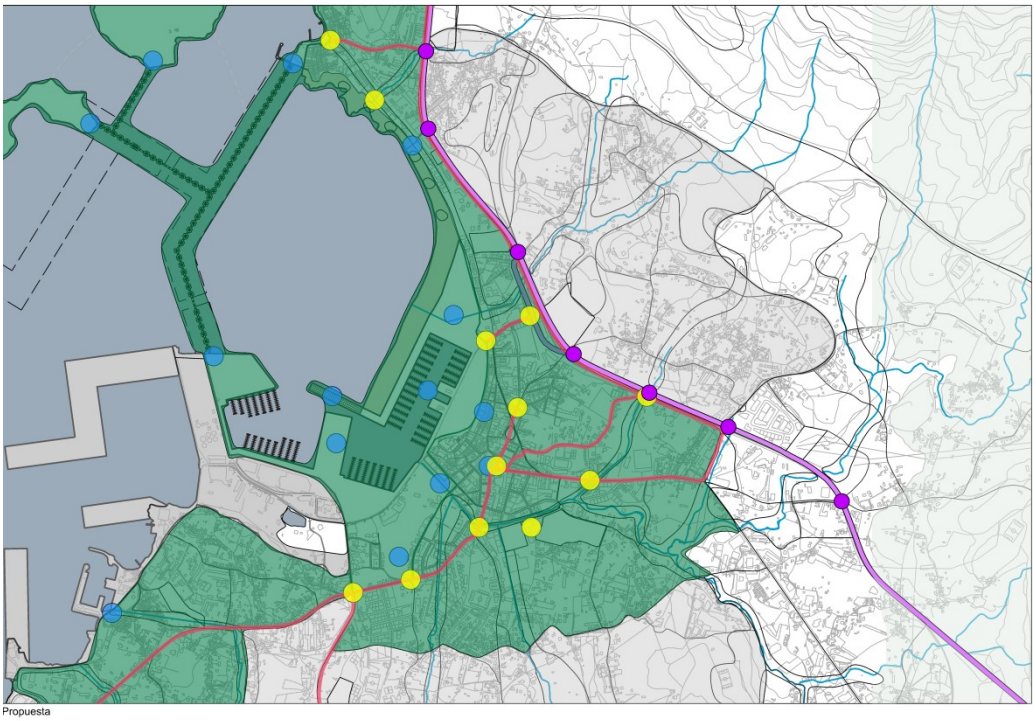
La gestión de la movilidad se adapta a las condiciones climáticas mediante el uso de IA, lo que permite ajustar los servicios de transporte en función de factores como la lluvia, nieve o altas temperaturas, garantizando un servicio seguro y eficiente en todo momento.

La tecnología GPS proporciona información en tiempo real sobre los aparcamientos disuasorios, integrándola en la misma plataforma única que gestiona el transporte público. Esto facilita el acceso a espacios de estacionamiento y contribuye a reducir la congestión en áreas céntricas.

Figura 107. Nodos, barrios, mojones, bordes y sendas. Actual vs propuesta

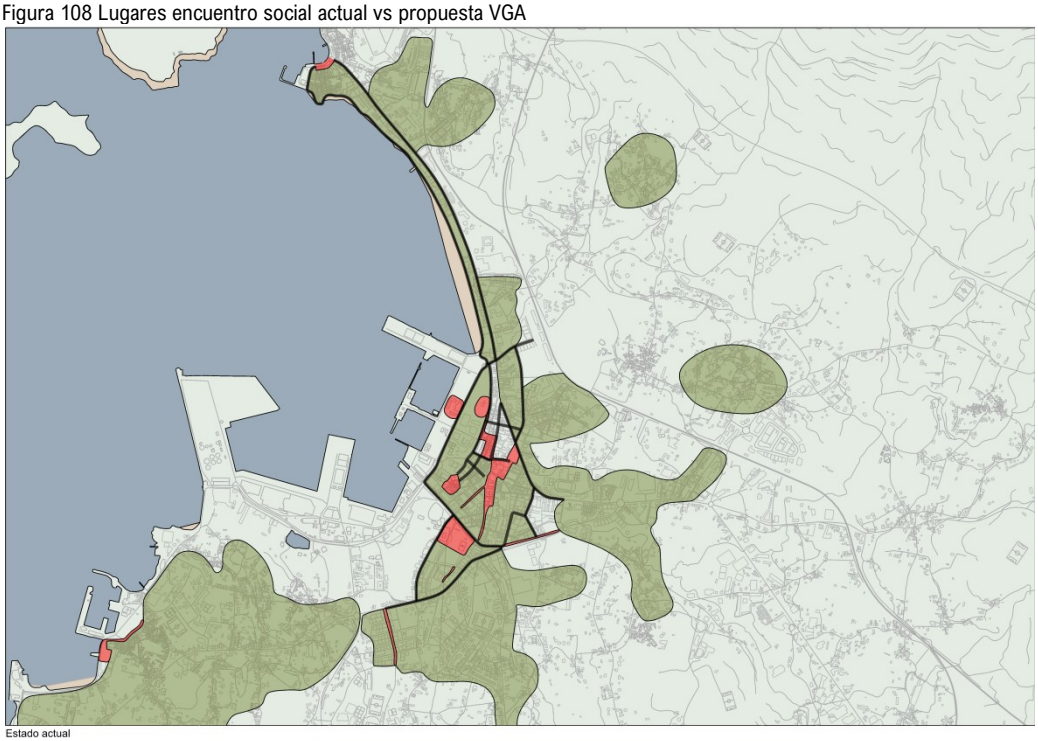


Estado actual

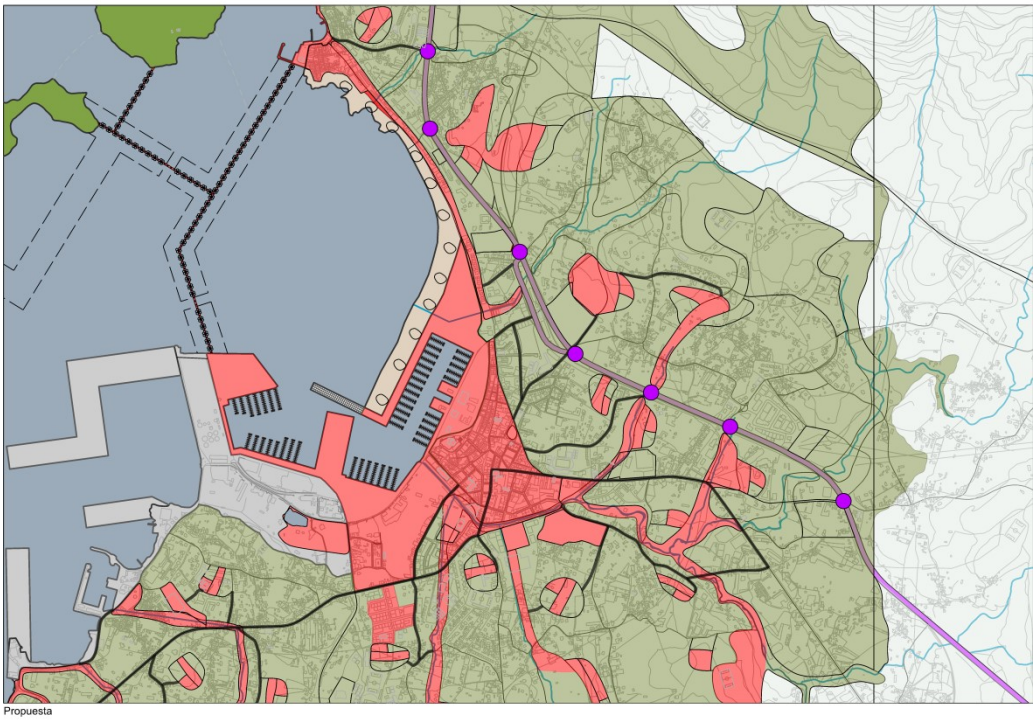


Propuesta

Figura 108 Lugares encuentro social actual vs propuesta VGA



Estado actual



Propuesta

7.2 Medio ambiente y economía circular

Medio ambiente y gestión recursos

Uno de los pilares fundamentales en el diseño de supermanzanas en VGA es la integración de sistemas agroforestales urbanos y prácticas de agricultura urbana y periurbana. Estas iniciativas permiten la creación de espacios verdes multifuncionales que, además de mejorar la calidad del aire y la biodiversidad, contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria local (Eirín, 2018). La conservación y restauración de paisajes culturales también juega un papel clave en preservar la identidad y el patrimonio de la zona, asegurando que el crecimiento urbano respete y potencie los valores culturales existentes (Criado Boado, 2001).

El desarrollo de ecobarrios dentro de estas supermanzanas impulsa una vida comunitaria sostenible, donde la soberanía alimentaria y la economía circular son principios fundamentales. Estos barrios están diseñados para maximizar la eficiencia en el uso de recursos, reducir los desechos y promover la autosuficiencia energética y alimentaria (Rueda, 2019).

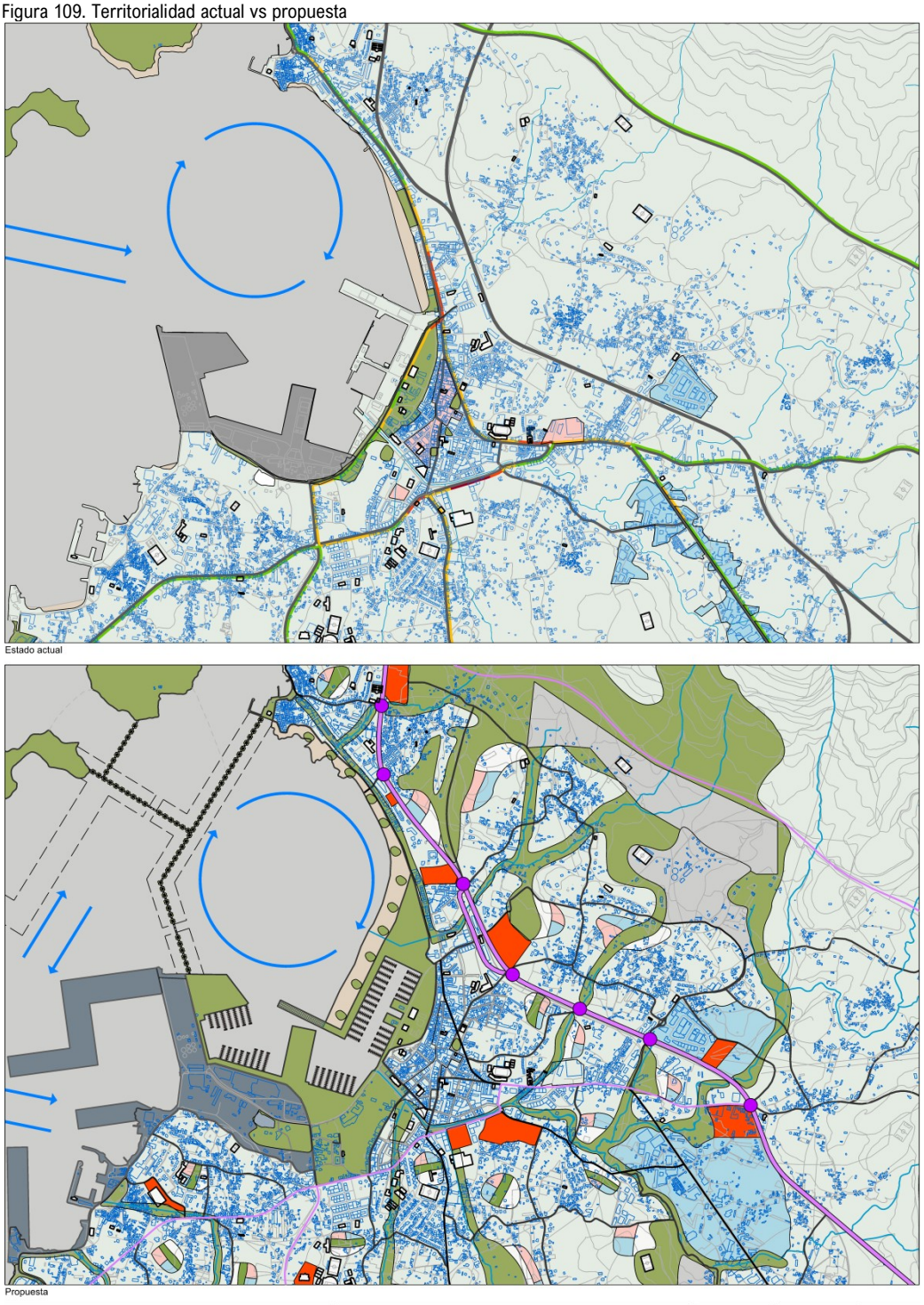
En términos de producción de energía, las supermanzanas de VGA incorporan tecnologías avanzadas y sostenibles, como plantas de Waste-to-Energy (WtE) y plantas de cogeneración, que convierten los residuos en energía útil. En este sentido, son especialmente útiles los residuos generados por las industrias conservera y pesquera, debido al aprovechamiento energético que producen las vísceras animales (Álvarez, 2015).
Además, se emplean pavimentos que generan energía y se instalan paneles solares y sistemas eólicos en edificios y espacios públicos para generar electricidad a partir de recursos renovables como la radiación solar y el viento (Álvarez, 2015).
La energía undimotriz, que se aprovecha del movimiento de las olas, es otra fuente clave de energía en VGA. Esta se genera mediante:

- Amortiguadores de punto insertados entre los vanos de los arrecifes artificiales propuestos.
- Columnas oscilantes de agua en el perímetro de cada pilar de apoyo y espacio libre entre los arrecifes artificiales (Álvarez, 2015).

La iluminación pública sostenible y la infraestructura de recarga para vehículos eléctricos, ambas alimentadas por fuentes renovables, son esenciales para reducir la huella de carbono. Del mismo modo, el desarrollo de nuevas construcciones, como edificios inteligentes y sostenibles, utiliza tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia energética, la gestión de recursos y el confort de los habitantes (Orosa & Romero, 2020).
Finalmente, la gestión de estas infraestructuras se optimiza mediante la integración de IA y sensores IoT, que ajustan el suministro de energía y la iluminación en función de las necesidades reales, mejorando la eficiencia energética y reduciendo el impacto ambiental (Orosa & Romero, 2020).

En conjunto, estas estrategias crean un modelo de desarrollo urbano en supermanzanas que es tanto resiliente como sostenible, con un enfoque integral que asegura la pervivencia y prosperidad en un entorno urbano dinámico y en armonía con la naturaleza.

Figura 109. Territorialidad actual vs propuesta



La IAV se integra en estos desarrollos, creando redes interconectadas de paisajes naturales y diseñados que gestionan el agua pluvial, mejoran la biodiversidad y proporcionan servicios ecosistémicos, lo que fomenta la resiliencia urbana frente al cambio climático y crea entornos más habitables y sostenibles para los residentes.

La producción y gestión de energía se articula con:

- Waste-to-Energy (WtE) Plants + Planta de Cogeneración
- Pavimentos que generan energía
- Instalación de paneles solares y eólica en edificios y espacios públicos
- Iluminación pública sostenible
- Infraestructura de recarga vehículos eléctricos basado en renovables
- Energía undimotriz
- Edificios inteligentes y sostenibles

Temas todos ellos analizados previamente. Para su gestión integral es necesario implantar:

Hiperconectividad y gestión inteligente de recursos

La hiperconectividad en supermanzanas es esencial para la eficiencia operativa de la ciudad. La implementación de sensores IoT para monitorizar el consumo de energía, gestión hídrica o saneamiento permite una gestión más precisa y adaptable de los recursos energéticos, recopilando datos en tiempo real y facilitando ajustes automáticos para optimizar resultados. La integración de estos sistemas con plataformas de análisis de datos permite anticipar problemas y mejorar la eficiencia en la gestión de estos recursos críticos.
La IA combinada con sensores IoT es clave para la gestión facilitando inmediatos ajustes.

El uso integrado de IA combinada con sensores IoT permite la monitorización ambiental y gestión adaptativa del hábitat. Esto incluye la implementación de NBS que preservan la biodiversidad y mejoran la sostenibilidad de las supermanzanas. Estos sistemas permiten gestionar en tiempo real los espacios verdes y otros elementos naturales, asegurando su integración efectiva en el entorno urbano:

- Respuesta a eventos climáticos extremos: mejora la capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos. Permiten el monitoreo continuo y la gestión de infraestructuras adaptativas, como sistemas de drenaje inteligentes, que son clave para prevenir inundaciones y mitigar los efectos adversos del cambio climático.
- Calidad del aire y del agua: los sensores IoT instalados en las supermanzanas monitorizan la calidad del aire, permitiendo la detección rápida de contaminantes y la implementación de medidas correctivas inmediatas para mantener un entorno saludable. Del mismo modo, los sensores IoT supervisan la calidad y los niveles de agua, asegurando un abastecimiento seguro y gestionando eficazmente los recursos hídricos, especialmente en situaciones de escasez o contaminación.

Tecnologías de monitoreo y predicción

El monitoreo específico de la calidad del agua y los niveles de agua mediante sensores IoT es crucial para garantizar el abastecimiento seguro y la gestión efectiva de recursos hídricos,

especialmente en situaciones de escasez o contaminación, y para aumentar la resiliencia urbana y mitigar los riesgos asociados con inundaciones y otros eventos hidrológicos.

Estas tecnologías permiten anticipar y mitigar los efectos del cambio climático al diseñar infraestructuras resilientes que minimizan los riesgos de desastres naturales. Además, el uso de redes de cámaras y drones optimiza la vigilancia y la recopilación de datos, lo que mejora la capacidad de respuesta en situaciones críticas y facilita la toma de decisiones informadas.
En conjunto, estas herramientas se integran para asegurar que las supermanzanas no solo funcionen de manera eficiente, sino que también se adapten proactivamente a los desafíos ambientales, garantizando un entorno urbano resiliente y sostenible.

Gestión de residuos en supermanzanas: hacia una economía circular

Es un componente esencial para la implementación de una economía circular, que busca minimizar el desperdicio y maximizar la reutilización de materiales. Este enfoque se articula a través de varios mecanismos que aseguran un manejo eficiente y sostenible de los residuos, involucrando activamente a la comunidad y optimizando los procesos de reciclaje y recuperación.

Puntos de recogida selectiva. En el corazón de la gestión de residuos está la implementación de puntos de recogida selectiva, distribuidos estratégicamente en las supermanzanas. Estos puntos permiten a los residentes separar y clasificar sus desechos en categorías específicas, como papel, vidrio, plásticos, metales, y orgánicos. Esta separación en origen es crucial para asegurar que los materiales reciclables sean efectivamente recuperados y reutilizados, evitando que se mezclen con otros residuos y se contaminen.

Puntos limpios fijos y móviles. Para el manejo de residuos especiales y peligrosos, como baterías, aparatos electrónicos, o productos químicos, se establecen puntos limpios. Estos pueden ser fijos, ubicados en lugares accesibles dentro de la supermanzana, o móviles, facilitando la recolección en áreas donde un punto fijo no es viable. Estos puntos garantizan la correcta disposición de materiales que requieren un tratamiento especial, evitando su impacto negativo en el medio ambiente y la salud pública.

Sistemas de reciclaje y recuperación. Una vez recolectados, los residuos son canalizados hacia sistemas de reciclaje y recuperación altamente eficientes. En lugar de terminar en vertederos, los materiales son procesados para ser reintegrados en la cadena de producción. Por ejemplo, los plásticos pueden ser convertidos en nuevos productos, los metales fundidos para ser reutilizados en la industria, y los residuos orgánicos transformados en compost para su uso en la agricultura urbana o la reconversión en energía en la planta Waste-to-Energy (WtE) Plants + planta de cogeneración

Enfoque circular: minimización del uso de recursos vírgenes. El objetivo de estos sistemas es cerrar el ciclo de vida de los productos, de modo que los materiales se mantengan en uso el mayor tiempo posible. Esto reduce la necesidad de extraer recursos vírgenes, como minerales o petróleo, disminuyendo así el impacto ambiental asociado con la extracción y procesamiento de materias primas. Al mantener los materiales en circulación, se minimiza la generación de residuos, alineándose con los principios de la economía circular.

Educación y concienciación comunitaria. Para que el sistema funcione de manera óptima, es crucial involucrar a la comunidad a través de programas de educación y concienciación. Estos programas enseñan a los residentes la importancia de separar correctamente los residuos, así

como las ventajas de participar activamente en el sistema de economía circular. Una comunidad bien informada y comprometida es clave para lograr los objetivos de sostenibilidad de las supermanzanas.

Innovación tecnológica en la gestión de residuos. Además, la gestión de residuos en supermanzanas puede beneficiarse de tecnologías avanzadas como sensores IoT, que monitorizan los niveles de llenado de los contenedores de residuos y optimizan las rutas de recolección, reduciendo costos y emisiones. También se deben emplear sistemas de análisis de datos para mejorar la eficiencia del reciclaje y la recuperación, identificando áreas donde se necesita mejorar la separación de residuos o la educación de los residentes.

Impacto ambiental y económico. El enfoque de economía circular no solo tiene beneficios ambientales, sino que también genera valor económico al crear nuevas oportunidades de negocio en el ámbito del reciclaje, la recuperación de materiales, y la producción de nuevos productos a partir de materiales reciclados. Esto contribuye al desarrollo económico sostenible de la supermanzana y la ciudad en general.

La industria pesquera y conservera en VGA es una de las actividades económicas más relevantes, tanto por su contribución al desarrollo local como por su impacto ambiental. Sin embargo, esta industria genera una cantidad significativa de residuos orgánicos e inorgánicos, cuya gestión adecuada es crucial para minimizar los efectos negativos en el entorno y, al mismo tiempo, aprovechar su potencial en la economía circular.

Composición y volumen de los residuos. Los residuos generados por la industria pesquera y conservera incluyen una amplia gama de materiales, desde vísceras y restos de pescado, hasta conchas, escamas, y residuos plásticos o metálicos utilizados en el embalaje y procesamiento. Estos residuos pueden representar hasta el 40-60% del peso total del pescado procesado, lo que supone un volumen considerable que requiere una gestión eficiente para evitar la contaminación de suelos y aguas.

Impacto ambiental. Si no se manejan correctamente, los residuos orgánicos de esta industria pueden generar serios problemas ambientales, como la contaminación del agua debido a la lixiviación de compuestos nitrogenados y fosfatados, malos olores, y proliferación de plagas. Además, los residuos plásticos y metálicos pueden persistir en el medio ambiente durante décadas, afectando la fauna marina y contaminando los ecosistemas costeros.

Potencial en la economía circular. A pesar de estos desafíos, los residuos de la industria pesquera y conservera también presentan una oportunidad significativa dentro de un enfoque de economía circular. Estos residuos pueden ser transformados en productos de alto valor añadido a través de procesos de reciclaje y recuperación:

- Producción de energía: los residuos orgánicos, como vísceras y restos de pescado, pueden ser utilizados en plantas de biogás o Waste-to-Energy (WtE) para generar energía. Estos residuos se descomponen en condiciones controladas para producir biogás, que puede ser utilizado como fuente de energía renovable, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Harinas y aceites: otra vía de aprovechamiento es la producción de harinas y aceites a partir de los subproductos del pescado. Estos productos pueden ser utilizados en la

alimentación animal o como ingredientes en la acuicultura, cerrando el ciclo de uso de los recursos marinos y disminuyendo el desperdicio.

- Fertilizantes orgánicos: los restos orgánicos también pueden ser convertidos en fertilizantes mediante procesos de compostaje o fermentación. Estos fertilizantes, ricos en nutrientes, son útiles en la agricultura, especialmente en la agricultura urbana y periurbana, promoviendo un ciclo sostenible que regresa los nutrientes al suelo.
- Biomateriales y bioplásticos: avances tecnológicos han permitido la transformación de ciertos residuos de la industria pesquera en biomateriales y bioplásticos. Por ejemplo, las escamas y conchas pueden ser procesadas para obtener colágeno o quitina, que son usados en la fabricación de bioplásticos y otros materiales biodegradables, reduciendo así la huella ambiental de la industria.

Valor económico y sostenibilidad. La valorización de los residuos pesqueros no solo reduce su impacto ambiental, sino que también crea nuevas oportunidades económicas. La generación de productos secundarios de alto valor a partir de residuos fomenta la innovación en la industria y contribuye al desarrollo sostenible de las comunidades costeras. Además, la reutilización de estos materiales en la cadena de producción reduce la necesidad de extraer recursos naturales, conservando los ecosistemas marinos y costeros.

Regulación y apoyo institucional. La gestión de residuos en la industria pesquera y conservera también está sujeta a regulaciones ambientales que promueven prácticas sostenibles. Los gobiernos y las organizaciones internacionales están implementando políticas que fomentan la economía circular, incentivando a las empresas a adoptar tecnologías de reciclaje y recuperación, así como a reducir el desperdicio a lo largo de toda la cadena de producción.

Los residuos generados por la industria pesquera y conservera representan tanto un desafío como una oportunidad. Si bien su manejo inadecuado puede tener graves consecuencias ambientales, la adopción de un enfoque de economía circular permite transformar estos desechos en recursos valiosos, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo económico de las regiones costeras. La innovación en la gestión de residuos pesqueros no solo impulsa la eficiencia de la industria, sino que también refuerza el compromiso con un futuro más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

El Puerto de VGA es un importante centro logístico y comercial que juega un papel clave en la economía regional. Sin embargo, como cualquier instalación portuaria, genera una variedad de residuos que, si no se gestionan adecuadamente, pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente marino y costero. Estos residuos portuarios representan tanto un desafío como una oportunidad para promover prácticas sostenibles y avanzar hacia una economía circular.

Composición y volumen de los residuos portuarios. Los residuos generados son diversos e incluyen desde desechos sólidos y líquidos hasta residuos peligrosos. Entre los más comunes se encuentran:

- Residuos sólidos: basura generada por la actividad portuaria y de los barcos, incluyendo plásticos, metales, papel, madera, y restos orgánicos.
- Residuos líquidos: aguas residuales, aceites usados, y combustibles derramados, que pueden contener contaminantes químicos y orgánicos.

- Residuos peligrosos: materiales como pinturas, disolventes, y productos químicos utilizados en el mantenimiento de embarcaciones y en las operaciones portuarias.
- Residuos de dragado: sedimentos retirados del fondo marino para mantener la navegabilidad, que pueden contener metales pesados y otros contaminantes.

Impacto ambiental. La mala gestión de los residuos portuarios puede tener consecuencias graves para el medio ambiente. Los residuos sólidos, especialmente los plásticos, pueden acabar en el mar, donde dañan la vida marina y los ecosistemas costeros. Los residuos líquidos y peligrosos, si se vierten sin tratamiento, pueden contaminar el agua y el suelo, afectando la calidad del agua y la biodiversidad. Además, los residuos de dragado, si no se manejan adecuadamente, pueden liberar contaminantes acumulados en los sedimentos, afectando la flora y fauna marina.

Gestión de residuos y economía circular en el Puerto de VGA

El enfoque de economía circular en la gestión de residuos portuarios busca no solo mitigar estos impactos, sino también aprovechar los residuos como recursos valiosos. Estrategias clave:

a) Reciclaje y recuperación de materiales

- Plásticos y metales: los residuos sólidos, como plásticos y metales, se recogen y se envían a instalaciones de reciclaje, donde se procesan para fabricar nuevos productos. Esto reduce la necesidad de extraer materias primas y minimiza el volumen de residuos que termina en vertederos.
- Madera y restos orgánicos: la madera y los restos orgánicos se pueden transformar en productos de valor, como compost o biomasa, que pueden ser utilizados en agricultura o para generar energía.

b) Tratamiento de aguas residuales y aceites usados

- Aguas residuales generadas por las operaciones portuarias se tratan en plantas específicas que eliminan los contaminantes antes de devolver el agua tratada al medio ambiente. Esto protege la calidad del agua en la ría de Arousa.
- Aceites y combustibles: los aceites usados y otros residuos líquidos peligrosos se recolectan y se procesan para su reutilización o eliminación segura. Esto incluye la regeneración de aceites para su reutilización como lubricantes o la conversión de aceites en combustibles alternativos.

c) Gestión de residuos peligrosos, como pinturas y disolventes, se manejan con protocolos estrictos que incluyen su segregación, almacenamiento seguro y transporte a instalaciones de tratamiento especializadas. Esto evita la contaminación del suelo y el agua, y garantiza que estos materiales se gestionen de manera que minimice su impacto ambiental.

d) Manejo de residuos de dragado. Los sedimentos dragados se analizan para determinar su contenido de contaminantes. Dependiendo de los resultados, pueden ser utilizados en proyectos de restauración de hábitats costeros o, si están contaminados, ser tratados y depositados en instalaciones seguras. Este manejo cuidadoso asegura que las actividades de dragado no contribuyan a la degradación ambiental.

Innovación y tecnología en la gestión de residuos portuarios. El Puerto de VGA también puede beneficiarse de la implementación de:

- Programas de concienciación: implementar programas de educación ambiental y formación para los trabajadores portuarios y las tripulaciones de los barcos sobre la correcta gestión de residuos puede reducir la cantidad de residuos mal gestionados y fomentar prácticas sostenibles.
- Y tecnologías avanzadas para mejorar la gestión de residuos:

a) Sistemas IoT y sensores: el uso de sensores IoT para monitorizar la generación y el estado de los residuos en tiempo real permite optimizar la recolección y el tratamiento, reduciendo costos y aumentando la eficiencia.
b) Plantas de tratamiento avanzadas: invertir en tecnologías de tratamiento avanzado, como la incineración controlada de residuos peligrosos y la desalinización de aguas residuales contaminadas, puede reducir significativamente el impacto ambiental de las operaciones portuarias.

b.1 La incineración controlada es una tecnología de tratamiento de residuos peligrosos que implica la combustión de estos materiales en condiciones estrictamente reguladas. Este proceso se realiza en plantas de incineración equipadas con sistemas avanzados de control de emisiones que minimizan la liberación de contaminantes al medio ambiente.

Beneficios de la incineración controlada:

- Reducción del volumen de residuos peligrosos, convirtiéndolos en cenizas inertes que ocupan mucho menos espacio y son más fáciles de gestionar.
- Destrucción de sustancias tóxicas eliminando el riesgo de contaminación del suelo y del agua.
- Recuperación de energía: las plantas de incineración pueden estar equipadas con sistemas de recuperación de energía, donde el calor generado durante la combustión se utiliza para producir electricidad o calor, contribuyendo a la autosuficiencia energética del puerto. En este sentido es adecuado combinar esta planta con la planta urbana Waste-to-Energy (WtE) Plants + Planta de Cogeneración
- Cumplimiento regulatorio: la incineración controlada permite cumplir con las regulaciones ambientales más estrictas, asegurando que los residuos peligrosos se gestionen de manera segura y conforme a la legislación vigente.

Aplicación en el Puerto de VGA. Parece el lugar idóneo para la implantación de la planta urbana Waste-to-Energy (WtE) Plants + Planta de Cogeneración por su ubicación urbana y la reducción de costes de transporte tanto propios como del sector pesquero y conservero.

b.2 La desalinización de aguas residuales contaminadas es otra tecnología avanzada que debe ser implementada en el puerto para tratar aguas que contienen altos niveles de sal y otros contaminantes, como aceites, metales pesados, y productos químicos.

Beneficios de la desalinización:

- Purificación de agua**:** elimina la sal y otros contaminantes del agua, produciendo agua limpia que puede ser reutilizada en el puerto para diversos fines, como riego, limpieza, o procesos industriales.
- Protección de los ecosistemas marinos al tratar adecuadamente las aguas residuales antes de su vertido, se protege la biodiversidad marina y se evita la contaminación de la ría de Arousa.
- Reutilización de recursos**:** el agua desalinizada deber ser reincorporada al ciclo de uso del puerto, reduciendo la necesidad de extraer agua dulce de fuentes naturales y aliviando la presión sobre los recursos hídricos locales.
- Cumplimiento ambiental**:** las plantas de desalinización de aguas residuales están diseñadas para cumplir con estrictas normativas ambientales, asegurando que el puerto mantenga operaciones sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Aplicación en el Puerto de VGA. Es el lugar idóneo para su implantación dada su inmediatez a la estación EDAR lo que le permite su vinculación en el tratamiento de aguas residuales.

Integración de tecnologías de tratamiento avanzado. La integración de incineración controlada y desalinización de aguas residuales en una planta de tratamiento avanzada no solo mejora la gestión de residuos, sino que también contribuye a la sostenibilidad general del puerto. Estas tecnologías pueden ser complementadas con otras soluciones, como la recuperación de energía y la recolección de agua de lluvia, creando un sistema de gestión de residuos y recursos hídricos altamente eficiente y ecológicamente responsable**.**

Valor económico y sostenibilidad. Al reciclar y recuperar materiales, se crean nuevas oportunidades de negocio en sectores como el reciclaje de plásticos y metales, y la producción de energía a partir de biomasa. La recuperación de energía reduce los costos operativos, mientras que la producción de agua desalinizada disminuye la dependencia de fuentes externas de agua. Además, la adopción de estas tecnologías mejora la reputación del puerto como una instalación moderna y comprometida con la sostenibilidad, atrayendo a clientes y negocios que valoran la responsabilidad ambiental.

Regulación y apoyo institucional. La gestión de residuos está sujeta a regulaciones tanto nacionales como europeas que promueven prácticas sostenibles y responsables. La implementación de estas regulaciones, junto con el apoyo institucional para proyectos de economía circular, es esencial para asegurar que el puerto continúe operando de manera sostenible y contribuyendo a la conservación del medio ambiente.

La hostelería y el turismo, por su alta actividad, generan una cantidad significativa de residuos. Estos residuos no deben considerarse solo un problema, sino también una oportunidad dentro de la economía circular. La inclusión de sistemas como plantas Waste-to-Energy, incineración controlada de residuos peligrosos y desalinización de aguas residuales juega un papel crucial en la gestión sostenible, transformando desechos en recursos valiosos y minimizando el impacto ambiental.

Residuos generados por la hostelería y el turismo. La actividad diaria en hoteles, restaurantes y centros turísticos genera diversos tipos de residuos:

- Residuos sólidos: plásticos, papel, vidrio, metales y restos de alimentos.
- Residuos orgánicos: restos de comida y materiales biodegradables.
- Residuos peligrosos: aceites usados, productos de limpieza y otros químicos.
- Aguas residuales: aguas grises de lavabos, duchas, cocinas y lavanderías.

La incineración controlada reduce el volumen de residuos, destruye contaminantes y recupera energía. La desalinización y tratamiento de aguas residuales es crucial en la hostelería, especialmente en establecimientos que generan grandes volúmenes de aguas grises y negras. Sus beneficios incluyen:

- Purificación y reutilización del agua: elimina contaminantes y sales, produciendo agua reutilizable para riego, limpieza o procesos industriales, reduciendo el consumo de agua potable.
- Reducción del impacto ambiental: tratando adecuadamente las aguas residuales antes de su vertido o reutilización, se previene la contaminación de cuerpos de agua y se minimiza el impacto ambiental de las operaciones.
- Cumplimiento de normativas ambientales: asegura que los establecimientos cumplan con las regulaciones, evitando sanciones y mejorando su reputación como empresas responsables.
- Cierre del ciclo de vida de los productos: los residuos que acabarían en vertederos se transforman en recursos como energía, agua tratada o materiales reciclados, reintegrándose en el ciclo económico.
- Reducción de costos operativos: la reutilización de agua tratada y la recuperación de energía disminuyen los costos operativos, aumentando la competitividad.
- Atracción de clientes conscientes del medio ambiente: los turistas valoran cada vez más las prácticas sostenibles. Los establecimientos que adoptan tecnologías avanzadas en gestión de residuos pueden atraer a un público más amplio, mejorando su reputación y rentabilidad.
- Cumplimiento y responsabilidad social: al adoptar un enfoque de economía circular, los establecimientos de hostelería y turismo demuestran su compromiso con la sostenibilidad, fortaleciendo su posición en el mercado y su relación con las comunidades locales.

Figura 110 Circularidad económica estado actual

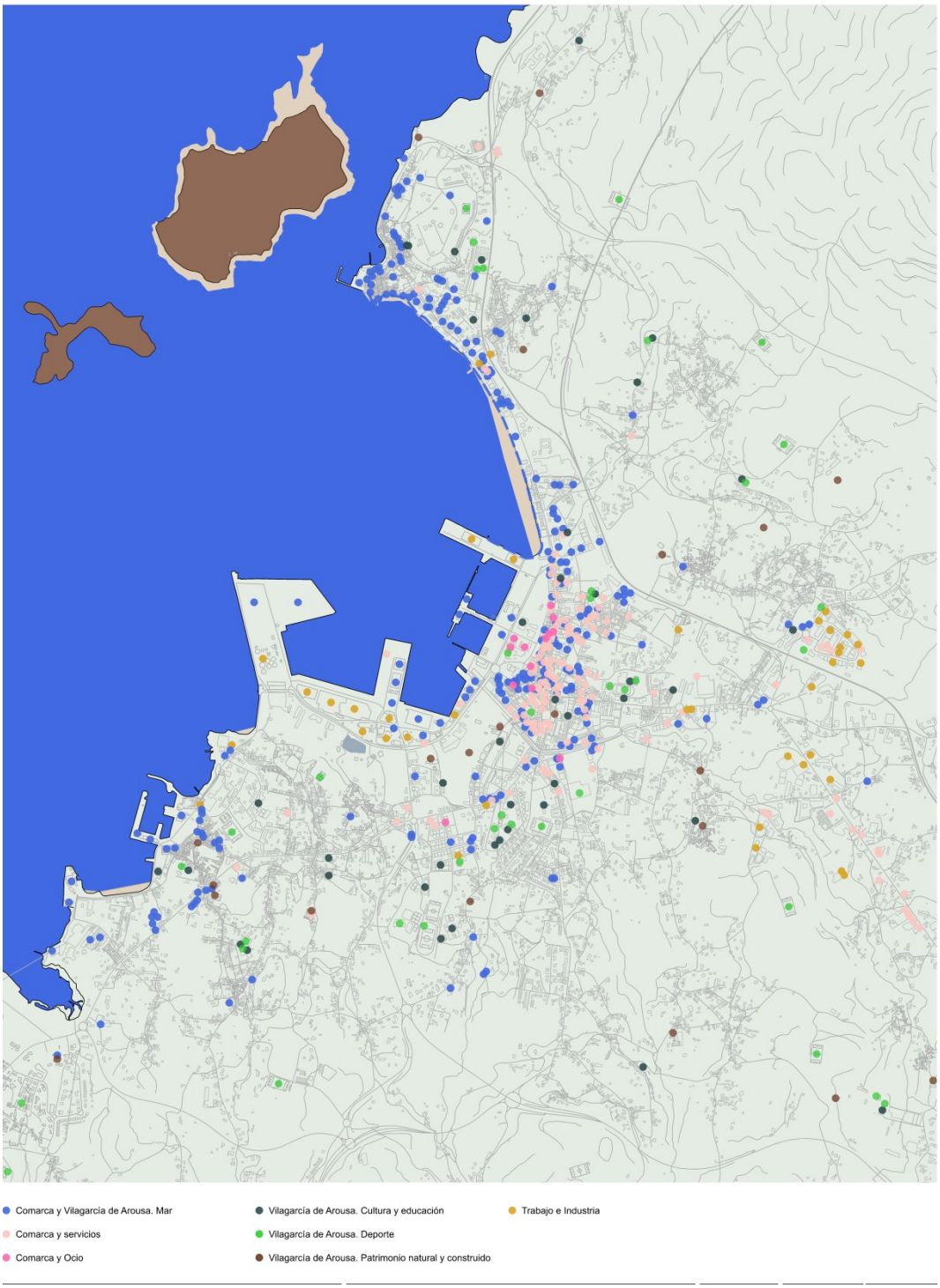
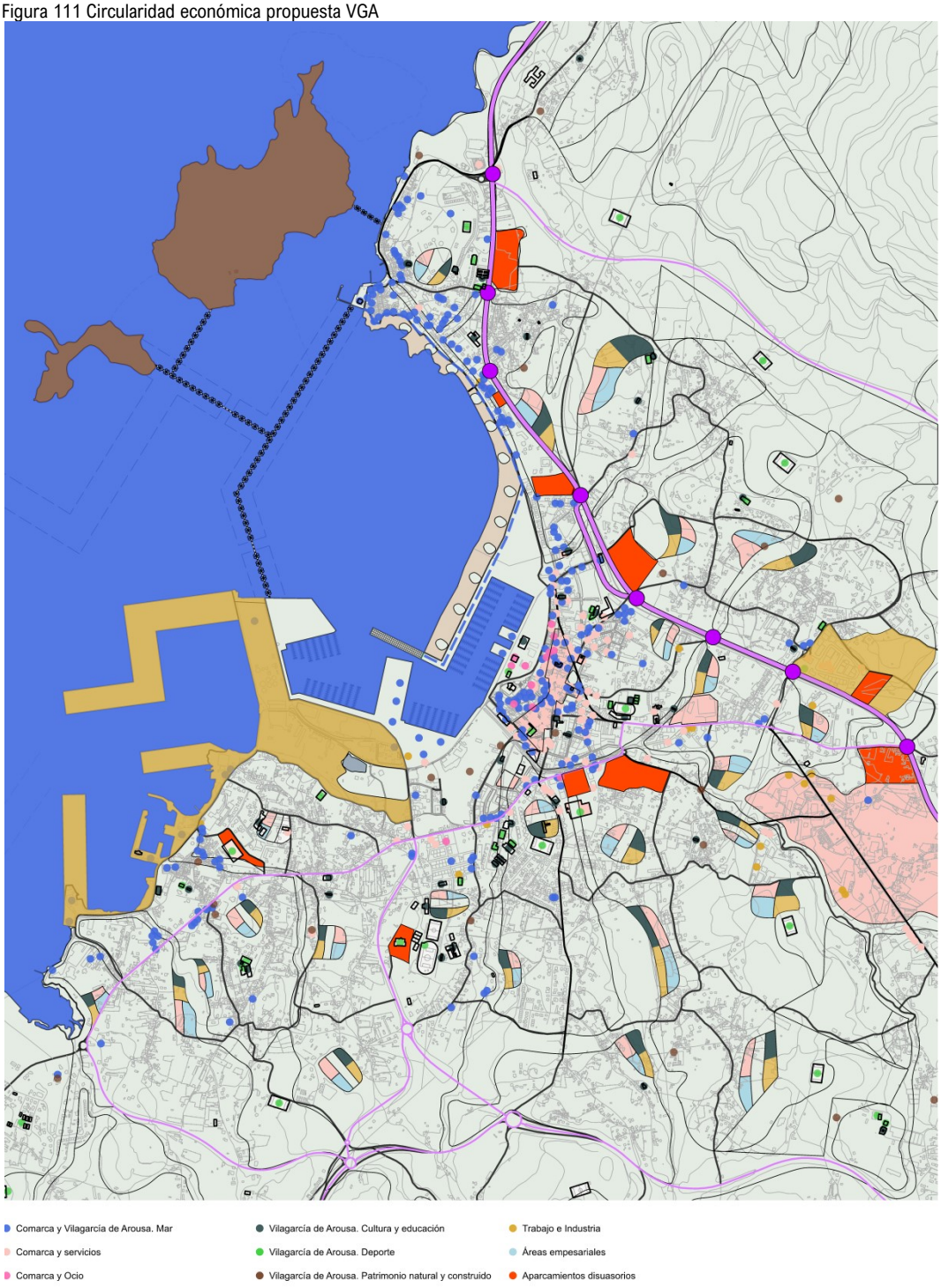


Figura 111 Circularidad económica propuesta VGA



Desarrollo socioeconómico y sostenibilidad

La propuesta de supermanzanas se enmarca dentro de un ambicioso plan de desarrollo socioeconómico y sostenibilidad, que busca transformar la ciudad en un modelo de innovación, eficiencia y calidad de vida. Dos pilares fundamentales de esta propuesta son el desarrollo de centros de emprendimiento y la implementación de edificios inteligentes y sostenibles dentro de las supermanzanas, y una transformación portuaria. Estos elementos están diseñados para generar un impacto positivo duradero en la economía local, la comunidad y el medio ambiente.

a) **Centro de emprendimiento: fomento de la innovación y crecimiento económico**

El corazón del desarrollo socioeconómico dentro de las supermanzanas de VGA será el centro de emprendimiento, una infraestructura clave que albergará un vivero de trabajo para jóvenes**,** áreas de coworking **y** espacios diseñados para la fijación de población:

- **Vivero de trabajo para jóvenes.** Enfocado en la capacitación y el desarrollo profesional de jóvenes emprendedores. Proporcionará las herramientas, el espacio y el apoyo necesarios para que nuevas empresas y proyectos innovadores puedan nacer y crecer en un entorno propicio. La presencia de un vivero de empresas no solo fomentará la creación de empleo, sino que también contribuirá a la retención de talento en Vilagarcía de Arousa, evitando la fuga de cerebros hacia otras ciudades o regiones.

- **Áreas de Coworking.** Ofrecerán un espacio flexible para que profesionales independientes, freelancers y pequeñas empresas puedan trabajar y colaborar. Estos espacios están diseñados para fomentar la interacción entre diferentes disciplinas, lo que puede dar lugar a sinergias y colaboraciones innovadoras. El coworking también es una solución ideal para quienes buscan un equilibrio entre la vida laboral y personal, lo que puede ser un factor clave para atraer y retener a trabajadores altamente cualificados.

- **Espacios para la fijación de población.** Además del enfoque en el emprendimiento, el centro incluirá espacios para la fijación de población, diseñados para atraer a nuevos residentes y facilitar su integración en la comunidad. Estos espacios deben incluir viviendas asequibles, servicios comunitarios y actividades culturales que hagan de la supermanzana un lugar atractivo para vivir. La fijación de población es esencial para revitalizar el centro urbano, impulsar el comercio local y fortalecer el tejido social de la ciudad**.**

b) **Edificios inteligentes y sostenibles: hacia una ciudad eficiente y ecológica.** La implementación de edificios inteligentes y sostenibles dentro de las supermanzanas es un componente crucial de la propuesta, orientado a maximizar la eficiencia energética y minimizar el impacto ambiental:

- Estos edificios se construirán utilizando tecnologías avanzadas que permiten una mayor eficiencia en el uso de materiales y energía. Desde el diseño hasta la operación, cada

etapa del ciclo de vida del edificio estará optimizada para reducir el consumo de recursos naturales y las emisiones de carbono. Materiales reciclados y técnicas de construcción pasiva, que aprovechan las condiciones naturales del entorno para reducir la necesidad de calefacción y refrigeración, serán fundamentales en este enfoque.

- **Sistemas de automatización y IoT.** Equipados con sistemas de automatización e Internet de las Cosas (IoT), estos edificios podrán monitorizar y ajustar continuamente las condiciones internas, como la temperatura, la iluminación y la calidad del aire, en función de las necesidades reales de los ocupantes. Esto no solo garantiza un entorno saludable y confortable, sino que también optimiza el uso de energía y recursos, reduciendo los costos operativos y la huella ambiental.

- **Eficiencia energética y huella ambiental reducida.** Los edificios inteligentes y sostenibles están diseñados para funcionar con un mínimo consumo energético, utilizando fuentes de energía renovable como paneles solares y sistemas geotérmicos. Además, estos edificios estarán conectados a una red energética inteligente que permite el intercambio eficiente de energía entre diferentes unidades y el almacenamiento de excedentes, lo que contribuye a una mayor resiliencia energética de la comunidad.
- **Impacto en la comunidad y el medio ambiente.** La combinación de un centro de emprendimiento dinámico y edificios inteligentes y sostenibles en las supermanzanas de Vilagarcía de Arousa generará un entorno urbano moderno, eficiente y atractivo. Estos desarrollos no solo promoverán el crecimiento económico y la innovación, sino que también mejorarán la calidad de vida de los residentes, creando una comunidad más unida y resiliente.

Además, la apuesta por la sostenibilidad y la eficiencia energética contribuirá a la protección del medio ambiente, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y promoviendo un uso responsable de los recursos naturales.

c) Mejoras portuarias en el puerto comercial y deportivo: expansión y modernización

El puerto deportivo, actualmente con una capacidad de 435 amarres situados en la dársena número 1, goza de una ubicación privilegiada y totalmente integrada en el centro urbano, entre el muelle de O Ramal y el de Pasajeros. Sin embargo, con la nueva propuesta de expansión, se proyecta una transformación significativa que multiplicará su capacidad, aumentando los atraques a 1.840, lo que supone un incremento notable en su operatividad y atractivo.

Tabla 75. Datos Puerto actual vs propuesta

Características	SITUACIÓN ACTUAL	PROPUESTA EXPANSIÓN
LONGITUD MUELLE -ATRAQUE	2.934 ml	3.900
CALADO (M)	3,5 / 7/ 11 /13	>13
SUPERFICIE ESPACIO PORTUARIO	575.000 m2	724.250 m2
SUPERFÍCIE AGUAS ABRIGADAS	2.100.000 m2	4.630.000 m2
LONGITUD CARA EXTERIOR MUELLE/DIQUE	1.165 ml	2.500 ml

Detalles de la propuesta

- Aumento de la capacidad de atraque: La propuesta incrementa significativamente la capacidad de atraque del puerto, pasando de 435 a 1.840 amarres. Este aumento no solo responde a la creciente demanda, sino que también posiciona al puerto como uno de los más modernos y eficientes de la región.
- Extensión de la longitud del muelle: la longitud del muelle se ampliará de 2.934 metros lineales a 3.900 ml, lo que permite acoger una mayor cantidad y variedad de embarcaciones.
- Mayor calado: con un calado que superará los 13 metros en la nueva configuración, el puerto estará preparado para recibir embarcaciones de mayor tamaño y tonelaje, mejorando su competitividad y funcionalidad en el ámbito náutico.
- Ampliación del espacio portuario de 575.000 m² a 724.250 m², proporcionando más áreas para servicios, almacenamiento, y actividades complementarias que beneficiarán tanto a los usuarios del puerto como a la economía local.
- Expansión de las aguas abrigadas: se incrementará de 2.100.000 m² a 4.630.000 m², ofreciendo mayor protección a las embarcaciones y facilitando maniobras seguras dentro del puerto.
- Aumento de la longitud de la cara exterior del muelle/dique: la longitud de la cara exterior del muelle o dique también se duplicará, pasando de 1.165 ml a 2.500 ml, mejorando la capacidad de atracar barcos en la zona exterior del puerto y en la protección de la ciudad contra el mar.

La expansión y modernización del puerto comercial y deportivo no solo multiplica su capacidad, sino que también lo posiciona como una infraestructura de vanguardia, preparada para satisfacer las necesidades crecientes de la comunidad náutica y contribuir al desarrollo económico y social de la región.

Figura 112. Esquema propuesta portuaria VGA

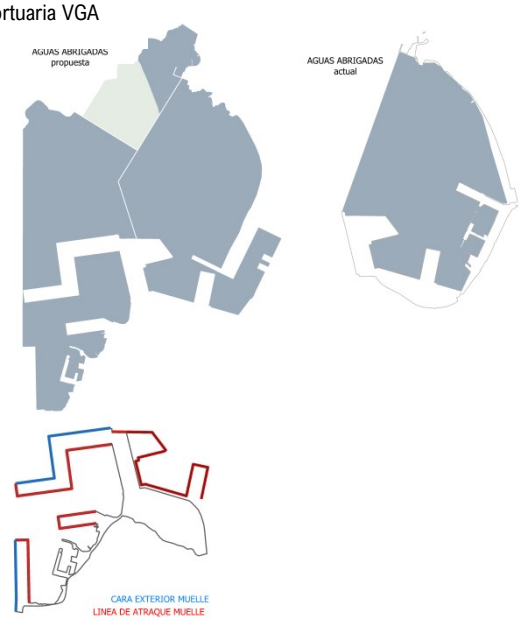
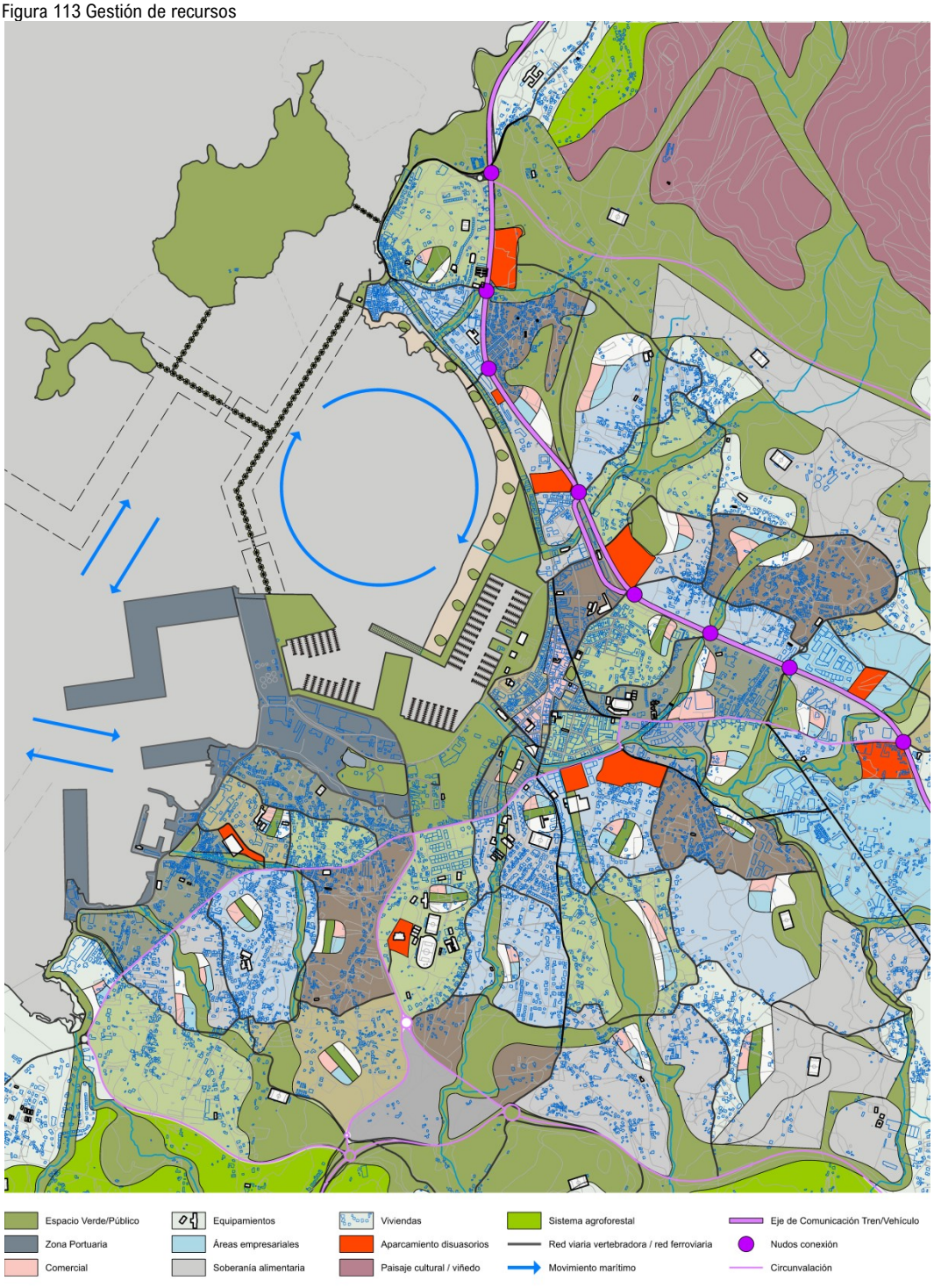


Figura 113 Gestión de recursos



7.3 Gobernanza y gestión

La implementación de supermanzanas en VGA exige un enfoque de gobernanza y gestión inclusivo, adaptativo y alineado con las necesidades del siglo XXI. La participación ciudadana es un pilar fundamental en este proceso, ya que permite que los ciudadanos se involucren activamente en la toma de decisiones mediante plataformas digitales de consulta y participación. Ello capitaliza la diversidad de opiniones y conocimientos dentro de la comunidad, y fortalece el sentido de pertenencia y responsabilidad colectiva en el desarrollo urbano (Borja & Castells, 1997).

En España, la Agenda Urbana actúa como un marco conceptual clave que guía las acciones a nivel local y provincial. Para que estas iniciativas sean efectivas en VGA, es esencial contar con un marco jurídico regional actualizado que evite la redundancia de múltiples agendas urbanas, especialmente en municipios pequeños, y que promueva un enfoque comarcal y metropolitano. Debe trascender los límites administrativos, considerando el ecosistema como límite natural, lo cual es crucial para establecer objetivos concretos, indicadores de progreso y mecanismos de seguimiento y evaluación que aseguren una implementación coherente y eficaz (Fernández, 2008).

La gestión urbana debe contemplar desafíos como el cambio climático, la contaminación y el estrés hídrico, que ya están exacerbando los problemas sociales y ambientales. Los proyectos deben ser flexibles y capaces de adaptarse a los cambios y desafíos emergentes, involucrando a todos los actores relevantes en su desarrollo, requiriendo una coordinación y colaboración público-privada efectiva (Sáez & Ayuso, 2013).

La intervención en la ciudad debe centrarse en combatir las desigualdades urbanas y vulnerabilidades, mejorando el acceso a la vivienda, rehabilitando el parque inmobiliario existente y fomentando la adaptación y resiliencia urbanas frente a los impactos del cambio climático. Además, es crucial mejorar la calidad de vida y la salud de los ciudadanos, integrando la sostenibilidad y la cohesión social como vectores principales (Cabrera, 2018).

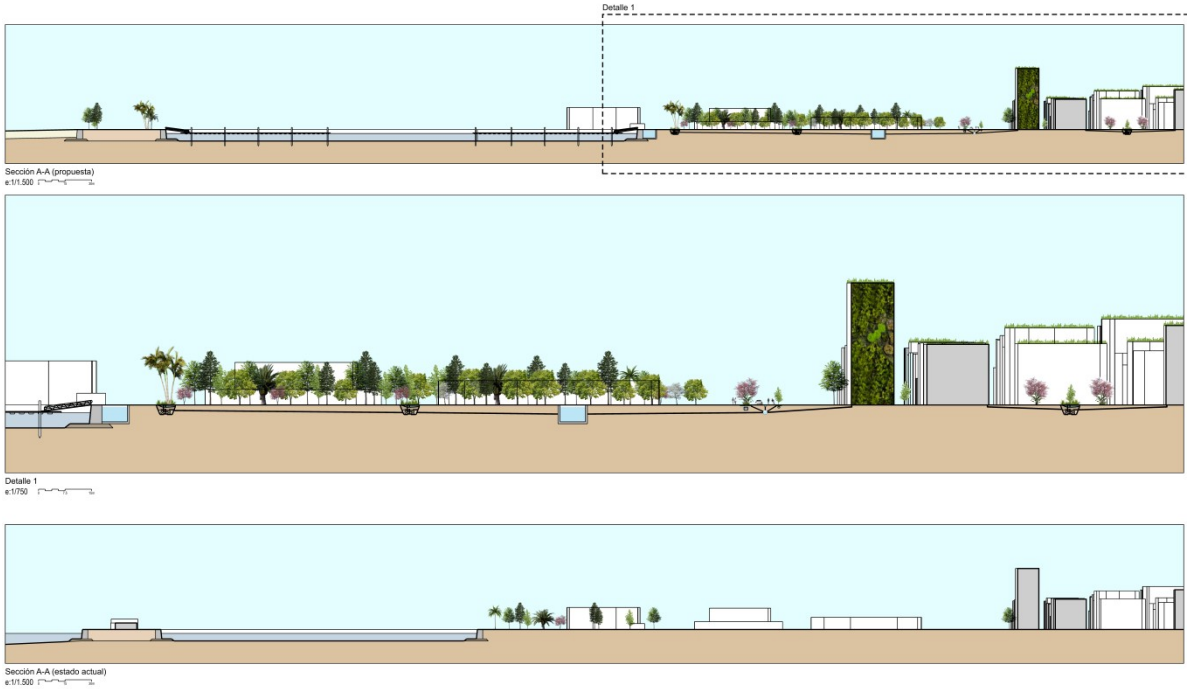
Conocer la realidad social y urbana y comunicar los proyectos de manera bidireccional y accesible es esencial para lograr un consenso entre los actores involucrados, algo que históricamente ha sido una barrera para la acción efectiva. Este consenso debe alcanzarse mediante la interacción directa con los vecinos, explicando los objetivos y comprendiendo sus necesidades, lo que permite un proceso de participación ciudadana enriquecedor, liderado por la iniciativa privada (Rueda, 2019).

En la era post-pandemia, es fundamental repensar la participación ciudadana, incorporando nuevas tendencias y métodos para involucrar a la juventud, a las clases más vulnerables, y a grupos sociales a menudo olvidados, como niños y adolescentes, cuyas aportaciones son esenciales para el futuro de la ciudad.

El envejecimiento de la población urbana es otro desafío significativo que impone la necesidad de adaptar viviendas y espacios públicos para garantizar comodidad, salubridad y accesibilidad.

El éxito de la implantación de las supermanzanas, de la regeneración de hábitat y el metabolismo urbano de VGA depende de la participación inclusiva de todos los grupos sociales y de la implementación efectiva de los planes de acción de la Agenda Urbana.

Figura 114. Sección propuesta zona portuaria VGA



Para una gestión urbana efectiva que promueva la transparencia, la equidad y la innovación, es esencial implementar políticas y estrategias modernas. Los hitos clave son:

1. Gobernanza y participación ciudadana son pilares fundamentales para la construcción de una ciudad moderna, equitativa y sostenible. Estos conceptos no solo buscan mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, sino que también fortalecen la legitimidad y la eficiencia de las políticas urbanas.

- **Transparencia y rendición de cuentas.** Es esencial para construir y mantener la confianza de los ciudadanos en sus autoridades. La rendición de cuentas asegura que las acciones y decisiones gubernamentales sean accesibles y comprensibles para todos, lo cual es un componente clave para garantizar que estas acciones sean percibidas como justas y eficaces.
  a) **Plataformas de datos abiertos**: permiten a los ciudadanos acceder en tiempo real a información sobre las decisiones y políticas que afectan sus vidas cotidianas: datos sobre el uso de los recursos públicos, la planificación urbana, o la implementación de proyectos. Este acceso facilita la supervisión y evaluación constante de las políticas, promoviendo un gobierno más transparente y responsable.
  b) **Monitoreo en tiempo real**: la integración de tecnologías avanzadas permite que los ciudadanos y otros interesados monitoreen en tiempo real el progreso de proyectos urbanos, la eficiencia en la gestión de servicios y el cumplimiento de los compromisos gubernamentales. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también facilita la detección temprana de problemas, permitiendo intervenciones rápidas y efectivas.
  c) **Mecanismos de retroalimentación**: la transparencia no se limita a la divulgación de información; también implica la creación de canales efectivos para que los ciudadanos expresen sus preocupaciones, hagan preguntas y reciban respuestas. Los mecanismos de retroalimentación, como encuestas, foros públicos y consultas en línea, son esenciales para mantener un diálogo continuo entre la ciudadanía y las autoridades.

- **Participación activa ciudadana** en la toma de decisiones es crucial para asegurar que las políticas y proyectos urbanos reflejen verdaderamente las necesidades y expectativas de la comunidad. Una gobernanza inclusiva es más efectiva y justa, y contribuye a la cohesión social y al fortalecimiento del tejido comunitario.
  a) **Talleres y consultas públicas**: permite a los ciudadanos involucrarse directamente en el proceso de planificación urbana. Estos eventos ofrecen un espacio donde las personas pueden aportar sus ideas, discutir sus preocupaciones y colaborar en el diseño de soluciones. Este enfoque participativo no solo mejora la calidad de las decisiones tomadas, sino que también fomenta un sentido de propiedad y responsabilidad compartida en los proyectos urbanos.
  b) **Plataformas de participación digital**: las herramientas digitales, como aplicaciones móviles y plataformas en línea, permiten una participación más amplia y accesible. Estas plataformas pueden incluir votaciones sobre proyectos, encuestas sobre políticas públicas o foros de discusión, facilitando la participación de aquellos que

no pueden asistir a reuniones físicas. Además, el uso de estas tecnologías puede ampliar la participación a grupos tradicionalmente subrepresentados.

c) **Inclusión y diversidad**: es fundamental que los esfuerzos de participación ciudadana sean inclusivos, considerando las necesidades de todos los segmentos de la población, incluyendo minorías, personas con discapacidades y comunidades vulnerables. La participación ciudadana efectiva debe ser representativa de la diversidad de la comunidad, asegurando que todas las voces sean escuchadas y que las políticas resultantes sean equitativas.

- **Alianzas público-privadas** (APP) **y colaboración académica.** Son esenciales para movilizar los recursos y conocimientos necesarios para abordar los desafíos urbanos de manera innovadora y sostenible. Estas colaboraciones permiten aprovechar las fortalezas de cada sector y aplicar soluciones más integrales y eficaces.
  a) **Movilización de recursos**: las APP permiten compartir costos y riesgos entre el sector público y privado, facilitando la implementación de proyectos de gran envergadura, como infraestructuras urbanas sostenibles o sistemas de transporte inteligente. Además, estas alianzas pueden acelerar la ejecución de proyectos, aprovechar la experiencia y eficiencia del sector privado, y garantizar que los proyectos sean financieramente viables.
  b) **Innovación y transferencia de conocimientos**: la colaboración con instituciones académicas aporta un enfoque basado en la investigación y la innovación, esencial para el desarrollo de soluciones urbanas avanzadas. Las universidades y centros de investigación pueden proporcionar datos, análisis y nuevas tecnologías que mejoren la planificación y gestión urbana. Además, esta colaboración fomenta la formación de estudiantes y profesionales en prácticas sostenibles, creando una base de conocimiento que beneficia a largo plazo a la comunidad.
  c) **Desarrollo de proyectos sostenibles**: las APP y la colaboración académica son fundamentales para el desarrollo de proyectos que no solo sean económicamente rentables, sino también ambientalmente sostenibles y socialmente responsables. Estas asociaciones permiten integrar principios de sostenibilidad en la planificación y ejecución de proyectos, asegurando que se alineen con los objetivos de largo plazo de la ciudad en términos de resiliencia climática, reducción de emisiones y equidad social.

2. Gestión urbana y la distribución equitativa de recursos son fundamentales para garantizar que todas las áreas de una ciudad, y todos sus habitantes, tengan acceso a los servicios esenciales y a una infraestructura adecuada.

- **Distribución equitativa de servicios.** Garantizar un acceso equitativo a servicios esenciales es un pilar de la gestión urbana efectiva. Esto implica que todos los ciudadanos, sin importar su ubicación geográfica o condición socioeconómica, tengan las mismas oportunidades de acceder a servicios como educación, salud y transporte.

a) **Acceso a la educación**: es vital que las escuelas estén distribuidas equitativamente en la ciudad, asegurando que todos los niños y jóvenes tengan acceso a una educación de calidad cerca de sus hogares. Esto no solo mejora los resultados educativos, sino que también reduce las desigualdades sociales y económicas. La planificación urbana debe priorizar la creación de nuevas escuelas en áreas donde hay un déficit de servicios educativos, así como la modernización de las existentes para asegurar condiciones óptimas de aprendizaje.
b) **Servicios de salud**: el acceso a servicios de salud es un derecho fundamental que debe estar garantizado para todos los ciudadanos. Las clínicas, hospitales y centros de salud deben estar ubicados estratégicamente para que ninguna comunidad quede desatendida. Además, es importante que estos servicios sean de alta calidad y estén equipados para atender las necesidades de la población, especialmente en áreas rurales o desfavorecidas. La equidad en la salud también implica la provisión de servicios de salud preventiva y educación sanitaria, asegurando que todos los ciudadanos puedan vivir vidas saludables.
c) **Transporte público** eficiente y accesible es crucial para conectar a las personas con los servicios y oportunidades de la ciudad. La planificación del transporte debe centrarse en la creación de rutas que sirvan a todas las áreas, especialmente a aquellas que han sido históricamente desatendidas. Esto incluye la integración de diferentes modos de transporte (autobuses, trenes, bicicletas) y la promoción de opciones sostenibles. La equidad en el transporte también implica precios accesibles para todos los ciudadanos, asegurando que nadie quede excluido debido a limitaciones económicas.

- **Inversión en infraestructuras básicas.** La infraestructura urbana es el esqueleto de una ciudad, y su desarrollo equitativo es esencial para reducir las disparidades entre diferentes zonas. La inversión en infraestructuras básicas, como carreteras, saneamiento, agua potable y electricidad, es fundamental para mejorar la calidad de vida y promover un desarrollo económico inclusivo.
    a) **Mejora de infraestructuras en áreas desfavorecidas**: es fundamental que las inversiones en infraestructuras se dirijan prioritariamente a las áreas que han sido históricamente marginadas o que carecen de servicios adecuados. Esto incluye no solo la construcción de nuevas infraestructuras, sino también la renovación y modernización de las existentes. Mejorar las infraestructuras en estas áreas puede reducir las disparidades socioeconómicas y fomentar la cohesión social, creando un entorno urbano más justo y equitativo.

b) **Desarrollo de infraestructuras resilientes**: deben ser diseñadas y construidas con criterios de resiliencia, asegurando que su impacto ambiental sea mínimo y que puedan soportar el crecimiento futuro de la ciudad. Esto incluye el uso de materiales ecológicos, la implementación de sistemas de energía renovable y la planificación para la resiliencia ante desastres naturales. La inversión no solo mejora la calidad de vida de los ciudadanos actuales, sino que también protege los recursos para las futuras generaciones.
c) **Integración de infraestructuras con servicios sociales**: la inversión en infraestructuras debe estar estrechamente vinculada con el desarrollo de servicios sociales, como escuelas, centros comunitarios y parques. Esto garantiza que las infraestructuras no solo sirvan como medios para el transporte o el suministro de servicios, sino que también contribuyan al bienestar general de la comunidad. La planificación urbana debe adoptar un enfoque holístico que integre infraestructuras y servicios sociales, asegurando que ambos se desarrollen de manera coherente y complementaria.

- **Gestión integral de recursos** urbanos, como la energía, el agua y los residuos, es crucial para el desarrollo sostenible de una ciudad. La implementación de sistemas inteligentes que optimicen la eficiencia en el uso de estos recursos puede mejorar la calidad de vida, reducir costos y minimizar el impacto ambiental.
  a) **Eficiencia energética**: la implementación de tecnologías avanzadas y sistemas inteligentes puede reducir significativamente el consumo de energía en las ciudades. Esto incluye la utilización de redes eléctricas inteligentes (smart grids), la promoción de la eficiencia energética en edificios, y el fomento del uso de fuentes de energía renovable. Una gestión energética eficiente no solo reduce los costos operativos de la ciudad, sino que también contribuye a la lucha contra el cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
  b) **Gestión del agua y saneamiento**: el agua es un recurso esencial que debe ser gestionado con cuidado. Los sistemas inteligentes de monitoreo y distribución pueden optimizar el uso del agua, reduciendo el desperdicio y asegurando que todas las áreas de la ciudad tengan acceso a agua potable de alta calidad. Además, la gestión adecuada del saneamiento es crucial para prevenir enfermedades y proteger el medio ambiente. Esto incluye la modernización de las infraestructuras de alcantarillado y la implementación de tecnologías de tratamiento de aguas residuales que minimicen el impacto ambiental.
  c) **Monitoreo en tiempo real**: la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real permite a las autoridades urbanas gestionar los recursos de manera más eficiente y responder rápidamente a cualquier problema que surja. Estos sistemas pueden identificar fugas en las redes de agua, optimizar la recolección de residuos o ajustar el suministro de energía según la demanda. El monitoreo en tiempo real también permite una mejor planificación y toma de decisiones, asegurando que los recursos se utilicen de manera óptima y sostenible.

3. Innovación y desarrollo urbano resiliente. Son fundamentales para construir ciudades que no solo sean habitables y eficientes en el presente, sino también resilientes. Estos conceptos abarcan el diseño de espacios urbanos que integren diversas funciones, la implementación de prácticas sostenibles y la promoción de la innovación social mediante la colaboración entre distintos actores.

- **Desarrollo de zonas mixtas.** Estrategia urbanística que busca integrar diferentes usos del suelo, como vivienda, trabajo, comercio y ocio, en áreas compactas y bien conectadas, promoviendo una vida urbana más eficiente, reduciendo la necesidad de largos desplazamientos y fomentando comunidades más dinámicas y cohesionadas.
  a) **Reducción de distancias y mejora de la calidad de vida**: al combinar vivienda, trabajo y ocio en proximidad, las zonas mixtas reducen el tiempo y los costos asociados con los desplazamientos diarios. Esto mejora la calidad de vida de los residentes al proporcionar más tiempo para actividades personales y familiares, y reduce la congestión del tráfico y las emisiones de gases de efecto invernadero.
  b) **Fomento de comunidades dinámicas**: las zonas mixtas crean comunidades vibrantes donde las interacciones sociales se intensifican y los espacios públicos se utilizan de manera más activa. Facilita el desarrollo de una economía local más fuerte, donde pequeños negocios prosperan y los servicios comunitarios están fácilmente disponibles. Además, la mezcla de usos en un mismo espacio fomenta la diversidad social y económica, promoviendo la inclusión y el sentido de comunidad.
  c) **Diseño urbano sostenible**: las zonas mixtas permiten una mejor planificación y uso del espacio urbano. Al integrar diferentes funciones en una misma área, se optimiza el uso del suelo, se preservan espacios verdes y se reduce la expansión urbana descontrolada. También facilita la implementación de infraestructuras sostenibles, como redes de transporte público eficientes y sistemas de energía compartida, que son más fáciles de desarrollar y mantener en áreas densamente pobladas.

- **Prácticas circulares y eficiencia energética.** Estos conceptos se centran en minimizar el desperdicio y maximizar el uso eficiente de los recursos, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental de las ciudades.
  a) **Economía circular**: busca cerrar los ciclos de producción y consumo, mediante la reutilización, el reciclaje y la regeneración de materiales y recursos. Esto implica diseñar edificios y productos que puedan ser fácilmente desmantelados y reutilizados, así como desarrollar sistemas de gestión de residuos que minimicen la generación de basura y maximicen la recuperación de recursos. Así, no solo se reduce el impacto ambiental, sino que se crean nuevas oportunidades económicas y laborales (reciclaje, reparación y manufactura de productos reciclados).
  b) **Eficiencia energética**: es crucial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de recursos en las ciudades. Esto puede lograrse mediante la adopción de tecnologías avanzadas, como la iluminación LED, los sistemas de calefacción y refrigeración eficientes, y la generación de energía renovable en sitio, como la solar y la eólica. La eficiencia energética debe integrarse

en el diseño de edificios y la planificación urbana, asegurando infraestructuras optimizadas al mínimo consumo de energía manteniendo confort y funcionalidad.

c) **Integración de sistemas sostenibles.** Su implementación requiere la integración de sistemas urbanos que faciliten el uso compartido y eficiente de recursos: redes inteligentes de energía, sistemas de gestión de residuos que favorezcan la separación y el reciclaje en origen, y políticas que incentiven la reducción del consumo y la reutilización de materiales. Implementadas de manera coordinada, permiten a las ciudades avanzar hacia un modelo de desarrollo resiliente.

- **Innovación social y laboratorios urbanos.** La innovación es un motor clave para el desarrollo urbano sostenible, y los laboratorios urbanos proporcionan el espacio para que esta innovación se materialice. Estos laboratorios son plataformas de experimentación y colaboración donde ciudadanos, emprendedores, investigadores y el gobierno local trabajan juntos para desarrollar y probar soluciones innovadoras a los desafíos urbanos.
  a) **Espacios de experimentación colaborativa**: los laboratorios urbanos funcionan como entornos de prueba donde se pueden experimentar nuevas ideas, tecnologías y políticas en un contexto controlado antes de su implementación a gran escala. Esta colaboración entre diferentes actores permite aprovechar la creatividad y el conocimiento colectivo, promoviendo soluciones que son tanto innovadoras como viables. Estos espacios también facilitan la transferencia de conocimientos y la capacitación de los ciudadanos en nuevas tecnologías y prácticas sostenibles.
  b) **Innovación en soluciones urbanas**: son fundamentales para desarrollar soluciones innovadoras que aborden los desafíos específicos de las ciudades, como la movilidad sostenible, la gestión de residuos, la eficiencia energética y la resiliencia al cambio climático. Permiten la creación de prototipos y la realización de pilotos que, una vez validados, pueden escalarse para su implementación en toda la ciudad. La innovación social generada contribuye a la inclusión social y la cohesión comunitaria, al involucrando a ciudadanos de diversos orígenes en el proceso.
  c) **Colaboración multisectorial**: la colaboración entre el sector público, privado y académico es esencial en los laboratorios urbanos para aprovechar al máximo los recursos y conocimientos disponibles. Las empresas pueden contribuir con tecnologías y modelos de negocio innovadores, las universidades aportan investigación y análisis, mientras que el sector público proporciona el marco regulador y la infraestructura necesaria. Esta colaboración no solo acelera el desarrollo de soluciones, sino que también asegura que las innovaciones sean sostenibles y estén alineadas con las necesidades y objetivos de la ciudad.

- **Connecting**: inspirado en "Copenhague Connecting", es esencial facilitar la compra, venta y compartición de datos entre ciudadanos, instituciones públicas y organizaciones privadas, impulsando así la innovación y la eficiencia en la gestión urbana.

4. Resiliencia y seguridad. A medida que las urbes enfrentan crecientes desafíos, como el cambio climático, las amenazas cibernéticas y el crecimiento poblacional, es esencial desarrollar estrategias que fortalezcan su capacidad para resistir, adaptarse y recuperarse de estas adversidades.

- **Seguridad y resiliencia.** Desarrollar sistemas robustos de gestión de emergencias y ciberseguridad es crucial para asegurar que las ciudades puedan mantener su funcionamiento esencial incluso en situaciones adversas.
  a) **Gestión de emergencias**: los sistemas de gestión de emergencias deben ser diseñados para responder rápida y eficazmente a desastres naturales, accidentes industriales, o cualquier otra crisis que pueda afectar a la ciudad. Esto incluye la implementación de protocolos de respuesta rápida, la capacitación continua de los equipos de emergencia, la creación de infraestructuras resistentes que minimicen el impacto de los desastres, la planificación previa y la simulación de escenarios de emergencia. Permitiendo reducir el tiempo de respuesta y los daños asociados.
  b) **Ciberseguridad.** Los sistemas de ciberseguridad deben ser lo suficientemente robustos para proteger contra ataques que podrían comprometer servicios críticos como el suministro de energía, el transporte público o los sistemas de agua. Esto implica la implementación de medidas de seguridad avanzadas, como la encriptación de datos, la monitorización constante de redes y la preparación para respuestas rápidas en caso de brechas de seguridad. La ciberseguridad también debe incluir la educación y concienciación de los ciudadanos y trabajadores sobre las mejores prácticas para proteger la información y evitar ciberataques.
  c) **Infraestructura resiliente**: es clave para asegurar que las ciudades puedan resistir y recuperarse rápidamente de eventos adversos. Esto incluye el diseño de edificios e infraestructuras capaces de soportar fenómenos extremos, como terremotos, inundaciones o huracanes, así como la creación de redes de energía y agua que puedan operar de manera independiente en caso de fallos en otras partes del sistema. La resiliencia urbana también implica la capacidad de las infraestructuras para adaptarse a cambios a largo plazo, como el aumento del nivel del mar o las fluctuaciones en la demanda de recursos.

- **Planificación equitativa y adaptativa.** Debe ser equitativa y adaptable para asegurar que todos los ciudadanos, independientemente de su ubicación o condición social, tengan acceso a servicios y oportunidades, y que la ciudad esté preparada para enfrentar cambios y desafíos futuros.
  a) **Equidad en la planificación urbana**: implica garantizar que todos los sectores de la ciudad, incluidas las áreas marginadas o de bajos ingresos, tengan acceso a servicios esenciales como educación, salud, transporte y espacios verdes. Requiere una distribución justa de los recursos y la implementación de políticas que corrijan las desigualdades existentes. También implica la inclusión de todas las voces en el proceso de planificación reflejando las necesidades y prioridades comunitarias.

b) **Flexibilidad y adaptación al cambio**: una planificación adaptativa es crucial para permitir que las ciudades respondan eficazmente a cambios y desafíos inesperados, como la migración, el cambio climático o las crisis económicas. Esto implica la capacidad de modificar planes y estrategias en respuesta a nuevas circunstancias, sin comprometer la sostenibilidad o la equidad. También facilita la integración de nuevas tecnologías y enfoques innovadores que pueden surgir. Las ciudades deben ser capaces de anticipar y prepararse para futuros escenarios, diseñando infraestructuras y políticas que puedan ajustarse a necesidades cambiantes.

c) **Participación comunitaria en la planificación**: la planificación adaptativa debe incluir la participación activa de la comunidad, lo que permite que las políticas se ajusten de manera continua a las realidades locales. La retroalimentación de los ciudadanos es vital para detectar problemas emergentes y adaptar las estrategias urbanas en consecuencia. Además, la participación comunitaria fortalece la cohesión social y asegura que las políticas urbanas sean percibidas como justas y legítimas.

- **Gestión de la movilidad.** Implementar sistemas de transporte inteligente y gestionar adecuadamente la infraestructura de movilidad ayuda a evitar congestiones, reducir emisiones y asegurar que todos los ciudadanos puedan desplazarse de manera segura y eficiente.

  a) **Transporte inteligente**: utilizan tecnologías avanzadas para optimizar el flujo de tráfico, mejorar la eficiencia del transporte público y reducir los tiempos de viaje. Esto incluye la implementación de sistemas de señalización adaptativa, aplicaciones de movilidad que informan en tiempo real sobre el tráfico y la disponibilidad de transporte, y redes de transporte público integradas que facilitan la conectividad entre diferentes modos de transporte. También promueve el uso de vehículos eléctricos y otras formas de transporte sostenible, lo que contribuye a la reducción de la huella de carbono de la ciudad.

  b) **Infraestructura de movilidad resiliente**: deben enfocarse en la resiliencia y sostenibilidad a largo plazo. Esto incluye la construcción de vías que puedan soportar el aumento del tráfico y resistir condiciones climáticas adversas, así como la implementación de sistemas de drenaje eficientes que prevengan inundaciones en áreas vulnerables. Además, la infraestructura de movilidad debe ser inclusiva, asegurando que todas las áreas de la ciudad, incluidas las más remotas o desfavorecidas, tengan acceso adecuado a transporte seguro y eficiente.

  c) **Reducción de la congestión y promoción de movilidad sostenible**: la gestión de la movilidad debe incluir estrategias para reducir la congestión del tráfico, como la promoción del uso de bicicletas, la ampliación de las redes de transporte público y la implementación de políticas de movilidad compartida. Fomentar el uso de alternativas sostenibles al transporte individual, como el carpooling y el transporte público, no solo reduce la congestión, sino que también mejora la calidad del aire y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero. La planificación urbana debe priorizar la creación de entornos que faciliten el desplazamiento peatonal y el uso de bicicletas, mejorando la accesibilidad y la seguridad en toda la ciudad.

5. Economía y sostenibilidad. Integrar modelos económicos sostenibles con prácticas que fomenten la autosuficiencia y la gestión eficiente de recursos es clave para enfrentar los desafíos ambientales y sociales del presente y del futuro.

- **Facilitación del comercio de energía P2P.** El comercio de energía Peer-to-Peer (P2P) permite a los ciudadanos intercambiar energía de manera directa, sin necesidad de intermediarios, lo que promueve la autosuficiencia energética y fomenta un modelo más descentralizado y sostenible de producción y consumo de energía.
    a) **Promoción de la autosuficiencia energética:** permite a los ciudadanos convertirse en productores de energía (prosumidores), utilizando tecnologías como paneles solares o turbinas eólicas para generar electricidad que luego pueden vender o intercambiar con sus vecinos. Esto reduce la dependencia de grandes proveedores de energía y promueve un modelo más resiliente y adaptable a las fluctuaciones del mercado energético. Además, al descentralizar la producción de energía, se minimizan las pérdidas en la transmisión y se optimiza el uso de recursos locales.
    b) **Reducción de la necesidad de intermediarios**: el modelo P2P elimina la necesidad de intermediarios en el comercio de energía, lo que no solo reduce costos para los consumidores, sino que también agiliza el proceso de intercambio y fomenta una mayor transparencia en las transacciones. Este sistema puede ser facilitado mediante plataformas digitales que conectan a los prosumidores con los compradores, permitiendo un mercado de energía más flexible y competitivo.
    c) **Fomento de la innovación tecnológica**: impulsa la innovación en tecnologías de generación, almacenamiento y distribución de energía. Esto incluye el desarrollo de baterías más eficientes, sistemas inteligentes de gestión de la energía y plataformas blockchain para garantizar la seguridad y transparencia en las transacciones. Estas innovaciones contribuyen a una mayor sostenibilidad energética, al facilitar la integración de fuentes de energía renovable y reducir la huella de carbono.

- **Red de incubadoras y aceleradoras** que fomenten la creación de empleo y el crecimiento económico y que apoye a emprendedores y startups en su crecimiento y consolidación
- **Gestión financiera sostenible.** Es clave para asegurar que los recursos económicos se utilicen de manera eficiente y responsable, apoyando proyectos que no solo sean viables económicamente, sino también beneficiosos para el medio ambiente y la sociedad.
    a) **Optimización del uso de recursos financieros**: implica maximizar el impacto de los recursos financieros mediante la asignación estratégica de fondos a proyectos que generan beneficios económicos, sociales y ambientales. Esto incluye la priorización de inversiones en infraestructuras sostenibles, energías renovables y tecnologías limpias que puedan generar retornos a largo plazo mientras se alinean con los objetivos de sostenibilidad de la ciudad.
    b) **Exploración de nuevos modelos de financiamiento**: Para apoyar proyectos urbanos sostenibles, es crucial explorar y adoptar modelos de financiamiento innovadores,

como los bonos verdes, los esquemas de financiamiento basado en el rendimiento o los fondos de inversión de impacto. Estos modelos permiten movilizar capital privado para proyectos que generan beneficios ambientales y sociales, reduciendo la dependencia de fondos públicos y facilitando la implementación de iniciativas a gran escala:

- **Fondos verdes y bonos de impacto ambiental:** herramienta clave para movilizar capital hacia proyectos que mejoren la resiliencia urbana. Están diseñados para atraer inversiones hacia iniciativas que reduzcan el impacto ambiental y fortalezcan la capacidad de las ciudades para resistir y recuperarse de eventos adversos. Los fondos obtenidos a través de estos mecanismos se destinan a proyectos como la eficiencia energética, la infraestructura verde y la adaptación al cambio climático, asegurando un crecimiento sostenible y robusto.
- **Modelos de financiamiento basados en pago por servicios ecosistémicos.** Son una estrategia para financiar la protección y restauración de los ecosistemas urbanos y rurales. Reconocen el valor económico de los servicios que los ecosistemas proporcionan, como la regulación del agua, la purificación del aire y la protección contra inundaciones. Al compensar a las comunidades y propietarios de tierras por mantener o mejorar estos servicios, se crea un incentivo económico directo para la conservación y gestión sostenible de los recursos naturales.
- **Incentivos fiscales y subsidios para proyectos de resiliencia.** Para fomentar la inversión en resiliencia, los gobiernos deben implementen incentivos fiscales y subsidios que favorezcan proyectos orientados a mejorar la resiliencia de las ciudades. Estos incentivos pueden incluir deducciones fiscales para empresas que invierten en infraestructura resiliente, subsidios para el desarrollo de tecnologías verdes y apoyos financieros para la rehabilitación de viviendas y edificios que incorporen criterios de sostenibilidad y resistencia a desastres.
- **Programas de seguros y resiliencia basados en la comunidad.** Son fundamentales para proteger a las poblaciones más vulnerables frente a desastres naturales y crisis económicas. Estos programas permiten a las comunidades acceder a seguros a precios asequibles que cubren daños causados por eventos extremos, al mismo tiempo que fomentan la organización comunitaria y la creación de fondos colectivos para la recuperación. Además, estos programas pueden incluir componentes de capacitación y educación para mejorar la preparación y respuesta ante emergencias.

c) **Transparencia y rendición de cuentas**: debe basarse en principios de transparencia y rendición de cuentas, asegurando que los fondos se utilicen de manera eficiente y que los resultados de los proyectos sean monitoreados y evaluados continuamente. Esto incluye la publicación de informes financieros detallados, la participación de las partes interesadas en la toma de decisiones y la implementación de mecanismos de auditoría que garanticen la integridad de los procesos financieros.

- **Economía circular y gestión de residuos.** La economía circular y la gestión eficiente de residuos son esenciales para construir ciudades resilientes, donde los recursos se utilicen de manera responsable y se minimice el impacto ambiental mediante la reutilización, el reciclaje y la regeneración de materiales.
    a) **Reutilización y reciclaje de residuos** fundamental para avanzar hacia un modelo de economía circular. Esto implica el desarrollo de infraestructuras y sistemas de gestión que faciliten la separación en origen, el reciclaje y la transformación de residuos en nuevos productos o fuentes de energía. Por ejemplo, los residuos orgánicos pueden ser convertidos en compost o biogás, mientras que los materiales reciclables, como plásticos y metales, pueden reintegrarse en la cadena de producción.
    b) **Alianzas público-privadas para la gestión de residuos**: la colaboración entre los sectores público y privado es crucial para implementar sistemas eficientes de gestión de residuos que cumplan con los principios de la economía circular. Las ciudades pueden trabajar con empresas para desarrollar plantas de reciclaje avanzadas, promover el diseño de productos más duraderos y reciclables, y establecer mercados para materiales reciclados. Además, las políticas públicas pueden incentivar a las empresas a reducir el desperdicio y aumentar la reutilización de materiales mediante regulaciones y subsidios.
    c) **Educación y concienciación ciudadana**: la economía circular no puede funcionar sin el compromiso y la participación activa de los ciudadanos. Es fundamental desarrollar programas de educación y concienciación sobre la importancia de reducir, reutilizar y reciclar, y que los capaciten para adoptar prácticas sostenibles en su vida diaria. Pueden incluir campañas de sensibilización, talleres comunitarios y la integración de temas de sostenibilidad en el currículo escolar. La participación ciudadana en la gestión de residuos la eficacia de los sistemas implementados, y fortalece el sentido de responsabilidad y comunidad.

- **Cooperación intersectorial e integración de políticas.** Son esenciales para abordar de manera efectiva los desafíos complejos que enfrenta el desarrollo urbano sostenible:

- **Acuerdos y alianzas entre agencias gubernamentales, ONGs y el sector privado**: la creación de alianzas estratégicas entre estos actores es crucial para coordinar esfuerzos y maximizar el impacto de las iniciativas de resiliencia y sostenibilidad.
- **Políticas integradas de gestión de aguas urbanas y rurales**: la gestión del agua debe ser holística e integrarse a nivel urbano y rural, asegurando la sostenibilidad del recurso y la protección contra eventos climáticos extremos como inundaciones o sequías.
- **Cooperación transfronteriza en la gestión de cuencas hidrográficas** de manera coordinada es vital para prevenir conflictos por el uso del agua y garantizar su distribución equitativa y sostenible.
- **Desarrollo de normativas y estándares comunes para la construcción resiliente** asegura que las nuevas construcciones y rehabilitaciones cumplan con criterios de resiliencia, reduciendo la vulnerabilidad de las infraestructuras a desastres naturales.

6. Educación y sensibilización. Componentes esenciales para el éxito de cualquier estrategia de desarrollo urbano sostenible a través de la implementación de programas educativos y la creación de espacios de aprendizaje comunitario. Las ciudades pueden empoderar a sus ciudadanos para que se conviertan en agentes activos del cambio, promoviendo prácticas sostenibles y fomentando una cultura de colaboración y aprendizaje continuo.

- **Educación y sensibilización comunitaria.** Estos programas buscan informar a los ciudadanos sobre los beneficios de las prácticas sostenibles y cómo pueden contribuir al éxito de iniciativas urbanas, como las supermanzanas.
  a) **Implementación de programas educativos**: es crucial desarrollar programas educativos que aborden temas clave como la sostenibilidad, la eficiencia energética, la gestión de residuos y la movilidad sostenible. Estos programas pueden ser implementados en escuelas, centros comunitarios y a través de campañas públicas, adaptándose a diferentes grupos etarios y contextos sociales. La educación debe ser continua y accesible, utilizando medios digitales y presenciales para llegar a una amplia audiencia. Además, es importante que los programas incluyan aspectos prácticos, donde los ciudadanos puedan aplicar directamente lo aprendido en su vida diaria, reforzando así la comprensión y el compromiso con las prácticas sostenibles.
  b) **Concienciación sobre el impacto ambiental y social**: los programas de sensibilización deben enfocarse en hacer conscientes a los ciudadanos del impacto que sus acciones diarias tienen sobre el medio ambiente y la sociedad. Esto incluye educar sobre la huella de carbono, la importancia de reducir el consumo de recursos, y los beneficios de prácticas como el reciclaje, el uso de transporte público y la conservación de energía. Al entender cómo sus elecciones individuales contribuyen al bienestar colectivo, los ciudadanos están más motivados a adoptar comportamientos sostenibles.
  c) **Fomento de la participación ciudadana en proyectos urbanos**: la educación y sensibilización no solo deben centrarse en cambiar comportamientos individuales, sino también en incentivar la participación activa en proyectos urbanos como las supermanzanas. Los ciudadanos deben ser informados sobre cómo estas iniciativas pueden mejorar su calidad de vida y ser alentados a involucrarse en la planificación, implementación y mantenimiento de estos proyectos. Esto puede lograrse mediante talleres participativos, reuniones comunitarias y plataformas en línea donde los ciudadanos puedan expresar sus ideas y preocupaciones.

- **Plataformas de aprendizaje comunitario.** Son espacios donde los ciudadanos pueden compartir conocimientos y experiencias, fomentando una cultura de colaboración y aprendizaje continuo. Son esenciales para construir una comunidad educada y empoderada que pueda afrontar los desafíos urbanos de manera conjunta y efectiva.
  a) **Creación de espacios de colaboración**: pueden tomar diversas formas, como centros comunitarios, bibliotecas, talleres, grupos de discusión o plataformas en línea. Estos espacios deben estar diseñados para facilitar la colaboración y el

intercambio de ideas entre personas de diferentes edades, antecedentes y niveles de conocimiento. Al fomentar la interacción entre vecinos, expertos y autoridades locales, estas plataformas ayudan a construir redes de apoyo y colaboración que fortalecen la cohesión social y el sentido de comunidad.

b) **Fomento del aprendizaje continuo**: la educación no debe verse como un proceso que termina en la escuela, sino como una actividad continua a lo largo de la vida. Las plataformas de aprendizaje comunitario pueden ofrecer cursos, talleres y eventos que cubran una amplia gama de temas relacionados con la sostenibilidad, la tecnología, la cultura y el bienestar social. Estos programas deben ser flexibles y adaptables, permitiendo a los ciudadanos aprender a su propio ritmo y según sus intereses y necesidades. Además, la incorporación de tecnologías digitales permite que el aprendizaje sea accesible para un público más amplio, incluyendo aquellos que no pueden asistir a eventos presenciales.

c) **Compartir conocimientos y mejores prácticas**: un aspecto clave de las plataformas de aprendizaje comunitario es el intercambio de conocimientos y mejores prácticas entre los ciudadanos. Esto incluye la documentación y difusión de proyectos exitosos, la organización de charlas y seminarios donde los expertos puedan compartir sus conocimientos, y la creación de bases de datos de recursos accesibles para todos. Al compartir experiencias y soluciones, los ciudadanos pueden aprender de los éxitos y desafíos de otros, lo que mejora la capacidad de la comunidad para enfrentar problemas comunes y desarrollar soluciones innovadoras.

7. Monitoreo y mejora continua. Son esenciales para garantizar que las políticas y estrategias de gestión urbana se mantengan efectivas y alineadas con los objetivos de sostenibilidad y bienestar social. A través de sistemas de seguimiento y evaluación robustos, junto con un monitoreo constante del impacto ambiental y social, las ciudades pueden adaptarse rápidamente a los desafíos emergentes y mejorar continuamente sus prácticas.

- **Sistemas de seguimiento y evaluación.** Los sistemas de seguimiento y evaluación son herramientas críticas para medir el desempeño de las políticas y estrategias urbanas. Utilizando indicadores clave de desempeño y realizando auditorías regulares, las ciudades pueden asegurarse de que están avanzando hacia sus objetivos y pueden identificar áreas donde se necesitan mejoras.
  a) **Indicadores de desempeño**: la implementación de indicadores de desempeño es fundamental para medir el éxito de las políticas urbanas en tiempo real. Estos indicadores pueden abarcar una amplia gama de áreas, desde la eficiencia energética y la calidad del aire hasta la movilidad urbana y la equidad en el acceso a servicios públicos. Al establecer métricas claras y medibles, las autoridades pueden monitorear el progreso hacia los objetivos establecidos, identificar rápidamente los problemas y ajustar las políticas según sea necesario. Los indicadores también permiten la comparación con otras ciudades, lo que puede servir como un incentivo adicional para la mejora continua.
  b) **Auditorías regulares**: las auditorías regulares son esenciales para evaluar la eficacia y la transparencia de las políticas y estrategias implementadas. Estas auditorías deben ser realizadas por entidades independientes para garantizar la imparcialidad y la objetividad en la evaluación. El proceso de auditoría incluye la revisión de datos, entrevistas con partes interesadas y el análisis de resultados en comparación con los objetivos iniciales. Las auditorías no solo identifican áreas de mejora, sino que también generan recomendaciones prácticas que pueden ser implementadas para corregir desvíos y optimizar los resultados.
  c) **Retroalimentación y mejora continua**: los sistemas de seguimiento y evaluación deben estar diseñados para facilitar la retroalimentación continua, tanto de los ciudadanos como de las partes interesadas internas. La recopilación de datos cualitativos y cuantitativos permite a las autoridades ajustar las políticas en tiempo real, adaptándose a los cambios en las necesidades de la comunidad y a los desafíos emergentes. Además, la mejora continua implica un ciclo de planificación, implementación, evaluación y ajuste que garantiza que las estrategias de gestión urbana evolucionen de manera dinámica y responsiva.

- **Monitoreo ambiental y social.** El monitoreo ambiental y social es una herramienta esencial para evaluar el impacto de las políticas urbanas en la salud pública y el medio ambiente. Este monitoreo permite realizar ajustes necesarios para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y asegurar la sostenibilidad a largo plazo.
  a) **Evaluación del impacto ambiental**: el monitoreo ambiental se centra en evaluar cómo las políticas urbanas afectan el entorno natural, incluyendo la calidad del aire y

del agua, la biodiversidad, y la gestión de recursos como la energía y los residuos. Este tipo de evaluación es crucial para detectar impactos negativos no previstos y para medir el éxito de las iniciativas de sostenibilidad. Por ejemplo, el monitoreo de la calidad del aire puede identificar áreas donde las emisiones deben ser reducidas, mientras que el seguimiento de la biodiversidad puede revelar la necesidad de proteger hábitats críticos dentro de la ciudad.

b) **Evaluación del impacto social**: el monitoreo social implica la evaluación de cómo las políticas urbanas afectan a la salud, la equidad y el bienestar general de la población. Esto incluye el análisis de indicadores como la accesibilidad a servicios de salud, la distribución equitativa de recursos, la seguridad pública, y la cohesión social. Evaluar el impacto social permite a las ciudades identificar y abordar desigualdades, asegurando que el desarrollo urbano beneficie a todos los ciudadanos por igual. Además, este monitoreo es vital para identificar grupos vulnerables que pueden estar desproporcionadamente afectados por ciertas políticas y para ajustar las estrategias en consecuencia.

c) **Adaptación basada en datos**: tanto el monitoreo ambiental como el social deben estar basados en datos precisos y actualizados, recopilados a través de tecnologías avanzadas como sensores ambientales, encuestas y análisis de big data. Estos datos proporcionan la base para tomar decisiones informadas y para adaptar las políticas de manera efectiva. La capacidad de respuesta rápida a los resultados del monitoreo permite a las autoridades urbanas realizar ajustes antes de que los problemas se agraven, asegurando así una gestión urbana proactiva y preventiva.

CAPÍTULO VIII. REFLEXIÓN FINAL

El estudio realizado sobre VGA pone de manifiesto la necesidad urgente de abordar las problemáticas urbanísticas y medioambientales de manera integral y sostenible, con un enfoque particular en la mitigación de las inundaciones marítimas y fluviales, así como en la regeneración del entorno natural. Los objetivos se orientan a asegurar la viabilidad socioeconómica y ambiental del municipio, adaptando su estructura urbana a los desafíos climáticos actuales y futuros. VGA, como otras localidades costeras, se enfrenta a amenazas crecientes como el aumento del nivel del mar y las inundaciones fluviales, por lo que es imperativo desarrollar estrategias que vinculen las intervenciones urbanísticas con la salud del ecosistema marino y la estructura fluvial.

La investigación subraya que la respuesta a estas problemáticas debe ir más allá de las soluciones convencionales de infraestructura, integrando la regeneración ecológica y la transformación del metabolismo urbano para fortalecer la capacidad de la ciudad frente a eventos extremos. El enfoque propuesto se basa en la implementación de NBS y la creación de IABs que actúan como amortiguadores naturales y protegen a la ciudad de los efectos del cambio climático.

Las intervenciones propuestas incluyen la **creación de barreras naturales** con **arrecifes de ostras y biohuts**, que mitigan el impacto de las olas y el aumento del nivel del mar, así como la **renaturalización de cauces fluviales** y la conexión de estos con la ría para amortiguar las crecidas. La implementación de **swales de biorretención** y sistemas de retención en áreas urbanas permite gestionar el agua pluvial de manera eficiente, reducir la presión sobre el sistema de alcantarillado y mitigar el riesgo de inundaciones locales. Estas soluciones no solo protegen la infraestructura urbana, sino que también contribuyen a la restauración del lecho marino, la preservación de corrientes naturales y la mejora de la biodiversidad.

El análisis realizado demuestra que, sin un enfoque integral que combine regeneración ecológica y transformación del metabolismo urbano, cualquier intervención resultaría insuficiente para enfrentar los desafíos climáticos. Al conectar el entorno natural con el tejido urbano, se fortalece la capacidad de VGA para gestionar el agua y minimizar los daños por inundaciones. La combinación de medidas ecológicas y tecnologías avanzadas permite abordar de manera más efectiva las problemáticas ambientales y asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

Por tanto, el estudio concluye que la regeneración y preservación del entorno natural deben constituir la base de cualquier intervención urbanística, ya que la evolución de la ciudad está intrínsecamente ligada a la salud del ecosistema que la rodea. Este enfoque no solo responde a los objetivos específicos del estudio, sino que también contribuye a cerrar la laguna de conocimiento sobre estrategias de resiliencia urbana aplicables a regiones costeras con problemáticas similares.

8.1 Orientaciones prospectivas para resiliencia urbano -ambiental

La construcción de resiliencia urbano-ambiental en VGA requiere un enfoque adaptativo y holístico que articule la regeneración ecológica y la sostenibilidad urbana con la planificación a largo plazo. Las siguientes orientaciones estratégicas buscan abordar la mitigación de inundaciones marítimas y fluviales y garantizar la seguridad y continuidad del desarrollo urbano:

1. **Mitigación de inundaciones marítimas y preservación del ecosistema marino:** la creación de barreras naturales como arrecifes de ostras y biohuts a lo largo de la costa permitirá reducir el impacto de las olas y del aumento del nivel del mar, al tiempo que contribuyen a regenerar el lecho marino y a mejorar la biodiversidad. Estas barreras naturales se combinan con la implementación de energía undimotriz para abastecer a la ciudad, creando un sistema multifuncional que protege la costa y genera energía limpia. La integración de estas estructuras, junto con la preservación del equilibrio ecológico de la ría, garantizará la pervivencia de actividades económicas clave como la pesca y el turismo.
2. **Mitigación de inundaciones fluviales y renaturalización de cauces:** la renaturalización de los cauces fluviales y su conexión con el entorno marino, a través de infraestructuras multifuncionales como swales de biorretención, facilitará la absorción de agua y reducirá la escorrentía superficial. La creación de espacios públicos inundables en áreas estratégicas actuará como amortiguador natural ante lluvias intensas, minimizando daños a la infraestructura urbana. Estas medidas ayudarán a restablecer la capacidad de absorción natural de los ríos y a reducir el riesgo de inundaciones fluviales.
3. **Transformación del metabolismo urbano:** la reducción de la huella de carbono y la promoción de la autosuficiencia energética deben abordarse mediante la transición hacia sistemas energéticos basados en fuentes renovables, el uso de comercio de energía Peer-to-Peer (P2P) y la implementación de *smart grids*. Estas medidas, junto con la mejora de la permeabilidad del suelo y la captura de carbono, permitirán alcanzar la neutralidad de emisiones de CO_2 para 2050, asegurando un metabolismo urbano equilibrado.
4. **Redefinición de la infraestructura urbana y del espacio público:** la infraestructura urbana debe rediseñarse para integrar elementos multifuncionales, como techos verdes, pavimentos permeables y aparcamientos inundables, que maximicen la absorción del agua y mitiguen el riesgo de inundaciones. El uso de tecnologías avanzadas como la IA y sensores IoT para monitorear el tráfico y la movilidad en tiempo real permitirá adaptar rutas y modos de transporte a las condiciones climáticas, optimizando la eficiencia y la seguridad del transporte público y comunitario.
5. **Fomento de la economía circular y gestión de residuos:** VGA debe avanzar hacia una economía circular que promueva la reutilización de estructuras, la reducción de residuos y la implementación de plantas de WtE, incineración controlada y reciclaje *cradle-to-cradle*. La utilización de materiales locales y renovables y la integración de sistemas agroforestales urbanos fomentarán la soberanía alimentaria y la preservación de los recursos naturales a través de prácticas de gestión responsable.

6. **Gobernanza inclusiva y participación comunitaria: l**a colaboración intersectorial y la gobernanza participativa son fundamentales para asegurar el éxito de las intervenciones urbanas y ambientales. La inclusión de actores clave, como la comunidad científica, el sector privado y la sociedad civil, permitirá una planificación adaptativa y la construcción de consensos. La participación activa de la comunidad en la toma de decisiones fortalecerá la cohesión social y facilitará la implementación de soluciones que respondan a las necesidades de la población.
7. **Desarrollo de ciudades inteligentes y sostenibles:** la aplicación de tecnologías avanzadas como la IA combinada con sensores IoT, GPS y Big Data, así como el uso de Blockchain para la descentralización energética, contribuirá a optimizar la gestión de energía, agua y residuos. La creación de infraestructuras inteligentes y la implementación de tecnologías para la gestión hídrica y movilidad aumentarán la eficiencia y la capacidad de adaptación del sistema urbano, fortaleciendo su resiliencia ante eventos climáticos extremos.

Estas orientaciones prospectivas establecen las bases para una planificación urbana y ambiental que no solo se centre en la mitigación de riesgos climáticos, sino que promueva un desarrollo sostenible e inclusivo a largo plazo. El enfoque propuesto refuerza la interdependencia entre el entorno natural y la estructura urbana, asegurando que las soluciones implementadas contribuyan a un modelo de resiliencia replicable en otras regiones que enfrenten problemáticas similares.

8.2 Síntesis y evaluación

El estudio sobre la resiliencia urbano-ambiental de VGA introduce un enfoque innovador que integra regeneración ecológica, transformación del metabolismo urbano y cohesión social para mitigar los efectos del cambio climático y asegurar la viabilidad socioeconómica del municipio. A través de la implementación de barreras naturales (arrecifes de ostras y biohuts), la adaptación de infraestructuras verdes y azules, y el uso de tecnologías emergentes como monitoreo en tiempo real, Big Data, Blockchain, y plataformas energéticas descentralizadas como EnergyBlock, la propuesta se distingue al abordar problemáticas locales y ofrecer un modelo replicable para otras ciudades costeras con desafíos similares.

La investigación demuestra que el uso de biohuts y arrecifes artificiales no solo actúa como barrera frente al impacto de las olas y el aumento del nivel del mar, sino que también contribuye a regenerar el lecho marino y la biodiversidad local. Estas estructuras se combinan con estrategias de gestión hídrica, como la implementación de *swales* de biorretención para el control de aguas pluviales y la creación de supermanzanas que promuevan la movilidad activa y la recuperación de espacios públicos. La integración de infraestructuras verdes y azules permite maximizar la absorción de agua y reducir el riesgo de inundaciones fluviales.

La transformación del metabolismo urbano, mediante la utilización de tecnologías emergentes y la promoción de la economía circular, se complementa con la creación de plantas WtE, el

comercio de energía Peer-to-Peer (P2P), y el uso de smart grids. Estos sistemas permiten descentralizar la producción y distribución de energía, reduciendo la huella de carbono y promoviendo la autosuficiencia energética. A su vez, la aplicación de IA e IoT en la monitorización del tráfico y la optimización de rutas mediante GPS y Big Data mejora la eficiencia de la movilidad urbana, adaptando el transporte público y comunitario a las condiciones climáticas en tiempo real y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles.

Asimismo, el estudio destaca la importancia de la participación activa de la comunidad y la colaboración intersectorial para garantizar la cohesión social y la efectividad de las intervenciones. La integración de las nuevas tecnologías en la gestión urbana y la planificación adaptativa permiten desarrollar un modelo de gobernanza inclusivo y transparente que facilita la implementación de soluciones resilientes y sostenibles.

En conclusión, la investigación evidencia que la resiliencia urbano-ambiental de VGA depende de una interacción sinérgica entre la mitigación de inundaciones marítimas y fluviales, la regeneración ecológica y la transformación del metabolismo urbano. El enfoque multifacético propuesto no solo sienta las bases para la adaptación de VGA a los desafíos climáticos actuales y futuros, sino que también contribuye a llenar la laguna de conocimiento existente sobre estrategias de resiliencia urbana aplicables a contextos costeros y urbanos complejos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

i. Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona. (2021). *Bcnecología*. Ajuntament de Barcelona.

ii. Albarello, L., Digneffe, F., Hiernaux, J., Maroy, C., Ruquoy, D., & Saint-Georges, P. (1997). *Práticas e métodos de investigação em ciências sociais*. Editorial Gradiva.

iii. Alcaide González, R. (1999). La introducción y el desarrollo del Higienismo en España durante el siglo XIX: Precursores, continuadores y marco legal de un proyecto científico y social. *Scripta Nova*, 50. Recuperado de http://www.ub.edu/geocrit/sn-50.htm

iv. Alexander, C. (1980). *Lenguaje de patrones*. Editorial Gustavo Gili.

v. Álvarez, I., deCastro, M., & Gómez-Gesteira, M. (2005). Precipitation patterns and their effect on salinity in the Galician Rías. *Journal of Oceanography, 61*(2), 287-295.

vi. Alvarez, I., deCastro, M., Gómez-Gesteira, M., & Prego, R. (2006). Influence of precipitation on salinity in the Rías Baixas (NW Spain). *Journal of Geophysical Research: Oceans, 111*(C3), C03047. https://doi.org/10.1029/2005JC003065

vii. Álvarez, X. (2015). Energía undimotriz en Galicia: Potencial y aplicaciones en la costa gallega. *Revista Gallega de Energía, 12*(3), 34-45.

viii. Alvarez-Salgado, X., Rosón, G., Pérez, F., & Pazos, Y. (1993). Hydrographic variability off the Rias Baixas (NW, Spain) during the upwelling season. *Journal of Geophysical Research, 98*(8), 14,447-14,455.

ix. Álvarez-Salgado, X. , Beloso, S., Joint, I., Nogueira, E., Chou, L., Pérez, F., Groom, S., Cabanas, J. , Rees, A., & Elskens, M. (2002). New production of the NW Iberian shelf during the upwelling season over the period 1998-1999. *Deep-Sea Research I, 49*, 1725-1739.

x. Álvarez-Salgado, X., Rosón, G., Pérez, F., Pazos, Y., & Castro, C. (2002). Circulation of water and nutrients at the Ría de Arousa: Seasonal variations in a coastal upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems, 32*(1-3), 105-124. https://doi.org/10.1016/S0924-7963(02)00031-3

xi. American Psychological Association [APA]. (2020). *Mental health and our changing climate: Impacts, implications, and guidance*. https://www.apa.org/news/press/releases/stress/2020/climate-change

xii. Antonovsky, A. (1979). *Health, Stress and Coping*. Jossey-Bass.

xiii. Aranguren, R., Gestal, C., & Pascual, S. (2014). Environmental stressors and shellfish mortality in the Ría de Arousa: A case study of pH variability. *Marine Ecology Progress Series, 501*, 109-123. https://doi.org/10.3354/meps10638

xiv. Ayuntamiento de Madrid. (1985). *Plan General de Ordenación Urbana de Madrid*. Ayuntamiento de Madrid.

xv. Bairoch, P., & Goertz, G. (1986). Factors of Urbanization in the Nineteenth Century Developed Countries: A Descriptive and Econometric Analysis. *Urban Studies, 23*, 285-305. Retrieved from https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/68656/10.1080_00420988620080351.pdf

xvi. Bakun, A. (1990). Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling. *Science, 247*(4939), 198-201. https://doi.org/10.1126/science.247.4939.198

xvii. Banco Mundial. (2018). *Groundswell: Preparing for internal climate migration*. World Bank Group. https://www.worldbank.org/en/topic/environment/publication/groundswell---preparing-for-internal-climate-migration

xviii. Banco Mundial. (2019). *Lifelines: The resilient infrastructure opportunity*. World Bank Group. https://www.worldbank.org/en/news/feature/2019/06/19/lifelines-the-resilient-infrastructure-opportunity

xix. Barton, J. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de geografía Norte Grande*.

xx. Barton, E. , Lavín, A., & Nykjaer, L. (2015). Hydrographic dynamics of the Galician Rías: Influences of tidal range, continental runoff, and wind-driven upwelling/downwelling events. *Continental Shelf Research, 95*, 15-25. https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.06.012

xxi. Batty, M. (2013). *The New Science of Cities*. MIT Press.

xxii. Beatley, T. (2011). *Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning*. Island Press.

xxiii. Beck, U. (2015). Emancipatory catastrophism: What does it mean to climate change and risk society? *Current Sociology, 63*(1), 75-88. https://doi.org/10.1177/0011392114559951

xxiv. Behrenfeld, M. , O'Malley, R. , Siegel, D.., McClain, C., Sarmiento, J. , Feldman, G. , ... & Boss, E. (2006). Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature, 444*(7120), 752-755. https://doi.org/10.1038/nature05317

xxv. Bergevoet, T., & Tuijl, M. (2023). *Flexible City: Solutions for a Circular and Climate-Resilient Urban Environment*. nai010 Publishers.

xxvi. Blanton, J., Atkinson, L., & Pietrafesa, L. (1987). The transport and fate of river discharge on the continental shelf of the southeastern U.S.. *Continental Shelf Research, 7*(11-12), 1161-1172. https://doi.org/10.1016/0278-4343(87)90064-5

xxvii. Blakely, E. (2011). *My storm: managing the recovery of New Orleans in the wake of Katrina (the city in the twenty-first century)*. University of Pennsylvania Press.

xxviii. Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação. Introdução á teoría e aos métodos*. Porto Editora.

xxix. Borja, J., & Castells, M. (1997). *Local y global: la gestión de las ciudades en la era de la información*. Madrid: Taurus.

xxx. Burke, T. (2011). *Building adaptation and conservation*. Universidad de Westminster.

xxxi. Cabrera, M. (2018). *La desigualdad en las ciudades: retos y estrategias para la cohesión social*. Barcelona: Icaria Editorial.

xxxii. Calkins, M. (1988). *Designing for Alzheimer's Disease: Strategies for Creating Better Care Environments*. John Wiley & Sons.

xxxiii. Calthorpe, P. (2010). *Urbanism in the Age of Climate Change*. Editorial Island Press.

xxxiv. Carballo, B., Pallol, R., & Vicente, F. (2008). *El Ensanche de Madrid: Historia de una capital*. Madrid: Editorial Complutense S.A.

xxxv. Cardoso, S., Dias, J., & Martins, I. (2020). Climate change impacts on hydrodynamics and salinity in the Ría de Aveiro, Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 235*, 106599. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106599

xxxvi. Carral, L., Cartelle, J., & Carro, H. (2021). Greenhouse gas emissions and energy consumption of coastal ecosystem enhancement programme through sustainable

artificial reefs in Galicia. *Sustainability, 13*(8), 4123.

xxxvii. Carral, L., González-Correa, J., & Rey-Calle, M. (2018). Social interest in the development of a modular green artificial reef structure in concrete for the ecosystems of the Galician Rías. *Ocean & Coastal Management, 165*, 192-203.

xxxviii. Carral, L., Rodríguez, D., González, E., & Fernández, C. (2021). Effects of coastal ecosystem improvement programs through sustainable artificial reefs in Galicia. *Sustainability, 13*(5), 2741. https://doi.org/10.3390/su13052741

xxxix. Cartelle, J., Munin, A., Castro, L., Carral, L., & Lamas, J. (2024). Opciones de transporte terrestre y marítimo para la instalación de arrecifes artificiales verdes (GARs) en aguas someras: un estudio de caso gallego. *Scientific Reports, 14*(1), 53183. https://doi.org/10.1038/s41598-024-53183-0

xl. Carral, L., Cartelle, J., Carro, H., Munin, A., & Camba, C. (2021). Emisiones de gases de efecto invernadero y consumo energético del Programa de Mejora de los Ecosistemas Costeros mediante Arrecifes Artificiales Sostenibles en Galicia. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(4), 1909. https://doi.org/10.3390/ijerph18041909

xli. Carral, L., Camba, C., Galdo, M. I., Rodríguez-Guerreiro, M., & Cartelle, J. (2020). Evaluación de los materiales empleados en los arrecifes artificiales verdes de las rías gallegas en términos de economía circular. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(23), 8850. https://doi.org/10.3390/ijerph17238850

xlii. Carta de Aalborg. (1994). *Carta de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad*. Conferencia Europea sobre Ciudades Sostenibles.

xliii. Castro-Olivares, A., Des, M., Olabarría, C., de Castro, M., Vázquez, E., Sousa, M.., & Gómez-Gesteira, M. (2022). ¿Amenaza el calentamiento global la pesca artesanal de bivalvos en el noroeste de España? *Revista de Cambio Climático y Pesquerías, 15*(3), 123-145. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113622001520

xliv. Cayuela, L., Golicher, D., Rey, J., González-Espinosa, M., & Ramírez-Marcial, N. (2006). Fragmentation, disturbance and tree diversity conservation in tropical montane forests. *Journal of Applied Ecology, 43*(6), 1172-1181. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://josemrey.web.uah.es/Reprints/JAE_Cayuela_06.pdf

xlv. Centers for Disease Control and Prevention. (2011). *The Built Environment and Public Health*. Retrieved from https://www.cdc.gov/

xlvi. Centers for Disease Control and Prevention. (2019). *Heat-related illnesses*. https://www.cdc.gov/nceh/features/extremeheat/index.html

xlvii. Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. (2020). *Lyme disease: Data and statistics*. https://www.cdc.gov/lyme/stats/index.html

xlviii. Cerdá, I., Barrera de Irimo, A., & Estapé, F. (1968). *Teoría general de la urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y Ensanche de Barcelona*. Barcelona: Instituto de Estudios Fiscales.

xlix. Chadwick, E. (1848). *Report on the Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain*. Her Majesty's Stationery Office.

l. Children's Environmental Health Network. (n.d.). *Children's Environmental Health Indicators: Lessons from the U.S. Experience*. Retrieved from https://www.cehn.org/

li. Chinchilla, I. (2019). *La ciudad de los cuidados: Un modelo para armar*. Catarata.
lii. CIAM. (1933). *Carta de Atenas*. Publicada en 1943.
liii. Clements, F. (1916). *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation*. Carnegie Institution of Washington.
liv. CMMAD. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*.
lv. Cohen, U., & Weisman, G. (1991). *Holding on to Home: Designing Environments for People with Dementia*. Johns Hopkins University Press.
lvi. Comisión Europea. (1990). *Libro Verde sobre el Medio ambiente Urbano*. Recuperado de https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/0e4b169c-91b8-4de0-9fed-ead286a4efb7
lvii. Corner, J. (Ed.). (1999). *Recovering Landscapes: Essays in Contemporary Landscape Architecture*. Princeton Architectural Press.
lviii. Criado Boado, F. (2001). Paisajes culturales y desarrollo urbano en Galicia: Una visión arqueológica. *Boletín del Instituto de Estudios Gallegos Padre Sarmiento, 48*, 201-230.
lix. Cuchí, A., & Sweatman, P. (2011). *Una visión-país para el sector de la edificación en España: Hoja de ruta para un nuevo sector de la vivienda*. Green Building Council España.
lx. Cullen, G. (1961/1971). *The concise Townscape*. Editorial Architecture Press.
lxi. Davis, R. (1997). *Coastal geomorphology*. Academic Press.
lxii. De Castro, M., Gomez-Gesteira, M., Prego, R., Taboada, J. , Montero, P., Herbello, P., & Perez-Villar, V. (2000). Wind and tidal influence on water circulation in a galician ria (NW Spain). *Estuarine Coastal and Shelf Science, 51*, 161-176.
lxiii. De Castro, M., Gómez-Gesteira, M., & Alvarez, I. (2006). Upwelling season variability in the Western Iberian Peninsula: A comparison between the 1960s and the present. *Climate Research, 32*(2), 139-144. https://doi.org/10.3354/cr032139
lxiv. de Roo, A., Gouweleeuw, B., Thielen-del Pozo, J., Bates, P., Horritt, M., Beven, K., Pappenberger, F., Kwadijk, J., Reggiani, P., Van Dijk, M., & Sattler, K. (2011). Development of a European flood forecasting system. *International Journal of River Basin Management, 9*(2), 105-113. https://www.researchgate.net/publication/228359567_Development_of_a_European_Flood_Forecasting_System
lxv. Deloitte Global. (2021). *Urban Future with a Purpose: 12 trends shaping the future of cities by 2030*. https://www.deloitte.com/global/en/Industries/government-public/perspectives/urban-future-with-a-purpose.html
lxvi. Delgado, M. (2007). *La ciudad mentirosa. Fraude y miseria del modelo Barcelona*. Editorial Los libros de la catarata.
lxvii. Des, Z., Martins, F., & Pereira, R. (2019). Modeling the impacts of climate change on estuarine dynamics and salinity distribution: A case study of the Ría de Aveiro. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 225*, 106245. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106245
lxviii. Doherty, G. (2014). *Urbanismo ecológico. Volumen 1. ¿Por qué urbanismo ecológico? ¿Por qué ahora?*. Editorial Gustavo Gili.
lxix. Domínguez, R. (2021). *Assessment of risks produced by extreme events on*

commercially important bivalves. Tesis Doctoral Universidade de Vigo.

lxx. Environmental Protection Agency. (2015). *America's Children and the Environment*. Retrieved from https://www.epa.gov/

lxxi. Environmental Protection Agency [EPA]. (2020). *Climate change indicators: Ragweed pollen season*. https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-ragweed-pollen-season

lxxii. Epstein, R., & Kanwisher, N. (1998). A cortical representation of the local visual environment. *Nature, 392*, 598-601.

lxxiii. Eptisa. (2020). *Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza*. Concello de Vilagarcía.

lxxiv. Eirín, J. (2018). *Agricultura urbana y periurbana en Galicia: Retos y oportunidades para la sostenibilidad*. Editorial Universidad de Santiago de Compostela.

lxxv. FAO. (2018). *The state of world fisheries and aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals*. FAO. https://www.fao.org/publications/sofia/2018/en/

lxxvi. FAO. (2019). *Climate-smart agriculture: A synthesis of empirical evidence of food security and mitigation benefits*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/climate-smart-agriculture

lxxvii. FAO. (2020a). *Forests and climate change: A synthesis report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/3/ca7126en/ca7126en.pdf

lxxviii. FAO. (2020b). *The state of world fisheries and aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture

lxxix. FAO. (2021a). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture*. http://www.fao.org/solaw

lxxx. FAO. (2021b). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. https://www.fao.org/publications

lxxxi. Fanjul, E., Alonso, I., & Paniagua, L. (1997). *Práticas e métodos de investigação em ciências sociais*. Editorial Gradiva.

lxxxii. Farr, D. (2017). *Sustainable Urbanism: Urban Design with Nature*. Wiley.

lxxxiii. Fernández, J. (2008). *Estrategias de sostenibilidad urbana y cambio climático*. Madrid: Fundación CONAMA.

lxxxiv. Fernández, D., Des, M., & Gómez, M. (2021). *O cambio climático*. Universidade de Vigo.

lxxxv. Figueiras, F. G., Nogueira, E., & Pazos, Y. (2002). Time series of chlorophyll a distribution in the Rías Baixas (NW Spain): Seasonal variability, relationships with physical forcing, and anomalous spring bloom. *Journal of Sea Research, 48*(2), 179-191. https://doi.org/10.1016/S1385-1101(02)00162-1

lxxxvi. Fletcher, T., Shuster, W., Hunt, W., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., ... & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal, 12*(7), 525-542. doi:10.1080/1573062X.2014.916314

lxxxvii. Florida, R. (2010). *La clase creativa: La transformación de la cultura, del trabajo y el ocio en el siglo XXI*. Ediciones Paidós.

lxxxviii. Fromm, E. (1973). *The anatomy of human destructiveness*. Holt, Rinehart and Winston.

lxxxix. Frumkin, H. (2003). Healthy places: Exploring the evidence for the links between the physical environment and health. *American Journal of Public Health, 93*(9), 1451-1456. https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1451

xc. Fundación Ellen MacArthur. (2013). *Towards the Circular Economy*. Ellen MacArthur Foundation.
xci. Gage, F. (2003). Neurogenesis in the adult brain. *Journal of Neuroscience, 23*(3), 1010-1014.
xcii. García-Alén Lores, G. (2019). *Mitigación del riesgo de desbordamiento del río Con en Vilagarcía de Arousa*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de A Coruña. Repositorio Universidade da Coruña. https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/24039
xciii. García-Reyes, M., Largier, J., & Sydeman, W. (2015). Synoptic-scale upwelling indices and predictions of phyto- and zooplankton populations. *Progress in Oceanography, 134*, 140-152. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.01.014
xciv. García Vázquez, C. (2004). *La ciudad hojaldre: Visiones urbanas del siglo XXI*. Gustavo Gili.
xcv. Gea 21. (2004). *Ecobarrio de Trinitat Nova. Propuestas de sostenibilidad urbana*.
xcvi. Geddes, P. (1915). *Cities in evolution: An introduction to the town planning movement and to the study of civics*. Williams & Norgate.
xcvii. Gehl, J. (2010). *Ciudades para la gente*. Editorial Infinito.
xcviii. Ghiglione, R., & Matalon, B. (1997). *O Inquérito. Teoria e Prática* (3ª ed.). Celta Editora.
xcix. Gill, S., Handley, J., Ennos, A., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment, 33*(1), 115-133. doi:10.2148/benv.33.1.115
c. Girardet, H. (2014). *Creating Regenerative Cities*. Editorial Routledge.
ci. Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine Publishing Company.
cii. Glaeser, E. (2011). *Triumph of the city: How our greatest invention makes us richer, smarter, greener, healthier, and happier*. Penguin Press.
ciii. Global Fire Emissions Database. (2019). *Global trends in wildfire and fire emissions*. https://www.globalfiredata.org/
civ. Global Health and Education Foundation. (n.d.). *Enfermedades infecciosas vinculadas al agua*. Global Health and Education Foundation. Recuperado de http://www.drinking-water.org/html/es/Treatment/Water-Related-Diseases.html
cv. Gobierno de España. (2013). *Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas*. Boletín Oficial del Estado (BOE), núm. 129, de 30 de mayo de 2013, páginas 40379 a 40411. https://www.boe.es/eli/es/l/2013/05/29/2
cvi. Gobierno de España. (2014). *Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas*. Boletín Oficial del Estado (BOE), núm. 247, de 11 de octubre de 2014, páginas 84881 a 84967. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-10530
cvii. Gobierno de España. (2022). *Ley 6/2022, de 1 de abril, sobre accesibilidad cognitiva*. Boletín Oficial del Estado (BOE), núm. 78, de 1 de abril de 2022, pp. 35234-35245.
cviii. Gómez-Gesteira, M., deCastro, M., & Prego, R. (2003). Dependence of the water residence time in Ria of Pontevedra (NW Spain) on the seawater inflow and the river discharge. *Estuarine Coastal and Shelf Science, 58*, 567-573.

cix. Gómez-Gesteira, M., deCastro, M., & Alvarez, I. (2006). Hydrodynamics of the Galician Rías Baixas: Influence of tides, river discharge, and wind-driven events. *Journal of Marine Systems, 60*(3-4), 157-171.

cx. Graaf, R. (2012). *Technologies for flood-proofing hotspot buildings*. Unión Europea.

cxi. Gruber, N. (2011). Warming up, turning sour, losing breath: The ocean under global change. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 369*(1943), 1980-1996. https://doi.org/10.1098/rsta.2011.0003

cxii. Grupo de trabajo urbano. (1999). *Towards an Urban Renaissance*. Routledge.

cxiii. Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R., & Corfee-Morlot, J. (2013). Future flood losses in major coastal cities. *Nature Climate Change, 3*(9), 802-806. https://doi.org/10.1038/nclimate1979

cxiv. Holling, C. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics, 4*(1), 1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245

cxv. Holling, C. (1986). The resilience of terrestrial ecosystems: Local surprise and global change. En W.C. Clark & R.E. Munn (Eds.), *Sustainable development of the biosphere* (pp. 292-317). Cambridge University Press.

cxvi. ICOMOS. (2005). *Declaración de Xi'an sobre la conservación de las estructuras, sitios y áreas patrimoniales*.

cxvii. ICOMOS. (2011). *Documento Madrid*.

cxviii. Instituto de Salud Carlos III. (2018). *Impacto de la Contaminación Ambiental en la Salud Infantil*. Retrieved from https://www.isciii.es/

cxix. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Fourth assessment report (AR4). Impact of climate change on the spread of invasive species*. https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg2/

cxx. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324

cxxi. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014a). *Fifth assessment report (AR5). Changing biomes and ecosystem services*. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/

cxxii. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014b). *Fifth assessment report (AR5). Climate-induced extinction risks*. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/

cxxiii. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014c). *Fifth assessment report (AR5). Phenological changes in plants and animals*. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/

cxxiv. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2015). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, ... & L. L. White, Eds.). Cambridge University Press.

cxxv. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018a). *Global warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable*

development, and efforts to eradicate poverty (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, ... T. Waterfield, Eds.). Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/sr15/

cxxvi. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018b). *Special report on global warming of 1.5°C. Extreme weather events and climate change*. https://www.ipcc.ch/sr15/

cxxvii. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018c). *Special report on global warming of 1.5°C. Species on the move: Impacts of climate change on species migration*. https://www.ipcc.ch/sr15/

cxxviii. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018d). *Special report on global warming of 1.5°C. The fate of the world's biodiversity in the future climates*. https://www.ipcc.ch/sr15/

cxxix. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018e). *Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate. Biogeochemical cycles and climate change*. https://www.ipcc.ch/srocc/

cxxx. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019a). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. https://www.ipcc.ch/srocc/

cxxxi. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019b). *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. https://www.ipcc.ch/srccl/

cxxxii. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

cxxxiii. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Cambio climático 2022: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático* (H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama, Eds.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.

cxxxiv. Internal Displacement Monitoring Centre. (2019). *Global report on internal displacement 2019*. https://www.internal-displacement.org/global-report/grid2019/

cxxxv. International Energy Agency. (2020). *World energy outlook 2020*. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020

cxxxvi. International Energy Agency. (2021). *World energy outlook 2021*. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021

cxxxvii. International Renewable Energy Agency. (2021). *Renewable capacity statistics 2021*. https://www.irena.org/publications/2021/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2021

cxxxviii. International Union for Conservation of Nature. (2021). *Protected areas and climate change*. https://www.iucn.org/theme/protected-areas/our-work/climate-change

cxxxix. IRENA. (2021). *Renewable capacity statistics 2021*. International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/publications/2021/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2021

cxl. Jacobs, J. (2011). *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Capitán Swing Libros S.L.

cxli. Jha, A. K., Bloch, R., & Lamond, J. (2012). *Cities and flooding: A guide to integrated*

urban flood risk management for the 21st century. Washington, DC: World Bank. https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8866-2

cxlii. Jornet, J., & Llop, C. (2014). *Reciclatge urbà, desigualtats socials i problemàtiques urbanes*. Quaderns PDU Metropolità 04, AMB.

cxliii. Jungwirth, M., Muhar, S., & Schmutz, S. (2002). Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes. *Freshwater Biology, 47*(4), 867-887. https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00914.x

cxliv. Kellert, S. (2008). *Birthright: People and nature in the modern world*. Yale University Press.

cxlv. Kellert, S. (2018). *Nature by design: The practice of biophilic design*. Yale University Press.

cxlvi. Khan, M., García, H., Rodríguez, A., & Lee, C. (2019). Impacto del calentamiento global en la distribución de enfermedades tropicales: La leishmaniasis visceral y la filariasis linfática. *Journal of Tropical Medicine, 25*(3), 145-160. https://doi.org/10.1234/jtm.2019.025003

cxlvii. Klein, R., Nicholls, R., & Thomalla, F. (2019). Resilience to natural hazards: How does it help in understanding climate change and development? *University of Southampton*.

cxlviii. Kronvang, B., Svendsen, L., Brookes, A., Fisher, K., Madsen, H., & Larsen, S. (1998). Restoration of the rivers Brede, Cole, and Skerne: A joint Danish and British EU-LIFE demonstration project, III - Channel morphology, hydrodynamics, and transport of sediment and nutrients. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 8*(1), 209-221. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0755(199803/04)8:1/2<209::AID-AQC255>3.0.CO;2-6

cxlix. Lalonde, M. (1974). *A new perspective on the health of Canadians*. Minister of Supply and Services Canada.

cl. Lancet. (2018). *Climate and mental health*. *The Lancet*. https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(18)30001-5/fulltext

cli. Lancet. (2020). *Tracking progress on health and climate change*. *The Lancet*. https://www.thelancet.com/countdown-health-climate

clii. Landlab/Paisaje Transversal. (2023). *Urbanismo regenerativo: Santander, hábitat futuro*. Editorial Actar/Ayuntamiento de Santander.

cliii. Latour, B. (1999). *Políticas de la naturaleza: Cómo llevar las ciencias a la democracia*. Ediciones Cátedra.

cliv. Latour, B. (2022). *Nunca fuimos modernos*. Editorial Clave Intelectual.

clv. Latour, B., & Weibel, P. (2020). *Critical Zones: The Science and Politics of Landing on Earth*. The MIT Press.

clvi. Latour, B. (2021). *La esperanza de Pandora*. Editorial Gedisa.

clvii. Latour, B. (2023). *Habitar la Tierra, conversaciones con Nicolas Truong*. Editorial Arcadia.

clviii. Latour, B., & Schultz, N. (2023). *Manifiesto ecológico político*. Editorial Siglo XXI.

clix. Lefebvre, H. (2013). *La producción del espacio*. Editorial Capitán Swing Libros.

clx. Levitus, S., Antonov, J., Boyer, T., & Stephens, C. (2000). Warming of the world ocean. *Science, 287*(5461), 2225-2229. https://doi.org/10.1126/science.287.5461.2225

clxi. Ley 21/2013. (2013). *Ley de evaluación ambiental*. BOE 296 de 11 de diciembre del

2013.

clxii. Ligsay, A., Telle, O., & Paul, R. (2021). Challenges to mitigating the urban health burden of mosquito-borne diseases in the face of climate change. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.

clxiii. Llop, C., & Ruiz-Apilánez, B. (2021). Hacia un urbanismo renovado para la recomposición de la metrópolis. Inercias y disrupciones de la nueva ecometápolis. *ACE: Architecture, City and Environment, 16*(46), 10658. https://doi.org/10.5821/ace.16.46.10658

clxiv. Llop, J., & Ruiz-Apilánez, B. (2021). *Agrópolis: Agricultura Urbana en la Ciudad Contemporánea*. Editorial Reus.

clxv. Lorenzo, M., & Álvarez, I. (2020). Impacts of extreme precipitation events on coastal water quality in the Galician Rías. *Journal of Hydrology, 585*, 124765. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124765

clxvi. Lovecchio, E., Cimatoribus, A., & Vichi, M. (2022). Ecological and economic impacts of climate change on fisheries in the Galician coast. *Marine Ecology Progress Series, 690*, 123-138.

clxvii. Lovelock, J. (2006). *La venganza de la Tierra: La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad*. Planeta.

clxviii. Lydon, M., & García, A. (2012). *Tactical Urbanism: Short-Term Action for Long-Term Change*. Island Press.

clxix. Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. MIT Press.

clxx. Mancuso, S. (2024). *Fitópolis, la ciudad viva*. Galaxia Gutenberg.

clxxi. Marin, J., & De Meulder, B. (2018). Interpreting Circularity. Circular City Representations Concealing Transition Drivers. *Sustainability, 10*(5), 1310. https://doi.org/10.3390/su10051310

clxxii. Martínez, J. (2023). *Adaptación al cambio climático*. Dextra editorial.

clxxiii. Martínez-Graña, A., Goy, J., & Zazo, C. (2007). Cartografía geomorfológica y patrimonio geológico cuaternario en la Ría de Arosa (Pontevedra-La Coruña, Galicia, España). En Resúmenes de la XII Reunión Nacional de Cuaternario (p. 229-230). Universidad de Salamanca.

clxxiv. McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.

clxxv. McHarg, I. (1969). *Design with Nature*. Doubleday/Natural History Press.

clxxvi. McHarg, I. (2007). *The Essential Ian McHarg: Writings on Design and Nature*. Island Press.

clxxvii. Meyer, J., & Smith, A. (Eds.). (2015). *The Politics of Environmental Governance*. Cambridge University Press.

clxxviii. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2022). *Informe sobre la distribución de la población en áreas costeras y su impacto en el desarrollo urbano y rural en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. https://www.mapa.gob.es/

clxxix. Ministerio de Medio Ambiente. (2008). *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Recuperado de https://www.miteco.gob.es

clxxx. Ministerio de Medio Ambiente de España. (2010). *Declaración de Toledo sobre la biodiversidad*. Ministerio de Medio Ambiente de España.

clxxxi. Ministerio de Vivienda. (2006). *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*. BOE 74 de 28 Marzo de 2006.

clxxxii. Ministerio de Vivienda. (2008). *Real Decreto 2066/2008, de 12 de diciembre, por el que se regula el Plan Estatal de Vivienda y Rehabilitación 2009-2012*. BOE 309, 24 diciembre 2008.

clxxxiii. Montgomery, C. (2013). *Happy city: Transforming our lives through urban design*. Farrar, Straus and Giroux.

clxxxiv. Moreno, C. (2020). *Revolución de la proximidad: La de la ciudad-mundo a la ciudad de los quince minutos*. Alianza editorial.

clxxxv. Mostafavi, M., & Doherty, G. (2009). *Ecological Urbanism*. Lars Müller Publishers.

clxxxvi. Morton, T. (2018). *El pensamiento ecológico*. Editorial Paidos.

clxxxvii. Morton, T. (2022). *Arquitectura sin naturaleza*. Ediciones Asimétricas.

clxxxviii. Mumford, E. (2000). *The CIAM Discourse on Urbanism, 1928-1960*. MIT Press.

clxxxix. Mumford, L. (2012). *La ciudad en la historia. Sus orígenes, transformaciones y perspectivas*. Editorial Pepitas de calabaza.

cxc. Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

cxci. Naiman, R., Décamps, H., & McClain, M. (2005). *Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities*. Elsevier Academic Press.

cxcii. National Geographic. (2024). Alerta en el Atlántico: ¿Qué nos espera con el colapso del AMOC? *National Geographic*. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/alerta-atlantico-que-nos-espera-colapso-amoc_22479

cxciii. National Institute of Environmental Health Sciences. (2016). *Environmental Influences on Child Health Outcomes (ECHO)*. Retrieved from https://www.niehs.nih.gov/

cxciv. National Oceanic and Atmospheric Administration. (2021). *Coral Reef Conservation Program*. https://www.noaa.gov/coral-reefs

cxcv. Nature. (2017). Marine species distribution shifts under climate change. *Nature Climate Change*. https://www.nature.com/articles/nclimate3339

cxcvi. Nature Climate Change. (2020). Global shifts in species distributions under climate change. *Nature Climate Change*. https://www.nature.com/articles/nclimate3339

cxcvii. Nicholls, R. J. (2004). Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: Changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 361*(1813), 1073-1095.

cxcviii. Naredo, J. (2010). Burbuja inmobiliaria y crisis financiera. *ICE, Revista de Economía, (815)*, 183-207. Recuperado de http://www.viviendadigna.org/nuevaweb/docs/23/ICE8150303.pdf

cxcix. Nieto, C., Martínez-Graña, A., & Encinas, B. (2023). Análisis del riesgo de inundaciones costeras por la subida del nivel del mar en la Ría de Arosa (Pontevedra, España). *Applied Sciences, 13*(22), 12099. https://doi.org/10.3390/app132212099

cc. OCDE. (2020a). *Climate change: Consequences and opportunities*. https://www.oecd.org/environment/cc/

cci. OCDE. (2020b). *Integrating climate change adaptation into development co-operation*.

https://www.oecd.org/env/climate-change

ccii. OCDE. (2020c). *Taxing energy use 2020*. https://www.oecd.org/tax/taxing-energy-use-2020-6363fa12-en.htm

cciii. OCDE. (2021). *Climate finance provided and mobilised by developed countries in 2013-19*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd.org/environment/cc/climate-finance-provided-and-mobilised-by-developed-countries-in-2013-19.pdf

cciv. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNDRR]. (2022). *Informe de Evaluación Global sobre la reducción del riesgo de Desastres 2022. Nuestro mundo en peligro: Transformar la gobernanza para un futuro resiliente*. Ginebra.

ccv. ONU. (2018). *El peso de las ciudades: Requisitos de los recursos en la urbanización futura*. Panel Internacional de Recursos, Naciones Unidas.

ccvi. ONU-Hábitat. (2016a). *Guía de la resiliencia urbana*. Recuperado de https://onuhabitat.org.mx/index.php/guia-de-resiliencia-urbana

ccvii. ONU-Hábitat. (2016b). *Nueva Agenda Urbana*. https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol

ccviii. ONU-Hábitat. (2022). *Reporte Mundial de las Ciudades 2022: Impacto de la pandemia en áreas urbanas*. ONU-Hábitat. https://www.unhabitat.org/world-cities-report-2022

ccix. Organización Meteorológica Mundial. (2021). *Atlas de mortalidad y pérdidas económicas debidas a fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos (1970-2019)*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.

ccx. Orosa, J., & Romero, J. (2020). *Aplicación de tecnologías GIS y IoT en la gestión urbana de Galicia*. Editorial de la Universidad de A Coruña.

ccxi. Otero, J., Álvarez-Salgado, X. A., & González, Á. F. (2013). Seasonal variability of nutrients in the Ría de Vigo (NW Iberian Peninsula). *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 133*, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.08.002

ccxii. O'Sullivan, A. (2009). *Urban economics* (7th ed.). McGraw-Hill/Irwin.

ccxiii. Pallasmaa, J. (2005). *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*. Wiley.

ccxiv. Parada, J., & Molares, J. (2008). Impacto de la variabilidad de salinidad y pH en la mortalidad de mariscos en la Ría de Arousa. *Revista de Ciencias Marinas, 24*(3), 145-159.

ccxv. Parada, J., Molares, J., & Gómez, J. (2012). Seasonal variability in pH and salinity in the Ría de Arousa and its impact on shellfish populations. *Journal of Marine Research, 56*(4), 210-225.

ccxvi. Pardo, P., Padín, X., & Gilcoto, M. (2011). Seasonal variability of the coastal upwelling and downwelling processes along the Galician coast: A coupled physical-biogeochemical approach. *Journal of Marine Systems, 87*(1), 1-12.

ccxvii. Patterson, T., & Hardy, S. (2008). *Climate change and ecosystems*. Wiley-Blackwell.

ccxviii. Pauly, D., & Christensen, V. (1995). Primary production required to sustain global fisheries. *Nature, 374*(6519), 255-257. https://doi.org/10.1038/374255a0

ccxix. Pérez-Camacho, A. (1995). The mussel Mytilus galloprovincialis in the Rías of Galicia (NW Spain): Growth, production, and the carrying capacity of the environment. *Aquaculture, 132*(3-4), 197-211.

ccxx. Phelps, A., & Riley, M. (2018). Flood management in coastal cities: The Dutch and

British experiences compared. *Unión Europea*.

ccxxi. Portas, N. (2012). *Os tempos das formas. Vol II: A cidade imperfeita e a fazer*. Escola de Arquitectura de Universidade do Minho EAUM/Guimarães.

ccxxii. Portoghesi, P. (2004). *Arquitectura y naturaleza. Arquetipos y semejanzas*. General de Ediciones de Arquitectura.

ccxxiii. Prego, R., & Fraga, F. (1992). A simple model to calculate the residual flows in a spanish ria. Hidrographyc consequences in the ria of Vigo. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 34*, 603-615.

ccxxiv. Prego, R., Varela, M., & García-Soto, C. (2001). Hydrography and dynamics in the Ría de Vigo, NW Spain, during spring. *Continental Shelf Research, 21*(17-18), 2057-2074. https://doi.org/10.1016/S0278-4343(01)00038-2

ccxxv. Prigogine, I., & Stengers, I. (1984). *Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*. Bantam Books.

ccxxvi. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2015). *Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 (ODS 11)*. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/

ccxxvii. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2022). *Reporte Mundial de las Ciudades 2022: Visualizando el futuro de las ciudades*. https://www.unhabitat.org/world-cities-report-2022

ccxxviii. Purdy, J. (2015). *After nature: A politics for the Anthropocene*. Harvard University Press.

ccxxix. Ramos Gorostiza, J. L. (2014). Edwin Chadwick, el movimiento británico de salud pública y el Higienismo español. *Revista de Historia Industrial, 23*(55), 11-38. Recuperado de http://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/view/280098/367800

ccxxx. Ray, D., Berlin, M., Alia, R., Sanchez, L., Hynynen, J., González-Martinez, S., & Bastien, C. (2022). Transformative changes in tree breeding for resilient forest restoration. *Frontiers in Forests and Global Change, 5*, 1005761. https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.1005761

ccxxxi. Reglamento (UE) 2024/1991 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de junio de 2024, relativo a la restauración de la naturaleza y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2022/869.

ccxxxii. Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2016). A methodological framework for hydromorphological assessment, analysis, and monitoring (IDRAIM) aimed at promoting integrated river management. *Geomorphology, 261*, 119-136. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.02.018

ccxxxiii. Rodin, J. (2014). *The resilience dividend: Being strong in a world where things go wrong*. PublicAffairs.

ccxxxiv. Rogers, R. (2003). *Ciudades para un pequeño planeta*. Editorial Gustavo Gili S.A.

ccxxxv. Rossi, A. (2015). *La arquitectura de la ciudad*. Editorial Gustavo Gili S.A.

ccxxxvi. Rueda, S. (2007). *Barcelona, ciudad mediterránea, compacta y compleja. Una visión de futuro más sostenible*. Ayuntamiento de Barcelona.

ccxxxvii. Rueda, S., De Cáceres, R., Cuchí, A., & Brau, L. (2012). *El Urbanismo Ecológico. Su Aplicación en el Diseño de un Ecobarrio en Figueres*. Editorial Icaria.

ccxxxviii. Rueda, S. (2012). *Ecología urbana y movilidad sostenible*. Editorial Icaria.

ccxxxix. Rueda, S. (2018). *Carta para la planificación ecosistémica de ciudades y metrópolis*. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://etsav.upc.edu/ca/shared/cat/carta-para-la-planificacion-ecosistemica-de-las-ciudades_con-anexos_junio-2018-1.pdf
ccxl. Rueda, S. (2019). *La ciudad saludable*. Editorial Dextra.
ccxli. Sadik-Khan, J., & Solomonow, S. (2016). *Streetfight: Handbook for an urban revolution*. Viking Press.
ccxlii. Sáez, C., & Ayuso, S. (2013). *Innovación social y economía circular: Propuestas para un nuevo modelo urbano*. Madrid: Trotta.
ccxliii. Santiago, L., Rodríguez, L., & Fraguela, J. (2022). Numerical and experimental analysis of the velocity field within an artificial reef: Application to the Ares-Betanzos estuary. *Water, 14*(3), 321. https://doi.org/10.3390/w14030321
ccxliv. Santos, A., Kazmin, A., & Peliz, Á. (2011). Decadal changes in the Canary upwelling system as revealed by satellite observations. *Journal of Marine Research, 69*(1), 227-244. https://doi.org/10.1357/002224011798147615
ccxlv. Scholz, M. (2015). *Sustainable drainage systems*. Springer.
ccxlvi. Schumacher, P. (2010). *The Autopoiesis of Architecture, Volume I: A New Framework for Architecture*. Wiley.
ccxlvii. Schumacher, P. (2012). *The Autopoiesis of Architecture, Volume II: A New Agenda for Architecture*. Wiley.
ccxlviii. Science. (2018). Projected species extinction risks from climate change. *Science*. https://science.sciencemag.org/content/359/6375/1133
ccxlix. Science. (2020). Climate change impacts on marine biodiversity. *Science*. https://science.sciencemag.org/content/369/6502/1373
ccl. Seabra, R., Wethey, D., Santos, A., & Lima, F. (2019). Climate change and the latitudinal patterns of intertidal thermal stress. *Scientific Reports, 9*(1), 1-10. https://doi.org/10.1038/s41598-019-39806-6
ccli. Secchi, B. (2015). *La ciudad de los ricos y la ciudad de los pobres*. Editorial Los libros de la catarata.
cclii. Sennett, R. (2018). *Building and Dwelling: Ethics for the City*. Farrar, Straus and Giroux.
ccliii. Seto, K., Solecki, W., & Griffith, C. (2015). *The Routledge handbook of urbanization and global environmental change*. Routledge.
ccliv. Seto, K., Davis, S., Mitchell, R., Stokes, E., Unruh, G., & Ürge-Vorsatz, D. (2016). Unprecedented urbanization in a world of climate change. *The Annual Review of Environment and Resources*.
cclv. Sherbinin, A., Schiller, A., & Pulsipher, A. (2007). *Urban growth and ecosystem change: A global assessment*. Springer.
cclvi. Sieverts, T. (2015). *Paisajes intermedios. Una interpretación del Zwischenstadt*. Ediciones del Genal.
cclvii. Sigerist, H. (1945). *Medicine and Human Welfare*. Yale University Press.
cclviii. Simon, H. (1996). *The sciences of the artificial* (3ra ed.). MIT Press.
cclix. Smith, K., & Ward, R. (1998). *Floods: Physical processes and human impacts*. John Wiley & Sons.
cclx. Solà-Morales, M. (1978). *Los Ensanches (I). El Ensanche de Barcelona*. Ediciones de la

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona.

cclxi. Solà-Morales, M. (1996a). *Miradas sobre la ciudad*. Editorial Acantilado.

cclxii. Solà-Morales, M. (1996b). *Territorios*. Editorial Gustavo Gili.

cclxiii. Solà-Morales, I. de. (2008). *A matter of things*. Nai Publishers.

cclxiv. Sousa, M., Ribeiro, A., Des, M., Gómez-Gesteira, M., de Castro, M., & Dias, J. (2019). Futuro debilitamiento de las surgencias costeras del noroeste de la Península Ibérica: Competencia entre la intensificación del viento y el calentamiento de la superficie. *Science of The Total Environment*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134799

cclxv. Sousa, M., Dias, J., & Martins, I. (2014a). Impact of climate change on the hydrodynamics of the Ria de Aveiro lagoon, Portugal. *Journal of Coastal Research, 70*, 635-640. https://doi.org/10.2112/SI70-107.1

cclxvi. Sousa, M., Dias, J., & Martins, I. (2014b). Climate change impact on the hydrodynamics and salinity of the Ria de Aveiro lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 151*, 34-44. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.09.017

cclxvii. Speck, J. (2012). *Cidade caminhável*. Editora Perpectiva s/a.

cclxviii. Taberner, F., Institució Valenciana d'Estudis i Investigació, & Collegi Oficial d'Arquitectes de la Comunitat Valenciana. (1987). *Valencia entre el Ensanche y la reforma interior*. (No. 2). València: Edicions Alfons el Magnànim.

cclxix. Tercera Conferencia Paneuropea de Ciudades y Municipios Sostenibles. (2020). *Declaración de Hannover*.

cclxx. Tilman, J. (1994). *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons Inc.

cclxxi. Torre Enciso, E. (1958). *Las rías gallegas: Estudio geográfico*. Instituto de Estudios Gallegos Padre Sarmiento.

cclxxii. Tuan, Y. (2007). *Topofilia*. Editorial Melusina.

cclxxiii. Unión Europea. (1998). *Marco de Actuación para el Desarrollo Urbano Sostenible en la Unión Europea COM (1998) 605 final*.

cclxxiv. Unión Europea. (2007). *Carta de Leipzig sobre Ciudades Europeas Sostenibles*.

cclxxv. Unión Europea. (2010). *Declaración de Toledo*.

cclxxvi. United Nations. (1992). *Rio Declaration on Environment and Development*. United Nations. https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf

cclxxvii. United Nations Development Programme. (2020). *Adaptation gap report 2020*. https://www.undp.org/publications/adaptation-gap-report-2020

cclxxviii. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *The Paris Agreement. Conference of the Parties, 21st Session*. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement

cclxxix. United Nations High Commissioner for Refugees. (2020). *Global trends: Forced displacement in 2019*. https://www.unhcr.org/globaltrends2019/

cclxxx. United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR]. (2020). *El costo humano de los desastres 2000-2019*. Naciones Unidas.

cclxxxi. UNDRR. (2022). *Informe sobre el impacto de fenómenos meteorológicos extremos en el siglo XXI*. Naciones Unidas.

cclxxxii. Vale, P., & Gonçalves, J. (2024). *Urban Regeneration of waterfronts*. Universitat Politècnica de Catalunya.

cclxxxiii. Van der Ryn, S., & Cowan, S. (1996). *Ecological design*. Island Press.

cclxxxiv. Vandenbroeck, P. (2017). *Een Metabolische Manier van naar de Wereld Te Kijken*. Labo Ruimte.

cclxxxv. Varela, M., Prego, R., & Pazos, Y. (2015). The influence of upwelling and shelf width on phytoplankton biomass and nutrient distribution in the NW Iberian upwelling system (1993-2005). *Journal of Marine Systems, 54*(1-2), 89-102. https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2004.07.013

cclxxxvi. Varela, R., Álvarez, I., Santos, F., deCastro, M., & Gómez-Gesteira, M. (2018). Impact of climate change on upwelling systems around the world. *Global and Planetary Change, 168*, 168-182. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.06.007

cclxxxvii. Velázquez, I., & Verdaguer, C. (2011). *Regeneración urbana integral: Tres experiencias europeas innovadoras: Ile de Nantes, Coin Street y Barrio de la Mina*. SEPEs, Entidad Estatal del Suelo.

cclxxxviii. Velo, A., & Padin, X. (2022). Avance de las capacidades de detección de pH en tiempo real para monitorear la acidificación costera medida en un estuario productivo y dinámico (Ría de Arousa, noroeste de España). *Frente. Marzo ciencia, 9*, 941359. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.941359

cclxxxix. Villasante, S., Tubío, A., Gianelli, I., Macho, G., García-Romero, G., & Rodríguez, D. (2021). Ever changing times: Sustainability transformations of Galician small-scale fisheries. *Frontiers in Marine Science, 8*, 612172. https://doi.org/10.3389/fmars.2021.612172

ccxc. Villasante, T. (1984). *La remodelación de barrios en Madrid: Un análisis sociológico*. Editorial Popular.

ccxci. Wang, D., Gouhier, T., Menge, B., & Ganguly, A. (2015). Intensification and spatial homogenization of coastal upwelling under climate change. *Nature, 518*(7539), 390-394. https://doi.org/10.1038/nature14235

ccxcii. Whyte, W. (2001). *The Social Life of Small Urban Spaces*. Editorial project for public spaces.

ccxciii. Wilson, E. (1984/2021). *Biofilia*. Prensa de la Universidad de Harvard.

ccxciv. World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.

ccxcv. World Climate Research Programme [WCRP]. (2011). *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5)*. Recuperado de https://archive.ipcc.ch/report/ar5/syr/

ccxcvi. World Food Programme. (2020). *Annual performance report for 2019*. https://www.wfp.org/publications

ccxcvii. World Health Organization [WHO]. (1986). *Ottawa Charter for Health Promotion*.

ccxcviii. WHO. (2018). *Climate change and health*. World Health Organization.

ccxcix. World Ocean Review. (2020). *The ocean in a high-CO_2 world*. https://worldoceanreview.com/

ccc. World Wildlife Fund [WWF]. (2010). *Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO2 del parque residencial existente en España en 2020*.

ccci. Wooster, W. S., Bakun, A., & McLain, D. R. (1976). The seasonal upwelling cycle along

the eastern boundary of the North Atlantic. *Journal of Marine Research, 34*(2), 131-141.

cccii. WWF. (2020). *Living Planet Report 2020*. https://livingplanet.panda.org/en-us/

ccciii. Xunta de Galicia. (1999). *Atlas climático de Galicia*. Xunta de Galicia, Consellería de Medio Ambiente.

ccciv. Xunta de Galicia. (2002). *Ley 9/2002, de 30 de diciembre, de ordenación urbanística y protección del medio rural de Galicia*. Diario Oficial de Galicia, núm. 249, de 31 de diciembre de 2002.

cccv. Xunta de Galicia. (2016). *Plan de Gestión de Riesgos de Inundación (PGRI) de Galicia-Costa*. Santiago de Compostela: Augas de Galicia. Recuperado de https://augasdegalicia.xunta.gal

cccvi. Xunta de Galicia. (2018). *Normativa técnica sobre restauración de cauces*. Santiago de Compostela: Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Vivenda.

cccvii. Xunta de Galicia. (2021). *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (2021-2027)*. Santiago de Compostela: Augas de Galicia. Recuperado de https://augasdegalicia.xunta.gal

cccviii. Yin, R. (2003). *Case Study Research Design and Methods* (2º ed.). Publicaciones Sage.

cccix. Zevenbergen, C., Cashman, A., Evelpidou, N., Pasche, E., Garvin, S., & Ashley, R. (2010). *Urban flood management*. Taylor & Francis Group.

Fuentes web

- Centro Nacional de Información Ambiental de EEUU (NCEI): https://www.ncei.noaa.gov/
- Climate.gov: Extreme Event Attribution. http://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/extreme-event-attribution-climate-versus-weather-blame-game#:~:text=Extreme%20event%20attribution%20is%20the,or%2Dno%20sort%20of%20way.
- IPCC Reports: IPCC Extreme Events. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-11/
- National Wildlife Federation: Extreme Weather. https://www.nwf.org/Educational-Resources/Wildlife-Guide/Threats-to-Wildlife/Climate-Change/Extreme-Weather
- NCBI: Warming World; Changing Ocean. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8453030/
- NOAA Billion-Dollar Disasters Database: https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/
- NOAA Events: https://www.fisheries.noaa.gov/events
- Reuters: Climate Change and Extreme Weather 2021. https://www.reuters.com/markets/commodities/killer-heatwaves-floods-climate-change-worsened-weather-extremes-2021-2021-12-13/#:~:text=Dec%2013%20(Reuters)%20%2D%20Extreme,swallowing%20forests%2C%20towns%20and%20homes. https://www.reuters.com/news/picture/from-killer-heatwaves-to-floods-climate-idUSRTS3M1JF/
- UN: Water and Climate Crisis y Carbon Brief - Extreme Weather Mapping. https://www.carbonbrief.org/mapped-how-climate-change-affects-extreme-weather-around-the-world/
- UN Reports on Climate Disasters: UN Climate Disasters. https://www.un.org/en/climatechange/reports https://www.unep.org/topics/fresh-water/disasters-and-climate-change
- Wiley Online Library: Early 20th Century Warming. https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.522
- WMO: Climate Disasters. https://wmo.int/about-us/world-meteorological-day/wmd-2022/rising-risks

Índice de figuras

FIGURA	TÍTULO	FUENTE	PAG
115	Mapa temperaturas 2019	extraída a 10.05.2024 de https://www.bbc.com/weather	13
2	Evolución temperaturas Julio	extraído a 10.05.2024 de https://www.bbc.com/mundo/noticias-49206050	13
3	Tendencia calentamiento global	extraída a 10.05.24 de https://institutodelagua.es/cambio-climatico/grafica-de-cambio-climaticocambio-climatico/	14
4	Transformación del modelo climático	extraída a10.05.2024 de https://www.eltiempo.es/noticias/fenomenos-meteorologicos-extremos	14
5	Merma del ártico desde 1980- 2021	extraída a 10.05.2024 de https://www.sciencedirect.com/science/	15
6	Variación Antártida y Ártico 1190-2010	extraída a10.05.2024 de https://www.epdata.es/	15
7	Glaciar Qorikalis 1978	extraída a10.05.2024 de https://nuestrofuturocomun.com/	15
8	Glaciar Qorikalis 2004	extraída a10.05.2024 de https://nuestrofuturocomun.com/	15
9	Incremento temperatura media global terrestre y marítima	extraída a10.05.2024 de https://www.epdata.es/	18
10	Emisiones de GEI según los distintos escenarios previstos	extraída a 10.05.2024 de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/guia-resumida-gt3-mitigacion-ar5_tcm30-177779.pdf	18
11	Cambio patrones precipitación en los últimos 70 años	extraída a 10.05.2024 de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/guia-resumida-gt3-mitigacion-ar5_tcm30-177779.pdf	18
12	Países con mayor riesgo	extraído a 15.05.2024 de https://www.epdata.es/	19
13	Incremento desastres climáticos	extraída a 10.050.2024 de https://elordenmundial.com/	23
14	Mayor número de desastres climatológicos según ONU	extraído a 10.05.2024 de http://www.undrr.org/es	24
15	Gráfica de	extraído a 01.05.2024 de	26

	distribución de riesgos de salud a nivel global	https://www.un.org/en/climatechange/	
16	Gráfica de desplazamientos por desaparición urbes por el incremento del nivel del mar	extraído a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/	29
17	Gráfica de la reducción de dos productos alimentarios básicos en el consumo mundial	extraído a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/	31
18	Gráfica de los países con mayor número de desplazados por el cambio climático	extraída a 10.05.2024 de https://www.fotonoticias.net/	31
19	Extensión de hielo marino e el Ártico en regresión	extraída a10.05.2024 de https://nuestrofuturocomun.com/	35
20	Rio Kutuk en Alaska donde aparecieron recientemente minerales fluyendo del permafrost	extraída a 12.06.2024 de https://cnnespanol.cnn.com/	35
21	Cambio en las variables oceánicas	extraída a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/	37
22	Variación en bancos de pesca disponibles	extraída a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/	37
23	Esquema del aumento contrastado del nivel del mar	extraída a 05.05.2024 de http://graphciencia.nasa.gov	38
24	Previsiones aumento nivel del mar	extraída a 15.05.2024 de http://europa.press.es	38
25	Calentamiento del océano.	extraída a 05.05.2024 de https://nuestrofuturocomun.com/	38

26	Modificaciones criosfera y masas oceánicas	extraída a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/	39
27	Niveles de CO2	extraída a 01.05.2024 de http://europapress.es	39
28	Gráfico zonas del mundo de riesgo de exterminio de especies según evolución de temperaturas	extraída a 01.05.2024 de https://www.un.org/en/climatechange/	41
29	Evolución sumideros de carbono terrestre y marino.	extraída a 10.05.2024 de de https://www.epdata.es/	44
30	Componentes básicos urbanos de Clarence Perry	Extraída a 05.06.2024 de researchgate.net/figure/the-basic-components-of-clarence-perrys-neighborhood-unit-perry-1929_fig7_282075470	52
31	Pensamiento del diseño urbano de Gehl	extraída a 01.06.2024 de https://www.pinterest.es/	53
32	Coin Street	extraída a 2.06.2024 de https://medium.com/@willjennings80/coin-street-community-builders-e2bc940c4d81	74
33	Ejemplos Ecobarrios	extraída a 05.06.2024 de https://www.gea21.com/archivo/pr-proyecto-ecocity/	78
34	Funcionamiento de supermanzanas	extraída a 07.06.2024 de https://www.larazon.es/local/cataluna/barcelona-dispondra-de-la-primera-supermanzana-en-septiembre-eh13365436/	83
35	Principales vectores en el diseño de BCNecolgía	extraída de carta-para-la-planificación-ecosistémica-de-las-ciudades	83
36	Parámetros de BCNecología.	extraída de carta-para-la-planificación-ecosistémica-de-las-ciudades	84
37	Esquema de trabajo en tres niveles.	extraída de urbanismo ecológico de salvador rueda	84
38	esquema Cradle to Cradle	extraída a 05.06.2024 de https://es.m.wikipedia.org/wiki/archivo:cradle_to_cradle_concept.png	86

39	Propuesta Santander.	extraída a 01.06.2024 de https://paisajetransversal.org/2023/10/novedades-paisaje-transversal-proyectos-para-un-nuevo-curso/	88
40	Recuperación del cauce del río Cheonggyecheon e n Seúl	extraída a 01.06.2024 de https://somosrio.cordoba.gob.ar/como-tratan-a-los-rios-en-otras-ciudades-del-mundo/	93
41	Flujos de Afloramiento	Extraída 20-11-23 de cambio climático en el océano costero- Antonio bode- instituto español de oceanografía centro oceanográfico de a Coruña- iii xornadas climática agua e cambio climático.	135
42	Concentración de población	Extraído a 5-06-24 de análisis y prospectiva-serie pesca nº5-febrero2022-ministerio de agricultura, pesca y alimentación.	138
43	Pirámide poblacional	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	139
44	Crecimiento Vegetativo	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	139
45	Habitantes por procedencia	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	140
46	Densidad demográfica por ámbitos	Extraída de proyecto: modificación puntual del Pxom del concello de Vilagarcía de Arousa. uei-12, ar-2documento	140
47	Evolución número habitantes	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	141
48	Evolución paro	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	142
49	Desigualdad económica	extraída de memoria edusi 2020 Vilagarcía avanza a 23-04-24	143
50	Evolución renta bruta	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	144
51	Indicadores desigualdad.	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	144
52	Evolución precio vivienda	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	145
53	Evolución transacciones inmobiliarias	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	145
54	Evolución población en edad de trabajar	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	146
55	Porcentajes de trabajo por	Extraída de proyecto: modificación puntual del Pxom del concello de Vilagarcía de Arousa. uei-12,	146

	sectores	ar-2documento inicial estratégico. v.1 el 23-04-24	
56	Distribución por sectores según datos PXOM.	extraído de memoria edusi 2020 Vilagarcía avanza a 23-04-24	148
57	Turistas nacionales.	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	149
58	Turistas internacionales	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	149
59	Procedencia turistas internacionales	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	150
60	Puerto VGA Datos físico y funcional	extraído de gobierno de España 10-08-24	152
61	Evolución población VGA	extraída de foro-ciudad el 23-04-24	153
62	Edificaciones en estado ruinoso	fuente memoria edusi 2020 Vilagarcía avanza sobre base de atlas de la edificación residencial	155
63	ARI Carril.	extraído de https://ari-igvs.xunta.gal/ a 23-04-2023	156
64	ARI Vilaxoán	extraído de https://ari-igvs.xunta.gal/ a 23-04-2023	157
65	ARI Barrio del Castro	extraído de https://ari-igvs.xunta.gal/ a 23-04-2023	158
66	Redes de transporte	extraída de memoria edusi 2020 Vilagarcía avanza el 23-04-24	160
67	Conexión ferroviaria	extraída de memoria edusi 2020 Vilagarcía avanza el 23-04-24	161
68	Red peatonal	extraída de memoria edusi 2020 Vilagarcía avanza el 23-04-24	162
69	Isócrona de 6 minutos desde Concello. Azul oscuro peatonal. Azul claro vehículo	extraída de memoria edusi 2020 Vilagarcía avanza el 23-04-24	163
70	Áreas de gestión según POL.	Proyecto: modificación puntual del Pxom del concello de Vilagarcía de Arousa. Uei-12, ar-2documento inicial estratégico. v.1	166
71	Resumen anual estación Corón (Vilanova de Arousa).	extraída de memoria edusi 2020 Vilagarcía avanza el 23-04-24	168
72	Ubicación zona de Ría de Arousa del Parque Nacional Illas Atlánticas	Extraída de proyecto: modificación puntual del Pxom del concello de Vilagarcía de Arousa. Uei-12, ar-2documento inicial estratégico. v.1 el 23-04-24	173

73	Mapa Hipsométrico	Extraída de proyecto: modificación puntual del Pxom del concello de Vilagarcía de Arousa. Uei-12, ar-2documento inicial estratégico. v.1 el 23-04-24	177
74	Mapa pendientes	Extraída de proyecto: modificación puntual del Pxom del concello de Vilagarcía de Arousa. Uei-12, ar-2documento inicial estratégico. v.1 el 23-04-24	178
75	Área con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI).	Ministerio transición ecológica. extraído de https://sig.mapama.gob.es/ 23-04-23	178
76	Imágenes en plano y satélite de las previsiones de Climate Central de zonas inundadas por el mar	extraída de Climate central	183
77	Mapa de uso de la cuenca del rio Con	Extraído de Gonzalo García-Alén- mitigación riesgo desbordamiento del rio con en Vilagarcía de Arousa.	187
78	Calados correspondientes al caso T=10 años	extraído de Gonzalo García-Alén- mitigación riesgo desbordamiento del rio con en Vilagarcía de Arousa	188
79	Calados correspondientes al caso T= 50 años.	extraído de Gonzalo García-Alén- mitigación riesgo desbordamiento del rio con en Vilagarcía de Arousa	188
80	Calados correspondientes al caso T=50 eliminando perfil urbano	extraído de Gonzalo García-Alén- mitigación riesgo desbordamiento del rio con en Vilagarcía de Arousa	189
81	Calados correspondientes al caso T=100	extraído de Gonzalo García-Alén- mitigación riesgo desbordamiento del rio con en Vilagarcía de Arousa	189
82	Comparativa desarrollo urbano VGA	planos de dissertação: propuesta resiliencia vga. Creación propia en base datos Arpsi y previsiones inundaciones marítimas.	190
83	Comparativa estado actual-previsión aumento del mar	planos de dissertação propuesta resiliencia vga. Creación propia en base datos Arpsi y previsiones inundaciones marítimas.	191
84	Evolución de corrientes en la	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	202

	bahía de VGA		
85	Espacio verde costero actual vs. Propuesta	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	205
86	Propuesta de barrera de arrecifes de ostras/ biohuts + islas de raven	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	208
87	Detalle arrecifes de ostras e islas de raven	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	209
88	Líneas de bateas y ubicación de estructuras crecimiento de algas	extraído a 20-08-24 httpguias.masmar.netindex.phpderroterospontevedrar%c3%ada-de-arousa-sur.-carril,-vilagarc%c3%ada,-vilaxoan-y-vilanova	210
89	Ubicación actuaciones fortalecimiento lecho marino	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	212
90	Esquema de propuesta verde VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	220
91	Plano de regeneración VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	221
92	estado actual vs regeneración	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	222
93	Energía Undimotriz barrera arrecifes ostras	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	227
94	IAV resiliencia VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	229
95	Propuesta esquema ciclo hídrico VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	230
96	Propuesta VGA ciclo hídrico supermanzana	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	230
97	Esquema ciclo hídrico con Swales retención	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	231
98	Detalle Swal de retención VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	232

99	Detalle swal áreas inundables	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	232
100	Detalle tanque de tormentas	extraído a 20-08-24 de https://www.drenatura.com/tecnologias-de-drenaje-sostenible/	233
101	Plano de cohesión social actual.	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	236
102	Transformación del tejido social Resiliencia VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	242
103	Propuesta de supermanzanas, viales y aparcamientos disuasorios VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	245
104	Vial tipo supermanzana VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	246
105	Vial Boulevard VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	246
106	Vial eje articulador VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	247
107	Nodos, barrios, mojones, bordes y sendas. Actual vs propuesta	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	253
108	Lugares encuentro social actual vs propuesta VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	254
109	Territorialidad actual vs propuesta	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	256
110	Circularidad económica estado actual	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	265
111	Circularidad económica propuesta VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	266
112	Esquema propuesta portuaria VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	269
113	Gestión de recursos	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	270
114	Sección propuesta zona portuaria VGA	planos de dissertação propuesta resiliencia vga	272

Índice tablas

Tabla 1. Clasificación RCP Fuente datos WCRP, 2011. Creación propia. 16
Tabla 2. Evolución Eventos climáticos extremos. Creación propia 20
Tabla 3. Eventos extremos 1970-2024 e impacto por región. Creación propia datos ONU....21
Tabla 4. Análisis eventos extremos por tipología. Creación propia en base datos ONU 21
Tabla 5. Eventos extremos S. XXI VS.1975-2000. Creación propia datos OMM 22
Tabla 6. Frecuencia/intensidad S. XXI VS.1975-2000. Creación propia datos OMM....23
Tabla 7. Distribución espacio-temporal eventos extremos. Creación propia datos ONU....24
Tabla 8. Impactos en la salud del Cambio Climático. Creación propia 27
Tabla 9. Impactos socioeconómicos de Crisis climática. Creación propia 30
Tabla 10. Poblaciones vulnerables ante la Crisis Climática. Creación propia 32
Tabla 11. Factor desigualdad género en Crisis climática Fuente. Creación Propia 33
Tabla 12. Variaciones en los océanos. Creación propia....40
Tabla 13. Variaciones en ecosistemas terrestres. Creación propia....42
Tabla 14. Contribución ecosistemas saludables. Creación propia 43
Tabla 15. Resumen circunstancias críticas por cambio global año 2050. Creación propia....45
Tabla 16. Interrelación daños en ecosistemas y tejidos urbanos Creación propia 46
Tabla 17.The Concise Townscape. Creación propia....54
Tabla 18. Propuestas años 70. Creación propia 55
Tabla 19. Conceptos mínimos de Neuroarquitectura. Creación propia....57
Tabla 20. Patrones diseño biofílico. Creación propia 59
Tabla 21.Principios Arquitectura Fisiológica. Creación propia....62
Tabla 22. Conceptos urbanismo fisiológico. Creación propia 63
Tabla 23. Principios Declaración Vasca. Creación propia 66
Tabla 24. Conceptos de Agenda Urbana ONU. Creación propia 67
Tabla 25. Nuevas dimensiones espacio urbano y ciudad. Creación propia 69
Tabla 26 Comparativa principios de Neos urbanismos. Creación propia 71
Tabla 27. Evolución valores. Creación propia 71
Tabla 28. Factor espacio verde en Malmö, año 1998. Creación propia 76
Tabla 29. Opciones punto verde, mínimo cumplir 10. Malmö 1998. Creación propia 77
Tabla 30. Declaración de Toledo. Creación propia....79
Tabla 31. Parámetros supermanzanas Rueda- Urbanismo ecosistémico. Creación propia 82
Tabla 32. Comparativa urbanismo actual. Creación propia 89
Tabla 33. Clasificación alternativa Urbanismo actual. Creación propia 90
Tabla 34. Modelos de ciudad contemporáneos hacia un futuro resiliente. Creación propia....92
Tabla 35. Resiliencia urbana. Creación propia 114
Tabla 36. Parámetros Calidad Ecológica. Creación propia 114
Tabla 37. Parámetros de biodiversidad y espacio verde frente a asfalto. Creación propia....114
Tabla 38. Condiciones calidad verde. Creación propia....115
Tabla 39. Condiciones autosuficiencia hídrica y consumos optimizados. Creación propia....116
Tabla 40. Autosuficiencia metabolismo urbano. Creación propia 116
Tabla 41. Parámetros de Movilidad. Creación propia....123

Tabla 42. Aplicaciones de Hiperconectividad ciudad inteligente. Creación propia 124
Tabla 43. Parámetros de Complejidad urbana. Creación propia 127
Tabla 44 Distribución equilibrada equipamientos y servicios. Creación propia.....130
Tabla 45 Parámetros espacio público. Creación propia 131
Tabla 46 Ría de Arousa dentro de Comarcas costeras Galicia .Creación propia.....135
Tabla 47 Población estacional máxima. Creación propia datos foro-ciudad 141
Tabla 48 Datos estadísticos VGA. Creación propia 153
Tabla 49 Viviendas por uso. Creación propia según datos INE.....154
Tabla 50 Evolución edificabilidad. Creación propia según datos Ministerio Hacienda 154
Tabla 51 valores climatológicos. Creación propia. Datos AEMET 169
Tabla 52 Previsiones Aemet provincia de Pontevedra. Datos Aemet 171
Tabla 53 Listado espacios protegidos Ría de Arousa. Creación propia 173
Tabla 54 Aguas marinas por Aguas de Galicia. Modificación Puntual del PXOM del Concello de Vilagarcía de Arousa. Uei-12, ar-2documento inicial estratégico. v.1.....174
Tabla 55 Niveles CO2 Galicia. Fuente Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza.....175
Tabla 56 Emisiones CO2 Galicia. Fuente Memoria EDUSI 2020 Vilagarcía Avanza 175
Tabla 57 Datos de mareas. Datos Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa 185
Tabla 58 Casos de estudio. Datos Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa 186
Tabla 59 Valores de Manning según uso del suelo. Datos Gonzalo García-Alén- Mitigación riesgo desbordamiento del rio Con en Vilagarcía de Arousa 186
Tabla 60 Regeneración ría y adaptación nivel del mar. Creación propia.....200
Tabla 61. Gestión riesgos costeros. Creación propia.....206
Tabla 62. Fortalecimiento lecho marino. Creación propia 211
Tabla 63. Renaturalización cauces, prevención ARPSIS. Creación propia 213
Tabla 64. NBS gestión sistemas fluviales VGA. Creación propia 217
Tabla 65. Infraestructura ecológica integrada. Creación propia.....217
Tabla 66. Corredor verde vs IAV. Creación propia.....219
Tabla 67. Optimización energética. Creación propia 226
Tabla 68. Gestión integrada de recursos. Creación propia 228
Tabla 69. Resiliencia eventos climáticos. Creación propia.....233
Tabla 70. Regeneración y sostenibilidad urbana. Creación propia.....234
Tabla 71. Aparcamientos actuales VGA. Creación propia 248
Tabla 72. Aparcamientos propuestos VGA. Creación propia.....249
Tabla 73. Condiciones de supermanzana VGA. Creación propia.....251
Tabla 74. Monitorización movilidad. Creación propia.....252
Tabla 75. Datos Puerto actual vs propuesta. Creación propia 268

Índice gráficos

Gráfico 18. Premisas de la Neuroarquitectura. Creación propia 55
Gráfico 2 Esquema claves del diseño biofílico. Creación propia 57
Gráfico 3. Esquema interacción del diseño biofílico. Creación propia 57
Gráfico 4. Aportaciones del diseño biofílico. Creación propia 58
Gráfico 5. Esquema articulador Ciudades Biófilicas. Creación Propia 59
Gráfico 6. Principios de Arquitectura fisiológica. Creación propia 60
Gráfico 7. Ideas base Ciudad 15 minutos. Creación propia 64
Gráfico 8. Tiempo y lugar en Concepto Ciudad 15 minutos. Creación propia 64
Gráfico 9. Evolución tratamiento urbano. Creación propia 66
Gráfico 10. Vectores espacio urbano saludable. Creación propia 68
Gráfico 11. Valores ciudad de futuro. Creación propia 68
Gráfico 12 Crecimiento poblacional y espacio ocupado. Creación propia 73
Gráfico 13. Esquema evolutivo urbanismo sostenible. Creación propia 92
Gráfico 14. Esquema sostenibilidad vs. Resiliencia. Creación propia 92
Gráfico 15.Movilidad Urbana. Creación propia datos EDUSI 2020 152
Gráfico 16. Movilidad interurbana. Creación propia datos EDUSI 2020 152
Gráfico 17. Espacios libres/ zonas verdes. Creación propia. Datos EDUSI 2020 169

JESÚS VALIÑO ARCOS

ANEXO I

APLICACIÓN METODOLOGÍA

SEPTIEMBRE DE 2024

Teniendo como objetivos:

1. Identificar y evaluar los impactos del cambio climático en Vilagarcía de Arousa mediante el análisis de datos históricos y modelizaciones climáticas.
2. Determinar estrategias de resiliencia holística y sostenible para Vilagarcía de Arousa ante el cambio climático

La recopilación de datos se centra en tres áreas de conocimiento:

- Vilagarcía de Arousa, ciudad, lugar, historia, economía y sociedad.
- Crisis climática: causas y efectos futuros centrados en VGA.
- Urbanismo actual frente al cambio climático y estrategias disponibles

VGA

Para el primer objetivo es estrictamente necesario el conocimiento de la historia de VGA han resultado enriquecedoras las aportaciones los informes y publicaciones de Viana (1997), Villaronga (1991, 1993, 2005), y Abuín (1993) que ofrecen una perspectiva histórica detallada sobre la evolución de Vilagarcía de Arousa, sus relaciones con el mar y su desarrollo portuario, proporcionando un contexto clave para entender la identidad y transformación de esta ciudad gallega.

Víctor Viana, médico pediatra jubilado, ha destacado también como historiador, habiendo publicado numerosos libros. Es ampliamente reconocido en Vilagarcía tanto por su trayectoria en el campo de la salud como por su valiosa aportación al estudio de la historia local.

Manuel Villaronga García es una figura relevante en Vilagarcía de Arousa, reconocido por su labor en el ámbito de la comunicación social y por su rol como cronista oficial de la ciudad.

Manuel Abuín es un investigador que ha centrado su trabajo en el estudio del desarrollo portuario de Vilagarcía de Arousa.

En Visitas Reales a Villagarcía de Arosa (1997), Viana documenta las visitas oficiales de la monarquía a Vilagarcía, destacando su importancia histórica y su conexión con la realeza española. Este trabajo refleja cómo la presencia de la monarquía influyó en el crecimiento y proyección de la ciudad.

Por su parte, Villaronga en Vilagarcía, Vilaxoán y Carril (1991) y Vilagarcía y el Mar (1993) explora la relación intrínseca de Vilagarcía con el mar y su puerto. Este último informe subraya la importancia del puerto como motor de desarrollo económico y como infraestructura clave al servicio del interés general entre 1936 y 1988. También analiza la evolución del puerto y su rol en el crecimiento de la ciudad y su conexión con el comercio marítimo.

En A Vilagarcía das Vellas Postais (2005), Villaronga ofrece una crítica histórica a través de antiguas postales, revelando la transformación urbana y social de Vilagarcía entre 1900 y 1936, cuando la ciudad aspiraba a consolidarse como un centro urbano importante. A través de imágenes y comentarios, ilustra el crecimiento de la villa hacia una identidad moderna.

Abuín (1993), en Vilagarcía y el Mar. Vocación y Consolidación Portuaria (1880-1936), complementa este análisis al centrarse en el desarrollo del puerto desde finales del siglo XIX hasta 1936. Subraya cómo la vocación portuaria de Vilagarcía consolidó su posición como punto estratégico para el comercio y el desarrollo económico en la región.

En conjunto, estos estudios ofrecen una visión completa sobre la evolución socioeconómica y urbana de Vilagarcía de Arousa, su puerto y su relación con el mar, proporcionando un marco histórico esencial para comprender el desarrollo de la ciudad hasta la actualidad.

La revista www.revistaesmas.com y la web ofaiadodamemoria.com han aportado información gráfica de ese pasado y multitud de anécdotas y detalles que conforman el subconsciente cultural de VGA.

Su aportación ha valido para la comprensión de las dinámicas socioeconómicas y su adaptabilidad a la propuesta para VGA.

Las fuentes estadísticas se han obtenido de bases de datos proporcionadas por el INE y el Instituto Galego de Estadística (IGE). Han sido instrumentos muy útiles en esta aportación de datos la página web foro-ciudad y el documento redactado por Eptisa a solicitud municipal de la Memoria EDUSI (Estrategia de Desarrollo Urbano Sostenible Integrado), herramienta mediante la cual la Unión Europea busca abordar los desafíos futuros de las ciudades, promoviendo mejoras en las condiciones sociales, económicas y ambientales de las áreas urbanas. Estas estrategias incluyen el acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación, entre otros aspectos. La información urbanística que aporta ha servido como base al estudio.

Las fuentes no escritas incluyen entrevistas (Ghiglion & Matalon, 1997), que han sido semiestructuradas para permitir libertad de respuesta y mantener el enfoque, grabadas para asegurar la precisión en la recopilación de información, priorizando la participación de informantes clave relacionados con actividades marinas y representantes de instituciones municipales y portuarias de Vilagarcía. La autoridad portuaria ha preferido una entrevista estructurada y formal remitida por escrito. A su vez ha facilitado los certificados de evaluación de huella de carbono. La información portuaria se complementa con la memoria de sostenibilidad 2021 AP Vilagarcía, documentos que se anexan a este informe.

La triangulación de estos datos pretende establecer la percepción social de la ciudad ante la prevista inundación de la franja costera por el aumento del nivel del mar en el contexto del cambio climático.

Las técnicas de observación sistemática han permitido una recolección planificada de datos para registrar la información de manera objetiva y detallada, complementada con un reportaje fotográfico propio para capturar la realidad visual de los sistemas urbanos objeto de estudio. Estas observaciones, junto con las notas de campo, han facilitado la elaboración de fichas que presentan de manera clara y concisa los resultados obtenidos. Las fotografías documentales se han obtenido mediante la consulta de registros en archivos, administraciones, libros, revistas y otros medios documentales disponibles, proporcionando una visión integral de la ciudad y sus perspectivas actuales y futuras. Se anexa reportaje fotográfico somero.

Dado que las diferencias geográficas, culturales y económicas impiden establecer paralelismos directos entre regiones y es imposible prever con exactitud el comportamiento del planeta frente al cambio climático, la modelización y simulación se utilizan como herramientas limitadas al

análisis físico de hipótesis en la ciudad estudiada. Estos modelos, adaptados al contexto local, permiten profundizar en los procesos para optimizarlos. Además, la evaluación de datos geoespaciales, imágenes satelitales y mapas de riesgos es esencial para identificar zonas vulnerables y patrones de desarrollo. El uso de modelos climáticos e impacto ofrece información clave para anticipar escenarios futuros y evaluar las repercusiones del cambio climático en sistemas urbanos y naturales, analizando efectos como la erosión, inundaciones y cambios en la biodiversidad.

La modelación climática tiene dos vertientes:

1. Fluvial, cuya información se extrae de:

a) La definición de áreas ARPSIS de la Xunta de Galicia incluidas en el Plan Hidrolóxico Galicia Costa 2021-2027 y en el Plan de Xestión de inundaciones de la Xunta de Galicia, juntamente con el Informe de cambio climático de Galicia 2012-2015. La delimitación de **ARPSIS** se realiza a partir de datos registrados y estudios de evolución a largo plazo, considerando el impacto del cambio climático, las condiciones actuales de ocupación del suelo y la existencia de infraestructuras y actividades de protección contra inundaciones. También se utiliza información del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables y las Administraciones competentes.

Fuentes de Información:

- Xunta de Galicia: https://mapas.xunta.gal/visores/dhgc/
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi.html

b) El trabajo de Máster universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, de Septiembre 2019, Mitigación del riesgo de desbordamiento del río Con en Vilagarcía de Arousa de Gonzalo García-Alén Lores.

2. Marítima, extraída de las previsiones proporcionadas por:

- Climate Central**:** Grupo independiente de científicos y comunicadores que proporciona un visor de inundaciones previsto en https://coastal.climatecentral.org/es/, aunque más detallado para EE.UU.
- Otros Visores:

    a) https://flood.firetree.net/?ll=36.9850,-5.9106&z=8&t=2
    b) https://www.afundacion.org/comprometidos-medioambiente/recreacion-interactiva-nivel-mar/
    c) https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool

Todos estos visores coinciden en que las zonas bajas son las más expuestas. Conceptualmente, se trata de determinar el incremento del nivel del mar previsto y trasladarlo a la curva de nivel correspondiente en el plano topográfico.

Los datos son coincidentes con el estudio realizado por Nieto et al. (2023), en noviembre de 2023, del departamento de Geología de la Universidad de Salamanca, titulado *Análisis del riesgo de inundaciones costeras por la subida del nivel del mar en la Ría de Arosa (Pontevedra, España*). Este análisis se centró en el margen sur de la ría, correspondiente a la provincia de Pontevedra, y se destaca por su meticulosidad y método científico aplicado, confirmando el riesgo actual.

Los datos se alinean con el informe de Hallegatte, Green, Nicholls y Corfee-Morlot (2013) que analiza la vulnerabilidad de las ciudades costeras frente al cambio climático, centrándose en el riesgo creciente de inundaciones debido a la subida del nivel del mar y fenómenos meteorológicos extremos. Los autores destacan cómo el aumento de la urbanización en áreas costeras eleva la exposición a estos riesgos, afectando tanto a las infraestructuras como a las economías locales.

El estudio enfatiza la importancia de implementar estrategias de adaptación, como infraestructuras resistentes a inundaciones, mejores sistemas de drenaje y planificación urbana que considere el riesgo climático. Además, subraya la necesidad de integrar la resiliencia climática en el desarrollo urbano, con una especial atención a las áreas más vulnerables, tanto en países desarrollados como en desarrollo.

En conjunto, el informe sugiere que la inversión en adaptación y en la construcción de infraestructuras resilientes es esencial para reducir los riesgos económicos y sociales asociados a los impactos climáticos en las ciudades costeras.

La información ha sido la pauta a seguir para formalizar la propuesta de mitigación de los riesgos de inundación en VGA y el diseño de la naturalización de la bahía y desembocadura de cauces fluviales.

EMERGENCIA CLIMÁTICA

El segundo objetivo requiere información sobre soluciones conocidas o en desarrollo para afrontar el cambio climático.
Para ello es imprescindible en primer lugar conocer los datos reales del la crisis climática actual. Para ello se han utilizado varias fuentes:

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC):2007; 2013; 2014; 2015; 2018; 2019; 2021 y 2022.

Los informes del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) de 2007, 2013, 2014, 2015, 2018, 2019, 2021 y 2022 ofrecen un análisis exhaustivo y actualizado sobre los impactos, riesgos y posibles soluciones frente al cambio climático, basados en la ciencia más reciente. Estos documentos consolidan la evidencia del calentamiento global, destacando cómo las actividades humanas, especialmente la emisión de gases de efecto invernadero, están acelerando el cambio climático.

El informe de 2007 se centró en los impactos globales del cambio climático y su atribución principalmente a las actividades humanas, mientras que el informe de 2013 actualizó las proyecciones de calentamiento, señalando aumentos significativos en las temperaturas globales y patrones climáticos extremos. En 2014, el IPCC abordó las posibles medidas de mitigación y

adaptación, subrayando la necesidad urgente de reducir las emisiones de carbono para limitar el calentamiento global a 2 °C.

Los informes de 2015 y 2018 introdujeron el objetivo de 1,5 °C, destacando las graves consecuencias para los ecosistemas y la sociedad si no se alcanzaba este límite. En 2019, se centraron en los impactos del cambio climático en los océanos y la criosfera, con énfasis en la acidificación oceánica, la subida del nivel del mar y la reducción del hielo marino.

Los informes de 2021 y 2022 proporcionan una evaluación aún más detallada de los riesgos climáticos, advirtiendo sobre el aumento de eventos climáticos extremos, como sequías, inundaciones y olas de calor, y la necesidad de una acción inmediata y ambiciosa para mitigar estos impactos. Estos informes resaltan la urgencia de una transición global hacia economías bajas en carbono y de la implementación de medidas de adaptación, especialmente en áreas vulnerables. En conjunto, los informes del IPCC confirman el consenso científico sobre el cambio climático y la necesidad de una respuesta internacional coordinada y sostenida para evitar sus peores consecuencias.

Internal Displacement Monitoring Centre. (2019).

El informe del Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC, 2019) proporciona un análisis detallado sobre los desplazamientos internos causados por desastres naturales y conflictos, centrándose en el impacto del cambio climático en los movimientos poblacionales. El estudio destaca que fenómenos como inundaciones, tormentas, sequías y otros eventos extremos, intensificados por el cambio climático, están generando un aumento significativo en el número de personas desplazadas dentro de sus propios países.

El informe subraya que los desplazamientos por desastres climáticos superan a los causados por conflictos armados en muchas regiones, afectando principalmente a las comunidades más vulnerables y agravando problemas como la pobreza, la inseguridad alimentaria y la falta de acceso a servicios básicos. Asimismo, el IDMC señala que la falta de preparación y planificación en muchas áreas expuestas al cambio climático empeora la situación de las personas desplazadas, quienes a menudo carecen de opciones para regresar a sus hogares o integrarse en nuevas comunidades.

El informe concluye que es urgente mejorar la resiliencia y la capacidad de respuesta de las áreas más afectadas por el cambio climático, a través de políticas integrales que aborden tanto la mitigación de riesgos como la asistencia humanitaria y el desarrollo sostenible.

International Energy Agency. (2020 y 2021); International Renewable Energy Agency. (2021); e International Union for Conservation of Nature. (2021).

Los informes de la International Energy Agency (IEA, 2020 y 2021), la International Renewable Energy Agency (IRENA, 2021), y la International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2021) abordan temas clave relacionados con la transición energética global, la conservación de la naturaleza y el impacto del cambio climático.

El informe de la IEA (2020) analiza las tendencias energéticas globales, destacando la necesidad urgente de acelerar la transición hacia fuentes de energía limpia. El estudio resalta cómo la demanda de energía renovable está creciendo, pero no al ritmo necesario para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París. En su informe de 2021, la IEA enfatiza la importancia de la

electrificación, la descarbonización y la eficiencia energética, subrayando que la inversión en tecnologías limpias es esencial para alcanzar las cero emisiones netas de carbono para 2050.

El informe de IRENA (2021) destaca el papel crucial de las energías renovables, como la solar y la eólica, en la transformación del sistema energético global. Este informe subraya que la expansión de las energías renovables no solo reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también ofrecerá beneficios económicos y de empleo. Sin embargo, IRENA advierte que es necesario un esfuerzo global más concertado para integrar estas tecnologías a gran escala y fomentar políticas que impulsen la inversión en infraestructuras energéticas limpias.

Por su parte, el informe de la IUCN (2021) se centra en la interrelación entre la conservación de la biodiversidad y la lucha contra el cambio climático. Subraya que los ecosistemas naturales, como los bosques, océanos y humedales, desempeñan un papel crucial en la mitigación del cambio climático, actuando como sumideros de carbono. Además, resalta la importancia de las soluciones basadas en la naturaleza (NBS) para proteger la biodiversidad mientras se enfrentan los desafíos climáticos, haciendo hincapié en que la conservación de los ecosistemas es esencial para lograr los objetivos climáticos globales.

En conjunto, estos informes refuerzan la necesidad de una transición energética rápida y sostenible, así como de la integración de la conservación de la naturaleza en los esfuerzos globales para combatir el cambio climático, **que ha servido como base de la propuesta de VGA.**

IRENA. (2021); Nature. (2017); y Nature Climate Change. (2020).

Los informes de IRENA (2021), Nature (2017) y Nature Climate Change (2020) proporcionan análisis clave sobre la transición energética, el cambio climático y las soluciones basadas en la naturaleza.

El informe de IRENA (2021) destaca el papel fundamental de las energías renovables en la lucha contra el cambio climático, subrayando que una rápida expansión de tecnologías como la solar y la eólica es esencial para reducir las emisiones de carbono y alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. El informe también resalta los beneficios económicos y sociales de esta transición, como la creación de empleo y el impulso al crecimiento sostenible. Sin embargo, advierte que la implementación de políticas globales más ambiciosas es necesaria para acelerar la descarbonización.

El artículo de Nature (2017) examina la interrelación entre el cambio climático y la biodiversidad, destacando cómo el calentamiento global está afectando los ecosistemas naturales, con consecuencias graves para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Se enfatiza la necesidad de enfoques integrados que combinen la mitigación del cambio climático con estrategias de conservación de la biodiversidad, señalando que la protección de los ecosistemas es crucial tanto para el bienestar humano como para la estabilidad climática.

Por su parte, Nature Climate Change (2020) aborda los impactos del cambio climático en diversas regiones del mundo, con un enfoque en los efectos socioeconómicos y los riesgos para la seguridad alimentaria, el acceso al agua y la salud pública. El informe enfatiza que los países más vulnerables al cambio climático son aquellos que menos han contribuido a las emisiones globales de gases de efecto invernadero, lo que plantea una urgente necesidad de

justicia climática y adaptación resiliente. Además, subraya la importancia de desarrollar políticas que fomenten la resiliencia social y económica frente a los impactos del clima cambiante.

En conjunto, estos informes refuerzan la urgencia de una acción global coordinada que combine la expansión de energías renovables con la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento de la resiliencia social frente a los efectos del cambio climático.

Seto, K., Davis, S., Mitchell, R., Stokes, E., Unruh, G., & Ürge-Vorsatz, D. (2016).

El informe de Seto, Davis, Mitchell, Stokes, Unruh, y Ürge-Vorsatz (2016) ofrece un análisis exhaustivo sobre la relación entre urbanización, cambio climático y emisiones de carbono, destacando el papel clave de las ciudades en la transición hacia un futuro bajo en carbono. Los autores subrayan que las áreas urbanas son responsables de una gran parte de las emisiones globales de gases de efecto invernadero debido a la alta concentración de población y actividades económicas, como la construcción, el transporte y la industria.

El informe destaca que la urbanización presenta tanto desafíos como oportunidades para mitigar el cambio climático. Por un lado, el rápido crecimiento urbano puede aumentar la demanda de energía y los patrones de consumo insostenibles; por otro lado, las ciudades también pueden liderar la transición hacia soluciones más sostenibles, como la eficiencia energética, la movilidad urbana sostenible y la planificación urbana verde.

Seto et al. (2016) también exploran la importancia de las políticas urbanas integradas para reducir las emisiones de carbono, enfatizando la necesidad de reconfigurar el diseño urbano, promover la electrificación del transporte y adoptar energías renovables en la planificación de infraestructuras. El informe subraya que las ciudades, al concentrar tanto los desafíos como las soluciones, son espacios clave para implementar acciones climáticas efectivas que no solo reduzcan emisiones, sino que también mejoren la calidad de vida de sus habitantes.

En conjunto, el informe concluye que las ciudades tienen un papel decisivo en la lucha contra el cambio climático y que la integración de políticas sostenibles en el desarrollo urbano es crucial para lograr un futuro bajo en carbono y más resiliente.

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015); United Nations High Commissioner for Refugees. (2020); United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR]. (2020); UNDRR. (2022). *Informe sobre el impacto de fenómenos meteorológicos extremos en el siglo XXI; y* World Climate Research Programme [WCRP]. (2011).

Los informes de la United Nations Framework Convention on Climate Change (2015), el United Nations High Commissioner for Refugees (2020), el United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR, 2020, 2022) y el World Climate Research Programme (WCRP, 2011) abordan los desafíos globales relacionados con el cambio climático, los desplazamientos forzados, los desastres naturales y los fenómenos meteorológicos extremos.

El informe de la UNFCCC (2015) destaca el Acuerdo de París como un hito en la lucha global contra el cambio climático. Subraya la importancia de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2 °C y los compromisos internacionales de reducción de emisiones de carbono, promoviendo la justicia climática y el apoyo a los países en desarrollo en sus esfuerzos de mitigación y adaptación.

El United Nations High Commissioner for Refugees (2020) explora el vínculo entre el cambio climático y los desplazamientos forzados, señalando que fenómenos climáticos extremos, como inundaciones y sequías, están desplazando a millones de personas, especialmente en regiones vulnerables. El informe destaca la necesidad de políticas que protejan a los refugiados climáticos y mejoren la resiliencia de las comunidades afectadas.

Los informes del UNDRR (2020, 2022) analizan el impacto de los desastres naturales y fenómenos meteorológicos extremos en el siglo XXI, señalando un aumento significativo en la frecuencia y severidad de estos eventos debido al cambio climático. El informe de 2022 resalta que las tormentas, incendios forestales y olas de calor han causado pérdidas económicas y humanas masivas, afectando principalmente a las regiones más pobres. Se subraya la necesidad de estrategias de reducción del riesgo de desastres y una mayor inversión en infraestructuras resilientes.

Por último, el informe del World Climate Research Programme (WCRP, 2011) explora los avances en la investigación climática global, proporcionando información clave sobre la variabilidad climática y los impactos a largo plazo del calentamiento global. Este informe destaca la importancia de la cooperación internacional en la investigación climática y la necesidad de mejorar los modelos predictivos para anticipar futuros cambios en los patrones climáticos.

En conjunto, estos informes refuerzan la urgencia de implementar acciones globales coordinadas para mitigar el cambio climático, proteger a las poblaciones vulnerables y aumentar la resiliencia frente a fenómenos climáticos extremos.

World Food Programme. (2020); World Ocean Review. (2020); WWF. (2020); Science. (2018 y 2020). Projected species extinction risks from climate change; y Global Fire Emissions Database. (2019).

Los informes del World Food Programme (2020), World Ocean Review (2020), WWF (2020), Science (2018, 2020) y la Global Fire Emissions Database (2019) proporcionan un análisis integral sobre los impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria, la biodiversidad marina, los ecosistemas terrestres y los riesgos de extinción de especies.

El informe del World Food Programme (2020) destaca cómo el cambio climático está afectando la seguridad alimentaria mundial, especialmente en las regiones más vulnerables. Sequías, inundaciones y otros fenómenos extremos están aumentando la inseguridad alimentaria y dificultando el acceso a alimentos, lo que pone en riesgo a millones de personas. El informe subraya la necesidad de una acción urgente para mitigar estos efectos y mejorar la resiliencia de los sistemas alimentarios.

El World Ocean Review (2020) analiza el estado de los océanos y cómo el calentamiento global está afectando los ecosistemas marinos. El informe destaca el aumento de la acidificación oceánica, la pérdida de biodiversidad y el retroceso de los corales, advirtiendo que estos cambios tienen repercusiones en la pesca, la economía costera y los servicios ecosistémicos. Aboga por políticas de conservación y una mayor protección de los ecosistemas marinos.

El informe del WWF (2020) enfatiza la conexión entre la pérdida de biodiversidad y el cambio climático, destacando que el calentamiento global está acelerando la degradación de hábitats y la extinción de especies. WWF aboga por una acción global inmediata para proteger los ecosistemas y limitar el calentamiento a 1.5°C para evitar las peores consecuencias.

Los estudios publicados en Science (2018, 2020) examinan los riesgos de extinción de especies causados por el cambio climático. Las proyecciones indican que, si no se toman medidas significativas, una gran proporción de especies podrían enfrentar la extinción para finales del siglo XXI debido a la pérdida de hábitats y el aumento de las temperaturas globales. El informe resalta que los ecosistemas más vulnerables, como los bosques tropicales y los arrecifes de coral, son los más afectados.

Por su parte, el informe de la Global Fire Emissions Database (2019) analiza el impacto del aumento de incendios forestales en la emisión de gases de efecto invernadero, revelando que los incendios están contribuyendo significativamente al aumento de las emisiones globales de carbono. El informe destaca la necesidad de gestionar de manera sostenible los bosques y reducir las actividades humanas que provocan incendios para mitigar este problema.

En conjunto, estos informes subrayan la urgencia de abordar los efectos del cambio climático en la seguridad alimentaria, la biodiversidad, los ecosistemas marinos y terrestres, y la necesidad de implementar políticas globales coordinadas para mitigar estos riesgos.

FAO. (2018, 2019, 2020, 2021); Environmental Protection Agency [EPA]. (2015 y 2020); Banco Mundial. (2018 y 2019); y National Geographic. (2024).

Los informes de la FAO (2018, 2019, 2020, 2021), la Environmental Protection Agency (EPA, 2015 y 2020), el Banco Mundial (2018 y 2019), y National Geographic (2024) ofrecen una visión integral sobre los impactos del cambio climático en la agricultura, la gestión de recursos naturales, la biodiversidad y el desarrollo sostenible.

Los informes de la FAO (2018, 2019, 2020, 2021) analizan los efectos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria y los sistemas agrícolas a nivel global. La FAO destaca que fenómenos como sequías, inundaciones y cambios en los patrones de cultivo están exacerbando la inseguridad alimentaria en muchas regiones vulnerables, especialmente en África y Asia. También subraya la necesidad de adaptar los sistemas agrícolas mediante tecnologías sostenibles y prácticas regenerativas para enfrentar estos desafíos y mitigar la huella de carbono del sector agrícola.

La EPA (2015 y 2020) se centra en el impacto del cambio climático en los ecosistemas y la salud pública en los Estados Unidos. En sus informes, la EPA examina cómo las emisiones de gases de efecto invernadero están afectando la calidad del aire, la disponibilidad de agua y los ecosistemas costeros. Además, advierte sobre la creciente frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, que afectan de manera desproporcionada a las comunidades más vulnerables. La EPA también promueve la adopción de políticas que incentiven la eficiencia energética y la reducción de emisiones industriales.

Los informes del Banco Mundial (2018 y 2019) analizan el impacto económico del cambio climático y subrayan la necesidad de una transición hacia economías resilientes y bajas en carbono. El Banco Mundial destaca que los países en desarrollo son los más afectados por los fenómenos climáticos extremos, lo que dificulta su desarrollo económico. Se propone una inversión en energías limpias, infraestructuras resilientes y políticas de adaptación para mitigar el impacto del cambio climático en estos países.

El informe de National Geographic (2024) se enfoca en los efectos del cambio climático en la biodiversidad global, subrayando cómo el calentamiento global está alterando los ecosistemas y

acelerando la extinción de especies. Este informe visualiza los efectos del cambio climático en ecosistemas clave como los arrecifes de coral, los polos y los bosques tropicales, y promueve la concienciación sobre la importancia de la conservación y la mitigación del cambio climático para preservar la biodiversidad.

En conjunto, estos informes refuerzan la necesidad de una acción global coordinada para mitigar los efectos del cambio climático en la agricultura, la economía, la salud pública y la biodiversidad, a través de políticas sostenibles y resilientes. **En el contexto de VGA han determinado el planteamiento de las propuestas de áreas agrícolas, forestales y redes verdes y azules.**

Para la información respecto a eventos extremos se ha utilizado la información proporcionada por:

- Centro Nacional de Información Ambiental de EEUU (NCEI): https://www.ncei.noaa.gov/
- Climate.gov: Extreme Event Attribution. http://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/extreme-event-attribution-climate-versus-weather-blame-game#:~:text=Extreme%20event%20attribution%20is%20the,or%2Dno%20sort%20of%20way.
- IPCC Reports: IPCC Extreme Events. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-11/
- National Wildlife Federation: Extreme Weather. https://www.nwf.org/Educational-Resources/Wildlife-Guide/Threats-to-Wildlife/Climate-Change/Extreme-Weather
- NCBI: Warming World; Changing Ocean. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8453030/
- NOAA Billion-Dollar Disasters Database: https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/
- NOAA Events: https://www.fisheries.noaa.gov/events
- Reuters: Climate Change and Extreme Weather 2021. https://www.reuters.com/markets/commodities/killer-heatwaves-floods-climate-change-worsened-weather-extremes-2021-2021-12-13/#:~:text=Dec%2013%20(Reuters)%20%2D%20Extreme,swallowing%20forests%2C%20towns%20and%20homes. https://www.reuters.com/news/picture/from-killer-heatwaves-to-floods-climate-idUSRTS3M1JF/
- UN: Water and Climate Crisis y Carbon Brief - Extreme Weather Mapping. https://www.carbonbrief.org/mapped-how-climate-change-affects-extreme-weather-around-the-world/
- UN Reports on Climate Disasters: UN Climate Disasters. https://www.un.org/en/climatechange/reports https://www.unep.org/topics/fresh-water/disasters-and-climate-change
- Wiley Online Library: Early 20th Century Warming. https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.522
- WMO: Climate Disasters. https://wmo.int/about-us/world-meteorological-day/wmd-2022/rising-risks

SALUD Y BIENESTAR HUMANO

Una vez recabada la información referente al cambio climático es necesario entender como afecta ello a la salud y bienestar humanos. Para ello la información se ha localizado en varias fuentes:

World Health Organization [WHO]. (1986); WHO. (2018); Global Health and Education Foundation ; American Psychological Association [APA]. (2020); Centers for Disease Control and Prevention. (2011, 2019 y 2020); Children's Environmental Health Network ; Frumkin, H. (2003); Instituto de Salud Carlos III. (2018); Ligsay, A., Telle, O., & Paul, R. (2021); y National Institute of Environmental Health Sciences. (2016).

Los informes de diversas organizaciones e instituciones entre 1986 y 2021 ofrecen un análisis amplio y profundo sobre la relación entre la salud y el bienestar humano, subrayando la importancia de los factores ambientales, sociales y psicológicos. El informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1986, 2018) establece el marco para el concepto de "salud integral", que abarca el bienestar físico, mental y social, enfatizando la necesidad de entornos saludables para una vida plena. La Global Health and Education Foundation y la Children's Environmental Health Network destacan la influencia del entorno en la salud infantil, mientras que la American Psychological Association (2020) explora los efectos del estrés ambiental en la salud mental. Los informes de los Centers for Disease Control and Prevention (2011, 2019, 2020) abordan la importancia de la prevención en la salud pública y el impacto de factores como la contaminación. Frumkin (2003) y el National Institute of Environmental Health Sciences (2016) subrayan la conexión entre salud humana y medio ambiente, indicando cómo las exposiciones ambientales influyen en enfermedades crónicas. El Instituto de Salud Carlos III (2018) y Ligsay, Telle, y Paul (2021) analizan los impactos del cambio climático en la salud pública, resaltando la necesidad de sistemas sanitarios resilientes. En conjunto, estos estudios confirman la interrelación entre salud, bienestar y medio ambiente, instando a una acción coordinada en políticas de salud pública y protección ambiental.

RÍA DE AROUSA

Por otra parte el motor económico y motivo de la pervivencia urbana de VGA es la ría y la productividad de la misma. Por tanto es necesario conocer sus necesidades y funcionamiento. Esta información se extrae de:

Álvarez, I., deCastro, M., & Gómez-Gesteira, M. (2005); Alvarez-Salgado, X., Rosón, G., Pérez, F., & Pazos, Y. (1993); Álvarez-Salgado, X. , Beloso, S., Joint, I., Nogueira, E., Chou, L., Pérez, F., Groom, S., Cabanas, J. , Rees, A., & Elskens, M. (2002); Álvarez-Salgado, X., Rosón, G., Pérez, F., Pazos, Y., & Castro, C. (2002)

Los informes de Álvarez, de Castro y Gómez-Gesteira (2005), y Álvarez-Salgado y colaboradores (1993, 2002) proporcionan un análisis exhaustivo sobre la dinámica oceanográfica y biogeoquímica de la Ría de Arousa, uno de los estuarios más productivos de la costa atlántica de España. Estos estudios destacan la importancia de la circulación costera e intercambio de agua con el océano Atlántico, especialmente en relación con los fenómenos de afloramiento, que favorecen la productividad biológica en la ría.

Álvarez-Salgado et al. (1993, 2002) investigan los procesos de afloramiento costero y su impacto en la biogeoquímica del sistema, especialmente en el ciclo del carbono y los nutrientes, que son esenciales para la alta productividad de fitoplancton y, por ende, para la pesca y acuicultura en la zona. Estos estudios revelan que la dinámica de afloramiento y mezcla de aguas en la Ría de Arousa facilita una elevada producción biológica, pero también examinan las fluctuaciones y la vulnerabilidad del ecosistema frente a cambios climáticos y antropogénicos.

El trabajo de Álvarez, de Castro y Gómez-Gesteira (2005) añade un enfoque sobre las variaciones térmicas y el impacto del calentamiento global en la Ría de Arousa, sugiriendo que los cambios en la temperatura del agua podrían alterar los ciclos de afloramiento y la productividad biológica. En conjunto, estos estudios son fundamentales para comprender la compleja interacción entre los procesos físicos y biológicos que sustentan uno de los ecosistemas costeros más ricos de Europa, y subrayan la necesidad de gestionar sostenibleme nte estos recursos ante desafíos ambientales futuros.

Aranguren, R., Gestal, C., & Pascual, S. (2014); Bakun, A. (1990); y Barton, E. , Lavín, A., & Nykjaer, L. (2015

Los informes de Aranguren, Gestal y Pascual (2014), Bakun (1990), y Barton, Lavín y Nykjaer (2015) proporcionan una visión detallada sobre los procesos de afloramiento costero y sus impactos en los ecosistemas marinos, con particular relevancia para la Ría de Arousa. El trabajo de Bakun (1990) es fundamental al describir el fenómeno de afloramiento costero, en el cual los vientos predominantes impulsan el ascenso de aguas frías, ricas en nutrientes, hacia la superficie, favoreciendo una alta productividad biológica. Este proceso es clave en la Ría de Arousa, una zona caracterizada por su intensa actividad pesquera y acuícola, sostenida por los aportes nutricionales derivados del afloramiento.

El informe de Aranguren, Gestal y Pascual (2014) examina los efectos ecológicos del afloramiento, con un enfoque en las interacciones entre parásitos y especies comerciales en la Ría de Arousa. Los cambios en la dinámica de afloramiento pueden alterar la estructura de las comunidades marinas y aumentar la vulnerabilidad de los organismos acuáticos a enfermedades, afectando la producción acuícola.

Barton, Lavín y Nykjaer (2015) amplían este análisis, destacando las variaciones en la intensidad y frecuencia de los eventos de afloramiento en diferentes costas atlánticas, incluida la región noroeste de España, donde se encuentra la Ría de Arousa. Estos estudios refuerzan la relación entre los patrones de circulación oceánica y los ciclos productivos en la ría, subrayando que cambios en el afloramiento, influenciados por factores climáticos, podrían afectar la estabilidad del ecosistema marino local. En conjunto, estos informes destacan la dependencia de la Ría de Arousa de los procesos de afloramiento y la necesidad de monitorear y gestionar estos sistemas frente a las alteraciones climáticas.

Castro-Olivares, A., Des, M., Olabarría, C., de Castro, M., Vázquez, E., Sousa, M.., & Gómez-Gesteira, M. (2022); De Castro, M., Gomez-Gesteira, M., Prego, R., Taboada, J. , Montero, P., Herbello, P., & Perez-Villar, V. (2000); y De Castro, M., Gómez-Gesteira, M., & Alvarez, I. (2006).

Los informes de Castro-Olivares et al. (2022), De Castro et al. (2000) y De Castro, Gómez-Gesteira y Álvarez (2006) proporcionan un análisis integral sobre la dinámica oceanográfica y los impactos del cambio climático en la Ría de Arousa, con un enfoque en los efectos sobre la circulación de agua, la temperatura y la salud de los ecosistemas. De Castro et al. (2000)

investigan las corrientes oceánicas y el intercambio de agua en la Ría de Arousa, destacando el rol del afloramiento costero en la productividad marina y los ciclos biogeoquímicos que sustentan los sectores pesquero y acuícola.

El estudio de De Castro, Gómez-Gesteira y Álvarez (2006) complementa este análisis con un enfoque en las variaciones de temperatura del agua, advirtiendo sobre los efectos potenciales del calentamiento global en los ciclos de afloramiento y la biodiversidad marina. Estos cambios podrían alterar las condiciones que favorecen la alta productividad biológica de la ría, lo que afecta la pesca y acuicultura locales.

Castro-Olivares et al. (2022) profundizan en los impactos del cambio climático, abordando tanto la acidificación oceánica como el aumento del nivel del mar, factores que amenazan los ecosistemas costeros de la Ría de Arousa. Este informe enfatiza la importancia de la monitorización continua y el desarrollo de estrategias de adaptación para mitigar los efectos negativos sobre la biodiversidad y las actividades económicas locales. En conjunto, estos informes destacan la necesidad de gestionar los cambios climáticos y oceanográficos para proteger la sostenibilidad de los ecosistemas productivos de la ría.

Domínguez, R. (2021); Fernández, D., Des, M., & Gómez, M. (2021); y Figueiras, F. G., Nogueira, E., & Pazos, Y. (2002).

Los informes de Domínguez (2021), Fernández, Des y Gómez (2021), y Figueiras, Nogueira y Pazos (2002) aportan un análisis relevante sobre los ecosistemas marinos y costeros, con un enfoque particular en la Ría de Arousa y los procesos que influyen en su productividad biológica. Figueiras et al. (2002) examinan el afloramiento costero en la Ría de Arousa, destacando cómo el ascenso de aguas profundas y ricas en nutrientes alimenta una alta productividad de fitoplancton, lo que constituye la base de la cadena trófica y sustenta la importante actividad pesquera y acuícola en la región.

El estudio de Fernández, Des y Gómez (2021) se centra en los efectos del cambio climático sobre la salud de los ecosistemas costeros, evaluando cómo las variaciones en las temperaturas del agua y la acidificación oceánica pueden afectar negativamente la biodiversidad y la productividad en la Ría de Arousa. El informe subraya la importancia de adaptarse a estos cambios mediante una gestión sostenible y estrategias de conservación.

Domínguez (2021) complementa este análisis con un enfoque sobre las dinámicas sociales y económicas relacionadas con el uso del entorno marino en la Ría de Arousa, abordando la necesidad de integrar las actividades humanas, como la pesca y el turismo, con la protección del ecosistema. En conjunto, estos estudios refuerzan la importancia de gestionar de manera integral y sostenible los recursos naturales de la ría, teniendo en cuenta tanto los efectos del cambio climático como las dinámicas socioeconómicas locales.

Gómez-Gesteira, M., de Castro, M., & Prego, R. (2003); y Gómez-Gesteira, M., de Castro, M., & Alvarez, I. (2006).

Los informes de Gómez-Gesteira, de Castro y Prego (2003) y Gómez-Gesteira, de Castro y Álvarez (2006) ofrecen un análisis profundo sobre la dinámica oceanográfica y los impactos ambientales en la Ría de Arousa. En el informe de 2003, los autores investigan los patrones de circulación y el intercambio de aguas en la ría, destacando la influencia del afloramiento costero en la productividad marina. Este proceso es clave para la riqueza biológica de la región,

especialmente en la sostenibilidad de la pesca y la acuicultura local, al aportar nutrientes que alimentan el fitoplancton y la cadena trófica.

El informe de 2006 amplía este análisis, examinando el impacto del cambio climático en la ría. Los autores se enfocan en las variaciones de temperatura del agua y en cómo estos cambios podrían alterar los ciclos de afloramiento y la biodiversidad marina. Señalan que el calentamiento global podría reducir la intensidad de los afloramientos y afectar negativamente la productividad biológica, lo que tendría repercusiones en la economía local, basada en la pesca y la acuicultura.

En conjunto, estos estudios destacan la necesidad de gestionar los ecosistemas de la Ría de Arousa de manera sostenible, con especial atención a los cambios climáticos que podrían modificar las dinámicas naturales que sustentan su alta productividad marina.

Lorenzo, M., & Álvarez, I. (2020); Martínez-Graña, A., Goy, J., & Zazo, C. (2007); y Otero, J., Álvarez-Salgado, X. A., & González, Á. F. (2013).

Los informes de Lorenzo y Álvarez (2020), Martínez-Graña, Goy y Zazo (2007), y Otero, Álvarez-Salgado y González (2013) ofrecen un análisis integral sobre los impactos del cambio climático y la dinámica oceanográfica en las costas y ecosistemas de la Ría de Arousa y otras áreas costeras de España.

Lorenzo y Álvarez (2020) investigan el efecto del calentamiento global en los patrones de circulación oceánica y la temperatura del agua en la Ría de Arousa. El estudio señala que el aumento de las temperaturas podría afectar la intensidad de los afloramientos costeros, los cuales son esenciales para la alta productividad biológica de la ría. Este cambio podría tener consecuencias negativas para la pesca y la acuicultura en la región.

Martínez-Graña et al. (2007) se centran en la evolución geomorfológica y el riesgo de inundaciones en las áreas costeras, destacando la vulnerabilidad de las rías gallegas, como la Ría de Arousa, frente al aumento del nivel del mar debido al cambio climático. Este informe subraya la necesidad de una planificación y gestión costera que mitigue estos riesgos.

Otero, Álvarez-Salgado y González (2013) analizan la interacción entre la actividad pesquera y la productividad marina, observando cómo la intensificación de la pesca en la Ría de Arousa depende directamente de la dinámica de afloramiento y las condiciones oceanográficas. Señalan que los cambios climáticos podrían modificar estas dinámicas, afectando tanto la biodiversidad marina como los sectores económicos locales.

En conjunto, estos estudios destacan la interrelación entre los cambios climáticos, la gestión costera y la sostenibilidad de los recursos naturales, subrayando la importancia de medidas de adaptación para proteger los ecosistemas costeros y las economías que dependen de ellos.

Parada, J., & Molares, J. (2008); Parada, J., Molares, J., & Gómez, J. (2012); Pardo, P., Padín, X., & Gilcoto, M. (2011); Pérez-Camacho, A. (1995);: Prego, R., & Fraga, F. (1992), Prego, R., Varela, M., & García-Soto, C. (2001); Varela, M., Prego, R., & Pazos, Y. (2015); y Varela, R., Álvarez, I., Santos, F., de Castro, M., & Gómez-Gesteira, M. (2018).

Los informes de Parada y Molares (2008), Parada, Molares y Gómez (2012), Pardo, Padín y Gilcoto (2011), Pérez-Camacho (1995), Prego y Fraga (1992), Prego, Varela y García-Soto (2001), Varela, Prego y Pazos (2015) y Varela et al. (2018) proporcionan una amplia visión sobre

los ecosistemas marinos y costeros, especialmente en la Ría de Arousa, abordando desde la dinámica oceanográfica hasta la gestión de recursos pesqueros.

Parada y Molares (2008) y Parada, Molares y Gómez (2012) analizan la explotación y gestión de mariscos en la Ría de Arousa, centrándose en la sostenibilidad de las prácticas acuícolas y su relación con las dinámicas naturales de la ría. Subrayan la importancia de una gestión adaptativa que considere tanto las fluctuaciones ambientales como la presión económica de la actividad marisquera.

Pardo, Padín y Gilcoto (2011) investigan los cambios en la química del agua en la ría, en particular los niveles de nutrientes y pH, relacionados con procesos como la acidificación oceánica. Este estudio destaca cómo los cambios climáticos y las variaciones en el afloramiento pueden afectar negativamente la salud del ecosistema marino.

Pérez-Camacho (1995) explora el impacto de la acuicultura intensiva en la Ría de Arousa, destacando los retos relacionados con la gestión de desechos y la calidad del agua, mientras que Prego y Fraga (1992) y Prego, Varela y García-Soto (2001) se centran en la circulación de nutrientes y el balance de carbono en la ría, subrayando su alta productividad gracias a los afloramientos costeros.

Varela, Prego y Pazos (2015) y Varela et al. (2018) examinan los efectos del cambio climático en la temperatura y salinidad del agua, así como su impacto en la productividad biológica y la estructura trófica. Estos estudios advierten que los cambios en los patrones de afloramiento y la acidificación oceánica podrían alterar de manera significativa los ecosistemas costeros y las actividades económicas que dependen de ellos.

En conjunto, estos informes destacan la importancia de la gestión sostenible de los recursos marinos en la Ría de Arousa y la necesidad de monitorear de cerca los impactos del cambio climático en su dinámica oceanográfica y biológica.

Todos ellos han servido como inspiración para la regeneración del lecho marino y el medioambiente.

URBANISMO ACTUAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO Y ESTRATEGIAS DISPONIBLES

El análisis del urbanismo actual ha considerado varios condicionantes:

- Humanización de los espacios y salud humana
- Ecologización urbana y regeneración del hábitat
- Ciudad inteligente, gobernanza y transición equitativa

Se ha recurrido, entre otros muchos, a referentes en cada campo como:

- Jan Gehl (Espacio Público): reconocido por su enfoque en la mejora de los espacios públicos a través de un diseño centrado en las personas. Promueve ciudades más habitables, donde el espacio público es inclusivo y fomenta la interacción social, priorizando a peatones y ciclistas frente a los automóviles.
- Ian McHarg (Diseño con Naturaleza): aboga por integrar los procesos naturales en la planificación urbana, proponiendo que el diseño debe estar en armonía con los sistemas ecológicos, respetando la geografía, el clima y los ecosistemas para minimizar el

impacto ambiental.

- John Gage (Neuroarquitectura): explora la intersección entre la neurociencia y el diseño arquitectónico, argumentando que los entornos construidos influyen profundamente en el comportamiento humano, las emociones y el bienestar cognitivo, lo que resalta la importancia de diseñar espacios que optimicen la experiencia psicológica.
- Edward O. Wilson (Diseño Biofílico): desarrolló la teoría del diseño biofílico, que subraya la importancia de conectar a los seres humanos con la naturaleza en entornos construidos. Cree que la incorporación de elementos naturales en el diseño arquitectónico mejora el bienestar físico y mental.
- Décosterd y Rahm (Arquitectura Fisiológica): proponen una "arquitectura fisiológica", donde el diseño se adapta a las condiciones fisiológicas del cuerpo humano, regulando el ambiente interno (luz, temperatura, aire) para mejorar el confort y la salud, en armonía con la naturaleza.
- Carlos Moreno (Movilidad): conocido por su concepto de la "ciudad de los 15 minutos", una propuesta que busca reconfigurar las ciudades para que los servicios esenciales estén a 15 minutos a pie o en bicicleta, promoviendo la movilidad sostenible y reduciendo la dependencia del automóvil.
- Salvador Rueda y BCNecología (Planificación Ecosistémica de Ciudades): propone una planificación urbana ecosistémica que integra la ecología en el diseño de las ciudades. Su trabajo en BCNecología se centra en el desarrollo de "supermanzanas" en Barcelona, que mejoran la calidad de vida y reducen la contaminación mediante un diseño más eficiente y sostenible.
- Parámetros de Calidad Ecológica de Malmö: la ciudad de Malmö se ha convertido en un referente de sostenibilidad urbana, con parámetros de calidad ecológica que incluyen la reducción de emisiones de carbono, la eficiencia energética en edificios, la integración de infraestructura verde y el uso de energías renovables, estableciendo un modelo para ciudades sostenibles.

De cada uno de ellos, especializado en una materia, se han extraído las ideas esenciales para poder reunificar conceptos que se han ido desarrollando en las distintas tablas expuestas en el trabajo, de forma que se pueda obtener una visión global, holística de las necesidades y opciones. Ello vale como referencia base para un planteamiento integral adaptativo**. Estas referencias se han aplicado en la propuesta a VGA, específicamente en materia de planificación ecosistémica, parámetros de calidad ecológica y movilidad.**

Se plantean nuevas soluciones, algunas poco probadas, otras en fases iniciales y otras más consolidadas, todas con el rasgo común de ser flexibles y adaptables al ecosistema, así como a la evolución del cambio climático, cuya magnitud es incierta. Por ello, los enfoques de investigación se amplían. Las fuentes bibliográficas convencionales pueden resultar insuficientes, lo que hace esencial un análisis global de las respuestas propuestas, ya que cada país desarrolla tecnologías adecuadas a su contexto específico. La complejidad aumenta cuando se trata de soluciones basadas en la naturaleza, que son adaptativas y varían en su aplicación. Se investigan múltiples casos comparativos del uso de un concepto o tecnología, subrayando el papel crucial de la creatividad arquitectónica en la gestión de estas intervenciones, lo que exige desarrollar soluciones adaptativas a partir de una base conceptual sólida.

Para ello, se emplean estudios de casos comparativos (Yin, 2003), apoyados en una metodología cualitativa, con el fin de recopilar información detallada sobre proyectos en curso que buscan adaptar las ciudades al aumento del nivel del mar. Este enfoque permite evaluar las medidas implementadas, su eficacia, las vulnerabilidades identificadas y las lecciones aprendidas, resaltando similitudes y diferencias entre los casos.

El análisis de diversas soluciones culmina en el estudio de Copenhague como caso ejemplar, debido a la versatilidad y variedad de soluciones que ofrece, posicionándola como un referente global en la actualidad. Ver anexo II para más detalles sobre el caso de estudio. **De él se han extraído gran parte de las propuestas para VGA, específicamente las vinculadas a sistematización, soluciones NBS y generación de energía.**

ESTUDIOS ESPECÍFICOS DE APLICACIÓN EN LA RÍA DE AROUSA

ENERGÍA UNDIMOTRIZ

Álvarez, X. (2015).

El informe de Álvarez (2015) sobre la energía undimotriz proporciona un análisis detallado del aprovechamiento de la energía de las olas como fuente renovable. Este estudio explora los principios físicos detrás de la energía undimotriz y su potencial para generar electricidad sostenible a partir del movimiento de las olas oceánicas. Álvarez destaca las ventajas de esta tecnología, como su bajo impacto ambiental y su capacidad para producir energía constante en áreas con recursos marítimos adecuados. Asimismo, se aborda el desarrollo tecnológico y los desafíos que enfrenta la implementación a gran escala, incluyendo los costos elevados, la durabilidad de las infraestructuras en entornos marinos y la eficiencia de los sistemas de conversión. El informe también compara la energía undimotriz con otras formas de energía renovable, concluyendo que tiene un gran potencial en el futuro de la transición energética, especialmente para regiones costeras con fuerte actividad undimotriz. **Esta información ha dado lugar a la propuesta de esta solución para VGA.**

ARRECIFES

Carral, L., Cartelle, J., & Carro, H. (2021); Carral, L., González-Correa, J., & Rey-Calle, M. (2018); Carral, L., Rodríguez, D., González, E., & Fernández, C. (2021); Cartelle, J., Munin, A., Castro, L., Carral, L., & Lamas, J. (2024); Carral, L., Cartelle, J., Carro, H., Munin, A., & Camba, C. (2021); y Carral, L., Camba, C., Galdo, M. I., Rodríguez-Guerreiro, M., & Cartelle, J. (2020

Los estudios de Carral y colaboradores entre 2018 y 2024 aportan un extenso análisis sobre el papel de los arrecifes artificiales y naturales en la gestión costera y la biodiversidad marina. En estas investigaciones se exploran varios aspectos, como el impacto de los arrecifes en la regeneración de ecosistemas marinos, la biodiversidad y la resiliencia frente al cambio climático. Carral, González-Correa y Rey-Calle (2018) estudian la función de los arrecifes artificiales en la recuperación de hábitats marinos degradados, mientras que Carral, Cartelle y Carro (2021) examinan su impacto en la protección costera y mitigación de la erosión. En estudios posteriores, Carral et al. (2020) destacan el uso de arrecifes como herramientas para la adaptación climática y la preservación de la biodiversidad. El trabajo de Cartelle, Munin, Castro,

Carral y Lamas (2024) profundiza en la sostenibilidad a largo plazo de estas estructuras, sugiriendo su integración en políticas de conservación y planificación costera. En conjunto, estas investigaciones subrayan el valor de los arrecifes en la restauración ecológica y su potencial para fortalecer los ecosistemas marinos frente a desafíos ambientales futuros**. Su información ha determinado la propuesta para VGA.**

MONITORIZACIÓN

Velo, A., & Padin, X. (2022). Avance de las capacidades de detección de pH en tiempo real para monitorear la acidificación costera medida en un estuario productivo y dinámico (Ría de Arousa, noroeste de España).

El informe de Velo y Padin (2022) aborda los avances en la monitorización de la acidificación costera a través de la detección de pH en tiempo real, con un enfoque en la Ría de Arousa, un estuario productivo en el noroeste de España. El estudio destaca la importancia de monitorear la acidificación de los océanos, un fenómeno impulsado por el aumento de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico, que afecta negativamente a los ecosistemas marinos. Velo y Padin presentan mejoras tecnológicas en la capacidad de detectar cambios en el pH con alta precisión y en tiempo real, lo que permite una mejor comprensión de las variaciones diarias y estacionales de la acidificación en entornos dinámicos como la Ría de Arousa. Además, el informe subraya la relevancia de esta tecnología para la gestión de los recursos marinos, ya que una monitorización precisa puede ayudar a mitigar los impactos en sectores clave, como la acuicultura y la pesca. Concluye que la implementación de estos sistemas de detección avanzada es crucial para la protección y sostenibilidad de ecosistemas costeros vulnerables frente al cambio climático. **Ha corroborado la validez de la propuesta para VGA.**

HIDRODINÁMICA

Álvarez Fernández, M. I. (2015). *Hidrografía e hidrodinámica de los estuarios gallegos bajo la influencia de forzamientos externos* [Tesis doctoral, Universidad de Vigo].

El trabajo de María Inés Álvarez Fernández sobre la *hidrografía e hidrodinámica de los estuarios gallegos* analiza cómo los forzamientos externos, como las mareas, el viento y la circulación oceánica, influyen en el comportamiento hidrodinámico de los estuarios de Galicia. La autora explora los procesos de intercambio de agua y su impacto en la distribución de nutrientes y sedimentos, que a su vez afectan la biodiversidad y productividad de estos ecosistemas. El estudio resalta la importancia del afloramiento costero y las corrientes oceánicas en la circulación interna de los estuarios, subrayando su papel en la renovación de aguas y el sostenimiento de las actividades económicas locales, como la pesca y la acuicultura. La investigación aporta un conocimiento valioso para la gestión sostenible de estos sistemas costeros y la planificación frente a desafíos ambientales, como el cambio climático. **Ello ha aportado la comprensión de la dinámica de las corrientes que ha servido para hacer el planteamiento de renaturalizar las mismas en la bahía de VGA.**

Ello ha generado un cruce de información que ha posibilitado el análisis, la estructuración y la identificación no solo de las vulnerabilidades de los sistemas urbanos y ecológicos, y las dinámicas sociales de VGA, sino también de las fórmulas actuales para abordar los problemas de inundación por cambio climático en ciudades costeras. La integración de estos conocimientos respalda las propuestas resultantes y guía el estudio y la implementación de soluciones efectivas.

JESÚS VALIÑO ARCOS

ANEXO II

HISTORIA EVOLUTIVA VILAGARCIA DE AROUSA

VILAGARCÍA Y SU PUERTO.DINÁMICAS SOCIALES

JUNIO DE 2024

Vilagarcía, ciudad cuya identidad se forja en el mar y el puerto, ha prosperado gracias a su historia marítima y comercial. Su presente refleja esta conexión en su actividad económica y perfil urbano. Sin embargo, enfrenta desafíos como cambios en el comercio global y problemas ambientales. Su futuro depende de su capacidad para adaptarse, diversificar su economía y preservar su entorno. La planificación urbana, gestión portuaria y desarrollo sostenible serán clave para determinar su curso venidero, asegurando su posición como un centro dinámico y próspero en el panorama regional y global.

ÍNDICE

1. El lugar 3
2. Los inicios 5
3. Edad media 6
4. Carril. Nacimiento del puerto 8
5. La edad moderna 11
6. El camino a la municipalidad 12
7. Salto al siglo XIX 13
7.1 El desarrollo: tren- electricidad-urbanismo 14
7.2 El crecimiento portuario 18
7.3 Ravella y los conserveros catalanes 20
7.4 Desecación de marismas 25
7.5 Los ingleses 29
7.6 La alameda 30
7.7 El edificio del concello 34
7.8 Termalismo y turismo 35
7.9 El municipalismo 38
7.10 La aristocracia y el patrimonio palaciego en Vilagarcía 39
7.11 El barrio de la Prosperidad 56
7.12 Desarrollo del puerto 65
7.13 La donación de Cortegada 67
8. El siglo XX 70
8.1 La emigración a América. Negocio portuario 73
8.2 La Repercusión del Turismo 78
8.3 El Declive de los Balnearios 82
8.4 Las sociedades recreativas 82
8.5 El crecimiento sostenido 83
8.6 Evolución portuaria 86
8.7 Años 80 y el narcotráfico 91

9. Vilagarcía hoy 93
10. El puerto hoy 95

Bibliografía 97
Listado de imágenes 99

1. EL LUGAR

El municipio de Vilagarcía de Arousa, emplazado en la cabecera septentrional del enclave comarcal de O Salnés, adyacente a las márgenes de la ría de Arousa, emerge como una de las entidades territoriales más preeminentes y dinámicas en el contexto de las Rías Baixas. Esta demarcación se destaca por su estrecha vinculación con el medio marino, su enfoque orientado al turismo y su profunda trayectoria histórica, la cual se ha ido labrando a lo largo de los siglos, caracterizada por alteraciones en sus denominaciones y fronteras territoriales.

Un análisis etimológico e histórico concerniente al Valle del Salnés suscita interrogantes de relevancia en torno al origen y significado del término Salnés. La palabra Salnés ha sido objeto de disertaciones y disquisiciones, dado que diversos eruditos han esbozado distintas teorías con el fin de esclarecer su génesis. Una de las teorías postula que Salnés emana de la antigua denominación saliniense, utilizada en documentos medievales para referirse al territorio correspondiente al actual Valle del Salnés. Según esta conjetura, el adjetivo saliniense alude a la existencia de salinas en la región, lo que justificaría la designación del área como territorio de las salinas. No obstante, Celso García de la Riega, autor de la obra Galicia Antigua, refuta esta teoría García, C. (1904). En su tratado, García de la Riega arguye que Salnés constituye una reminiscencia lingüística de los Cileni o Cilenos, una tribu o pueblo que ocupaba el área comprendida entre los ríos Ulla y Verdugo al momento de la conquista romana de Galicia. Según su hipótesis, la palabra Celenis derivó de Cileni y, mediante cambios fonéticos, evolucionó a Celeniense, Seleniense, Saliniense y, finalmente, Salnés. Para García de la Riega, Salnés alude a la tierra de los adoradores de la luna, en virtud de su consideración de que Cileni hacía referencia a comunidades o pueblos que veneraban a dicho astro.

No obstante, esta teoría de García de la Riega parece carecer de bases sólidas. Los documentos históricos evidencian la presencia de un mayor número de salinas en la región de Salnés de lo que él presupone. Algunos testimonios históricos, como la donación de Ordoño II en el año 911, hacen mención de la existencia de salinas en la zona de Salnés, y otras fuentes corroboran la importancia de estas salinas. Por ejemplo, Alfonso IV ratificó en 922 al Monasterio de San Ciprián de Calogo la posesión de las salinas en la zona de Usa. Asimismo, se hace referencia a las salinas en la Isla de Toja en una donación de doña Ilduaria, madre de San Rosendo.

Además, se cuentan con pruebas documentales que respaldan la existencia de estas salinas en el siglo X y subsiguientes, tales como el privilegio conferido por el obispo Gelmírez en 1115 al Monasterio de Santa María de Armenteira, el cual incluye salinas en La Lanzada y Noalla, así como un documento emitido por Fernando II en 1164 que otorga al Monasterio de Oseira la propiedad de las salinas de Santa María de La Lanzada.

Estas pruebas documentales abonan la teoría de que Salnés guarda relación con la producción de sal, y que su denominación se origina a raíz de la existencia de salinas en la región. La designación tierra de las salinas parece pertinente, dadas las evidencias históricas de la actividad salinera en el Valle del Salnés a lo largo de los siglos. El término Salnés ha perdurado en el uso local y se ha expandido para designar tanto una circunscripción eclesiástica como una jurisdicción geográfica más amplia.

En síntesis, el nombre Salnés halla sus raíces en la ancestral actividad de producción de sal en la región, y las pruebas documentales favorecen esta teoría en detrimento de las hipótesis etimológicas alternativas.

El nombre de Vilagarcía de Arousa, tal como lo conocemos en la actualidad, bien podría haber sido diferente si la historia hubiese seguido rumbos distintos. En el siglo XIX, se barajó la posibilidad de que Vilagarcía fuese nombrada Arealonga, Ciudad de Arosa, e incluso Carril, e incluso se llegó a contemplar la fusión de varios municipios con la elección de Carril como su sede central en 1869. No obstante, a diferencia de otros lugares cuyo origen etimológico es incierto, en el caso de Vilagarcía existe un consenso general en cuanto a su etimología. El nombre deriva de la combinación de "Villan", vocablo latino que alude a una "explotación agrícola", y el nombre de su fundador y propietario, García-Caamaño.

Cabe mencionar que algunos historiadores han propuesto teorías adicionales sobre el origen del nombre Vilagarcía, como derivaciones de los términos Karshita o Karsita, o incluso como una evolución de Garsiae y Villajuán de Joannes, según las afirmaciones de García de la Riega en su obra Galicia Antigua, y el Padre Sarmiento, Sarmiento, P. (2006), respectivamente.

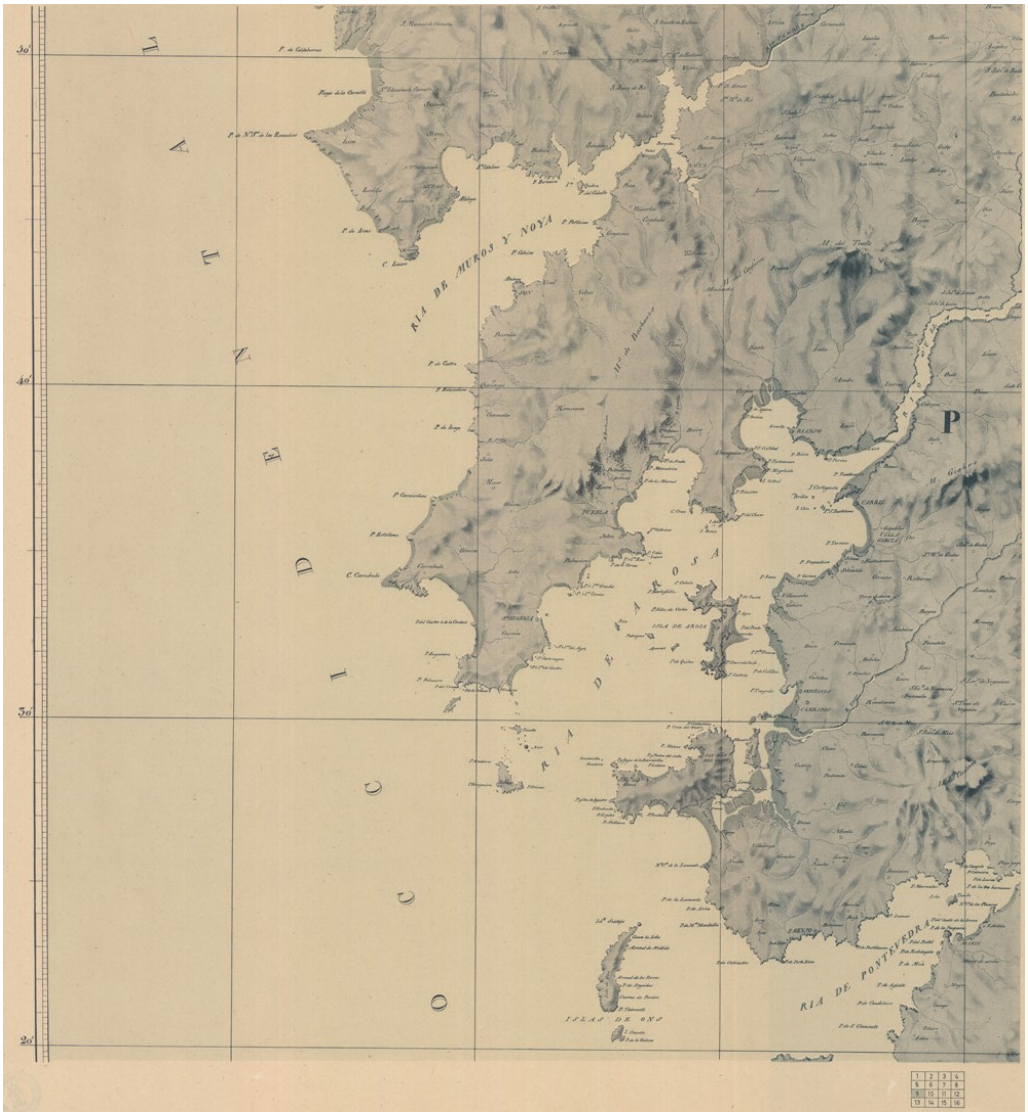


Ilustración 1. Mapa Fontán- carta Geométrica de Galicia (1817-1830).
Extraído de https://es.wikipedia.org/wiki/Carta_Geom%C3%A9trica_de_Galicia

2. LOS INICIOS

Dada su estratégica ubicación geográfica y la riqueza de sus recursos naturales, el área en cuestión ha fungido como núcleo de asentamientos significativos a lo largo del devenir histórico. Los petroglifos datados del segundo milenio a.C. en el territorio de Vilagarcía de Arousa representan un invaluable testimonio arqueológico que da fe de la presencia de comunidades humanas en la región desde tiempos remotos. Estas representaciones grabadas en la roca establecen un vínculo material con las poblaciones que habitaban estas tierras en épocas prehistóricas, legando una impronta indeleble de su presencia y sus manifestaciones artísticas.
La presencia de vestigios pertenecientes a la cultura celta en enclaves como Carril, Castrogudín y Lobeira, que abarcan desde inscripciones rupestres hasta cerámicas y diversos utensilios, constituye otro indicio de la importancia histórica de la región.
El yacimiento del Castro de Alobre, situado en el promontorio de O Montiño, emerge como el auténtico epicentro de los orígenes de la urbe arousana. Este enclave arqueológico, dotado de una destacada relevancia dentro del circuito turístico local, exhibe una notable riqueza patrimonial, evidenciada por la catalogación de un acervo que supera las 20.000 piezas, todas ellas portadoras de un significativo valor histórico y artístico. Dichas evidencias han desvelado la presencia de estratos de ocupación que se remontan a la Edad del Hierro, concretamente al siglo I a.C., Bouza-Brey, F. (1965).

Asimismo, se han documentado hallazgos que apuntan a la prosperidad de diversas villas romanas en esta área. De hecho, la antigua vía romana conocida como Per Loca Marítima atravesaba este territorio, testimonio tangible de la importancia de esta región en el contexto de la Hispania romana.

Hasta la Edad Media, las tierras circundantes fueron testigos del tránsito y la presencia de diversas culturas y pueblos. Las huellas dejadas por griegos, fenicios, celtas, romanos, godos, suevos, normandos y sarracenos han legado una herencia arqueológica y arquitectónica de gran valor en la región. Estos distintos grupos humanos influenciaron la cultura y la arquitectura local, dando lugar a un variado mosaico de estilos y tradiciones.

Durante la época de la dominación romana, específicamente en el siglo IV, y el período de los reyes godos católicos, en el siglo VII, el culto cristiano a Santa Eulalia de Arealonga, una joven mártir de Mérida y antigua patrona de la villa, arraigó profundamente en la región. Por consiguiente, una de las teorías acerca del nombre original de la localidad sugiere que éste podría derivar precisamente del culto a esta santa.

3. EDAD MEDIA

El territorio original donde se asentaba Vilagarcía de Arousa, identificado en el siglo XII como Area Longa, se encuentra actualmente ocupado por la Iglesia de Santa Eulalia de Area Longa, erigida en el siglo XVIII, aunque registros previos dan cuenta de la existencia de una capilla en el siglo IX.
La etimología del nombre sugiere una relación intrínseca con las características geomorfológicas del entorno, aludiendo a un período en el cual este territorio constituía una pequeña isla o lengua arenosa que cerraba una amplia bahía marítima. Dicha bahía se extendía hacia el sur hasta lo que hoy conocemos como Porto do Río, mientras que al este llegaba hasta el monte de Louro y al norte alcanzaba el área actual de la Plaza de Calvo Sotelo. En este contexto, este espacio fungía como un puerto y refugio para embarcaciones.
Entre los años 910 y 1184, el área donde se ubicaba la antigua Area Longa fue objeto de numerosas donaciones. En 1142, durante el reinado de Alfonso VII, se confirmaron privilegios y donaciones relacionadas con el Convento de San Martín Pinario en Santiago de Compostela, estableciendo los cimientos de lo que posteriormente se convertiría en la villa de Vilagarcía de Arousa.

En el año 1458, Galicia experimentaba un período de agitación marcado por un clima de inseguridad. La región había sufrido las consecuencias de un siglo de conflictos derivados de la lucha entre Pedro I El Cruel y Enrique de Trastámara, lo cual condujo a una situación de terror generalizado. La nobleza local fue desposeída de sus privilegios por el nuevo monarca, Enrique II, y reemplazada por familias castellanas, lo que provocó un periodo de explotación y maltrato hacia los vasallos gallegos. Durante este período, ciudades, villas y aldeas sufren saqueos, violencia sexual, incendios y, en última instancia, una atmósfera de terror generalizado. En este contexto, se gestó la revuelta de los gallegos contra el arzobispo de Compostela, Rodrigo de Luna, por intentar ejercer el derecho de pernada con la mujer de un comerciante, y la creación de la Hermandad de los concejos, villas y tierras de la mitra compostelana, precursora de la Gran Revuelta Irmandiña, que nueve años después movilizó a todo el pueblo en contra de sus opresores, logrando expulsar a la nobleza del país.
Las torres y castillos en Galicia en esa época no servían para proteger a los vasallos, su función era todo lo contrario servían para saquearlos; desde las torres, los señores salían a devastarlo todo.
Galicia estaba aislada por un sombrío pasado, marcada por la opresión de la nobleza, la explotación de los vasallos y la lucha del pueblo gallego por liberarse de sus opresores en un período de agitación y conflicto en la región.
En 1458, Area Longa pasó a ser el feudo del arzobispo García-Caamaño, sentando así las bases para el surgimiento de la actual villa de Vilagarcía de Arousa. García-Caamaño, conocido como el hermoso, fundó la villa marinera de Villa de García, ofreciendo a sus potenciales habitantes incentivos como cambos (porciones de pescado entregadas al señorío), quebrazos (despojos de naufragios que pertenecían a los señores una vez en tierra) y portazgo (un arancel por cargas y descargas de barcos), además de provisión de piedra, madera, pan y vino, Villaronga, M. (1991).

Este período marcó el establecimiento de las primeras viviendas en el área de O Castro y el Pazo de Vista Alegre, siendo un punto de inflexión para el desarrollo arquitectónico y urbano de la ciudad. También se erige el Pazo de Sobrán en la actual zona de Vilaxoán.

Con el transcurso de los siglos, la arquitectura de Vilagarcía de Arousa reflejó la evolución de la sociedad y la cultura local. En el siglo XV se sentaron las bases para su expansión arquitectónica, tendencia que persistiría en siglos posteriores. Así, la arquitectura de la ciudad se erigió como un testimonio tangible de su historia diversa, incorporando influencias de diferentes épocas y estilos arquitectónicos.

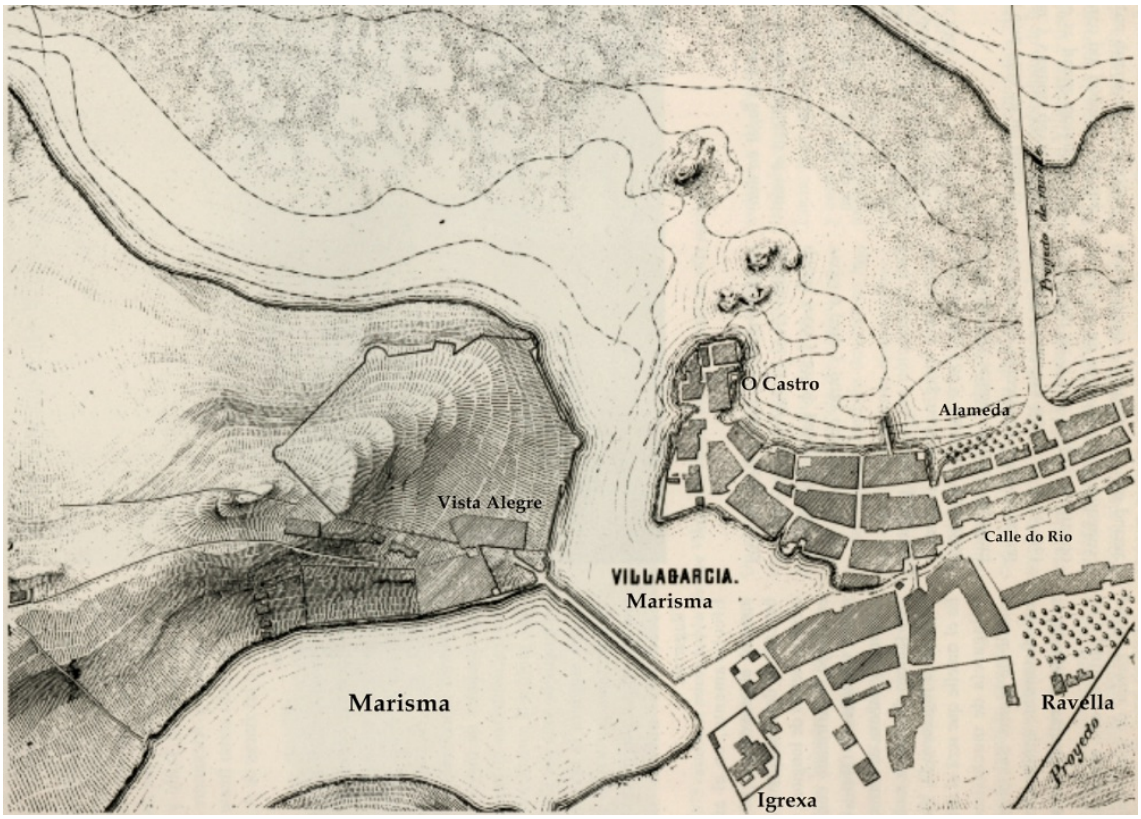
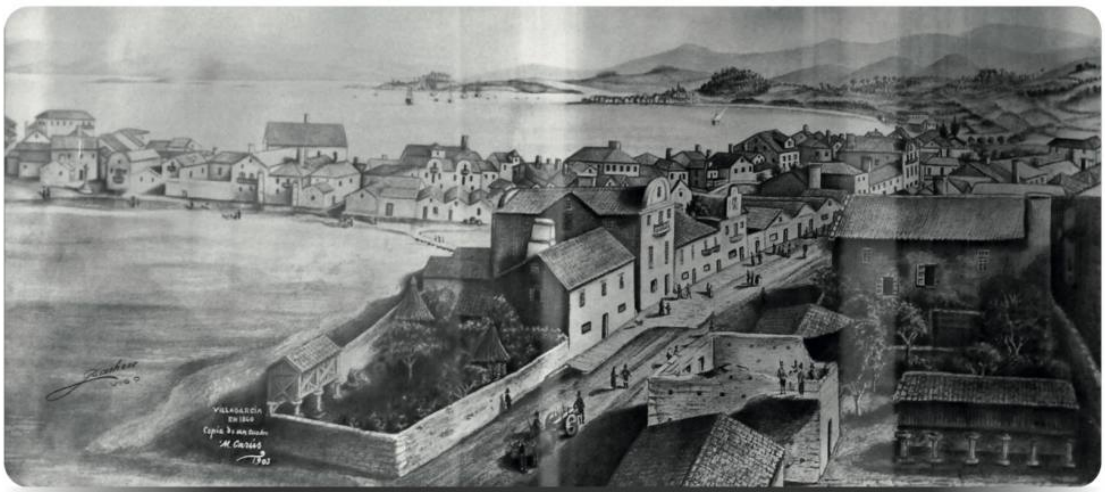


Ilustración 2. Plano de Vilagarcía antes de desecación de las marismas. Extraído de **Fernández, I. (2014).**



Vilagarcía en el año 1840, vista probablemente desde la parroquial, se aprecia a la izquierda el Castro, quizás en primer plano la actual calle Edelmiro Trillo, se puede distiguir que la Plaza Galicia, Castelao y Covadonga era mar o al menos marismas. Se ven al fondo las playas, Cortegada y Carril con numerosos barcos fondeados.

Ilustración 3. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

4. CARRIL. NACIMIENTO DEL PUERTO

El puerto de Vilagarcía de Arousa, con una extensión aproximada de 566.874 metros cuadrados, emerge como uno de los elementos preponderantes en la economía tanto del municipio como de la comarca circundante. A pesar de que su actividad comercial cobró relevancia a mediados del siglo XIX, sus raíces se remontan a Carril, cuya influencia fue crucial en el establecimiento de relaciones comerciales y diplomáticas con diversas naciones. La evolución de la actividad portuaria y comercial en la región se traza hasta el año 1500, fecha en la que se fundó la villa de Carril, ubicada en la margen izquierda de la desembocadura del río Ulla, enclave que ha desempeñado un papel cardinal en la historia marítima de Vilagarcía de Arousa, cristalizando con el tiempo en el actual puerto de Vilagarcía de Arousa.

El puerto de Carril, inaugurado doce años después de la fundación de la villa, emergió prontamente como un epicentro de importancia regional. Según el canónigo cardenal Jerónimo del Hoyo, de la Iglesia de Santiago de Compostela, Carril fue establecido por vecinos de Padrón, localidad vecina, que se asentaron en esta ubicación con el propósito de dedicarse a la pesca. En sus escritos de 1607, Jerónimo del Hoyo, Hoyo, J. (1975), esclarece que Carril se erigió aproximadamente un siglo antes, fundada por vecinos de Padrón que buscaban establecerse en un enclave cercano al mar para practicar la pesca.

El nombre Carril encuentra su origen en la proximidad de la villa a un carril, senda utilizada por los carros de los agricultores para transportar productos agrícolas hacia la costa y la Isla de Nuestra Señora de Cortegada, con el fin de recolectar argaços, un tipo de alga empleado como fertilizante. La importancia del puerto de Carril en la región fue ineludible en su época, convirtiéndose progresivamente en uno de los principales puertos de Galicia. Su ubicación estratégica propició que funcionara como destino final de numerosas embarcaciones procedentes de América, Inglaterra y otras partes del mundo, cuyo destino final era Santiago de Compostela. Carril se erigió como punto de arribo de líneas nacionales cargadas de mercancías diversas, así como de buques internacionales transportando madera y ganado.

Esta conexión marítima catalizó el comercio y la comunicación entre diversas regiones, configurándose como un componente clave en la economía y el desarrollo de la comarca. El puerto de Carril desempeñó un papel crucial en el establecimiento de relaciones comerciales con diversas empresas y gobiernos extranjeros, lo que motivó la instalación de representaciones comerciales de diversas naciones e incluso la apertura de sedes diplomáticas en Carril y, posteriormente, en Vilagarcía. La villa de Carril, y más tarde Vilagarcía, albergaron consulados de países como Gran Bretaña, Portugal, Alemania, Francia, Argentina, Brasil, Chile, México, Uruguay y la República Dominicana, Abuín, M. (1993).

El notable incremento del flujo migratorio, la expansión de la infraestructura ferroviaria y el fortalecimiento de las empresas consignatarias impulsaron una ampliación del Puerto de Carril. Con el tiempo, estas fuerzas motrices propiciaron la sucesión del puerto, conduciendo a la creación y consolidación del Puerto de Vilagarcía. Vilagarcía, en su calidad de villa incipiente, dio un paso trascendental en 1893 al erigir su primer embarcadero.

El desarrollo histórico y arquitectónico refleja cómo las fuerzas socioeconómicas, el transporte y la infraestructura regional desempeñaron un papel crucial en la evolución y la transición de la actividad portuaria desde Carril hacia Vilagarcía. La narrativa de esta transición ilustra la importancia de estos factores en la configuración y el devenir de la infraestructura portuaria en

la región, así como su relación con la economía local. La limitación de calado en Carril planteó la necesidad de que las embarcaciones operaran en las proximidades de las Islas Malveiras, situadas adyacentes a la Isla de Cortegada, integrándose estas en el Parque Nacional de las Islas Atlánticas. Con el correr del tiempo y el crecimiento de las dimensiones de las embarcaciones, esta limitación de calado supuso un desafío para el Puerto de Carril.

La Isla de Cortegada, con una extensión de 54 hectáreas, emplazada frente a la costa en las cercanías de la desembocadura del río Ulla, se conecta con la localidad de Carril durante la bajamar, formando un extenso banco de arena conocido como el Canal de los Viveros. Esta isla mareal se destaca por su topografía predominantemente plana y su elevación máxima de tan solo veintidós metros, lo que propicia la formación de numerosas lagunas, especialmente durante la temporada invernal. Su ubicación estratégica y topografía ofrecen condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de bosques hidrófilos. La Isla de Cortegada es hogar del bosque de laurel más extenso de Europa, el cual alberga una diversidad de especies vegetales y setas. Además, cuenta con fuentes de agua dulce, una laguna estacional y agua subterránea, rodeada por aguas saladas. Entre sus características geográficas más notables, destaca la denominada Punta del Fradiño, un área en la que confluyen varias corrientes marítimas, propiciando una gran abundancia de peces, crustáceos y moluscos. Su fondo arenoso es óptimo para el cultivo de almejas. Su posición geográfica, resguardada del viento en el estuario de la ría, le confiere condiciones ambientales propicias para el florecimiento de los bosques hidrófilos y facilita la recepción de masas de aire cálido y húmedo procedentes del océano, las cuales, al ascender por la topografía, experimentan un descenso de temperatura, propiciando la condensación de la humedad en forma de lluvia o niebla. Este fenómeno climático da lugar a un hábitat caracterizado por una frescura y humedad notable tanto en el aire como en el suelo.

La parte septentrional de la isla de Cortegada alberga el bosque de laurel más extenso de toda Europa, habitado por una diversidad de especies vegetales que incluyen robles, salsas, avellanos, pinos y eucaliptos. Las condiciones climáticas singulares de la isla han preservado este entorno boscoso excepcional. A pesar de la limitada penetración de la luz solar, característica de su topografía predominantemente plana, se registra una abundante diversidad micológica, con hasta 45 especies diferentes de setas presentes en la isla. Cuenta con una extensa superficie de agua, manifestada en pequeños arroyuelos y estanques. Dispone de dos fuentes principales de agua dulce: una laguna estacional y agua dulce subterránea. Esta última, en particular, destaca debido a la circundación de la isla por aguas saladas.

A pesar de que las precipitaciones pueden tornar la isla intransitable, su belleza natural la convierte en un destino turístico de singular encanto. La isla también acoge una considerable presencia de algas, recolectadas por los agricultores de la zona costera para utilizarlas como abono en sus campos.

Desde una perspectiva histórica, Cortegada tiene sus orígenes en la época romana, y durante la Edad Media se erigió una ermita en la isla conocida como la Virgen de los Milagros, la cual fue reconstruida en el siglo XVIII en una ubicación distante del poblado original para evitar la propagación de enfermedades entre los peregrinos que acudían en busca de sanación. La isla también alberga vestigios de un antiguo monasterio, un crucero, un hospital de peregrinos del siglo XVIII y una mansión señorial del siglo XIX. Además, hasta el siglo XX, existía una aldea de colonos en el sur de la isla, de la cual todavía persisten restos de sus viviendas. Algunas de las antiguas viviendas del poblado se han conservado y se utilizan actualmente como instalaciones del Parque.

Cortegada forma parte de la Ruta Traslatio, también conocida como Ruta Jacobea Marítimo Fluvial, como lo evidencia el cruceiro de Punta Corveiro, que ha servido como marcador del camino de los peregrinos desde la década de 1960.

Aunque las Islas Malveiras son un pequeño archipiélago compuesto por dos islas de dimensiones reducidas, Malveira Grande y Malveira Chica, y un islote denominado Illa das Cabras, con una superficie total de 5,5 hectáreas, su importancia radica en sus características naturales únicas y su significado histórico. Malveira Grande y Malveira Chica presentan diferencias en su topografía y vegetación, con la primera albergando un bosque de melojos, mientras que la segunda se caracteriza por su terreno pedregoso. Ambas islas poseen vestigios de actividades humanas en el pasado, testimoniando su relevancia arquitectónica y ecológica en la región.

Ilustración 4. Extraído 20-04-2024 de https://bluscus.es/la-isla-de-cortegada-el-pasado-del-bosque-de-laureles. Cortegada y las Malveiras en la desembocadura del río Ulla.

El escaso calado del área peninsular de Carril determinó que las Malveiras se convirtieran en el punto preferido de atraque para las embarcaciones. Desde este sitio se llevaba a cabo el desembarco de pasajeros o carga hacia la tierra firme.

5. LA EDAD MODERNA

Durante el siglo XVI, la villa de Vilagarcía de Arousa pasó a formar parte del dominio de la Corona española. El término villa alude a una localidad o municipio que ostenta un estatus particular bajo la jurisdicción real. En ese contexto, la adquisición de tierras y propiedades adquirió relevancia dentro de la política de la época. En 1590, Felipe II otorgó la autorización necesaria para que Rodrigo de Mendoza adquiriera Area Longa, incluyendo el mayorazgo de Vista-Alegre, conjunto de bienes y propiedades valuado en 3.116.000 maravedís, antigua moneda española. Esta transacción implicó un cambio significativo en el control de los recursos y tierras en cuestión.

Sin embargo, a finales del siglo XIX, la historia tomó un rumbo distinto cuando el alcalde Francisco de Ravella emprendió medidas para recuperar el derecho sobre el terreno en cuestión. Este proceso de recuperación de tierras y derechos marcó el fin de lo que podría haber sido considerado un antiguo feudo, un sistema feudal en el cual la tierra estaba bajo el dominio de un señor o propietario, culminando en el restablecimiento de los derechos sobre el terreno en cuestión por parte de la comunidad o la autoridad local.

En el año 1744, bajo la concesión de Felipe IV, Antonio José de Mendoza y Caamaño, III Marqués de Vilagarcía, obtuvo el derecho de establecer un mercado franco todos los martes de cada semana. Este acontecimiento marcó un reconocimiento implícito de la inclinación comercial que Vilagarcía había demostrado desde su fundación el 12 de mayo de 1441.

La fachada marítima de Vilagarcía de Arousa desempeñó un papel estratégico en su desarrollo. En 1780, la ciudad contaba con un modesto muelle de pescadores en O Castro, el cual consistía en un pequeño atracadero probablemente construido para atender a la industria salazonera por lo que estaba dotado de una rampa. A lo largo de casi un siglo, este muelle se mantuvo como el único disponible.

Vilagarcía también ostenta un legado de resistencia contra la invasión napoleónica en 1808, siendo la primera ciudad de Galicia en levantarse en armas, evento que se conmemora en su escudo mediante la representación de una espada, Villaronga, M. (1991).

6. EL CAMINO A LA MUNICIPALIDAD

Antes de las Cortes de Cádiz de 1810, las parroquias que actualmente conforman el municipio de Vilagarcía de Arousa estaban inmersas en un complejo entramado de cotos y jurisdicciones. Esta división territorial no obedecía a una ordenación administrativa rigurosa, sino más bien a una estructura de pertenencia en la que se entrelazaban áreas de dominio real y señorial.
La gestión de estas jurisdicciones estaba a cargo de un juez, cuyo nombramiento recaía en el Marqués de Vilagarcía o en el Conde de Maceda en el caso de Sobrán. Estos jueces y procuradores eran asistidos en sus funciones por los llamados mayordomos pedáneos de cada una de las parroquias, quienes eran seleccionados por los vecinos en reuniones de concejo o designados por los señores o jueces de sus respectivas jurisdicciones.

La Constitución promulgada en Cádiz en 1812 buscaba establecer orden en este desorden administrativo. Las consecuencias de esta nueva orientación constitucional se hicieron evidentes en Galicia el 19 de marzo de 1813, cuando se constituyó la Diputación de Galicia en Santiago, considerando a Galicia como una sola provincia dentro del Estado español.
Uno de los primeros actos de este nuevo órgano administrativo, posteriormente trasladado a La Coruña, fue la creación de los ayuntamientos constitucionales, dando lugar a la formación de los ayuntamientos de Carril, Sobrán, Vilagarcía y Rubiáns. Este momento marcó el inicio de la manifestación de rivalidades entre las localidades de Vilagarcía y Carril, acompañadas de una serie de desavenencias.
Estas discrepancias se originaron a raíz de un escrito que Vilagarcía envió el 30 de enero de 1814 a sus vecinos Carril y Vilaxoán poco después de la constitución de su ayuntamiento. En este documento, expresaban su deseo de mantener una unión estrecha y armoniosa, colaborando mutuamente en beneficio del país y el servicio público.
Estos primeros ayuntamientos constitucionales tuvieron una existencia efímera, ya que en 1814, Fernando VII decidió restaurar el absolutismo en España, revirtiendo las reformas constitucionales. A principios de 1835, bajo la supervisión del Gobernador Civil de Pontevedra, se formaron comisiones con el propósito de estudiar las divisiones municipales más adecuadas para cada uno de los partidos judiciales de la provincia, dando inicio al proceso de creación de la Nueva Planta de Ayuntamientos. La Comisión del Partido Judicial de Cambados concluyó su estudio a finales de agosto de 1835, recomendando los ayuntamientos más adecuados para establecer en su partido judicial, eran Cambados, Meis, Sanxenxo y Vilagarcía.

7. SALTO AL SIGLO XIX

Vilagarcía, en contraste con las características de Carril y Vilaxoán, inició el siglo XIX con una identidad dual. Por un lado, se consolidó como un centro comercial en crecimiento para la región, siendo la cabecera septentrional del valle de O Salnés, una posición que gradualmente se expandiría por toda la ría de Arousa. Por otro lado, compartió los beneficios derivados de la instalación de algunas industrias de salazón por parte de la burguesía catalana, aunque no al mismo nivel que Vilaxoán.
Históricamente, hasta finales del siglo XVIII, Vilagarcía se caracterizaba por su economía pesquera y su vínculo con las industrias de salazón y textil. Sin embargo, en la década de 1840, su base industrial evolucionó hacia actividades como la agricultura, molinos harineros, pesca, marinería, telares de lienzo y lonas, fábricas de salazón de sardina y una instalación de curtido al norte de la villa y en la ribera del mar.

Para el año 1845, cuando Pascual Madoz publicó su Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus Posesiones de Ultramar, Vilagarcía ya había ascendido al estatus de capital de su provincia marítima y contaba con una Aduana de cuarta clase. La villa, compuesta entonces por unas trescientas casas, se extendía a lo largo de la extensa playa que se iniciaba en el pequeño istmo de O Castro, el núcleo original de Vilagarcía, y concluía aproximadamente en la actual playa de Compostela.

Ilustración 5. Extraída a 20-11-2023 de https://www.revistaesmas.com/index.php Imagen del Castriño, la zona marinera contigua a las marismas.

Entre estos dos puntos, fluía un arroyo conocido como el de Santa Lucía, que discurría a través de la calle llamada del Río, actual Rúa do Alcalde Rey Daviña, y pasaba bajo un puente que conectaba las casas en ambos lados. Finalmente, desembocaba en el mar. Cabe destacar que en dicha llanura y hacia el puente mencionado, los botes tenían acceso durante las mareas vivas.

Según Madoz, Madoz, P. (1806-1870), Vilagarcía contaba con una casa municipal, una cárcel, el palacio del Marqués de Vilagarcía, numerosas tiendas de ropa, artículos de ferretería, abacerías y otros productos de consumo. También disponía de escuelas de educación primaria para niños de ambos sexos y otras edificaciones y establecimientos acordes a la categoría e importancia de la villa. En cuanto a la industria, destacaba la presencia de varios telares para la producción de tejidos de lino local y lonas, fábricas dedicadas a la salazón de la sardina, así como una dedicada al curtido de pieles.

7.1 El desarrollo: tren- electricidad-urbanismo

En el año 1852, Vilagarcía se erigía como un municipio con 3.600 vecinos y 947 viviendas ocupadas. En ese período, el Gobierno municipal manejó presupuestos con un gasto proyectado de 44.565 reales, mientras que los ingresos estimados fueron de 7.500 reales, lo que evidenciaba un desafío para el equilibrio económico de la localidad.

En ese contexto, el cuerpo de serenos, originalmente encargado de la iluminación pública mediante tres faroles alimentados con aceite y petróleo, comenzó su transformación hacia lo que más tarde sería la Policía Local. En el transcurso de cinco años, el número de viviendas ocupadas aumentó a 1.097, y la población ascendió a 4.828 habitantes. A medida que la actividad comercial y la población crecían, las autoridades municipales implementaron medidas regulares para la limpieza y seguridad en las calles.

Se emitieron ordenanzas que prohibían el acopio de desechos, troncos, tonos y frutas en las vías públicas, así como la instalación de estructuras temporales y la suelta de ganado en las calles. Además, se restringió la circulación de pavos y gallinas, y se impuso la obligación de que los propietarios de perros mastines los llevaran con bozal al sacarlos a pasear. El municipio enfrentaba desafíos en términos de saneamiento, dado que carecía de una red de alcantarillado y servicios de limpieza. Esto llevó a la ordenanza que requería a los residentes que barrieran el frente de sus casas, al menos dos veces por semana, llevando el polvo a un punto designado.

Estas primeras ordenanzas también establecieron restricciones en cuanto al horario de grupos musicales callejeros, limitando sus actuaciones hasta las once de la noche, y se instaba a estos grupos a evitar el uso de lenguaje ofensivo. Se prohibió el baño mixto de hombres y mujeres en la misma dársena.

El desarrollo del ferrocarril y la introducción de la energía eléctrica marcaron un período de transformación en la población de Vilagarcía, que anhelaba obtener el estatus de ciudad. Uno de los requisitos clave para alcanzar esta distinción era la iluminación de las calles durante la noche. Para ello, en enero de 1852, una comisión acordó adquirir doce faroles de aceite, que se instalaron en la ciudad.

La idea de utilizar acetileno como fuente de iluminación fue debatida pero finalmente rechazada. Un residente local, Laureano Salgado, tuvo la visión de electrificar las industrias de Galicia. En 1874, lanzó la primera iniciativa hidroeléctrica, un proyecto de gran envergadura. A pesar de los desafíos y las predicciones negativas, la electrificación llegó a Caldas y Vilagarcía, marcando un hito en la historia de la región. Los obstáculos eran significativos, ya que la instalación de la electrificación enfrentaba la oposición de algunos oftalmólogos, que temían futuros problemas de salud, y la oposición de algunas diócesis, que consideraban que la luz eléctrica era perturbadora durante la misa.
A pesar de los desafíos y las predicciones negativas, la electrificación llegó a Caldas y Vilagarcía. Las negociaciones entre el Ayuntamiento y los representantes de la Sociedad General Gallega de Electricidad, encabezados por Nicolás Palacios y Ernesto Presser, y el socio Laureano Salgado, permitieron que la electricidad se introdujera en la ciudad. A finales del siglo XIX, Vilagarcía no solo tenía conexiones directas con Gran Bretaña a través de la Royal Navy, sino que también contaba con iluminación eléctrica en sus calles principales.

Además de la electrificación, la ciudad tenía una estación telegráfica que fue otorgada el 30 de octubre de 1861. Cuatro años después, los residentes locales asumieron la responsabilidad de esta estación y se encargaron de distribuir telegramas.

La ciudad también tenía una imprenta, El Eco Comercial, proporcionando un espacio para que los literatos locales compartieran sus obras.

En términos de infraestructura de transporte, Vilagarcía se conectaba por mar con varios puertos en la Ría de Arousa y tenía conexiones viales hacia el interior, a través de Caldas de Reis, y a lo largo de la costa por la carretera de Cambados.

La construcción de la primera línea ferroviaria en Galicia, conocida como el Ferrocarril Compostelano de la Infanta Doña Isabel, comenzó en 1861 y fue completada en 1873. Esta línea fue un hito importante en la revolución del transporte en la región y allanó el camino para el desarrollo económico y la conexión con el resto de España.

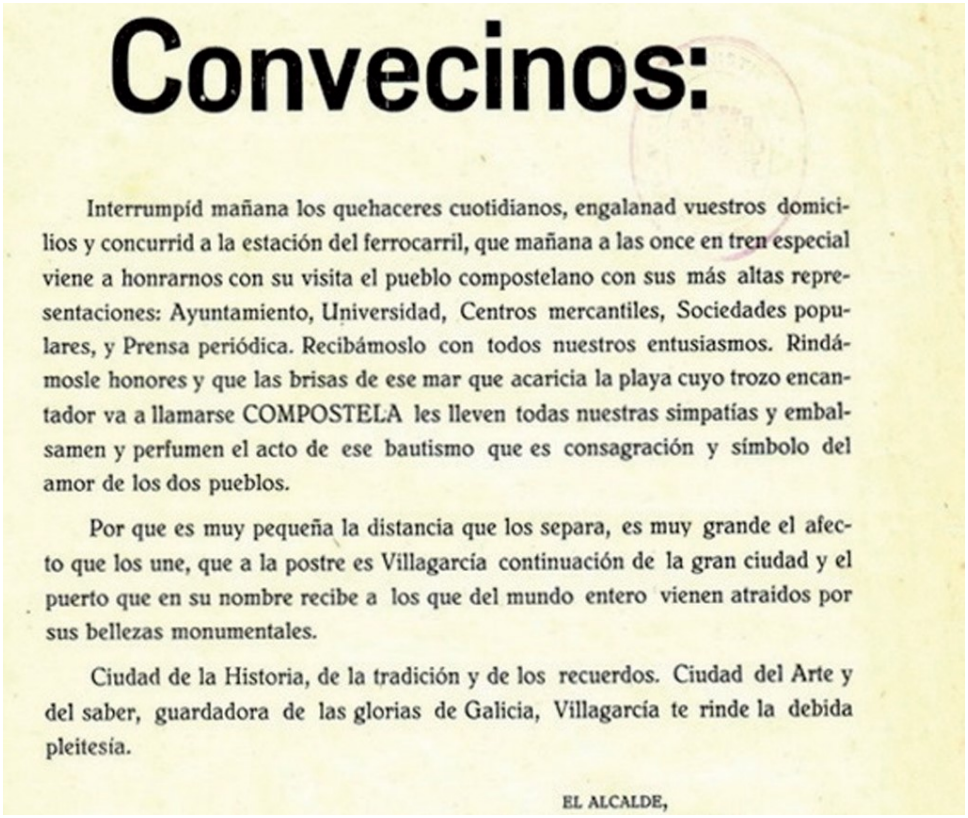
La llegada del ferrocarril permitió el transporte de mercancías hasta el puerto, marcando el inicio de una nueva era en los rellenos y el desarrollo urbano de Vilagarcía.

La relación histórica entre Carril y Santiago, desde perspectivas eclesiásticas, económicas y sociales, se remonta a épocas antiguas, evidenciando una conexión cercana entre el puerto de Carril y la ciudad de Compostela. Sin embargo, fue a partir de 1840 cuando Carril comenzó a ganar un interés sostenido, impulsado por la colaboración de varias casas comerciales compostelanas en el comercio transatlántico con América.

En 1851, Carril se convirtió en una parada fija en las rutas transatlánticas, lo que propició la concepción de conectar Santiago y su puerto con Carril mediante una línea ferroviaria, la primera en Galicia. Este proyecto fue iniciado por la Real Sociedad de Amigos del País de Santiago en 1861, contando con la concesión estatal a favor de D. Joaquín Caballero Piñeiro, D. Domingo Fontán y D. Inocencio Vilardebó, y un capital social inicial de 25 millones de Reales de Vellón.

Las obras comenzaron en 1863 y se completaron en 1873, aunque se enfrentaron a diversos desafíos financieros que resultaron en la suspensión temporal en 1866 y la reanudación en 1871 con financiación inglesa. La compañía ferroviaria se transformó en The Coruña, Santiago and Peninsular Railway Company Limited, con sede en Londres, y bajo la supervisión del ingeniero constructor, Sr. Stephenson Mould, se llevaron a cabo diversas obras, incluyendo túneles, viaductos y puentes.

El 15 de septiembre de 1873, se realizó el viaje inaugural desde Cornes a Carril, marcando un hito en la historia de la región. Sin embargo, la apertura de una estación ferroviaria en Carril también significó un acercamiento gradual a Vilagarcía, generando debates sobre la ubicación de la estación y tensiones entre las localidades.



Convecinos:

Interrumpíd mañana los quehaceres cuotidianos, engalanad vuestros domicilios y concurrid a la estación del ferrocarril, que mañana a las once en tren especial viene a honrarnos con su visita el pueblo compostelano con sus más altas representaciones: Ayuntamiento, Universidad, Centros mercantiles, Sociedades populares, y Prensa periódica. Recibámoslo con todos nuestros entusiasmos. Rindámosle honores y que las brisas de ese mar que acaricia la playa cuyo trozo encantador va a llamarse COMPOSTELA les lleven todas nuestras simpatías y embalsamen y perfumen el acto de ese bautismo que es consagración y símbolo del amor de los dos pueblos.

Por que es muy pequeña la distancia que los separa, es muy grande el afecto que los une, que a la postre es Villagarcía continuación de la gran ciudad y el puerto que en su nombre recibe a los que del mundo entero vienen atraídos por sus bellezas monumentales.

Ciudad de la Historia, de la tradición y de los recuerdos. Ciudad del Arte y del saber, guardadora de las glorias de Galicia, Villagarcía te rinde la debida pleitesía.

EL ALCALDE,

Ilustración 6. Bando municipal convocando a los vecinos a la llegada del tren. Extraído a 20-11-2023 de https://ofaiadodamemoria.com/

El impacto de la línea férrea fue significativo, y durante años la avenida de Martínez, hoy llamada Avenida de Rosalía de Castro, también se conoció popularmente como la avenida de la estación.

Ilustración 7. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

En 1890, el gobierno instó a la empresa a construir una estación en Vilagarcía, pero esta orden fue inicialmente ignorada, lo que provocó la indignación en Carril. Finalmente, en 1897, por

orden del Ministro de Fomento Augusto González Besada, se revocó la decisión, aunque esto generó un litigio legal que culminó con un fallo a favor del Ayuntamiento en 1900.

La llegada del ferrocarril a Vilagarcía no solo facilitó el transporte de mercancías hasta el puerto, sino que también impulsó el desarrollo económico y urbano de la región. Asimismo, marcó el inicio de la era de los rellenos en Vilagarcía y contribuyó a su popularidad como destino turístico para los residentes de Santiago de Compostela.

Ilustración 8. Extraído de Historia económica del puerto de Vilagarcía. Elena Ruiz Romero de la Cruz (2004)

Ilustración 9. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ . Imagen de época

7.2 El crecimiento portuario

En las décadas subsiguientes, el crecimiento de Vilagarcía mantuvo una trayectoria constante, como evidencian los cambios progresivos en sus presupuestos municipales. Sin embargo, el florecimiento genuino de la localidad tuvo lugar en la década de 1880, coincidiendo con el declive de la influencia de Carril como puerto de Santiago. Vilagarcía, al igual que su contiguo Carril, se destacaba por su arraigada conexión con el mar, manteniendo intercambios comerciales tanto a nivel local en Galicia como con territorios ultramarinos.

Ilustración 10. Historia económica del puerto de Vilagarcía. Elena Ruiz Romero de la Cruz (2004). Puerto a finales del siglo XIX con el Muelle de Hierro.

La intensidad de estas relaciones comerciales motivó no solo la presencia de empresas comerciales en la región, sino también la apertura de representaciones diplomáticas en Carril. Tanto Carril como Vilagarcía albergaban consulados de diversas naciones, incluyendo Gran Bretaña, Portugal, Alemania, Francia, Argentina, Brasil, Chile, México, Uruguay y la República Dominicana. Carril incluso llegó a establecer una aduana de segunda categoría y una escuela náutica para la formación de marinos y pilotos.

Ubicada estratégicamente en una magnífica bahía, Vilagarcía ofrecía ventajas competitivas que sus vecinas Vilaxoán y Carril no podían igualar. La presencia de adecuadas instalaciones portuarias y espacio suficiente para el desarrollo urbano futuro la distinguían. En 1878 se inició la planificación de un muelle embarcadero para hacer frente al aumento del cabotaje y las visitas de la Escuadra Inglesa, así como para resolver los desafíos que planteaba la extensa área descubierta durante la marea baja.

El proyecto contemplaba la construcción de una infraestructura de piedra y madera, con una longitud de 400 metros, incluyendo una rampa y una estructura de madera para el piso. El financiamiento ascendía a dos millones de reales, repartidos en partes iguales entre el Concello, la Diputación y el Gobierno. Este muelle, conocido como el muelle de hierro, marcó un hito en la transformación de Vilagarcía en un importante enclave portuario con una sólida identidad comercial.

Ilustración 11. Extraído 01-08-2023 de httpshemerotecaantigadevilagarcia.blogspot.com201907nuestras-playas-villagarcia-por-d.html 1-4 mod Blog

La emigración, que había dejado de utilizar este lugar como punto de partida, comenzó a regresar, lo que trajo beneficios económicos. También aumentó el tráfico marítimo.

Los empresarios y comerciantes, especialmente los forasteros, priorizaban los puertos sobre las rivalidades entre localidades, trasladando gradualmente sus negocios de Carril a Vilagarcía. Para 1880, Vilagarcía contaba con un solo consignatario de buques registrado, mientras que para 1900 había más de media docena, y diez años después, prácticamente todos los que previamente operaban en Carril habían migrado a Vilagarcía, incluyendo a Buhigas, Gorordo, Durán y Carrasco, entre otros.

7.3 Ravella y los conserveros catalanes

Influencia de los Descendientes de Catalanes en Vilagarcía de Arousa

A finales del siglo XVIII y principios del XIX, se produce un significativo flujo migratorio de ciudadanos catalanes hacia Galicia, particularmente las Rías Bajas. Esta migración, compuesta por aproximadamente 15.000 individuos, adquirirá el título de "fomentadores" y ejercerá un impacto transformador en la industria pesquera y el comercio de sardinas en la zona. De hecho, se cree que los catalanes que llegaron a la ría de Arousa para dedicarse al negocio de la sardina fueron pioneros en la industria conservera de la zona. Durante el siglo XIX, la industria conservera de sardina se convirtió en una de las principales fuentes de riqueza de Galicia, y muchos catalanes contribuyeron a su desarrollo.

Con el tiempo, estos inmigrantes diversificarán sus actividades comerciales, involucrándose en la compraventa de propiedades, el préstamo de dinero y el comercio de bebidas alcohólicas, entre otros. Aunque la mayoría de ellos eventualmente regresará a Cataluña cuando el negocio alcanzó su agotamiento, algunos decidirán establecerse permanentemente en Galicia, desempeñando un papel destacado en eventos históricos dignos de reconocimiento y memoria. Algunos se integraron plenamente en la comunidad local a través de matrimonios y la participación activa en la vida de Vilagarcía.

De manera particular, en el caso de Vilagarcía de Arousa, tres descendientes de catalanes merecen un reconocimiento especial: José Bargués, Francisco Ravella y Luisa Vilá, la fundadora del primer asilo en Vilagarcía. Lo notable de estos tres individuos radica en sus lazos familiares entre sí.

José Bargués, quien sirvió como alcalde del municipio, complementó un papel significativo en el desarrollo de Vilagarcía durante su mandato en los años 1873, 1874 y 1877.
Su mandato se preocupó por mejorar la calidad de vida de los habitantes de Vilagarcía y por impulsar el progreso de la ciudad. Trabajó en la mejora de los servicios públicos como la ampliación del cementerio, la construcción de una fuente pública y la mejora de la red de alcantarillado. También en la promoción del turismo en la zona.
Además de sus contribuciones al municipio, es recordado por su participación fundamental en la creación de la primera banda de música de Vilagarcía, lo que demuestra su interés por el desarrollo cultural de la ciudad.
Además de su labor como alcalde, José Bargués también se destacó por su implicación en la comunidad local. Fue miembro de varias asociaciones culturales y deportivas de la ciudad, y también participó activamente en la vida religiosa de la parroquia.

Es importante destacar que José Bargués estaba casado con Luisa Vilá, la fundadora del asilo en la localidad.

El 1 de julio de 1881 Francisco Ravella y Arenas, de origen catalán, consolidó la alcaldía de Vilagarcía. Durante poco más de cuatro años de mandato, truncados por su fallecimiento en noviembre de 1885, se sentaron las bases del desarrollo posterior de Vilagarcía.

Esto incluyó el relleno y urbanización de las marismas, el trazado de calles, la construcción de la plaza de la pescadería, el muelle de hierro, la casa consistorial, la adquisición de los derechos del suelo al Marquesado y una serie de obras adicionales.

Ilustración 12. Plaza da Pescadería. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ .

Ilustración 13. Nuevo mercado. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ .

Francisco Ravella es una figura reconocida por los habitantes de Vilagarcía, tanto por el jardín que lleva su nombre como por la frecuente referencia al ayuntamiento como la casa de Ravella. Esto se debe a que durante su mandato como alcalde, logró la adquisición de los terrenos conocidos inicialmente como el campo de Cabritas para la construcción de una Casa Consistorial adecuada para Vilagarcía. Trágicamente, su muerte prematura en 1885 impidió que viera la culminación de la construcción del Ayuntamiento, tarea que finalmente completó su teniente de alcalde, José Maroñas. Francisco Ravella, a su vez, era sobrino de Luisa Vilá.

El tercer personaje destacado es Luisa Vilá Janer, una mujer de considerable riqueza que siempre tuvo en mente la fundación de un asilo o residencia para los ancianos de Vilagarcía. En su testamento, redactado en el año 1892, inició la creación de una Casa Hospitalillo, “para los pobres enfermos y desamparados de este pueblo”, y designó al Ayuntamiento de Vilagarcía y al Cura Párroco como copatronos de la institución.

Es relevante señalar que antes de la creación de este asilo, existía otro centro similar que, en sus inicios, acogía tanto a ancianos como a huérfanos. Para mantener este asilo anterior, el ayuntamiento otorgaba anualmente una cantidad de dinero, aunque también efectuaba donaciones especiales en situaciones particulares.
El nuevo asilo, continuación del anterior, fue fundado en 1893 y cumplió con las disposiciones del testamento de Luisa Vilá, proporcionando atención a enfermos pobres y desamparados. En años sucesivos, experimentó reformas y ampliaciones para acomodar a un mayor número de personas mayores. Finalmente, en la década de 1980, se construyó un nuevo Asilo o Residencia de la Tercera Edad para abordar la creciente demanda de espacios adecuados para la atención de personas mayores.

Ilustración 14. Imagen propia. Antiguo asilo promovido por Luisa Vilá.

La contribución de estas figuras y su legado perduran en la memoria colectiva de Vilagarcía, y en 1922, el Ayuntamiento decidió trasladar sus restos, junto con los de su esposo José Bargués y el alcalde Francisco Ravella, al nuevo cementerio de Rubiáns. El acto de traslado fue un evento de gran significado que contó con la participación de autoridades y representantes de diversos sectores de la sociedad de Vilagarcía como expresión de agradecimiento y reconocimiento a estos benefactores.

Otro de estos notables fomentadores fue Salvador Buhigas Janma, quien se asentó en Vilaxoán a principios del siglo XIX. Amplió sus operaciones comerciales más allá de la pesca de sardinas, expandiéndolas a otras áreas de la ría.

Uno de los descendientes de la familia mencionada, específicamente Ulpiano Buhigas y Prat, se erigirá en figura histórica reconocida por sus ingenios en el ámbito de la invención, además de su periplo de viajero incansable. Nacido en Carril en el año 1833, Ulpiano, en sus primeros años, se involucró activamente en las actividades comerciales familiares, ejerciendo como socio de su hermano en una fabricación de fósforos. Sin embargo, consideró desligarse de la tradición empresarial familiar en aras de emprender una trayectoria centrada en los viajes y la creatividad inventiva.

Desde su infancia, Ulpiano demostró una notable destreza en el dominio de las matemáticas y lenguas extranjeras, llegando a adquirir fluidez en idiomas como el inglés y el francés, además de adquirir conocimientos del latín, una habilidad requerida en su época. Su espíritu emprendedor lo impulsó a emprender un viaje a una temprana edad, lo que lo condujo a residir en La Habana por un período, hasta que una enfermedad lo forzó a regresar a su lugar de origen. Una vez recuperado de su mal, emprendió un nuevo viaje a Inglaterra, aterrizando en Londres en una época caracterizada por un ferviente interés en la emigración hacia Australia, cuya fama en la explotación de ricas vetas de oro atraía a especuladores ávidos de fortuna.

Impelido por su deseo de aventuras, Ulpiano Buhigas emprendió una travesía a las regiones de Oceanía, donde, en colaboración con otros extranjeros, adquirió una mina aurífera y se dedicó a su explotación. No obstante, un desafortunado incidente en el transcurso de una visita a las excavaciones mineras, que resultó en la dislocación y fractura de su brazo, lo llevó a tomar la decisión de vender la mina a otros empresarios. Esto allanó su regreso a su país de origen.

Una vez repatriado y debidamente recuperado tras someterse a tratamientos en los balnearios de Cuntis, Ulpiano concebiría la idea de explotar los depósitos de arena aurífera presentes en el río Miño. Con tal propósito, llevó a cabo la construcción de los dispositivos necesarios en Carril y se desplazó a la localidad de Orense con el fin de implementar su proyecto. A pesar de lograr extraer algunas pepitas de oro, los costos de la empresa superaron los beneficios obtenidos, lo que lo llevó a abandonar esta iniciativa y regresar a Carril, donde su hermano Salvador, destacado comerciante, lo acogió.

En 1867, Ulpiano Buhigas partió de su ciudad natal con destino a la República Argentina, donde presentó sus proyectos de diseño para una plaza mercado en Buenos Aires, los cuales recibieron la aprobación de las autoridades pertinentes.

Posteriormente, se trasladó a los Estados Unidos, donde residió durante dos años, antes de establecerse en Montevideo, donde contrajo matrimonio y comenzó a trabajar en su concepción de inventar un sistema para la conservación óptima de la carne de res, un elemento crucial en un país, donde el ganado bovino tenía una importancia primordial.

Finalmente, Ulpiano materializó su invento: la conservación de las carnes en su jugo natural. Dicho invento despertó un enérgico interés por parte de los gobiernos de Uruguay, Argentina, Brasil, Perú y los Estados Unidos, que manifestaron una seria disposición a estudiar su efectividad. Incluso Francia e Inglaterra demostraron su voluntad de investigar su funcionamiento.

En particular, el gobierno de Uruguay, a través de su Consejo de Higiene Pública de Montevideo, elaboró un exhaustivo informe en el cual se establecía que, después de someter la carne tratada a los análisis recomendados por la ciencia, no se detectó la presencia de sustancias que impidieron su consumo como alimento. Por tanto, este gobierno la seleccionó para el suministro

de sus fuerzas armadas y escuadras navales. Estos resultados científicos obtuvieron eco en la opinión pública, y periódicos destacados como El Comercio de Montevideo, El Diario del Comercio y La Unión expresaron su respaldo al sistema conocido como sistema Buhigas para la conservación de la carne. Un capitán de barco llegó a afirmar, en un comentario dirigido al periódico El Comercio, que "*yo nunca he podido comer carne salada, pero esto es otra cosa, es un jamón".*

Dada la relevancia de Ulpiano como inventor y su interés en que su invento se incorpora a las flotas españolas, en especial la Armada, se valió del buque español Terita para enviar una muestra de carne tratada a la escuadra española en La Habana. Después de que fuera sometida a pruebas y convenciera a los médicos, las autoridades de la Comandancia General del Apostadero Naval de Cuba redactaron un informe que recomendaba su empleo en la Armada, no solo por su prolongada conservación, sino también por su calidad y sabor agradable.

Con el transcurso de los años, el invento de Ulpiano se vería relegado debido a los avances en tecnología de refrigeración. Finalmente, regresó a su querido Carril, donde falleció en 1892.

Cabe destacar que su hermano Salvador merece un análisis detenido y extenso por su contribución al comercio y la navegación a través del puerto de Carril, así como por sus esfuerzos en el ámbito industrial y político. En calidad de alcalde de Carril, Salvador inició las obras del ferrocarril de Santiago a Carril. En 1981, asumió el cargo de alcalde en Vilagarcía durante la visita real de Alfonso XII.

7.4 Desecación de marismas

El desarrollo tecnológico, particularmente la capacidad para llevar a cabo rellenos de terrenos, se convirtió en un elemento fundamental en la transformación de la ciudad. En el último cuarto del siglo XIX, se emprendieron obras para drenar las extensas marismas que se inundaban durante las mareas altas, lo que representaba un hito en la evolución de la ciudad. La actuación se presupuestó en 90.000 pesetas de la época. El Concello optó por mantener el equilibrio presupuestario y cedió la ejecución y explotación a un particular, aún entendiendo que podía ser un gran negocio.

En el proceso de crecimiento y expansión de Vilagarcía, la transformación de las marismas complementó un papel crucial. La construcción de diques permitió la colmatación y posterior desecación de vastas áreas, convirtiéndolas en solares. Técnica que ya utilizaban los romanos y en la que los holandeses se han especializado con sus pólderes.
Esta iniciativa se justificó ante la junta consultiva de Caminos Canales y Puertos con el propósito de eliminar la insalubridad de la región y destinar los terrenos a la agricultura, con la esperanza de frenar la emigración.

Sin embargo, la ejecución de este ambicioso proyecto resultó ser un proceso lento, costoso y complicado. El Ayuntamiento se vio obligado a enfrentar disputas legales con aquellos que reclamaban la capacidad de apropiarse de los terrenos sin la debida autorización municipal, aunque contaban con el permiso del Gobierno. Estos terrenos habían sido propiedad del vecindario desde tiempos inmemoriales, lo que agravó la controversia.

En medio de esta disputa, el Concello presentó un argumento importante:

> "Bajo la denominación de marisma no se entiende el terreno que cubren simplemente las mareas en algunas épocas del año, quedando secas en bajamar, sino aquellos anegadizos e improductivos que suelen ocupar las aguas sobrantes de las mareas ya estos últimos son los únicos que alcanzan las atribuciones del Gobierno, conforme a la Ley de Aguas".

Sin embargo, en el conflicto de competencias, el Concello resultó derrotado.

El destino, en última instancia, favoreció a la administración local, ya que fallece el promotor inicial de la iniciativa, y sus herederos desisten de continuarla.
Los terrenos pasaron a propiedad del profesor de Derecho Penal de la Universidade de Santiago, Ramiro Rueda, quien ofreció venderlos al alcalde José Borruel por 20.000 pesetas.

Este período también marcó un período de expansión para Vilagarcía, con la construcción de viviendas y edificios que comenzaron a cambiar el paisaje urbano.
La construcción y urbanización se convirtió en fuentes de disputas entre promotores y el Concello.
Además, se hizo evidente la necesidad de mejorar las infraestructuras viarias, y en 1857 se construyó una carretera que conectaba Carril, Vilagarcía, Caldas de Reis, Cuntis, A Estrada y Lalín, que se convirtió en la N-640.

En 1872, se construyó otra carretera a lo largo de la línea costera, pasando por Vilaxoán, Vilanova y Cambados, que hoy se conoce como la PO-531.
Estas mejoras en las infraestructuras y el desarrollo de la zona contribuyeron al crecimiento y expansión de Vilagarcía. Fernández, I. (2014).

Ilustración 165. Dibujo hipotético del Dr. Carús 1878. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/

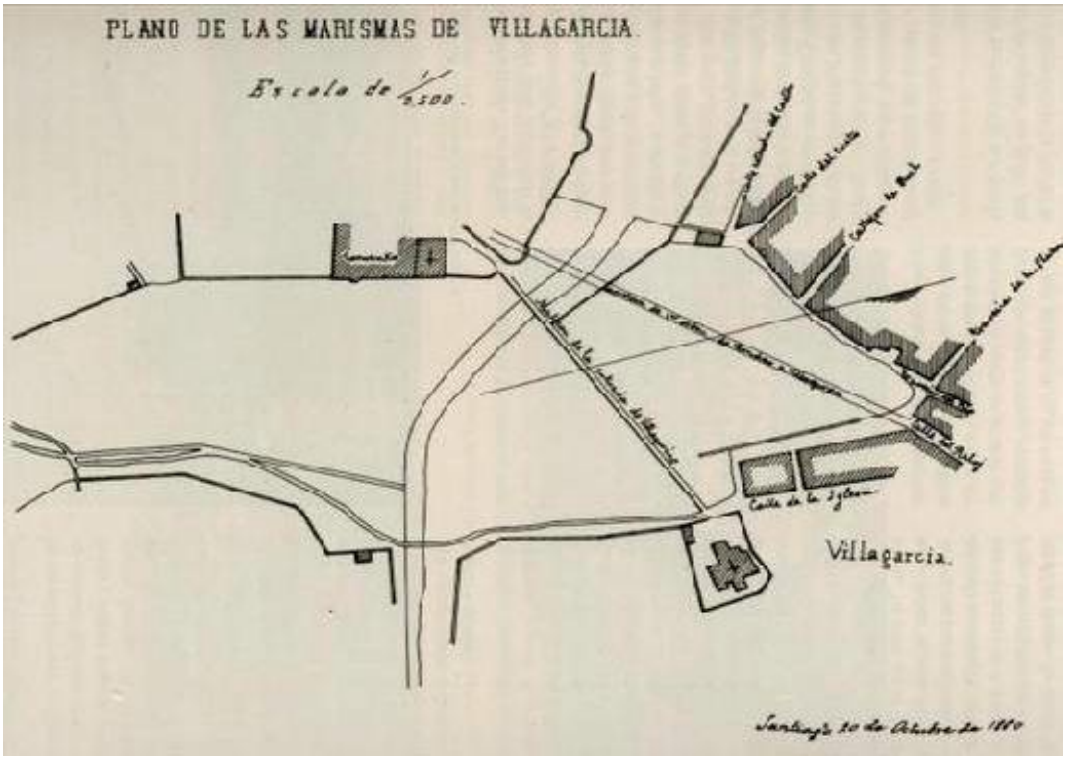


Ilustración 15. Plano para relleno de las marismas.1880. Extraído de Fernández, I. (2014).

Antes de los años 80, la ría durante la pleamar alcanzaba las inmediaciones del atrio de la iglesia, conectada por un puente-pasarela con el Conjunto de Vista Alegre. Sin embargo, a partir de esa década, se inició el relleno de esta marisma, dando origen al actual espacio urbano que

se extiende entre la Plaza del Sol al norte, el río de O Con al sur, la pasarela Castelao al oeste y la Iglesia al este.

El crecimiento urbano no fue instantáneo, sino que se desarrolló gradualmente. Por ejemplo, la carretera Gondar-Vilagarcía, principal arteria de este ensanche, no comenzó a tomar forma hasta la primera década del siglo XXI. Durante más de 30 años, la zona rellenada consistió en áreas infraconstruidas, terrenos baldíos y zonas propensas a inundaciones. Sin embargo, la calle Castelao comenzó a desarrollarse con la edificación progresiva de casonas pertenecientes a la burguesía comercial de la época, así como importantes edificios culturales y recreativos, como el Casino en 1900, el Teatro Vilagarcía en 1911, el cine Fantasio en 1935 y el Teatro-Cine Cervantes en 1937.

Simultáneamente, las parcelas cercanas a la iglesia principal de la ciudad, construida alrededor de 1650, fueron ocupadas, incorporando trazas y elementos barrocos compostelanos. La formalización del espacio del atrio se llevó a cabo alrededor de 1887, cuando la Corporación Municipal buscaba mejorar el espacio mediante una verja de hierro y un zócalo de sillería. Aunque este proyecto no se concretó, se derribó el muro que rodeaba el atrio y se construyó una pequeña escalera de piedra para nivelar el terreno.

En el área paralela al atrio, se encontraba un camino que conducía a la ciudad hasta el río, conectando con la carretera de Cornazo que enlazaba Vilagarcía con Ponte Arnelas. En la década de 1880, parte de estos terrenos fueron ganados al mar, y a finales de esa década la Corporación Municipal comenzó a planificar la creación de una plaza pública. Los primeros plátanos fueron plantados inmediatamente después de la cesión de los terrenos, definiendo así la nueva alameda.

La Plaza de España, como se conoce hoy en día, ha experimentado cambios en su denominación a lo largo de los años, reflejando los acontecimientos históricos. Desde su rebautizo como Plaza de Alfonso XIII en 1925, pasando por XIV de Abril durante la II República en 1931, hasta su nombre actual, reflejo de la caída de la II República. Este espacio emblemático de Vilagarcía ha sido testigo de la evolución urbana y social de la ciudad a lo largo del siglo XX.

Ilustración 17. Vista de Las Marismas y Plaza de la Iglesia. Ca. 1902. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Ilustración 18. Vista de Las Marismas y Plaza de la Iglesia. Ca. 1905. Extraído de Fernández, I. (2014).

Ilustración 19. Vista de Las Marismas y Plaza de la Iglesia. Ca. 1910. Extraído de Fernández, I. (2014).

7.5 Los ingleses

El impacto de los británicos en Vilagarcía de Arousa, en contraste con otras poblaciones que los precedieron en visitar la región, fue sustancial y duradero.
Las maniobras navales de la Home Fleet en la ría de Vilagarcía, que se llevaron a cabo desde 1874 hasta el estallido de la Guerra Civil española, generaron una notable presencia de ciudadanos británicos en la localidad. Esta influencia se manifestó de tal manera que era común encontrar anuncios de té en inglés en las cafeterías, y prácticamente todos los jóvenes locales sabían solicitar limosna en peniques. Este fenómeno de colonización puede entenderse en el contexto de la llegada anual de aproximadamente 13.000 marineros a una villa que, en ese momento, contaba con alrededor de 10.000 habitantes.
Las imágenes de los imponentes acorazados y corbetas, las maniobras realizadas por sus hidroaviones, las recepciones oficiales, los homenajes en el monte de Lobeira, así como la presencia del cementerio inglés y las competiciones deportivas, dejaron una marca significativa en la población de la época. Es innegable que la influencia británica dejó una cierta impronta de flema británica en la ciudad de Vilagarcía que perduró a lo largo de generaciones. Este acontecimiento llevó a que los residentes locales fueran conocidos específicamente como "ingleses", despectivo para el resto de la comarca y adoptado con cierto orgullo por los autóctonos.

Estas visitas de la flota británica fueron una ocasión para realizar protocolos de bienvenida entre las autoridades locales y la tripulación británica. Las ceremonias solían incluir conciertos interpretados en uno de los barcos de la flota o en alguna plaza de la ciudad.
Sin embargo, satisfacer las necesidades alimenticias de la gran cantidad de marineros era un reto considerable, requiriendo el sacrificio de 300 reses de ganado vacío, toneladas de arroz, harina, azúcar, así como vino y licores.
Esta demanda representaba la temporada alta para el comercio local, con algunos bares vendiendo hasta 1.500 botellas de cerveza en un solo día.
Durante las visitas de la flota británica, las peleas eran comunes, al igual que los altercados causados por la aglomeración de jóvenes uniformados esperando su turno ante las casas de citas locales. Esto resultaba en un ambiente ruidoso y desenfrenado, incluyendo blasfemias, vulgaridades e indecencias que llegaban a los oídos de los vecinos.
Además, los propietarios de embarcaciones ligeras se convirtieron en taxistas del mar, transportando a los marineros a los fondeados en la ría. Sin embargo, esta actividad también tuvo sus consecuencias, con varios de estos taxistas del mar perdiendo la vida por diferentes motivos.

La controversia religiosa surgida por el enterramiento de protestantes en cementerios católicos se resolvió con la construcción del Cementerio Naval Británico, propiedad de la Armada británica, al igual que los otros dos camposantos británicos ubicados en Galicia, uno en A Coruña y otro en Camariñas.
Este cementerio alberga dieciséis cuerpos en quince tumbas y se encuentra detrás de un portalón diseñado por Eduardo Viqueira Cores y construido en los talleres Alemparte de Carril. La compra del terreno se realizó en 1910 y el cementerio fue consagrado el 20 de octubre de ese año. Fue inaugurado mientras Reynald Duncan Cameron Walter, el cónsul británico y socio fundador del Real Club de Regatas de Galicia, que tenía su residencia en Carril. Entre los fallecidos se encuentran marineros y un ingeniero de minas, y al menos cuatro murieron en un

accidente en alta mar en 1921. El último marinero enterrado en este cementerio fue James Brown en 1935.

Además de su impacto en la vida local, los británicos también introdujeron el fútbol en Vilagarcía. Aunque los soldados no fueron los pioneros en este deporte, fueron los marineros de uno de los barcos que viajaron a las minas de mercurio en Río Tinto, Huelva, los que introdujeron el fútbol en la ciudad. El primer partido de fútbol en Vilagarcía se jugó en el Campo de Barro, ubicado detrás de la capilla de San Roque, con marineros ingleses como protagonistas.
El cronista observó que los locales quedaron asombrados y fascinados por este nuevo deporte, aunque se escandalizaron por la indumentaria de los marineros británicos, que jugaban con pantalones cortos, considerados inmorales en ese momento.
Otra experiencia temprana en el fútbol en Vilagarcía fue protagonizada por los marineros del carguero Mr. Hugo en 1880. Estos marineros jugaron con un balón reglamentario y porterías, y trajeron consigo un reglamento de fútbol recién publicado por la recién creada Football Association.
Esto marcó el inicio del fútbol en la ciudad, y en 1880 se fundó el primer equipo de fútbol de Vilagarcía, llamado Real Alfonso XIII. La relación de la ciudad con la corona española quedó reflejada en el nombre del equipo.

7.6 La alameda

En 1508, un acuerdo entre el Monasterio de San Martín, el Concejo y el Señorío de la villa estipulaba que los vecinos debían contribuir a mantener el puerto y prevenir su destrucción por las mareas. Este puerto primitivo se extendía desde el sur del Castro hacia el cauce del río del Con.

A principios del siglo XVIII se erigió la Casa de los Arcos, construida en la época de García de Caamaño, El Hermoso, fundador de la villa. Al norte de la casa se erigía un muro de contención que servía de calle y terminaba en un pequeño muelle escalonado utilizado para la industria de salazón y conservas. Este muro se extendió en 1860 hasta el Callejón de Puga y comprendía la ensenada de abrigo, donde se construían embarcaciones de todo tipo, incluyendo buques para navegación de altura. En 1861 se construyó el muelle de Cuevas, seguido en 1884 por un rompeolas y en 1887 por una doble rampa, Díaz, C. y Seixas, M. (2003).

La Casa de Bravo, construida a principios del siglo XIX sobre el lugar de un almacén de salazón, estaba estratégicamente ubicada para evitar los embates del mar. En 1818, Miguel García Bravo obtuvo del Ayuntamiento la cesión de terreno frente a la casa, y en 1837 solicitó permiso para cerrar este terreno y desecar una laguna invernal.

En 1865 y 1868, temporales causaron daños considerables en la zona de la Rivera, evidenciando la debilidad de las defensas marítimas ante el embate del mar.

Entre el muro de contención y el espacio de paseo se dejó una calle de siete metros de ancho para la carga y descarga de embarcaciones. Este muro continuó a lo largo de la Avenida de la Marina hasta la Travesía de Colón, excepto en la entrada del Muelle de Hierro, construido por

Real Orden en 1878 y finalizado en 1890. En 1963, este muelle desapareció cuando se rellenó el terreno ocupado por el mar.

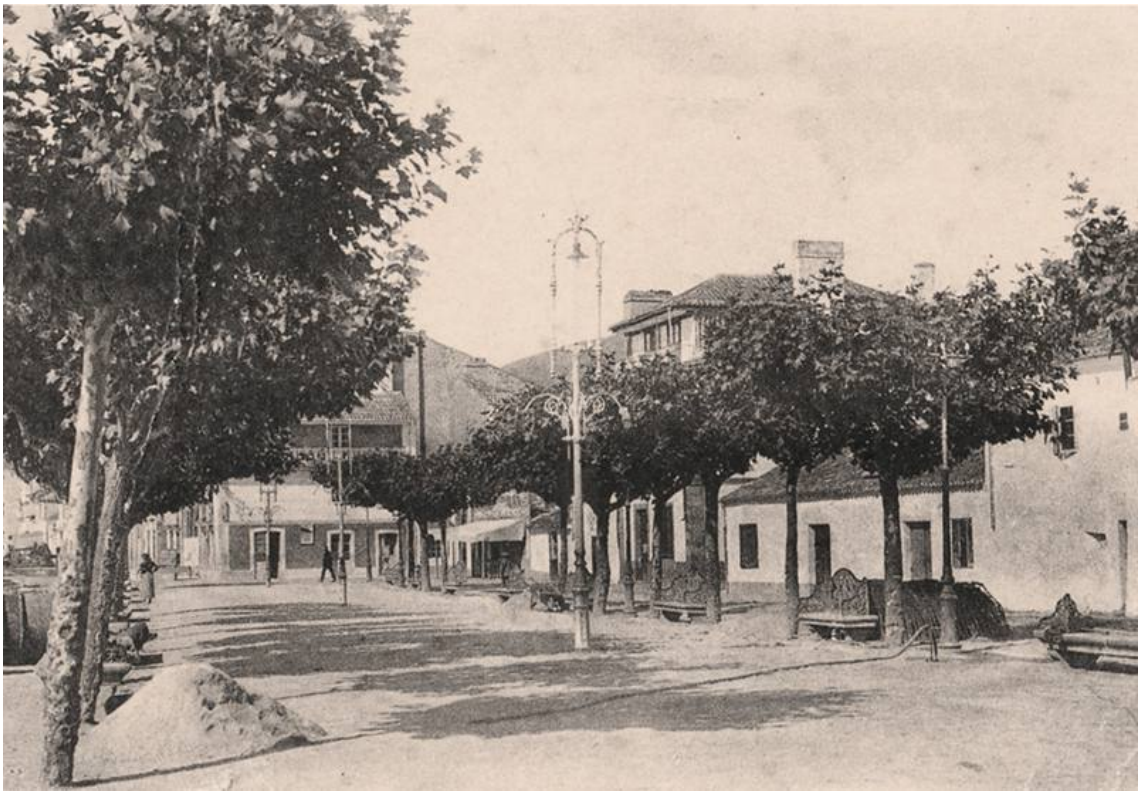


Ilustración 20. Vista de la Alameda. Extraído 20-11-2023 de https://www.revistaesmas.com/index.php

Ilustración 21. Vista de la Alameda. Extraído 20-11-2023 de https://www.revistaesmas.com/index.php

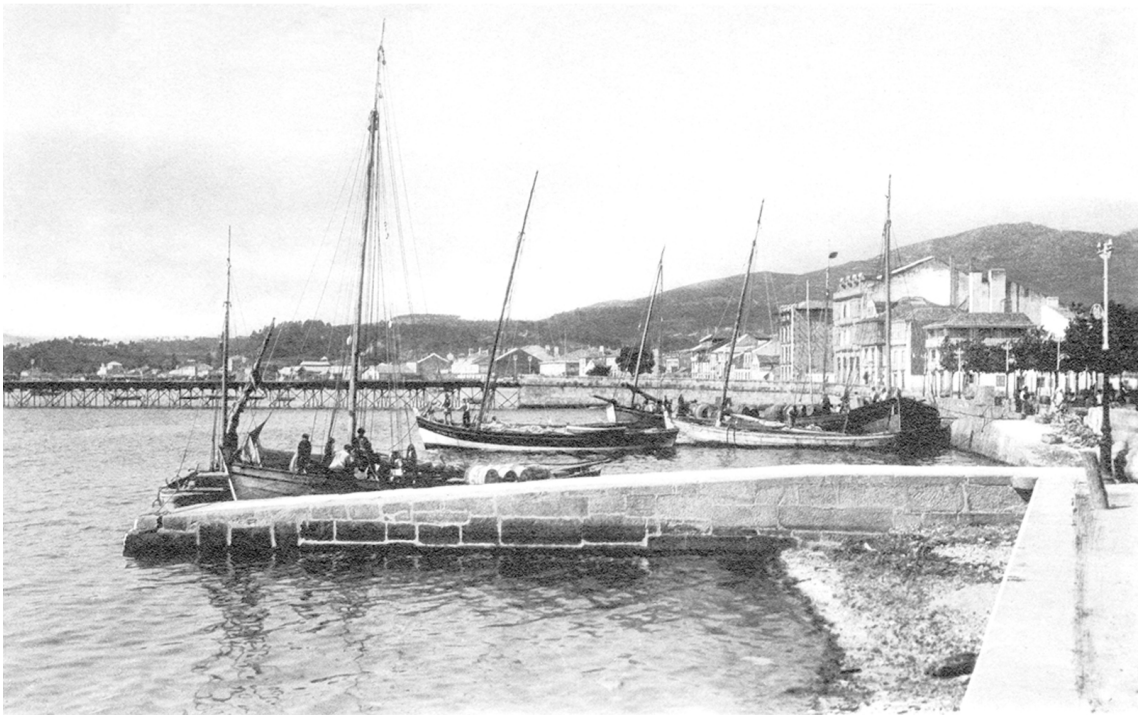


Ilustración 22. Vista Alameda, puerto y Muelle de Hiero. Extraído 20-11-2023 de https://www.revistaesmas.com/index.php

Ilustración 23. Vista de Alameda y Muelle Hierro. Extraído 20-11-2023.https://www.revistaesmas.com/

Ilustración 24. Extraído de Historia económica del puerto de Vilagarcía. Elena Ruiz Romero de la Cruz (2004)

7.7 El edificio del concello

El alcalde Francisco Ravella i Arenas reconoció la complejidad de los asuntos municipales y la necesidad de disponer de un lugar para atender las demandas del vecindario. Por tanto, propuso la construcción de una Casa Consistorial acorde con los tiempos. Tras considerar varias opciones, incluyendo la posibilidad de realizar un nuevo relleno cerca de O Castro, se eligió el Campo das Cabritas, que era conocido por ser un lugar en las afueras de la localidad donde pastaban las cabras.

Desde 1812, cuando se crearon los ayuntamientos constitucionales en España, las instalaciones del Ayuntamiento de Vilagarcía habían sido provisionales. La falta de una Casa Consistorial propia generaba inconvenientes al utilizar edificios de alquiler, que resultaban insuficientes y costosos, y donde siempre existía el riesgo de que el propietario decidiera recuperar la finca, lo que causaría conflictos en un lugar con pocos edificios disponibles.

El arquitecto Domingo Sesmero se encargó del diseño del edificio, que presentaba un estilo ecléctico inspirado en un hotel de la Calle Valois de París. Inicialmente, se había planeado una plaza frente a la fachada principal, pero esta idea fue abandonada debido a la construcción de la carretera Chapa-Carril. Sin embargo, se plantaron árboles y se instalaron bancos de forja al otro lado de la carretera, lo que marcó el comienzo de la creación de un jardín dedicado a la memoria de Francisco Ravella. Este jardín reflejaba la creciente personalidad de Vilagarcía y su esfuerzo por mejorar la calidad de vida de los residentes y atraer a los visitantes.

En 1884, el alcalde de Caldas de Reis, Antonio Román López, también tomó una decisión similar al comprar terrenos al Conde Canillas para construir un Jardín Botánico. La intención era ofrecer un atractivo adicional a los bañistas que visitaban los balnearios de la zona en busca de recreación. La compra incluyó los terrenos donde se encontraba la Carballeira, que solía ser el campo de la feria.

Las obras del Ayuntamiento se subastaron en 1886 y se completaron tres años después. Como resultado de la urbanización en la zona, se colmató el espacio entre el edificio consistorial, la Calle del Río y el Muelle de O Ramal, lo que allanó el camino para la construcción de casas y edificios, así como una avenida que conectaba con Carril.

7.8 Termalismo y turismo

Este desarrollo económico y los cambios sociales fomentan una sociedad de consumo con un deseo de sociabilidad y la necesidad de disfrutar de un período de ocio lejos de sus hogares habituales.
La clientela más elitista acudía a los balnearios para veranear y descansar sin necesidad de padecer ninguna enfermedad.
La transición desde el termalismo al Real Club de Regatas de Galicia marcó una fase significativa en la historia de Vilagarcía de Arousa.

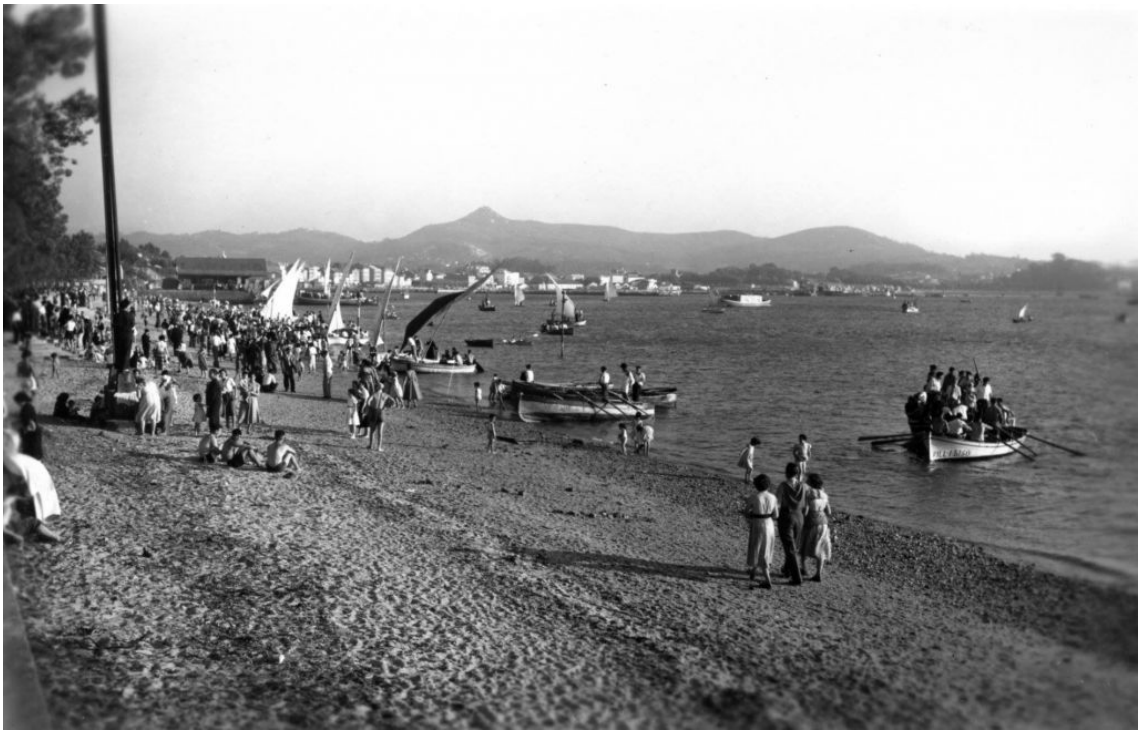


Ilustración 25. Vista de la playa de Compostela. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/

El turismo y sus orígenes han estado estrechamente vinculados a fenómenos históricos, sociales y económicos. En particular, la difusión y extensión del termalismo en Galicia se marca en un contexto más amplio de transformación impulsado por la Revolución Industrial. Este proceso se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en el Reino Unido y se expandió gradualmente por Europa occidental, generando cambios económicos, tecnológicos y sociales significativos.
La Revolución Industrial marcó un punto de inflexión en la historia al reemplazar las actividades rurales tradicionales, como la agricultura y la ganadería, por procesos mecanizados y centros de trabajo de gran escala. Esta transformación condujo a la prosperidad económica y al mejoramiento de las condiciones sociales para diversas capas de la población. Además, los avances tecnológicos y la mejora en los medios de transporte dieron lugar a nuevas formas de ocio y turismo.
En España, tras la muerte de Fernando VII, se abrió un período de regencia en el que los liberales llegaron al poder. Esto llevó a la aprobación de la Constitución de 1837 y la primera Desamortización de Mendizábal, que permitió al Estado reducir su déficit a través de la venta de bienes civiles y eclesiásticos. Con el reinado de Isabel II, un país centralizado y liberal aprovechó la favorable situación en Europa para desarrollar proyectos que satisficieran la creciente demanda de una nueva sociedad con tiempo libre y deseos de entretenimiento.

La introducción de ferrocarriles, como el tramo Barcelona-Mataró en 1848, revolucionó los viajes, reduciendo restrictivamente el tiempo necesario para recorrer distancias. Esto cambió la percepción de los viajes, haciendo que fueran más accesibles. Además, la industrialización dio lugar a la conciencia de la falta de higiene en las ciudades y fomentó la práctica del termalismo.

Los balnearios, ubicados en lugares pintorescos, se convirtieron en destinos para la relajación y la mejora de la salud. Estos lugares eran exclusivos y servían como puntos de encuentro para la alta sociedad y aquellos con recursos económicos. La demanda creciente impulsó inversiones en instalaciones modernas, hoteles, tratamientos hidroterápicos y actividades de ocio.
A nivel internacional, destinos como Bath en Inglaterra, Vichy en Francia y Baden-Baden en Alemania también se destacaron en la industria del termalismo.
A mediados del siglo XIX, España ya contaba con 85 balnearios y unos 60.000 usuarios. En 1892, había 152 balnearios y 150.000 clientes, lo que demuestra su creciente popularidad.

El Sexenio Revolucionario (1868-1874) y la restauración monárquica permitieron que regiones como Cantabria, Cataluña y el País Vasco prosperaran y lideraran la actividad balnearia. Galicia, en particular, no se quedó atrás, con balnearios en Caldas de Reis, La Toja, Mondariz y otros lugares.

Hacia finales del siglo XIX y principios del XX, los balnearios se convirtieron en destinos de veraneo, además de lugares para la mejora de la salud. La oferta se diversificó con salas de baile, áreas de juegos, restaurantes, espacios para lectura y entretenimiento, y servicios religiosos, lo que atrae a un público más amplio.

Además de los balnearios, el turismo termal se expandió hacia los baños de ola y tratamientos con aguas marinas en el litoral atlántico, atrayendo a una clientela diversa. Los escritores, artistas y figuras influyentes también encontraron en estos lugares un refugio para la creatividad y la relajación.
El termalismo y el turismo compartieron un vínculo estrecho a lo largo del siglo XVIII y XIX, y ambos desempeñaron un papel importante en la transformación de las aspiraciones de las clases acomodadas y en la promoción de actividades de ocio y distinción. En última instancia, el turismo englobó el termalismo, consolidando la importancia de la salud y la belleza como atractivos turísticos
En 1883, se creó la Sociedad Gallega con el objetivo de construir un balneario en Vilagarcía. Los promotores principales de este proyecto eran dos emprendedores de Caldas de Reis. En marzo de 1886 se presentó la solicitud para construir una casa de baños en un lugar conocido como Entre Ríos.
Los promotores del balneario argumentaban que Vilagarcía tenía numerosos veraneantes que acudían a disfrutar de sus playas durante el verano pero cuidaban de un servicio que estaba disponible en otras localidades. En ese momento, la oferta termal en la provincia de Pontevedra se concentraba en lugares como Caldas de Reis, Cuntis, A Toxa, Caldelas de Tui y Mondariz.
El arquitecto Jenaro de la Fuente y Domínguez diseñó un edificio de 2.652 metros cuadrados en la playa de A Concha. Este edificio estaba construido sobre pilotos de madera y se asemejaba a los palafitos de países orientales como Japón y Vietnam. Contenía sesenta habitaciones, un restaurante, un salón hexagonal, una sala de juegos, un gabinete de lectura y un mirador. La sala de baile ocupaba 189 metros cuadrados y estaba conectada por una pasarela de cemento y madera. El agua se calentaba con una máquina de vapor y el edificio estaba alimentado por una dinamo que suministraba energía.

La inauguración del Balneario Concha de Arosa tuvo lugar en julio de 1888 con una ceremonia que incluyó una comida servida por la Fonda Suiza de Santiago. La alta sociedad, incluyendo a Manuel Murguía, el esposo de Rosalía de Castro, y otros distinguidos invitados, asistieron al evento. La prensa local destacó la belleza de las damas presentes y describió el menú con influencia francesa.
El balneario ofrece tratamientos termales y actividades de entretenimiento, como bailes andaluces, recitales poéticos, conciertos y rifas de piezas de porcelana de Sevres. Durante los primeros años, el balneario atrajo a una clientela numerosa y selecta, incluyendo a las señoritas más bellas de Vilagarcía. También se organizarán excursiones a lugares cercanos.

Sin embargo, con el tiempo, el balneario atrajo a una clientela menos pudiente que llegaba en carruajes, burros y pollinos. Estos visitantes, conocidos como mantidos, llevaban su propia comida, se alojaban en pensiones y se enfrentaban a la arena de la playa para vestirse y desvestirse.

7.9 El municipalismo

La coyuntura económica favorable de la época, especialmente la emigración y el comercio con América, abría nuevas perspectivas de desarrollo para Vilagarcía. Sin embargo, para aprovechar estas oportunidades, era necesario expandir las instalaciones portuarias, ya que el muelle de hierro existente no podía dar cabida al creciente número de embarcaciones que llegaban diariamente. Fue entonces cuando comenzó el proceso de unificación de los tres ayuntamientos.

No obstante, para llevar a cabo este proyecto, se necesitaba un árbitro imparcial, alguien ajeno a los tres ayuntamientos que habían estado envueltos en tantas desavenencias y rivalidades durante ochenta años. Esa figura aglutinadora de ideas y personas sería Augusto González Besada, un destacado nativo de Galicia y apasionado defensor de la provincia de Pontevedra.

Las directrices proporcionadas por González Besada tuvieron un impacto inmediato en la región. El 4 de octubre del mismo año, se llevó a cabo la constitución de la Comisión Permanente, presidida por el regidor de Vilagarcía, Valeriano Deza. Esta comisión tenía la responsabilidad de coordinar y supervisar el cumplimiento de todos los procedimientos legales que cada municipio, ya sea individualmente o en conjunto, debía seguir para llevar a cabo la unión. El 1 de marzo de 1913, finalmente se materializó esta unión.

Con esta fusión se dejaron atrás los antiguos cotos y jurisdicciones, así como las desavenencias entre Carril y Vilagarcía, los intentos de separación de algunas parroquias y, lo que resultaba aún más relevante, la rivalidad entre las localidades vecinas, Villaronga, M. (1991).

A pesar de que la idea original era que el nuevo municipio se denominara Ciudad de Arosa, en marzo de ese mismo año, los encabezados de la correspondencia oficial se modificaron para utilizar el nombre Villagarcía de Arosa. Este nombre se adoptó definitivamente, probablemente teniendo en cuenta que, desde una perspectiva estrictamente legal, la unión de los tres municipios no fue una fusión en el sentido clásico, sino más bien una anexión de Carril y Vilaxoán al ayuntamiento de Vilagarcía.

De esta manera, nació la actual Vilagarcía de Arousa, que, según la prensa, los políticos y los empresarios, tenía un futuro prometedor.

Las relaciones fructíferas entre Carril, Vilaxoán y Vilagarcía, impulsadas por la donación de la Isla de Cortegada, continuaron en la década de 1910.

Las condiciones de su bahía, en la que los acorazados británicos anclan con comodidad, se complementan con las obras que se están llevando a cabo en su puerto, que se convertirán en uno de los mejores de Galicia. Además, la campiña circundante, que enmarca de manera espléndida la Ría de Arosa, constituye una región donde la belleza del paisaje se combina con la del mar, creando la imagen de un lago azul en el centro de una región ideal y onírica.

Estas ventajas y atractivos se convertirán a Vilagarcía no solo en un puerto comercial con un gran movimiento, sino también en una playa de moda que atraerá a veraneantes acaudalados para disfrutar del clima y el paisaje.

7.10 La aristocracia y el patrimonio palaciego en Vilagarcía

La relación entre la aristocracia, el poder, y Vilagarcía viene del Medievo y paulatinamente se va desarrollando hasta el siglo XX dejando vestigios arquitectónicos y sociales que determinan un importante y variado Patrimonio Arquitectónico y un modus vivendi que, adaptándose a las transformaciones sociales, ha condicionado el desarrollo de zonas de la ciudad. Son reflejo de ello:

EL PAZO DE A GOLPELLEIRA, Avda. de López Ballesteros 20 Arealonga (Santa Baia).

Sus raíces parecen encontrarse en una fortaleza medieval, experimentó una transformación significativa en su estructura arquitectónica a finales del siglo XIX, lo que le confirmó su característica forma actual, resultante de la acumulación de edificaciones de distintas épocas. A lo largo de su historia, A Golpelleira ha ejercido un dominio sobre una extensa área, como lo indica su presencia en antiguos planos como una "quinta".

Dentro del perímetro del actual Pazo da Golpelleira se encuentra un entorno que alberga una rica colección de elementos arquitectónicos distintivos y áreas naturales de gran relevancia paisajística. El pazo se destaca por su espacioso patio interior, así como por una extensa zona ajardinada que abarca aproximadamente 6.000 metros cuadrados. La edificación principal se encuentra rodeada por un majestuoso jardín de estilo francés, el cual alberga diversas variedades botánicas, flores y árboles, tanto autóctonas como exóticas. Este espacio exterior se enriquece con numerosos elementos románticos que confieren a la casa señorial un encanto particular, incluyendo un cenador, un estanque, un patio de armas, un cruceiro y un invernadero acristalado de estilo inglés, entre otros.
Entre los componentes notables de su estructura actual se incluye la capilla, consagrada a la virgen de Guadalupe de origen mexicano, la cual alberga un retablo con una representación de la virgen mencionada. Asimismo, en la capilla se encuentra una imagen de San Miguel proveniente de Trabanca, la cual es procesionada por los habitantes de la zona cada 29 de septiembre.

En la actualidad, A Golpelleira se erige como una opulenta residencia que sirve como escenario para una amplia variedad de eventos.

El pazo de A Golpelleira no solo posee un alto valor desde el punto de vista artístico, sino también un valor histórico y documental significativo.
Por varias generaciones, este pazo ha estado en posesión de la familia López Ballesteros, que ha mantenido una estrecha relación con la Corte.
Uno de sus antepasados, Luis López Ballesteros, complementó un papel fundamental no solo en la historia de Vilagarcía, sino en la de toda España.
En el contexto de Vilagarcía, organizó el primer levantamiento popular en Galicia contra la invasión francesa en 1808, instalando en el mismo Pazo el centro de operaciones de las fuerzas aliadas, y peleó desde las cortes de Cádiz por la creación del ayuntamiento de Vilagarcía de Arousa.
A nivel nacional, llegó a ser ministro de Hacienda durante el período de 1823 a 1832, y se le atribuye la creación de la Bolsa de Madrid, el Código de Comercio, la Inspección Fiscal de Aduanas y el Banco Español de San Fernando. Por este motivo, se le considera el fundador de la moderna Hacienda española.

Además del legado de Luis López Ballesteros, se suma la influencia de su hijo, Diego López Ballesteros, quien ocupó cargos como presidente del Congreso y ministro de Ultramar.
Asimismo, su nieto, Salvador Quiroga y López Ballesteros, nombrado ministro de la Gobernación durante el reinado de Alfonso XIII, fue delegado regio en el proceso de cesión de la isla de Cortegada al monarca.

Ilustración 26. Extraído 20-04-2024 de https://www.osalnes.com/es/descubre/visitas/arquitectura-civil-pazos/pazo-da-golpelleira.html

EL PAZO O RIAL, Av. de Vilanova 117.

Es un notable ejemplo de la arquitectura de pazos gallegos, que florecieron en los siglos XVII y XIX.
La construcción de pazos, con su estructura de planta rectangular y torres flanqueantes, se caracteriza por combinar elementos prácticos con elementos decorativos, logrando un equilibrio estético.

El Pazo O Rial representa un valioso ejemplo de este estilo arquitectónico, y su ubicación en una colina le permite dominar su entorno y ofrecer vistas panorámicas, en su momento de control de los terrenos de los propietarios.
Construido a finales del siglo XVII por encargo de Juan Antonio Mariño de Lobeira, fue erigido en el lugar donde antes se alzaba la fortaleza de Lobeira, que sufrió graves daños durante un conflicto bélico y se encontraba en un estado de deterioro irreparable. Para la edificación del Pazo O Rial se emplearon las piedras de la antigua fortaleza, lo que le confiere un carácter histórico y noble.

El edificio, de estilo barroco, destaca por su majestuosidad, con un cuerpo central enmarcado por dos torres, creando una simetría y equilibrio visual. Cerca de la torre izquierda se encuentra la capilla, un elemento que interrumpe la armonía de la fachada. Además, se pueden apreciar elementos decorativos como balcones, almenas, gárgolas, grandes chimeneas y un hórreo, que realzan su aspecto señorial. El conjunto se enriquece con escudos de armas de diversas familias nobles, como los Sarmiento, Ozores, Sotomayor, y, por supuesto, los Mariño de Lobeira, con su característico escudo que presenta una sirena, ondas, lobos y una estrella.

Ha sido restaurado y adaptado como un hotel de lujo, conservando su estructura original. Su historia se remonta al siglo XVII y, después de décadas de abandono, fue restaurado en la década de 1970 y transformado en un establecimiento hostelero en 1984. A lo largo de los años, se han realizado mejoras en el hotel para satisfacer las necesidades de los visitantes, manteniendo su encanto barroco original. El edificio, declarado Bien de Interés Cultural con la Categoría de Hotel-Monumento Histórico Artístico, se destaca como uno de los pazos más emblemáticos de Galicia, contribuyendo a la preservación del patrimonio artístico de la región.

EL PAZO DE RUBIÁNS, Rúa Pazo 7.

Una joya del patrimonio histórico de la villa constituye un testimonio valioso de la arquitectura y jardinería de la región. Situado en las proximidades del casco urbano, aproximadamente a 3 kilómetros de distancia, este edificio, que data del siglo XV, presenta una historia rica y una estampa arquitectónica única.

Cuenta con una historia que abarca más de seis siglos. La construcción original fue erguida como una torre que servía como residencia para la familia García Caamaño en 1411. Sin embargo, a lo largo de dos siglos, sufre algunas reformas significativas. Reconstruido aproximadamente tres siglos después por D. Jacobo Ozores, este edificio ha mantenido una presencia constante en la región y ha experimentado notables transformaciones a lo largo de su historia A pesar de las modificaciones realizadas, algunos componentes de la estructura original, como la bodega y las caballerizas, han perdurado a lo largo del tiempo.

El edificio, de planta rectangular, se distingue por elementos ornamentales como los escudos y gárgolas que adornan sus muros y cornisas. Resulta notorio que la influencia del arquitecto responsable de la obra, de origen francés, le confiere una apariencia que recuerda más a un castillo galo que a un típico pazo gallego. En cuanto a su interior, prevalece el estilo característico del Romanticismo, que añade una capa de esplendor al conjunto arquitectónico.

Sin embargo, el atributo más destacado del Pazo de Rubiáns son sus impresionantes jardines, un conjunto de gran relevancia botánica y belleza inigualable, lo que ha llevado a su distinción como Jardín de Excelencia Internacional. Estos jardines albergan una abundante variedad de especies, incluyendo cedros, magnolias, frescos y una imponente secuoya que se alza a 42 metros de altura. La verdadera estrella de los jardines es la camelia, que adorna el paisaje con su espléndida floración.

Además, el cultivo de la vid ha sido parte integral de esta finca desde sus orígenes, con evidencia de la elaboración artesanal de vinos en un lagar del siglo XV. A lo largo de los años, el viñedo de la finca experimentó un declive gradual, pero en la década de 1990, D. Gonzalo Ozores de Urcola, el decimoctavo Señor de la Casa de Rubiáns, revivió la tradición vitivinícola al plantar 6 hectáreas de viñedos, una expansión que ha llevado la propiedad a contar con un total de 25 hectáreas de viñedos en la actualidad. Este espacio se puede visitar en su totalidad, tanto el palacio como los jardines y los viñedos, a través de visitas guiadas que culminan en las bodegas, donde se ofrece una degustación de albariño acompañada de queso o empanada de zamburiñas.
La calidad excepcional de la tierra, caracterizada por su suelo poco profundo de origen granítico, dispuesto en laderas de pendiente media y orientación suroeste, ha hecho que los viñedos de Rubiáns sean propicios para el cultivo de la uva albariño.

Los jardines del Pazo de Rubiáns, que cuentan con más de 4.500 ejemplares de camelias y una variedad de especies botánicas, son un testamento a la pasión por la jardinería transmitida de generación en generación. Estos jardines datan de finales del siglo XVII y han sido continuamente ampliados y mejorados durante los siglos XVIII y XIX. Presentan parterres inspirados en el estilo francés, así como ejemplares notables de eucaliptos, robles, coníferas, palmeras y una rica colección de camelias. El jardín es especialmente famoso por las más de ochocientas variedades de camelias que florecen en invierno, lo que lo convierte en un tesoro

botánico sin parangón en Europa, que ha sido distinguido como un Jardín de Excelencia Internacional de la Camelia.

Dña. Dolores Urcola Zuloaga, conocida como La Marquesa, apoyó un papel crucial en la conservación de los jardines durante gran parte del siglo XX. Su dedicación a la botánica y su amor por las camelias dejaron una huella imborrable en este jardín centenario. A su vez, Dña. Paloma Rey Fernández-Latorre, actual Señora de Rubiáns y Marquesa de Aranda, viuda de Don Gonzalo Ozores de Urcola, ha continuado el legado de su predecesora. Durante más de tres décadas, ha trabajado incansablemente para preservar y revitalizar la propiedad, convirtiéndola en un referente en Galicia en los ámbitos botánico, arquitectónico y vitivinícola.

EL PAZO Y CONVENTO DE VISTA ALEGRE, Rúa Vista Alegre 1.

Es un valioso componente del patrimonio histórico del municipio de Vilagarcía de Arousa que se fundó gracias a la Carta Puebla otorgada por el cardenal de Compostela García de Caamaño Mendoza de Soutomaior en el año 1461. Ubicado en el corazón del casco urbano de la localidad, este edificio, que data del siglo XVI, encarna una destacada expresión de la arquitectura civil gallega. García de Caamaño inició su residencia en la zona y, más adelante, se produjo la construcción del pazo fue encargada por Rodrigo de Mendoza, abad de Teverga y capellán del emperador Carlos I, cuando su hijo fundó un mayorazgo que unió las propiedades de Vista Alegre, Barrantes y Rubiáns. Además, la familia adquirió el castro de Vista Alegre y los derechos del señorío de Vilagarcía.

La construcción original del Pazo de Vista Alegre es renacentista y se caracteriza por su sencillez decorativa. En términos arquitectónicos, el edificio presenta una marcada sencillez característica de la arquitectura civil gallega Se cree que originalmente contaba con dos torres almenadas flanqueando su cuerpo central, aunque una de ellas fue trasladada posteriormente al nuevo edificio del convento.

Junto al pazo, se encuentra un convento de monjas agustinas que data del siglo XVII. Ambos edificios están unidos por un arco de gran tamaño. La iglesia del convento, con un estilo neoclasicista, consta de una única nave rectangular y tres capillas en los laterales. La iglesia del convento, conocida como la iglesia de San Cristóbal, presenta un estilo clasicista propio de la primera mitad del siglo XVII. En su interior se conservan valiosos tapices y pinturas flamencas e italianas del siglo XVII, lo cual refleja que ha vivido tiempos de esplendor.

A lo largo de su evolución histórica, el Pazo experimentó una serie de ampliaciones y añadidos en armonía con la magnificencia del edificio principal y su extenso jardín que se abría directamente hacia el mar.
La extensión de una hectárea y media de jardín constituye otro de los tesoros naturales que se distinguen en su plenitud desde las almenas de la torre del Pazo. Dentro de este jardín se encuentran variadas especies arbóreas y vegetales, entre las que destacan tilos, cipreses, acacias, bambúes e incluso una araucaria que proviene directamente del Pazo do Castriño. La porción posterior del jardín se orienta hacia la zona portuaria, un espacio que antiguamente albergaba una playa y que en conjunto era reconocido como A Hortiña.
Es importante mencionar que en el siglo XIX, esta zona ostentaba un carácter distinguido para el turismo, ya que la playa se extendía justo hasta esta ubicación. Sin embargo, en la actualidad, el

cruceiro situado en las inmediaciones de la muralla apenas ofrece visión del mar, debido a las transformaciones en el entorno portuario.
Joaquín Sorolla, el eminente pintor del siglo pasado, expresó en su momento que en su paleta de colores no disponía de suficientes tonos de verde para captar la riqueza de los paisajes gallegos. No obstante, este destacado artista encontró inspiración en los jardines y la finca del Pazo de Vista Alegre en el año 1915 para dar vida a una de sus obras más icónicas y célebres, titulada "La romería", la cual actualmente se encuentra en exhibición en la Sociedad Hispánica de Nueva York.
En la pintura de Joaquín Sorolla, enmarcada por la belleza del Pazo, se vislumbra al fondo la presencia de la isla de Cortegada, así como la representación de varias vacas que, en su momento, probablemente estaban ligadas a un carro que todavía se conserva en la actualidad dentro de un edificio anexo ubicado en el corazón del jardín del Pazo.

Algunos de estos elementos vinculados a Vista Alegre incluyen una imponente muralla perimetral de considerables dimensiones y un puente de piedra que establecía una conexión directa con la iglesia parroquial de Santa Eulalia. Estos elementos reflejan la expansión y consolidación del conjunto del Pazo, así como su relación con la comunidad circundante.

Este edificio ha sido distinguido como Monumento Histórico-Artístico, aunque a lo largo de los siglos ha experimentado modificaciones debido a reformas y ampliaciones, asumiendo un estilo barroco que se mantiene en la actualidad. A pesar de estos cambios, ha conservado elementos importantes de su estructura original, incluyendo los escudos y ornamentos que adornan su fachada, entre los que destaca el escudo del primer Marqués de Villagarcía, además de los escudos de armas de las familias que lo habitaron, como los Caamaño, Mendoza y Soutomaior, así como los símbolos arzobispales de Andrade. También perduran las torres con almenas, así como dos chimeneas, una de forma circular y la otra rectangular.

El pazo fue la sede del viceconsulado británico en el siglo XX, residencia del cónsul inglés Cameron Walker y, posteriormente, pasó a manos de un rico indiano llamado Andrés Fernández. En la década de 1920, el pazo pasó a ser propiedad de sus antiguos dueños, los marqueses de Vilagarcía.

En la actualidad el pazo se encuentra en manos privadas y no es accesible al público.

EL PAZO DE SOBRÁN, Rúa Sobran 43.

Es una construcción histórica que tiene sus orígenes en el siglo XV. Su fundación se atribuye a Suero Gómez de Soutomaior, una. A principios del siglo XVI, Suero Gómez de Sotomayor, destacada figura de la nobleza local y hermano del fundador de Vilaxoán, Xoán Mariño, decidió construir una fortificación en Sobrán utilizando las piedras del antiguo monasterio de Cálogo en Vilanova.

El siglo XV fue un período tumultuoso en Galicia, con tensiones crecientes entre los campesinos y los grandes señores que representaban el poder real. Las revueltas Irmandiñas, que buscaban resistir la creciente presión fiscal impuesta sobre los campesinos, llevaron a la destrucción de muchas fortalezas y torres, incluida la torre de Sobrán.

El Pazo de Sobrán se construyó sobre las ruinas de la torre medieval. La torre había sido almenada y cubierta de teja, siguiendo el estilo de muchas construcciones costeras en la región.

El diseño del pazo se caracteriza por un gran caserón flanqueado por dos torres y dependencias que se proyectan hacia atrás, creando un patio interior y siguiendo la característica forma de "U" que se encuentra en muchos pazos gallegos. Lo que distingue a Sobrán de otros pazos gallegos es su carácter defensivo y militar, que resultó en una riqueza ornamental más sobria en comparación con otros edificios de su tipo.

A la derecha del Pazo se encuentra la Iglesia parroquial de San Martín, que data del siglo XII. De estilo románico, se ha conservado en excelente estado y se considera un referente en el estilo románico gallego. Dentro de la iglesia, se pueden apreciar sepulcros pertenecientes a los señores de la Casa de Sotomayor, que fueron patrones de la iglesia. Uno de los sepulcros más notables es el de Juan Mariño de Sotomayor, hermano de Suero Gómez de Sotomayor, que se encuentra en el muro norte de la nave. Este sepulcro muestra una figura yacente con vestimenta episcopal y mitra, sosteniendo un libro en las manos sobre el pecho. En frente de la urna sepulcral, hay una inscripción en letras góticas que identifican a Juan Mariño de Sotomayor y tres escudos de armas de la familia.
Este sepulcro ha sido objeto de estudio por parte de historiadores del arte y se ha comparado con otros sepulcros de dignidades eclesiásticas en Galicia, lo que destaca su importancia artística e histórica
A lo largo de su historia, el Pazo de Sobrán cambió de propietarios varias veces, siendo propiedad de familias destacadas como los condes de Maceda y los Castelar. En un momento, los últimos propietarios del pazo regentaron un conocido restaurante en el edificio, llamado El Lagar, que en la actualidad se encuentra cerrado.

PAZO DE PARDIÑAS, Rúa Pardiñas.

También conocido como Casa-Torre de los Pardiñas Villardefrancos, es una edificación histórica ubicada en Vilaxoán, Pontevedra, Galicia. Data del siglo XVI, representa un ejemplo destacado de la arquitectura tradicional gallega de esa época.

La construcción consta de una planta rectangular con dos niveles y una torre cuadrada de tres alturas. Originalmente, fue erigido por Juan Daval y María Pérez de Leiro, quienes también fundaron el convento de Cambados. Posteriormente, el pazo pasó a ser propiedad de los marqueses de Casa Pardiñas, adoptando su nombre actual.

A diferencia de otros pazos de la región que tenían un enfoque más agrícola y productivo, fue diseñado principalmente como una residencia, lo que se refleja en la ausencia de elementos como hórreos o lagares. La edificación se encuentra dentro del núcleo urbano de Vilaxoán, rodeada de calles, y su presencia destaca en el entorno debido a su torre principal y las enormes balconadas que se extienden sobre canzorros.

El jardín que rodea el pazo está dividido en dos zonas. Una de ellas es un área verde de aproximadamente 300 m2 con una variedad de árboles y características adicionales, como una fuente y un cruceiro. La segunda zona verde, al otro lado de la calle Pardiñas, comprende alrededor de 1.000 m2 y cuenta con árboles centenarios y diversas especies de flores.

La orientación del pazo es excelente, con la fachada principal orientada hacia el este, lo que permite una exposición directa a la luz de la mañana. La fachada posterior y el jardín, con orientación oeste, disfrutan de la luz de la tarde. Las fachadas del edificio y los muros del jardín están construidos con sillares de piedra, lo que aporta un carácter distintivo a la propiedad.

A lo largo de su historia cambió de manos varias veces, siendo propiedad de diferentes generaciones de la familia Pardiñas y experimentando algunas modificaciones, como la incorporación de terrenos que ahora forman parte del jardín de la propiedad. Finalmente, en 1938, los abuelos de los actuales propietarios adquirieron el pazo y decidieron trasladar allí su vivienda familiar.

PAZO DE SAN ANTONIÑO DO POUSADOIRO, Cea.

El Pazo de San Antoniño do Pousadoiro, construido en el siglo XVIII, más específicamente en el año 1766, constituye un notable ejemplo de la arquitectura señorial gallega. Esta propiedad se asienta en un extenso terreno de aproximadamente 10.200 metros cuadrados, en el cual se encuentran diversos elementos característicos de las casas nobles gallegas, como una capilla, un cruceiro, un hórreo, cobertizos, y una torre, entre otros.

Ubicado en una elevación con vistas panorámicas a la ría de Arousa, es considerado un elemento patrimonial de interés, y forma parte del inventario de bienes a conservar del Concello de Vilagarcía. Cuenta con medidas de protección patrimonial. La edificación, los jardines, el muro y otros elementos tienen diferentes grados de protección legal. Para los jardines, muros y edificios, se dispone de una protección de grado 7, permitiendo ciertas modificaciones siempre que se mantenga el espíritu del lugar. La capilla cuenta con protección estructural, mientras que el hórreo tiene protección integral

A pesar de su relevancia histórica y arquitectónica, ha sufrido un marcado deterioro en los últimos tiempos. La estructura principal del edificio presenta graves daños estructurales que representan un riesgo significativo para su estabilidad. El acceso al edificio principal se encuentra obstruido por maleza, lo que dificulta su visita, y las ventanas presentan daños significativos. En el interior, las habitaciones han sufrido importantes daños en el suelo y el techo, mientras que las escaleras son prácticamente inaccesibles. Se pueden encontrar restos de botellas, aluminio y otros desperdicios, indicativos de intrusiones ocasionales en el inmueble.

Además, elementos como el hórreo, que goza de una protección integral, están en peligro de desaparición, ha perdido parte de su cubierta y se encuentra apuntalado para evitar un colapso total.

La capilla dedicada a San Antoniño do Pousadoiro es uno de los elementos mejor conservados, gracias a la atención brindada por los vecinos del lugar. Sin embargo, en 2010 robaron las campanas de bronce.

La historia del pazo revela una serie de cambios de propietario a lo largo del tiempo. En un momento, se planteó un proyecto para convertir la propiedad en un hotel, pero finalmente no se llevó a cabo. Actualmente, el pazo está a la venta por un valor de 1,1 millones de euros.

PAZO DE RÚA NOVA, Rúa Maceiras 29.

Es un monumento histórico situado en la línea divisoria en la confluencia de las parroquias de Sobrán (Vilagarcía) y András (Vilanova) declarado Monumento Histórico Artístico. Siguiendo un patrón común a muchos pazos, la estructura tiene sus raíces en los restos de una antigua fortaleza. Su construcción se inició en el siglo XVI, pero alcanzó su forma actual a mediados del siglo XVIII, cuando Miguel de Inclán y Rosa Malvido fundaron una capilla dedicada a San Miguel y establecieron un mayorazgo en la Casa-Torre de Rúa Nova. Este edificio guarda una estrecha relación con la familia Valle-Inclán, ya que la Casa-Torre de Rúa Nova fue el hogar del matrimonio, antepasados del renombrado dramaturgo español, Ramón María del Valle-Inclán. Está profundamente ligado a su vida y obra.

De estilo barroco, cuenta con cuatro cuerpos diferenciados unidos entre sí, una torre y una capilla. Presenta una planta en forma de L, característica de la arquitectura pacega, y está íntimamente fusionado con la construcción de una capilla que forma parte del terreno. Además, cuenta con un jardín interior que, en el pasado, fue elogiado como uno de los mejores jardines románticos de España famoso por su romanticismo, la presencia de una fuente y estatuas en piedra que representaban a los fundadores del pazo: él vestido con un traje diplomático y ella tocando un instrumento musical.

Siguiendo un patrón común a muchos pazos, la estructura tiene sus raíces en los restos de una antigua fortaleza. El pazo se inicia en el lado izquierdo con un imponente portalón almenado que da acceso al jardín ya la escalera de la torre. Después del portalón, se encuentra la Casa-Torre, que constituye el núcleo central del pazo. En sintonía con otros pazos, como el de Pardiñas en Vilaxoán, se optó por incorporar un amplio balcón de piedra con barandas de hierro forjado que se sostiene mediante robustas ménsulas.
Sin embargo, una particularidad de Rúa Nova es su capilla, que no es una estructura independiente, sino que se integra perfectamente en el conjunto arquitectónico y comparte la misma cubierta que el resto del pazo.

Esta capilla, que incluye una puerta de arco de medio punto, culmina con una espadaña, y entre ambas se sitúa una hornacina que alberga la imagen de San Miguel. La capilla, con restos de policromía, muestra una representación de San Miguel venciendo al diablo. Es muy probable que el autor Ramón del Valle-Inclán, quien habitó en numerosas ocasiones el pazo familiar, se inspire en esta capilla y sus alrededores para escribir su obra Romance de lobos.
Tras la capilla, un tercer cuerpo habitacional completa la estructura del pazo, aunque en la actualidad se encuentra en un estado considerablemente deteriorado.
El pazo se extiende a lo largo de una fachada a lo largo de un camino aldeano, que Valle-Inclán solía describir en sus escritos. En las inmediaciones del pazo, se encuentra un crucero con un importante basamento cuadrado.

EL PAZO DO CASTRIÑO, una histórica casa solariega, Rúa Valle Inclán 23.

Se erige como un lugar de gran interés arquitectónico y paisajístico. La historia de este edificio histórico se remonta al inicio del siglo XX, cuando fue erigido por los duques de Terranova como su residencia de verano en las inmediaciones de la ría de Arousa. A lo largo de los años ha mantenido su esencia y su relevancia, convirtiéndose en un símbolo del pasado señorial de Galicia. La propiedad ha conservado no solo su estructura original, sino también las historias y vivencias de sus ilustres antiguos propietarios.

Desde su origen en el siglo XX, esta propiedad ha experimentado una notable transformación y en la actualidad sirve como escenario para diversos eventos bajo la dirección culinaria del equipo liderado por Pepe Solla, reconocido con una estrella Michelin. Situado en un entorno privilegiado en el centro urbano, se caracteriza por su belleza arquitectónica y su entorno natural compuesto por un impresionante bosque y jardín botánico.

Un incendio en la década de los años 80 afectó considerablemente a la propiedad, dejando únicamente la estructura del edificio y los espacios verdes circundantes. El fuego destruyó el valioso patrimonio artístico e histórico que los duques de Terranova habían atesorado durante años. Aunque este episodio supuso un triste hito en la historia del pazo, la propiedad ha resurgido como un caso ejemplar de conservación patrimonial, manteniendo su estructura original y adaptándose a las necesidades de la celebración de eventos en la actualidad.
El Pazo do Castriño ofrece en la actualidad instalaciones renovadas que contribuyen a mejorar la calidad y los servicios ofrecidos. Entre las características más destacadas se encuentra un salón acristalado con capacidad para albergar hasta 300 personas, servicios de aparcamiento para los clientes, una piscina y una zona chill-out circundante. Además, se brinda un servicio integral de organización de eventos, lo que lo convierte en un lugar versátil para la realización de bodas y otros eventos, como bautizos, comuniones y veladas de empresa.

El entorno que lo rodea cuenta con el Jardín botánico Enrique Valdés Bermejo, también conocido como Parque do Castriño, que fue creado por estos nobles en sus terrenos privados. Este espacio natural es parte integral de la historia de Vilagarcía y ofrece un entorno educativo y medioambiental para actividades al aire libre. Este pequeño bosque semiurbano alberga árboles catalogados como únicos en el archivo del Centro Forestal de Lourizán. Su riqueza botánica es sorprendentemente superior a la de otros parques de la ciudad.

El área donde se encuentra, a Comboa, fue en tiempos anteriores una zona costera con mansiones lujosas, que albergaba a familias adineradas y tenía sus propios embarcaderos. La construcción del gran puerto comercial de Vilagarcía en 1915 y la creación de la carretera a Vilaxoán transformaron la zona. Las antiguas mansiones, incluida la del Pazo do Castriño, cayeron en decadencia y fueron eventualmente abandonadas.

En la recta final del siglo XIX y principios del XX, varios aristócratas, incluida la duquesa de Medina de las Torres y el duque de Terranova, Lisardo Barreiro, Martín Gómez Pinillos, e influyentes familias locales como los Calderón y los González Garra, construyeron grandes mansiones veraniegas en el extremo Sur de la bahía, convirtiendo A Comboa en un bario histórico. En el presente, la mayoría de las mansiones situadas en este sector se encuentran en un estado avanzado de deterioro y ruina. No obstante, aún subsisten algunas casonas y pazos que han resistido el paso del tiempo. Estas edificaciones históricas atestiguan la relevancia de este enclave en la historia y sociedad de la ciudad.

PALACIO DUQUES TERRANOVA

La duquesa de Medina de las Torres, descendiente del Conde Duque de Olivares, María Eulalia Osorio de Moscoso y Carvajal, hija de don Vicente Pío Osorio de Moscoso y Ponce de León, Conde de Altamira, contrajo matrimonio con su tío Fernando Ossorio de Moscoso y Fernández de Córdoba, intitulado a sí mismo como Duque de Terranova, el 4 de agosto de 1849 en La Granja de San Ildefonso. El 22 de Julio de 1893, durante el reinado de Alfonso XIII de España, la dignidad fue rehabilitada como título del Reino de España, con Grandeza por Real Carta de confirmación de 22 de julio de 1893.

Su palacio familiar y residencia en Madrid era el Palacio de la Duquesa de Medina de las Torres, que se encuentra en el n. º 23 del Paseo de Recoletos, esquina con la calle del Almirante número 29 de la ciudad de Madrid (España). Construido entre 1881 y 1884, por el arquitecto Agustín Ortiz de Villajos, es una construcción a mitad de camino entre un palacio urbano y un edificio de viviendas. Se sitúa adyacente al Palacio del Duque de Elduayen, con el que guarda cierta semejanza. Su edificación se realiza sobre parte del solar que ocupaba el Circo Price. Con cuatro plantas y un semisótano, el edificio mantiene un cuerpo central y dos cuerpos sobresalientes flanqueándolo en las esquinas, con decoraciones verticales y horizontales en estuco y machones de ladrillo. En 1910, por iniciativa de su propietaria y quizá para distinguirlo del edificio adyacente, de similares proporciones, añadiéndosele dos torreones en los cuerpos de las esquinas, que le otorgan al palacio un aire más señorial y monumental. Fue remodelado por Enrique Simonet Castro, hijo del pintor Enrique Simonet Lombardo, entre 1932 y 1940. Fue vendido en 1986 a la Fundación Mapfre, y en la actualidad ocupa el Espacio Miró de dicha Fundación. La segunda y tercera reformas tienen lugar una vez adquirido el palacio por la Fundación Mapfre, en los años 1990, 1992 y 1995 por los arquitectos Enrique de León García e Íñigo Ortiz Díez de Tortosa.

La estirpe familiar se prolonga, prolongando las relaciones aristocráticas con la ciudad, con:

- Alfonso Osorio de Moscoso y Osorio de Moscoso (1857-1901), II duque de Terranova, XV duque de Soma se casó con María Isabel López y Jiménez de Embúm, III baronesa de la Joyosa, Dama de la Reina Victoria Eugenia de Battenberg.
- María Rafaela Osorio de Moscoso y López de Ansó (1893-1985), III Duquesa de Terranova, XIV marquesa de Poza, VII condesa de Garcíez, se casó con Antonio de la Cierva y Lewita, II conde de Ballobar, gentilhombre grande de España con ejercicio y servidumbre del rey Alfonso XIII.

La Casa de los Duques de Medina de las Torres, erigida entre 1881 y 1882, en el territorio del antiguo municipio de Vilaxoán, posee una rica historia y una impresionante estructura

arquitectónica que ha perdurado a lo largo de los años. A pesar de permanecer deshabitada durante décadas, su estructura se ha mantenido en gran parte intacta, aunque muestra signos evidentes de deterioro en su exterior. Rodeando el inmueble se extiende una extensa parcela que en su día albergó un jardín. En tiempos pasados, la playa de A Comboa llegaba hasta sus límites y la duquesa de Medina de las Torres también logró la construcción de un espigón de 142 metros de longitud, conocido como el espigón de la duquesa. En 1903, el yate Giralda atracó en este espigón con una distinguida comitiva encabezada por el rey Alfonso XIII, Viana, V. (1997).

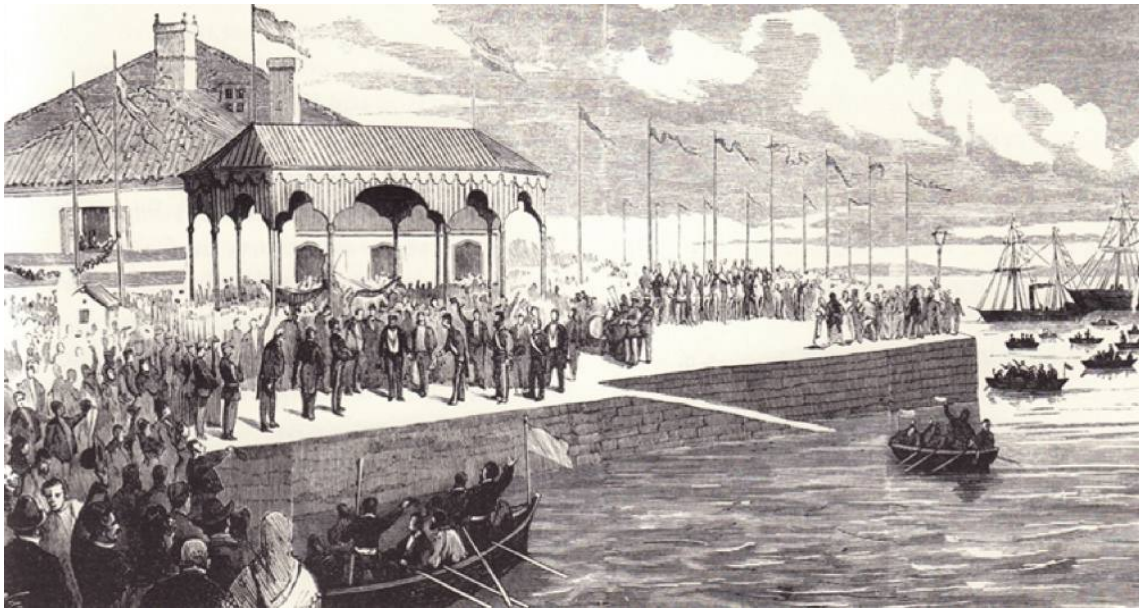


Ilustración 27. Imagen visita Alfonso XIII a la ciudad. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

El edificio, que posee dimensiones de 23 por 22,60 metros, exhibe un estilo arquitectónico ecléctico, enriquecido con toques renacentistas, pero generalmente austero en su diseño. Su planta se asemeja a un cuadrado y consta de cuatro plantas, ocupando una parcela de 37.000 metros cuadrados. La disposición interior se caracteriza por una escalera central de 170 centímetros de ancho con peldaños de baja altura, construida en madera de pinotea, así como otra escalera destinada al servicio. La iluminación de los espacios se logra a través de un gran lucernario que proporciona luz natural tanto a la escalera central como a la escalera de servicio. Los salones y habitaciones están distribuidos alrededor de estas dos áreas. La organización interna se repite en las cuatro plantas. Todas las plantas cuentan con chimeneas y cocinas, y un total de 144 ventanas iluminan los espacios interiores. El edificio está revestido con sólidas paredes de sillería de 80 centímetros de espesor y dos muros maestros con una distancia de 7,5 metros, sobre los cuales se encastran vigas de madera que han resistido el paso del tiempo de manera admirable. El piso de madera en su interior se encuentra en un estado de conservación impecable.

Al atravesar la puerta principal, se observa un pórtico con cuatro paños y una gran vidriera con divisiones de plomo. Este pórtico conduce a la escalera, donde se encuentra una lámpara de araña de hierro forjado. Uno de los elementos más distintivos del palacio es su galería, que en la actualidad muestra signos de óxido en el hierro forjado y vidrios rotos. Fotografías históricas revelan que debajo de la balaustrada inferior había un muro que quedó sepultado por los

rellenos de la explanada portuaria. El palacio incluye una capilla situada entre la segunda y tercera planta, con un hermoso techo encajonado en madera. El retablo se encuentra en óptimas condiciones de conservación y está catalogado con protección integral.

El jardín que rodea el edificio cuenta con una variedad de árboles, como una secuoya gigante, robles americanos y magnolios de gran porte. Lo cruza un riachuelo serpenteante que genera espacios de recogimiento y frescura. En un tiempo albergaba un gran invernadero que servía como área de merendero. Sin embargo, en la actualidad, el jardín de trazados geométricos se encuentra cubierto de maleza. Existen documentos históricos que permiten reconstruir sus trazados.

En 2003, el casero abandonó la propiedad. Durante una década, el acceso al interior del edificio ha estado restringido, siendo explorado clandestinamente por jóvenes principalmente.

Este edificio fue testigo de la presencia de los reyes Alfonso XII y Alfonso XIII en diferentes ocasiones, y en el contexto de la historia de esta casa, destaca un intento de la nobleza y los terratenientes de la provincia de Pontevedra de regalar un terreno cercano, la isla de Cortegada, al rey Alfonso XIII con la intención de que construyera un palacio de verano en la zona. Aunque el regalo se concretó, el propósito no se materializó, Paulos, J. (2017).

Estado de conservación: El estado de conservación de la propiedad ha experimentado una degradación progresiva. El jardín y los alrededores se encuentran cubiertos de maleza.

Ilustración 28.Imagen propia actual de Pazo Duques Terranova

Ilustración 29. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Ilustración 30. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

CASA DEL LAGO

Justo frente a la imponente mansión de los Duques de Terranova se erige la notable Casa del Lago, también conocida como Villa Milagros, dotada de una presencia que evoca la elegancia de las residencias de la época victoriana. Aunque en realidad son dos construcciones, solo se divisa una desde la perspectiva. La finca cuenta con un lago navegable.

Ubicada en la parroquia de Sobradelo, en la zona de Vilaboa, cerca del puerto y dentro del municipio de Vilagarcía de Arousa, La Casa del Lago se encuentra estratégicamente situada entre la Casa de los Duques de Terranova y la Casa Calderón. La adquisición de esta residencia se remonta al principio del siglo pasado, siendo sometida a una reforma entre los años 1919 y 1920, período en el que se añadieron las galerías que la caracterizan en la actualidad. Como sucede con las demás casas de la zona, el mar llegaba prácticamente hasta la puerta antes de que se trazara la carretera que une Vilagarcía con Vilaxoán.

Conocida hoy en día como La Casa del Lago, esta propiedad pertenece actualmente a los herederos de la Familia González Garra. Su fundador, Wenceslao González Garra, nacido en 1888, fue una figura destacada en el ámbito empresarial y político a nivel nacional, siendo uno de los vilagarcianos más prominentes de su época. Apasionado del mar, parte de sus negocios estaban vinculados a este elemento, llegando a ser propietario de un mercante en 1920.

Además de su relevancia en el ámbito empresarial, Wenceslao también desempeñó un papel significativo en la política, siendo diputado en el año 1922. Asimismo, fue propietario del Salto Eléctrico del Tambre, precursor de la actual empresa Fenosa. Se le atribuye también la iniciativa del proyecto de Ensanche de Vilagarcía, gracias a su relación con su amigo, el prestigioso arquitecto gallego Antonio Palacios (1874-1945), discípulo de Velázquez Bosco. Los planos de este proyecto se encuentran exhibidos en la Casa Consistorial de Ravella.

El 4 de agosto de 1920, Wenceslao fue proclamado Hijo Predilecto de Vilagarcía en reconocimiento a su contribución económica durante la epidemia de gripe de 1918, así como por su generosa donación de 10.000 pesetas destinadas a edificios municipales. Su legado perdura tanto en la arquitectura de La Casa del Lago como en el desarrollo y progreso de Vilagarcía de Arousa.

Ilustración 31. Extraído 20-11-2023 de https://www.elespanol.com/treintayseis/articulos/cultura/del-lujo-a-la-ruina-el-declive-de-las-mansiones-historicas-de-vilagarcia-de-arousa

Ilustración 32. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Ilustración 33. Extraído 20-04-2024 de xardinshistoricos.bogspot

CASA DEZA

Situada en una posición de privilegio entre los renombrados jardines de Enrique Valdés Bermejo y el Pazo-Convento de Vista Alegre, la residencia de la familia Deza emerge como un destacado ejemplo del deterioro patrimonial que afecta al municipio de Arousa. Este imponente edificio, distribuido en varias plantas, conserva en su actual estado de degradación un semblante que evoca su distinguido pasado aristocrático.

La fachada de la propiedad, visible desde la calle de Vista Alegre, exhibe un aspecto decadente, caracterizado por la presencia de barricadas que la cierran herméticamente debido a la ocupación ilegal, así como por grafitis y evidentes huellas de los incendios que han azotado el

inmueble en múltiples ocasiones. Esta desoladora imagen es un fiel testimonio de los desafíos que enfrenta la conservación del patrimonio arquitectónico en la región, resaltando la necesidad urgente de intervención y restauración para preservar su valor histórico y cultural.

Ilustración 34. Imagen propia. Casa Deza.

7.11 El barrio de la Prosperidad

Los arrabales de Vilagarcía, en un corto lapso de tiempo, experimentaron una notable transformación y se convirtieron en un símbolo que representaba las aspiraciones de toda la población de Vilagarcía. El nombre por sí solo, el barrio de la prosperidad, indica su estatus y significado en la época. Este barrio albergó las mansiones de las familias más acaudaladas de la ciudad y se convirtió en el epicentro de la moda y el lujo de la era. Su ubicación en la carretera Chapa Carril, frente a la playa de la Concha, y su proximidad a la estación de ferrocarril, lo situaron estratégicamente entre las localidades de Carril y Vilagarcía. La configuración arquitectónica distintiva del barrio de la prosperidad no se desarrolló hasta finales del siglo XIX.

Ilustración 35. Vista de la playa en el desarrollo inicial del barrio de la Prosperidad. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Anteriormente, el núcleo urbano de la antigua Área Longa concluía en lo que hoy se conoce como el cruce de O Ramal. Más allá de este punto, se extendía lo que en ese momento se denominaba el Barrio de la Arena, una zona prácticamente deshabitada con escasas edificaciones, donde desembocaban dos arroyos: el de Pereira y el de Mulatas. Esta área era denominada Entrerríos. En la década de 1860, se produjeron cambios significativos, como la construcción de una carretera que conectaba Chapa en Silleda con Carril. La inauguración del primer ferrocarril de Galicia en 1873 también impulsó el desarrollo urbano a lo largo de la vía que unía Carril y Vilagarcía, hoy conocida como la Calle Rosalía de Castro.

Alrededor de 1880, en respuesta a una creciente demanda de ocupación, el Ayuntamiento de Vilagarcía procedió a la venta, a través de subasta, de terrenos que se consideraban sobrantes a lo largo de la vía pública en esa zona. A pesar de que se llevó a cabo una subasta y se adjudicaron terrenos, surgieron desafíos, ya que la mayoría de los vecinos reclamaban la propiedad de ciertas parcelas. Este conflicto condujo a la formación del barrio, que pronto se conoció como de la prosperidad. En 1887, este nombre se incorporó oficialmente al mapa de la ciudad, al tiempo que finalizaron las obras del balneario de A Concha.

Entre las décadas de 1890 y 1910, cuando Carril, Vilaxoán y Vilagarcía se fusionaron, varios promotores comenzaron a construir mansiones en este entorno. El barrio experimentó un crecimiento significativo y alcanzó su punto máximo de prosperidad. Sin embargo, el barrio de la Arena se convirtió en el foco de conflictos y disputas, ya que varias personas intentaron apropiarse de terrenos que estaban en dominio público. En un momento, incluso se demostró la construcción de una fábrica para extraer yodo, lo que llevó al Ayuntamiento a presentar una denuncia en 1903 ante el Gobierno Civil debido a la intención de numerosos particulares de apropiarse de los terrenos ganados al mar.

La Comandancia de la Marina también intervino en este asunto y promovió el deslinde de la línea de costa, que iba desde el muelle de hierro hasta el límite entre Vilagarcía y Carril. La Comandancia advirtió sobre la intención de particulares de adquirir áreas de playa, lo que infringía las regulaciones de servidumbre litoral. En respuesta, se propuso llevar a cabo un deslinde general de la playa en toda su longitud, que abarcaba unos 700 metros y comprendía las construcciones ubicadas en la carretera Chapa Carril, donde se consolidó el barrio de la prosperidad. Esta delimitación resultó en la demolición del balneario La Concha de Arosa, aunque no ocurrió lo mismo con las concesiones restantes en el barrio. Las imágenes de la época muestran claramente el extenso terreno ganado al mar mediante los rellenos realizados en la zona, la carretera Chapa Carril y el deslinde de la línea de costa donde se ubica el mencionado barrio de la prosperidad. Estas evidencias visuales brindan una representación impactante de la extensión de la franja costera rellenada.

Son ejemplos representativos:

VILLA GÜIMIL

Ubicadas en la actual avenida Rosalía de Castro, en proximidad inmediata a la playa de la Concha, las ruinas de Villa Güimil subsisten como el último vestigio arquitectónico remanente del antiguo Barrio de la Prosperidad. Este inmueble, de marcada impronta indiana, se erigió a comienzos del siglo XX y se distingue por su emplazamiento emblemático flanqueado por dos palmeras, un indicio característico de las casas indianas según el dicho popular: si hay palmera, es casa indiana.

Los promotores de esta construcción de estilo indiano fueron Concepción Güimil Hermida y Luciano Martínez Piñeiro, un matrimonio que regresó a Galicia alrededor de 1908 para establecerse. La vinculación familiar de Concepción con Vilagarcía de Arousa, donde su padre tenía raíces, constituyó uno de los principales motivos que impulsaron a la pareja a erigir esta icónica mansión en la zona.
Sin embargo, tras el fallecimiento de los últimos propietarios, la negligencia y el abandono envolvieron a esta residencia, y en 1975 los descendientes del matrimonio optaron por poner en venta la casa familiar debido a la imposibilidad de mantenerla. Posteriormente, el estallido de la burbuja inmobiliaria agravó aún más la situación de esta notable edificación en el Barrio de la Prosperidad.

Ilustración 36. Villa Güimil. Extraído 20-11-2023 de https://www.elespanol.com/treintayseis/articulos/cultura/del-lujo-a-la-ruina-el-declive-de-las-mansiones-historicas-de-vilagarcia-de-arousa

Ilustración 37. Antigua Villa Güimil. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Ilustración 38. Antigua Villa Güimil. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

LA CASA BECERRA

Construida en 1939 según el diseño concebido por Juan Argenti Navajas, se erige como un exponente singular de la arquitectura moderna en Galicia y representa uno de los primeros ejemplos de esta corriente en la región, siendo además uno de los pocos vestigios que perviven hasta la actualidad.

Este inmueble, caracterizado por líneas puras y cúbicas, refleja los principios del estilo racionalista, en particular del Movimiento Moderno internacional. La estructura innovadora, concebida para su tiempo, destaca por su balcón volado con una barandilla de hormigón robusta, así como por una veranda de baja altura provista de una barandilla de diseño náutico. Las ventanas, hábilmente dispuestas en cada fachada, contribuyen a la armonía y funcionalidad del conjunto arquitectónico.

De igual importancia es el entorno paisajístico que rodea la vivienda, incluyendo un jardín catalogado y considerado como histórico. Lamentablemente, este jardín, que albergaba un árbol centenario de más de 150 años, ha sido devastado, lo que lo convierte en un ejemplo único y preciado de la época en Villagarcía. El arquitecto logró adaptar las características del estilo moderno a las condiciones locales, incorporando una inesperada cubierta piramidal de teja plana, lo que demuestra una inteligente solución arquitectónica.

Con su cuidada composición y clara afiliación al movimiento moderno, constituye un testimonio valioso de una era específica en la historia arquitectónica, resaltando su importancia como patrimonio cultural y su contribución al legado arquitectónico de Galicia.

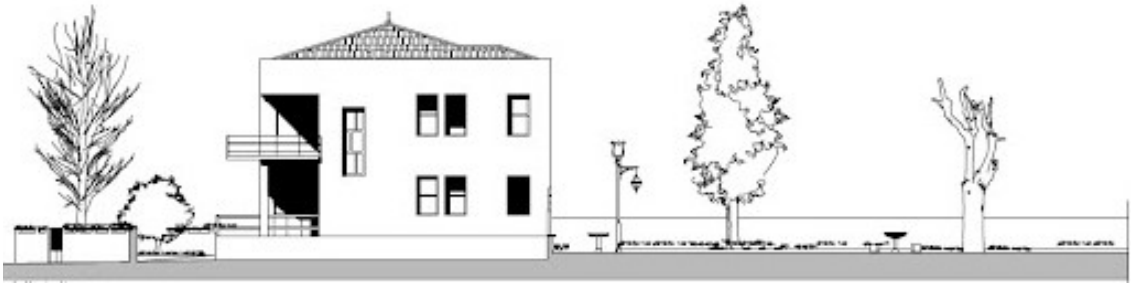


Ilustración 39. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com/2013/04/xardin-e-casa-becerra-1939-vilagarcia.html

Ilustración 40. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com/2013/04/xardin-e-casa-becerra-1939-vilagarcia.html

Ilustración 41. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com/2013/04/xardin-e-casa-becerra-1939-vilagarcia.html

LA CASA CACHÚMBOLA

Ubicada en el antiguo barrio de La Prosperidad, surge como un ejemplo representativo de la arquitectura de principios del siglo XX, datando aproximadamente del año 1902. Este edificio testimonia el arte y la belleza de las construcciones de la época, destacándose como un hito arquitectónico significativo. En la década de los 90, la casa fue sometida a un proceso de restauración, preservando así su integridad y permitiendo que en la actualidad podamos admirarla en la calle Rosalía de Castro.

Ilustración 42. Imagen propia. Estado actual

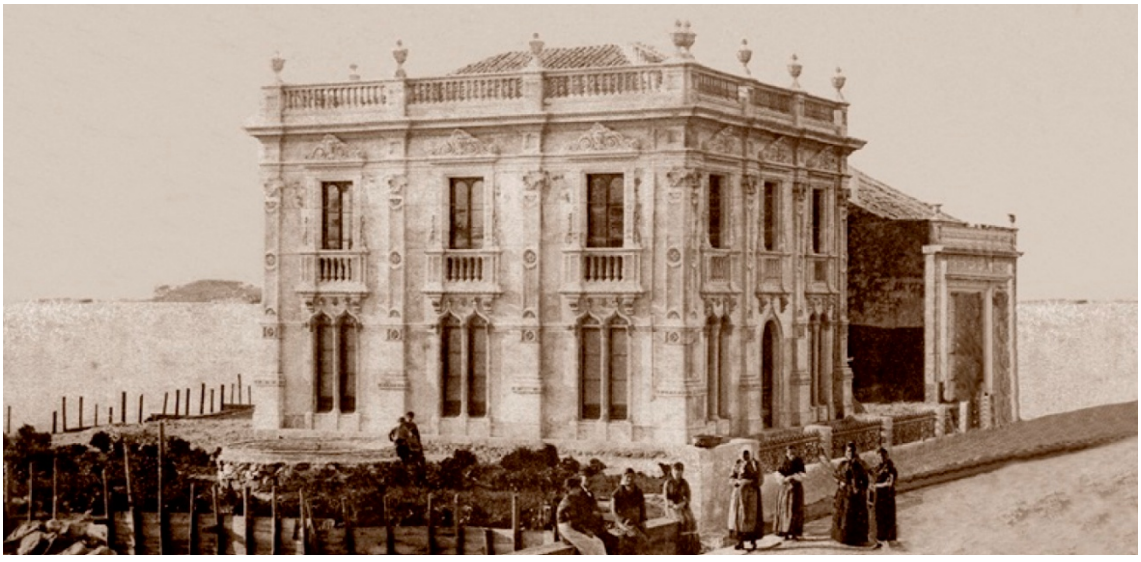


Ilustración 43. Extraído 20-04-2024 de https://condecorate.com/

Sin embargo hay otras diseminadas por el centro urbano. Son ejemplo:

LA CASA DE LA FAMILIA BUHÍGAS, uno de los ejemplos más destacados de arquitectura residencial en Vilagarcía, atrayendo la atención durante numerosos años. Erigida a principios del siglo XX, esta residencia ostentaba un estilo colonial que la distinguía entre otras construcciones de la época. Ubicada originalmente en la antigua calle Vista Alegre, que luego pasaría a denominarse calle José Antonio y finalmente calle Castelao, su ubicación estratégica la situaba en una zona prominente de la ciudad.

Ilustración 44. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com

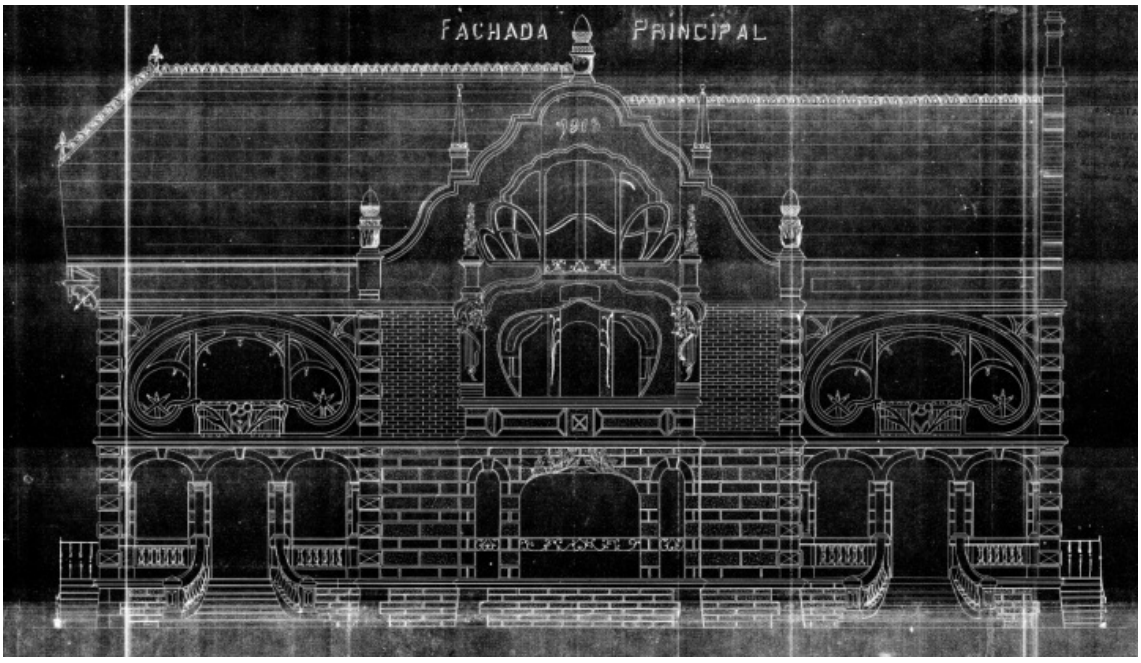


Ilustración 45. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com

LA CASA DE EMILIA PORTO, de estilo modernista, fue erigida en el año 1918 junto a la Iglesia parroquial de Vilagarcía. A finales de la década de 1940, el Dr. Anduiza estableció un pequeño sanatorio-maternidad en sus instalaciones, actividad que mantuvo durante varios años. Aunque la casa ha conservado su buen estado a lo largo del tiempo, actualmente se encuentra ubicada en la Avenida Dr. Tourón.

En sus orígenes, la casa ocupaba una parcela más extensa, que incluía un jardín y un cierre de estilo modernista, cuya pérdida se evidencia en una fotografía antigua. En los planos de la época, se observa la firma del arquitecto Juan Jourtay. La fachada principal se ha mantenido prácticamente intacta, aunque se ha perdido la decoración en la parte inferior de algunas ventanas, aunque es posible que esta decoración nunca haya sido construida. Actualmente, el edificio alberga oficinas de seguros. Lamentablemente, todas las carpinterías originales de la casa han sido reemplazadas por ventanas metálicas con persianas mallorquinas de color verde, una decisión que no ha sido bien recibida por su falta de coherencia estética.

Ilustración 46. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Ilustración 47. Fotografía extraída del libro Vilagarcía, A perla de Arousa

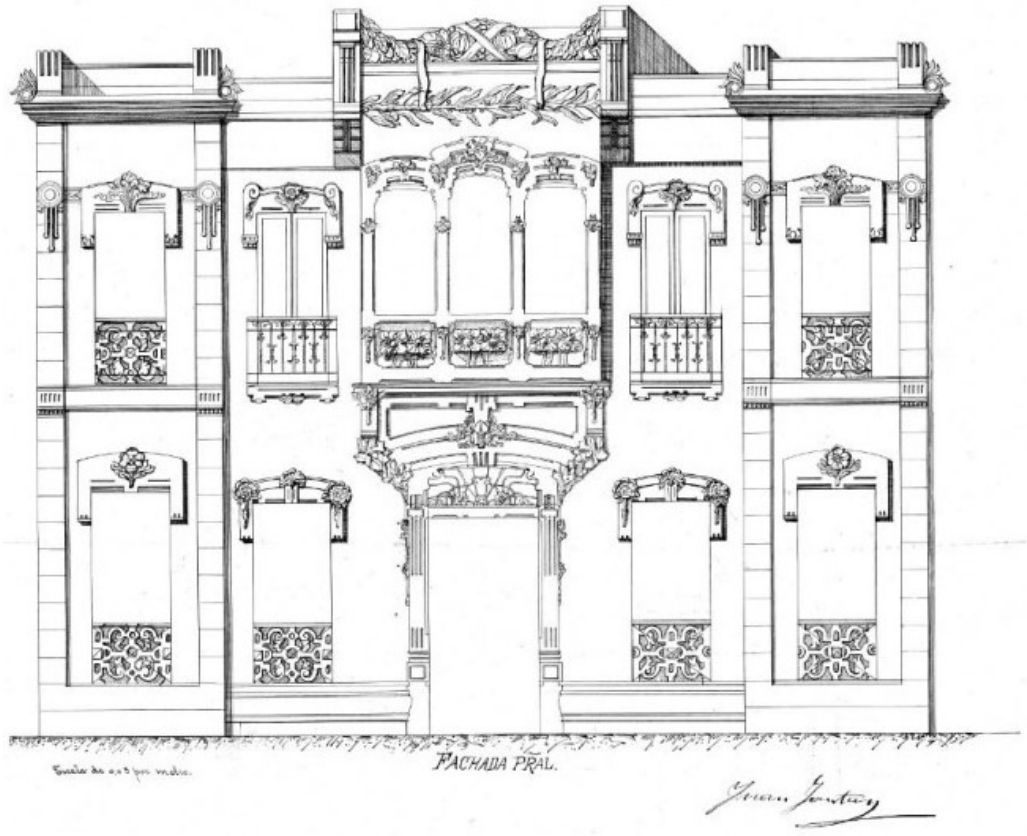


Ilustración 48. Plano de la época facilitado por Roberto Sobrado (archivo municipal Vilagarcía de Arousa)

7.12 Desarrollo del puerto

La génesis histórica del Puerto de Vilagarcía se ubica en la localidad de Carril, en la primera mitad del siglo XIX. En ese contexto, todo el dinamismo de la región estaba estrechamente relacionado con Santiago de Compostela, convirtiéndose en el punto de llegada de líneas nacionales que transportaban mercancías generales y buques internacionales que traían madera y ganado. La expansión de las corrientes migratorias, la construcción del ferrocarril y el fortalecimiento de las consignatarias impulsaron el desarrollo del Puerto de Carril y, posteriormente, propiciaron su reemplazo por el Puerto de Vilagarcía, una incipiente villa que estableció su primer embarcadero en 1893.

El Puerto de Vilagarcía fue declarado oficialmente de interés general en 1888, consolidando las grandes expectativas generadas a través de la construcción del Muelle de Hierro, finalizada en 1890. Esta etapa representó un período de crecimiento y expansión sin precedentes tanto en el ámbito urbano como en el portuario.

Ilustración 49. Extraído 20-11-2023.https://www.revistaesmas.com/

En 1911, se aprobó una configuración integral del Puerto, que incluía un dique muelle de abrigo, un muelle transversal, un muelle de costa, una rampa varadero, una carretera de acceso y otras obras accesorias.

Durante la Guerra Civil y la Posguerra, el Puerto dependió en gran medida de los fondos estatales debido a la escasez de recursos propios. Sin embargo, entre 1939 y 1949 se sentaron las bases del Puerto de Vilagarcía, con mejoras que, principalmente, se centraron en el Muelle Comercial, el cual estaba casi finalizado a principios de la década de 1950.

El portuario experimentó un nuevo rumbo, y el puerto inició la sustitución del primitivo Muelle del Ramal. La estructura original, construida en hierro y madera, fue reemplazada por una de fábrica que se recibió en 1954. Las obras para la creación del actual muelle de Pasajeros en reemplazo del pintoresco muelle de Hierro se extendieron durante 20 años y no se completaron hasta 1968. El aumento del tráfico motivó una expansión y ensanchamiento del muelle.

En la última década del siglo pasado, el Puerto de Vilagarcía emprendió otra fase de expansión de sus infraestructuras. Durante ese período se construyeron el muelle de Ferrazo y el muelle de Comboa, los cuales permitieron aumentar la capacidad de calado y las líneas de atraque para buques de mayor envergadura. Estas obras se realizaron en etapas sucesivas y culminaron con la expansión del muelle de Ferrazo, en la zona actualmente ocupada por la terminal de contenedores, inaugurada en 2008. Además, en 2012, se ampliaron oficialmente las alineaciones Norte y Oeste del muelle Comercial, junto con la inauguración del Puesto de Inspección Fronteriza de la Autoridad Portuaria, Ruiz, E. (2004).
Estas ampliaciones han permitido diferenciar claramente entre un puerto destinado a usos comerciales e industriales y un puerto integrado en la ciudad, ubicado en la fachada urbana de Vilagarcía.

El crecimiento hacia la zona sur ha liberado espacio en el área comprendida entre O Cavadelo y O Ramal, que se orienta hacia usos relacionados con la interacción entre el puerto y la ciudad, Villaronga, M. (1993).

7.13 La donación de Cortegada

La donación de la isla de Cortegada al rey Alfonso XIII marcó un episodio que, si bien no resultó desfavorable para la familia real, conllevó consecuencias negativas para sus promotores y, en última instancia, para la comunidad de pobladores de la región. Este acto de donación propició una situación de ruina que impulsó a los municipios de Vilagarcía, Vilaxoán y Carril a fusionarse como única alternativa viable.

Contrariamente a la percepción de ser una iniciativa altruista impulsada por destacadas personalidades de la política gallega y respaldada por el fervor popular, la donación se reveló como un proyecto con el propósito de atraer la corte real hacia Vilagarcía. Este movimiento tenía el propósito de permitir a los poderosos de la región ejercer sus influencias ante el monarca y su corte.

Los antecedentes de esta donación se remontan a 1881, cuando Alfonso XII y María Cristina efectuaron una visita a Santiago de Compostela. Durante este período, surgió un artículo en El Liberal, fechado en la Granja (Segovia), donde la pareja real pasaba largas temporadas. El artículo planteó la necesidad de construir un palacio en la costa, siguiendo el modelo de monarcas en Francia o Alemania, que disponían de residencias de verano donde se congregaban la corte, políticos y aristócratas Del Río, M. (2018).
A pesar de que el rey contaba con el Palacio de María Cristina en San Sebastián, se consideraba insuficiente para quienes abogaban por una residencia más ostentosa. El artículo de El Liberal mencionaba a Galicia como una ubicación posible, y en calidad de portavoz de los intereses del rey, adelantó que la monarquía no asumiría los costos de los terrenos ni de la construcción.
La respuesta a esta propuesta no se hizo esperar. La Gaceta de Galicia resaltó las ventajas que ofrece el litoral gallego en comparación con lugares como San Sebastián o Santander. Ante la proximidad de la visita de Alfonso XII y María Cristina a Santiago, se sugiere que la ciudad les ofrezca el Palacio de Raxoi como residencia de verano.
La propuesta se respaldó mediante la mención de la conexión entre la ciudad y la Ría de Arousa a través del nuevo ferrocarril, además de aludir a la presencia de destacadas personalidades en Vilagarcía, como la duquesa de Medina de las Torres y los marqueses de Aranda, quienes poseían grandes mansiones en la zona de A Comboa, junto a otros influyentes.
Los partidarios de atraer a la familia real vislumbraban su presencia como un estímulo definitivo para la industria y el desarrollo regional. La perspectiva apuntaba a que aguas arriba del Ulla comenzará a extenderse la población veraniega como en la Riviera extranjera.

En agosto de 1881, Alfonso XII visitó Carril, donde se había dispuesto una marquesina junto al muelle y las fachadas de las casas engalanadas para la ocasión. El alcalde en ese momento, Salvador Buhigas i Prat entregó una carta al monarca en la que se proponía ofrecer el terreno necesario para edificar en la concha de aquella bonita y pintoresca playa una posesión que sirviera para que la familia real pudiese trasladarse a ella en la época de baños.
Tres años después, un grupo de aristócratas convenció al rey para que realizara una segunda visita, esta vez a bordo del yate Giralda, que atracó en el muelle frente al palacio de la duquesa de Medina de las Torres, donde se alojó, y comió en el Pazo de Rubiáns. La visita se revistió de un mayor significado y profundidad, ya que fue realizada en un yate y permitió la exploración de distintos lugares de la región.

Sin embargo, el desarrollo de este plan se vio alterado por la irrupción de la tuberculosis, que truncó la vida de Alfonso XII el 25 de noviembre de 1885, cuando el monarca estaba a punto de cumplir los 28 años. Su sucesor, Alfonso XIII, tenía solo 16 años al momento de la oferta de los terrenos.
Es importante destacar que, a pesar de estos esfuerzos, la ubicación de la residencia real no se determinó definitivamente, y distintas regiones, como Vigo y Betanzos, también compitieron por atraer a la familia real.

Este episodio evidencia la compleja trama de intereses y ambiciones que rodearon la donación de la isla de Cortegada, cuyas consecuencias impactaron significativamente en la región y en sus habitantes.
En una sesión celebrada el 14 de mayo de 1902, se puso de manifiesto un proceso de negociaciones encaminado a adquirir una parcela de aproximadamente cinco hectáreas de extensión. Estas gestiones se llevaron a cabo con gran discreción, y el propósito subyacente era, una vez completada la compra del terreno, ofrecérselo a la regenta con miras a la construcción de una residencia de verano una vez el rey alcanzara la mayoría de edad.
La Corporación municipal mostró su aceptación y generosidad al respaldar el proyecto, convencida de que los beneficios futuros superarían ampliamente las inversiones iniciales. La propuesta se originó bajo el liderazgo del alcalde Castor Sánchez.
Además, un grupo de destacados gallegos había centrado su interés en la isla de Cortegada, ubicada frente a Carril.

El desacuerdo entre los dos grupos de promotores con proyectos similares se saldó con la aceptación de la propuesta respaldada por el marqués de Riestra. Una sociedad constituida con un capital de seis millones de pesetas para esta finalidad, formada por banqueros, empresarios, políticos y aristócratas, se puso en marcha.
Mientras el rey aún no alcanzaba la mayoría de edad, las gestiones continuaron para despejar cualquier incertidumbre sobre las características del lugar seleccionado. Durante este proceso, se realizaron a cabo visitas notables a la Ría de Arousa y Caldas de Reis, incluyendo la visita de la reina regente y Alfonso XIII en 1900, y la de la reina Alejandra de Inglaterra, tía política del monarca, en 1905.
La confirmación extraoficial de que Cortegada era la ubicación elegida por la Casa Real quedó registrada en 1907, cuando se llevó a cabo una asamblea en la vivienda del alcalde, Ramón de la Fuente Abalo, con el propósito de persuadir a los habitantes de Cortegada a ceder o vender sus parcelas.
Este hecho fue ampliamente divulgado en la prensa inglesa y en varias revistas españolas, lo que generó optimismo y anticipación acerca de las oportunidades futuras. Sin embargo, surgieron condiciones para la cesión de terrenos, como la reversibilidad de la propiedad, la cesión a la Corona en lugar de al rey a título personal, y otras estipulaciones.
El segundo obstáculo, relacionado con la propiedad fragmentada de la isla, fue superada, y la isla de Cortegada se convirtió en un negocio lucrativo. No obstante, muchos habitantes se vieron obligados a abandonar sus viviendas, lo que generó emociones encontradas y el requerimiento de un permiso especial para acceder a la isla.
El Arzobispado de Santiago se resistió a las negociaciones hasta 1910, lo que desencadenó diversas alternativas, como San Esteban de Pravia (Asturias), La Manga del Mar Menor (Murcia) y La Magdalena (Santander), que se ofrecieron como residencia del rey durante la temporada estival. La opción de La Magdalena fue finalmente aceptada en abril de 1908, mientras que

Cortegada perdió la oportunidad de convertirse en la residencia real de verano. El rey optó por la cesión de La Magdalena, que tenía ventajas adicionales en términos de disponibilidad de terrenos y financiación para la construcción del palacio, una condición que no se había cumplido en Cortegada.
Tras la entrega del documento a Alfonso XIII, que establecía su única propiedad sobre la isla de Cortegada, no se iniciaron las obras de construcción de la residencia real, dado que en Santander ya se estaban ejecutando.
Mientras tanto, ajeno a los acontecimientos en Santander, la población de Cortegada salió nuevamente a las calles para expresar su entusiasmo por el rey. Por su parte, los promotores de la iniciativa, conscientes de que habían quedado rezagados, emprendieron una campaña de recolección de fondos entre la población para financiar la construcción del palacio, aunque los resultados obtenidos no cumplieron con sus expectativas.

Desde Madrid, la atención se desvió de Galicia, y Cortegada empezó a caer en el olvido. Aquellos personajes influyentes en la vida económica y política de la provincia se vieron obligados a asumir los costos de alrededor de 620.000 pesetas por los trámites realizados en la operación que finalmente fracasó.
Los residentes que habían sido desalojados y depositaron su compensación en la Banca Deza perdieron sus ahorros. Cabe destacar que uno de los propietarios de esta entidad bancaria era Valeriano Deza, quien ejerció como alcalde de Vilagarcía en 1913, el año en que se llevó a cabo la fusión de los municipios de Vilagarcía, Vilaxoán y Carril. Valeriano Deza fue encarcelado por su implicación en una quiebra fraudulenta. En resumen, lo que había comenzado como un sueño real y promesa de un futuro próspero se había convertido en una pesadilla y ruina para todos los involucrados.

8. EL SIGLO XX

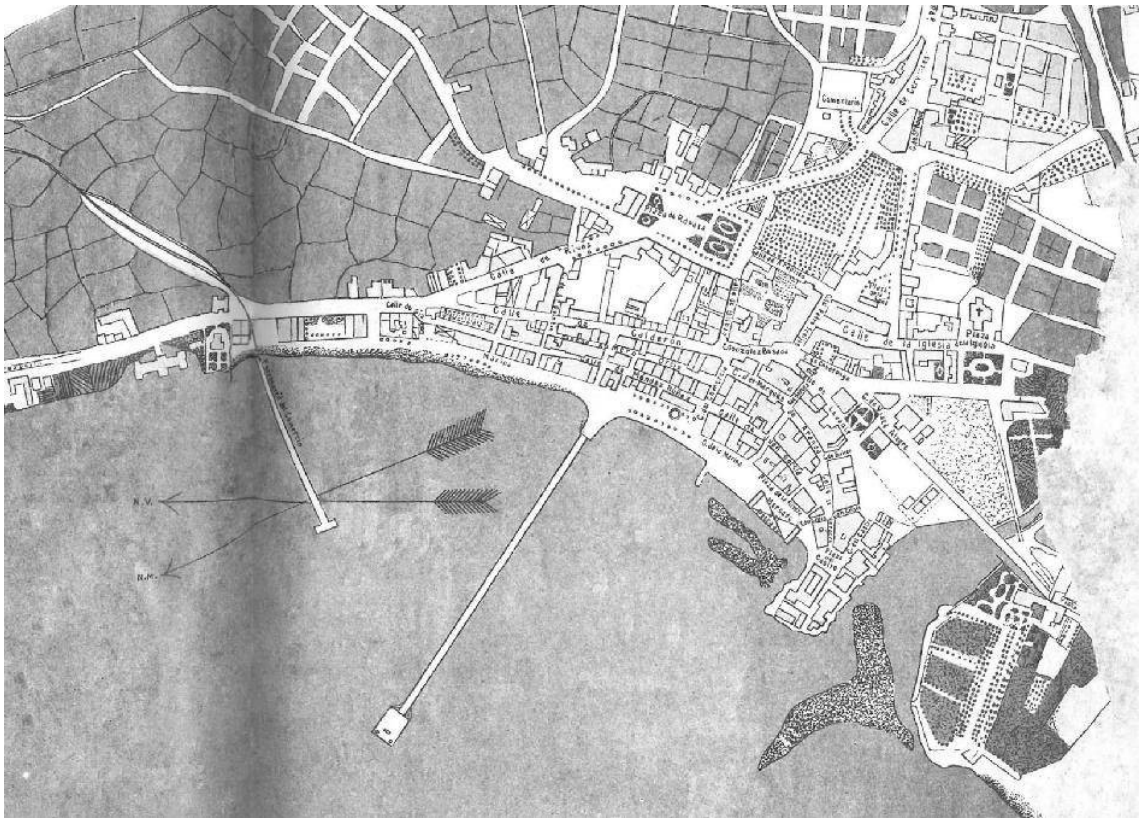


Ilustración 50. Plano de la ciudad. Primera década del SXX. . Extraído 20-11-2023.https://www.revistaesmas.com/

El crecimiento demográfico de Vilagarcía en el siglo XX ha sido influenciado por varios factores de relevancia. En 1912, se consolidó la anexión de los municipios circundantes de Carril y Vilaxoán, lo que inicialmente contribuyó al aumento poblacional.

En 1900, Vilagarcía contaba con 7.312 habitantes, cifra que ascendía a 12.734 si se sumaban los residentes de Carril y Vilaxoán. Aunque Vilagarcía carecía de un comercio internacional destacado, se destacaba en la exportación de carne y pescado salado e importación de azúcar y otros productos diversos. La construcción del muelle del ramal en 1903 marcó un hito en la modernización de la ciudad, atrayendo inversiones empresariales y consolidando su posición como centro urbano en crecimiento.

Ilustración 51. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Ilustración 52. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

La transformación continuó, y en 1901 se solicitó al Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas un informe para ampliar el puerto debido a la falta de medios para la

descarga de mercancías. Tras el rechazo de dos proyectos anteriores, el tercero recibió la aprobación del Gobierno en 1913, tres meses después de la unión de Vilagarcía, Carril y Vilaxoán en un solo municipio. Aunque se estimó que la ejecución llevaría ocho años, se realizó en tres partes, enfrentando desafíos como la presencia de rocas en lugar de fango en la primera fase. La segunda parte incluyó la eliminación de la playa de Vista Alegre y la ensenada de A Comboa con la construcción de una carretera. Finalmente, en 1931, se construyó un puerto comercial con una longitud de 340 metros y 80 metros de ancho, creando una explanada frente a la actual Avenida da Mariña.

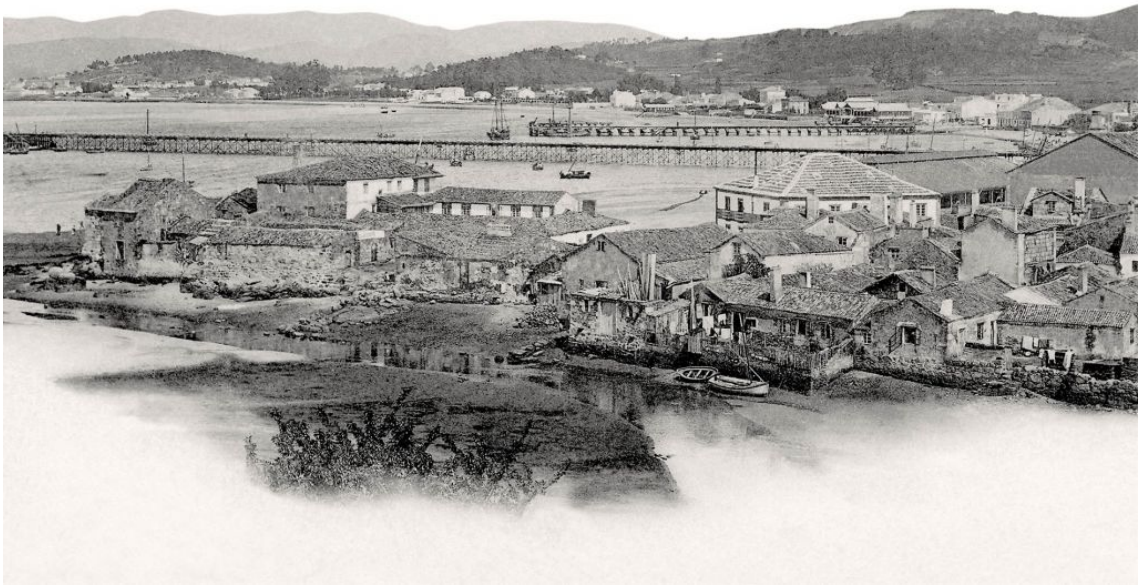


Ilustración 53. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

8.1 La emigración a América. Negocio portuario.

El fenómeno migratorio desde Galicia, particularmente a través de los puertos de Carril y posteriormente Vilagarcía, ha estado condicionado principalmente por factores económicos y sociales arraigados en la historia regional, Campos, J. (1994).
Las causas que han impulsado el fenómeno migratorio desde Galicia durante el siglo XIX son múltiples y se derivan principalmente de desequilibrios socioeconómicos arraigados en la región. Entre las causas más relevantes se encuentran:

- Desajuste socioeconómico: La agricultura en Galicia se caracterizaba por su atraso y precariedad, con cultivos poco diversificados, técnicas de explotación arcaicas, subdivisiones excesivas de la propiedad de la tierra y cargas fiscales elevadas. Esta situación generaba una economía de subsistencia con escasa comercialización de productos agrícolas y una débil inversión en modernización.
- Presión demográfica: El crecimiento demográfico no era sostenible para la capacidad económica del campo gallego, lo que resultaba en un excedente de mano de obra sin empleo en la débil industria local.
- Obligatoriedad del servicio militar: La obligatoriedad del servicio militar, exacerbada por las guerras, motivó la salida de miles de jóvenes gallegos que optaron por huir, a menudo de forma clandestina, para evitar el reclutamiento.
- Propaganda y facilidades ofrecidas por compañías navieras: Los representantes consulares y las compañías navieras promovían activamente la emigración a través de periódicos, revistas y agentes que ofrecían facilidades para obtener pasajes y realizar trámites migratorios, a veces al margen de la legalidad.
- Establecimiento de cadenas migratorias: El sistema de paisanaje o parentesco facilitaba la emigración al generar redes de apoyo entre parientes y vecinos ya establecidos en América.
- Imitación: La presencia de retornados con fortunas o que simulaban tenerlas, así como la difusión de la idea de hacer fortuna en América, incentivaba la emigración entre la comunidad.

La noción de atribuir la emigración a un supuesto espíritu aventurero carece de relevancia en este contexto, y se considera más bien anecdótico, **Viana, V. (2017).**

Además, la estructura de propiedad de la tierra en Galicia proporcionaba medios para financiar el viaje mediante la venta o hipoteca de propiedades, y en algunos casos, la emigración era subsidiada por contratistas americanos o financiada por gobiernos y hacendados americanos, obligando al emigrante a trabajar para amortizar la deuda contraída.
Las leyes inmigratorias promulgadas por las nuevas repúblicas americanas también favorecieron la llegada de emigrantes europeos, ofreciendo incentivos y oportunidades de establecimiento en diversos países, como Argentina, Ecuador, Perú, Venezuela, Costa Rica, Paraguay, Bolivia, Honduras y Guatemala. Estos factores combinados contribuyeron al importante flujo migratorio desde Galicia hacia América durante el siglo XIX.

El fenómeno migratorio desde Galicia hacia América experimentó un incremento notable a partir de la década de los ochenta del siglo XIX, facilitado por avances en los medios de transporte y el establecimiento de cadenas migratorias previamente constituidas. Sin embargo, este ritmo migratorio no fue uniforme, sufriendo variaciones debido a diversas coyunturas históricas tanto

en Galicia como en los países receptores, así como a nivel internacional. Entre 1885 y 1930, más de 900.000 gallegos emigraron hacia América, representando la mayoría de la emigración española en muchos años, superando el 50% del total.
A partir de 1931, se observa un marcado descenso en la emigración. La crisis económica mundial de 1929 redujo las oportunidades para mantener una corriente migratoria tan intensa, ya que provocó una disminución en el comercio mundial y restricciones en la emigración impuestas por varios países americanos.

Los puertos de salida principales fueron La Coruña, Villagarcía-Carril y Vigo. Inicialmente, La Coruña registró el mayor volumen de pasajeros, pero a principios del siglo XX, Vigo se convirtió en el puerto más importante. La elección del puerto de salida influyó en el destino final de los emigrantes, con La Coruña enviando más emigrantes hacia Cuba, Puerto Rico y México, mientras que Vigo era el punto de partida preferido hacia Argentina, Brasil y Uruguay.
En el período hasta 1936, se observa que la República Argentina fue el destino principal de los emigrantes que partieron desde los puertos de Carril y Vilagarcía, representando más del 90% del total de los embarcados, llegando incluso en algunos años a alcanzar el 100%. Destinos residuales como Cuba, Brasil y Uruguay apenas representaron el 10% restante de la emigración.

Es importante señalar que las cifras no deben tomarse como exactas al 100%, debido a la presencia del fenómeno de la emigración clandestina, que también afectó a los puertos españoles, incluido Vilagarcía. La legislación aplicada a la emigración fue poco efectiva. Aunque se establecieron restricciones para evitar la evasión del servicio militar y la salida de mujeres y niños, estas normativas no se cumplían adecuadamente y la emigración clandestina era común. La Ley de Emigración de 1907 eliminó muchas de estas restricciones, permitiendo la salida del país a los mayores de 15 años, pero aún se requería permiso para las mujeres casadas y los menores de edad que viajaban solos.
La salida de barcos con destino a puertos como Cádiz, Lisboa o Gibraltar, para posteriormente reembarcar hacia diversas naciones americanas, así como la falsificación de documentos o el embarque sin control oficial, fueron prácticas comunes que dificultan la precisión en cuanto al destino final de los emigrantes. En ocasiones, cuando se descubría el fraude de los emigrantes clandestinos, el porcentaje de estos podía llegar a ser significativo, como ocurrió con la expedición de los bergantines Tigre y Juan en 1852 con destino a Buenos Aires, donde el porcentaje de emigrantes ilegales alcanzó el 29%.

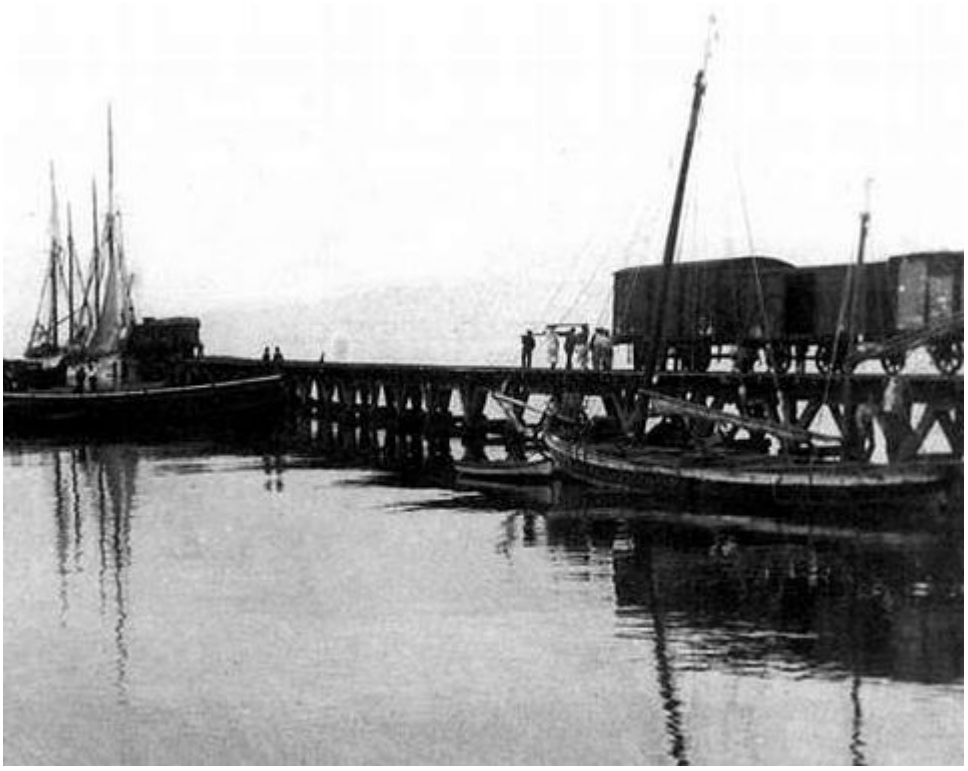


Ilustración 54. Extraído de Azcárate, B. y Rodríguez, J. (2017). Embarque a la emigración.

El cambio de protagonismo de Carril a Vilagarcía como puerto de partida para la emigración se corresponde con el desarrollo económico y político de la región. El trágico fenómeno de la emigración se erigió como un contexto propicio para el surgimiento de oportunidades comerciales, particularmente para las compañías consignatarias. Este escenario desafortunado y lamentable en su naturaleza, se transformó en un nicho de negocio para dichas compañías, las cuales pudieron capitalizar la situación. Además, este contexto propició un impulso significativo al desarrollo portuario de Vilagarcía, dado que la creciente actividad generada por estas compañías contribuyó al fortalecimiento y la expansión de las infraestructuras portuarias.

Además del entramado conformado por intermediarios y falsificadores de documentos, el transporte de los emigrantes representó una significativa fuente de ingresos no solo para las grandes compañías navieras, sino también para una amplia gama de intermediarios de diversos perfiles y condiciones. Se estableció así una densa red de actividades comerciales y de individuos particulares, los cuales convirtieron el viaje de los emigrantes en un lucrativo negocio. Esta red se benefició de la imperiosa necesidad de una población afectada por la urgencia de emigrar, como única alternativa frente a una situación de extrema precariedad predominante en las áreas rurales como analiza Azcárate, B. y Rodríguez, J. (2017). Varios autores recogen estas circunstancias:

Alfonso Rodríguez Castelao lo expresó en Siempre en Galiza (1944), (Rodriguez, A. (2001):

> "Los gallegos sabemos arreglar los papeles y pedir un pasaje de tercera; sabemos agacharnos en las bodegas de un transatlántico cuando no tenemos dinero; sabemos tomar la carretera con la chaqueta al hombro o empujando la rueda de afilar; sabemos

abrir fronteras cerradas y pedir trabajo en todas las lenguas; sabemos, en fin, cuánto debe saber un buen caminante, aunque el viaje sea el primero de nuestra vida".

Wenceslao Fernández Flórez retrata esta estampa en su novela Luz de Luna de 1915, Fernández, W. (2006):

> *"Ernesto sabía ir a la estación y esperar la llegada de las diligencias para recoger el rebaño de emigrantes desorientados y confusos, y guiarlos, y acomodarlos, y exprimirlos. Sabía hacer que a cada uno de ellos le faltase un requisito complementario de los documentos, por muy escrupulosos que éstos fuesen, y sabía, naturalmente, subsanarlo con un pingüe provecho para sus bolsillo y los de don Fabián. No había emigrante que no dejase un vellón entre las garras ávidas de Ernesto y que no tuviese que marchar agradecido a sus oficios".*

Ramón Díaz Barea, como recoge Azcárate, B. & Rodríguez, J. (2017), señala en la memoria del viaje de inspección Vigo- Buenos Aires, entre el 25 octubre y el 18 de noviembre de 1911, a bordo del vapor Amiral Troude, de la Compañía Chargeurs Reunis,:

> "Si estuviera establecida la inspección del interior serían bien conocidas las subagencias, algunas llamadas casas de banca, que hacen giros por el valor de los pasajes que reciben contratando billetes, y sobre todo los comisionados viajantes que se encuentran en los trenes y que son bien conocidos y sus procedimientos, con que difícilmente pueden ser incluidos en la categoría de ganchos por ser dependientes de casas consignatarias y con fines diversos en apariencia del móvil principal, la recluta de pasaje para los puertos".

Ilustración 55. Extraído de Azcárate, B. y Rodríguez, J. (2017).

Este cambio se evidencia en el aumento de la emigración a través de grandes compañías navieras, tanto alemanas como inglesas, que operaban desde Vilagarcía. Conforme aumentaba la emigración, los veleros fueron siendo reemplazados por vapores, y surgieron compañías importantes como la Royal Mail Steam Packet Company, la Lloyd Norte Alemán, la Compañía de Navegación de Vapores del Pacífico, la Compañía Hamburguesa Sudamericana y la francesa Mensajerías Marítimas, además de algunas españolas como la Trasatlántica, Arrótegui o A. Folch.

La escasa capitalización de las compañías españolas permitió que las extranjeras dominaran el mercado del transporte de emigrantes, hasta que en los años previos al inicio de la guerra civil en 1936, el negocio fue repartido entre la Lloyd Norte alemana, la Lloyd Rea" holandesa, la Mala Real inglesa y la Compañía Hamburguesa sudamericana.

La firma García-Reboredo, pionera en el ámbito consignatario, emerge como un referente tanto a nivel regional como nacional, marcando un hito en la historia de la actividad marítima y comercial. Su origen se remonta al año 1830, lo que la sitúa como una de las primeras empresas de este tipo en España, con una trayectoria que se extiende a lo largo de casi dos siglos. El prestigio y la influencia de García-Reboredo trascendieron fronteras, evidenciado por su establecimiento de una sucursal en Buenos Aires, lo que subraya su presencia y proyección internacional. En 1856, la firma obtuvo la representación de la prestigiosa Compañía Trasatlántica Española en Vilagarcía, consolidando su posición en el sector. Posteriormente, en 1880, ante la llegada de buques de la Lloyd Norte Alemán a España, José García Reboredo fue designado como su agente en el país. Esta asociación fue de gran relevancia, pues propició la llegada de buques de esta compañía a Vilagarcía, fortaleciendo los lazos comerciales y marítimos de la región con el resto del mundo.

El impacto de la emigración se reflejó en el surgimiento de representaciones consulares, empresas de servicios, instalaciones portuarias, periódicos y nuevos negocios en Vilagarcía, consolidándola como el principal motor económico de la región. El estudio detallado de la emigración a través de los puertos de Carril y Vilagarcía proporciona una visión completa de la importancia histórica y económica de este fenómeno para Galicia.

8.2 La Repercusión del Turismo en Vilagarcía y su Ascendente Pujanza Económica

En el primer tercio del siglo XX, el paisaje económico de Vilagarcía se caracterizó por varios aspectos:

- Una vida industrial relativamente pequeña, centrada en la producción de salazón, conservas y madera, con la destacada presencia de la fábrica de fundición y construcciones metálicas A. Alemparte.
- Una amplia variedad de servicios y comercio minorista, incluyendo almacenistas, agentes comerciales, tiendas de tejidos, zapaterías, tiendas de alimentación, bazares, hostelería y servicios de transporte.
- Otras actividades económicas, como la pesca y el marisqueo en la ría, así como la agricultura, con ubicaciones periféricas en el municipio.

Este panorama económico impulsó la aparición de un grupo de líderes locales que no solo se involucraron en cuestiones económicas que les afectaban directamente, sino que también desempeñaron un papel importante en la vida política a través de su participación en instituciones como el Ayuntamiento, la Cámara de Comercio y la Comisión Administradora del Puerto. Su actividad política se centró en el desarrollo del potencial comercial de Vilagarcía.

Ilustración 56. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Estos líderes se dividieron en cuatro grupos según las categorías de actividad económica:

- Casas consignatarias que protagonizaron la vida portuaria y representaron a compañías navieras tanto nacionales como extranjeras, como la Compañía Chargeurs Runis, La Compañía Naviera Stinnes, La Transmediterránea y otras. Estas compañías extranjeras encontraron en Vilagarcía un punto de referencia importante en España debido al tráfico de carbón, madera, maíz y turistas. Sus representantes, los consignatarios, jugaron un papel fundamental en el dinamismo económico de Vilagarcía.

- Comerciantes que abastecieron al por menor la villa y su comarca, ofreciendo una amplia gama de productos y materiales de construcción. Algunos nombres destacados incluyen Macho y Watt e Hijos de Francisco Otero.
- Entidades bancarias, como Hijos de Olimpio Pérez, Banco de Vigo y otros establecimientos financieros.
- Emprendedores que abarcaron varias actividades, incluyendo la gestión de agencias de aduanas, la propiedad de pequeños buques de pesca, los seguros marítimos y la intermediación en la comercialización de mercancías como madera, carbón y sal.

Ilustración 57. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

La figura de Elpidio Villaverde es emblemática de este grupo de comerciantes y líderes locales. Su influencia se expande a la Cámara de Comercio, la alcaldía y otras instituciones. Trabajaron incansablemente para lograr el desarrollo del potencial comercial de Vilagarcía.

Ilustración 58. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

El auge de las actividades de ocio y entretenimiento, como las veladas veraniegas en las sociedades recreativas, los paseos dominicales por la Alameda y los conciertos de la banda de música, marcaron esta época dorada. Vilagarcía se convirtió en una ciudad moderna y liberal, destacándose como un importante destino para turistas y como centro de actividad comercial.
La afluencia de veraneantes a Vilagarcía a partir de 1888 la convirtió en uno de los principales destinos turísticos de la región. La villa realizó esfuerzos significativos para mejorar sus instalaciones y servicios, y se comparó con San Sebastián en términos de atractivo turístico.

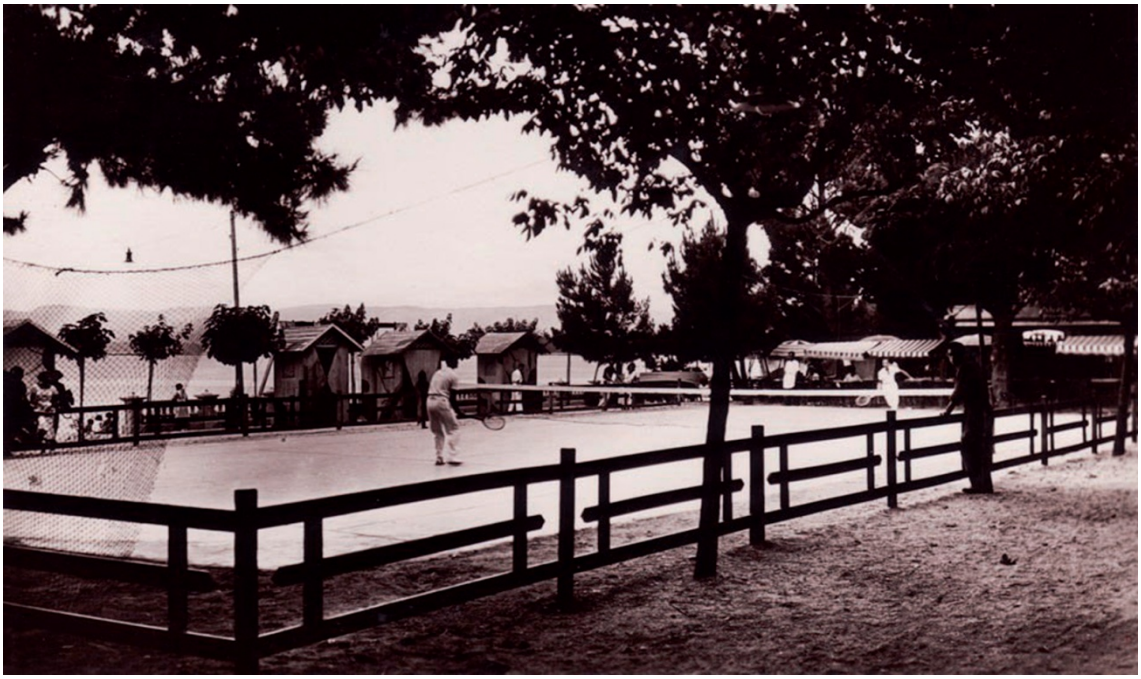


Ilustración 59. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Esta época de esplendor económico y turístico estuvo marcada por el comercio, la actividad portuaria y la visión progresista de un grupo de líderes locales comprometidos con el desarrollo de Vilagarcía. Sus esfuerzos se tradujeron en una época de gran prosperidad y modernización.

Ilustración 60. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

Ilustración 61. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

8.3 El Declive de los Balnearios

El declive de los balnearios en Galicia se inscribe en un período de transformaciones socio-políticas y económicas que afectaron profundamente su relevancia. La fiebre constructiva y expansiva de estas instalaciones termales llegó a su fin en un contexto de cambio político y social en España. Con el final del reinado de Alfonso XIII en 1931 y su exilio, muchos proyectos respaldados por aristócratas y emprendedores que habían invertido en el termalismo se vieron interrumpidos.

El nuevo clima de incertidumbre y agitación política afectó la afluencia de clientes a los balnearios, lo que provocó un progresivo abandono de las instalaciones. La falta de mantenimiento aceleró su deterioro, convirtiéndolos en vestigios de una época pasada. Estos lugares, antes considerados símbolos de curación y ocio, perdieron su relevancia y se convirtieron en reliquias obsoletas, atrayendo principalmente a aquellos con un sentido nostálgico del pasado.

El balneario fundado por la sociedad en Vilagarcía experimentó un destino similar. Tras veinte años de actividad, la sociedad concluyó que su época dorada había pasado y cedió las instalaciones al Club de Regatas Vilagarcía en 1912. Durante cuatro décadas, el edificio albergó actividades diversas, desde mítines hasta programas de enseñanza de verano para niños, e incluso contó con un gimnasio que incluía un ring de boxeo. Sin embargo, en 1952, el edificio fue demolido, marcando un cambio significativo en el perfil costero de Vilagarcía.

8.4 Las sociedades recreativas

Durante la Segunda República en Vilagarcía, Viana, V. (2017), las sociedades recreativas desempeñaron un papel fundamental en la promoción cultural, siendo responsables de proporcionar una amplia gama de actividades artísticas y culturales a la población. En contraste con la situación actual, donde la mayoría de las actividades culturales son patrocinadas por el ayuntamiento, durante este período, estas sociedades eran los principales promotores de la cultura local, ya que el respaldo municipal era prácticamente inexistente.

Estas sociedades recreativas, como el Círculo Artístico Mercantil y el Recreo Liceo, constituían el centro neurálgico de la vida cultural vilagarciana. La interconexión entre estas sociedades, la Cámara de Comercio y los políticos locales era evidente, ya que muchos de estos últimos formaban parte de las juntas directivas de estas instituciones.

Entre las sociedades más destacadas se encontraba el Círculo Artístico Mercantil, que destacaba por sus actividades musicales y exposiciones de pintura, contando con destacados artistas locales como el violinista Celso Díaz y el pianista Agustín Ruiz. Por su parte, el Recreo Liceo, precursor del Liceo Marítimo, tenía una marcada orientación hacia las actividades deportivas y artísticas, destacando sus representaciones teatrales y musicales.

Asimismo, otras sociedades como el Nuevo Club y el Club de Regatas también contribuyeron significativamente a la vida cultural y social de la ciudad, organizando sesiones musicales, exposiciones de pintura y eventos deportivos, como regatas y concursos de natación.

En Carril, las asociaciones recreativas como el Club Recreativo de Carril y el Centro Popular de Carril también desempeñaron un papel importante en la promoción de la cultura local, organizando representaciones teatrales y conferencias impartidas por destacados intelectuales de la época.

8.5 El crecimiento sostenido

No obstante, el incremento demográfico también fue impulsado por la inmigración hacia Vilagarcía, resultado de su creciente atracción como centro urbano en expansión.

Un ejemplo paradigmático es que a principios del siglo XX, una ola migratoria de emprendedores ourensanos llegó a Vilagarcía de Arousa, transformando la ciudad en un próspero centro comercial. Entre estos pioneros se destacan figuras como Manuel Camba, Adolfo Llovo, Simón Sabariz, Vicente Pérez Villar y José, conocido como el popular castañeiro del mercado. Estos individuos, en su mayoría provenientes de Ourense, formaron el núcleo del movimiento empresarial ourensano en Vilagarcía.

Las biografías de estos emprendedores ourensanos son ejemplos paradigmáticos de tenacidad y esfuerzo, dignos de estudio en contextos contemporáneos de coaching y creatividad empresarial. Cada historia, como la de Juan Morenza Moure, quien estableció una distribuidora de aves y una lavandería, ofrece un relato fascinante de superación y éxito empresarial. La colaboración entre estos emprendedores se manifestó en eventos como el primer magosto colectivo organizado en 1969 por 200 ourensanos, que incluía a figuras como Castro, propietario de la empresa Castrosúa y Caride, con quien estableció la sociedad industrial Castro-Caride.

Los ourensanos en Vilagarcía formaban una comunidad unida, respaldándose mutuamente en sus emprendimientos y celebrando eventos como el magosto anual. La Peña Ourensán de Vilagarcía de Arousa, incluso, llegó a publicar una revista trilingüe con poemas, himnos y manifiestos. La calle Arzobispo Lago se convirtió en el epicentro de la actividad comercial ourensana en Vilagarcía, albergando tiendas como la de José Luis Camba, hijo de Manuel Camba, cuya esquina con la rúa Brandariz se convirtió en un punto emblemático de la ciudad.

El legado de estos emprendedores ourensanos perdura en la historia de Vilagarcía, recordando una época de prosperidad impulsada por el ingenio y la determinación de aquellos pioneros.

Este fenómeno se intensificó en las últimas décadas debido al proceso de industrialización asociado al polo de desarrollo industrial en la ría de Arousa, y su función vital como puerto, centro comercial y de servicios.

En términos absolutos, la población municipal ha experimentado una evolución significativa a lo largo del tiempo.

- En 1940, la población alcanzaba los 23.705 habitantes.
- En 1950, se registraron 20.654 habitantes.
- En 1970, la cifra ascendió a 24.076 habitantes.
- Para 1996, la población se situó en 33.375 habitantes.
- En la actualidad ronda los 38.000 habitantes.

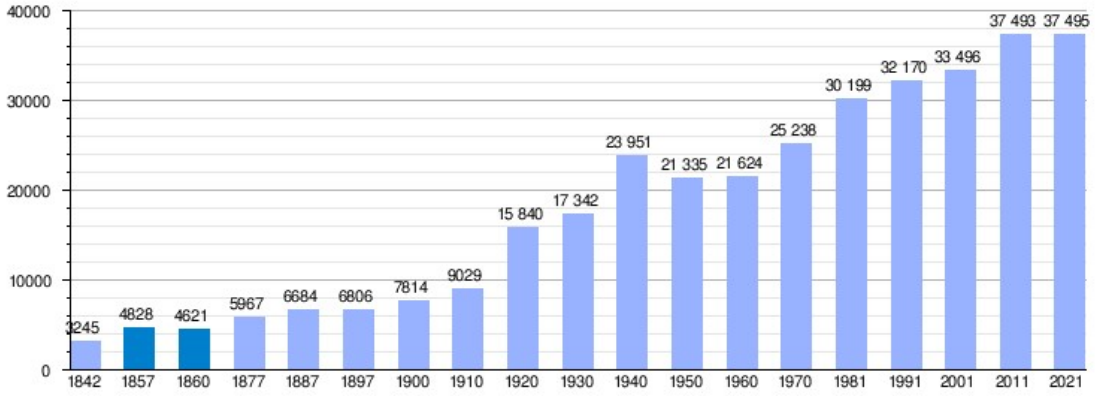


Ilustración 62. Extraído de INE. 20-11-2023

La distribución de la población activa en 1975 mostró una clara preponderancia del sector terciario, que representaba el 57,4% de la población total. Este sector incluía actividades relacionadas con el comercio y la marina mercante. El sector secundario, compuesto por industria y construcción, ocupaba un 36%, mientras que el sector primario, que englobaba la agricultura-ganadería, pesca, marisqueo y explotación forestal, representaba un 6,5% de la población activa. Es importante destacar que esta última cifra subestimaba la verdadera contribución del sector primario debido a deficiencias en la contabilización de la actividad agrícola y pesquera. La población se concentraba en una estrecha franja costera, ya que la mayoría de los asentamientos se encontraban a altitudes inferiores a los 80 metros sobre el nivel del mar.

Ilustración 63. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/

Ilustración 64. Fotografía aérea. 1956-7. Vuelo americano. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/

8.6 Evolución portuaria

El desarrollo del puerto de Vilagarcía de Arousa se vislumbró a través de la ejecución de diversas obras de infraestructura, destacando entre ellas el muelle embarcadero, conocido como el muelle de Hierro, construido entre 1878 y 1893, y el muelle del Ramal, llevado a cabo entre 1901 y 1903, equipado con una vía férrea.

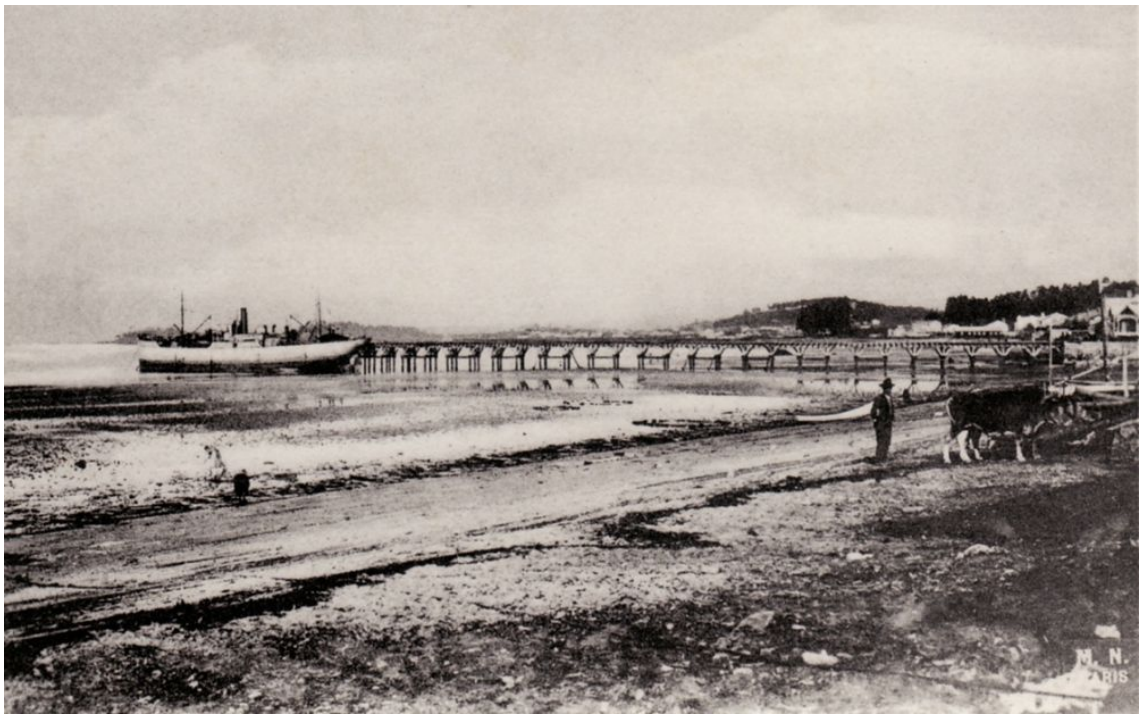


Ilustración 65. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ Muelle de Hierro

Ilustración 66. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ Muelle de Hierro

Ilustración 67. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ Muelle de Hierro

Sin embargo, la planificación de nuevas obras enfrentó obstáculos burocráticos, ya que el ingeniero D. Carlos Expresati propuso ubicar las instalaciones en el paraje del Preguntoiro, en el término de Vilaxoán, que en aquel entonces era un Ayuntamiento independiente de Vilagarcía de Arousa, lo que retrasó la concreción de los proyectos a favor de esta última Villa.

Las reformas tan anheladas comenzaron a materializarse tras su aprobación por el Consejo de Obras Públicas en 1911, con la definición de un plan que incluía la construcción de un muelle de abrigo, un muelle transversal, un muelle de costa, una rampa varadero, una carretera de acceso y otras obras accesorias. Estos trabajos, iniciados en 1915, se prolongaron hasta después de la posguerra y fueron centralizados bajo la gestión de la recién constituida Comisión Administrativa del Puerto en 1924.

Sin embargo, las iniciativas emprendidas se vieron obstaculizadas por la resistencia de otros núcleos cercanos, lo que retrasó el objetivo de los habitantes de Vilagarcía de Arousa de mejorar sus infraestructuras portuarias. La propia Comisión Administrativa del Puerto asumió la responsabilidad del proceso de expansión, llevando a cabo estudios de los fondos marinos y elaborando un nuevo proyecto general que contemplaba la construcción de un muelle comercial, un muelle de enlace y un muelle de Ribera, así como dragados generales y la expropiación del muelle del Ramal.

La Guerra Civil supuso un punto de inflexión para la actividad marítima de Vilagarcía de Arousa, pero la década posterior fue crucial para sentar las bases definitivas del puerto. Durante este periodo, se realizaron transformaciones importantes en la estructura portuaria, incluyendo la sustitución de los muelles de Hierro y del ramal del ferrocarril por otros de fábrica, la ampliación y renovación de las instalaciones del muelle comercial y la mejora de las comunicaciones terrestres.

En términos mercantiles, se logró la recuperación del tráfico de adoquines, característico del núcleo carrilense, gracias a la reanudación de las importaciones por parte de una compañía holandesa. La administración también se enfrentó al desafío de coordinar la expansión del puerto, abarcando desde Cesures a Vilanova, con la intención de establecer una unidad portuaria que englobara los puertos de Carril, Vilaxoán y Pontecesures.
Finalmente, en 1964, se estableció la jurisdicción entre el límite de las provincias de A Coruña y Pontevedra, delimitando así una unidad portuaria que permitió una mayor coordinación de los servicios portuarios en toda la ría. Esta evolución culminó con la transformación de la Comisión Administrativa en una Junta de Obras del Puerto en 1956, lo que benefició a los usuarios del puerto y contribuyó al desarrollo económico y social de la región.
Los primeros años de la Junta de Obras estuvieron caracterizados por una agenda intensa, cuyo objetivo primordial era consolidar el proceso de industrialización de Galicia, con un enfoque principal en Vilagarcía de Arousa y su Ría. Además de las medidas de ordenación portuaria mencionadas previamente, se proyectaron diversas industrias cuyos efectos se extenderían por todo su área de influencia. Entre los proyectos más destacados de la época se encontraban una importante papelera, una refinería, una poderosa siderúrgica y el ambicioso proyecto del Iberpuerto, concebido como el principal puerto de entrada para el petróleo y otras materias primas.
La Cámara de Comercio se involucró activamente en las iniciativas emprendidas, y sus representantes realizaron gestiones en diversos ámbitos para impulsar la economía local, incluyendo el proyecto del Iberpuerto, Villaronga, M. (1993). Sin embargo, la multiplicidad de intereses en juego obstaculizó su culminación, especialmente debido al potencial impacto medioambiental que habría conllevado. A principios de los años setenta, se delineó una iniciativa de gran envergadura, el Polo de Desarrollo Industrial, bajo el amparo del III Plan, pero nuevamente las expectativas superaron a los resultados obtenidos, aunque se registró un impulso notable en las mejoras de las instalaciones portuarias.

El periodo posterior a 1975, marcado por cambios políticos significativos en España, también influyó en la evolución del puerto de Vilagarcía de Arousa. La estratégica ubicación geográfica del puerto, en las principales rutas marítimas que conectan Europa con el resto del mundo a través del océano Atlántico, junto con las excelentes características internas de la Ría, lo posicionaron como una reserva portuaria de importancia nacional, sin restricciones respecto al tráfico marítimo.
El proceso de transferencias a las comunidades autónomas tuvo repercusiones negativas en los cambios necesarios para el comercio, ya que la gestión de los puertos se vio afectada por la burocracia política. Los puertos de Carril y Vilaxoán fueron cedidos a la Xunta de Galicia, mientras que el de Vilagarcía de Arousa quedó integrado en la red estatal de puertos de interés general, pero con limitadas posibilidades de expansión debido a su posición intermedia entre Carril y Vilaxoán.
Ante la creciente demanda de mejoras en infraestructuras, se gestaron proyectos significativos como la ampliación del muelle del Ramal al Norte y la construcción de un muelle de casi 10 metros de calado en la zona del Ferrazo al Sur. Sin embargo, otros proyectos como el Centenario y O Preguntoiro no se llevaron a cabo. Estas mejoras permitirían la creación de una dársena para embarcaciones deportivas entre los muelles de Pasajeros y del Ramal.

El análisis del comercio desarrollado en el puerto de Vilagarcía de Arousa se articula en torno a elementos característicos que generan la mayor parte del tráfico, destacando el movimiento de mercancías como lo más relevante.

La actividad comercial del puerto está estrechamente relacionada con la industria local, como evidencian noticias de la década de los cuarenta que ilustran la realidad económica de Vilagarcía. Destaca la importancia de la industria maderera, salazonera y conservera, así como la exportación de piedra, aunque esta última se vio afectada por la guerra. Antes del conflicto bélico, la exportación de piedra granítica era considerable, siendo utilizada en la pavimentación de calles en ciudades como Reims, París, Bruselas y Ámsterdam, así como en la construcción de canales en Holanda.

En cuanto al tráfico de importación, durante la década de los setenta, los productos químicos y las maderas y corchos destacan como los principales rubros, representando conjuntamente aproximadamente un tercio de las importaciones. En los años siguientes, se observa una evolución donde los productos químicos, especialmente el metanol, se convierten en el referente principal, compartiendo protagonismo con los productos petrolíferos refinados.

Por otro lado, en lo que respecta a las exportaciones, en los años setenta predominan las maderas y corcho y otros minerales y residuos metálicos, como el cuarzo. Sin embargo, en los años ochenta, el predominio de las maderas y corcho se acentúa aún más, representando aproximadamente tres cuartas partes del volumen total de mercancías exportadas. Esta tendencia se mantiene en los años siguientes, con los productos químicos como otro referente importante en el tráfico exterior.

Hasta mediados de la década de los ochenta, las exportaciones superan a las importaciones, pero a partir de entonces, las importaciones canalizan más del 80% del total del tráfico exterior.

En cuanto al movimiento de buques, durante los primeros años, influenciados por la Guerra Civil, se observa un descenso en el número y tonelaje de los mismos. Este patrón no cambia significativamente hasta la década de los cincuenta. A partir de 1967, se registra un importante incremento en el número de buques, debido a la inclusión en las estadísticas oficiales de los barcos mercantes y los que realizaban el tráfico de la ría. Sin embargo, el tamaño medio y la carga media de los buques se ven afectados, distorsionando la realidad mercantil.

En la evolución del tráfico portuario destaca un predominio del tráfico de cabotaje durante los años sesenta, seguido de un punto de inflexión a partir de 1973, que coincide con un aumento del tráfico exterior. Este crecimiento se ve influenciado por el auge de la pesca congelada, que sitúa a Vilagarcía de Arousa entre los principales puertos de España en esta especialidad.

Ilustración 68. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ Muelle do ramal

8.7 Años 80 y el narcotráfico

La introducción del narcotráfico en Vilagarcía de Arousa se remonta a los años 80, una década significativa para España, que recién emergía de 40 años de régimen dictatorial bajo el general Francisco Franco. Este periodo de transición democrática coincidió con la llegada de la cocaína y la heroína a las costas gallegas. La recortada costa de 1.500 kilómetros de Galicia se convirtió en un atractivo para contrabandistas y narcotraficantes, siendo la puerta de entrada del 80% de la cocaína hacia Europa.

La génesis de este fenómeno se encuentra en una larga tradición de contrabando en Galicia, que se arraigó en los difíciles años de posguerra. En los años 70, el contrabando de tabaco prosperó enormemente, convirtiéndose en un negocio tentador para pescadores, mariscadores y patrones de barco. Este entorno propicio llevó a una transición natural hacia el tráfico de drogas más rentables y peligrosas, como la heroína y la cocaína, procedentes principalmente de Colombia.

Vilagarcía y su entorno formaron parte de este episodio. Figuras emblemáticas como José Ramón Prado Bugallo, conocido como Sito Miñanco, surgieron como líderes en este negocio ilegal, aprovechando su experiencia en el contrabando y su infraestructura logística en la región. La aceptación social de estas actividades se debía en parte a la generación de empleo y la mejora económica en una época de crisis.

El crecimiento del narcotráfico en la región trajo consigo una serie de problemas sociales, como el aumento de adicciones y muertes entre la juventud, existiendo generaciones enteras mermadas por las muertes. Madres como Carmen Avendaño se organizaron para enfrentar este problema, denunciando la situación y presionando a las autoridades. Esto condujo a la histórica Operación Nécora en 1990, una de las mayores acciones contra el narcotráfico en la historia de España.

A pesar de los esfuerzos policiales y judiciales, el narcotráfico persiste en Galicia, aunque de manera más discreta y sofisticada. Nombres históricos continúan involucrados en el negocio, aunque en la actualidad los verdaderos líderes operan de manera más clandestina y menos ostentosa. La costa escarpada y difícil de Galicia sigue siendo un punto estratégico para el transporte de drogas hacia Europa, lo que garantiza que el narcotráfico siga siendo una preocupación persistente para las autoridades españolas.

El desarrollo histórico del mercantilismo, estrechamente vinculado al entorno marítimo, experimentó una transición significativa desde actividades legales el comercio, a legales indeseables como la emigración, para llegar prácticas delictivas, como el contrabando de tabaco y posteriormente el narcotráfico. Este cambio de paradigma, aunque supuestamente centrado en el fomento del trabajo y la generación de riqueza, plantea interrogantes sobre la participación o conocimiento de los actores vinculados al ámbito marítimo, incluyendo tanto a trabajadores como a empresarios.
Resulta cuestionable la noción de que estas actividades ilícitas pudieran llevarse a cabo sin el conocimiento o la complicidad de la comunidad marítima. La voz popular sugiere la existencia de préstamos altamente lucrativos y de corto plazo destinados a la adquisición de lanchas ultrarrápidas utilizadas en el narcotráfico. Este fenómeno pone de manifiesto la posible existencia de una red de apoyo financiero y logístico dentro de la propia comunidad marítima,

que podría haber facilitado y respaldado estas operaciones ilícitas. La justicia no ha podido demostrarlo.

Ilustración 69. Una de las protestas más emblemáticas de las madres contra la droga se produjo frente al Pazo Baión, que fue propiedad del narcotraficante Laureano Oubiña. https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-48300547. Extraído a 20-04-2024

9. VILAGARCÍA HOY.

Con base en su estructura urbana, económica y sociológica, Vilagarcía ocupa una posición prominente dentro del sistema urbano intermedio, ejerciendo como centro neurálgico del área territorial de mayor densidad poblacional y relevancia urbana. En esta configuración, Cambados y O Grove desempeñan roles secundarios en la articulación de este espacio. Se trata de un entorno caracterizado por un dinamismo económico marcado, respaldado por una oferta funcional diversificada que se fundamenta en la valorización de los recursos endógenos disponibles.

A nivel local, el punto de partida para el proceso de reflexión estratégica es la Agenda 21 de la Mancomunidad del Salnés, conformada por los ayuntamientos de A Illa de Arousa, Cambados, Meaño, Meis, O Grove, Ribadumia, Sanxenxo, Vilagarcía de Arousa y Vilanova de Arousa. La adhesión a la Campaña Europea de las Ciudades y Poblaciones Sostenibles mediante la firma de la Carta de Aalborg en junio de 2000 supuso un compromiso con la promoción de prácticas sostenibles. La implementación de la Agenda 21 en 2003 implicó la definición de prioridades y criterios de actuación destinados a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Las estrategias urbanas integradas constituyen herramientas fundamentales para abordar los diversos desafíos que enfrentan las ciudades contemporáneas. Dichas estrategias deben articular políticas sociales, ambientales y económicas de manera coherente. Vilagarcía de Arousa busca implementar una estrategia integral de desarrollo urbano sostenible alineada con las directrices establecidas en Europa 2020. En este contexto, el Ayuntamiento de Vilagarcía de Arousa ha elaborado el Plan Estratégico Vilagarcía de Arousa 2015-2020.

La construcción de ciudades resilientes, inclusivas, ecológicas y competitivas, sustentadas en sistemas urbanos sólidos con una gestión eficaz, requiere una coordinación efectiva de políticas y decisiones de inversión. Para comprender mejor los desafíos y oportunidades que presenta Vilagarcía de Arousa, el ayuntamiento ha emprendido la elaboración del Plan Estratégico como una iniciativa clave para consolidar un enfoque programático en esta área.

Se reconoce que las decisiones actuales relacionadas con políticas e infraestructura determinarán los patrones de desarrollo urbano en las próximas décadas. El ayuntamiento busca aprovechar esta ventana de oportunidades para asegurar que el desarrollo urbano promueva el crecimiento sostenible, brinde servicios básicos, vivienda y transporte accesibles y confiables, genere empleo y mejore la calidad de vida de todos los habitantes. La modernización de la ciudad, la región y el país requiere asumir colectivamente el desafío y la oportunidad que ofrece un modelo de desarrollo sostenible, que combine la prosperidad económica con el bienestar social y la preservación del medio ambiente.

Para la elaboración y el marco estratégico del Plan, se han seguido las Orientaciones para la definición de estrategias de Desarrollo Urbano Sostenible Integrado en el periodo 2014-2020, propuestas por la Red de Iniciativas Urbanas (RIU). Desde el Ayuntamiento de Vilagarcía de Arousa 2015-2020, se concibe el plan estratégico como una herramienta de gestión indispensable, en constante evolución y mejora, que permitirá integrar la opinión de la sociedad (ciudadanos, empresas, entidades sociales, etc.) en la gobernanza de la ciudad de manera efectiva y operativa, y que servirá como guía hacia la ciudad futura deseada de manera realista y eficiente. Se aspira a que la estrategia de la ciudad sea, a su vez, un instrumento de integración del conocimiento existente y de los valores de la sociedad en relación con la sostenibilidad. De esta manera, se podrán identificar carencias, objetivos, compromisos e instrumentos de manera consensuada y orientar las decisiones estratégicas de política hacia un equilibrio duradero entre los sistemas que influyen en la calidad de vida actual y futura.

El modelo de desarrollo urbano ejerce una influencia significativa en la conservación de la biodiversidad, dado que las ciudades dependen en gran medida de la explotación de los ecosistemas circundantes para la generación de bienes y servicios, lo que las convierte en consumidoras voraces de recursos naturales. En el caso de territorios costeros como Vilagarcía de Arousa, el principal ecosistema en juego es el mar. Sin embargo, existe el riesgo de degradación del litoral y del paisaje debido a la creación indiscriminada de infraestructuras para absorber la población estacional asociada al turismo, así como por la explotación de los recursos naturales marinos, que constituyen uno de los pilares económicos de la región.

La ría de Arousa posee una rica diversidad faunística, siendo un hábitat excelente para peces y mariscos, lo que la convierte en un criadero natural para numerosas especies. Esta singularidad biológica, junto con la variedad de formaciones vegetales, la espectacularidad paisajística y el interés geomorfológico, conforman un patrimonio natural y cultural de gran valor científico, recreativo y educativo.

La estrecha relación entre la naturaleza y la ciudad de Vilagarcía, evidente en sus parques, arbolado, ríos, paseo marítimo y playas, debe considerarse como un activo urbano importante, que contribuye a mejorar la calidad de vida en la ciudad y atrae a sus habitantes. Por lo tanto, es fundamental que la estrategia municipal incluya medidas para mejorar la calidad ambiental de los espacios urbanos, considerando su capacidad para proporcionar confort ambiental en términos de reducción de la contaminación lumínica y acústica, influencia sobre la calidad del aire y preservación del paisaje.

En el horizonte de 2020, la Unión Europea se propone avanzar hacia la descarbonización progresiva de su economía y convertirse en líder mundial en tecnologías que contribuyan a la transición hacia una economía baja en carbono. En este contexto, se establecen objetivos ambiciosos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar el uso de energías renovables. Para lograr ciudades más sostenibles en esta era del conocimiento, es crucial promover un modelo urbano compacto, eficiente y socialmente cohesionado, que integre el desarrollo económico con la protección de los recursos naturales y mejore la calidad de vida de sus habitantes.

La rehabilitación de edificios y la promoción de tecnologías ecoeficientes son aspectos clave para reducir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero en la ciudad. Además, es necesario reordenar los procesos de expansión urbana para frenar la dispersión de la urbanización, promoviendo una malla urbana bien estructurada y atractiva que minimice los impactos ambientales y favorezca la intermodalidad en el transporte público.

En cuanto a la vulnerabilidad de Vilagarcía de Arousa ante el cambio climático, particularmente frente a la subida del nivel del mar e inundaciones, se requiere una planificación urbana que tenga en cuenta estos riesgos y promueva medidas de adaptación adecuadas. La condición de ciudad costera de Vilagarcía de Arousa la expone de manera particular a los riesgos asociados con el aumento del nivel del mar y las inundaciones. El área central urbana se ha desarrollado sobre una extensa marisma, situada a una altitud que resulta notablemente inferior a la zona portuaria, lo que dificulta considerablemente el drenaje adecuado del agua y aumenta su vulnerabilidad frente a inundaciones. Esta situación se ve agravada por la canalización de muchos de los cursos de agua que atraviesan el centro urbano, así como por la presencia de numerosos desagües de aguas pluviales a lo largo del tramo urbano del río Con.

Asimismo, es esencial fomentar la participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones para garantizar una gestión sostenible y equitativa de la ciudad.

10. EL PUERTO HOY.

El puerto de Vilagarcía ha experimentado un notable crecimiento y desarrollo hasta alcanzar un récord histórico de tráficos portuarios en el año 2021, con un total de 1.511.370 toneladas movidas. Este hito representa un marcado contraste con las cifras de dos décadas atrás, cuando en 1999 el puerto movía 770.000 toneladas de mercancía, contando entonces con menos de 1.500 metros lineales de atraque y calados mayormente de siete metros. Actualmente, el puerto dispone de cerca de 3.000 metros de línea de atraque y ha incrementado sus calados, alcanzando entre 11 y 13 metros en su mayoría.

Este crecimiento tanto en infraestructura como en volumen de tráfico portuario ha sido impulsado principalmente por un aumento significativo en el manejo de mercancía general, la cual representa más de la mitad del total de tráficos del puerto. Se observa también un cambio notable en la distribución de los tráficos portuarios y en los principales productos movidos por el puerto. Si en 1999 predominaban las mercancías vinculadas a la construcción, como cemento, madera y asfalto, así como otros productos como urea, metanol y cereales, en el año 2021 se destacan la mercancía contenerizada, cuarzo, aluminio, tablero y aceite, aunque algunos productos como cemento, urea, metanol y cereales siguen siendo importantes en términos de volumen movido.

Además de su función como nodo logístico para el transporte de mercancías, la Autoridad Portuaria de Vilagarcía también gestiona una importante bolsa de terrenos en la fachada marítimo-urbana de la ciudad. La planificación de estos terrenos para contribuir al desarrollo sostenible desde el punto de vista social, económico y ambiental es una responsabilidad adicional de la Autoridad Portuaria.

Para avanzar en la gestión de estos terrenos y otros asuntos urbanísticos, se ha establecido una comisión entre la Autoridad Portuaria y el Concello de Vilagarcía. Como resultado de esta colaboración, se han superado obstáculos para la tramitación del Plan Especial del Puerto, se han formalizado ventas de terrenos al Concello para su uso público y se han aprobado iniciativas para incorporar áreas portuarias al uso ciudadano.

Otro objetivo a futuro es fortalecer el posicionamiento de Vilagarcía como destino de cruceros, lo que contribuiría a la desestacionalización del turismo y generaría ingresos en sectores como el comercio y la hostelería.

En resumen, el crecimiento en tráficos portuarios, la gestión de terrenos para un desarrollo sostenible, y la apuesta por nuevos negocios como el turismo de cruceros y la náutica deportiva representan avances significativos en la misión de la Autoridad Portuaria de Vilagarcía de convertirse en un referente logístico y socioeconómico en su área de influencia.

Ilustración 70. Vista panorámica actual extraída de https://www.turismo.gal/inicio?langId=es_ES 22-04-2024

Bibliografía

- Abuín, M. (1993). *Vilagarcía y el Mar. Vocación y Consolidación Portuaria (1880-1936)*. Edita Junta del Puerto de Vilagarcía de Arousa.
- Azcárate, B. y Rodríguez, J. (2017). *Pasajeros de tercera clase.* Ministerio de trabajo, Migraciones y Seguridad Social.
- Bouza-Brey, F. (1965). *El Señorío de Villagarcía desde su fundación a su marquesado (1461-1655)*. CSIC. Instituto P. Sarmiento de Estudios Gallegos.
- Campos, J. (1994). *La emigración gallega a América (1881-1930) integración y retorno*. Universidade de Vigo.
- Del Río, M. (2018). *Notas para la Historia de Villagarcía*. https://fliphtml5.com/oxgi/buzp/basic
- Díaz, C. y Seixas, M. (2003). A Memoria de Vilagarcía. Álbum de *Postais*. Edicions Xeráis de Galicia, S. A.
- Fernández, I. (2014). *Urbanización y remodelación Entorno Plaza de España 1ª fase*. Oficina técnica municipal de Rehabilitación Urbana Vilagarcía de Arousa.
- García, C. (1904). *Galicia antigua. Discusiones acerca de su geografía y de su historia*. Leatherbound edición 2022.
- Hoyo, J. (1975). *Memorias del Arzobispado de Santiago*. Servizo de Publicacións e Intercambio Científico da USC.
- Ruiz, E. (2004).*Historia económica del puerto de Vilagarcía*. Universidad de Málaga.
- Madoz, P. (1806-1870). *Diccionario geográfico-histórico-estadístico de España y sus provincias de Ultramar*. https://econet.carm.es/inicio/-/crem/publica/pdf/Diccionario_Madoz.pdf
- Paulos, J. (2017). Tesis doctoral *Arquitectura y patrimonio de la élite en Arousa 1863-1931. Vilagarcía centro aristocrático y turístico del eje La Toja-Cortegada, su dimensión Europea.* Universidad de Sevilla.
- Sarmiento, P. (2006). *Vida y viajes literarios*. Editorial: Bol. de la Com. de Mon. de Orense t. VII
- Viana, V. (2017). *La emigración a las Américas por el puerto de Vilagarcía*. Imprenta Fidalgo. Cambados
- Viana, V. (2017).*Vilagarcía de Arousa durante la II república*. ttps://www.revistaesmas.com/
- Viana, V. (1997). *Visitas Reales a Villagarcía de Arosa*. Ediciones Cardeñoso.
- Villaronga, M. (1991). *Vilagarcía, Vilaxoán y Carril*. Diputación Provincial de Pontevedra.
- Villaronga, M. (1993). *Vilagarcía y el Mar. Un Puerto al Servicio del Interés General (1936/1988).* Junta del Puerto de Vilagarcía de Arousa.
- Villaronga, M. (2005). *A Vilagarcía das Vellas Postais. Un paseo Crítico pola Vila que queria ser Cidade (1900-1936)*. Diputación Provincial de Pontevedra.
- Rodriguez, A. (2001). *Sempre en Galiza*. Biblioteca gallega - La voz de Galicia,
- Fernández, W. (2006). *Luz de Luna*. Librería AbeBooks.

Listado de imágenes

- Portada: Extraída de http://www.portovilagarcia.es/es/autoridad-portuaria/historia.html a 22-04-2024.
- Ilustración 1. Mapa Fontán- carta Geométrica de Galicia (1817-1830). Extraído el 22-04-2024 de https://es.wikipedia.org/wiki/Carta_Geom%C3%A9trica_de_Galicia
- Ilustración 2. Plano de Vilagarcía antes de desecación de las marismas. Extraído de Fernández, I. (2014).
- Ilustración 3. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 4. Extraído 20-04-2024 de https://bluscus.es/la-isla-de-cortegada-el-pasado-del-bosque-de-laureles. Cortegada y las Malveiras en la desembocadura del río Ulla.
- Ilustración 5.Extraída a 20-11-2023 de https://www.revistaesmas.com/index.php Imagen del Castriño, la zona marinera contigua a las marismas.
- Ilustración 6. Bando municipal convocando a los vecinos a la llegada del tren. Extraído a 20-11-2023 de https://ofaiadodamemoria.com/
- Ilustración 7. Estación Tren imagen de época. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 8. Mapa línea Cornes- Carril. Extraído de Historia económica del puerto de Vilagarcía. Elena Ruiz Romero de la Cruz (2004)
- Ilustración 9. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ . Imagen de época. Panorámica de estación
- Ilustración 10. Historia económica del puerto de Vilagarcía. Elena Ruiz Romero de la Cruz (2004). Puerto a finales del siglo XIX con el Muelle de Hierro.
- Ilustración 11. Vista Vilagarcia desde Carril. Extraído 01-08-2023 de httpshemerotecaantigadevilagarcia.blogspot.com201907nuestras-playas-villagarcia-por-d.html 1-4 mod Blog.
- Ilustración 12. Plaza da Pescadería. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ .
- Ilustración 13. Nuevo mercado. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ .
- Ilustración 14. Imagen propia. Antiguo asilo promovido por Luisa Vilá.
- Ilustración 15. Dibujo hipotético del Dr. Carús 1878. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/
- Ilustración 16. Plano para relleno de las marismas.1880. Extraído de Fernández, I. (2014).
- Ilustración 17. Vista de Las Marismas y Plaza de la Iglesia. Ca. 1902. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 18. Vista de Las Marismas y Plaza de la Iglesia. Ca. 1905. Extraído de Fernández, I. (2014).

- Ilustración 19. Vista de Las Marismas y Plaza de la Iglesia. Ca. 1910. Extraído de Fernández, I. (2014).
- Ilustración 20. Vista de la Alameda. Extraído 20-11-2023 de https://www.revistaesmas.com/index.php
- Ilustración 21. Vista de la Alameda. Extraído 20-11-2023 de https://www.revistaesmas.com/index.php
- Ilustración 22. Vista Alameda, puerto y Muelle de Hiero. Extraído 20-11-2023 de https://www.revistaesmas.com/index.php
- Ilustración 23. Vista de Alameda y Muelle Hierro. Extraído 20-11-2023.https://www.revistaesmas.com/
- Ilustración 24. Extraído de Historia económica del puerto de Vilagarcía. Elena Ruiz Romero de la Cruz (2004)
- Ilustración 25. Vista de la playa de Compostela. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/
- Ilustración 26. Pazo da Golpelleira. Extraído 20-04-2024 de https://www.osalnes.com/es/descubre/visitas/arquitectura-civil-pazos/pazo-da-golpelleira.html
- Ilustración 27. Imagen visita de Alfonso XIII. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 28. Imagen propia actual de Pazo Duques Terranova
- Ilustración 29. Casa Duques Medina Las Torres. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 30. Palacio Duques Terranova. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 31. Casa del Lago. Extraído 20-11-2023 de https://www.elespanol.com/treintayseis/articulos/cultura/del-lujo-a-la-ruina-el-declive-de-las-mansiones-historicas-de-vilagarcia-de-arousa
- Ilustración 32. Casa del Lago. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 33. Sección Casa del Lago. Extraído 20-04-2024 de xardinshistoricos.bogspot
- Ilustración 34. Imagen propia. Casa Deza.
- Ilustración 35. Vista de la playa en el desarrollo inicial del barrio de la Prosperidad. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 36. Villa Güimil. Extraído 20-11-2023 de https://www.elespanol.com/treintayseis/articulos/cultura/del-lujo-a-la-ruina-el-declive-de-las-mansiones-historicas-de-vilagarcia-de-arousa
- Ilustración 37. Antigua Villa Güimil. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

- Ilustración 38. Antigua Villa Güimil. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 39. Alzado casa Becerra. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com/2013/04/xardin-e-casa-becerra-1939-vilagarcia.html
- Ilustración 40. Casa Becerra. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com/2013/04/xardin-e-casa-becerra-1939-vilagarcia.html
- Ilustración 41. Casa Becerra. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com/2013/04/xardin-e-casa-becerra-1939-vilagarcia.html
- Ilustración 42. Casa Cachúmbola. Imagen propia. Estado actual
- Ilustración 43. Casa Cachúmbola. Extraído 20-04-2024 de https://condecorate.com/
- Ilustración 44. Casa Familia Buhígas. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com
- Ilustración 45. Plano alzado Casa familia Buhígas. Extraído 20-04-2024 de https://xardinshistoricos.blogspot.com
- Ilustración 46. Casa Emilia Porto. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 47. Casa Emilia Porto. Fotografía extraída del libro Vilagarcía, A perla de Arousa
- Ilustración 48. Alzado casa Emilia Porto. Plano de la época facilitado por Roberto Sobrado (archivo municipal Vilagarcía de Arousa)
- Ilustración 49. Plano Vilagarcia inicio S.XX. Extraído 20-11-2023.https://www.revistaesmas.com/
- Ilustración 50. Plano Vilagarcia inicio S.XX. Extraído 20-11-2023.https://www.revistaesmas.com/
- Ilustración 51. Plaza González Besada. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 52. Centro ciudad inicios XX. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 53. Castriño y marismas. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 54. Extraído de Azcárate, B. y Rodríguez, J. (2017). Embarque a la emigración.
- Ilustración 55. Publicidad consignataria y emigración. Extraído de Azcárate, B. y Rodríguez, J. (2017).
- Ilustración 56. Playa Concha inicios XX. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES

- Ilustración 57. Líderes locales. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 59. Instalaciones para baños. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 60. Zona deportiva barrios Prosperidad. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 61. Deporte y encuentro Barrio Prosperidad. Extraído 20-11-2023 de https://www.facebook.com/avilagarciaantiga/?locale=es_ES
- Ilustración 62. Evolución demográfica. Extraído de INE. 20-11-2023
- Ilustración 63. Mitad de siglo XX. Zona de playa. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/
- Ilustración 64. Fotografía aérea. 1956-7. Vuelo americano. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/
- Ilustración 65. Muelle de Hierro. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/
- Ilustración 66. Muelle de Hierro. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/
- Ilustración 67. Muelle de Hierro. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/
- Ilustración 68. Extraído 20-11-2023de https://ofaiadodamemoria.com/ Muelle do ramal
- Ilustración 69. Protesta madres contra la droga frente al Pazo Baión, propiedad del narcotraficante Laureano Oubiña. https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-48300547. Extraído a 20-04-2024
- Ilustración 70. Vista panorámica actual extraída de https://www.turismo.gal/inicio?langId=es_ES 22-04-2024

JESÚS VALIÑO ARCOS

ANEXO III

ESTUDIO DE CASO

COPENHAGUE

SEPTIEMBRE DE 2024

Copenhague, capital de Dinamarca, es un ejemplo destacado de ciudad resiliente, comprometida con la sostenibilidad y la adaptación a los desafíos del cambio climático. Reconocida por su enfoque innovador en la gestión urbana, la ciudad ha implementado una serie de soluciones integradas que incluyen infraestructura verde, sistemas de transporte ecológicos y planes de adaptación para mitigar los efectos de inundaciones y fenómenos meteorológicos extremos. Su ambicioso objetivo de ser neutra en carbono para 2025 refleja una visión centrada en la resiliencia climática, haciendo de Copenhague un modelo global de cómo las ciudades pueden evolucionar para enfrentar un futuro incierto.

ÍNDICE

CAPITULO 1.INTRODUCCIÓN 3
CAPÍTULO II. RESILIENCIA EN COPENHAGUE 6
2.1. Superkilen Park 11
2.2. Copenhagen climate resilient neighborhoods y el barrio de St. Kjelds 15
2.3. Kalvebod Brygge 22
2.4. Amager Bakke / Copenhill 25
2.5. Nørrebroparken 27
2.6. Islands Brygge 32
2.6.1. Harbour Cove, proyecto de Vandkunsten 44
2.6.2. Frosilos 46
2.6.3.. El Silo, Islas Brygge 47
2.6.4. New Islands Brygge School 48
2.7. El plan de gestión de ráfagas de nubes 52
2.7. 1.Plan Cloudburst 53
Referencias Bibliográficas 56
Fuentes web 56
Listado de tablas 56
Listado de figuras 57

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Al comparar las ciudades más destacadas en términos de resiliencia, es fundamental analizar tres campos clave: metabolismo urbano, ciudad inteligente y gobernanza.

El metabolismo urbano se refiere al flujo eficiente de recursos como energía, agua y alimentos dentro de la ciudad, promoviendo un desarrollo sostenible. Ciudades como Ámsterdam y San Francisco han avanzado significativamente en este aspecto, implementando ciclos cerrados y sistemas de gestión de residuos eficientes.

Por otro lado, el concepto de ciudad inteligente abarca el uso de tecnologías avanzadas para optimizar los servicios urbanos, donde urbes como Barcelona y Copenhague lideran con soluciones digitales que mejoran la movilidad, seguridad y eficiencia energética.

Finalmente, la gobernanza es crucial para coordinar esfuerzos entre ciudadanos, empresas y gobiernos locales, con ejemplos destacados como Nueva York y Toronto, donde una gestión colaborativa permite desarrollar políticas inclusivas y resilientes que responden a los desafíos del cambio climático y las crisis urbanas.

Estas ciudades ejemplares demuestran que la integración de estos tres campos es esencial para la construcción de una resiliencia urbana sostenible.

Entre las más representativas se encuentran las referenciadas en la siguiente tabla:

Tabla 1 Comparativa por ciudades metabolismo urbano, ciudad inteligente, y gobernanza - transición equitativa

CIUDAD	ACTUACIONES	METABOLISMO URBANO	CIUDAD INTELIGENTE	GOBERNANZA	INTEGRACIÓN 3 CAMPOS
Detroit, EE.UU.	Producción local de alimentos: agricultura urbana.	Sí	No	Sí	No
Freiburg, Alemania	Energías renovables: enfoque en energía solar, techos solares y edificios con eficiencia energética.	Sí	Sí	No	No
Melbourne, Australia	Recolección y reutilización de agua de lluvia: sistemas avanzados para capturar y tratar agua de lluvia.	Sí	Sí	No	No
S. Francisco, EE.UU.	Gestión integral de residuos: reciclaje y compostaje, meta de cero residuos.	Sí	Sí	No	No
Copenhague, Dinamarca	Infraestructuras verdes: techos verdes, paredes vegetales, parques urbanos. Espacios públicos flexibles: adaptables a diferentes usos.	Sí	Sí	Sí	Sí
Rotterdam, Países Bajos	Economía circular: reutilización de materiales de construcción, centro para empresas circulares.	Sí	Sí	No	No

París, Francia	Ciudad de 15 minutos: servicios esenciales a 15 minutos a pie o en bicicleta, peatonalización de calles, creación de áreas verdes. Redefinición del espacio público: peatonalización, áreas verdes, enfoque en sostenibilidad y cohesión social.	Sí	Sí	Sí	Sí
Bilbao, España	Regeneración urbana integral: desarrollo del Museo Guggenheim, revitalización de la ribera del río Nervión.	No	Sí	Sí	No
Masdar City, EAU	Sistemas de energía renovable: energía solar, vehículos eléctricos autónomos, gestión avanzada de residuos y agua.	Sí	Sí	No	No
Curitiba, Brasil	Movilidad sostenible: sistema de autobuses rápidos (BRT), ciclovías, espacios peatonales.	No	Sí	Sí	No
Songdo, Corea del Sur	Hiperconectividad: infraestructura tecnológica avanzada, sensores IoT para monitoreo de tráfico, calidad del aire y consumo de energía.	No	Sí	No	No
Singapur	Transporte público inteligente: tecnologías avanzadas como GPS y big data para optimizar rutas y tiempos de llegada. Comunidades sanitarias inteligentes: sistemas de salud con telemedicina y monitoreo en tiempo real.	No	Sí	Sí	No
Medellín, Colombia	Desarrollo de zonas mixtas: combinación de vivienda, trabajo y ocio. Políticas de inclusión social: programas sociales para mejorar la calidad de vida en comunidades vulnerables.	No	Sí	Sí	No
Ámsterdam, Países Bajos	Planificación del uso del suelo: tecnologías GIS para planificación urbana eficiente. Desarrollo de un sistema de gestión inteligente del agua y la energía.	Sí	Sí	No	No
Barcelona, España	Participación ciudadana: plataforma digital Decidim para participación en toma de decisiones urbanas. Implementación de la Supermanzana para reducir el tráfico vehicular y mejorar los espacios públicos.	Sí	Sí	Sí	Sí
Helsinki, Finlandia	Movilidad inteligente y sostenible: aplicación Whim que integra todos los modos de transporte.	No	Sí	Sí	No
Tel Aviv, Israel	Ecosistema de innovación digital: red de incubadoras y aceleradoras para fomentar la creación de empleo y el crecimiento económico.	No	Sí	No	No
Tallinn, Estonia	Ciberseguridad y privacidad: infraestructura digital "X-Road" para acceso seguro a servicios gubernamentales en línea.	No	Sí	No	No
Chicago, EE.UU.	Vigilancia y policía predictiva: sistemas basados en IA para mejorar la seguridad pública.	No	Sí	No	No
Porto Alegre, Brasil	Presupuesto participativo: ciudadanos deciden directamente sobre el uso de una parte del presupuesto municipal.	No	No	Sí	No

Nueva York, EE.UU.	Espacios públicos inclusivos: transformación de una línea de ferrocarril en el parque público High Line.	No	No	Sí	No
Viena, Austria	Distribución equitativa de servicios: acceso equitativo a servicios esenciales como educación, salud y transporte.	No	No	Sí	No
Toronto, Canadá	Estrategias integrales para la equidad y la inclusión en vivienda, transporte y servicios comunitarios.	No	No	Sí	No

Fuente Creación propia

Análisis de ejemplos integrados

Copenhague, Dinamarca: implementa infraestructuras verdes y espacios públicos flexibles, integrando los tres campos: mejora ambiental, uso de tecnologías avanzadas y enfoque en la cohesión social.

París, Francia: la ciudad de 15 minutos y la redefinición del espacio público abordan la sostenibilidad, el uso eficiente de recursos, la accesibilidad y la participación ciudadana.

Barcelona, España: la plataforma Decidim y la Supermanzana integran la participación ciudadana, la sostenibilidad ambiental y la eficiencia urbana mediante el uso de tecnologías avanzadas.

De entre los tres casos sobresale Copenhague por un planteamiento más global.

CAPÍTULO II. RESILIENCIA EN COPENHAGUE

Dinamarca

Aspira a ser independiente de los combustibles fósiles para 2050. En 1972, el petróleo representaba el 92% del consumo energético, pero en 1978 se inició la generación eólica. En 2022, la energía solar y la eólica generaron el 59,3% del consumo eléctrico.

Copenhague

Energía: actualmente, el 98% de los hogares tienen calefacción urbana. La ciudad aborda el consumo y la producción de energía, la movilidad y las iniciativas municipales, aumentando la capacidad de energía eólica y fotovoltaica y mejorando la colaboración entre suministradores de agua y electricidad.
La ciudad ha optimizado el consumo energético mediante el monitoreo y Big Data.
El objetivo es ser una ciudad libre de emisiones de CO2 para 2025.

Emisiones de CO2 y espacios verdes: desde 2010, todos los nuevos edificios deben tener cubiertas verdes que absorban contaminantes y aprovechen las precipitaciones.
La ciudad dedica casi un cuarto de su área urbana a espacios verdes, con 42.4 m² por habitante, ejemplificando un urbanismo creativo con proyectos como los parquipiélagos, serie de pequeños parques o espacios verdes interconectados dentro de una ciudad, formando una cadena o archipiélago de áreas verdes, estratégicamente ubicados para proporcionar accesibilidad y conectividad entre ellos, ofreciendo a los ciudadanos múltiples puntos de recreo y descanso distribuidos a lo largo del entorno urbano.
Un 80% de los habitantes de la ciudad tienen un parque a menos de 300 metros de su hogar y para el 2015 se quiere mejorar estas cifras creando 14 nuevos parques y plantando más de 3.000 árboles en las calles.
En 2022, el 68% de las habitaciones de hotel tenían certificación ecológica, y el 58% de los hoteles están certificados con Green Key, ISO o The Nordic Swan. Según Hofor (2022), (Hovedstadsområdets Forsyningsselskab es la principal compañía de servicios públicos de la región metropolitana de Copenhague), un tercio de las habitaciones de hotel se refrigeran con agua del puerto, reduciendo un 70% las emisiones de CO2.

Movilidad: en 2020, los cinco autobuses del puerto se volvieron eléctricos, siendo el primer transporte público acuático 100% eléctrico. El puerto se transformó en 25 años de industrial a recreativo, con 10 zonas de baño disponibles 350 días al año y nuevas infraestructuras para captar lluvias intensas.
La ciudad cuenta con un eficiente sistema de transporte público, permitiendo que cada ciudadano pueda acceder a él en un radio de 350 metros.
Desde 2004, la ciudad ha invertido más de 2.000 millones de coronas danesas en infraestructura ciclista. En la última década, ha invertido 84 millones de coronas danesas anuales en infraestructura ciclista, alcanzando 546 km de carriles bici (Cykelregnskab 2022).

La baja adopción de coches eléctricos se debe a que la mayoría de los ciudadanos prefieren las bicicletas. En 2016, había 675.000 bicicletas frente a 120.000 coches, y el 62% de los residentes usaban bicicletas para trabajar o estudiar.
Residuos: un 55% de los residuos son reciclados y gran parte de los restantes son incinerados en plantas conectadas con el sistema de calefacción de la ciudad (District Heating). En Dinamarca, se pueden devolver botellas y latas en máquinas de reciclaje en supermercados.

Gestión Hídrica: el tratamiento de aguas residuales, las campañas de concienciación y los sistemas de medición del consumo de agua, obligatorios en todos los hogares desde 1999, han mejorado considerablemente el consumo de agua. El objetivo es que cada habitante consuma 100 litros al día, en lugar de los 114 que se consumían en 2007.
El Teatro Real Danés (Skuespilhuset) usa agua del puerto y estructuras termoactivas para climatización, como parte del proyecto ECO-Culture financiado por la UE.

Otros aspectos.

- Dinamarca lidera en consumo de alimentos orgánicos per cápita, y tres de cada cuatro daneses los compran semanalmente.
- Copenhague se posiciona como la urbe más verde e inteligente del planeta, implementando diversas iniciativas para mejorar la sostenibilidad y calidad de vida de sus habitantes.

Ejemplo de ciudad inteligente. Brookings Institution, un think tank sin ánimo de lucro dedicado al desarrollo de políticas públicas, ha destacado a Copenhague como la ciudad con el índice de inteligencia de ciudad más elevado del mundo en 2017. El concepto de ciudad inteligente (Smart City) describe un tipo de desarrollo urbanístico basado en la sostenibilidad y se sustenta en cuatro pilares principales:

- Cuestiones ambientales y eficiencia energética
- Comunicación fluida entre asociaciones, ciudadanos, empresas e instituciones
- Uso compartido de bienes y servicios
- Integración de tecnologías de la información y la comunicación, robótica y sistemas inteligentes

Copenhague se ha convertido en un laboratorio de referencia para el desarrollo de tecnologías inteligentes debido a factores como la fuerte colaboración entre el sector público y privado, el alto nivel de digitalización de las administraciones y el uso generalizado de smartphones por parte de la población. Ejemplos de soluciones tecnológicas incluyen parkings inteligentes y el uso de tecnología blockchain para soluciones energéticas.

Copenhague Solutions Lab. Este laboratorio de innovación acelera el crecimiento y asegura el éxito de proyectos emprendedores. Entre las iniciativas destacadas se encuentran:

Alianzas:

- Hitachi ha abierto su primer laboratorio de Big Data en Copenhague, creando una plataforma para reducir costes y recopilar datos.
- Cisco colabora con la ciudad para desarrollar y probar el Internet de las Cosas (IoT).

- Dinamarca y Suecia han lanzado el proyecto Lighting Metropolis para generar alumbrado inteligente.

Plataformas de datos compartidos:

- **Copenhague Connecting**: proyecto que facilita la compra, venta y compartición de datos entre ciudadanos, instituciones públicas y organizaciones privadas, promoviendo la transparencia y la colaboración.
- **Cleantech. Proyectos de tecnología limpia:** incluyen redes inteligentes de suministro de energía, energías renovables, gestión de aguas y residuos, y tecnologías de reciclaje, que contribuyen a la sostenibilidad y eficiencia energética de la ciudad.
- **Living Labs. EnergyBlock:** laboratorio real donde se prueban soluciones energéticas sostenibles y descentralizadas, utilizando tecnología blockchain para evaluar su eficacia y potencial en un entorno urbano.

Uso de Blockchain en EnergyBlock:

1. Registro descentralizado de transacciones energéticas: permite registrar de manera segura y transparente todas las transacciones relacionadas con la generación, distribución y consumo de energía. Esto incluye la energía generada por fuentes renovables, la energía intercambiada entre diferentes usuarios y la energía vendida a la red.

2. Contratos inteligentes para la gestión energética: se utilizan contratos inteligentes para automatizar acuerdos entre productores y consumidores de energía. Por ejemplo, un contrato inteligente puede asegurar que un usuario recibe una cierta cantidad de energía renovable a un precio acordado, y ejecutar automáticamente el pago una vez que se ha entregado la energía.

3. Trazabilidad y transparencia: proporciona un registro inmutable y accesible de todas las transacciones energéticas, lo que permite a todas las partes involucradas (productores, consumidores, reguladores) verificar la fuente y el destino de la energía. Esto es particularmente importante para garantizar que la energía proviene de fuentes renovables y se utiliza de manera eficiente.

4. Facilitación del comercio de energía Peer-to-Peer (P2P): Permite a los usuarios intercambiar energía directamente entre ellos sin necesidad de intermediarios. Por ejemplo, si un hogar genera un excedente de energía solar, puede vender ese excedente directamente a un vecino a través de la plataforma EnergyBlock, utilizando la blockchain para registrar y asegurar la transacción.

5. Incentivos y pagos automáticos: Blockchain y los contratos inteligentes pueden utilizarse para gestionar los incentivos y los pagos automáticos por la generación de energía renovable. Esto puede incluir subsidios gubernamentales, créditos de carbono, o recompensas por la reducción del consumo energético durante los picos de demanda.

6. Optimización y eficiencia energética: ayuda a optimizar la distribución y el uso de la energía al proporcionar datos precisos y en tiempo real sobre la oferta y la demanda de energía. Esto permite una mejor planificación y gestión de los recursos energéticos, reduciendo el desperdicio y mejorando la eficiencia.

Ejemplos de aplicaciones en EnergyBlock:

- **Microgrids y redes inteligentes**: EnergyBlock puede integrar blockchain en microgrids (pequeñas redes eléctricas locales) para gestionar la distribución de energía entre los participantes de la red, asegurando que la energía renovable generada localmente se distribuye de manera eficiente y justa.
- **Almacenamiento y distribución de energía**: Blockchain puede gestionar la energía almacenada en baterías y otros dispositivos de almacenamiento, asegurando que se distribuye según las necesidades y acuerdos preestablecidos entre los usuarios.
- **Certificación de energía verde**: utilizando blockchain, EnergyBlock puede certificar y garantizar que la energía proviene de fuentes renovables, proporcionando un certificado digital que verifica el origen de la energía.

La integración de la tecnología blockchain en EnergyBlock permite una gestión más eficiente, transparente y segura de los recursos energéticos, fomentando la adopción de energías renovables y descentralizando la producción y distribución de energía. Esto no solo mejora la sostenibilidad y la eficiencia energética, sino que también empodera a los consumidores y productores individuales, permitiéndoles participar activamente en el mercado energético.

Se presenta así como un modelo de ciudad inteligente, donde la integración tecnológica y la sostenibilidad se combinan para mejorar la calidad de vida y la eficiencia urbana.

LAS LECCIONES DE COPENHAGUE:

- **Inclusión y dignidad humana**: diseñar espacios accesibles e inclusivos, priorizando la dignidad de todas las personas y evitando la exclusión.
- **Atención a los marginados**: considerar primero a los más vulnerables en la planificación urbana para integrarlos y beneficiarlos.
- **Reutilización de estructuras**: adaptar y reutilizar estructuras existentes para minimizar el consumo de recursos y la generación de residuos.
- **Protección de campos verdes**: preservar y expandir espacios verdes esenciales para el bienestar urbano y la sostenibilidad.
- **Conservación de ecosistemas y producción de alimentos**: mantener ecosistemas y producción de alimentos en contextos urbanos para asegurar biodiversidad y autosuficiencia.
- **Reutilización de materiales**: evitar el uso de materiales minerales vírgenes, optando por la reutilización para reducir el impacto ambiental.
- **Gestión de residuos en la construcción**: implementar prácticas de construcción limpias y sostenibles, evitando la producción y abandono de residuos.
- **Uso de materiales locales y renovables**: priorizar materiales locales y renovables para reducir la huella de carbono y apoyar economías locales.
- **Captura y reducción de carbono:** en todas las construcciones, la captura de carbono debe superar la huella de carbono, utilizando tecnologías avanzadas.
- **Impacto positivo en ecosistemas acuáticos**: garantizar que cada actividad de desarrollo tenga un impacto positivo en los ecosistemas acuáticos y el suministro de agua limpia.
- **Integración de tecnologías avanzadas**: usar monitoreo y Big Data para optimizar el consumo energético y reducir las emisiones de CO2.
- **Infraestructura verde y azoteas verdes**: implementar techos verdes y paisajismo que mejoren la biodiversidad y absorban contaminantes.
- **Transporte sostenible**: promover el uso de bicicletas y transporte público eléctrico, reduciendo la dependencia de vehículos privados y las emisiones.
- **Proyectos de energía renovable**: integrar energía eólica y solar en el tejido urbano para asegurar una fuente de energía limpia y sostenible.
- **Economía circular y gestión de residuos**: fomentar una economía circular gestionando y reciclando eficientemente los residuos.
- **Iniciativas de Cleantech**: implementar tecnologías limpias en redes inteligentes de energía, gestión de aguas y residuos.
- **Uso de Blockchain**: en proyectos como EnergyBlock para gestionar y descentralizar soluciones energéticas sostenibles, mejorando la eficiencia y la confianza.

La implantación de este programa de actuación no ha sido en un proyecto único. Sea analizan algunos casos:

2.1. SUPERKILEN PARK (2011)

- **Descripción**: Superkilen es un parque urbano en Nørrebro, dividido en tres zonas temáticas: Plaza Roja, Mercado Negro y Parque Verde, que se extiende por más de 33,000 m².
- **Objetivo**: promover la cohesión social en una de las zonas más diversas de Copenhague, con 57 culturas diferentes, creando un espacio inclusivo y multicultural.
- **Elementos verdes:** incluye zonas ajardinadas, árboles y áreas de césped, mejorando la biodiversidad urbana y ofreciendo espacios de recreo.
- **Tecnologías avanzadas**: equipado con iluminación LED eficiente y sistemas de gestión del agua de lluvia.

Estado anterior. Nørrebro, el distrito más conflictivo de Copenhague, ha sido escenario de disturbios desde los años ochenta, lo que ha estigmatizado el barrio. La vida cotidiana está marcada por la diversidad cultural de sus 70.000 habitantes, provenientes de más de 60 países. El distrito combina casitas privadas, bloques de vivienda cooperativa, bares populares, escuelas públicas y grandes ejes viales.

Una franja vacía de 800 metros, antiguo trazado ferroviario, atravesaba el barrio. Esta zona marginal, mal urbanizada y llena de matorrales, era evitada por los edificios adyacentes y resultaba tenebrosa por la noche, iluminada solo por algunos postes de luz. Sin embargo, estaba delimitada por las bulliciosas calles comerciales Nørrebrogade y Tagensvej, repletas de tiendas y restaurantes diversos.

Objeto de la Intervención. En 2008, el Ayuntamiento de Copenhague y una asociación inmobiliaria sin ánimo de lucro reunieron casi ocho millones de euros para transformar esta área en el parque Superkilen (Gran Cuña). La intervención celebraría la diversidad cultural de Nørrebro, integrando referencias étnicas, culturales y lingüísticas de todo el mundo. El proyecto fue concebido como una creación abierta y colectiva, basada en las aportaciones de los habitantes de Nørrebro y la colaboración de arquitectos, paisajistas y artistas.

Todos los habitantes y las etnias presentes en el barrio fueron invitados a expresar sus opiniones y a indicar qué les gustaría encontrar en el parque. Con esta información, se recopilaron objetos y decoraciones urbanas provenientes de aproximadamente 60 nacionalidades diferentes. Cada objeto está acompañado de una pequeña placa de acero inoxidable incrustada en el suelo, que describe el objeto, su función y su procedencia, en danés y en los idiomas originales de su lugar de origen. Esta colección surrealista de la diversidad urbana global refleja la verdadera naturaleza multicultural del vecindario, en lugar de perpetuar una imagen homogénea de Dinamarca. Superkilen aspiraba a inspirar a otras ciudades en la gestión de la diversidad cultural en sus barrios.

Descripción. Es el resultado de la colaboración creativa entre BIG, Topotek1 y Superflex, combinando arquitectura, paisajismo y arte desde su concepción hasta su construcción. Es un parque que celebra la diversidad cultural mediante una exposición mundial de mobiliario urbano y objetos cotidianos seleccionados por los vecinos, recreando una versión contemporánea y urbana de un jardín universal.

Tres zonas, tres colores – un barrio

Un sendero para peatones y ciclistas atraviesa el parque, dividido en tres zonas principales diferenciadas por el tratamiento del suelo:

Plaza Roja - Mercado/Cultura/Deporte

- Ubicación y diseño: situada en el tercio meridional, junto a Nørrebrogade, con una superficie asfáltica de tonos rojos, rosas y naranjas.
- Elementos destacados: mural de Salvador Allende, música jamaicana, y carteles de la Plaza Roja de Moscú. Diversos objetos como cerezos japoneses, arces noruegos, bancos iraníes y suizos, postes de alumbrado "*Belisha beacon*", sacos de boxeo tailandeses, columpios indonesios, papeleras británicas, bolardos de Ghana, y tapas de alcantarillado irlandesas.
- Funciones: zona de actividad física, juegos y mercado urbano con una gran plaza central multifuncional, actuando como una extensión del Norrebrohall.

Plaza Negra - Salón Urbano

- Ubicación y diseño: zona central, más pequeña y urbanizada, con asfalto negro y líneas blancas sinuosas.
- Elementos destacados: fuente marroquí, tobogán japonés, cabinas telefónicas brasileñas, mesas rumanas de ajedrez, lámparas ultravioletas estadounidenses, taburetes cariocas, y un cartel de dentista de Qatar. Únicos elementos vegetales: palmeras excelsas chinas (Trachycarpus fortunei).
- Funciones: salón urbano con mesas, bancos y parrillas permanentes, punto de encuentro y actividades culturales.
- Parque Verde
- Ubicación y diseño: la zona más extensa, llegando hasta Tagensvej, con parterres de césped y asfalto pintado de verde.
- Vegetación y mobiliario: cedros libaneses, alerces centroeuropeos, bancos eslovenos, etíopes, portugueses, de Miami, Praga y Oporto; hamacas suecas, mesas de picnic alemanas, columpios de Kabul y mesas de ping-pong españolas. Elementos artísticos: parterre de tierra seca palestina y un poste publicitario con un Donut tridimensional norteamericano.
- Funciones: área de recreo para niños, jóvenes y familias, con instalaciones deportivas y zonas de picnic.

Conexiones de Tráfico

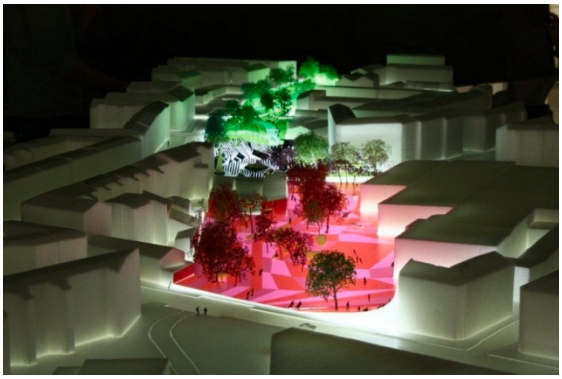
- Infraestructura: reorganización de carriles bici y creación de nuevas conexiones, mejorando la infraestructura del barrio y conectando con áreas circundantes.
- Objetivo: facilitar la movilidad y satisfacer las demandas de los ciudadanos, como el pasaje de autobús en Mimersgade.

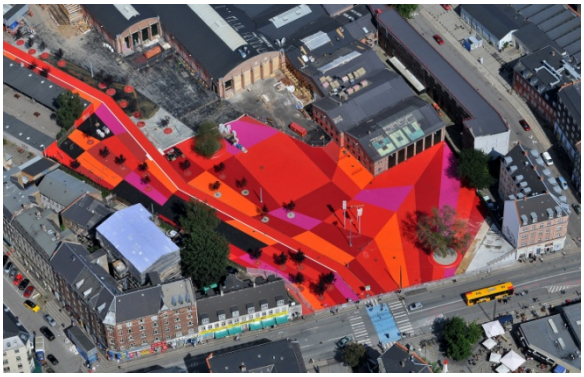
Superkilen se enfrenta a riesgos estéticos y éticos al evitar parecer un parque temático o un galimatías kitsch, pero su espíritu heterodoxo y desenfadado proviene de servir a una buena causa: acercar a los usuarios a un hogar lejano o transformar su lejanía en un nuevo hogar.

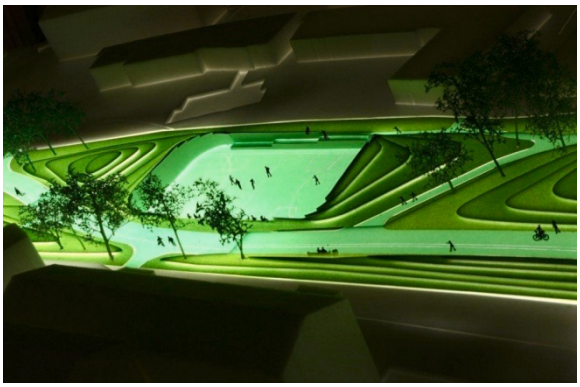
Figura1. Idea conceptual de SUPERKILEN PARK

Fuente Extraída a 10-08-24 de https://www.archdaily.com/286223/superkilen-topotek-1-big-architects-superflex

Figura 2. Maquetas y vista aérea de SUPERKILEN PARK







Fuente Extraída a 10-08-24 de https://www.archdaily.com/286223/superkilen-topotek-1-big-architects-superflex

2.2. COPENHAGEN CLIMATE RESILIENT NEIGHBORHOODS Y EL BARRIO DE ST. KJELDS (2011-2016)

Descripción: este proyecto se centra en la adaptación al cambio climático mediante soluciones basadas en la naturaleza en varios barrios de Copenhague.

Proyecto: Flemming Rafn Thomsen y Ole Schrøder. https://www.tredjenatur.dk/en/portfolio/the-first-climate-district/ . Área: 105 Ha
Premios: Premio Internacional de Innovación Urbana de Guangzhou, 2016

Objetivo: reducir el riesgo de inundaciones, mejorar la calidad del aire y la biodiversidad.
Elementos verdes: creación de parques urbanos, techos verdes y SUDS.
Tecnologías avanzadas: sensores y sistemas de monitoreo para gestionar el agua pluvial y prevención de inundaciones.
Contexto y desafíos. En julio de 2011, Copenhague sufrió la peor lluvia torrencial en 400 años, con 152,4 mm de lluvia en menos de tres horas, causando daños por valor 1.040 millones de dólares. En 2014, un evento similar afectó a Copenhague y Malmø. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático prevé fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes en Dinamarca, incluyendo lluvias intensas y sequías. Además, el nivel del mar podría subir hasta 1,6 metros en los próximos 100 años, según el Instituto Niels Bohr.

Estrategia de adaptación. Copenhague implementó una estrategia agresiva de adaptación al cambio climático, creando el primer barrio resiliente al cambio climático en Dinamarca: St. Kjelds. Este barrio, densamente poblado con 24.000 residentes y 10.000 puestos de trabajo en 1 km², fue seleccionado como piloto para desarrollar métodos y tecnologías de adaptación.

Implementación. En vez de ampliar el sistema de alcantarillado, se implementaron soluciones ecológicas a nivel de calle en St. Kjelds para conducir las aguas pluviales al puerto. Los objetivos específicos fueron:

- prevenir inundaciones mediante la gestión sostenible de aguas pluviales,
- crear más espacios verdes,
- mejorar la biodiversidad
- y desarrollar una identidad de barrio fuerte.

El proyecto comenzó en 2012 con soluciones verdes y azules, IABs, en patios privados y espacios urbanos, centrado en las plazas de St. Kjeld's, Tåsinge y Bryggervangen.

El 20% de la superficie de cubiertas se convierte en áreas verdes, y el 30% del agua de lluvia se desvía del sistema de alcantarillado a canales a nivel de calle.

Soluciones. Se introdujeron soluciones de aguacero azul, patios verdes, techos verdes, tanques de agua y jardines de lluvia para absorber agua y reducir la presión en el alcantarillado. En caso de lluvias intensas se dirige el exceso de agua desde los patios hasta las calles, y el acceso a los sótanos se aseguró con escaleras elevadas. Las soluciones de superficies verdes (SUDS) aportan valor recreativo y mejoran la calidad de vida.

Bryggervangen es clave en la resiliencia climática del distrito. El equipo de diseño, Tredje Natur, lo llama El Manantial Verde e incluye: el parque Kildervældsparken y su drenaje natural a una cuenca natural al sur de la plaza St. Kjlds, donde se optimizan los espacios de aparcamiento y anchos de calle para crear espacio para drenaje, naturaleza y carriles bici. Los espacios infrautilizados se transforman en áreas urbanas.

En Dinamarca, donde llueve 121 días al año, un canal de drenaje típico está seco el 95% del tiempo, por lo que debe aprovechar las lluvias y aumentar su utilidad urbana. La idea es retener agua para actividades recreativas y otros usos urbanos. El agua forma charcos artificiales, fluye por uadis y se almacena para épocas secas. Cuando está seco, el área funciona como espacio temporal para otras actividades.

Plaza Sct. Kjelds / Hielo Muerto. En esta zona convergen siete calles en un espacio urbano de 8.000 m². La plaza, punto central físico del distrito, se transforma en el lugar de encuentro natural. Con su ubicación y tamaño, tiene potencial para ser un escaparate del distrito climático a nivel nacional e internacional. La zona se inspira en el paisaje de hielo muerto, típico en Dinamarca, formado por bolsas de hielo retenidas bajo tierra que se derritieron lentamente, creando depresiones en la superficie.
El círculo es el elemento arquitectónico y monumental clave, acentuando el punto central. La rotonda se transforma en un colector con características de fenómeno natural. El círculo se eleva 5 metros, con boquillas de niebla que reciclan el agua de lluvia recogida, activándose en condiciones de sequía o temperaturas extremas. Este círculo perfecto simboliza la interacción cultural y natural del terreno.
Espacios verdes, diseñados a distintas cotas, invitan a pasear al sol y a eventos culturales en el canal anfibio. En el borde de la plaza, hay una zona destinada a comidas al aire libre, que puede albergar cafeterías, restaurantes o tiendas. En la plaza se concibe con una cafetería, un parque infantil con personal y una casa comunitaria. La idea es dinamizar la plaza con rincones acogedores, formar un muro contra el tráfico vehicular y crear un área interior para actividades urbanas.
Los diques, con baldosas y escaleras, invitan al juego y al ejercicio, y combinan espacios de vegetación. Al suroeste, se añade una celosía con jardines residenciales y plantas trepadoras, creando un huerto vertical accesible y un punto de encuentro para los residentes. Esto también delimitará el espacio hacia la plaza.
El terreno de los jardines residenciales, contaminado, se eleva para evitar daños, aprovechando la zona contaminada para estacionamiento, liberando otras áreas para actividades recreativas.
Intersección Landskrona. Conocida por sus áreas de asfalto, la intersección de 4.300 m² tiene un gran potencial para el desarrollo urbano conjunto.
En la esquina sureste, se prevé una cafetería, mientras que la zona noroeste disfruta de sol la mayor parte del día. La esquina noreste, donde el canal se divide, ofrece juegos acuáticos y funciones como espacio verde urbano.

Un silo de agua se ubica en el rincón sureste, junto a la cafetería. La sombra a lo largo del borde suroeste lo hace ideal para estacionamientos.

Bloques de viviendas. La renovación energética es un proyecto independiente que afecta toda la zona residencial existente. Esta intervención aprovecha el agua de lluvia y la vegetación de manera innovadora, integrando fachadas verdes y azules. El agua de lluvia recogida se puede usar para fines domésticos, ofreciendo una solución local y sostenible que aborda desafíos climáticos en otras partes de la ciudad.

Participación y colaboración. El proyecto implica asociaciones con agencias y empresas locales y nacionales. Los ciudadanos participaron en la implementación y se formó una junta de residentes para la plaza de Tåsinge Plads. Copenhague estableció asociaciones con ONG ecológicas locales, secretarios políticos y empresarios locales. HOFOR, el servicio de servicios públicos de Copenhague, brinda apoyo financiero para los proyectos de adaptación climática.

Evaluación y resultados. Desde 2012, se realiza anualmente en St. Kjelds una encuesta sobre la vida urbana para evaluar el uso de los espacios públicos y mejorar las áreas no funcionales.

Resultados principales

- Mayor conciencia del cambio climático y la necesidad de adaptación.
- Inspiración para que los residentes inicien proyectos comunitarios.
- St. Kjelds ha desarrollado una identidad como barrio resiliente al cambio climático, mejorando su reputación.

Innovación y gobernanza. El proyecto de Barrios Resilientes al Clima empodera a un barrio entero para combatir los efectos del cambio climático, organizando una red de instituciones, organizaciones políticas y asociaciones. Este método participativo se aplica a la estrategia de adaptación climática de la ciudad de Copenhague.

Soluciones Verdes y Azules. En lugar de infraestructura gris, el programa utiliza soluciones verdes y azules combinando tecnologías para resistir lluvias intensas: espacios verdes hundidos que actúan como esponjas, carreteras que transportan agua superficial y calles que almacenan agua de lluvia.

Impacto ambiental y social. El programa ha resuelto problemas de inundaciones, ampliado espacios verdes, mejorado el medio ambiente y el microclima, y aumentado la participación y pertenencia de los residentes. Los barrios resilientes al clima de Copenhague demuestran un modelo innovador de gobernanza urbana y son ejemplos de ciudad esponja.

Mejor aprovechamiento del agua. Las aguas de escorrentía superficial se tratan para convertirlas en agua limpia, utilizada en espacios verdes. Las aguas superficiales menos contaminadas se usarán para riego, y el agua de lluvia de cubiertas se infiltra en espacios verdes mediante un sistema de alcantarillado combinado.

Modernización y adaptación. El programa transformó 9.700 m² de espacio vial en espacios verdes, mejorando significativamente la ecología urbana. El diseño utiliza servicios ecosistémicos para proteger la ciudad de inundaciones, purificar el aire, mejorar el microclima y proporcionar instalaciones públicas básicas.

Figura 3. Plaza Sct. Kjelds / Hielo Muerto

Fuente https://www.tredjenatur.dk/portfolio/klimakvarter/

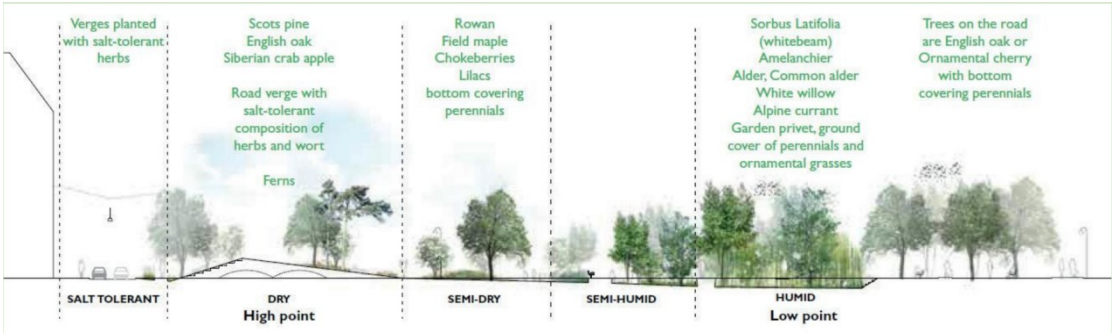
Figura 4. Intersección Landskrona.

Fuente https://www.tredjenatur.dk/portfolio/klimakvarter/

Figura 5. barrio de ST. KJELDS

Fuente https://www.tredjenatur.dk/portfolio/klimakvarter/

Figura 6. Bloques vivienda



Fuente https://www.tredjenatur.dk/portfolio/klimakvarter/

2.3. KALVEBOD BRYGGE (2013)

Descripción: situado frente a Islands Brygge, Kalvebod Brygge transforma una antigua zona industrial de 4.000 m2 en un espacio público vibrante. Conectado a la estación central de trenes y al parque Tivoli, el proyecto busca recuperar la conexión de Copenhague con su puerto.

Objetivo: mejorar la accesibilidad al agua y proporcionar un área recreativa multifuncional para residentes y visitantes, sirviendo como escaparate para actividades creativas y marítimas.

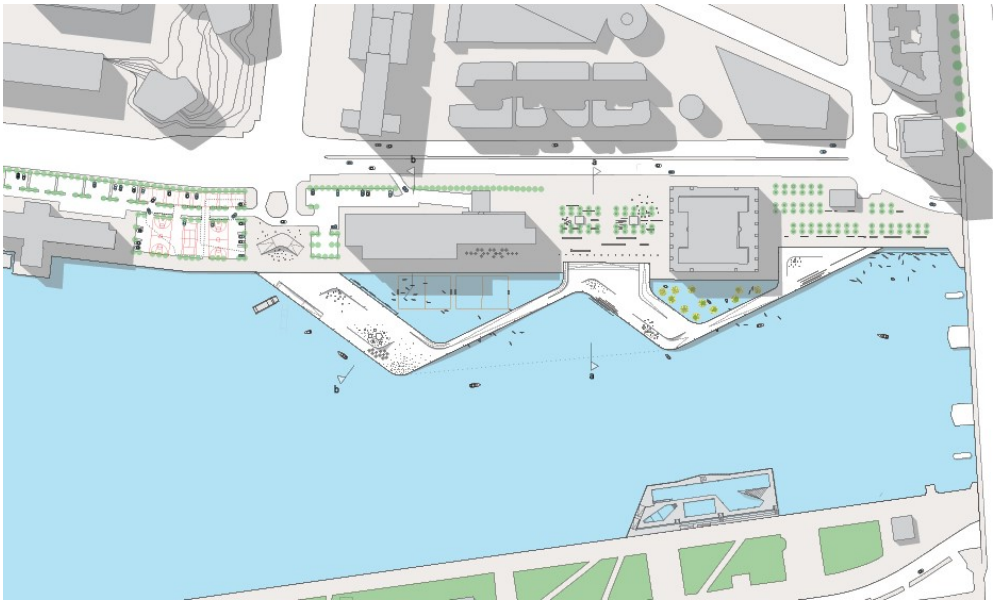
Diseño y espacios: diseñado por Urban Agency y JDS, el proyecto consta de dos plazas principales extendidas sobre el agua, orientadas según la luz solar y el viento. Al sur, el muelle se convierte en un espacio flexible para eventos creativos, mientras que un enclave acuático ofrece instalaciones para actividades relacionadas con el agua. La segunda plaza, un oasis sobre el agua, incluye una playa y un jardín flotante, combinando la vida urbana y marítima. Se implementaron sistemas de iluminación eficientes y materiales sostenibles.

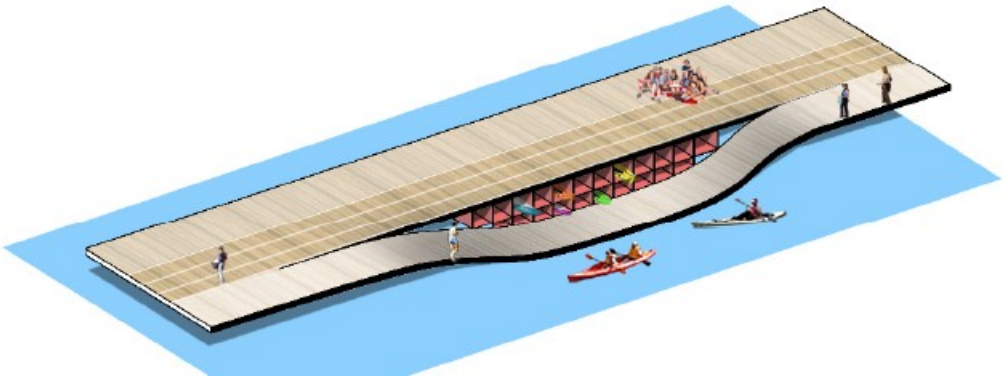
Funcionalidad: incluye un flujo activo de embarcaciones y espacios recreativos que aseguran la conectividad con el resto de la ciudad. Proyectos cercanos como la Biblioteca Black Diamond y las oficinas de Nykredit refuerzan su importancia urbana

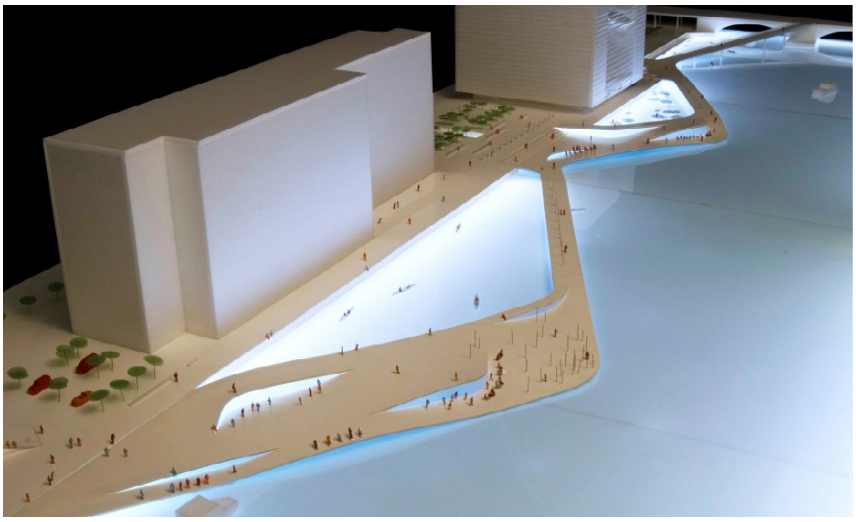
Figura 7. KALVEBOD BRYGGE

Fuente http://jdsa.eu/kal/

Figura 8. Esquemas y maqueta de KALVEBOD BRYGGE







Fuente http://jdsa.eu/kal/

Figura 9. Vistas KALVEBOD BRYGGE

Fuente Extraída a 10-08-24 de http://jdsa.eu/kal/

2.4. AMAGER BAKKE / COPENHILL (2017)

Descripción: la planta de Tratamiento Amager, también conocida como Copen Hill o Amager Bakke, diseñada por BIG Architects, abarca 90.000 m², es una planta de conversión de residuos en energía que incorpora una pista de esquí en su cubierta y sirve como espacio público.

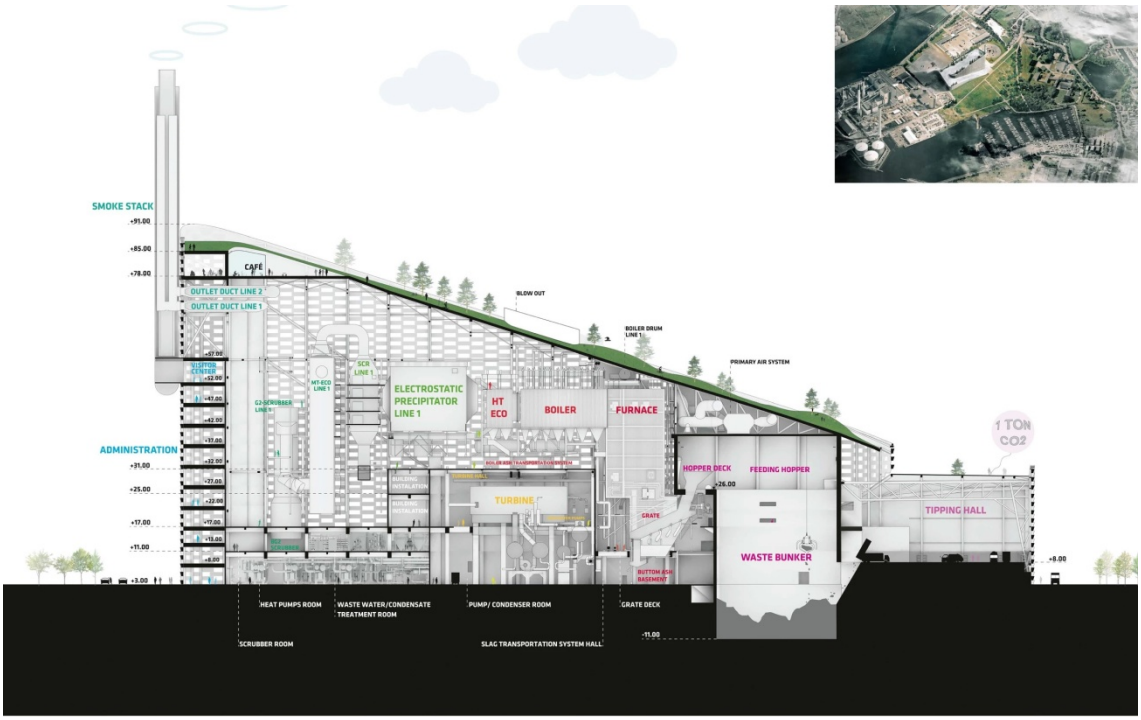
Objetivo: integrar la producción de energía sostenible con un espacio recreativo innovador. Sustituyendo una planta de residuos de 50 años, transforma 440.000 toneladas de desechos anuales en energía para 150.000 hogares, ofreciendo actividades recreativas como esquí y senderismo.

Elementos verdes: techos verdes y paisajismo mejoran la estética y funcionalidad del edificio.

Tecnologías avanzadas: emplea sistemas de conversión de residuos en energía que solo emiten vapor de agua. Integra una plataforma de observación y una pista de esquí artificial de 11.000 m².

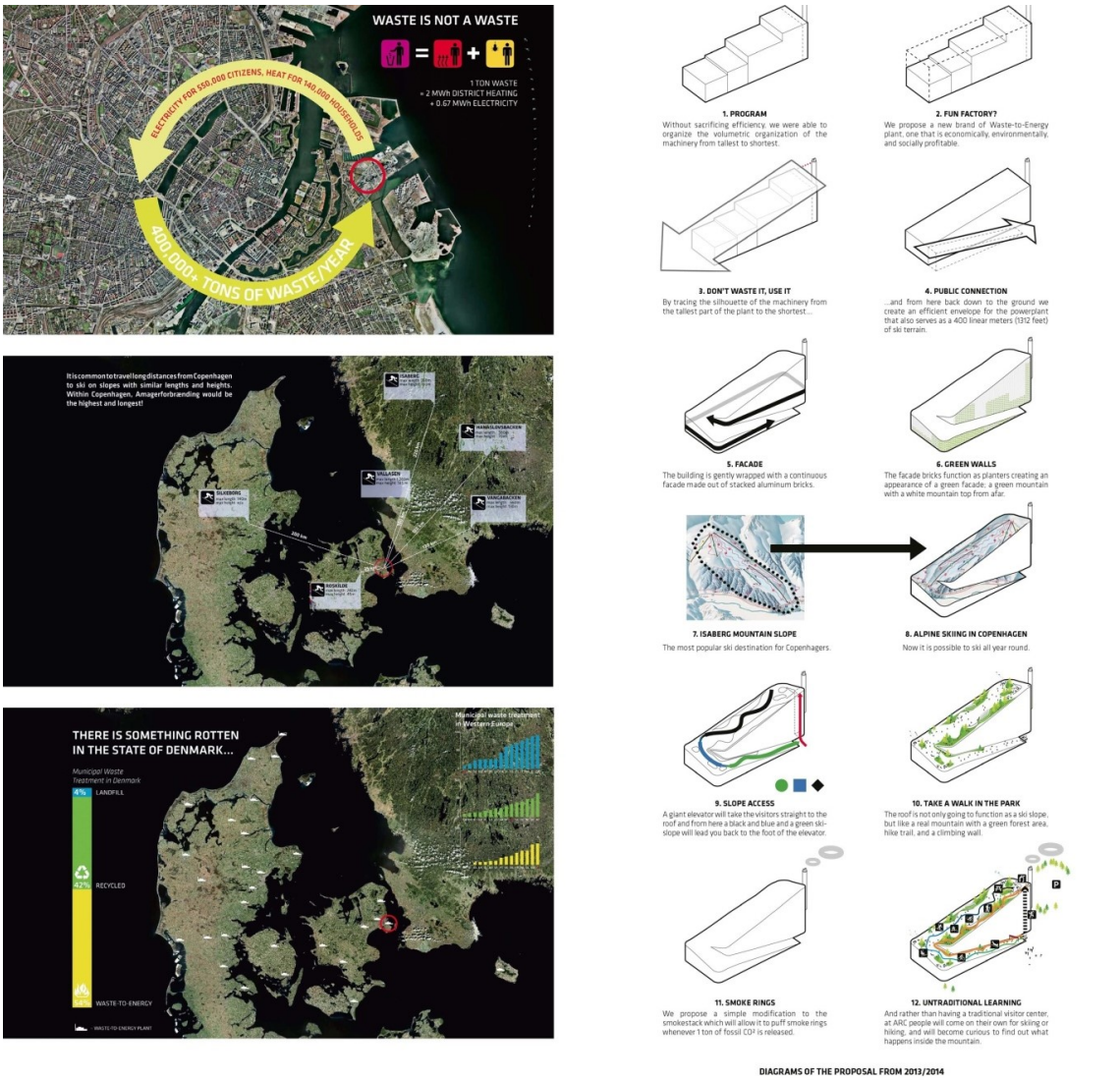
Diseño y estructura: con casi 100 metros de altura y 41.000 m² construidos, es uno de los edificios más altos de Copenhague. La estructura se divide en base de hormigón, estructura superior de acero y fachada de aluminio, utilizando prefabricados y tecnologías avanzadas.

Figura 10. Sección e implantación AMAGER BAKKE / COPENHILL



Fuente https://arquitecturaviva.com/obras/planta-de-tratamiento-amager-copenhill-en-copenhague-2

Figura 11. Esquemas y planta de AMAGER BAKKE / COPENHILL



Fuente Fuente https://arquitecturaviva.com/obras/planta-de-tratamiento-amager-copenhill-en-copenhague-2

2.5. NØRREBROPARKEN. Un espacio verde multifuncional (2007)

Descripción: es un parque renovado ubicado en el corazón de Nørrebro que ofrece instalaciones deportivas, áreas de juego y espacios de convivencia.

Objetivo: fomentar la interacción social y proporcionar un espacio verde accesible.

Elementos verdes: incluye la plantación de árboles, jardines comunitarios y praderas urbanas.

Tecnologías avanzadas: cuenta con sistemas de riego eficientes e iluminación sostenible.

Historia y renovación: abarca aproximadamente 35.000 metros cuadrados y fue renovado en 2007. Originalmente, la estación de tren de Nordbanen operó en la zona hasta 1930. El desvío del ferrocarril liberó un gran espacio que permitió la creación del cinturón verde, transformándose en Nørrebroparken. El diseño del parque estuvo a cargo del Arquitecto Paisajista Profesor Steen Hoyer y GHB arquitectos paisajistas. Es un modelo ejemplar de transformación urbana, combinando historia, ocio, comunidad, y un entorno verde y funcional en el corazón de la ciudad.

Características principales:

Ruta ciclista verde: atraviesa las antiguas vías del tren, conectando las estaciones de Nørrebro y Frederiksberg, promoviendo el ciclismo urbano e integrando la historia ferroviaria en el parque.

Áreas recreativas y deportivas:

- **Campos deportivos y parque infantil**: incluye el "Triángulo de las Bermudas" con un avión, barcos y una ballena, además de instalaciones como tenis de mesa, columpios, campo de juego, bicicletas, fogón y areneros. En verano, se habilita un lago con setas para los niños, requiriendo el uso de pañal o bañador.
- **Casa de actividades**: ofrece juegos de mesa, dibujo, competencias de futbolín y observación de peces de acuario.

Nørrebro United: fundado en 2008, el club de fútbol utiliza Nørrebroparken como su base, promoviendo la actividad física y fortaleciendo la comunidad local.

Nørrebro Skaterpark: está abierto las 24 horas y es accesible para BMX, scooters, patines y patinadores, proporcionando una plataforma para deportes extremos y la interacción social.

Táctica

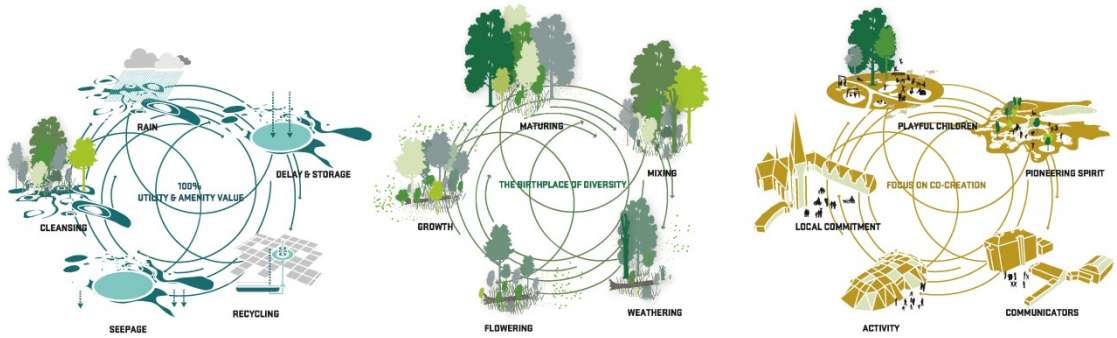
Idea central: *Somos la primera generación en sentir el efecto del cambio climático y la última con capacidad de acción.*

La naturaleza urbana de Copenhague es el resultado de la sinergia entre los ciclos hidrológico, biológico y social en un microcosmos cultivado, enriquecido por el alma urbana. Los proyectos climáticos utilizan esta naturaleza para adaptarse a los desafíos conservando el carácter específico del lugar.

Los diseños cíclicos basados en conceptos naturales crean ecosistemas funcionales y adaptativos que involucran activamente a los ciudadanos:

- **Ciclo hidrológico**: gestiona el agua de lluvia con soluciones integrales que abarcan todas las escalas, optimizando recursos, asegurando áreas, purificando lagos y promoviendo espacios verdes.
- **Ciclo biológico** con la naturaleza evolucionando constantemente: el Parque Hans Tavsens se convierte en el núcleo de diversidad biológica proporcionando una naturaleza urbana adaptable y experiencias únicas.
- **Ciclo social**: Nørrebro, con su diversidad y comunidad, busca aumentar la felicidad cotidiana promoviendo comunidades inclusivas y fortaleciendo el compromiso con el bienestar urbano y global. Incluye el primer Fablab, exploratorio urbano, de Copenhague para la Naturaleza Urbana.

Figura 12. Ciclos sociales conceptuales Nørrebro



Fuente https://www.nordicinnovation.org/sites/default/files/inline-images/Soul%20of%20Norrebro_booklet.pdf

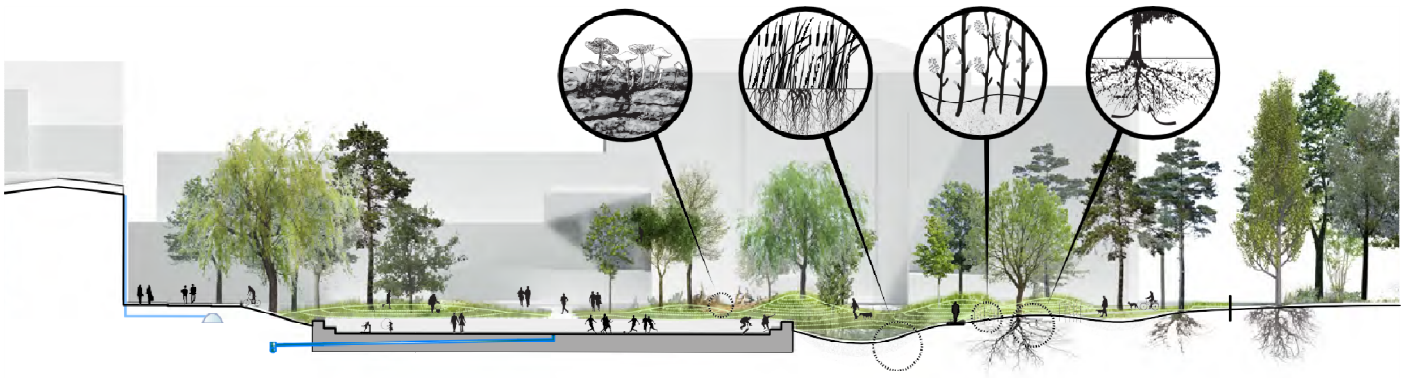
Herramientas principales que aumentan la sinergia entre agua, biología y habitantes, creando un marco abierto que mezcla lo construido y lo cultivado, garantizando una buena calidad de vida:

- Adaptación climática con naturaleza urbana: mejora la calidad de vida y movilidad, gestiona y retiene el agua de lluvia, mejora el microclima, reduce ruido y emisiones de CO2.
- Escuelas como impulsores: instituciones y escuelas fomentan el desarrollo urbano. Los niños aprenden a ser co-creadores del ciclo de Nørrebro y su naturaleza urbana. Se introduce el primer Fablab para la Naturaleza Urbana.
- Diferencias para todos: espacios no programados permiten eventos espontáneos y funciones planificadas, adaptándose a las necesidades de usuarios y asociaciones.
- Enlaces que mejoran la accesibilidad física y visual entre el Parque y su contexto, integrando el proyecto con el entorno y conectando calles laterales.
- Iglesia de Hellig Kors como bisagra arquitectónica que marca la transición entre el Parque y la Calle Korsgade, creando un flujo circular de agua que purifica y se presenta como un manantial frente a la iglesia.

Efectos positivos:

- Transformación del área en una zona cohesiva y atractiva, invitando a actividades recreativas y sociales.
- Soluciones climáticas duraderas.
- Cohesión arquitectónica con variados espacios y nichos verdes.
- Maximización de espacios verdes y azules, aumentando la apreciación estética.
- Complementación de características arquitectónicas con el entorno cultivado.
- Fortalecimiento de Nørrebro como innovador.
- Desarrollo basado en redes entre municipio, instituciones y residentes, asegurando la propiedad local.

Figura 13. Sección espacio agua/encuentro Nørrebro



Fuente https://www.nordicinnovation.org/sites/default/files/inline-images/Soul%20of%20Norrebro_booklet.pdf

Adaptación climática del parque

La propuesta se basa en tres principios básicos para la gestión del agua de lluvia:

- Agua de lluvia como recurso

Se instalan tanques en toda el área para recoger el agua de lluvia de las cubiertas. Esta agua se utiliza para riego por residentes, aprendizaje en escuelas y limpieza o riego municipal. El FABLAB para la Naturaleza Urbana la usa para regar compost, semillas y plántulas. También se emplea en biotopos urbanos, balcones privados y patios traseros.

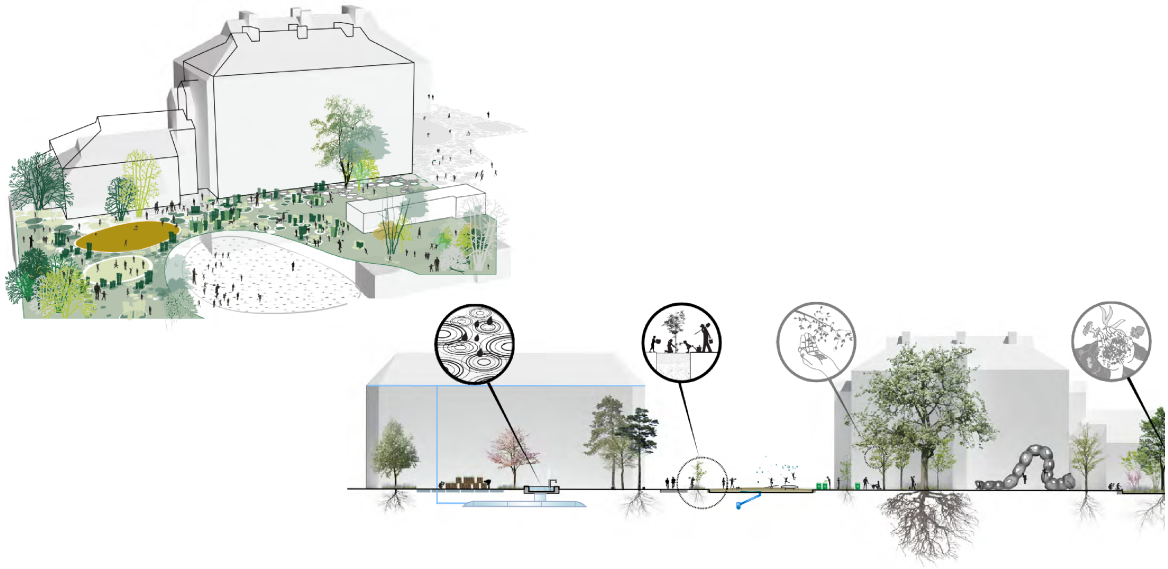
- Retención de agua para seguridad ante lluvias intensas

El parque cuenta con una capacidad de retención de 18.000 m³ a nivel del suelo, purificando y reteniendo el agua de lluvia antes de su descarga. Una tubería lleva el agua a los lagos para su purificación. En eventos de lluvias torrenciales, el agua se canaliza y dirige a nivel del suelo. Las calles se reperfilan con un perfil en V y un canal para desviar el agua hacia los lagos.

- Lagos más limpios para Copenhague

Se instala un sistema de purificación circular entre la iglesia y el lago que purifica el agua de lluvia y del lago. Este sistema combina biotopos naturales con técnicas avanzadas de filtrado y bombeo, mejorando la calidad del agua.

Figura 14. Esquema gestión hídrica Nørrebro

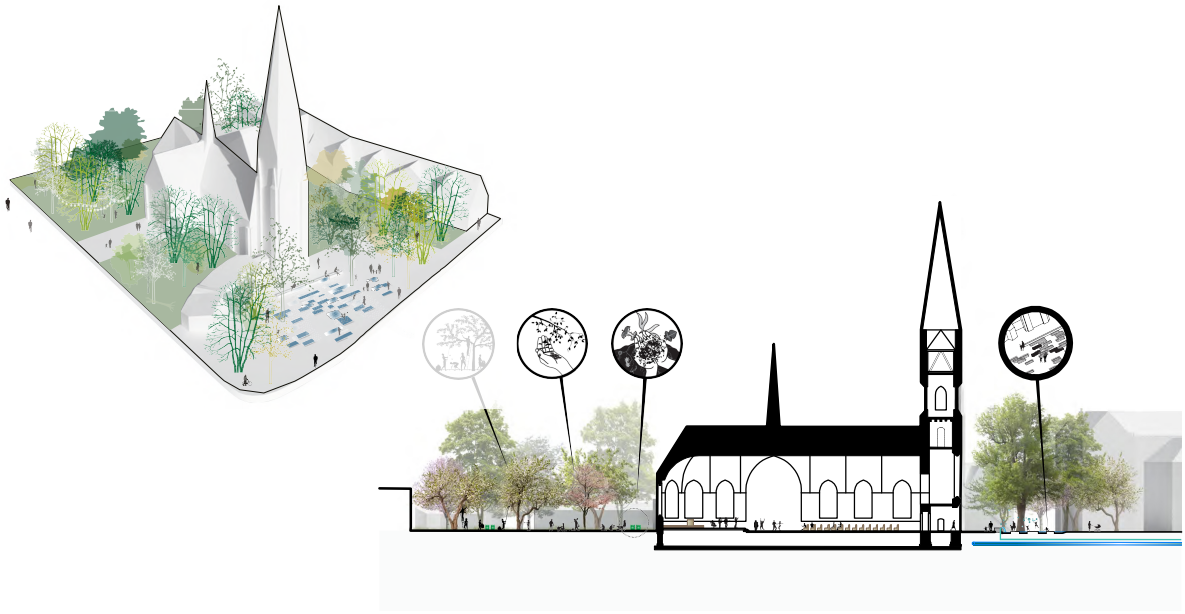


Fuente https://www.nordicinnovation.org/sites/default/files/inline-images/Soul%20of%20Norrebro_booklet.pdf

Figura15. Nørrebro espacio comunitario

Fuente https://www.nordicinnovation.org/sites/default/files/inline-images/Soul%20of%20Norrebro_booklet.pdf

Figura16. Nørrebro esquema Iglesia de Hellig Kors



Fuente https://www.nordicinnovation.org/sites/default/files/inline-images/Soul%20of%20Norrebro_booklet.pdf

2.6. ISLANDS BRYGGE

Descripción: antiguo puerto transformado en una moderna zona residencial y de ocio, con parques y espacios abiertos.

Objetivo: crear un entorno urbano sostenible y agradable para los residentes.

Elementos verdes: amplias zonas verdes, caminos peatonales y ciclovías.

Tecnologías avanzadas: infraestructuras de gestión del agua y sistemas de energía eficientes.

Gobernanza participativa:

- Planificación participativa: la reurbanización ha involucrado a diversos actores, incluidos residentes, desarrolladores privados y autoridades locales, en un proceso de planificación colaborativa. Esto ha permitido que las decisiones reflejen las necesidades y aspiraciones de la comunidad local.
- Transparencia y responsabilidad: las autoridades locales han implementado mecanismos de transparencia y rendición de cuentas en la gestión del proyecto, asegurando que los recursos se utilicen de manera eficiente y equitativa.
- Transición equitativa:
- Desarrollo sostenible: la transformación ha sido guiada por principios de sostenibilidad, integrando espacios verdes, infraestructura para bicicletas y peatonal, y edificios energéticamente eficientes. Este enfoque promueve un desarrollo urbano que es ambientalmente sostenible y socialmente inclusivo.
- Acceso a vivienda: el proyecto ha priorizado la creación de viviendas accesibles para diferentes grupos socioeconómicos, incluyendo viviendas sociales y de precio moderado. Esto ayuda a prevenir la gentrificación y asegura que una amplia gama de residentes pueda beneficiarse de la revitalización del área.
- Infraestructura inclusiva: la renovación ha incluido la mejora de la infraestructura pública, como parques, centros comunitarios y espacios culturales, accesibles para todos los residentes. Estas mejoras fomentan la cohesión social y el bienestar comunitario.

Ejemplos concretos:

- Parque de Islands Brygge: espacio verde público, que incluye áreas de recreo y deportes, es un ejemplo de cómo la planificación inclusiva puede crear espacios accesibles y utilizados por todos los segmentos de la población.
- Proyectos de vivienda mixta: desarrollo de proyectos de vivienda que combinan viviendas de lujo con opciones más asequibles, garantizando una mezcla social y evitando la exclusión de los residentes de menores ingresos.
- Iniciativas de transporte sostenible: promoción de un transporte público eficiente y la construcción de infraestructura para bicicletas, facilitando la movilidad sostenible y accesible para todos los residentes.

El proyecto incluye varias iniciativas significativas, como el desarrollo de Harbour Cove, reconocido como el mejor nuevo proyecto de vivienda por la ciudad. Además, incluye una zona de baño en el puerto de 1.600 m2 y una nueva escuela de secundaria inferior diseñada por Møller y Tredje Natur, que enfatiza un entorno educativo físico y sensorial, o edificios singulares con el Silo o el Frosilo,

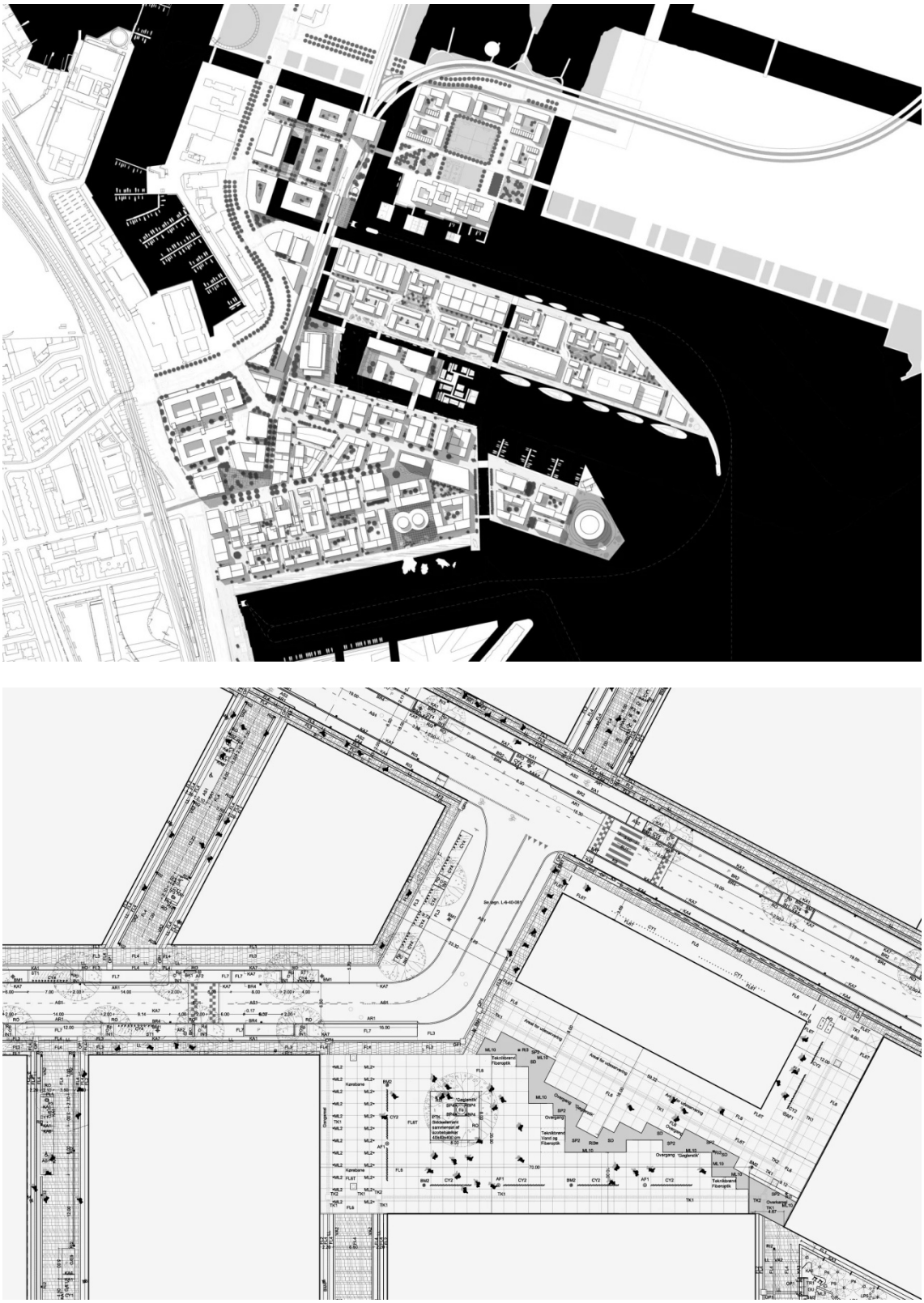
Figura 17. estado previo y actuación de ISLANDS BRYGGE

Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura18. Vista previa y de actuación residencial en zona portuaria ISLANDS BRYGGE

Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 19. Propuesta intervención ISLANDS BRYGGE

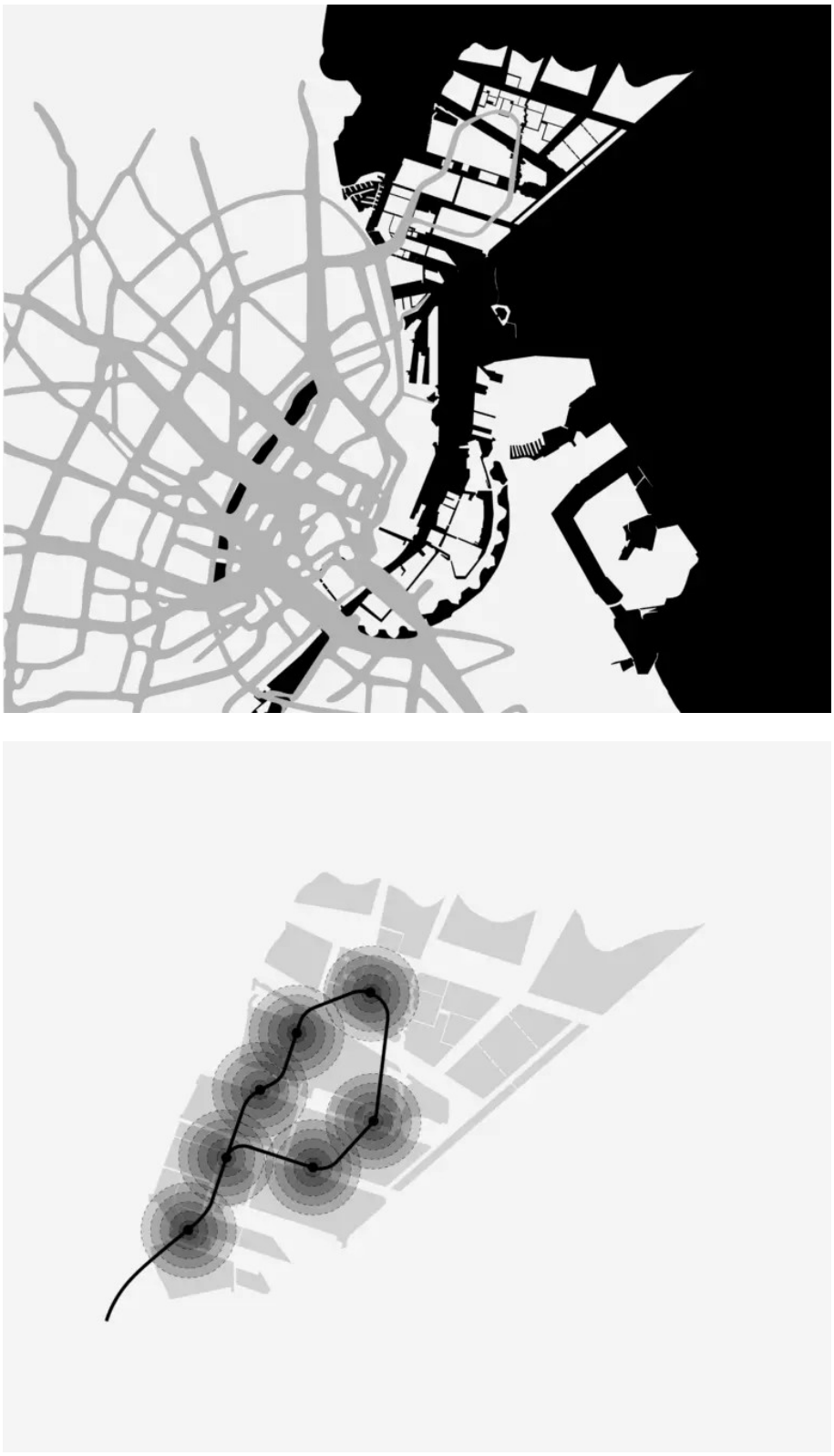


Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 20. ISLANDS BRYGGE áreas de actuación y anillo de movilidad

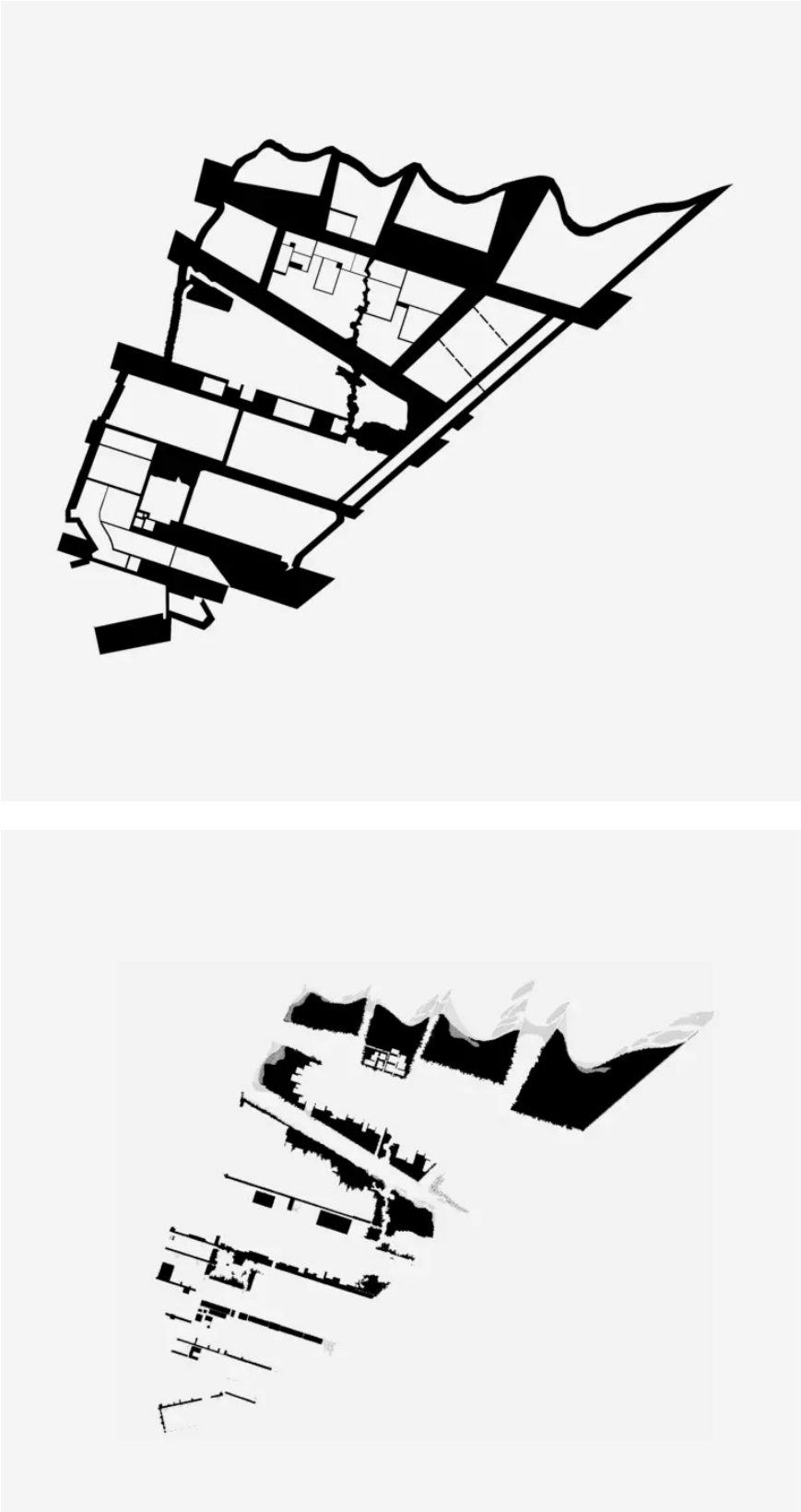
Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 21. Corredor bicicletas y esquema ISLANDS BRYGGE



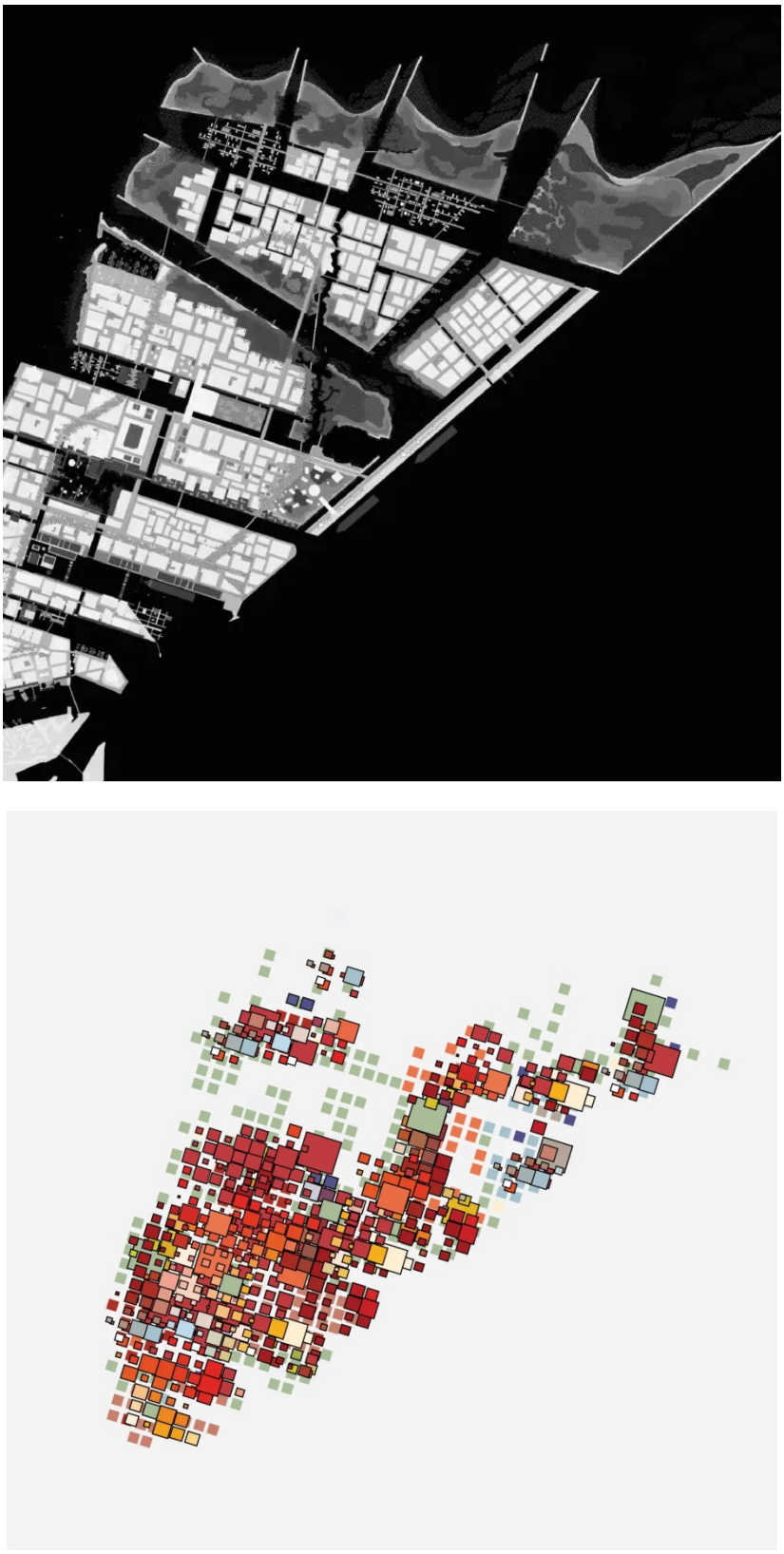
Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 22. Diagramas espacio azul y verde ISLANDS BRYGGE



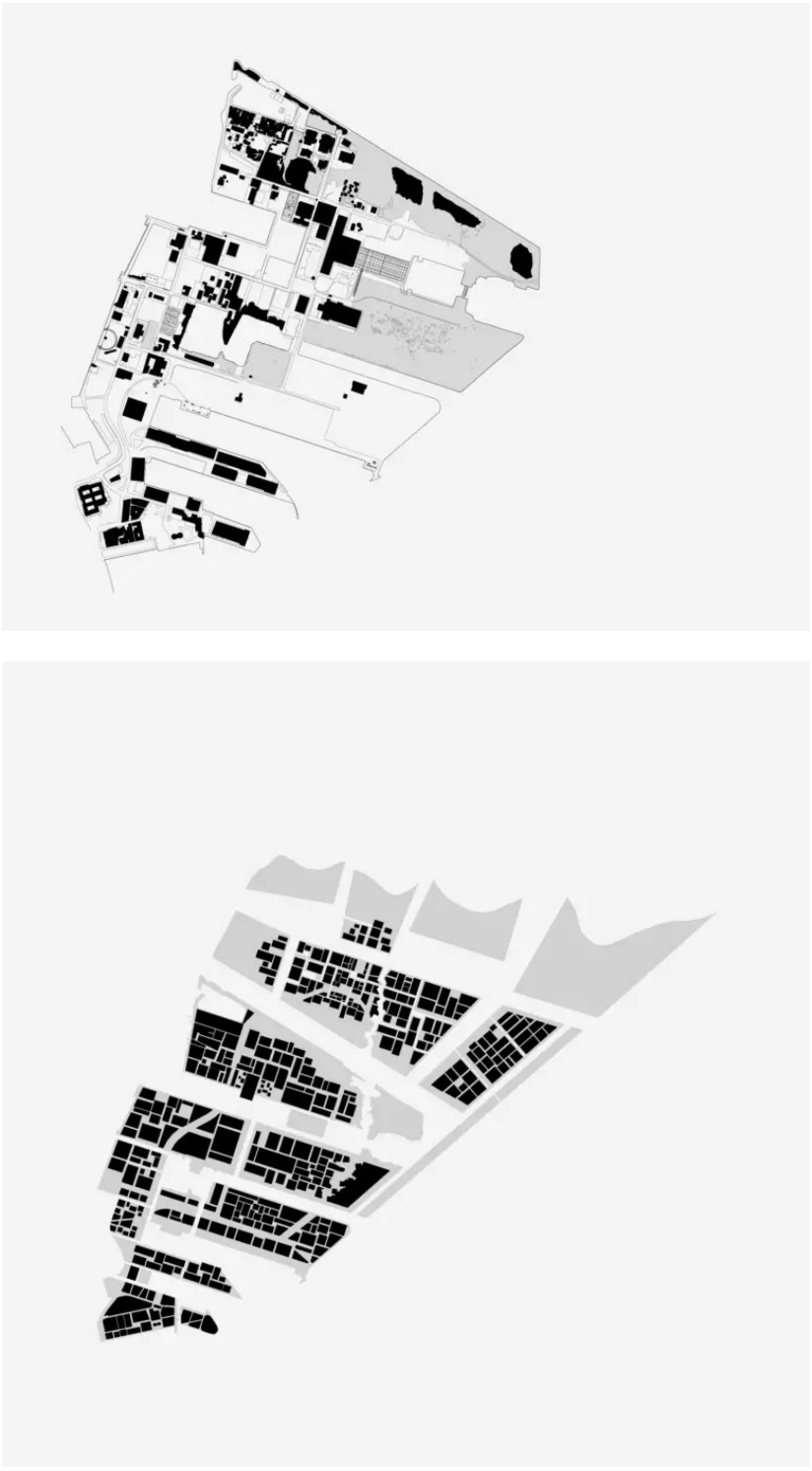
Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 23. Estructura y congestión social ISLANDS BRYGGE



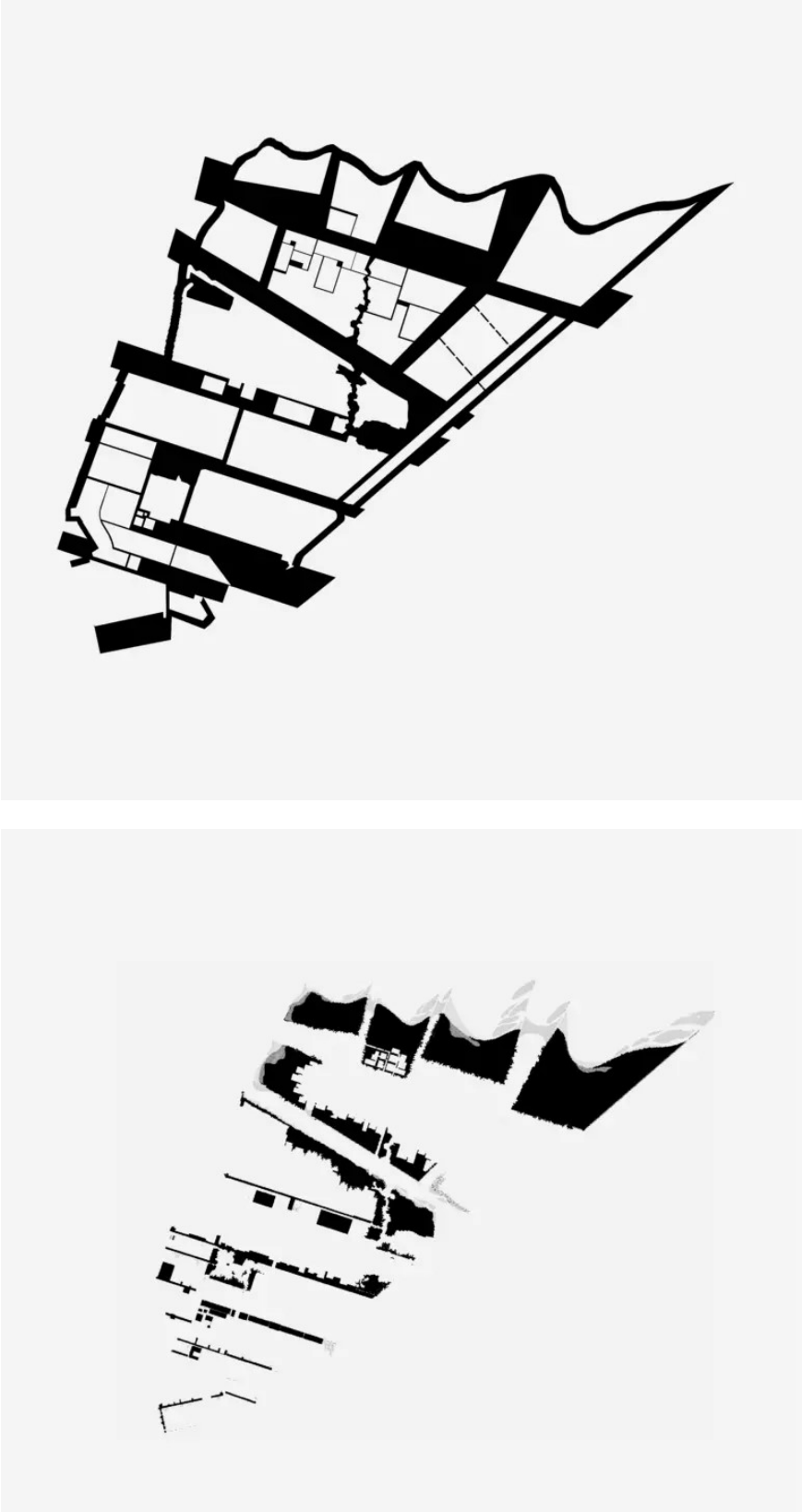
Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 24. Señas identitarias y red inteligente ISLANDS BRYGGE



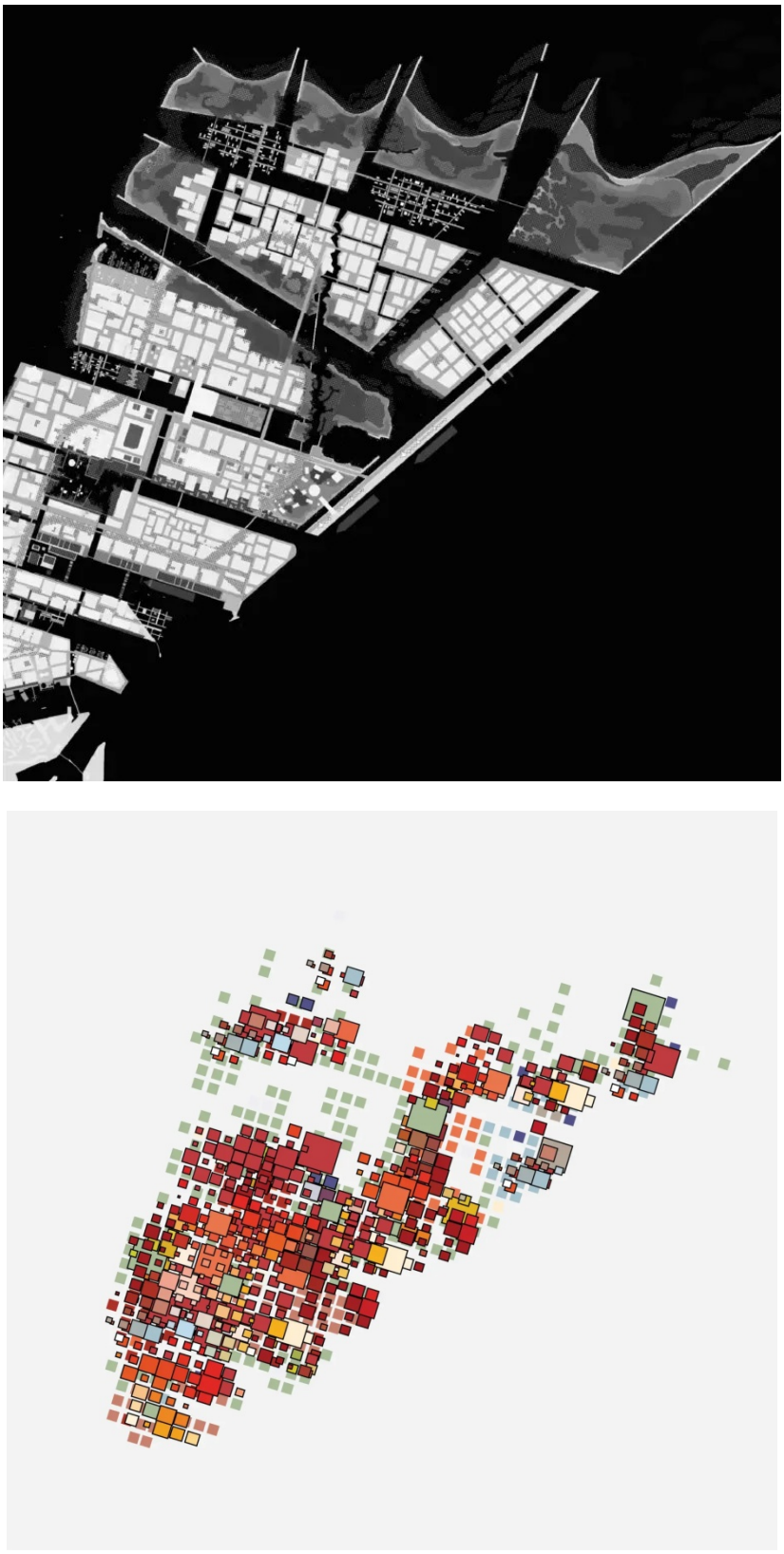
Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 25. Diagramas espacio azul y verde ISLANDS BRYGGE



Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 26. estructura y congestión social ISLANDS BRYGGE



Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

Figura 27. Intervención patrimonial en Silo

Fuente https://www.cobe.dk/projects/nordhavn

2.6.1. HARBOUR COVE, **PROYECTO DE VANDKUNSTEN (2013-2016),** también conocido por las Casas de la Ciudad (Byhusene), es conocido por sus características innovadoras y su compromiso con la sostenibilidad. Es ejemplo de cómo los desarrollos modernos pueden integrarse armónicamente con su entorno urbano y natural, promoviendo un estilo de vida sostenible y comunitaria.

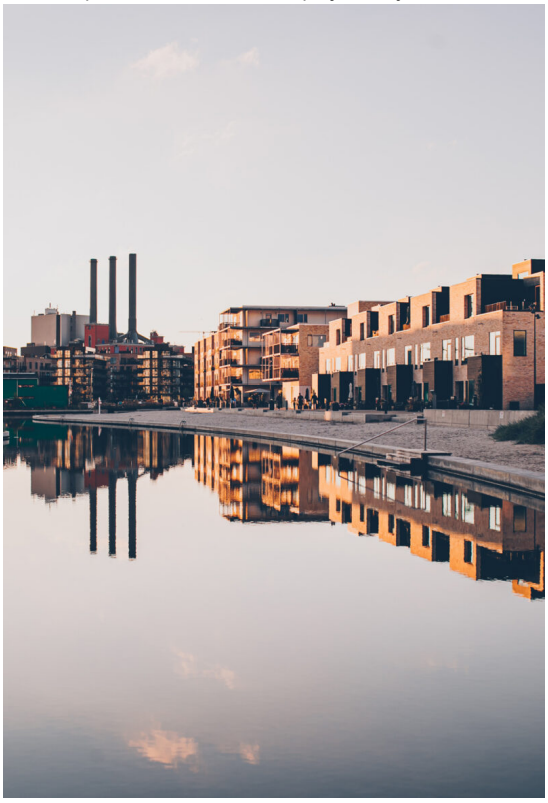
Algunas de las principales características del proyecto incluyen:

- Diseño sostenible: el proyecto incorpora principios de diseño sostenible, utilizando materiales y tecnologías que minimizan el impacto ambiental.
- Espacios públicos: incluye amplias áreas públicas que fomentan la interacción social y el uso comunitario, proporcionando un espacio donde los residentes pueden disfrutar de actividades al aire libre.
- Viviendas diversas: ofrece una variedad de tipos de viviendas, adaptadas a diferentes necesidades y estilos de vida, desde apartamentos hasta espacios comunitarios.
- Integración con el Agua: Al estar ubicado en el puerto, Harbour Cove está diseñado para maximizar las vistas y el acceso al agua, creando un ambiente atractivo y relajante.
- Infraestructura verde: el proyecto incorpora elementos verdes, como jardines y espacios naturales, que no solo embellecen el entorno, sino que también mejoran la biodiversidad urbana.
- Acceso y transporte: se ha prestado atención a la conectividad y el acceso al transporte público, facilitando el desplazamiento hacia y desde el área.
- Actividades recreativas: se incluyen instalaciones para actividades recreativas, permitiendo que los residentes disfruten de deportes y actividades al aire libre.

Aspectos técnicos y medioambientales: son 110 viviendas construidas en una superficie de 173.000 m². Combinan la flexibilidad y escala humana de las clásicas viviendas en hilera con un diseño moderno que incluye balcones y entradas retranqueadas para mejorar su funcionalidad.
Utiliza prefabricados de hormigón y ladrillos reciclados, proporcionando texturas y carácter distintivo. El uso extensivo de madera y ladrillos reciclados contribuye a una sensación de habitabilidad y calidez.
Todas las casas cuentan con la etiqueta ecológica Nordic Swan, garantizando el uso de materiales que favorecen un clima interior saludable y la sostenibilidad ambiental mediante el reciclaje de 700.000 ladrillos.
Cada casa dispone de una terraza privada en la azotea, aprovechando la altura para garantizar la privacidad y ofrecer espacios soleados y protegidos.
Están orientadas de este a oeste, asegurando la exposición solar adecuada, con calles que reciben sol por la tarde y terrazas que captan sol durante todo el día.
El diseño enfatiza la eliminación de elementos no esenciales, manteniendo caminos de acceso libres de aparcamientos y utilizándolos como espacios comunes adicionales. Las plantas están escalonadas, permitiendo estacionamiento subterráneo integrado y acceso directo a las viviendas, optimizando el uso del espacio y evitando el aparcamiento en la calle. Las áreas compartidas incluyen una cuña verde que conecta el desarrollo con la nueva playa y actúa como espacio común, promoviendo la convivencia y el uso del espacio exterior, creando un vínculo entre la ciudad y el entorno natural.

Figura 28. Casas de la Ciudad Harbour Cove, proyecto de Vandkunsten

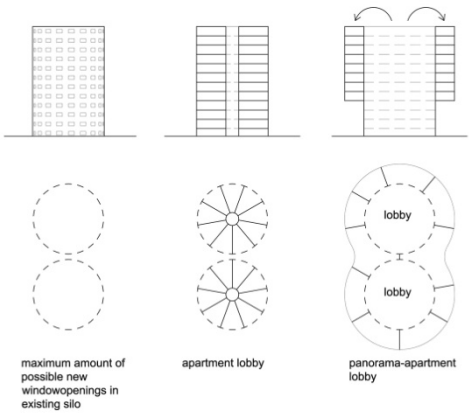
Fuente https://vandkunsten.com/en/projects/city-houses-islands-brygge



2.6.2. FROSILOS. Diseño de MVRDV (2005). En Europa, antiguas zonas portuarias se rehabilitan transformándose en áreas residenciales de alta gama, aprovechando las vistas, la proximidad al agua y al centro urbano. Los almacenes convertidos en residencias son especialmente demandados por su combinación de modernidad y carácter histórico. Frøsilos, compuesto por 84 apartamentos, ejemplifica esta tendencia con un diseño innovador. Los apartamentos están suspendidos en el exterior del silo, creando dos superpozos que alojan elementos las áreas de vestíbulo y movilidad vertical, optimizando vistas y flexibilidad.

A diferencia de los almacenes, los silos presentan un desafío debido a su estructura básica e incompleta. Las limitaciones estructurales del silo, como la dificultad para hacer grandes aberturas en los anillos de hormigón, condicionan el diseño. Ubicar apartamentos dentro del silo orientaría los espacios hacia el interior, perdiendo vistas. Llenar el silo con losas y paredes destruiría su vacío característico. El diseño proyecta las plantas hacia el exterior, maximizando vistas y flexibilidad. Los núcleos están cubiertos por una cubierta transparente de ETFE, creando un vestíbulo futurista. Así, el silo se convierte en el nuevo núcleo del proyecto, beneficiando cada estancia con su ubicación única.

Figura 29. Frosilos Intervención patrimonial



Fuente https://www.mvrdv.com/projects/143/fr%C3%B8silo

2.6.3. EL SILO, ISLAS BRYGGE. JRA está diseñando el edificio más destacado del sitio, aportando identidad y variedad a una zona de viviendas de poca altura con patios. Este proyecto desempeñará un papel crucial en la conversión de Copenhague de áreas industriales en espacios dedicados al ocio, la cultura, los negocios y la vida, transformando la relación de la ciudad con el mar para enfrentar los desafíos y oportunidades del siglo XXI.

El nuevo edificio residencial de JRA reemplazará a un gran silo de grano, manteniendo un volumen similar, con aproximadamente 40 metros de altura y 50 metros de largo. El lado corto del edificio mirará hacia el agua, mientras que su cara norte bordeará una nueva plaza cívica, con tiendas o restaurantes en la planta baja, creando un espacio público significativo dentro del desarrollo. La fachada larga orientada al sur y una planta poco profunda permiten un diseño que maximiza las vistas y la luz solar.

El desarrollo incluye diversas instalaciones sociales y de servicios, y un gran espacio común cercano, potenciando la creación de un atractivo barrio residencial.

Figura 30. El Silo, Islas Brygge

Fuente https://www.jra.co.uk/projects/workplace-new-build/silo-islands-brygge-copenhagen-denmark/

2.6.4. NEW ISLANDS BRYGGE SCHOOL. Diseño de CF Møller Architects, (2017)

Se ha diseñado con un enfoque en la sostenibilidad, el clima interior saludable y la integración con el entorno natural y urbano. Ubicada entre el puerto y el parque natural Amager, esta escuela ejemplifica la conversión de áreas industriales en espacios educativos modernos.

Aspectos técnicos y medioambientales:

El diseño incluye un paisaje de cubierta dinámico que conecta las áreas interiores y exteriores, permitiendo a los estudiantes moverse y aprender en un entorno integrado. La escuela tiene acceso a un jardín de biología, un invernadero para física y química, y áreas de cultivo utilizadas en lecciones de cocina, facilitando un aprendizaje práctico y experiencial.

El edificio, con aproximadamente 10.000 m2 y áreas exteriores de 4.000 m2, está construido con materiales sostenibles. Su forma compacta, la eficiente protección climática y el uso de funciones duplicadas garantizan un bajo consumo de energía en calefacción. Además, se ha prestado especial atención a la altura de los techos y a la abundante luz natural en cada aula, lo que mejora las condiciones de aprendizaje.

Resiliencia y sostenibilidad:

La escuela ha sido evaluada por la DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, por sus siglas en alemán- Consejo Alemán de Construcción Sostenible) para garantizar sus atributos técnicos, ambientales, económicos y sociales. La preocupación por el movimiento se aborda con una superficie de cubierta activa que invita a los estudiantes a utilizar la escalera para acceder a las instalaciones. La zona deportiva en la parte superior del tejado incluye una pista de atletismo, una zona de parkour y un campo de pelota cerrado.

El edificio está diseñado para enfrentar los problemas históricos de clima interior en las escuelas danesas, priorizando un clima saludable mediante la colocación estratégica de las aulas y la orientación del edificio para evitar el sobrecalentamiento. Esto asegura un buen clima interior y reduce la necesidad de enfriamiento, resultando en un bajo consumo energético.

Innovación en el aprendizaje:

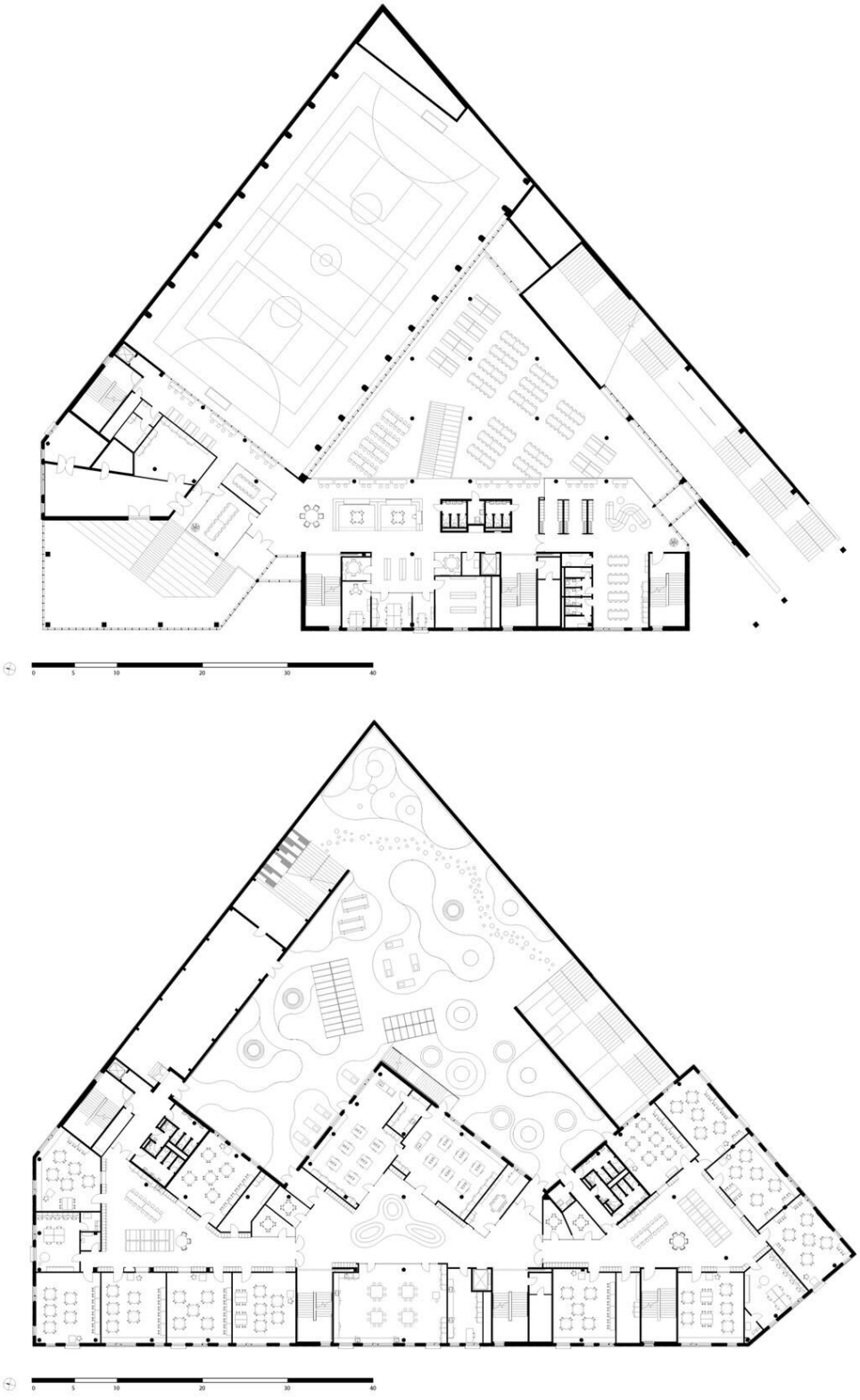
El diseño de la escuela facilita el aprendizaje físico, sensorial y basado en la experiencia. El comedor, con su techo de doble altura, es el centro de la estructura, interconectando todas las funciones de la escuela y destacando la importancia de la comida en el currículo. Este enfoque permite a los estudiantes involucrarse en la preparación y cultivo de alimentos, integrando la educación alimentaria con la práctica.

Conclusión:
Representa un modelo de educación sostenible e innovadora en áreas urbanas. Su diseño equilibrado entre movimiento y concentración, junto con soluciones creativas y un fuerte enfoque en el clima interior, establece un estándar para futuras escuelas. La colaboración temprana en el proyecto ha permitido implementar soluciones inteligentes, asegurando un entorno educativo saludable y eficiente.

Figura 31. New Islands Brygge School Implantación

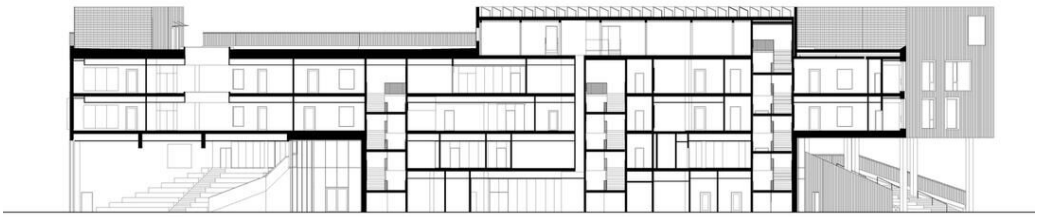
Fuente https://archello.com/news/cf-moller-architects-design-the-new-islands-brygge-school-with-a-dynamic-roof-landscape

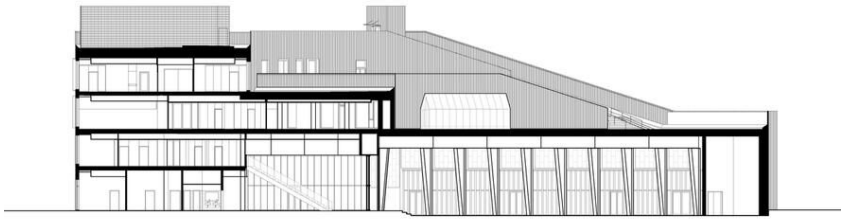
Figura 32. Plantas New Islands Brygge School



Fuente https://archello.com/news/cf-moller-architects-design-the-new-islands-brygge-school-with-a-dynamic-roof-landscape

Figura 33. Alzados y vista de New Islands Brygge School



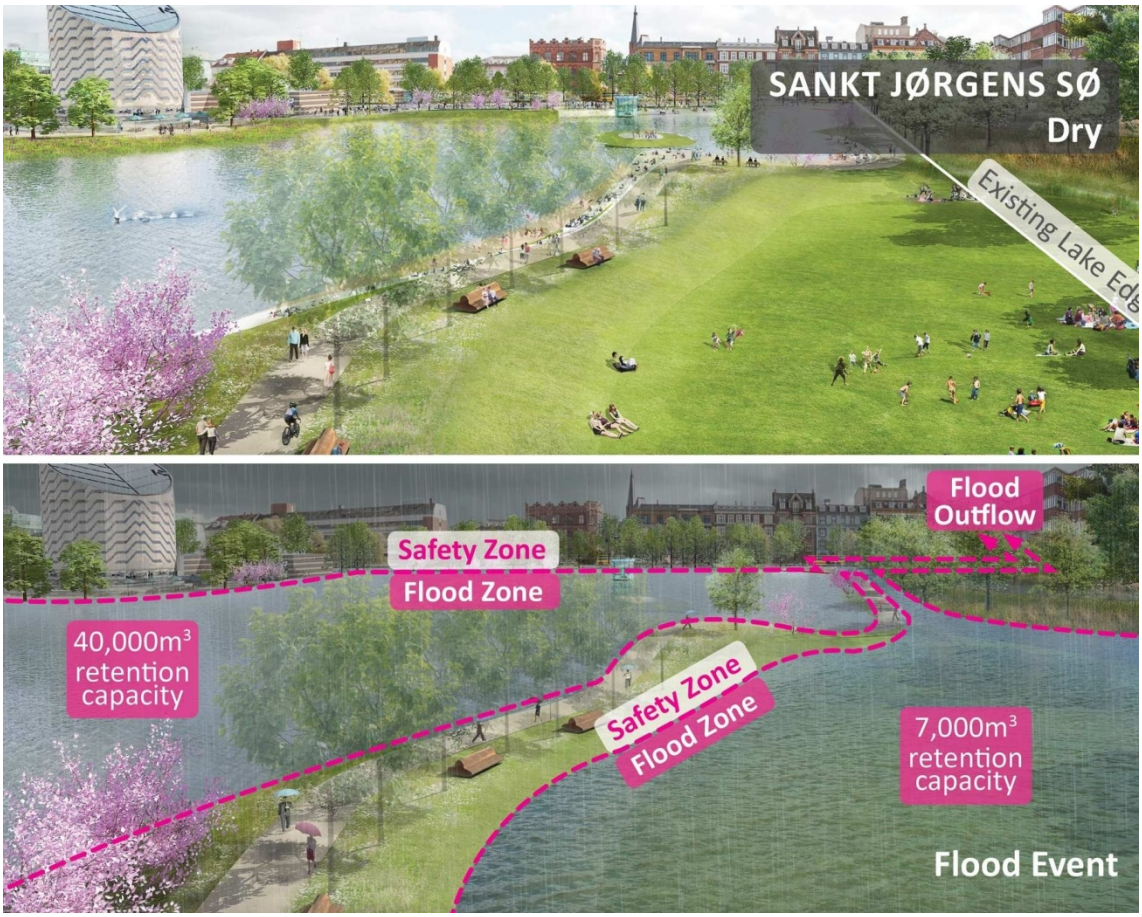


Fuente https://archello.com/news/cf-moller-architects-design-the-new-islands-brygge-school-with-a-dynamic-roof-landscape

2.7. EL PLAN DE GESTIÓN DE RÁFAGAS DE NUBES

Es una estrategia integral adoptada por la ciudad de Copenhague en 2012, como complemento al Plan de Adaptación al Clima aprobado en 2011. Este plan tiene como objetivo mitigar el impacto de las inundaciones provocadas por lluvias torrenciales, cuya frecuencia se proyecta en aumento debido al cambio climático. A lo largo de 20 años, se llevarán a cabo 300 proyectos que serán priorizados anualmente, enfocándose en zonas de alto riesgo, áreas donde las medidas son más fáciles de implementar o aquellas en las que los nuevos proyectos puedan integrarse con desarrollos urbanos en curso. El plan se ejecuta y financia de manera conjunta entre el Ayuntamiento de Copenhague, la Compañía de Servicios Públicos del Gran Copenhague y agentes privados, como los propietarios de terrenos.

Figura 34. MASTERPLAN



Fuente https://interlace-hub.com/es/plan-de-gesti%C3%B3n-del-chaparr%C3%B3n-copenhague

Dentro de este marco, se desarrollaron dos variantes del plan maestro para evaluar las diferentes soluciones: la opción de ingeniería gris, que propone aumentar el diámetro de las tuberías de alcantarillado, y el Plan Maestro Azul-Verde, que integra soluciones basadas en la naturaleza, tales como la apertura de arroyos, la construcción de nuevos canales y la creación de espacios verdes para gestionar el exceso de agua. El Plan Azul-Verde ha demostrado ser más rentable, al tiempo que ofrece beneficios adicionales para la salud, el medio ambiente y la calidad del espacio urbano. Las soluciones seleccionadas combinan infraestructuras basadas en

la naturaleza con canalizaciones y túneles en áreas donde el drenaje a nivel superficial no es viable.

El diseño del Plan de Gestión de Ráfagas de Nubes ha sido coordinado entre distintas entidades locales y regionales, incluyendo Frederiksberg Forsyning, que gestiona las aguas pluviales y residuales. Se estableció una estrategia de participación pública para calibrar las necesidades de los ciudadanos afectados por fenómenos de lluvias extremas y las soluciones propuestas. Además, se involucraron universidades y consultorías privadas en la modelización hidráulica, así como en el diseño, planificación y aplicación de las soluciones propuestas. Este plan ha logrado integrar a actores no gubernamentales, tales como el sector privado y la sociedad civil, en el co-diseño y aplicación de las soluciones.

En términos de financiación, el plan cuenta con un presupuesto estimado de 1.500 millones de euros, que se financia a través de una combinación de inversiones públicas y privadas, incluidas tasas de alcantarillado y fondos provenientes de los propietarios privados. El coste de las infraestructuras de superficie y subterráneas se compensa con la reducción de los daños causados por las inundaciones, estimados en 800 millones de euros solo en el verano de 2011.

A lo largo de su implementación, el plan ha generado resultados notables, como la restructuración del sistema de drenaje de la ciudad, la separación de aguas pluviales y residuales, y la conversión de carreteras en vías fluviales temporales durante lluvias extremas. La integración de soluciones basadas en la naturaleza ha sido un pilar clave para lograr una adaptación urbana sostenible, y la experiencia de Copenhague se ha convertido en un referente internacional de adaptación al cambio climático, destacándose por su enfoque interdisciplinario y por su capacidad de involucrar a los ciudadanos en la configuración de su entorno urbano resiliente.

2.7.1. PLAN CLOUDBURST

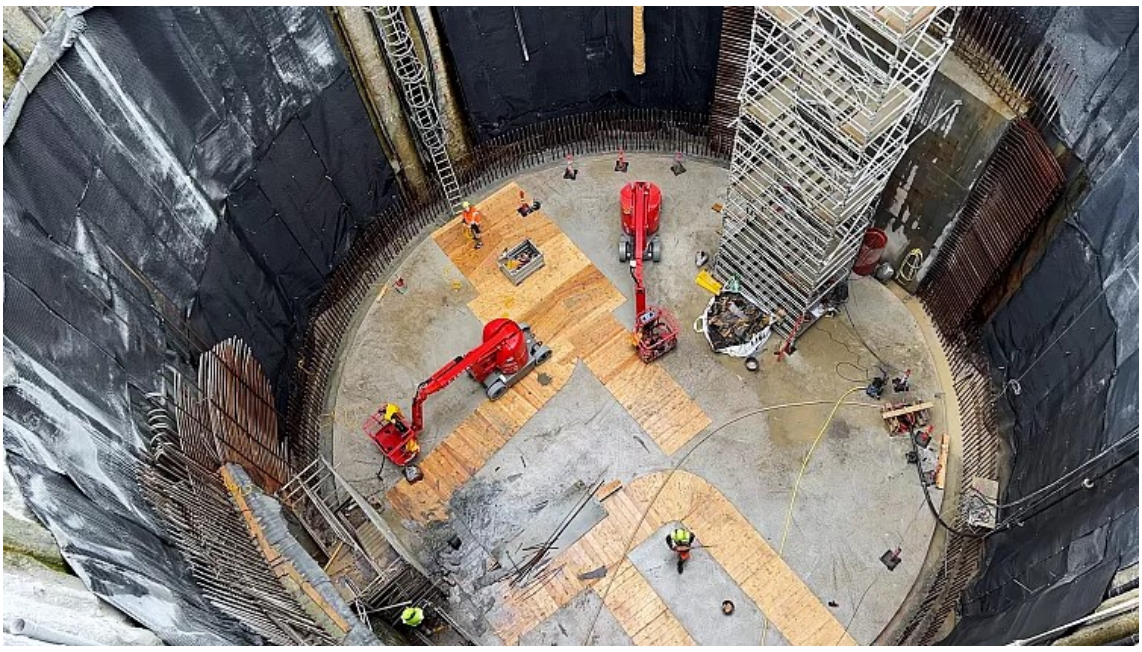
La ciudad de Copenhague ha implementado un ambicioso proyecto de infraestructura para aumentar su resiliencia ante fenómenos climáticos extremos, en particular las lluvias torrenciales. Tras el episodio conocido como la "tormenta de los mil años" ocurrido el 2 de julio de 2011, en el cual la ciudad sufrió daños materiales significativos, se identificó la necesidad de desarrollar un plan integral de adaptación climática. Se proyecta un incremento del 30 % en las precipitaciones y una mayor frecuencia de tormentas, lo que implica un impacto considerable en las infraestructuras urbanas. En respuesta a esta amenaza, se implementó el plan "Cloudburst", que tiene como objetivo gestionar más eficientemente las lluvias torrenciales, definidas como más de 15 mm de precipitación en 30 minutos. Este plan incluye la construcción de soluciones tanto superficiales como subterráneas, entre las cuales destacan túneles subterráneos diseñados para almacenar y transportar el exceso de agua de lluvia hacia plantas de tratamiento o directamente al puerto, cuando sea necesario.

Uno de los proyectos más emblemáticos es la construcción de un túnel de 1,3 kilómetros que conectará los lagos interiores de la ciudad con el puerto, previsto para completarse en 2026, con un coste estimado de 43 millones de euros. Esta infraestructura funcionará como depósito temporal en situaciones de lluvias intensas, evitando daños mayores a la ciudad.

Figura 35. Interior túnel

Fuente https://interlace-hub.com/es/plan-de-gesti%C3%B3n-del-chaparr%C3%B3n-copenhague

Figura 36. Estación bombeo de túnel



Fuente https://es.euronews.com/green/2024/09/10/resiliencia-climatica-el-sueno-de-copenhague-una-ciudad-a-prueba-de-inundaciones

Además, se han implementado soluciones sobre la superficie, como la creación de jardines de lluvia y el uso de asfalto permeable para mejorar la gestión del agua. En esta misma línea, parques como el histórico Enghavepark han sido remodelados para servir como depósitos de agua capaces de contener hasta 22.600 m³, sin perder su valor estético y funcional dentro de la ciudad. Este enfoque integral también aborda la preparación para futuras olas de calor, aprovechando el agua almacenada para usos urbanos, como la limpieza de calles.

Copenhague, a través de su participación en redes internacionales como C40, comparte su experiencia en adaptación climática con otras ciudades, destacando la importancia de un esfuerzo continuo para enfrentar los desafíos futuros del cambio climático.

Figura 37. Enghavepark

Fuente https://es.euronews.com/green/2024/09/10/resiliencia-climatica-el-sueno-de-copenhague-una-ciudad-a-prueba-de-inundaciones

Bibliografía

- Cykelregnskab. (2022). *Cykelregnskab 2022: Bicycle Infrastructure Investments and Developments in Copenhagen*. City of Copenhagen.
- HOFOR. (2022). *Cooling solutions and CO2 reductions in Copenhagen's hotels*. Copenhagen: HOFOR.

Fuentes Web

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://interlace-hub.com/sites/default/files/cph_-_cloudburst_management_plan.pdf

Listado de tablas

Tabla 2 Comparativa por ciudades metabolismo urbano, ciudad inteligente, y gobernanza - transición equitativa 3

Listado de figuras

Figura1. Idea conceptual de SUPERKILEN PARK 13
Figura 2. Maquetas y vista aérea de SUPERKILEN PARK 14
Figura 3. Plaza Sct. Kjelds / Hielo Muerto 18
Figura 4. Intersección Landskrona 19
Figura 5. Barrio de ST. KJELDS 20
Figura 6. Bloques vivienda 21
Figura 7. KALVEBOD BRYGGE 22
Figura 8. Esquemas y maqueta de KALVEBOD BRYGGE 23
Figura 9. Vistas KALVEBOD BRYGGE 24
Figura 10. Sección e implantación AMAGER BAKKE / COPENHILL 25
Figura 11. Esquemas y planta de AMAGER BAKKE / COPENHILL 26
Figura 12. Ciclos sociales conceptuales Nørrebro 28
Figura 13. Sección espacio agua/encuentro Nørrebro 29
Figura 14. Esquema gestión hídrica Nørrebro 30
Figura15. Nørrebro espacio comunitario 30
Figura16. Nørrebro esquema Iglesia de Hellig Kors 31
Figura 17. Estado previo y actuación de ISLANDS BRYGGE 33
Figura18. Vista previa y de actuación residencial en zona portuaria ISLANDS BRYGGE 34
Figura 19. Propuesta intervención ISLANDS BRYGGE 35
Figura 20. ISLANDS BRYGGE áreas de actuación y anillo de movilidad 36
Figura 21. Corredor bicicletas y esquema ISLANDS BRYGGE 37
Figura 22. Diagramas espacio azul y verde ISLANDS BRYGGE 38
Figura 23. Estructura y congestión social ISLANDS BRYGGE 39
Figura 24. Señas identitarias y red inteligente ISLANDS BRYGGE 40
Figura 25. Diagramas espacio azul y verde ISLANDS BRYGGE 41
Figura 26. Estructura y congestión social ISLANDS BRYGGE 42
Figura 27. Intervención patrimonial en Silo 43
Figura 28. Casas de la Ciudad Harbour Cove, proyecto de Vandkunsten 45
Figura 29. Frosilos Intervención patrimonial 46
Figura 30. El Silo, Islas Brygge 47
Figura 31. New Islands Brygge School Implantación 49
Figura 32. Plantas New Islands Brygge School 50
Figura 33. Alzados y vista de New Islands Brygge School 51
Figura 34. Masterplan 52
Figura 35. Interior túnel 54
Figura 36. Estación bombeo de túnel 54

JESÚS VALIÑO ARCOS

ANEXO IV

ANÁLISIS ESTRATEGIAS DE RESILIENCIA VGA

SEPTIEMBRE DE 2024

El análisis de las estrategias de resiliencia VGA se enfoca en la regeneración mediante NBS, y el uso de tecnologías avanzadas para enfrentar los desafíos climáticos. La regeneración de la ría y la adaptación al incremento del nivel del mar, junto con el fortalecimiento de la salud del lecho marino y la renaturalización de los cauces fluviales, son componentes clave para proteger las zonas ARPSIS y crear una infraestructura ecológica integrada. Estas medidas se complementan con el uso de tecnologías verdes y azules en el metabolismo urbano, que incluyen infraestructuras híbridas, IAB's, para la gestión de recursos, fomentando la eficiencia hídrica y energética. La participación comunitaria juega un rol fundamental en la implementación de estas estrategias, promoviendo un enfoque colaborativo. Además, la integración de la economía circular, mediante la agricultura urbana y los ecobarrios, refuerza la sostenibilidad urbana. Finalmente, la hiperconectividad, apoyada por sensores IoT e inteligencia artificial, optimiza la gestión inteligente de recursos y mejora la capacidad predictiva frente a eventos climáticos extremos.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. REGENERACIÓN CON NBS 3
1.1. REGENERACIÓN DE LA RÍA Y ADAPTACIÓN AL INCREMENTO DEL NIVEL DEL MAR 3
1.1. a. Revegetación de zonas costeras 3
1.1. b. Gestión de riesgos costeros y conservación ambiental 6
1.2. FORTALECIMIENTO DE LA SALUD DEL LECHO MARINO Y EL ECOSISTEMA 26
1.2. a. Desvío de sedimentos 26
1.2. b. Recuperación de pastos marinos 28
1.3. RENATURALIZACIÓN DE LOS CAUCES FLUVIALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN LAS ZONAS ARPSIS 31
1.3. a. Métodos habituales de infraestructura dura 31
1.3. b. NBS de gestión y control de inundaciones para sistemas fluviales y canales 37
Amortiguación del agua 37
Banco blando 42
Uso de bioingeniería 51
1.4. INFRAESTRUCTURA ECOLÓGICA INTEGRADA 59
CAPÍTULO II. METABOLISMO URBANO Y TECNOLOGÍAS VERDES Y AZULES. IAB´S 65
2.1. Reducción de la dependencia energética (verde) 65
2.2. Energías renovables en edificación y espacio público (verde) 67
2.3. Generación energética 69
CAPÍTULO III. METABOLISMO URBANO Y TECNOLOGÍAS VERDES Y AZULES. IAB´S. GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS 72
3.1. Gestión del ciclo híbrido. Técnicas de SUDS. (Azul y verde) 72
3.2. Sistemas de captura y almacenamiento de agua. (Azul e ingeniería dura) 83
3.3. Sistemas de filtración innovadores (verde y azul) 85
3.4. Resiliencia eventos climáticos 87
3.4.1. Adaptación infraestructuras 87
3.4.2. Medidas contra inundaciones locales 88
3.4.3. Soluciones constructivas resilientes 89
3.5. Innovaciones en materiales y tecnologías verdes 91
CAPÍTULO IV. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA 92
CAPÍTULO V. MEDIO AMBIENTE Y ECONOMÍA CIRCULAR 94
CAPÍTULO VI. HIPERCONECTIVIDAD Y GESTIÓN INTELIGENTE DE RECURSOS 103
Referencias bibliográficas 106
Listado de tablas 106
Listado de figuras 106

CAPITULO I. REGENERACIÓN CON NBS

1.1. Regeneración de la ría y adaptación al incremento del nivel del mar

La regeneración con soluciones basadas en la naturaleza (NBS) se ha consolidado como un enfoque clave en la planificación urbana y costera para enfrentar los desafíos medioambientales. En la regeneración de rías y la adaptación al incremento del nivel del mar, estas soluciones permiten proteger zonas costeras mediante infraestructuras verdes, como humedales y dunas naturales, que actúan como barreras contra inundaciones. Además, el fortalecimiento de la salud del lecho marino y del ecosistema se logra a través de la restauración de hábitats marinos, promoviendo la biodiversidad y mejorando la capacidad de absorción de carbono. La renaturalización de los cauces fluviales y la implementación de medidas preventivas ante inundaciones en las zonas ARPSI (Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación) permiten gestionar de manera más efectiva los flujos de agua, reduciendo el riesgo de inundaciones y mejorando el ciclo hídrico. Por último, la infraestructura ecológica integrada combina redes de espacios verdes y azules, optimizando la conectividad ecológica y proporcionando servicios ecosistémicos que refuerzan la resiliencia urbana y ambiental ante los efectos del cambio climático.

1.1. a. Revegetación de zonas costeras

Es una técnica de gestión ambiental centrada en plantar vegetación nativa para estabilizar el suelo, reducir la erosión, y restaurar los ecosistemas naturales destruidos por actividades humanas o desastres naturales. Es vital para mantener la integridad de las costas y ofrecer barreras naturales contra los impactos ambientales. Es una estrategia fundamental para la gestión sostenible de las zonas costeras, proporcionando beneficios tanto a corto como a largo plazo, incluyendo la protección contra eventos extremos y la mejora de los ecosistemas locales.

Método de ejecución

- Evaluación del sitio: realizar un estudio detallado de las condiciones del sitio, incluyendo el tipo de suelo, el clima, y las especies vegetales nativas existentes.
- Selección de especies: escoger especies de plantas nativas que estén adaptadas a las condiciones costeras específicas, como tolerancia a la salinidad y capacidad para establecerse en suelos arenosos o pobres.
- Preparación del terreno: acondicionar el suelo para la plantación, lo que puede incluir descompactación, enriquecimiento con materia orgánica, o la creación de barreras para proteger las plantas jóvenes de las condiciones extremas.
- Plantación: las plantas se introducen en el terreno preparado, utilizando técnicas que aseguren una alta tasa de supervivencia y un rápido establecimiento.
- Mantenimiento continuo: incluye riego (si es necesario), control de malezas, protección contra plagas, y reemplazo de plantas que no sobrevivan.

Consideraciones Geográficas

- Exposición a elementos: las áreas costeras están expuestas a vientos fuertes, salinidad alta, y a veces inundaciones, lo que requiere especies altamente resistentes.
- Tipos de suelo: los suelos en zonas costeras a menudo son arenosos o rocosos, lo que puede requerir mejoras para soportar la revegetación.
- Nivel del mar: las subidas previstas del nivel del mar deben considerarse para elegir plantas que puedan sobrevivir a cambios en el hábitat costero.

Estratificación de capas de materiales. Puede involucrar el uso de diferentes tipos de compost, mantillos o geotextiles para mejorar la calidad del suelo y facilitar el establecimiento de plantas.

Consideraciones respecto al Hábitat Natural

- Impacto en la Biodiversidad: la revegetación debe fomentar la biodiversidad, proporcionando hábitat para especies locales y migratorias.
- Restauración Ecológica: se busca no solo prevenir la erosión, sino también restaurar funciones ecológicas completas, incluyendo el ciclo de nutrientes y la interacción entre especies.

Mantenimiento. Es crucial para el éxito de la revegetación, especialmente en los primeros años después de la plantación. Esto incluye el monitoreo de la salud de las plantas, el reemplazo de especímenes fallidos, y el manejo adaptativo basado en el desarrollo del ecosistema.

Aportación frente a la subida del nivel del mar. Ayuda a mitigar los efectos de la subida del nivel del mar al fortalecer las barreras naturales de protección.

Zonas de aplicabilidad

- Dunas costeras: ayuda a estabilizar las dunas, que son críticas para proteger el interior contra tormentas y erosión.
- Áreas erosionadas: la erosión ha eliminado la vegetación natural y ha dejado el suelo vulnerable.

Ejemplos

- Revegetación de las Dunas de Doñana, España: esfuerzos significativos para restaurar y estabilizar las dunas mediante la plantación de especies nativas adaptadas al ambiente costero.
- Costa de Louisiana, EE.UU.: proyectos de revegetación para restaurar marismas que habían sido degradadas por la erosión y actividades petroleras.

Diferencias entre Restauración de humedales y marismas y Revegetación. Ambas son técnicas de gestión ambiental importantes con objetivos similares de conservación y protección, pero difieren en sus enfoques específicos, técnicas, y aplicabilidad según el tipo de ecosistema:

Tabla 1 análisis restauración humedales vs. revegetación

	RESTAURACIÓN DE HUMEDALES Y MARISMAS	REVEGETACIÓN
Enfoque y Objetivos	Recuperar ecosistemas de humedales que han sido degradados, drenados, o contaminados.	Replantar vegetación en áreas donde ha sido removida o degradada
	Mejorar la calidad del agua, restaurar la biodiversidad, y proporcionar beneficios como control de inundaciones y hábitats para la fauna.	Estabilizar el suelo, reducir la erosión, y restaurar ecosistemas terrestres.
Técnicas	Modificación del terreno para restaurar las condiciones hidrológicas naturales	Plantación de especies de plantas terrestres adecuadas para estabilizar
	Reintroducir plantas acuáticas y gestionar el flujo y calidad del agua	Mejora del suelo y técnicas de protección contra condiciones extremas
Consideraciones geográficas	Zonas de tierras bajas donde las condiciones de inundación o saturación del suelo son frecuentes	Variedad de zonas costeras
	Requiere una fuente de agua natural o artificial que pueda ser gestionada	Depende menos de la hidrología y más de las condiciones del suelo y climáticas
Impacto ecológico y funcional	Servicios ecosistémicos como la purificación de agua y el almacenamiento de carbono	Reduce la erosión y protegiendo contra la acción de las olas y el viento
	Papel crítico en la protección contra inundaciones y la estabilización de las costas mediante la absorción de excesos de agua	Contribuye a la biodiversidad con un enfoque directo en la vegetación terrestre y su capacidad de sostener ecosistemas
Mantenimiento y gestión	Monitoreo y gestión continua del agua, control de especies invasoras y ajustes en las plantaciones acuáticas	Cuidado de las plantas terrestres, manejo de la erosión y asegurar la cobertura vegetal adecuada

Fuente Creación propia

1.1. b. Gestión de riesgos costeros y conservación ambiental

OPCIONES EN LAS RÍAS GALLEGAS:

- Uso de bateas como arrecifes artificiales
- Introducción de arrecifes de ostras
- Uso de parques eólicos marinos como arrecifes artificiales
- Estructuras de recrecimiento de algas
- Biohuts
- Reciclaje de estructuras marinas
- Módulos de arrecife modular
- Sistemas de biorock
- Islas de Raven

LOS ARRECIFES ARTIFICIALES

Son estructuras sumergidas diseñadas para imitar las características de los arrecifes naturales, proporcionando beneficios tanto ecológicos como de protección costera.

Tienen múltiples aplicaciones, desde mejorar la biodiversidad marina hasta proteger las costas de la erosión. Son especialmente relevantes en la gestión de riesgos costeros y la conservación ambiental. Representan una innovadora aproximación a la conservación marina y la protección costera, ofreciendo beneficios tanto ambientales como socioeconómicos. Sin embargo, su diseño, implementación y mantenimiento requieren una planificación cuidadosa para maximizar su eficacia y minimizar impactos negativos.

Objetivos

- Hábitat: proporcionar refugio para especies marinas, aumentar la biodiversidad y repoblar áreas con poblaciones reducidas.
- Protección costera: disminuir la energía de las olas y prevenir la erosión de playas y dunas.
- Turismo: fomentar el turismo ecológico y el buceo.

Método de ejecución

- Diseño: adaptar las estructuras a las condiciones locales y objetivos específicos (protección costera, rehabilitación ecológica, turismo).
- Colocación: ubicar las estructuras en áreas que necesiten barreras contra las olas o promoción de vida marina.
- Materiales: usar hormigón duradero y materiales ecológicos como rocas o estructuras biocompatibles.
- Instalación: colocar las estructuras en el lecho marino de forma estratégica para maximizar eficacia y minimizar impactos.
- Monitoreo: evaluar la efectividad e impacto ecológico post-instalación y ajustar la

estrategia según resultados.

Consideraciones geográficas

- Ubicación: seleccionar áreas que necesiten protección contra la erosión o rehabilitación, preferentemente en zonas de alta erosión.
- Profundidad: asegurar estabilidad y facilitar colonización marina.
- Corrientes: entender la hidrodinámica local para evitar sedimentación o erosión alrededor de los arrecifes.

Estratificación de capas de materiales

- Capas base: compuestas de materiales grandes y pesados para asegurar estabilidad.
- Capas superiores: incluyen materiales ligeros o formas específicas para atraer y albergar especies marinas.

Consideraciones respecto al hábitat natural

- Protección costera: disminuyen la energía de las olas y previenen la erosión.
- Recuperación de especies: facilitan la reproducción y alimentación de especies dependientes de los arrecifes.
- Biodiversidad: fomentan nuevos hábitats que atraen peces e invertebrados.
- Integración ecológica: deben complementar los ecosistemas existentes sin competir con ellos.

Mantenimiento

- Inspecciones: chequeos regulares para evaluar la integridad física y ecológica.
- Adaptaciones: ajustes basados en monitoreo y estudios de impacto.
- Limpieza y reparación: necesarias para mantener funciones protectoras y ecológicas.

Aportación frente a la subida del nivel del mar

Ayudan a reducir la energía de las olas, protegiendo las áreas costeras de la erosión y los efectos del aumento del nivel del mar.

Zonas de aplicabilidad

- Costas erosionadas: ideal para áreas con retroceso de la línea costera.
- Áreas con baja biodiversidad: mejora la ecología marina local.

Ejemplos

- Arrecifes de hormigón en Mónaco: efectivos en proteger la costa y aumentar la biodiversidad.
- Vilamoura Artificial Reef, Portugal: mejora la diversidad biológica y atrae buceadores.

- The Reef Ball Foundation, EE.UU. y globalmente: restauración de arrecifes y protección costera.
- The Great Barrier Reef's Reef Balls, Australia: proporcionan estructura y protegen el arrecife natural.
- Arrecifes de Tires en Fort Lauderdale, EE.UU.: ejemplo fallido que demuestra la importancia de elegir materiales adecuados.
- Osaka's Artificial Reef, Japón: mejora la pesca y biodiversidad local.

CLASIFICACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES

Por propósito

- Protección costera: reducen erosión y protegen líneas costeras.
- Mejoramiento de la pesca: crean hábitats para incrementar poblaciones de peces.
- Buceo y recreo: atraen turistas y buceadores, facilitando el crecimiento de vida marina.

Por materiales utilizados

- Hormigón: común por su durabilidad y moldeabilidad.
- Roca o piedra: materiales naturales que se integran fácilmente.
- Estructuras metálicas: barcos hundidos o estructuras de acero para crear arrecifes complejos.
- Materiales compuestos: plásticos, cerámicos, y otros materiales sintéticos. En Galicia, se estudia incorporar residuos como conchas de mejillón y materiales reciclados (Carral et al., 2020).

Por ubicación geográfica

- Aguas profundas: foco en biodiversidad e investigación científica.
- Aguas someras: cerca de la costa, para protección costera y turismo.

Por diseño estructural

- Modulares: unidades individuales que se ensamblan para formar estructuras más grandes.
- Integrados: una sola estructura grande adaptada a un área específica.

Por objetivos específicos de conservación

- Restauración ecológica: restaurar ecosistemas dañados.
- Mitigación: compensan impactos negativos del desarrollo costero u otras actividades.

UBICACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES

La orientación de los arrecifes artificiales en relación con la costa depende de varios factores, como los objetivos del proyecto, las condiciones locales del hábitat y los patrones hidrológicos y de oleaje:

Arrecifes paralelos a la costa

- Protección contra erosión: actúan como barreras que disminuyen la energía de las olas, ayudando a prevenir la erosión costera.
- Estabilización de sedimentos: ayudan a estabilizar sedimentos, reduciendo la turbiedad y permitiendo la deposición natural detrás del arrecife.
- Fomento de la biodiversidad: proporcionan hábitat que aumenta la biodiversidad local y apoya a las comunidades acuáticas en la zona protegida.

Arrecifes perpendiculares a la costa

- Control del flujo de agua: influyen en la circulación del agua, ayudando a distribuir sedimentos y nutrientes uniformemente.
- Creación de gradientes ambientales: útiles para crear gradientes de salinidad y otros parámetros ambientales beneficiosos para ciertas especies.
- Intervenciones puntuales: estratégicos para proteger puntos específicos de la costa vulnerables a la erosión o al oleaje extremo.

Consideraciones generales

- Estudio del oleaje y corrientes: crucial para determinar la orientación más efectiva de los arrecifes, considerando la interacción con dinámicas hidrológicas locales.
- Impacto ecológico: asegurar que no se interrumpa negativamente la vida marina local ni se alteren hábitats críticos.
- Mantenimiento y monitoreo: implementar programas de monitoreo y mantenimiento para evaluar la efectividad de las estructuras y realizar ajustes según sea necesario.
- Consulta y colaboración: colaborar con científicos marinos, ecologistas y la comunidad local para maximizar los beneficios ambientales y minimizar los impactos negativos.

USO DE BATEAS COMO ARRECIFES ARTIFICIALES

Beneficios

- Biodiversidad: las bateas de mejillones ya sirven de hábitat para diversas especies marinas. Extender su uso podría aumentar la biodiversidad, al proporcionar estructuras para invertebrados, algas y peces.
- Sostenibilidad ecológica: el cultivo de mejillones es sostenible y de bajo impacto ambiental. Utilizar estas estructuras como arrecifes aprovecha recursos existentes.
- Mejora de la calidad del agua: los mejillones filtran el agua, reduciendo el exceso de nutrientes y materia orgánica, mejorando así la calidad del agua.
- Potencial económico: combinar acuicultura con protección costera y restauración de hábitats podría generar beneficios económicos adicionales, como turismo ecológico y pesca mejorada.

Desafíos

- Mantenimiento: requieren mantenimiento regular lo que incrementa los costos operativos.
- Impacto estructural: las estructuras deben soportar la biodiversidad sin comprometer el cultivo de mejillones, lo que podría requerir modificaciones.
- Interacciones ecológicas: aumentar el número de bateas podría afectar las dinámicas ecológicas locales, incluyendo las poblaciones de depredadores.
- Regulaciones y permisos: adaptarlas para que funcionen como arrecifes artificiales podría requerir cumplir con regulaciones ambientales y marítimas estrictas.

Contribución al control del nivel del mar

- Pueden disminuir la energía de las olas, reduciendo la erosión costera.
- Las estructuras sumergidas y la filtración de partículas por los mejillones ayudan a estabilizar los sedimentos en el fondo marino.
- Las bateas modificadas protegerían hábitats costeros vulnerables, como marismas y humedales, cruciales para la absorción de carbono y como barreras contra la subida del nivel del mar.

Limitaciones

- Escalabilidad: la efectividad de las bateas de mejillones es localizada y limitada en escala, no pueden contrarrestar significativamente la subida global del nivel del mar.
- Requieren mantenimiento continuo para asegurar su efectividad, y su durabilidad frente a condiciones adversas puede ser un desafío.
- Aumentar significativamente el número de bateas podría tener efectos ecológicos imprevistos, alterando las dinámicas locales y afectando a especies nativas.

Conclusión

Su uso como arrecifes artificiales tiene potencial, especialmente en áreas donde ya contribuyen a la biodiversidad como es la Ría de Arousa. Sin embargo, es crucial realizar estudios detallados y pilotos para evaluar los impactos ambientales y la viabilidad técnica antes de una implementación a gran escala. La colaboración entre científicos, gestores de recursos marinos y la industria acuícola será esencial para optimizar beneficios y minimizar riesgos.

USO DE PARQUES EÓLICOS MARINOS COMO ARRECIFES ARTIFICIALES

Los parques eólicos marinos no pueden detener el aumento global del nivel del mar, pero pueden mitigar algunos efectos locales y crear nuevos hábitats marinos.

Función de arrecife artificial

- Las bases de las turbinas eólicas actúan como arrecifes artificiales, proporcionando superficies para algas, invertebrados y corales, aumentando la biodiversidad.
- Proporcionan refugio y áreas de alimentación para peces y otras especies marinas, aumentando la biomasa y diversidad.
- Las zonas de exclusión alrededor de las turbinas permiten que los ecosistemas marinos se regeneren sin la presión de la sobrepesca.

Contribución a la mitigación del aumento del nivel del mar

- Las turbinas pueden reducir la energía de las olas antes de que lleguen a la costa, disminuyendo la erosión costera y protegiendo infraestructuras.
- Ayudan a estabilizar sedimentos en el fondo marino, manteniendo la claridad del agua y la salud de los hábitats.

Limitaciones y consideraciones

- La construcción de parques eólicos puede causar ruido, perturbación del lecho marino y afectar rutas migratorias.
- El desarrollo y mantenimiento de parques eólicos son costosos, y su viabilidad económica debe evaluarse.
- Se requieren evaluaciones de impacto ambiental para asegurar que los beneficios superen los posibles daños.

Conclusión

Los parques eólicos marinos pueden funcionar como arrecifes artificiales y ayudar a mitigar algunos efectos del aumento del nivel del mar. Sin embargo, su implementación debe ser cuidadosamente planificada para maximizar beneficios y minimizar impactos negativos. Aunque ayudan a proteger costas y fomentar biodiversidad, no abordan directamente las causas del aumento del nivel del mar, por lo que deben formar parte de un enfoque integrado y más amplio para combatir el cambio climático y proteger nuestras costas.

Su uso es considerable en la boca de la ría, en las proximidades de Sálvora, como infraestructura global de alimentación de la ría.

MÓDULOS DE ARRECIFE MODULAR

Hechos de materiales ecológicos como hormigón ecológico que imita la porosidad y textura de las rocas naturales, se instalan para formar arrecifes artificiales y atraer ciertas especies fomentando nuevos hábitats.

Método de ejecución

- Diseño personalizado: diseñados para imitar el hábitat marino local, en diversas formas y tamaños, usando hormigón ecológico para proporcionar superficies ideales para la colonización de especies marinas.
- Producidos en tierra, utilizando técnicas que aseguran durabilidad y estabilidad en el entorno marino.
- Transportados y ensamblados en configuraciones que maximicen su eficacia como barreras contra la erosión o promotores de biodiversidad.

Consideraciones geográficas

- Elegir ubicaciones considerando la profundidad del agua, corrientes marinas y proximidad a hábitats sensibles.
- Realizar estudios de impacto ambiental para asegurar que no perturben los ecosistemas existentes ni introduzcan especies invasivas.

Estratificación de capas de materiales. Incluir capas de materiales porosos que faciliten el crecimiento de microorganismos y pequeñas criaturas, formando una base sólida para la cadena alimenticia marina.

Consideraciones respecto al hábitat natural

- Proporcionar refugio y áreas de cría para una variedad de especies marinas, desde invertebrados hasta peces juveniles, aumentando la diversidad y densidad poblacional.
- Diseñados para recrear características específicas de hábitats perdidos o degradados, contribuyendo a la restauración ecológica.

Mantenimiento. Realizar inspecciones periódicas para asegurar que los módulos no causen erosión en el fondo marino o sean desplazados por corrientes o tormentas.

Aportación frente a la subida del nivel del mar. Ayudan a disminuir la energía de las olas antes de que alcancen la costa, reduciendo la erosión y protegiendo infraestructuras costeras.

Zonas de aplicabilidad

- Ideal para zonas con problemas significativos de erosión costera.
- Útil en áreas donde la biodiversidad marina necesita ser enriquecida o restaurada.

Ejemplos

- Reef Balls en Estados Unidos: utilizados para crear arrecifes artificiales, restaurar hábitats de corales y controlar la erosión.
- Arrecifes de Dubai: implementación para proteger la biodiversidad marina y las playas contra la erosión en áreas turísticas.

INTRODUCCIÓN DE ARRECIFES DE OSTRAS

Podría tener efectos similares a los de las bateas de mejillones. Las ostras, al igual que los mejillones, filtran grandes cantidades de agua y mejoran la calidad del agua.

Beneficios de los arrecifes de ostras

- Pueden filtrar hasta 190 litros de agua por día por individuo, limpiando el agua, reduciendo la turbiedad y mejorando el crecimiento de plantas acuáticas y la salud del ecosistema.
- Estabilizan los sedimentos y reducen la erosión, actuando como barreras físicas que amortiguan la energía de las olas y protegen las líneas costeras.
- Proporcionan un hábitat esencial para muchas especies marinas, aumentando la biodiversidad local con una variedad de peces, crustáceos e invertebrados.
- Contribuyen al secuestro de carbono mediante la acumulación de carbonato de calcio en sus conchas y el enterramiento de carbono en los sedimentos.

Desafíos y consideraciones

- El éxito de los arrecifes depende de la sostenibilidad de las poblaciones de ostras, amenazadas por enfermedades, sobrepesca y degradación del hábitat.
- Necesitan **mantenimiento y monitoreo** regular para asegurar su funcionalidad y evitar impactos negativos.
- Aunque ayudan a mitigar efectos locales del aumento del nivel del mar, su capacidad para enfrentar cambios más amplios, como la acidificación de los océanos y el aumento de la temperatura del agua, es limitada.

Contribución al control del nivel del mar

- Actúan como barreras físicas que disminuyen la fuerza de las olas, reduciendo la erosión costera y protegiendo infraestructuras y ecosistemas costeros, especialmente durante tormentas o mareas altas.
- Ayudan a mantener sedimentos en el fondo marino, reduciendo la turbiedad y mejorando la claridad del agua, crucial para la salud de los ecosistemas acuáticos.
- Benefician marismas y humedales al reducir el impacto físico de las olas, permitiendo que estos hábitats se adapten mejor al incremento del nivel del mar.
- Facilitan la formación de nuevos suelos y el crecimiento vertical de hábitats costeros, ayudando a mantener su elevación relativa frente al aumento del nivel del mar.

Limitaciones

- Su efectividad es localizada y limitada en escala, no pueden contrarrestar significativamente el aumento global del nivel del mar.
- Requieren mantenimiento continuo y su durabilidad frente a condiciones adversas es un desafío.
- Aumentar significativamente el número de arrecifes podría alterar las dinámicas locales y afectar a especies nativas.

Conclusión

Los arrecifes de ostras ayudan a las comunidades costeras a adaptarse al aumento del nivel del mar, pero deben ser parte de un enfoque integrado con otras medidas de gestión costera y reducción de emisiones para abordar el cambio climático.

En las rías gallegas, los arrecifes de ostras ofrecen beneficios ambientales y económicos. Sin embargo, se requieren estudios y planes de gestión detallados para asegurar su viabilidad y minimizar impactos ecológicos.

ESTRUCTURAS DE RECRECIMIENTO DE ALGAS

Las algas son vitales para los ecosistemas marinos, proporcionando alimento y hábitat para muchas especies. Las estructuras de recrecimiento de algas imitan los lechos naturales, ofreciendo superficies para el crecimiento de algas, mejorando la biodiversidad, estabilizando sedimentos y absorbiendo nutrientes.

Método de ejecución

- Diseño de estructuras: maximizan el área superficial para el crecimiento de algas, utilizando materiales ecológicos y sostenibles, y pueden ser flotantes o ancladas según las condiciones locales.
- Se eligen especies nativas de las rías gallegas, robustas y adaptadas a las condiciones locales, incluyendo algas rojas y pardas.
- Ubicadas en áreas de mínimo impacto en la navegación y otras actividades marinas, considerando la profundidad, corrientes y exposición solar.

Consideraciones geográficas

- Colocadas en áreas con condiciones óptimas para el crecimiento de algas, con buen flujo de nutrientes y protección contra corrientes fuertes.
- Integrar cerca de bateas de mejillones existentes para aprovechar sinergias y proporcionar continuidad ecológica.

Estratificación de capas de materiales

Materiales ecológicos: biodegradables o inertes, que no alteren la calidad del agua y ofrezcan una superficie adecuada para el anclaje de algas.

Consideraciones respecto al hábitat natural. Diseñadas para proporcionar hábitat y refugio a muchas especies marinas, promoviendo una diversidad de nichos.

Mantenimiento. Inspecciones y mantenimiento regular para manejar acumulación de parásitos o enfermedades en las algas.

Aportación frente a la subida del nivel del mar

- Las algas ayudan a capturar CO2, contribuyendo a mitigar el cambio climático y el aumento del nivel del mar.
- Indirectamente, ayudan a reducir la energía de las olas y estabilizar sedimentos, protegiendo las líneas costeras.

Zonas de aplicabilidad

Rías con aguas ricas en nutrientes: efectivas en partes de las rías gallegas con aguas ricas en nutrientes que necesitan más estructuras para el crecimiento de algas.

Ejemplos

Granjas de algas en Corea del Sur y Japón: implementadas extensamente, son productivas económicamente y beneficiosas para los ecosistemas locales.

BIOHUTS

Son estructuras ecológicas diseñadas para proporcionar refugio seguro y fomentar la biodiversidad en ambientes marinos. Son jaulas de acero rellenas de materiales naturales como ostras y conchas de moluscos, que se colocan en el agua para ofrecer un hábitat seguro a peces juveniles y otras pequeñas criaturas marinas, aumentando su supervivencia y apoyando la biodiversidad.

Método de ejecución

Jaulas metálicas que contienen materiales naturales como conchas de ostras, ofreciendo superficies para la colonización de microorganismos y pequeños invertebrados. Disponibles en varios tamaños y formas según las necesidades específicas.

Colocadas en zonas costeras protegidas o estuarios, en el fondo marino o suspendidas, según las especies objetivo.

Consideraciones geográficas

- En áreas con alta biodiversidad potencial pero baja complejidad estructural, donde maximicen el beneficio ecológico sin interferir con actividades humanas.
- Considerar profundidad del agua, corrientes, salinidad y disponibilidad de luz para el éxito del ecosistema.

Estratificación de capas de materiales

Materiales ecológicos internos deben ser biodegradables, como conchas de bivalvos, ofreciendo superficies de asentamiento y contribuyendo al equilibrio químico del agua.

Consideraciones respecto al hábitat natural

Proporcionan un microhábitat estructurado que fomenta la biodiversidad local, ofreciendo refugio y áreas de cría para peces juveniles y otros organismos acuáticos pequeños.

Mantenimiento. Inspecciones regulares para asegurar que no se obstruyan con sedimentos o residuos y mantengan su funcionalidad como hábitat.

Aportación frente a la subida del nivel del mar. Ayudan a estabilizar sedimentos, reduciendo la turbidez y la erosión, beneficioso en zonas afectadas por el aumento del nivel del mar.

Zonas de aplicabilidad. Estuarios y zonas costeras protegidas: las rías gallegas serían ideales, especialmente en áreas que necesiten rehabilitación ecológica.

Ejemplos

Costas Mediterráneas y del Mar del Norte: utilizados en Europa para mejorar la biodiversidad y estudiar beneficios en entornos marinos urbanizados.

RECICLAJE DE ESTRUCTURAS MARINAS

Uso de plataformas petroleras en desuso, barcos hundidos o infraestructura acuícola desmantelada, es una estrategia sostenible para promover la biodiversidad y proteger las costas. En las rías gallegas, estructuras como bateas de mejillones en desuso pueden modificarse para mejorar su capacidad de proporcionar refugio y superficies de fijación para invertebrados y algas. En el conjunto de la ría de Arousa hay más de 100 pecios susceptibles de uso.

Método de ejecución

- Identificar estructuras adecuadas, asegurando su integridad estructural y composición material, y que no contengan sustancias nocivas.
- Limpiar y modificar las estructuras para eliminar contaminantes y adaptar su diseño para evitar bordes afilados o partes peligrosas para la vida marina.
- Elegir sitios de hundimiento basados en estudios de impacto ambiental, considerando la profundidad, corrientes, tipo de sustrato y biodiversidad existente.

Consideraciones geográficas

- La profundidad debe ser adecuada para el asentamiento de las estructuras y las corrientes no deben ser tan fuertes que impidan la colonización de especies.
- Evitar la proximidad a arrecifes naturales o hábitats sensibles para no alterar esos ecosistemas o dispersar especies invasoras.

Estratificación de capas de materiales. Añadir substratos específicos, como bloques de hormigón con texturas y cavidades, para promover el crecimiento de corales y otros invertebrados.

- **Consideraciones respecto al hábitat natural**
- Proporcionar superficies complejas que favorecen el asentamiento de una amplia gama de organismos marinos, desde microorganismos hasta peces.
- Ofrecer refugio y viveros naturales, aumentando las tasas de supervivencia de especies juveniles.

Mantenimiento. Establecer programas de monitoreo para evaluar la evolución de los ecosistemas en las estructuras recicladas, adaptando la gestión según sea necesario.

Aportación frente a la subida del nivel del mar. Las estructuras sumergidas disminuyen la energía de las olas, protegiendo las costas de la erosión, una función crítica con el aumento del nivel del mar.

Zonas de aplicabilidad

- Zonas costeras erosionadas o con infraestructura vulnerable que podrían beneficiarse de una barrera física adicional.
- Áreas donde las intervenciones pueden ayudar a restaurar la biodiversidad perdida o

degradada.

Ejemplos

- Great Ship Reef, Virginia, EE.UU.: utilización de un portaaviones desmantelado como arrecife artificial.
- Rigs-to-Reefs en el Golfo de México: programa que recicla plataformas petroleras en desuso en arrecifes artificiales.

SISTEMAS DE BIOROCK O ARRECIFES DE ELECTROACUMULACIÓN

Utilizan corrientes eléctricas de bajo voltaje en estructuras sumergidas para fomentar el crecimiento acelerado de carbonato de calcio. Este proceso fortalece la estructura del arrecife y promueve un crecimiento más rápido de corales y otros organismos calcáreos. Aunque más común en los trópicos, esta técnica puede adaptarse para apoyar especies calcáreas locales en las rías gallegas.

Método de ejecución

- Comienzan con un armazón de metal, generalmente acero o una aleación no tóxica. Las estructuras se diseñan en diversas formas y tamaños según los objetivos del proyecto.
- Colocadas en el lecho marino en áreas seleccionadas para promover el crecimiento de arrecifes o mejorar la estabilidad del sedimento, asegurando suficiente luz solar y condiciones óptimas de agua.
- Aplicar una corriente eléctrica de bajo voltaje a la estructura, reduciendo la corrosión del metal y precipitando carbonato de calcio, proporcionando un sustrato ideal para la colonización de organismos marinos.

Consideraciones geográficas

- Deben estar en áreas con suficiente profundidad para no interferir con la navegación y permitir la penetración de luz solar.
- Condiciones del agua: considerar temperatura, salinidad y corrientes para la eficacia del proceso y la salud de los organismos que colonizan la estructura.

Estratificación de capas de materiales. Estructuras metálicas: uso de materiales adecuados para el armazón, asegurando longevidad y evitando toxicidad en el ambiente marino.

Consideraciones respecto al hábitat natural

- Aumentan la biodiversidad local al proporcionar un hábitat estructuralmente complejo y químicamente favorable para corales y otros organismos calcáreos.
- Utilizados para restaurar arrecifes dañados, acelerando la recuperación de corales e invertebrados marinos.

Mantenimiento

- Monitoreo regular para mantener la corriente eléctrica dentro de rangos seguros y efectivos.
- Inspecciones periódicas de la estructura para evaluar integridad física y colonización biológica.

Aportación frente a la subida del nivel del mar. Facilitan la rápida formación de barreras calcáreas, ayudando a proteger las costas contra la erosión.

Zonas de aplicabilidad. Útil en zonas donde los arrecifes naturales han sido dañados por blanqueamiento de corales, enfermedades o impactos humanos.

Ejemplos

Indonesia y Maldivas: han implementado sistemas de Biorock con éxito, mostrando una notable recuperación de los arrecifes de coral y un aumento en la diversidad marina.

ISLAS DE RAVEN

Son estructuras flotantes diseñadas para restaurar hábitats naturales y proteger las costas. Están construidas con materiales ecológicos, y diseñadas para integrarse armoniosamente con el entorno marino, proporcionando múltiples beneficios ambientales.

Método de ejecución

- Están hechas de materiales flotantes duraderos y ecológicos, como plásticos reciclados y geotextiles. Pueden incluir sustratos para plantas, áreas de anidación para aves y hábitats para peces.
- Se anclan en ubicaciones estratégicas donde pueden proporcionar el mayor beneficio ecológico. Esto puede incluir estuarios, lagunas costeras y áreas de marismas.
- Se plantan especies nativas de vegetación y se diseñan hábitats específicos para aves y otras especies marinas. Estas islas pueden atraer aves migratorias y fomentar la biodiversidad local.

Consideraciones geográficas

- Colocadas en áreas donde la erosión costera es un problema, pero también en zonas protegidas donde pueden servir como refugio para la vida silvestre.
- Deben estar en áreas con corrientes moderadas y niveles de agua adecuados para asegurar la estabilidad de las islas y la salud de los hábitats.

Beneficios

- Actúan como barreras naturales que reducen la energía de las olas y protegen las costas de la erosión.
- Mejora de la calidad del agua: las raíces de las plantas ayudan a filtrar y limpiar el agua, reduciendo la contaminación y mejorando el hábitat para la vida acuática.
- Proporcionan hábitats para aves, peces y otros animales, aumentando la biodiversidad local.

Mantenimiento

- Requiere supervisión periódica para asegurar que las islas estén funcionando correctamente y que las plantas y hábitats estén saludables.
- Dependiendo de las condiciones ambientales, puede ser necesario realizar ajustes o reparaciones para mantener la eficacia de las islas.

Ejemplos de uso

- Restauración de hábitats: utilizadas en proyectos de restauración de hábitats en

estuarios y lagunas para proporcionar refugio a especies amenazadas y mejorar la biodiversidad.

- Protección de costas urbanas: implementadas en áreas urbanas costeras para proteger infraestructuras y reducir los impactos de la erosión y las marejadas ciclónicas.

- Baltimore Inner Harbor, Estados Unidos- Proyecto: Floating Wetlands (Humedales Flotantes)
- Chicago River, Estados Unidos- Urban Rivers Floating Gardens
- Riverside Park, Nueva York, Estados Unidos- Eco Islands
- Victoria Harbour, Hong Kong- Jockey Club Sea-Land-Hybrid Habitat
- Kunming Dianchi Lake, China- Floating Islands for Water Purification

1.2. Fortalecimiento de la salud del lecho marino y el ecosistema

DESVÍO DE SEDIMENTOS

Para manipular el flujo de sedimentos y asegurar que las playas reciban continuamente material nuevo, lo que ayuda a mantener su volumen y a proteger la línea de costa. Se considera aplicable en la desembocadura del rio Ulla en el encuentro con la Isla de Cortegada, zona en la que el arrastre, producido por tormentas torrenciales en los últimos años, está sellando el paso de agua entre Cortegada y Carril.

Es una técnica utilizada para redirigir los flujos de sedimentos hacia áreas donde se requiere restauración o mantenimiento de la playa y otros hábitats costeros. Este método busca simular o restaurar los procesos naturales de sedimentación.

Método de ejecución

- Previamente se realiza una evaluación detallada de los patrones de corrientes, los volúmenes de sedimento y la dinámica costera del área afectada.
- Se pueden utilizar diversas estructuras como espigones, diques o canales modificados para redirigir los sedimentos hacia las zonas deseadas.
- Una vez establecidas las estructuras, es crucial monitorear su efectividad y realizar ajustes según sea necesario para asegurar que los sedimentos se depositen en las ubicaciones previstas.

Consideraciones Geográficas

- Es fundamental entender cómo la redirección de sedimentos afectará la dinámica local, incluyendo las corrientes y la erosión en áreas adyacentes.
- La elección del lugar para el desvío debe considerar no solo las necesidades de sedimentación sino también las consecuencias potenciales en otras áreas costeras.

Estratificación de capas de materiales. Uso de materiales lo más naturales posible para evitar impactos ambientales adversos.

Consideraciones respecto al Hábitat Natural

- Debe minimizar la perturbación a los hábitats acuáticos y terrestres existentes.
- Apoyar o restaurar los procesos naturales de sedimentación y la regeneración de hábitats costeros.

Mantenimiento. Necesitan ser evaluadas regularmente para asegurar que continúan funcionando correctamente y no causan degradación ambiental no prevista.

Aportación frente a la subida del nivel del mar. Al aumentar la cantidad de sedimentos en las playas y costas, pueden ayudar a proteger las áreas costeras contra la erosión exacerbada por la subida del nivel del mar.

Zonas de aplicabilidad. Áreas con deficiencia de sedimentos, especialmente útil en playas y estuarios donde la intervención humana o los cambios naturales han reducido los aportes sedimentarios.

Ejemplos

- Proyecto de desvío de sedimentos en el Río Mississippi, EE.UU.
- Restauración de playas en los Países Bajos.

RECUPERACIÓN DE PASTOS MARINOS

Los pastos marinos son esenciales para la salud de los ecosistemas costeros, cruciales para la biodiversidad, calidad del agua y protección de las costas.

Método de ejecución

- Replantación: siembra de rizomas o plántulas en áreas degradadas con técnicas de bajo impacto y alta supervivencia.
- Protección de áreas existentes: implementación de zonas de no pesca y regulaciones para minimizar el anclaje de barcos en áreas críticas.

Consideraciones geográficas

- Requieren suficiente luz solar, por lo que su ubicación depende de la claridad del agua y la profundidad.
- Necesitan bajas tasas de sedimentación y contaminación para evitar la asfixia de las plantas.

Estratificación de capas de materiales. Sedimentos: tipos adecuados para el enraizamiento y crecimiento, prefiriendo fondos arenosos o fangosos ricos en nutrientes.

Consideraciones respecto al hábitat natural

- Diversidad genética: utilizar una mezcla de genotipos para promover resiliencia y adaptabilidad.
- Interacciones con otras especies: asegurar la coexistencia armoniosa con especies nativas como moluscos y peces.

Mantenimiento

- Observación continua para evaluar la salud del ecosistema y la presencia de especies invasoras.
- Manejo adaptativo: ajustar prácticas basado en los resultados del monitoreo.

Aportación frente a la subida del nivel del mar

- Amortiguan la fuerza de las olas, protegiendo las costas de la erosión.
- Secuestro de carbono: son sumideros de carbono eficientes, contribuyendo a mitigar el cambio climático.

Zonas de aplicabilidad

- Áreas costeras poco profundas donde la luz puede penetrar hasta el fondo marino,

permitiendo la fotosíntesis.
- Regiones con alta biodiversidad marina, beneficiando a una variedad de especies marinas.

Ejemplos

- Tampa Bay, Florida: restauración exitosa que ha mejorado la calidad del agua y el retorno de diversas especies de peces.
- Gran Barrera de Coral, Australia: protección de vastas áreas para asegurar la salud de uno de los ecosistemas marinos más biodiversos del mundo.

Beneficios ecológicos

- Hábitat de cría para berberechos y almejas: ofrecen refugio y alimento para moluscos juveniles, mejorando su supervivencia.
- Interacción con desembocaduras de ríos en rías: los pastos marinos estabilizan sedimentos, mejoran la calidad del agua y benefician de los nutrientes aportados por los ríos.

Efectos sobre la salinidad del agua

- Prosperan en diversos niveles de salinidad, pero cada especie tiene un rango específico de tolerancia.
- Ayudan a mezclar aguas dulces y saladas, influyendo en la distribución de salinidad local.
- Modifican las corrientes y la distribución de salinidad en áreas protegidas y lagunas.

Importancia de los pastos marinos en ecosistemas costeros gallegos. Las rías gallegas, conocidas por su rica biodiversidad y productividad, se benefician enormemente de los pastos marinos. El afloramiento costero, que ocurre en verano debido a los vientos del noroeste, desplaza el agua superficial y permite que aguas frías y ricas en nutrientes asciendan, aumentando la producción biológica.

Ciclo de nutrientes. Los pastos marinos capturan sedimentos y materia orgánica, facilitando la descomposición de biomasa que libera nitratos y otros nutrientes esenciales.

Aumento del fitoplancton. Los nutrientes liberados alimentan el fitoplancton, promoviendo un crecimiento rápido y denso, fundamental para la cadena alimenticia marina.

Clarificación del agua. Al atrapar partículas y sedimentos, los pastos marinos mantienen el agua clara, permitiendo una mayor penetración de luz solar para la fotosíntesis.

Hábitat y protección. Proporcionan un hábitat seguro y nutritivo para invertebrados y peces juveniles, sosteniendo poblaciones importantes para la pesca y conservando la biodiversidad local.

Impacto en la salinidad y condiciones de agua dulce. Estabilización de salinidad en estuarios y bocas de ríos, donde absorben y filtran el agua dulce antes de mezclarse con el agua salada, moderando la transición y manteniendo un equilibrio ecológico favorable para diversas especies.

Conclusión

La restauración y conservación de pastos marinos mejora la salud de los ecosistemas costeros y ofrece beneficios económicos al sustentar pesquerías y fomentar el turismo ecológico.

1.3. Renaturalización de los cauces fluviales y medidas preventivas ante inundaciones en las zonas ARPSIS

1.3. a. Métodos habituales de infraestructura dura

Diques y presas

- Método: construcción de barreras físicas a lo largo de los bordes de los ríos o canales para contener las crecidas y controlar el flujo de agua.
- Beneficios: son efectivos para prevenir inundaciones en áreas pobladas al contener el agua excedente durante las crecidas. También se pueden utilizar para la regulación del caudal a lo largo del año.

Canales de derivación

- Método: crear canales artificiales que pueden desviar el exceso de agua de los ríos principales durante las inundaciones para reducir la presión sobre áreas vulnerables.
- Beneficios: estos canales ayudan a controlar el flujo de agua, minimizando el impacto de las inundaciones en zonas críticas y protegiendo infraestructuras clave y áreas residenciales.

Muros de contención

- Método: construcción de muros sólidos a lo largo de las orillas de ríos y canales para evitar que el agua desborde en áreas urbanizadas.
- Beneficios: proporcionan una barrera física directa contra las aguas altas, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas donde no hay espacio para métodos basados en la naturaleza.

Esclusas y compuertas

- Método: instalación de sistemas mecánicos que pueden ser cerrados o abiertos para controlar el nivel del agua en determinadas secciones de un canal o río.
- Beneficios: permiten un control muy preciso del flujo de agua, que puede ser crucial para la navegación así como para la prevención de inundaciones.

Pavimentos impermeables

- Método: utilización de superficies que no permiten la infiltración del agua en áreas urbanas, canalizándola directamente hacia sistemas de drenaje.
- Beneficios: rápida eliminación del agua de lluvia de las superficies, aunque puede aumentar el volumen y la velocidad del agua que ingresa a los sistemas fluviales, necesitando gestionarse adecuadamente.

Embalses de retención

- Método: construcción de grandes depósitos para almacenar temporalmente el exceso de agua durante las crecidas y liberarla lentamente.
- Beneficios: reducen la carga inmediata sobre los sistemas fluviales durante periodos de lluvia intensa y proporcionan una reserva de agua para uso en tiempos de sequía.

Los cuales se pueden complementar con otras técnicas:

Dragado

- Método: la remoción de sedimentos y otros materiales del fondo de ríos, canales, y otras vías navegables para aumentar su profundidad y capacidad de flujo de agua.
- Beneficios: puede prevenir inundaciones al aumentar la capacidad del canal o río para transportar agua, especialmente en áreas propensas a la acumulación de sedimentos que reducen el cauce.

Barreras Inflables

- Método: uso de barreras que se inflan con agua o aire para bloquear el paso del agua en ciertas áreas durante una inundación.
- Beneficios: estas barreras son flexibles y pueden ser desplegadas rápidamente en respuesta a una amenaza de inundación, ofreciendo una solución temporal que puede ser muy efectiva para proteger áreas específicas.

Revestimiento de canales

- Método: reforzamiento de las paredes de ríos y canales con materiales como hormigón, piedras o bloques para prevenir la erosión y mantener la forma del canal.
- Beneficios: protegen contra la erosión del suelo en las orillas y ayudan a mantener la integridad y capacidad del canal, asegurando que el agua fluya donde debe y reduciendo el riesgo de desbordamientos.

Almacenamiento subterráneo de aguas pluviales

- Método: captura y almacenamiento de agua de lluvia en estructuras subterráneas que luego pueden liberar el agua lentamente de vuelta al sistema fluvial o ser utilizada para recarga de acuíferos.
- Beneficios: reduce el volumen de escurrimiento superficial durante períodos de lluvia intensa y disminuye la presión sobre los sistemas de drenaje y canales, mitigando el impacto de las inundaciones.

Sistemas de alerta temprana

- Método: implementación de tecnologías de monitoreo y comunicación para proporcionar alertas tempranas sobre potenciales inundaciones basadas en predicciones meteorológicas y cambios en los niveles de agua.

- Beneficios: permiten a las comunidades y a los gestores de emergencias tomar medidas preventivas antes de que ocurran las inundaciones, reduciendo potencialmente el daño y mejorando la seguridad pública.

Relación entre técnicas de infraestructura dura, el ecosistema fluvial, y la dinámica del fitoplancton marino

En una ciudad en la que el río desemboca en la ría, prácticamente en el punto donde el río se encuentra con la ría, estas técnicas pueden influir significativamente tanto en el ambiente fluvial como en el marino, especialmente en el transporte de nutrientes y sedimentos, que son vitales tanto para la salud del ecosistema fluvial como para la productividad del fitoplancton marino, que es fundamental para la biodiversidad y la economía local.

Diques y presas

- Ecosistema fluvial: pueden alterar el flujo natural del río, afectando la migración de especies y sedimentación.
- Fitoplancton marino: al retener nutrientes que de otra manera fluirían hacia la ría, pueden disminuir la disponibilidad de nutrientes esenciales para el fitoplancton en la zona de estuario.

Canales de derivación

- Ecosistema fluvial: cambian la hidrodinámica del río, potencialmente disminuyendo la carga de sedimentos y nutrientes hacia la ría.
- Fitoplancton marino: reducción de nutrientes a la zona estuarina puede limitar el crecimiento del fitoplancton, afectando la base de la cadena alimentaria marina.

Muros de contención

- Ecosistema fluvial: estabilizan las orillas pero pueden impedir el intercambio natural entre el río y su llanura de inundación.
- Fitoplancton marino: tienen poco impacto directo en el fitoplancton, pero la reducción de áreas inundables puede afectar la cantidad de nutrientes que llegan a la ría.

Esclusas y compuertas

- Ecosistema fluvial: permiten un control más detallado del flujo de agua y sedimentos.
- Fitoplancton marino: la regulación del flujo puede usarse para mantener niveles de nutrientes adecuados para la salud del estuario y el crecimiento del fitoplancton.

Dragado

- Ecosistema fluvial: remueve sedimentos, afectando hábitats de especies acuáticas y patrones de sedimentación.

- Fitoplancton marino: puede aumentar la turbidez del agua, afectando la luz disponible para el fitoplancton, aunque también puede incrementar la disponibilidad de nutrientes al remover sedimentos.

El dragado de un río, que implica remover sedimentos del fondo para aumentar su sección transversal, reduce la velocidad del flujo de agua para un caudal dado. Este cambio en la hidrodinámica del río tiene varios efectos significativos tanto en el ecosistema como en la gestión del agua:

- Reducción de la erosión

Efecto: al disminuir la velocidad del agua, la capacidad del río para arrastrar y transportar sedimentos a lo largo de su curso se reduce. Esto puede llevar a una menor erosión de las orillas y del lecho del río.

Consecuencia: menos erosión puede ayudar a estabilizar las orillas del río y proteger las infraestructuras cercanas, además de mantener la estructura y la forma natural del río.

- Mejora de la calidad del hábitat acuático

Efecto: con velocidades de flujo más bajas, los hábitats para peces y otras formas de vida acuática pueden mejorar, ya que hay menos turbulencia y más estabilidad en los lechos de los ríos, lo cual es crucial para especies que depositan huevos o requieren substratos específicos para su alimentación y refugio.

Consecuencia: esto puede contribuir a una mayor biodiversidad dentro del río y mejorar las poblaciones de especies acuáticas.

- Sedimentación aumentada

Efecto: al reducir la velocidad del agua, los sedimentos en suspensión tienen más tiempo de asentarse y depositarse en el fondo del río.

Consecuencia: esto puede llevar a una acumulación de sedimentos en ciertas áreas, lo que podría necesitar dragados futuros para mantener la navegabilidad y la capacidad del río para manejar caudales de inundación.

- Impacto en los nutrientes

Efecto: la menor velocidad de flujo puede alterar la distribución y la disponibilidad de nutrientes en el agua, lo que afecta a la productividad primaria, incluyendo la de algas y plantas acuáticas.

Consecuencia: esto podría tener efectos tanto positivos como negativos en la cadena alimentaria y en la productividad general del ecosistema fluvial, dependiendo de cómo se modifiquen los niveles de nutrientes.

- Gestión de inundaciones

Efecto: una sección transversal más amplia del río con una menor velocidad de flujo puede manejar más efectivamente los caudales de agua durante periodos de lluvia intensa, reduciendo el riesgo de inundaciones.

Consecuencia: esto es particularmente importante en áreas urbanas donde el desbordamiento del río puede causar daños significativos a la propiedad y a la infraestructura.

- Cambios en la conectividad del río

Efecto: cambios en la profundidad y anchura del río pueden alterar la conectividad entre diferentes tramos del río y con sus llanuras de inundación.

Consecuencia: esto puede afectar los patrones de migración de los peces y otros organismos acuáticos, así como la dinámica de inundación natural que sustenta ecosistemas ribereños y humedales asociados.

Barreras inflables

- Ecosistema fluvial: impacto mínimo en la ecología del río, ya que su uso es temporal y localizado.
- Fitoplancton marino: no tienen un impacto significativo a largo plazo en el fitoplancton debido a su naturaleza temporal.

Revestimiento de canales

- Ecosistema fluvial: aseguran las orillas pero impiden la natural interacción entre agua y llanura de inundación.
- Fitoplancton marino: poco efecto directo, pero la estabilización de sedimentos puede reducir los nutrientes fluviales hacia las zonas estuarinas.

Almacenamiento subterráneo de aguas pluviales

- Ecosistema fluvial:

Reducción de escurrimiento directo: al capturar y almacenar el agua de lluvia, se reduce significativamente la cantidad de agua que entra directamente en los ríos y canales durante y después de las lluvias. Esto es crucial porque el escurrimiento rápido y masivo puede llevar a inundaciones repentinas.

Prevención de inundaciones: la liberación controlada del agua almacenada asegura que los ríos reciban un flujo más uniforme y gestionable, reduciendo la probabilidad de que el río se desborde y cause inundaciones en áreas cercanas.

Mejora de la calidad del agua: los sistemas de almacenamiento pueden incorporar filtros o procesos de tratamiento que mejoran la calidad del agua antes de que sea liberada nuevamente al ambiente, reduciendo la contaminación y mejorando la salud general del ecosistema fluvial.

Conservación del hábitat: al estabilizar los flujos de agua y evitar fluctuaciones extremas en los niveles de agua, se ayuda a conservar los hábitats acuáticos para la fauna y la flora que dependen de un entorno fluvial estable.

- Fitoplancton marino: al reducir el escurrimiento superficial, también puede disminuir la cantidad de nutrientes que llegan al estuario, afectando el fitoplancton.

Sistemas de alerta temprana

- Ecosistema fluvial: no alteran directamente el ecosistema, pero permiten una gestión más eficaz de los recursos hídricos.
- Fitoplancton marino: indirectamente beneficiosos al permitir la planificación de liberaciones de agua que pueden optimizar los niveles de nutrientes en momentos críticos para el fitoplancton.

1.3. b. NBS de gestión y control de inundaciones para sistemas fluviales y canales

1.3. b1.Amortiguación del agua

DESCONEXIÓN DE SUPERFICIES IMPERMEABLES

Método. Modificar zonas urbanas para aumentar la permeabilidad de las superficies, instalando pavimentos permeables y creando jardines de lluvia.

Beneficios. Reduce el escurrimiento superficial y aumenta la infiltración de agua en el suelo, disminuyendo la carga sobre los sistemas fluviales durante las lluvias intensas.

Componentes y materiales

- Pavimentos permeables
  - Materiales: hormigón poroso, asfalto poroso, adoquines con espacios intersticiales llenos de grava fina.
  - Función: permiten la filtración de agua de lluvia directamente a través del pavimento hacia el suelo.
  - Aplicaciones: estacionamientos, aceras, patios y calles residenciales con baja velocidad de tráfico.
- Jardines de lluvia y bio-retenciones
  - Materiales: capas de suelo y vegetación que absorben y filtran aguas pluviales, usando plantas nativas resistentes.
  - Función: capturan y retienen temporalmente el agua de lluvia, permitiendo su infiltración al suelo.
  - Aplicaciones: parques, zonas residenciales, medianas de carreteras y jardines ornamentales.
- Cubiertas verdes
  - Materiales: barrera impermeable, capa de drenaje, sustrato de crecimiento y vegetación.
  - Función: absorben agua de lluvia, proporcionan aislamiento térmico y promueven biodiversidad.
  - Aplicaciones: edificios residenciales y comerciales en áreas urbanas densamente pobladas.
- Zanjas y swales de infiltración:
  - Materiales: canales lineales con vegetación y materiales permeables como grava.
  - Función: filtran el agua, permitiendo su infiltración en el suelo.
  - Aplicaciones: a lo largo de carreteras, parques y zonas industriales.
- Tanques de detención y retención:
  - Materiales: construidos de hormigón, plástico o metal para almacenar temporalmente el agua de lluvia.

- Función: reducen la carga en los sistemas de drenaje y ayudan a controlar inundaciones.
- Aplicaciones: instalaciones subterráneas en áreas urbanas con espacio limitado.

Detalles Constructivos

- Suelo y sub-base adecuados: crucial para una filtración efectiva y evitar la saturación.
- Diseño de gradientes y flujos: asegura que el agua se dirija adecuadamente para evitar encharcamientos.
- Mantenimiento de infraestructura verde: programas regulares para preservar la funcionalidad de la vegetación y los sustratos.

Ventajas

- Reducción de escorrentía: disminuye el volumen y la velocidad del agua superficial.
- Recarga de acuíferos: aumenta la infiltración de agua en el suelo.
- Calidad del agua: mejora al filtrar contaminantes.

Inconvenientes

- Requiere espacio significativo: especialmente en áreas urbanas densas.
- Costos de mantenimiento: necesitan mantenimiento regular.
- Limitaciones en suelos poco permeables: menos efectivos en suelos arcillosos o compactados.

Relación con el Ecosistema

- Mejoran la biodiversidad y proporcionan hábitats para la fauna local.
- Contribuyen a la creación de microclimas más frescos y agradables en zonas urbanas.
- Aplicabilidad:
- Desarrollos urbanos nuevos: integración desde la planificación.
- Rehabilitación de áreas urbanas: mejora de infraestructura existente con soluciones basadas en la naturaleza.

Ejemplos

- Kolding, Dinamarca: implementación exitosa de pavimentos permeables en áreas residenciales.
- Portland, Oregon: uso amplio de jardines de lluvia y bio-retenciones para manejar aguas pluviales urbanas.

Desconexión de Superficies Impermeables vs. SUDS:

La desconexión de superficies impermeables es una técnica específica dentro de los SUDS, enfocada en redirigir el agua de lluvia desde superficies impermeables hacia áreas de infiltración, almacenamiento o uso.

Los SUDS incluyen una amplia gama de prácticas para gestionar aguas pluviales sostenibleme, como estanques de retención, separadores de aceite y agua, y canales de infiltración.

La desconexión de superficies impermeables es un componente clave dentro de los SUDS, pero no todos los SUDS implican la desconexión de superficies impermeables. Ambos comparten objetivos de gestión sostenible del agua, adaptándose a las necesidades del entorno urbano o del paisaje donde se implementan.

ISLAS FLOTANTES BIOHAVEN

Descripción. Estructuras flotantes que crean hábitats, purifican aguas y aumentan la biodiversidad acuática en cuerpos de agua como estanques, lagos y ríos. Son islas construidas con materiales reciclados, plantadas con especies nativas que absorben nutrientes y metales pesados, imitando funciones de islas naturales.

Objetivos

- Mejora estética: embellecen estanques en parques urbanos.
- Creación de hábitat: proveen hábitat flotante para flora y fauna acuática.
- Purificación del agua: absorben nutrientes excesivos, reduciendo eutrofización.
- Educación ambiental: informan sobre ecología de humedales y conservación del agua.

Materiales

- Estructuras flotantes de materiales reciclables o biodegradables.
- Diseño modular: ensamblables en diversos tamaños y formas según necesidades.
- Plantación: plantadas con especies nativas que filtran el agua.
- Anclaje: ancladas al fondo para mantener su ubicación.

Ventajas

- Mejora de la calidad del agua: reducen nutrientes y controlan algas.
- Hábitat para la fauna: refugio para aves, insectos y peces.
- Reducción de algas: control del crecimiento de algas nocivas.
- Estéticamente atractivas: mejoran el paisaje acuático.
- Flexibilidad de diseño: adaptables a diferentes entornos acuáticos.

Inconvenientes

- Mantenimiento: requieren inspección y mantenimiento regular.
- Costo inicial: instalación puede ser costosa.
- Limitaciones de aplicabilidad: no adecuadas para cuerpos de agua con fuertes corrientes.

Relación con el ecosistema

- Integración ecológica: se integran bien en ecosistemas acuáticos, proporcionando beneficios sin perturbar el medio ambiente.
- Biodiversidad: aumentan la biodiversidad local.

Aplicabilidad

- Control de eutrofización: eficaces en estanques y lagos urbanos.
- Restauración de hábitats: rehabilitan áreas acuáticas degradadas.
- Educación y recreación: usadas en parques y reservas naturales.

Ejemplos

- Lago Tempe Town, Arizona, y Parque Lincoln, Chicago EE.UU.
- Parque del Agua Luis Buñuel, Zaragoza, España
- Estanque de retención en Rotterdam, Países Bajos
- Proyectos de recuperación en Europa: Lago Delftse Hout (Países Bajos), Parque de la ciudad en Cluj-Napoca (Rumanía), Lago Serpentine en Hyde Park (Reino Unido), Lago Enghien en Enghien-les-Bains (Francia), Estanque Városliget en Budapest (Hungría).

1.3. b2. Banco blando

TERRAPLENES Y DIQUES DE VEGETACIÓN

Método. Barreras físicas con vegetación nativa

Beneficios. Reducen la velocidad del agua, mejoran la calidad del agua y disminuyen el riesgo de inundaciones.

Componentes y materiales

- Suelos y rellenos terrestres: seleccionados por su estabilidad y capacidad de soporte para vegetación. Suelos con arcilla, arena y materia orgánica son preferidos.
- Rocas y gravas: refuerzan la base y los flancos de los diques, proporcionando peso y protección contra la erosión.
- Vegetación: crucial para la integridad y funcionalidad. Se usan hierbas, gramíneas, arbustos y árboles para estabilizar el suelo y mejorar la biodiversidad.
- Materiales geotécnicos
  - Geomembranas: barreras impermeables para minimizar la filtración de agua.
  - Geotextiles: separan capas de suelo y previenen la mezcla de materiales, además de proporcionar refuerzo contra la erosión.
- Estructuras de soporte. Mallas de alambre y muros de contención: protegen áreas vulnerables durante el establecimiento vegetativo.
- Sistemas de drenaje. Zanjas y canales: dirigen el flujo de agua de manera eficiente para evitar la sobrecarga de los diques.

Detalles constructivos

- Preparación del sitio: evaluación del suelo, limpieza y nivelación.
- Diseño y configuración del dique: dimensionamiento adecuado y diseño que imite patrones naturales.
- Construcción de la base y estructura principal: compactación del suelo, incorporación de materiales geotécnicos y construcción en capas.
- Plantación y vegetación: selección de especies nativas y técnicas de plantación adecuadas.
- Sistemas de drenaje: canales periféricos y pozos de drenaje para manejar el flujo de agua.
- Protección y refuerzo: rocas y mallas biodegradables para proteger áreas vulnerables.
- Mantenimiento y monitoreo post-construcción: inspecciones regulares y manejo de vegetación.

Ventajas

- Sostenibilidad ambiental: uso de materiales naturales y mejora de la biodiversidad.
- Costo-efectividad: más baratos de construir y mantener que los diques convencionales.
- Resiliencia ecológica: proporcionan hábitats y filtran contaminantes.

Inconvenientes

- Menor resistencia: menos resistentes a eventos extremos de inundación.
- Mantenimiento: requieren gestión continua para asegurar la salud de la vegetación.
- Espacio requerido: necesitan más espacio que los diques convencionales.

Relación con el Ecosistema

- Mejora de la biodiversidad: crean hábitats para diversas especies.
- Conectividad ecológica: sirven como corredores que conectan hábitats aislados.
- Control de la erosión: las raíces de las plantas estabilizan el suelo.
- Regulación del ciclo del agua: gestionan el flujo de aguas superficiales y subterráneas.
- Filtración de contaminantes: actúan como filtros naturales para aguas de escorrentía.
- Resiliencia climática: mitigan efectos de eventos extremos como inundaciones y sequías.
- Educación y conciencia ambiental: sirven como sitios de educación ambiental.

Aplicabilidad

- Control de inundaciones: absorben y desvían el flujo de agua durante lluvias intensas.
- Restauración de riberas y zonas húmedas: estabilizan el suelo y restauran hábitats.
- Mejora de la calidad del agua: filtran naturalmente contaminantes.
- Conservación de la biodiversidad: proporcionan hábitats diversificados.
- Reducción de la erosión costera: protegen líneas costeras de la erosión.
- Integración en planificación urbana: ofrecen funcionalidades prácticas y estéticas.
- Gestión de aguas pluviales en áreas urbanas: solución compacta y eficiente para gestionar aguas pluviales.
- Aplicaciones en agricultura: controlan la escorrentía y mejoran el uso del agua en granjas.

Ejemplos

Países Bajos: Diques de vegetación

- Proyecto Room for the River: reducción del riesgo de inundaciones mediante la reconstrucción y reconfiguración de diques con vegetación. En el Nederrijn, se ensancharon cauces y se reforzaron diques con plantas, mejorando la absorción de agua durante crecidas.
- Plan Maestro del Delta: fortalecimiento contra inundaciones del mar y restauración de hábitats naturales, utilizando vegetación nativa en zonas húmedas costeras para estabilizar tierras bajas y absorber impactos de tormentas y aumento del nivel del mar.
- Zandmotor: creación de una península de arena cerca de La Haya, donde la vegetación costera estabiliza la arena y protege contra la erosión.
- Green Blue Grids in Urban Areas, Ámsterdam y Rotterdam, se utilizan en la planificación urbana para gestionar aguas pluviales y crear espacios verdes, proporcionando áreas recreativas y hábitats para la fauna.

- Reserva Natural de Biesbosch: para restaurar y mantener el ecosistema de humedales, preservando la biodiversidad y proporcionando refugio a aves y peces.

Alemania: Proyecto de renaturalización del Río Isar en Múnich

Objetivos

- Protección contra inundaciones: manejar grandes volúmenes de agua sin dañar la infraestructura urbana.
- Restauración ecológica: aumentar la biodiversidad y mejorar la calidad del hábitat.
- Recreación y uso público: crear espacios atractivos y accesibles para residentes y visitantes.

Componentes del proyecto

- Ensanchamiento del cauce: ampliación de orillas para permitir un flujo natural y espacios de inundación seguros.
- Remoción de barreras: eliminación de obstáculos y restauración de meandros para un flujo más natural.
- Revegetación: plantación de especies nativas para estabilizar el suelo y proporcionar hábitat.
- Creación de playas y áreas recreativas: desarrollo de zonas de recreo para la interacción ciudadana con el río.

Impactos y resultados

- Mejora de la biodiversidad: aumento significativo de especies en el río y alrededores.
- Reducción del riesgo de inundaciones: gestión más eficaz de aguas altas, reduciendo el riesgo de inundaciones.
- Aumento del uso público: el río se ha convertido en un lugar popular para el esparcimiento, mejorando la calidad de vida.
- Educación y concienciación ambiental: modelo educativo sobre gestión sostenible del agua y conservación del medio ambiente, inspirando a otras ciudades.

RESTAURACIÓN DE RIBERAS

Método. Restaurar las riberas de los ríos a su estado natural mediante la reconfiguración del cauce, reintroducción de vegetación nativa y creación de humedales para aumentar la retención de agua. Eliminar infraestructuras rígidas, muros de contención, mejorando la hidrología natural y la capacidad de los ríos para gestionar flujos de agua de manera más efectiva y sostenible.

Beneficios. Mejor capacidad del río para manejar fluctuaciones del nivel del agua, reduce la erosión y mejora la absorción de agua durante eventos de inundación.

Componentes y materiales

- Vegetación: uso de plantas nativas para estabilizar suelos y mejorar la filtración de agua.
- Rocas y estructuras de madera: construcción de barreras naturales como gaviones y barreras de madera para reducir la velocidad del agua.
- Suelos y sedimentos: optimización de la composición del suelo para mejorar la absorción de agua y el crecimiento de la vegetación.
- Detalles constructivos: varían según el contexto, pero generalmente incluyen la instalación de barreras físicas, reconfiguración del lecho del río y plantación estratégica de vegetación para maximizar la estabilidad y eficacia hidrológica.

Ventajas

- Sostenibilidad: fortalecimiento de los ecosistemas naturales.
- Menor necesidad de mantenimiento que infraestructuras convencionales.
- Mejora de la biodiversidad: apoyo a la flora y fauna locales.

Inconvenientes

- Los sistemas naturales pueden tardar años en desarrollarse completamente.
- Limitaciones de diseño: no siempre aplicables en entornos urbanos densamente poblados.
- Incertidumbre climática: Cambios climáticos pueden alterar la eficacia de estas soluciones.

Relación con el ecosistema. La restauración de riberas mejora la salud ecológica de los ríos y sus zonas aledañas, promoviendo un entorno más equilibrado que soporta mayor diversidad de vida silvestre y ofrece servicios ecosistémicos mejorados, como la purificación de agua y regulación del clima.

Aplicabilidad

- Efectiva en áreas degradadas por actividades humanas o con altos riesgos de inundación. Requiere estudios de factibilidad y colaboración con expertos en ecología,

hidrología y paisajismo.

Ejemplos

- Proyecto de restauración del río Kissimmee, Florida, EE.UU.: Restauración de la hidrología natural del río y su llanura de inundación.
- Renaturalización del río Isar, Múnich, Alemania: Proyecto que ha reintegrado el río al entorno urbano, permitiendo una gestión natural de inundaciones y mejorando la calidad recreativa y ecológica del área.

CONTROL DE EROSIÓN CON MANTAS ORGÁNICAS

Descripción. Uso de mantas compuestas de materiales orgánicos como coco, yute o paja, que se colocan sobre áreas erosionadas para proteger el suelo mientras la vegetación se establece. Eficaz en áreas propensas a la erosión por condiciones climáticas adversas o perturbaciones humanas.

Ejemplos: mantas de coco en taludes, bordes de carreteras y áreas recién sembradas.

Componentes y materiales

- Material: fibras naturales como coco, yute o paja, disponibles en grandes rollos.
- Instalación: se colocan sobre el suelo y se aseguran con estacas biodegradables o grapas de metal. Los bordes se solapan para evitar brechas.
- Cobertura: combinadas con hidrosiembra, que rocía una mezcla de semillas, mulch, fertilizantes y pegamento sobre las mantas.

Ventajas

- Proporcionan una barrera instantánea contra la erosión.
- Biodegradables: se descomponen naturalmente, mejorando la estructura y fertilidad del suelo sin dejar residuos dañinos.
- Versatilidad: utilizables en diversos entornos, incluidos taludes, bordes de carreteras y áreas de construcción.

Inconvenientes

- Durabilidad limitada: pueden degradarse rápidamente y necesitar reemplazo en condiciones climáticas severas o donde la vegetación tarda en establecerse.
- El costo inicial y de instalación puede ser significativo, especialmente en grandes áreas.
- Eficacia depende de que la vegetación se establezca correctamente.

Relación con el Ecosistema

- Conservación del suelo: previenen la pérdida de suelo fértil y reducen la sedimentación en cursos de agua.
- Fomento de la biodiversidad: mejoran las condiciones para el crecimiento vegetativo, aumentando la biodiversidad local.
- Impacto ambiental reducido: al ser naturales y biodegradables, tienen un menor impacto ambiental comparado con soluciones sintéticas.

Aplicabilidad

- Restauración de áreas perturbadas: efectivas en la restauración de áreas perturbadas por la construcción o desastres naturales.
- Proyectos de infraestructura: utilizadas en orillas de carreteras, ferrocarriles y construcciones para controlar la erosión temporalmente.

- Estabilización de taludes: ideales para estabilizar taludes en áreas propensas a deslizamientos de tierra o erosión.

Ejemplos

- Restauración de áreas quemadas en California, EE.UU.: uso de mantas de paja para prevenir la erosión en áreas afectadas por incendios forestales.
- Proyectos de reforestación en Nepal: implementación de mantas de yute en áreas montañosas para estabilizar los suelos mientras los nuevos árboles se establecen.

TERRAZAS VEGETATIVAS

Descripción. Creación de terrazas a lo largo de pendientes para reducir la velocidad del agua de escorrentía, permitir la infiltración de agua en el suelo y establecer vegetación que ancle el suelo.

Ejemplos. Terrazas reforzadas con pasto o arbustos, utilizadas en agricultura y rehabilitación de minas.

Detalles constructivos

- Preparación del terreno: nivelar y preparar adecuadamente el terreno para asegurar la estabilidad.
- Construcción de terrazas: construcción de muros de contención o bordes utilizando piedra, madera o materiales biodegradables, siguiendo el contorno natural del terreno.
- Selección de vegetación: plantas adecuadas para el clima y el suelo local, capaces de establecer un sistema radicular fuerte rápidamente.
- Sistema de drenaje: incorporar un sistema de drenaje eficaz que maneje el exceso de agua y prevenga la saturación y deslizamientos.

Ventajas

- Control de erosión: reducción significativa de la erosión del suelo en pendientes mediante la reducción del escurrimiento superficial y el fortalecimiento del suelo con raíces de plantas.
- Mejora de la calidad del agua: filtran y desaceleran el flujo de agua, permitiendo que los sedimentos y contaminantes se depositen antes de llegar a cursos de agua más grandes.
- Uso eficiente del espacio: permiten el uso agrícola o recreativo de terrenos inclinados que de otro modo serían inutilizables.

Inconvenientes

- Costo y trabajo inicial: la construcción de terrazas puede ser laboriosa y costosa inicialmente, especialmente en terrenos difíciles.
- Mantenimiento: requieren mantenimiento regular para asegurar la integridad de las terrazas y la salud de la vegetación.
- Limitaciones de uso: no son adecuadas para todas las especies de plantas, y algunas áreas pueden ser demasiado empinadas para terrazear eficazmente.

Relación con el Ecosistema

- Hábitat para la vida silvestre: proporcionan un hábitat diverso y enriquecido para diversas especies de animales y plantas.

- Conservación del suelo: previenen la erosión y mejoran la estructura del suelo, contribuyendo a la conservación a largo plazo de los recursos terrestres.
- Biodiversidad: promueven la biodiversidad al permitir distintos tipos de plantas en diferentes terrazas, imitando la estratificación natural de un ecosistema.

Aplicabilidad

- Agricultura en pendientes: ideal para regiones montañosas donde la agricultura sería difícil sin algún tipo de control de erosión.
- Zonas urbanas: utilizadas para crear jardines en terrazas que también ayudan con la gestión de aguas pluviales.
- Restauración de áreas degradadas: efectivas para rehabilitar áreas despojadas de vegetación natural y que sufren de erosión severa.

Ejemplos

- Terrazas de arroz en Bali, Indonesia: conocidas por su belleza y eficacia en el cultivo de arroz en regiones montañosas.
- Jardines en terrazas urbanas en San Francisco, EE.UU.: utilizados para maximizar el espacio verde en áreas con limitaciones de espacio debido a la topografía.

Diferencias entre terrazas vegetativas y estructuras de contención biológica

Objetivo

- Terrazas vegetativas: modificación de la topografía para agricultura y gestión del agua.
- Estructuras de contención biológica: estabilización del suelo y protección contra la erosión en una variedad de entornos.

Estructura

- Terrazas vegetativas: alteración física del terreno para formar terrazas planas o inclinadas, reforzadas con vegetación.
- Estructuras de contención biológica: gaviones vegetados, bio-rollos, o muros vivos, diseñados para integrarse con el entorno.

1.3. b3.Uso de bioingeniería

RE-MEANDRIZACIÓN DE RÍOS

Método. Devolver los ríos a sus cursos naturales meandrantes, alterados por canalizaciones. Es esencial para restaurar la hidrodinámica natural, mejorar la biodiversidad y reducir el riesgo de inundaciones.

Beneficios. Los cursos de agua meandrantes tienen mayor longitud y más área para dispersar y ralentizar el flujo de agua, reduciendo el riesgo de inundaciones aguas abajo.

Objetivos de la Re-meandrización

- Restaurar la morfología natural: devolver al río su forma serpenteante para restaurar procesos naturales de sedimentación y erosión.
- Mejorar la calidad del agua: los meandros ralentizan el flujo, permitiendo mejor depuración natural y reduciendo la erosión de las orillas.
- Incrementar la biodiversidad creando una variedad de hábitats acuáticos y ribereños.

Componentes y materiales

- Suelos y sedimentos: modelan el nuevo lecho del río y los meandros.
- Rocas y grava: estabilizan las orillas y el lecho del río, previniendo la erosión.

Detalles constructivos

- Estudios iniciales: evaluación hidrológica, geológica y biológica.
- Diseño del proyecto: ingeniería/ ecológicas diseñando meandros estables y funcionales.
- Movimiento de tierra para formar meandros, utilizando bioingeniería para estabilizar orillas con vegetación nativa.
- Monitoreo y ajustes: seguimiento post-construcción para asegurar la adaptación.

Técnicas aplicadas

- Bioingeniería: materiales naturales como madera y vegetación para estabilizar orillas.
- Redirección del cauce: uso de presas de sedimentos o barreras para dirigir el flujo hacia los meandros.
- Recuperación de zonas inundables: restauración de áreas adyacentes para absorber excesos de flujo durante crecidas.

Ventajas

- Reducción del riesgo de inundaciones: los meandros disipan la energía del río durante crecidas.
- Beneficios recreativos: mejoran el entorno para actividades recreativas.

- Restauración de procesos naturales: mejora la hidrodinámica y recarga acuíferos.
- Incremento de la biodiversidad: crean hábitats diversificados y corredores biológicos.

Inconvenientes

- Requiere una inversión considerable en planificación y ejecución.
- Implicaciones sociales: puede afectar propiedades y usos del suelo circundante.
- Impacto ecológico durante la construcción: daños temporales a flora y fauna locales.
- Sin estudios adecuados, puede aumentar el riesgo de inundaciones en nuevas áreas.
- Mantenimiento continuo: necesita monitoreo y gestión continua.
- Respuesta de la fauna: la fauna puede no adaptarse de inmediato al nuevo ambiente.

Relación con el ecosistema

- Restauración de la hidrología natural: mantiene el equilibrio ecológico del río, distribuyendo nutrientes y sedimentos.
- Mejora de la calidad del agua: zonas de aguas lentas permiten la sedimentación de partículas y contaminantes, aumentando la oxigenación del agua.
- Incremento de la biodiversidad con variedad de hábitats acuáticos y ribereños.
- Resiliencia a eventos climáticos como amortiguadores, distribuyendo energía durante crecidas.
- Facilita la interacción con la llanura aluvial, recargando acuíferos y beneficiando la vegetación.
- Restauración de corredores ecológicos.

Aplicabilidad

- Áreas urbanizadas o agrícolas: relevante en áreas donde la urbanización o la agricultura han modificado significativamente el curso del río.
- Recuperación de ecosistemas degradados: estructura y función ecológica original.
- Control de inundaciones: Ayuda a reducir la velocidad del agua, disminuyendo el riesgo de inundaciones.
- Mejora de la calidad del agua: favorece la filtración natural y sedimentación de contaminantes.
- Restauración de la conectividad del paisaje.
- Mitigación cambio climático: secuestro de carbono y resiliencia a eventos extremos.
- Desarrollo sostenible y recreación: actividades recreativas y educación ambiental.
- Legislación y políticas ambientales: cumple con regulaciones ambientales y mejora la gestión de recursos hídricos.

Ejemplos éxito

- Río Kissimmee, Florida, EE.UU.: restauración de 60 km a su estado original, con notable recuperación de hábitats y biodiversidad.
- Río Cheonggyecheon, Seúl, Corea del Sur: restauración urbana que mejoró la calidad ambiental, biodiversidad y recreación.

Ejemplos fracaso

- Río Platte, Nebraska, EE.UU.: falta de suficiente flujo de agua impidió que el río mantuviera su nuevo curso meandroso.
- Río Júcar, España: problemas con la erosión y falta de participación comunitaria dificultaron el éxito del proyecto.

Los proyectos con éxito destacan la importancia de una planificación cuidadosa, gestión adaptativa y compromiso comunitario, mientras que los fracasos a menudo resultan de deficiencias en planificación, recursos o gestión del agua. En VGA zona urbana es impracticable, en zonas periurbanas los meandros conservan su estado natural con carácter general, y las variaciones existentes no compensan la actuación.

CREACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUMEDALES

Método. Reconstruir o crear humedales en zonas inundables de ríos y canales.

Beneficios

- Absorción de agua: actúan como esponjas, absorbiendo y almacenando grandes cantidades de agua durante las inundaciones y liberándola lentamente.
- Reducción de la velocidad del agua y el volumen de las aguas de crecida.

Componentes y materiales

- Vegetación acuática: carrizos, juncos, espadañas y otras especies nativas.
  - Funciones: estabilización del suelo, filtración de contaminantes y creación de hábitats.
- Sustratos: grava, arena y tierra arcillosa.
  - Funciones: drenaje, filtración de partículas y creación de barreras impermeables.
- Sistemas de canales y diques: controlan el flujo de agua y niveles durante las inundaciones.
  - Funciones: drenaje, control de niveles de agua y dirección del flujo.
- Geotextiles: separan, filtran, protegen y drenan.
  - Funciones: evitar lavado de sustratos finos y reforzar diques.
- Sistemas de bombeo: mueven agua hacia o desde el humedal según sea necesario.
  - Funciones: control y distribución del agua.

Detalles constructivos

- Excavación: modelado del terreno para adaptarse al paisaje y necesidades hídricas.
- Diseño topográfico: estudio del flujo natural del agua para determinar áreas de agua poco profunda y canales.
- Microtopografía: variaciones en el terreno para crear zonas húmedas y secas.
- Sistemas de drenaje: mantener niveles óptimos de agua y controlar el hidroperiodo.

Ventajas

- Reducción de riesgos de inundación: absorben y desvían el exceso de aguas pluviales.
- Mejora de la calidad del agua: filtran contaminantes naturalmente.
- Biodiversidad: apoyan una amplia gama de flora y fauna.

Inconvenientes

- Mantenimiento: requiere gestión continua y puede ser costoso.
- Espacio requerido: ocupan áreas extensas, un desafío en regiones densamente pobladas.

- Tiempo para maduración: los beneficios completos pueden tardar años en manifestarse.

Relación con el ecosistema

- Hábitat: proporcionan hábitats críticos para muchas especies.
- Ciclos biogeoquímicos: participan en el ciclo del carbono, nitrógeno y fósforo.
- Interacción con especies invasoras: pueden ser vulnerables a invasiones de especies no nativas.

Aplicabilidad

- Áreas urbanas y rurales: gestión de aguas pluviales y reducción de inundaciones.
- Zonas restauradas y nuevas: rehabilitación de humedales degradados o creación de nuevos en áreas propensas a inundaciones.
- Planificación urbana: integración en planes de desarrollo urbano para gestionar escorrentía y reducir inundaciones.

Ejemplos

- Parque Natural de la Albufera, España: restauración de humedales para mejorar la calidad del agua y controlar inundaciones.
- Humedales de Isla Cristina, España: integración en el planeamiento urbano.
- Proyecto de Humedales de Tijuana, México: uso de humedales para tratar aguas residuales y mitigar inundaciones.
- Restauración de los Everglades, EE.UU.: gran esfuerzo de restauración para recuperar el ecosistema original y mejorar la gestión del agua.
- Humedales de East Kolkata, India: utilización de humedales naturales para tratar aguas residuales y controlar inundaciones durante el monzón.

Consideraciones por interacción humana y conservación

- Presión urbana y agrícola: regiones con presiones de urbanización y agricultura.
- Conservación de especies endémicas..

Vegetación recomendable en las Rías Baixas:

- Carrizos (Phragmites australis)

Características: plantas altas y perennes que crecen en orillas de ríos y lagunas, formando agrupaciones densas.

Función ecológica: estabilizan márgenes de ríos y humedales, filtran contaminantes del agua. Sus raíces capturan sedimentos y nutrientes.

- Juncos (Juncus spp.)

Características: menores que los carrizos, con tallos cilíndricos y rígidos. Crecen en áreas húmedas y son adaptativos a diferentes niveles de inundación.

Función ecológica: crean hábitats y filtran agua. Facilitan la sedimentación de partículas y la revisión de materia orgánica.

- Espadaña (Typha spp.)

Características: hojas largas y planas, conocidas por sus inflorescencias marrones.

Función ecológica: limpian y filtran el agua, eliminando o reduciendo contaminantes y nutrientes.

Especies adaptadas a la salinidad en las Rías Baixas:

- Salicornia europaea (Marina Esparraguera)

Características: planta suculenta anual que crece en zonas costeras y salinas.

Función ecológica: estabiliza el suelo y filtra la sal del agua, proporcionando hábitat para la fauna local.

- Spartina marítima (Espartina)

Características: gramínea perenne que prospera en zonas intermareales, formando densos pastizales en estuarios salobres.

Función ecológica: estabiliza sedimentos costeros y forma nuevos suelos. Sus raíces fijan el suelo y reducen la erosión, atrapando sedimentos. Sirven como áreas de cría y alimentación para aves y fauna acuática. Mejoran la calidad del agua al capturar contaminantes y nutrientes excesivos.

ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN BIOLÓGICA

Descripción. Utilizan materiales biodegradables y vegetación para estabilizar suelos y proteger áreas erosionadas.

Ejemplos. Rellenos biodegradables, gaviones vivos (rellenos con piedras y vegetación), y fascinas (cilindros de material orgánico plantados con vegetación).

Componentes y materiales

- Materiales biodegradables: madera, bambú, yute, o redes de coco.
- Vegetación: plantas nativas con raíces profundas.
- Elementos estructurales: gaviones y muros de contención vivos rellenos con suelo y semillas.

Detalles constructivos

- Diseño integrado: considera resistencia mecánica y compatibilidad ecológica.
- Instalación: base sólida, construcción con materiales biodegradables y vegetación.
- Mantenimiento: supervisión inicial para asegurar el establecimiento de la vegetación.

Ventajas

- Ecológicas: usan materiales naturales y promueven biodiversidad.
- Estéticas: integración natural al paisaje.
- Reducción de huella de carbono: capturan carbono y promueven vegetación.

Inconvenientes

- Durabilidad limitada: requieren mantenimiento o reemplazo frecuente.
- Dependencia climática: su éxito depende del clima local.
- Costos de mantenimiento: inicialmente altos.

Relación con el Ecosistema

- Fomento de biodiversidad: proveen hábitat para flora y fauna.
- Restauración ecológica: mejoran calidad del suelo y del agua.

Aplicabilidad

- Áreas erosionadas: estabilizan laderas y márgenes de ríos.
- Restauración de hábitats: recuperan áreas degradadas.

Ejemplos

- Río Mississippi, EE.UU.:

Materiales: troncos y raíces, vegetación nativa.

Detalles: entrelazado de troncos, perfiles suaves de riberas, zonas de inundación controlada.

- Minneapolis, / Upper Harbor Terminal, Parque Minnehaha ,Minnesota, EE.UU.:

Objetivos: reducir erosión, mejorar calidad del agua, aumentar biodiversidad.

Componentes: restauración física, sistemas de filtración, monitoreo.

Implementación: planificación estratégica, colaboración, educación comunitaria.

- Costa Rica, Región de Talamanca:

Objetivo: reducir erosión en áreas agrícolas.

Métodos: construcción de terrazas y plantación de vegetación nativa.

Resultados: reducción de pérdida de suelo, mejora de productividad agrícola.

1.4. Infraestructura Ecológica integrada

CORREDORES VERDES Y AZULES

Descripción. Integración de espacios verdes (corredores verdes) y cuerpos de agua (corredores azules) en áreas urbanas y rurales para conectar hábitats, mejorar la biodiversidad y gestionar recursos hídricos.

CORREDORES VERDES

Descripción. Franjas de vegetación (árboles, arbustos, plantas) que conectan áreas naturales, facilitando el movimiento de especies y promoviendo la biodiversidad. Resulta básica la conectividad entre paisajes naturales.

Objetivos

- Conectar hábitats fragmentados.
- Facilitar el movimiento y migración de especies.
- Mejorar la biodiversidad y la calidad del aire.
- Ofrecer espacios recreativos y estéticos para la comunidad.

Aplicaciones

- Parques lineales.
- Vías verdes a lo largo de antiguas vías ferroviarias.
- Conexiones entre parques y reservas naturales.

CORREDORES AZULES

Descripción. Incluyen cuerpos de agua como ríos, arroyos, lagos y zonas húmedas que conectan áreas acuáticas, mejorando la gestión del agua y la biodiversidad acuática. Resulta básica la gestión integrada de cuencas hidrográficas.

Objetivos

- Mejorar la calidad del agua.
- Facilitar el movimiento y migración de especies acuáticas.
- Controlar inundaciones y gestionar el agua de manera sostenible.
- Proveer hábitats acuáticos y espacios recreativos.

Aplicaciones

- Restauración de ríos y arroyos.
- Creación de humedales y estanques.

- Conexiones entre cuerpos de agua urbanos y rurales.

Componentes y materiales

- Vegetación nativa: plantas autóctonas que soportan la biodiversidad local y estabilizan el suelo.
- Cuerpos de agua: ríos, arroyos, estanques y lagos interconectados.
- Infraestructura verde: jardines de lluvia, pavimentos permeables y zonas de infiltración.

Detalles constructivos

- Diseño integral: planificación que conecta áreas verdes y azules para maximizar la conectividad ecológica y los beneficios ambientales.
- Implementación: creación de senderos, plantación de vegetación nativa y restauración de cuerpos de agua.
- Mantenimiento: requiere cuidado continuo de la vegetación y monitoreo del agua.

Ventajas

- Biodiversidad: proporcionan hábitats y conectan poblaciones de flora y fauna.
- Gestión del agua: mejoran la infiltración, reducen la escorrentía y controlan inundaciones.
- Beneficios recreativos y estéticos.

Inconvenientes

- Costo inicial: planificación y construcción pueden ser costosos.
- Mantenimiento: requieren mantenimiento continuo para preservar su funcionalidad.
- Espacio requerido: necesitan áreas significativas, un desafío en zonas urbanas densas.

Relación con el Ecosistema

- Conectividad ecológica: facilitan el movimiento de especies y el intercambio genético.
- Calidad del agua: filtran contaminantes y mejoran la calidad del agua.
- Resiliencia climática: mitigan los efectos de eventos climáticos extremos.

Aplicabilidad

- Áreas urbanas: integración en la planificación urbana para gestionar aguas pluviales y crear espacios recreativos.
- Áreas rurales: conectar fragmentos de hábitat y mejorar la gestión de recursos naturales.
- Restauración ecológica: rehabilitación de paisajes degradados y mejora de la

funcionalidad ecológica.

Ejemplos

- Corredor Azul de la Ciudad de Portland, Oregon, EE.UU.:

Objetivo: gestionar las aguas pluviales y mejorar la conectividad ecológica.

Componentes: jardines de lluvia, pavimentos permeables, restauración de vías fluviales.

Resultados: reducción de inundaciones, mejora de la calidad del agua, incremento de la biodiversidad.

- Greenway del Río Cheonggyecheon, Seúl, Corea del Sur:

Objetivo: restaurar un río urbano y crear un espacio verde accesible.

Desmantelamiento de infraestructura, restauración del río, creación de espacios verdes.

Resultados: aumento de la calidad de vida, mejora del entorno urbano, incremento del turismo.

INFRAESTRUCTURA AZUL-VERDE (BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE)-IAV

Descripción. Es una red interconectada de paisajes naturales y diseñados, que integra cuerpos de agua (azul) y espacios verdes (verde). Proporciona servicios ecosistémicos relacionados con las aguas pluviales, como el control de inundaciones, almacenamiento de agua para riego e industria, y la creación de humedales para la biodiversidad.

Basado en ecosistemas y procesos naturales, la IAV emplea la retención, almacenamiento e infiltración de agua, además de la absorción de contaminantes, para mejorar la biodiversidad, purificar el agua y mejorar la calidad del aire. Al integrar componentes azules y verdes, se subraya la interconexión entre ecosistemas acuáticos y terrestres.

Este enfoque integrador combina elementos de infraestructura verde y azul para gestionar el agua de manera sostenible, mejorar la calidad del medio ambiente y proporcionar beneficios sociales y económicos. El concepto abarca una amplia gama de técnicas y prácticas que integran la gestión del agua y la creación de espacios verdes en entornos urbanos y rurales.

Objetivos

- Gestión de aguas pluviales: reducir el riesgo de inundaciones y controlar la escorrentía de aguas pluviales.
- Mejora de la calidad del agua: filtrar y purificar las aguas pluviales antes de que lleguen a cuerpos de agua más grandes.
- Mitigación cambio climático: captura carbono /reducir efectos de islas de calor urbanas.
- Promoción de la biodiversidad: crear hábitats para diversas especies de flora y fauna.
- Provisión de espacios recreativos que mejoren la calidad de vida de los residentes.
- Beneficios económicos: reducir los costos de infraestructura gris y aumentar el valor de las propiedades.

Técnicas y prácticas

- Jardines de lluvia: espacios verdes que capturan y filtran aguas pluviales, promoviendo la infiltración en el suelo.
- Pavimentos permeables: que permiten la infiltración del agua, reduciendo la escorrentía superficial.
- Cubiertas verdes que mejoran el aislamiento térmico y gestionan el agua de lluvia.
- Zanjas de infiltración (swales): canales vegetados que capturan y dirigen el agua de lluvia, facilitando su infiltración en el suelo.
- Estanques de retención y detención: almacenan el agua de lluvia temporalmente para controlar inundaciones y mejorar la calidad del agua.
- Parques y corredores verdes y azules: espacios que integran elementos verdes y cuerpos de agua para crear corredores ecológicos y gestionar el agua.

Componentes y materiales

- Materiales permeables: pavimentos y suelos que permiten la infiltración del agua.
- Vegetación nativa: plantas adaptadas a las condiciones locales que ayudan a estabilizar el suelo y mejorar la biodiversidad.
- Sistemas de retención para reducir la escorrentía y mejorar la calidad del agua.
- Estructuras de soporte: elementos como gaviones, barreras vegetadas y sistemas de drenaje sostenible que ayudan a controlar el flujo del agua.

Ventajas

- Reducción de escorrentía: disminuye el volumen y la velocidad del agua superficial, reduciendo el riesgo de inundaciones.
- Mejora de la calidad del agua en ríos y lagos: filtra contaminantes y sedimentos.
- Proporciona hábitats para diversas especies, mejorando la biodiversidad local.
- Mitigación de islas de calor creando espacios verdes y cuerpos de agua.
- Reducir los costos asociados con la infraestructura gris y aumentar el valor de las propiedades circundantes.

Inconvenientes

- Costos iniciales: la implementación de IAV puede requerir una inversión significativa.
- Mantenimiento: requiere un mantenimiento regular para asegurar la funcionalidad y salud de la vegetación.
- En áreas urbanas densamente pobladas, puede ser difícil encontrar espacio suficiente para estas soluciones.
- Su efectividad puede variar según las condiciones climáticas y geográficas locales.

Relación con el Ecosistema

- Fomento de la biodiversidad: crea hábitats para una amplia variedad de especies, aumentando la biodiversidad local.
- Conservación del suelo y agua: mejora la calidad del suelo y del agua mediante la reducción de la erosión y la filtración de contaminantes.
- Restauración ecológica: ayuda a restaurar ecosistemas degradados y a mejorar la resiliencia ambiental.

Aplicabilidad

- Desarrollos urbanos nuevos: ideal para integrarse desde la fase de planificación.
- Rehabilitación de áreas urbanas: mejora de la infraestructura existente con soluciones basadas en la naturaleza.
- Zonas rurales: gestión del agua y mejora de la biodiversidad en áreas agrícolas y naturales.

Ejemplos

- Jardines de lluvia en Portland, Oregón: amplio uso de jardines de lluvia para manejar las aguas pluviales urbanas, mejorar la calidad del agua y proporcionar espacios verdes.
- Cubiertas verdes en Stuttgart, Alemania: uso extensivo de techos verdes para mejorar la gestión de aguas pluviales y reducir el efecto de islas de calor.
- Parque Bishan-Ang Mo Kio en Singapur: integración de sistema de gestión de aguas pluviales en parque urbano, creando un espacio recreativo que también mejora la calidad del agua y reduce el riesgo de inundaciones.
- Proyectos de IAV en Copenhague, Dinamarca: implementación de pavimentos permeables, zanjas de infiltración y sistemas de retención de aguas pluviales para gestionar el agua de manera sostenible y mejorar la calidad de vida urbana.

PARQUIPIÉLAGOS

Descripción. Son redes de pequeños parques interconectados en la ciudad, creando accesibilidad y conectividad entre ellos, y ofreciendo puntos de recreo y descanso a lo largo del entorno urbano. Estos espacios promueven la biodiversidad, mejoran la gestión de aguas pluviales, reducen el efecto de isla de calor, y ofrecen áreas de recreación y descanso.

Ejemplo

Madrid Río en Madrid, España: antigua autopista fue transformada en un corredor verde de 10 kms a lo largo del río Manzanares. Conecta parques, jardines y áreas recreativas, mejorando la calidad de vida, actuando como refugio de biodiversidad urbana, y gestionando eficazmente las aguas pluviales. También fomenta la movilidad sostenible con senderos peatonales y ciclovías.

CAPÍTULO II. METABOLISMO URBANO Y TECNOLOGÍAS VERDES Y AZULES. IAB´S

El metabolismo urbano y la incorporación de tecnologías verdes y azules, en especial las Infraestructuras Híbridas Basadas en Soluciones (IAB's), son fundamentales para avanzar hacia ciudades más sostenibles y resilientes. Uno de los objetivos clave es la reducción de la dependencia energética mediante la integración de energías renovables en edificaciones y espacios públicos. Las tecnologías verdes, como paneles solares y sistemas de energía geotérmica, permiten generar energía limpia y eficiente, disminuyendo el uso de combustibles fósiles y las emisiones de carbono. En este contexto, la generación energética se extiende más allá de las infraestructuras convencionales, incorporando soluciones descentralizadas que aprovechan el entorno urbano para producir energía, como techos solares en edificios y parques urbanos con infraestructuras fotovoltaicas. Estas tecnologías permiten no solo una mayor autosuficiencia energética, sino también la creación de espacios públicos más sostenibles, donde la energía renovable se convierte en un recurso central del metabolismo urbano.

2.1. Reducción de la dependencia energética (verde)

TEJADOS/CUBIERTAS FRESCOS

Descripción. Sistemas de cubiertas que utilizan materiales reflectantes y de alta inercia térmica para reducir la absorción de calor. Disminuyen la demanda de climatización en los edificios, contribuyendo a la eficiencia energética y mejorando el confort térmico interior.

Ejemplos. Tejados pintados con revestimientos reflectantes de alta albedo, cubiertas de materiales cerámicos que reflejan la radiación solar.

FACHADAS NATURALES

Descripción. Uso de plantas y vegetación en fachadas para mejorar el aislamiento térmico de los edificios y reducir la temperatura superficial. Las fachadas naturales no solo mejoran el confort térmico, sino que también contribuyen a la biodiversidad urbana y al bienestar de los residentes.

Ejemplos. Jardines verticales, fachadas verdes con sistemas de riego automatizado, muros vegetales.

TEJADOS/CUBIERTAS NATURALES

Descripción. Superficies vegetadas que mejoran el aislamiento térmico y la gestión del agua de lluvia, además de aportar beneficios estéticos y ambientales. Ayudan a mitigar el efecto isla de calor y contribuyen a la sostenibilidad urbana.

Ejemplos. Techos verdes extensivos e intensivos, cubiertas con sistemas de retención y filtración de agua pluvial.

MEJORA DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE FORMA PASIVA

Descripción. Estrategias de diseño y construcción que optimizan el confort térmico interior de los edificios sin recurrir a sistemas mecánicos de climatización. Aprovechan las características naturales de los materiales y el entorno para mantener temperaturas agradables, reduciendo la necesidad de energía para calefacción o refrigeración.

Ejemplos. Orientación óptima de edificios para maximizar la luz solar en invierno y minimizarla en verano, uso de materiales con alta inercia térmica, ventilación cruzada, y sombreamiento natural mediante pérgolas y vegetación.

2.2. Energías renovables en edificación y espacio público (verde)

PAVIMENTOS QUE GENERAN ENERGÍA

Descripción. Superficies que integran tecnologías para la generación de energía renovable, como paneles solares integrados en pavimentos. Permiten que las superficies urbanas, como aceras y calles, contribuyan a la autosuficiencia energética de la ciudad.

Ejemplos. Paneles solares fotovoltaicos integrados en pavimentos, pavimentos piezoeléctricos que generan electricidad a partir de la presión y el movimiento de los peatones.

PAVIMENTOS DE ALTA TECNOLOGÍA

Descripción. Superficies diseñadas para optimizar la absorción y retención de energía térmica o cinética. Se enfocan en mejorar el comportamiento térmico de las ciudades, reduciendo el efecto isla de calor y gestionando eficientemente la energía.

Ejemplos. Pavimentos con materiales de alta inercia térmica que retienen y liberan calor de manera controlada, pavimentos que absorben la energía cinética de vehículos y peatones.

SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Descripción. Instalación de paneles solares en edificios y espacios públicos para la generación de electricidad a partir de la radiación solar. Pueden ser integrados en techos, fachadas y estructuras urbanas, contribuyendo a la autosuficiencia energética.

Ejemplos. Paneles solares en tejados residenciales y comerciales, pérgolas solares en parques y plazas públicas.

SISTEMAS DE ENERGÍA EÓLICA

Descripción. Integración de turbinas eólicas en edificios y espacios públicos para la generación de energía a partir del viento. Se adaptan a entornos urbanos, donde el espacio es limitado, y aprovechan las corrientes de aire en altura.

Ejemplos. Microturbinas eólicas en azoteas de edificios, turbinas eólicas verticales en espacios públicos.

SISTEMAS DE ENERGÍA GEOTÉRMICA

Descripción. Uso de bombas de calor geotérmicas para la climatización de edificios mediante el aprovechamiento de la temperatura del subsuelo. Son altamente eficientes y proporcionan calefacción y refrigeración sostenibles.

Ejemplos. Sistemas de climatización geotérmica en edificios residenciales y comerciales, intercambiadores de calor geotérmicos en parques y plazas.

SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Descripción. Instalación de colectores solares térmicos en edificios para la generación de agua caliente sanitaria y apoyo a sistemas de calefacción. Reduce el consumo de combustibles fósiles y disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero.

Ejemplos. Colectores solares en tejados de viviendas, sistemas solares térmicos en piscinas públicas.

SISTEMAS DE ENERGÍA BIOMASA

Descripción. Uso de biomasa como fuente de energía renovable para la generación de calor en edificaciones. La biomasa, que puede provenir de residuos orgánicos o cultivos energéticos, es una alternativa sostenible a los combustibles fósiles.

Ejemplos. Calderas de biomasa en edificios residenciales, sistemas de calefacción centralizada a biomasa en barrios y comunidades.

ILUMINACIÓN PÚBLICA SOSTENIBLE

Descripción. Implementación de sistemas de iluminación pública que utilizan energía renovable, como la solar o la eólica, y tecnologías de bajo consumo, como las luces LED. Mejoran la eficiencia energética en la gestión urbana.

Ejemplos. Farolas solares en calles y parques, iluminación LED en espacios públicos alimentada por paneles solares.

INFRAESTRUCTURA DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Descripción. Instalación de estaciones de recarga para vehículos eléctricos que aprovechan la energía renovable. Son clave para fomentar la movilidad sostenible en las ciudades.

Ejemplos. Puntos de recarga en parkings públicos y privados, estaciones de recarga rápida alimentadas por energía solar o eólica.

2.3. Generación energética

WASTE-TO-ENERGY (WTE) PLANTS

Descripción: Las plantas de Waste-to-Energy (WtE) son instalaciones que convierten residuos sólidos, como basura doméstica, desechos industriales o biomasa, en energía útil, generalmente en forma de electricidad y/o calor. Este proceso se lleva a cabo principalmente mediante la incineración de los residuos, aunque también se pueden emplear tecnologías como la gasificación, la pirólisis y la digestión anaeróbica.
Las WtE plants ayudan a reducir la cantidad de residuos que va a los vertederos y permiten recuperar energía de materiales que de otro modo se desperdiciarían. Estas plantas están equipadas con sistemas avanzados de control de emisiones para minimizar el impacto ambiental.

Ejemplo. Planta de Incineración de Residuos de Spittelau en Viena, Austria, una de las plantas WtE más grandes del mundo e hito arquitectónico diseñado por Friedensreich Hundertwasser. Genera energía a partir de residuos, 250.000 toneladas de residuos al año, y produce calor y electricidad para la ciudad.

PLANTA DE COGENERACIÓN

Descripción. Conocida como planta de generación combinada de calor y energía (CHP, por sus siglas en inglés), es una instalación que genera simultáneamente electricidad y calor útil a partir de un solo proceso energético, como la combustión de gas natural, biogás, o carbón.
Es más eficiente que la generación de electricidad y calor por separado, al aprovechar el calor que se desperdicia en la generación de electricidad convencional, y reutilizarlo para calefacción urbana, procesos industriales, o para calentar agua en edificios.

Ejemplo. Planta de Cogeneración de Torre Valentina en España. Esta instalación utiliza gas natural para generar electricidad, y el calor residual se emplea para calentar agua que es distribuida a una red de calefacción en la zona. La planta proporciona energía de manera eficiente tanto a viviendas como a instalaciones industriales cercanas.

WASTE-TO-ENERGY (WTE) PLANTS + PLANTA DE COGENERACIÓN

Ejemplo: Amager Bakke / CopenHill
Descripción General. Es fundamentalmente una planta de Waste-to-Energy. Convierte 400.000 toneladas de residuos al año en energía. La incineración de residuos produce calor, que se utiliza para generar vapor. Este vapor impulsa turbinas que generan electricidad, y el calor sobrante se distribuye como calefacción a 150.000 hogares (district heating). Utiliza tecnologías avanzadas de filtración para reducir las emisiones de gases contaminantes, lo que la convierte en una de las plantas más limpias de su tipo en el mundo.

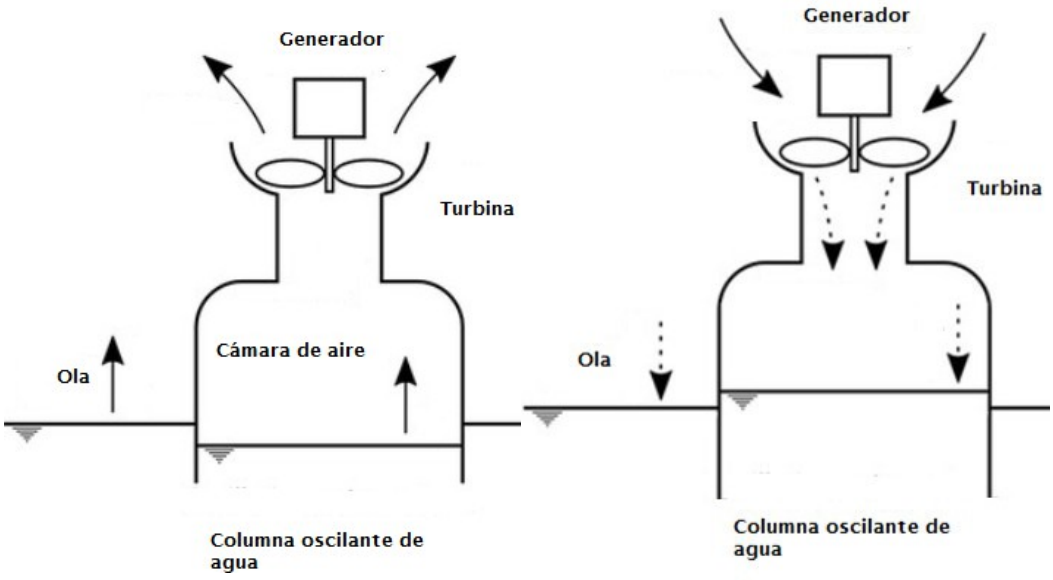
ENERGÍA UNDIMOTRIZ

Columna de agua oscilante (OWC)

La columna de agua oscilante (CAO), u OWC (Oscillating Water Column), es una tecnología diseñada para generar electricidad a partir del movimiento de las olas. Este sistema consta de un módulo anclado al fondo marino, donde el agua sube y baja dentro de una cámara, comprimiendo y descomprimiendo el aire en su interior. Este flujo de aire acciona una turbina que, al girar, produce electricidad.

Las CAO suelen instalarse en áreas con alta energía de olas, como rompeolas y defensas costeras. A medida que las olas ingresan en la cámara, presionan el aire hacia arriba, forzándolo a pasar por las turbinas, que giran en un sentido constante. Cuando la ola se retira, el aire es succionado nuevamente a través de las turbinas, manteniendo el movimiento de rotación. Este sistema garantiza que las turbinas giren en un solo sentido, optimizando la generación de electricidad.

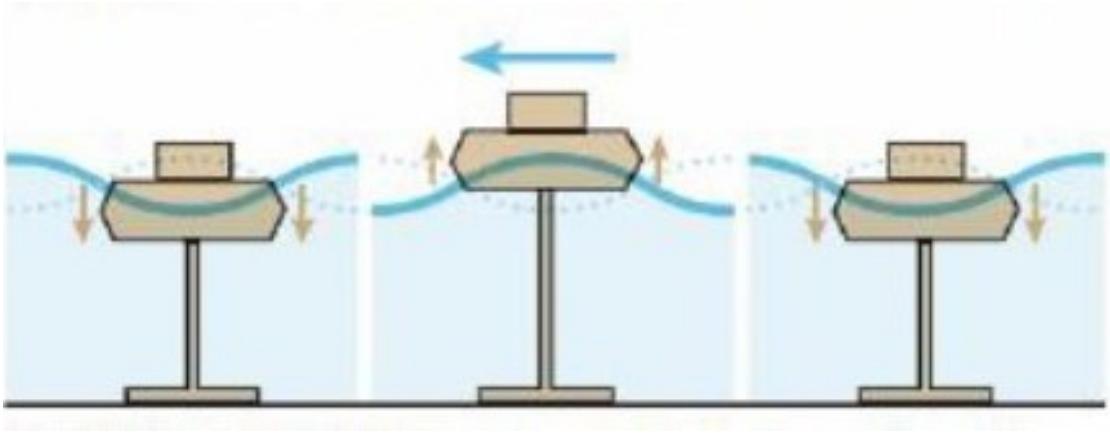
Una CAO típica está equipada con dos turbinas de contra-rotación conectadas a un generador de 250 kilovatios (Kw), alcanzando una producción máxima de 500 Kw. Un aspecto clave de esta tecnología es que el agua de mar nunca entra en contacto con los componentes electro-mecánicos, lo que prolonga su vida útil y reduce el mantenimiento.



El amortiguador de punto, o absorbedor puntual, es una tecnología que captura la energía de las olas mediante la interacción entre un cuerpo en movimiento y una estructura fija. La energía de las olas se convierte en electricidad a través del bombeo de un fluido o mediante un generador rotatorio o lineal.

Este tipo de sistema se caracteriza por ser una estructura flotante de tamaño reducido en comparación con el tamaño de las olas, lo que le permite concentrar la captación de energía en un único punto, independientemente de la dirección en que se mueva la ola. El nombre absorbedor puntual proviene de esta capacidad de absorber energía desde cualquier dirección.

Para maximizar la generación de electricidad, es común utilizar múltiples estructuras de este tipo simultáneamente. Esta configuración permite una mayor eficiencia y potencia en la conversión de la energía de las olas en electricidad, ofreciendo una solución efectiva y compacta para la explotación de la energía marina.

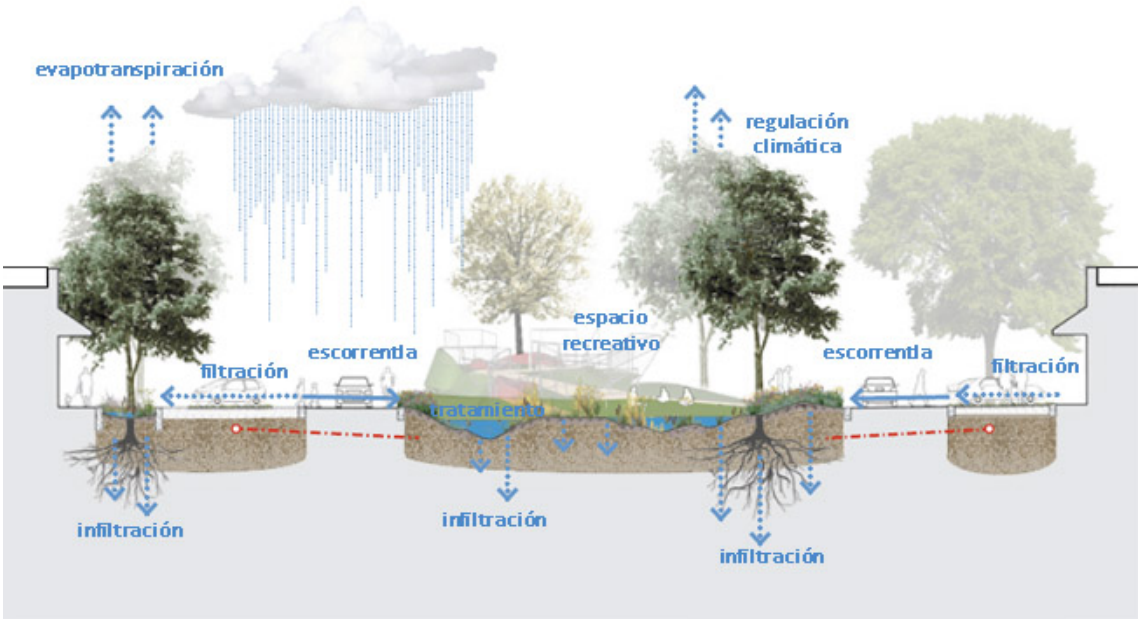


CAPÍTULO III. METABOLISMO URBANO Y TECNOLOGÍAS VERDES Y AZULES. IAB´S. GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS

El metabolismo urbano y la integración de tecnologías verdes y azules, a través de las IAB's, ofrecen un enfoque integral para la gestión sostenible de los recursos urbanos. La gestión del ciclo híbrido, que combina técnicas verdes y azules como los SUDS, permite mitigar el impacto de las lluvias intensas y mejorar la infiltración del agua en el suelo, contribuyendo a la resiliencia climática. Los sistemas de captura y almacenamiento de agua, que combinan soluciones basadas en la naturaleza con infraestructura tradicional, permiten gestionar eficazmente el recurso hídrico en situaciones de escasez o exceso, reduciendo la dependencia de los sistemas de abastecimiento convencionales. Además, los sistemas de filtración innovadores ofrecen una solución verde y azul para la purificación del agua, mejorando su calidad y reduciendo la presión sobre los recursos naturales. Estas técnicas no solo fortalecen la resiliencia ante eventos climáticos extremos, sino que también se integran en soluciones constructivas resilientes, diseñadas para adaptarse y proteger las infraestructuras urbanas frente a las crecientes amenazas del cambio climático.

3.1. Gestión del ciclo híbrido. Técnicas de SUDS. (Azul y verde)

Figura 1. Esquema gestión ciclo hídrico



Fuente Extraído a 20-08-24 de https://www.drenatura.com/tecnologias-de-drenaje-sostenible/

JARDINES DE LLUVIA Y ZONAS BUFFER (Verde y Azul):

Descripción. Áreas vegetadas diseñadas para capturar, filtrar y retener agua de lluvia, permitiendo su infiltración en el suelo y reduciendo la escorrentía superficial. Mejoran la calidad del agua, recargan acuíferos y embellecen el entorno urbano.

Ejemplos. Jardines de lluvia en áreas residenciales, zonas buffer en parques que retienen el agua de tormentas.

Figura 2.Esquema jardín de lluvia

Fuente https://www.drenatura.com/tecnologias-de-drenaje-sostenible/

HUMEDALES CONSTRUIDOS (AZUL):

Descripción. Ecosistemas artificiales que imitan los procesos naturales de los humedales para gestionar el agua de lluvia y las aguas residuales, promoviendo la biodiversidad y mejorando la calidad del agua.

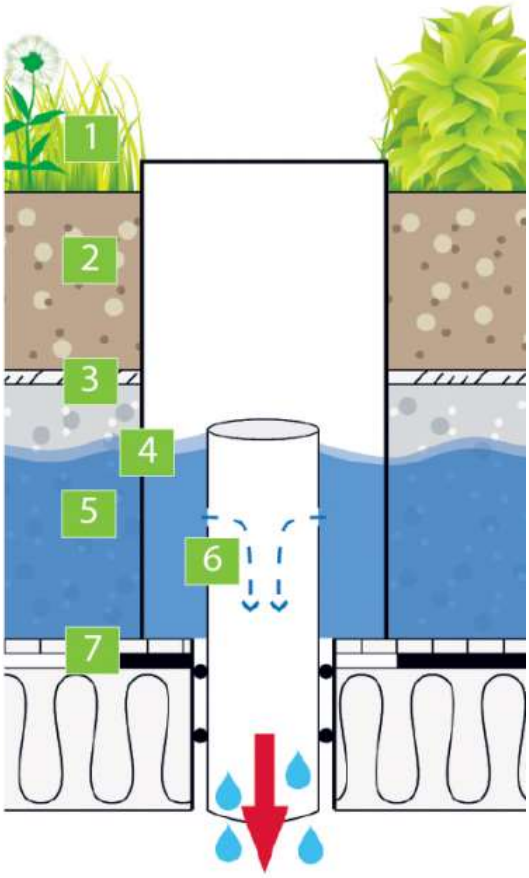
Ejemplos. Humedales construidos en parques urbanos, sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante humedales.

TECHOS VERDES Y AZULES (VERDE Y AZUL):

Descripción. Cubiertas vegetadas que capturan agua de lluvia, mejoran el aislamiento térmico y proporcionan beneficios ambientales como reducción del efecto isla de calor y la mejora de la calidad del aire.

Ejemplos. Techos verdes en edificios residenciales y comerciales, cubiertas vegetadas en centros comunitarios y escuelas.

Figura 3. Techo verde y azul, detalle



Fuente https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-%20roofs/extensive-green-roofs/retention-roof/ -2023-10-04

Techo de retención © Optigroen-

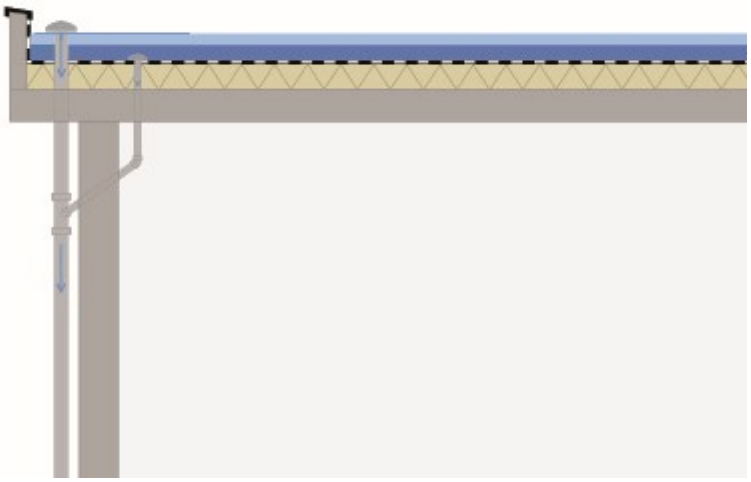
DATOS
Peso:
120-180 kg/m²
Profundidad:
12cm
Pendiente de la cubierta:
0-5° (0-9%)
Forma de vegetación:
hierbas / pastos / sedum
Retención de agua:
≥ 80%
Coeficiente de descarga:
≤ 0,2

1 VEGETACIÓN
2 SUSTRATO
3 ESTERA FILTRANTE
4-5 CAPA DE DRENAJE
6 REGULACIÓN DE CAUDAL
7 ESTERA PROTECTORA

Descripción de la medida. Incorporación de sistemas de cubiertas naturales, las cuales pueden estar total o parcialmente cubiertas por vegetación o agua.

Estos sistemas se dividen en dos categorías principales en función de su contenido: tejados verdes, que albergan vegetación, y tejados azules, que integran sistemas para la captación y gestión del agua pluvial. Estas soluciones pueden complementarse con tecnologías adicionales, como paneles solares, sistemas de producción de algas o estructuras diseñadas para favorecer la nidificación de aves.

Figura 4. Techo azul. Detalle constructivo



DATOS

Dimensionamiento:
Altura media del amortiguador de 60 mm (teniendo en cuenta la pendiente del tejado)
Solicitud:
Techos planos
Ventaja:
Se puede colocar en casi cualquier tejado plano.
Desventaja:
La impermeabilización requiere atención adicional

Techo de agua © atelier GROENBLAUW- https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/water-roofs-2/ -2023-101-04

Dentro del contexto urbano, las ciudades cuentan con un vasto potencial de espacio en las cubiertas de los edificios. En términos de adaptación al cambio climático, el diseño y acondicionamiento de las azoteas de los edificios utilizando enfoques naturales desempeñan un papel crucial.

Estos sistemas mejoran la gestión de las aguas pluviales, y contribuyen a mitigar el fenómeno de isla de calor urbano, proporcionando un efecto de refrigeración natural. Además, tienen la capacidad de regular la temperatura interior de los edificios, conservando el calor en invierno y enfriándolos en verano, lo que se traduce en una disminución del consumo de energía, con un ahorro potencial del 10% en el uso de sistemas de climatización.

Una de las ventajas más destacadas de las cubiertas naturales es su capacidad para absorber hasta un 80% del agua de lluvia, lo que controla el volumen de escorrentía que llega a los sistemas de alcantarillado al permitir que el agua se infiltre en el sustrato y las capas de drenaje. Esto, a su vez, reduce el riesgo de inundaciones causadas por la saturación de las redes de drenaje.

No obstante, es importante señalar que los beneficios de las cubiertas naturales, como la reducción de la escorrentía y del efecto de isla de calor, se maximizan cuando se implementan a nivel de red. Un tejado verde aislado difícilmente generará beneficios más allá de mejorar la eficiencia térmica del propio edificio en el que se encuentra. La implementación a nivel de red también contribuye a la biodiversidad y a la mejora de la calidad del aire.

"Cubiertas Verdes": cobertura total o parcial con vegetación plantada en un sustrato propicio para su crecimiento. Se diseñan con una variedad de propósitos que incluyen la retención de

agua de lluvia, el fomento de la biodiversidad y la mejora del confort térmico en el edificio, entre otros objetivos.

Una variante específica de estas soluciones son los "Huertos Urbanos en Azoteas", que son áreas ubicadas en la parte superior de los edificios y destinadas al cultivo de vegetales, frutas y hierbas, entre otros cultivos.

Existen dos categorías principales de cubiertas verdes:

- **Techos Verdes Intensivos** (también conocidos como jardines de techos o terrazas, compuestos por una densa vegetación y asentados en un sustrato que es relativamente rico en nutrientes y profundo. Pueden tener plantas de gran tamaño e incluso césped tradicional. Por ello requieren un nivel relativamente alto de mantenimiento que incluye riego regular y aplicaciones de fertilizantes, y pueden tener un peso sustancial.
- **Techos Verdes Extensivos** se caracterizan por un medio de crecimiento poco profundo, una plantación autosuficiente y de bajo mantenimiento que cubre toda el área del techo. Proporcionan mayores beneficios para la biodiversidad que los intensivos, y generalmente no reciben riego ni fertilización (aunque esto puede ser necesario inicialmente hasta que se establezcan las plantas). Dado que tienen un peso relativamente bajo (en comparación con los techos verdes intensivos), los techos extensos se pueden adaptar a diferentes tipologías de edificios.

Hay dos tipos principales de techos verdes extensivos:

1) sistemas basados en esteras: tienen suelos muy poco profundos, 20-40 mm, y se cultivan previamente para proporcionar una cobertura instantánea del 100%;

2) sistemas basados en sustrato: generalmente de 75-150 mm de profundidad, que consisten en un sustrato poroso o agregados reutilizados similares.

Por la morfología de la cubierta tenemos:

- Cubiertas planas. Las configuraciones diversas o con mayor o menor porcentaje de vegetación: extensivas, intensivas, huertos en azoteas, etc.
- Cubiertas inclinadas: Las opciones se limitan a cubiertas verdes, siempre que la inclinación no sea superior a 30º.

INFRAESTRUCTURA VERDE VERTICAL Y MUROS VERDES (VERDE):

Descripción. Superficies verticales cubiertas de vegetación que contribuyen al enfriamiento urbano, mejoran el aislamiento térmico de los edificios y gestionan las aguas pluviales, además de embellecer el paisaje urbano.

Ejemplos. Muros verdes en fachadas de edificios, jardines verticales en espacios públicos.

FACHADAS VERDES (VERDE):

Descripción. Paredes vegetadas que mejoran el aislamiento térmico, capturan agua de lluvia y aportan beneficios estéticos y ambientales a las edificaciones.

Ejemplos. Fachadas verdes en edificios de oficinas, muros vegetados en residencial.

Descripción de la medida. Sistemas de reverdecimiento vertical (Vertical Greening Systems, VGS), conocidos como tecnologías de paredes verdes, jardines verticales o bio-muros, consisten en estructuras verticales cubiertas de vegetación.

Las configuraciones pueden ser diversas:

- **Muro verde**: plantas cultivadas en una estructura vertical apoyada o unida a un muro interno. Es una estructura externa e independiente sobrepuesta al edificio

Las estructuras varían desde sistemas modulares hasta estructuras basadas en láminas o tableros con bolsas de fieltro para contener el suelo, u otro medio de cultivo basado en principios hidropónicos.

Los muros verdes:

- Tienen un importante efecto estético, hacen percibir el área donde se sitúa como atractiva e inciden en el bienestar de las personas,
- Contribuyen a la mejora de la calidad del aire (captura de partículas finas y reducción de los niveles de CO2), reducen de la isla de calor urbana
- Crean hábitats que conservan y preservan la biodiversidad.
- Actúan como una capa de aislamiento acústico y térmico.

- **Bosque vertical**: diseñado originariamente por el arquitecto Stefano Boeri, responde a un diseño de construcción sostenible, incorporando árboles, arbustos y plantas en la estructura del edificio. Además de las aportaciones de los muros verdes colabora en mayor grado a mejorar el confort térmico en los espacios urbanos.

- **Agricultura vertical**: se combina tecnología y agricultura para proporcionar alimentos a gran escala dentro y sobre edificios en áreas urbanas. Este tipo de agricultura aprovecha también las oportunidades de la reutilización y el reciclaje de los residuos: incineración de los desechos de las actividades desarrolladas en cada piso; sistema de riego conectado con las aguas residuales de la ciudad, etc.

- **Sistemas productivos verticales**: Los sistemas productivos de fachada se utilizan para la generación de energía y alimentos utilizando elementos de fachada que mejoran las

condiciones de luz diurna en el interior, el sombreado y el rendimiento térmico, y la permeabilidad al viento.

Los sistemas de fachadas productivas existentes en el mercado se centran en el diseño de fachadas sostenibles, incluyendo paneles bio-fotovoltaicos y Moss Voltaic (paneles bio-fotovoltaicos que producen energía a partir de procesos naturales microbianos e implementación a escala urbana) o fachadas I (capaces de generar electricidad y cargar dispositivos de forma inalámbrica).

Estos se pueden integrar con otros sistemas estructurales eficientes, lo que ayudará a reducir dependencia energética. Un caso específico de estos sistemas es el de la producción de algas, las cuales en su crecimiento consumen CO2 y producen un aceite que puede convertirse en un combustible ecológico (Algae House en Hamburgo).

BENEFICIOS

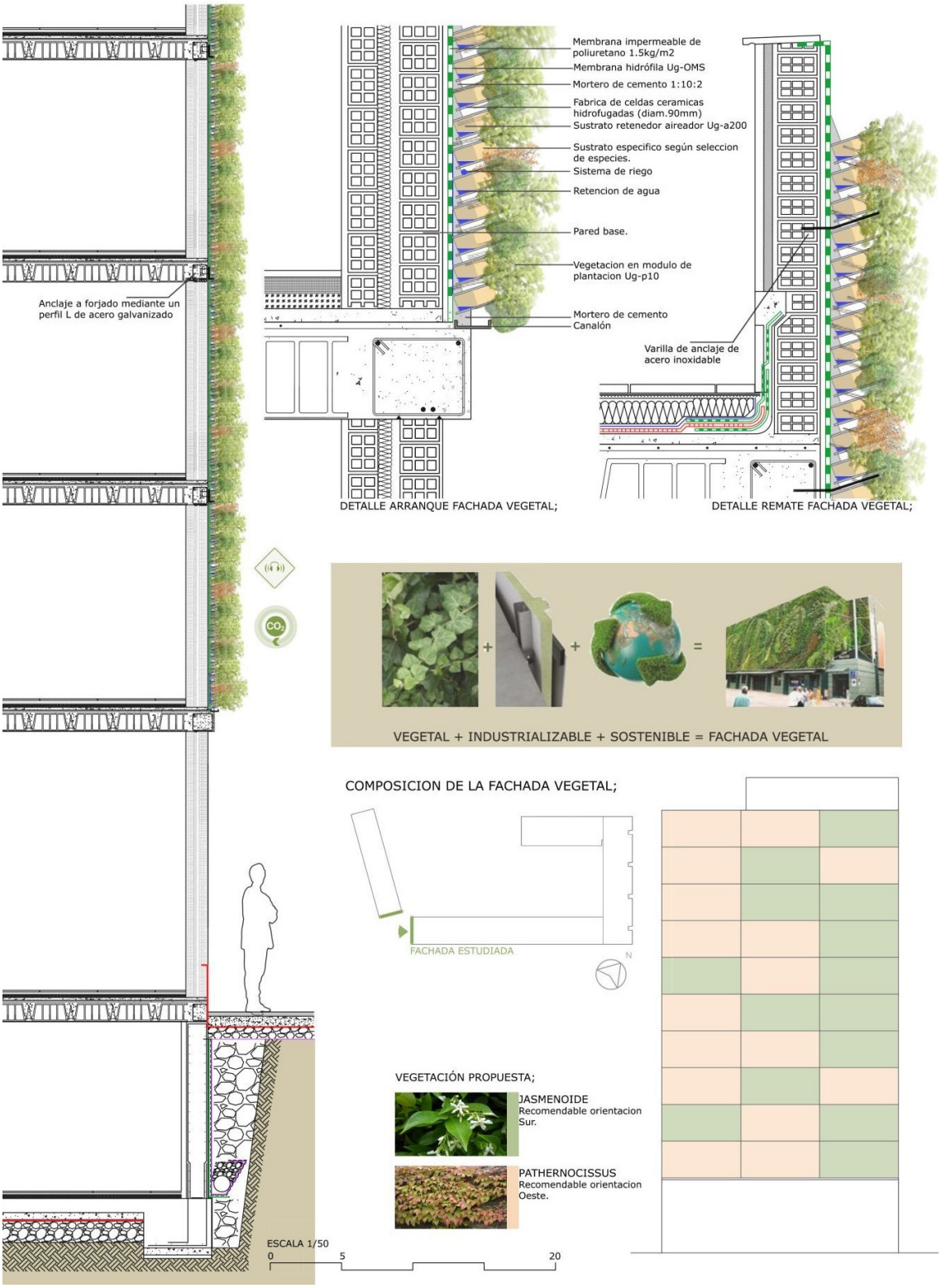
Tabla 2 Beneficios envolventes verdes

AMBIENTALES		Regulación ciclo hidrológico (incluye recarga de aguas subterráneas)
	X	Mejora calidad del agua
		Mejora calidad del suelo, estabilidad y erosión
	X	Mejora calidad del aire
	X	Mejora calidad y confort acústica
	X	Biodiversidad
	X	Almacenamiento de carbono
SOCIALES	X	Salud y Calidad de vida
	X	Recreo y educación ambiental. Puesta en valor del espacio para el encuentro social
		Regeneración de zonas degradadas
		Mejora de la conectividad de los espacios urbanos
	X	Valores espirituales, religiosos y artísticos
ECONÓMICOS	X	Reducción de la demanda energética
	X	Incremento del valor del suelo y la propiedad
	X	Provisión de alimentos
		Provisión de agua
		Producción de electricidad

En las áreas de mayor densidad urbana, la arquitectura vegetal puede constituir:

- una solución natural válida para mejorar de la calidad del aire y el ambiente sonoro,
- proporcionar una mayor estabilidad térmica en los edificios,
- reducir el calor urbano
- reducir el consumo de agua y energía,
- contribuir a la mejora de la conectividad ecológica urbana y la concienciación ambiental de la ciudadanía.

Figura 5. Detalle constructivo fachada vegetal



https://es.pinterest.com/pin/556476097702586435/

COLUMNAS VERDES (VERDE):

Descripción. Estructuras verticales cubiertas de vegetación que proporcionan sombra, mejoran la calidad del aire y contribuyen al enfriamiento urbano.

Ejemplos. Columnas vegetadas en plazas y parques, soportes de pérgolas verdes.

JARDINES VERTICALES MODULARES (Verde):

Descripción. Sistemas modulares que permiten la instalación de vegetación en paredes, mejorando el microclima urbano y la gestión de aguas pluviales.

Ejemplos. Jardines verticales en interiores de edificios públicos, sistemas modulares de vegetación en exteriores de centros comerciales.

PÉRGOLAS Y ARCOS VERDES (Verde):

Descripción: Estructuras arquitectónicas cubiertas de vegetación que proporcionan sombra, mejoran el confort térmico y embellecen los espacios públicos.

Ejemplos: Pérgolas verdes en parques y jardines, arcos vegetados en plazas urbanas.

ZANJAS Y CANALES DE INFILTRACIÓN (Azul):

Descripción. Sistemas lineales diseñados para permitir la infiltración de agua de lluvia en el suelo, ayudando a recargar acuíferos y reducir la escorrentía.

Ejemplos. Zanjas de infiltración en áreas periurbanas, canales de infiltración en terrenos agrícolas cercanos a la ciudad.

SWALES (Azul):

Descripción. Zanjas vegetadas que recolectan y filtran el agua de lluvia, facilitando su infiltración y reduciendo la escorrentía superficial. Son técnica clave en la gestión de aguas pluviales en áreas urbanas.

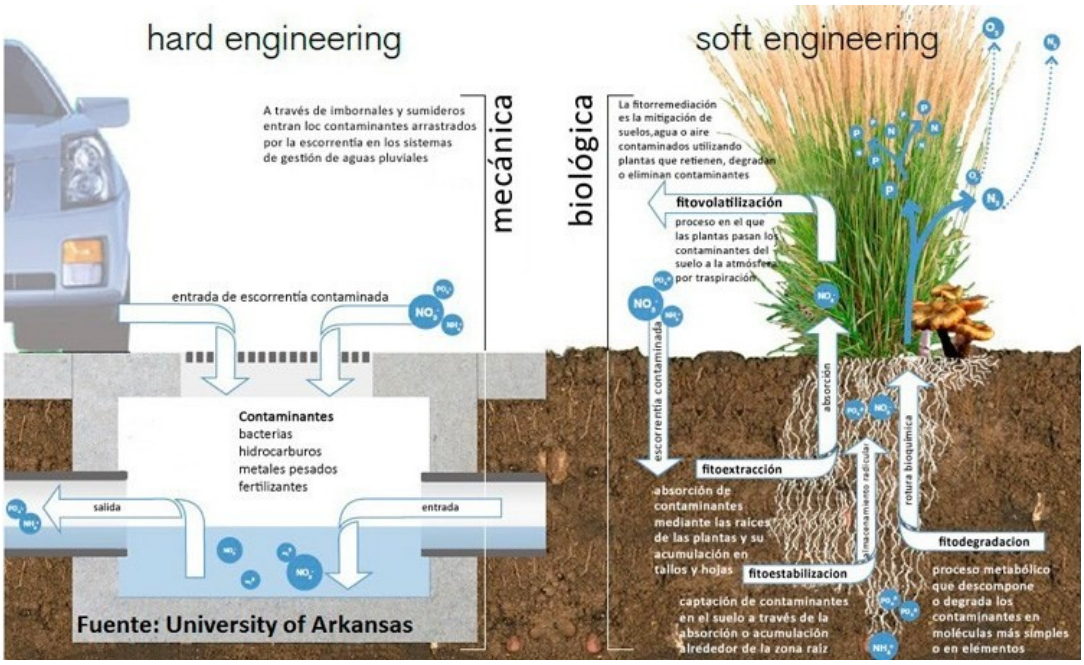
Ejemplos. Swales en bordes de carreteras y caminos, zanjas vegetadas en parques públicos.

ZANJAS DE BIO-RETENCIÓN (SWALES MEJORADOS) (Azul y Verde):

Descripción: Versiones avanzadas de swales que incluyen elementos adicionales para mejorar la retención y filtración del agua, como capas de biochar o zeolitas, y vegetación específica que maximiza la absorción de contaminantes.

Ejemplos: Bio-swales en proyectos de desarrollo sostenible, zanjas de bio-retención en urbanizaciones ecológicas.

Figura 6. NBS vs ingeniería dura



Fuente Extraído a 20-08-24 de https://www.drenatura.com/tecnologias-de-drenaje-sostenible/

JARDINES DE BIO-RETENCIÓN ESTÁNDAR Y AVANZADA (Verde y Azul):

Descripción. Áreas diseñadas para la recolección, filtración y retención de agua de lluvia, utilizando una combinación de vegetación y suelos modificados. Los jardines de bio-retención son fundamentales para gestionar las aguas pluviales y mejorar la calidad del agua.

Ejemplos. Jardines de bio-retención en comunidades residenciales, sistemas avanzados de bio-retención en campus universitarios.

BIOCHAR Y ZEOLITAS (Verde):

Descripción. Materiales naturales utilizados para mejorar la calidad del suelo y del agua en sistemas de bio-retención. Potencian la capacidad de absorción y filtración de los contaminantes, haciendo que los sistemas de gestión del agua sean más eficientes.

Ejemplos. Biochar en jardines de lluvia, zeolitas en sistemas de bio-retención.

ISLAS DE BIO-RETENCIÓN AVANZADA (Verde y Azul):

Descripción: Áreas vegetadas que combinan la bio-retención con el paisajismo urbano, ofreciendo soluciones estéticas y funcionales para la gestión del agua en entornos densamente urbanizados.

Ejemplos: Islas de bio-retención en estacionamientos, áreas de bio-retención integradas en plazas comerciales.

PAVIMENTOS PERMEABLES CONTINUOS (Verde):

Descripción. Superficies construidas con materiales permeables que permiten la infiltración de agua en el suelo, ayudando a gestionar la escorrentía y reducir las inundaciones urbanas.

Ejemplos. Aceras y calles de asfalto permeable, superficies de estacionamientos permeables.

PAVIMENTOS MODULARES PERMEABLES (Verde):

Descripción. Superficies modulares hechas de materiales permeables que se ensamblan para permitir la infiltración de agua, ideales para aplicaciones donde se requiere flexibilidad en el diseño y la instalación.

Ejemplos. Bloques de pavimentación permeables utilizados en caminos y patios, sistemas de pavimentación modular en plazas públicas.

3.2 Sistemas de captura y almacenamiento de agua. (Azul e ingeniería dura)

PRIMER FLUSHING (Azul):

Descripción. Sistemas diseñados para capturar la primera cantidad de agua de lluvia, que generalmente contiene la mayor parte de contaminantes arrastrados desde superficies urbanas, antes de su tratamiento o reutilización. Es crucial para mejorar la calidad del agua recolectada y reducir la carga contaminante en los cuerpos de agua naturales.

Ejemplos. Sistemas de desviación de aguas pluviales instalados en techos y carreteras, que redirigen el primer flujo contaminado hacia tratamientos específicos antes de que el agua restante sea almacenada.

ESTANQUES Y LAGOS ARTIFICIALES (Azul):

Descripción. Cuerpos de agua creados para retener y gestionar grandes volúmenes de agua de lluvia, que también pueden ser utilizados para fines recreativos, estéticos o como hábitats para la fauna urbana. Ayudan a reducir la escorrentía y a controlar las inundaciones urbanas.

Ejemplos. Lagos artificiales en parques urbanos que también sirven como sistemas de almacenamiento temporal de agua de lluvia, estanques de retención diseñados para gestionar grandes tormentas.

DEPÓSITOS SUBTERRÁNEOS (Ingeniería Dura):

Descripción. Estructuras subterráneas utilizadas para el almacenamiento de agua de lluvia recogida de techos, calles y otras superficies impermeables. Ayudan a gestionar la disponibilidad de agua en períodos de sequía y a reducir la escorrentía durante eventos de lluvia intensa.

Ejemplos. Cisternas subterráneas bajo estacionamientos o parques, sistemas de almacenamiento de agua pluvial en sótanos de edificios para su uso en riego o limpieza.

TANQUES FLEXIBLES O DE BLADDER (Ingeniería Dura):

Descripción. Soluciones portátiles y flexibles para el almacenamiento temporal de agua de lluvia, útiles en áreas con espacio limitado o en aplicaciones móviles. Permiten la recolección y almacenamiento de agua en situaciones donde las estructuras fijas no son viables.

Ejemplos. Tanques de agua de lluvia hechos de materiales flexibles instalados en sótanos o techos, sistemas portátiles utilizados en obras de construcción o eventos temporales.

SISTEMAS MODULARES DE ALMACENAMIENTO (Ingeniería Dura):

Descripción. Estructuras modulares que permiten la recolección y almacenamiento de agua en espacios limitados, adaptándose a las necesidades específicas de cada proyecto urbano. Son escalables y se pueden combinar para manejar diferentes volúmenes de agua.

Ejemplos. Sistemas modulares de almacenamiento bajo aceras o plazas, módulos de recolección de agua de lluvia instalados en edificios comerciales.

TANQUES HIDRONEUMÁTICOS (Ingeniería Dura):

Descripción. Sistemas que combinan el almacenamiento de agua con la capacidad de presurizarla para su uso eficiente en aplicaciones urbanas, como el riego o el suministro de agua en edificaciones. Son esenciales para garantizar suministro constante de agua a demanda variable.

Ejemplos. Tanques presurizados en sistemas de riego automático, instalaciones de agua potable en edificios de gran altura que requieren presión adicional.

ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO DECORATIVOS (Azul):

Descripción. Cuerpos de agua diseñados tanto para la retención de agua de lluvia como para cumplir funciones estéticas en el paisaje urbano. Además de su utilidad funcional, contribuyen al bienestar y la biodiversidad en entornos urbanos.

Ejemplos. Fuentes y estanques en plazas públicas que recogen y almacenan agua de lluvia, estanques ornamentales en jardines botánicos urbanos.

3.3. Sistemas de filtración innovadores (Verde y Azul):

FILTROS DE ARENA Y CARBÓN ACTIVADO (Azul):

Descripción. Sistemas tradicionales de filtración que utilizan capas de arena y carbón activado para eliminar sedimentos, contaminantes orgánicos y químicos del agua. Son ampliamente utilizados en la purificación de agua para usos no potables y como pretratamiento en sistemas más avanzados.

Ejemplos. Filtros de arena en plantas de tratamiento de agua, sistemas de filtración de carbón activado en instalaciones industriales.

MEMBRANAS DE NANOFILTRACIÓN Y ÓSMOSIS INVERSA (Ingeniería Dura):

Descripción. Tecnologías avanzadas de filtración que utilizan membranas para eliminar partículas y contaminantes a nivel molecular, permitiendo la purificación de agua a un nivel muy fino. Cruciales en la producción de agua potable y en procesos industriales donde se requiere agua de alta pureza.

Ejemplos. Sistemas de ósmosis inversa para la desalación de agua, unidades de nanofiltración en la purificación de agua residual industrial.

FILTROS DE BIOCHAR Y ZEOLITAS (Verde):

Descripción. Materiales naturales usados para mejorar la calidad del agua a través de la absorción de contaminantes y la mejora de las propiedades del suelo y del agua en sistemas de filtración. Son sostenibles e integrables en soluciones de bio-retención y gestión de aguas residuales.

Ejemplos. Sistemas de bio-retención que utilizan biochar para mejorar la filtración, filtros de zeolitas en tanques de almacenamiento de agua de lluvia.

FILTROS DE FIBRA DE VIDRIO Y RESINAS (Ingeniería Dura):

Descripción. Soluciones avanzadas de filtración que emplean materiales sintéticos como la fibra de vidrio y las resinas para eliminar contaminantes específicos del agua. Son altamente eficientes y se utilizan en aplicaciones donde se requiere una alta calidad del agua.

Ejemplos. Filtros de resina en sistemas de tratamiento de agua potable, filtros de fibra de vidrio en sistemas industriales de recirculación de agua.

NANOMATERIALES (Ingeniería Dura):

Descripción. Innovaciones en materiales a escala nanométrica para mejorar la eficiencia de los procesos de filtración, permitiendo la eliminación de contaminantes con alta precisión. Están revolucionando la capacidad de los sistemas de filtración para abordar problemas específicos de contaminación.

Ejemplos. Filtros con nanopartículas de plata para eliminar bacterias, membranas de nanomateriales utilizadas en la purificación de agua a nivel molecular.

MEDIOS FILTRANTES DE VIDRIO RECICLADO (Verde):

Descripción. Materiales sostenibles fabricados a partir de vidrio reciclado que se utilizan en sistemas de filtración para mejorar la calidad del agua, promoviendo la economía circular y reduciendo la necesidad de recursos vírgenes.

Ejemplos. Filtros de vidrio reciclado en sistemas de piscinas naturales, medios filtrantes en jardines de lluvia y estanques de retención.

FILTROS VEGETADOS (Verde):

Descripción. Sistemas de filtración que utilizan plantas y suelos especialmente seleccionados para absorber y descomponer contaminantes del agua de manera natural. Son esenciales para la gestión sostenible del agua en entornos urbanos.

Ejemplos. Jardines de lluvia con vegetación filtrante, sistemas de bio-filtración en humedales construidos.

3.4. Resiliencia eventos climáticos

3.4.1. Adaptación de infraestructura urbana (Ingeniería Dura):

ELEVACIÓN DE ESTRUCTURAS Y CARRETERAS (Ingeniería Dura):

Descripción. Modificación de la infraestructura existente, como edificios y carreteras, para elevarlos por encima de los niveles de inundación previstos. Estrategia fundamental en áreas propensas a inundaciones para proteger bienes y personas de eventos climáticos extremos.

Ejemplos. Elevación de carreteras costeras para evitar inundaciones durante tormentas, edificios residenciales y comerciales levantados sobre pilotes en zonas inundables.

CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES RESILIENTES AL CLIMA (Ingeniería Dura):

Descripción. Diseño y construcción de edificios que sean capaces de soportar los impactos de eventos climáticos extremos, como huracanes, inundaciones, y olas de calor. Incorporan materiales y técnicas constructivas avanzadas para resistir daños y mantener la habitabilidad.

Ejemplos. Edificios con estructuras reforzadas para resistir vientos fuertes, construcciones con materiales resistentes a la humedad y a la corrosión en zonas costeras.

ADAPTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE PARA RESISTENCIA AL AGUA (Ingeniería Dura):

Descripción. Modernización y refuerzo de infraestructuras urbanas existentes para mejorar su resistencia al agua y reducir el riesgo de daños por inundaciones. Es esencial para preservar la funcionalidad y seguridad de las ciudades frente al cambio climático.

Ejemplos. Impermeabilización de sótanos y estacionamientos subterráneos, instalación de barreras contra inundaciones en entradas de edificios históricos.

DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO PARA ADAPTACIÓN climática (Ingeniería Dura):

Descripción. Implementación de sistemas de drenaje urbano mejorados para manejar las lluvias intensas y prevenir inundaciones. Están diseñados para adaptarse a los cambios climáticos proyectados, gestionando eficientemente grandes volúmenes de agua.

Ejemplos. Redes de drenaje subterráneas ampliadas en áreas urbanas densas, construcción de canales de drenaje adicionales para desviar el agua de lluvia hacia áreas de retención.

3.4.2. Medidas contra inundaciones locales (Azul e Ingeniería Dura):

RESERVORIOS Y CUENCAS DE DETENCIÓN (Azul):

Descripción. Áreas designadas para la retención temporal de agua durante eventos de lluvia intensa, que permiten almacenar grandes volúmenes de agua y liberarla gradualmente, reduciendo así el riesgo de inundaciones. Son clave para la gestión del agua en regiones propensas a tormentas y precipitaciones extremas.

Ejemplos. Cuencas de detención en parques urbanos que capturan el agua de tormentas, reservorios subterráneos construidos bajo plazas públicas.

TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO (Ingeniería Dura):

Descripción. Sistemas subterráneos diseñados para manejar y transportar grandes volúmenes de agua pluvial desde áreas urbanas hacia sistemas de tratamiento o cuerpos de agua naturales. Esenciales para evitar la acumulación de agua en las calles y reducir el riesgo de inundaciones.

Ejemplos. Redes de alcantarillado ampliadas en ciudades costeras, sistemas de drenaje pluvial que conectan con estaciones de tratamiento de agua.

ESTACIONES DE BOMBEO (Ingeniería Dura):

Descripción. Instalaciones que controlan el flujo de agua en zonas propensas a inundaciones, utilizando bombas de alta capacidad para mover el agua desde áreas bajas hacia puntos de drenaje más altos o cuerpos de agua. Son fundamentales en regiones donde el drenaje natural no es suficiente para prevenir inundaciones.

Ejemplos. Estaciones de bombeo en diques para proteger áreas urbanas bajas, sistemas de bombeo en áreas de bajo nivel donde el agua no puede drenar por gravedad.

ESTANQUES DE RETENCIÓN Y TANQUES DE TORMENTA (Ingeniería Dura):

Descripción. Infraestructuras diseñadas para la acumulación y manejo de grandes volúmenes de agua de lluvia durante eventos extremos, permitiendo su liberación controlada para prevenir inundaciones en áreas urbanas. Son cruciales para mitigar el impacto de lluvias intensas y proteger tanto la infraestructura como la población.

Ejemplos. Estanques de retención en áreas industriales que capturan el agua pluvial antes de que entre al sistema de drenaje, tanques de tormenta subterráneos bajo parques y estacionamientos que almacenan agua durante lluvias intensas.

3.4.3. Soluciones constructivas resilientes (Ingeniería Dura):

REUBICACIÓN DE EDIFICIOS (Ingeniería Dura):

Descripción. Desplazamiento de edificaciones existentes a áreas menos vulnerables a inundaciones y otros eventos climáticos extremos. Es utilizada en zonas donde el riesgo de inundación es demasiado alto para ser mitigado únicamente con medidas in situ.

Ejemplos. Traslado de casas históricas a terrenos más altos, reubicación de comunidades enteras fuera de zonas de riesgo costero.

VIVIENDA ELEVADA (Ingeniería Dura):

Descripción. Construcción de edificios elevados sobre pilotes u otras estructuras para mantenerlos por encima del nivel del agua durante inundaciones. Común en áreas propensas a inundaciones y garantiza que las viviendas permanezcan seguras y funcionales durante eventos de inundación.

Ejemplos. Casas sobre pilotes en regiones costeras, edificios residenciales elevados en áreas sujetas a crecidas de ríos.

VIVIENDA FLOTANTE (Ingeniería Dura):

Descripción. Edificaciones diseñadas para flotar en zonas inundables, capaces de adaptarse al nivel del agua. Solución innovadora para áreas con alta variabilidad en los niveles de agua, como deltas de ríos o regiones propensas a inundaciones estacionales.

Ejemplos. Casas flotantes en canales de ciudades como Ámsterdam, viviendas flotantes en comunidades costeras del sudeste asiático.

VIVIENDA ANFIBIA (Ingeniería Dura):

Descripción. Edificaciones que se adaptan a cambios en el nivel del agua, elevándose durante inundaciones y descansando sobre la tierra en condiciones normales. Combina características de viviendas flotantes y elevadas, proporcionando flexibilidad y seguridad en entornos con riesgos de inundación.

Ejemplos. Viviendas anfibias en áreas deltaicas sujetas a crecidas de ríos, casas diseñadas para flotar durante lluvias intensas y asentarse nuevamente cuando el agua retrocede.

TECNOLOGÍA DE IMPERMEABILIZACIÓN HÚMEDA (Ingeniería Dura):

Descripción. Métodos y materiales utilizados para proteger edificios del agua, permitiendo que el agua ingrese de manera controlada y sea gestionada sin causar daños. Fundamentales para garantizar la habitabilidad y seguridad de los edificios en áreas sujetas a inundaciones.

Ejemplos. Revestimientos impermeables en sótanos que permiten la entrada controlada de agua sin daños estructurales, sistemas de drenaje integrados en los cimientos que evacúan el agua infiltrada.

TECNOLOGÍA DE IMPERMEABILIZACIÓN SECA (Ingeniería Dura):

Descripción. Soluciones diseñadas para evitar completamente la entrada de agua en estructuras urbanas, protegiendo los edificios de inundaciones y daños causados por la humedad. Son esenciales en zonas donde la prevención total de la entrada de agua es crítica.

Ejemplos. Barreras impermeables instaladas en puertas y ventanas de edificios en áreas propensas a inundaciones, membranas impermeables utilizadas en cimientos y paredes exteriores para evitar la penetración de agua.

3.5. Innovación en materiales y tecnologías verdes (verde y azul):

DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES ABSORBENTES Y FILTRANTES (Verde):

Descripción. Innovaciones en materiales que mejoran la gestión del agua y la eficiencia energética en entornos urbanos. Estos materiales están diseñados para absorber, filtrar y gestionar el agua de manera eficiente, contribuyendo a la sostenibilidad y resiliencia de las ciudades.

Ejemplos. Materiales absorbentes utilizados en pavimentos permeables que mejoran la filtración de agua de lluvia, geotextiles avanzados que retienen contaminantes mientras permiten la infiltración de agua en el suelo.

INNOVACIONES EN TECNOLOGÍAS DE RECUBRIMIENTOS Y BARRERAS PERMEABLES (Verde):

Descripción. Avances en materiales de recubrimiento que proporcionan resistencia al agua y mejoran la eficiencia térmica de los edificios y otras infraestructuras. Estos recubrimientos son fundamentales para proteger estructuras urbanas de la intemperie y mejorar el confort térmico interior.

Ejemplos. Recubrimientos impermeables para fachadas y techos que reflejan el calor solar, barreras permeables en suelos que permiten la infiltración de agua mientras protegen las capas subyacentes de erosión.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES Y DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL (Verde):

Descripción. Uso de recursos renovables y materiales reciclados en la construcción para reducir el impacto ambiental y promover la economía circular. Estos materiales son esenciales para la construcción de infraestructuras sostenibles y de bajo impacto ambiental.

Ejemplos. Ladrillos fabricados a partir de residuos industriales reciclados, paneles de construcción hechos de fibras naturales como el bambú o el cáñamo.

TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA INTEGRADA (Verde):

Descripción. Soluciones tecnológicas que combinan la generación de energía renovable con infraestructuras urbanas, integrando fuentes de energía limpia en edificios y espacios públicos. Estas tecnologías son clave para reducir la huella de carbono de las ciudades y mejorar su autosuficiencia energética.

Ejemplos. Tejas solares integradas en cubiertas residenciales, farolas solares en calles y parques, ventanas fotovoltaicas que generan electricidad a partir de la luz solar.

CAPÍTULO IV. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

La participación comunitaria es un componente clave en las estrategias de regeneración del hábitat natural y en la adaptación de los ecosistemas y el metabolismo urbano frente al cambio climático. Involucrar a los ciudadanos y a las comunidades locales en el diseño, implementación y monitoreo de proyectos de sostenibilidad permite no solo generar una mayor conciencia ambiental, sino también crear soluciones que respondan a las necesidades y realidades locales. A través de mecanismos participativos, como talleres, consultas públicas y programas de co-creación, los residentes pueden contribuir activamente a la planificación de NBS y en tecnologías híbridas que favorecen la resiliencia urbana. Además, la integración de la comunidad garantiza una mayor aceptación social y el éxito a largo plazo de las iniciativas de adaptación climática, fomentando un sentido de responsabilidad compartida y fortaleciendo el vínculo entre el entorno construido, los ecosistemas locales y las personas que los habitan.

La participación comunitaria es esencial en las estrategias de regeneración del hábitat natural y la adaptación del ecosistema y metabolismo urbano al cambio climático por varias razones clave:

1. **Conciencia y educación:** involucrar a la comunidad aumenta la comprensión sobre la importancia de gestionar el medio ambiente de manera sostenible, promoviendo prácticas que mitiguen los efectos del cambio climático y conserven los recursos naturales.

Causa: sin participación, es imposible reducir las emisiones de GEI.

2. Capacitación y empoderamiento: a través de la educación y la formación, los ciudadanos se capacitan para implementar y mantener soluciones sostenibles, convirtiéndose en actores activos en la resiliencia y sostenibilidad urbana.

Causa: la falta de formación y participación impide adoptar medidas eficaces.

3. **Mejora del tejido social:** la participación comunitaria fortalece la cohesión social, promoviendo la colaboración y el sentido de pertenencia, lo que facilita la implementación de proyectos ambientales.

Causa: sin sentido de comunidad, no se pueden coordinar acciones efectivas.

4. **Adaptación cultural y local**: involucrar a la comunidad asegura que las estrategias sean culturalmente relevantes y adaptadas a las necesidades y tradiciones locales, aumentando su aceptación y eficacia.

Causa: sin relevancia cultural, las estrategias serán rechazadas.

5. **Sostenibilidad a largo plazo:** la participación activa de los ciudadanos en proyectos de regeneración y adaptación garantiza el mantenimiento y éxito continuado de estas iniciativas, creando un entorno urbano más resiliente y sostenible.

Causa: sin involucramiento continuo, las iniciativas fracasan.

Ejemplos Internacionales

- Green City (Copenhague, Dinamarca): promueve espacios verdes y adaptación climática a través de educación y participación comunitaria.
- BiodiverCities (Medellín, Colombia): fomenta biodiversidad urbana y adaptación climática mediante programas educativos y restauración de hábitats.
- Green Belt Movement (Kenia): combina restauración de hábitats con educación y empoderamiento comunitario a través de la plantación de árboles y prácticas sostenibles.
- RainReady Community (Chicago, EE.UU.): involucra a residentes en la gestión de aguas pluviales mediante auditorías, subvenciones y educación, reduciendo inundaciones y mejorando la calidad del agua.
- Infraestructura verde en Auckland (Nueva Zelanda): proyecto con participación comunitaria para manejar aguas pluviales, mejorando la biodiversidad y la conciencia sobre sostenibilidad.
- Mumbai Waterfronts (India): revitaliza áreas costeras y fluviales con participación comunitaria, mejorando la gestión del agua, reduciendo contaminación e inundaciones.
- C40 Cities Finance Facility: Colaboración global que apoya financieramente proyectos climáticos en ciudades, mejorando la gestión del agua y la resiliencia.
- Amsterdam Rainproof (Países Bajos): iniciativa que une a ciudadanos y organizaciones para implementar soluciones innovadoras de manejo de aguas y reducir inundaciones.
- Sponge City Initiative (China): proyecto gubernamental y tecnológico para ciudades que absorben y reutilizan aguas pluviales, reduciendo inundaciones y aumentando áreas verdes.
- Jardines de lluvia en Toronto, Canadá: involucra a escolares y jubilados en la creación de jardines de lluvia, fomentando interacción y aprendizaje intergeneracional.
- Sponge City en Berlín, Alemania: proyectos comunitarios de infraestructura verde para manejo de agua, fortaleciendo lazos y diálogo intergeneracional.

CAPÍTULO V. MEDIO AMBIENTE Y ECONOMÍA CIRCULAR

El enfoque integrado de medio ambiente y economía circular se presenta como una estrategia clave para promover la sostenibilidad en las ciudades a través de la implementación de sistemas agroforestales urbanos, agricultura urbana y periurbana, la conservación y restauración de paisajes culturales, y el desarrollo de ecobarrios. Los sistemas agroforestales urbanos, que combinan la plantación de árboles con cultivos, permiten mejorar la biodiversidad, regular el microclima y ofrecer recursos alimentarios sostenibles en entornos urbanos. La agricultura urbana y periurbana, a su vez, reduce la dependencia de cadenas de suministro largas y fomenta la producción local de alimentos, lo que disminuye la huella ecológica. La conservación y restauración de paisajes culturales no solo protege el patrimonio natural y social de las ciudades, sino que también refuerza la identidad comunitaria y promueve un uso responsable de los recursos. Por último, el desarrollo de ecobarrios busca crear comunidades autosuficientes, con un diseño que minimiza el consumo de energía y agua, maximiza la gestión de residuos y promueve la movilidad sostenible, todo ello enmarcado dentro de los principios de la economía circular. Estas iniciativas integradas contribuyen a una transformación urbana más resiliente, equitativa y sostenible.

SISTEMAS AGROFORESTALES URBANOS

Descripción. Integración de árboles y cultivos en entornos urbanos para crear espacios multifuncionales que proveen alimentos locales, mejoran la biodiversidad y contribuyen a la mitigación del cambio climático. Estos sistemas combinan prácticas agrícolas y forestales en un mismo espacio, aprovechando los beneficios de ambos para crear ecosistemas urbanos más resilientes y productivos.

Ejemplos. Huertos urbanos con árboles frutales, parques agroforestales y jardines comunitarios integrados con árboles y cultivos.

Componentes y materiales

- Árboles frutales y maderables: seleccionados por su adaptabilidad al entorno urbano, capacidad para producir alimentos o materiales y su contribución a la biodiversidad.
- Cultivos agrícolas: hortalizas, legumbres y otras plantas comestibles que pueden crecer en combinación con los árboles, aprovechando el espacio vertical y horizontal.
- Infraestructura de soporte: sistemas de riego, compostaje, y estructuras de soporte como tutores para árboles jóvenes y enredaderas.

Detalles constructivos

- Diseño del sitio: evaluación del espacio disponible y planificación del diseño para maximizar la eficiencia y la sostenibilidad. Esto incluye la selección de especies adecuadas, la disposición de árboles y cultivos, y la implementación de sistemas de riego y compostaje.

- Preparación del terreno: mejorar la calidad del suelo mediante la adición de compost y otras enmiendas orgánicas para asegurar que las plantas tengan los nutrientes necesarios para crecer.
- Plantación y mantenimiento: plantación de árboles y cultivos según un diseño estratégico que maximice el uso del espacio y los recursos. Requiere mantenimiento regular, que incluye riego, poda, y manejo de plagas y enfermedades.
- Participación comunitaria: fomentar la participación de la comunidad local en la creación y el mantenimiento del sistema agroforestal para asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

Ventajas

- Provisión de alimentos locales: produce alimentos frescos y saludables para la comunidad local, reduciendo la dependencia de productos importados.
- Mejora de la biodiversidad: aumenta la diversidad de especies vegetales y animales en entornos urbanos, creando hábitats para polinizadores y otras especies.
- Mitigación del cambio climático: los árboles y las plantas absorben CO2, contribuyendo a la reducción de gases de efecto invernadero.
- Beneficios estéticos y recreativos: mejora la estética del entorno urbano y proporciona espacios verdes para la recreación y el esparcimiento.

Inconvenientes

- Mantenimiento: requiere un mantenimiento continuo para asegurar la salud de las plantas y la productividad del sistema.
- Espacio limitado: la disponibilidad de espacio en entornos urbanos puede limitar la escala y la diversidad del sistema agroforestal.
- Costos iniciales: la implementación inicial puede ser costosa debido a la preparación del terreno, la compra de plantas y la instalación de infraestructuras de soporte.

Relación con el Ecosistema

- Sostenibilidad: promueve prácticas agrícolas y forestales sostenibles que benefician al medio ambiente.
- Fomento de la biodiversidad: crea hábitats diversos que pueden albergar una variedad de especies de flora y fauna.
- Conservación del suelo: mejora la calidad del suelo mediante prácticas agroecológicas que evitan la erosión y aumentan la fertilidad.

Aplicabilidad

- Zonas urbanas y periurbanas: ideal para áreas urbanas y periurbanas donde hay acceso

a espacio verde y una comunidad interesada en la agricultura urbana.
- Proyectos comunitarios: beneficioso para iniciativas comunitarias que buscan mejorar la seguridad alimentaria y la cohesión social.
- Escuelas y centros educativos: puede ser utilizado como herramienta educativa para enseñar sobre agricultura sostenible, biodiversidad y conservación del medio ambiente.
- Relación intergeneracional: desarrolla la conexión entre los mayores, que acostumbran conocer mejor estas actividades, y las nuevas generaciones.

Ejemplos

- Huertos urbanos en Nueva York, EE.UU.: programas como GrowNYC que promueven la creación de huertos urbanos en espacios vacíos, combinando árboles frutales con cultivos de hortalizas.
- Parque Agroforestal en Milán, Italia: integración de árboles frutales y cultivos en parques urbanos para mejorar la biodiversidad y proporcionar alimentos locales.

AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA

Descripción. Práctica de cultivar, procesar y distribuir alimentos en y alrededor de las ciudades. Esta actividad abarca desde pequeños huertos comunitarios y jardines en terrazas hasta granjas urbanas de mayor escala. La agricultura urbana y periurbana promueve la producción local de alimentos, la sostenibilidad y la resiliencia de las ciudades.

Ejemplos. Huertos comunitarios, jardines en azoteas, granjas verticales y invernaderos urbanos.

Componentes y materiales

- Espacios de cultivo: terrazas, patios, balcones, terrenos baldíos, techos y paredes adaptados para el cultivo de plantas.
- Sustratos y medios de cultivo: tierra, compost, hidroponía y otros medios adecuados para el crecimiento de plantas en entornos urbanos.
- Infraestructura de soporte: sistemas de riego, compostaje, invernaderos y estructuras para el cultivo vertical.
- Equipos y herramientas: herramientas de jardinería, macetas, recipientes y equipos para el manejo de plagas y enfermedades.

Detalles constructivos

- Selección del sitio: identificar y preparar espacios disponibles para el cultivo, asegurando condiciones adecuadas de luz, agua y acceso.
- Preparación del terreno: mejorar la calidad del suelo mediante la adición de compost y otras enmiendas orgánicas, o instalar sistemas hidropónicos para cultivos sin suelo.
- Diseño del sistema de cultivo: planificación de la disposición de plantas y estructuras de soporte para maximizar el uso del espacio y optimizar las condiciones de crecimiento.
- Instalación y mantenimiento: plantación de cultivos y mantenimiento regular, incluyendo

riego, poda, fertilización y manejo de plagas.

Ventajas

- Provisión de alimentos locales: suministra alimentos frescos y saludables a la comunidad, reduciendo la dependencia de productos importados.
- Sostenibilidad: promueve prácticas agrícolas sostenibles que contribuyen a la conservación del medio ambiente.
- Mejora de la calidad de vida: aumenta el acceso a espacios verdes y promueve el bienestar físico y mental de los residentes urbanos.
- Educación y cohesión social: fomenta la participación comunitaria y la educación sobre la agricultura y la sostenibilidad.

Inconvenientes

- Espacio limitado: la disponibilidad de espacio en áreas urbanas puede restringir la escala de las actividades agrícolas.
- Mantenimiento continuo: requiere un cuidado regular para asegurar la salud y productividad de los cultivos.
- Desafíos ambientales: factores como la contaminación del aire y la calidad del agua pueden afectar negativamente a los cultivos.

Relación con el Ecosistema

- Conservación del suelo: mejora la calidad del suelo y previene la erosión mediante prácticas agrícolas adecuadas.
- Biodiversidad urbana: aumenta la biodiversidad al crear hábitats para polinizadores y otras especies.
- Ciclo de nutrientes: facilita la gestión de residuos orgánicos mediante el compostaje y la reutilización de recursos.

Aplicabilidad

- Zonas urbanas y periurbanas: ideal para áreas densamente pobladas y sus alrededores, donde hay un acceso limitado a tierras agrícolas tradicionales.
- Iniciativas comunitarias: beneficia a comunidades interesadas en mejorar la seguridad alimentaria y la cohesión social.
- Proyectos educativos: útil en escuelas y centros educativos para enseñar sobre agricultura sostenible y nutrición.

Ejemplos

- Huertos comunitarios en Detroit, EE.UU.: proyectos como Urban Roots que transforman terrenos baldíos en huertos productivos para la comunidad.
- Jardines en azoteas en París, Francia: iniciativas como Parisculteurs que promueven el cultivo de alimentos en los techos de edificios urbanos.
- Granja urbana en Singapur: proyectos como ComCrop que utilizan tecnologías de cultivo vertical para producir alimentos frescos en espacios reducidos.
- Invernaderos urbanos en Toronto, Canadá: uso de invernaderos en techos de edificios para cultivar vegetales y hierbas durante todo el año.

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE PAISAJES CULTURALES

Descripción. Enfoque dirigido a proteger, mantener y recuperar paisajes que tienen un valor cultural significativo debido a su historia, arquitectura, prácticas agrícolas tradicionales o biodiversidad asociada a actividades humanas. Estos paisajes son esenciales para la identidad cultural y la memoria colectiva de las comunidades.

Ejemplos. Restauración de terrazas de cultivo en Machu Picchu, Perú, y conservación de los viñedos en la región de La Rioja, España.

Componentes y materiales

- Elementos históricos y arquitectónicos: preservación de estructuras históricas como edificios, terrazas, muros de piedra y caminos.
- Prácticas agrícolas tradicionales: mantener y revitalizar técnicas agrícolas y de manejo del paisaje que tienen valor cultural y ecológico.
- Flora y fauna nativa: conservación y reintroducción de especies vegetales y animales nativos que son parte integral del paisaje cultural.
- Materiales locales: uso de materiales de construcción y restauración que respeten las técnicas y materiales originales del lugar, como piedra, madera y tierra.

Detalles constructivos

- Evaluación del paisaje: análisis detallado del paisaje para identificar los elementos culturales y naturales que deben ser preservados o restaurados.
- Planificación de la restauración: desarrollo de un plan que integre la conservación del patrimonio cultural con la restauración ecológica, asegurando la viabilidad a largo plazo.
- Técnicas de restauración: aplicación de métodos tradicionales y modernos para restaurar estructuras y ecosistemas, incluyendo la reconstrucción de terrazas, restauración de muros de piedra y reforestación con especies nativas.
- Participación comunitaria: involucrar a la comunidad local en el proceso de restauración, aprovechando su conocimiento tradicional y asegurando su compromiso con la conservación a largo plazo.

Ventajas

- Preservación del patrimonio cultural: mantiene y protege los elementos culturales que son fundamentales para la identidad y la memoria de las comunidades.
- Sostenibilidad ecológica: promueve prácticas de manejo del paisaje que son sostenibles y beneficiosas para la biodiversidad local.
- Turismo cultural: atrae a visitantes interesados en la historia y la cultura, generando ingresos para la comunidad local y fomentando la economía.
- Resiliencia comunitaria: fortalece la resiliencia de las comunidades al mantener prácticas tradicionales que son adaptativas y sostenibles.

Inconvenientes

- Costo y recursos: la conservación y restauración de paisajes culturales pueden requerir inversiones significativas en tiempo, dinero y recursos humanos.
- Complejidad técnica: la integración de prácticas tradicionales con métodos modernos puede ser compleja y requiere conocimientos especializados.
- Desafíos de mantenimiento: la preservación a largo plazo puede ser un desafío debido a la necesidad de mantenimiento continuo y la capacitación de nuevas generaciones en técnicas tradicionales.

Relación con el Ecosistema

- Integración ecológica: los paisajes culturales a menudo integran prácticas agrícolas y de manejo del paisaje que son beneficiosas para la biodiversidad.
- Conservación de la biodiversidad: las prácticas tradicionales pueden mantener y mejorar la biodiversidad local al proporcionar hábitats adecuados para diversas especies.
- Servicios ecosistémicos: los paisajes culturales bien manejados pueden proporcionar servicios ecosistémicos importantes como la regulación del agua, la polinización y la conservación del suelo.

Aplicabilidad

- Sitios históricos: ideal para la restauración y conservación de sitios con significancia histórica y cultural, como ruinas antiguas, pueblos tradicionales y áreas agrícolas históricas.
- Zonas rurales y periurbanas: aplicable en áreas rurales donde se practican técnicas agrícolas tradicionales, así como en zonas periurbanas que buscan conservar su identidad cultural.
- Áreas protegidas: utilizable en la gestión de áreas protegidas que incluyen paisajes culturales, asegurando que la conservación de la naturaleza vaya de la mano con la preservación cultural.

Ejemplos

- Machu Picchu, Perú: restauración de las terrazas agrícolas y sistemas de gestión del agua, integrando técnicas tradicionales con métodos modernos para preservar este sitio histórico.
- Viñedos de La Rioja, España: Conservación de viñedos tradicionales que mantienen prácticas agrícolas centenarias, apoyando la biodiversidad y el turismo enológico.
- Campos de arroz en Bali, Indonesia: mantenimiento de los sistemas tradicionales de terrazas de arroz y subak (irrigación cooperativa), que son fundamentales para la cultura y la ecología local.
- Región de Toscana, Italia: restauración de paisajes agrícolas tradicionales que combinan olivares, viñedos y bosques, apoyando tanto la economía local como la conservación del paisaje.
- Parque Nacional de Cinque Terre, Italia: rehabilitación de terrazas de cultivo y caminos históricos, promoviendo el turismo sostenible y la conservación del patrimonio cultural.

DESARROLLO DE ECOBARRIOS

Descripción. Los ecobarrios son áreas urbanas diseñadas y gestionadas para ser sostenibles, promoviendo una vida comunitaria con bajo impacto ambiental. Integran tecnologías verdes, eficiencia energética, movilidad sostenible y prácticas de gestión de recursos. Vinculados a la idea de supermanzanas de Salvador Rueda, estos barrios reorganizan el espacio urbano para priorizar a peatones y ciclistas, reducir el tráfico vehicular y mejorar la calidad de vida.

Ejemplos

- Supermanzanas en Barcelona, España: áreas donde el tráfico de vehículos se limita a los perímetros, permitiendo que las calles interiores se conviertan en espacios públicos seguros y sostenibles.
- Vauban en Friburgo, Alemania: un barrio conocido por su enfoque en la movilidad sostenible, energía renovable y participación comunitaria.

Componentes y materiales

- Infraestructura verde: áreas verdes, techos y paredes verdes, parques urbanos, y jardines comunitarios.
- Tecnologías sostenibles: sistemas de energía renovable (paneles solares, turbinas eólicas), reciclaje y manejo de residuos, sistemas de recolección de aguas pluviales.
- Movilidad sostenible: redes de carriles bici, estacionamientos para bicicletas, sistemas de transporte público eficientes y accesibles.
- Materiales ecológicos: uso de materiales de construcción sostenibles y reciclados en edificios y espacios públicos.

Detalles constructivos

- Diseño participativo: involucrar a la comunidad en la planificación y toma de decisiones para asegurar que el barrio responda a las necesidades locales.
- Zonas de tráfico reducido: implementación de supermanzanas, donde el tráfico de vehículos se limita a los perímetros, priorizando el espacio para peatones y ciclistas.
- Eficiencia energética: construcción de edificios con estándares de eficiencia energética alta, como casas pasivas y edificios de energía cero.
- Gestión de recursos: sistemas integrados de gestión de residuos, agua y energía, promoviendo el reciclaje y la reutilización.

Ventajas

- Mejora de la calidad de vida: espacios más seguros y saludables para los residentes, con menos contaminación y más áreas verdes.
- Reducción del impacto ambiental: disminución de las emisiones de carbono y consumo

de recursos, promoviendo un estilo de vida sostenible.
- Fortalecimiento de la comunidad: fomenta la cohesión social y la participación comunitaria a través de espacios públicos y actividades colectivas.
- Atractivo económico: pueden aumentar el valor de la propiedad y atraer inversiones sostenibles y turismo.

Inconvenientes

- Costo inicial: la implementación puede ser costosa debido a la inversión en infraestructura verde y tecnologías sostenibles.
- Resistencia al cambio: puede encontrar oposición por parte de algunos residentes y comerciantes acostumbrados a modelos urbanos tradicionales.
- Mantenimiento: requiere una gestión continua y participación activa de la comunidad para mantener los estándares de sostenibilidad.

Relación con el Ecosistema

- Biodiversidad urbana: integración de áreas verdes que promueven la biodiversidad en entornos urbanos.
- Ciclo del agua: sistemas de recolección y reutilización de agua de lluvia, minimizando el impacto en el ciclo hidrológico urbano.
- Calidad del aire: reducción de la contaminación del aire gracias a la disminución del tráfico vehicular y aumento de áreas verdes.

Aplicabilidad

- Rehabilitación urbana: ideal para la regeneración de barrios degradados y la transformación de áreas industriales en desuso.
- Desarrollo de nuevas áreas: aplicable en nuevos desarrollos urbanos que buscan integrar la sostenibilidad desde el inicio.
- Zonas residenciales y mixtas: adaptable a diferentes tipos de uso del suelo, combinando espacios residenciales, comerciales y recreativos.

Ejemplos

- Supermanzanas en Barcelona, España: áreas donde el tráfico se limita a los perímetros, liberando el espacio interior para uso comunitario y sostenible. Implementan infraestructura verde, fomentan la movilidad activa y reducen la contaminación.
- Vauban en Friburgo, Alemania: un barrio que combina viviendas eficientes en energía, espacios verdes, y un diseño que promueve la movilidad sostenible y la vida comunitaria.
- Hammarby Sjöstad en Estocolmo, Suecia: desarrollo urbano sostenible que integra gestión eficiente de recursos, energía renovable y transporte sostenible.
- BedZED en Londres, Reino Unido: un eco-barrio que utiliza energías renovables, construcción sostenible y sistemas de gestión de residuos y agua para minimizar su huella ecológica.

CAPÍTULO VI. HIPERCONECTIVIDAD Y GESTIÓN INTELIGENTE DE RECURSOS

La hiperconectividad y la gestión inteligente de recursos representan un avance crucial en la sostenibilidad y eficiencia de las ciudades modernas. El uso de sensores IoT (Internet de las Cosas) permite una recopilación en tiempo real de datos sobre el consumo de recursos, calidad ambiental y funcionamiento de infraestructuras urbanas, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas. Estas tecnologías conectadas facilitan la optimización de sistemas como el uso del agua, la energía y la gestión de residuos, promoviendo un metabolismo urbano más eficiente. Además, la integración de inteligencia artificial (IA) y tecnologías avanzadas de monitoreo y predicción permite anticipar eventos climáticos extremos, gestionar mejor los recursos y mitigar riesgos, como inundaciones o picos en el consumo energético. Al combinar sensores IoT con IA, las ciudades pueden implementar sistemas adaptativos que optimicen el uso de los recursos y minimicen el impacto ambiental, haciendo posible un entorno más resiliente, sostenible y alineado con los principios de la ciudad inteligente.

El papel específico de cada tecnología en este proceso es:

- **Sensores IoT**: juegan un rol crucial en la monitorización en tiempo real de diversos recursos. Para el consumo de energía, estos sensores recopilan datos continuos sobre el uso de electricidad, lo que permite realizar ajustes automáticos que optimizan el consumo y reducen el desperdicio. En la gestión del agua y la red de saneamiento detectan fugas, controlan el caudal y la calidad del agua, y facilitan el mantenimiento proactivo de la infraestructura hídrica. Estos datos, una vez integrados en plataformas de análisis, permiten anticipar problemas y mejorar la eficiencia en la gestión de recursos críticos.
- **IA**: se combina con los sensores IoT para optimizar la gestión de recursos como el alumbrado público y las energías renovables. En el alumbrado público, ajusta automáticamente la iluminación según la hora del día, la presencia de peatones o vehículos, y las condiciones climáticas, maximizando la eficiencia energética. Para las energías renovables, analiza los datos de producción y consumo de energía en tiempo real, permitiendo ajustes inmediatos que aseguran el máximo aprovechamiento de fuentes limpias y reducen la dependencia de energías no renovables.

Tecnologías de monitoreo y predicción

El monitoreo específico de la calidad del agua y los niveles de agua mediante sensores IoT es crucial para garantizar el abastecimiento seguro y la gestión efectiva de recursos hídricos, especialmente en situaciones de escasez o contaminación, y para aumentar la resiliencia urbana y mitigar los riesgos asociados con inundaciones y otros eventos hidrológicos, de los cuales son aspectos técnicos clave:

- **Sensores y dispositivos de medición:** sensores de nivel y flujo de agua que utilizan ultrasonidos, radar o medidores de presión para medir el nivel del agua y la velocidad del flujo en tiempo real. Estos se instalan en ríos, canales y sistemas de drenaje urbano para prevenir inundaciones.
- **Estaciones meteorológicas integradas** equipadas con anemómetros, pluviómetros y barómetros para medir la velocidad del viento, cantidad de precipitación y presión atmosférica. Estos dispositivos proporcionan datos precisos y actualizados que ayudan a predecir y gestionar eventos pluviales.
- **Sensores de calidad del agua:** emplean espectrofotometría y técnicas electroquímicas para medir parámetros como turbidez, nutrientes, metales pesados y contaminantes orgánicos, clave para la vigilancia ambiental y la gestión de la calidad del agua en tiempo real.
- **Sistemas de control automatizado:** actuadores y compuertas automatizadas controladas remotamente permiten la regulación del flujo de agua en presas, reservorios y sistemas de alcantarillado.
- **Sistemas de control basados en IoT:** conexión de dispositivos de monitoreo y control a través de redes inalámbricas para una gestión centralizada y en tiempo real.
- **Software de modelización y simulación:** utiliza algoritmos avanzados y modelos predictivos para simular escenarios de manejo de aguas pluviales, fundamental para la planificación de infraestructura y la preparación ante emergencias.
- **Integración de tecnología y comunicación:** sistemas SCADA proporcionan una plataforma para monitorear, adquirir y analizar datos desde múltiples ubicaciones.
- **Redes de comunicación:** emplean tecnologías como LTE, 5G y fibra óptica para garantizar la transmisión rápida y segura de datos, clave para la conectividad y la respuesta rápida en sistemas de gestión de aguas pluviales.

Ventajas e Inconvenientes

- **Ventajas:**

– Respuesta rápida a eventos pluviales, mejorando la capacidad de respuesta ante lluvias intensas y potenciales inundaciones.
– Mejora en la eficiencia de la gestión de aguas pluviales, permitiendo una gestión proactiva y reduciendo la necesidad de intervenciones de emergencia.
– Optimización del uso de recursos, minimizando el desperdicio de agua y mejorando la planificación del uso de infraestructuras.

- **Inconvenientes:**

– Costo inicial elevado debido a la implementación de tecnología avanzada.
– Dependencia tecnológica, que requiere mantenimiento constante y es susceptible a fallos técnicos.
– Complejidad de implementación, que requiere integración con sistemas existentes y capacitación especializada.

Ejemplos Internacionales

- **Smart Tunnel, Kuala Lumpur, Malasia:** túnel multifuncional que sirve tanto para tráfico vehicular como para control de inundaciones, equipado con tecnología avanzada para monitorear y dirigir flujos de agua durante lluvias intensas.
- **Ámsterdam, Países Bajos:** implementación de sistemas inteligentes de gestión de aguas pluviales que utilizan tecnologías IoT para monitorear y responder a las condiciones de las aguas urbanas.
- **Proyecto Neptune, Toronto, Canadá:** utiliza tecnología de monitoreo en tiempo real para gestionar y controlar el sistema de aguas pluviales y prevenir inundaciones en la ciudad.

Referencias bibliográficas

Carral, L., Camba, C., Galdo, M. I., Rodríguez-Guerreiro, M., & Cartelle, J. (2020). Evaluación de los materiales empleados en los arrecifes artificiales verdes de las rías gallegas en términos de economía circular. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(23), 8850. https://doi.org/10.3390/ijerph17238850

Listado de tablas

Tabla 1 Análisis restauración humedales vs. Revegetación 5
Tabla 2 Beneficios envolventes verdes 78

Listado de figuras

Figura 1. Esquema gestión ciclo hídrico Fuente Extraído a 20-08-24 de https://www.drenatura.com/tecnologias-de-drenaje-sostenible/ 72

Figura 2 Esquema jardín de lluvia Fuente https://www.drenatura.com/tecnologias-de-drenaje-sostenible/ 73

Figura 3 Techo verde y azul, detalle Fuente https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-%20roofs/extensive-green-roofs/retention-roof/ -2023-10-04 74

Figura 4 Techo azul. Detalle constructivo Techo de agua © atelier GROENBLAUW- https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/water-roofs-2/ -2023-101-04 75

Figura 5 Detalle constructivo fachada vegetal https://es.pinterest.com/pin/556476097702586435/ 79

Figura 6 NBS vs ingeniería dura Fuente Extraído a 20-08-24 de https://www.drenatura.com/tecnologias-de-drenaje-sostenible/ 81

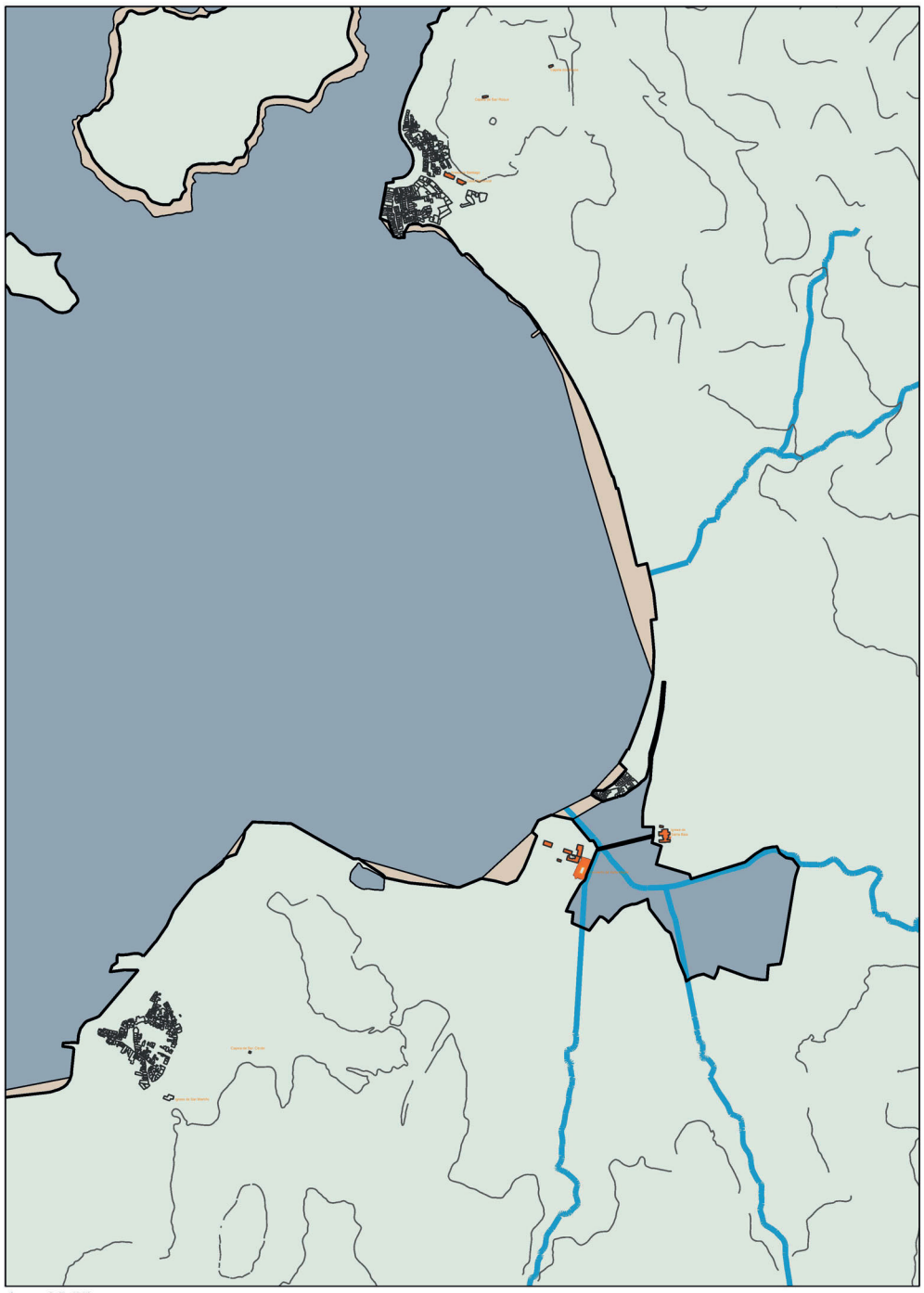
JESÚS VALIÑO ARCOS

ANEXO V

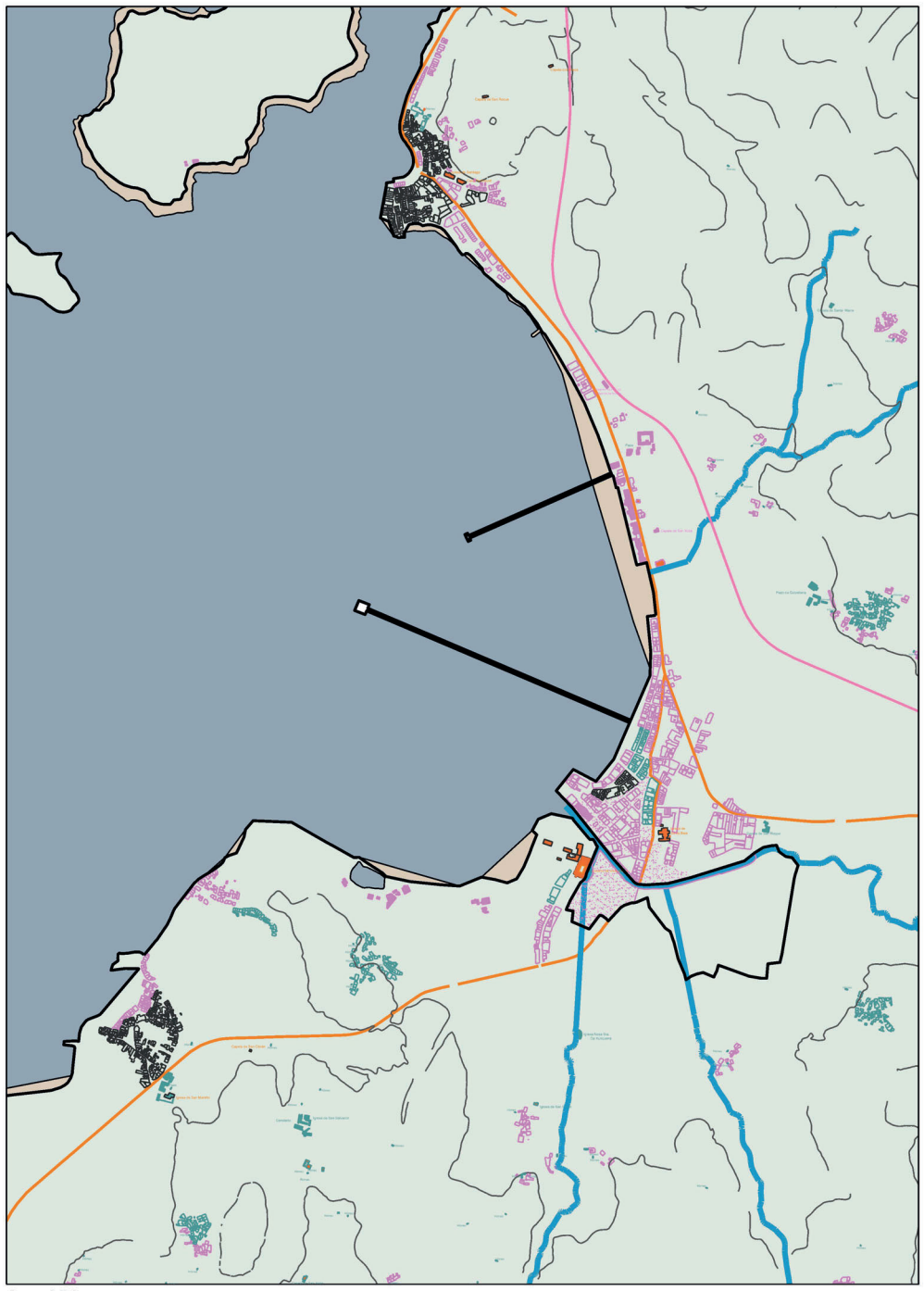
PLANOS PROPUESTA RESILIENCIA VGA

SEPTIEMBRE DE 2024

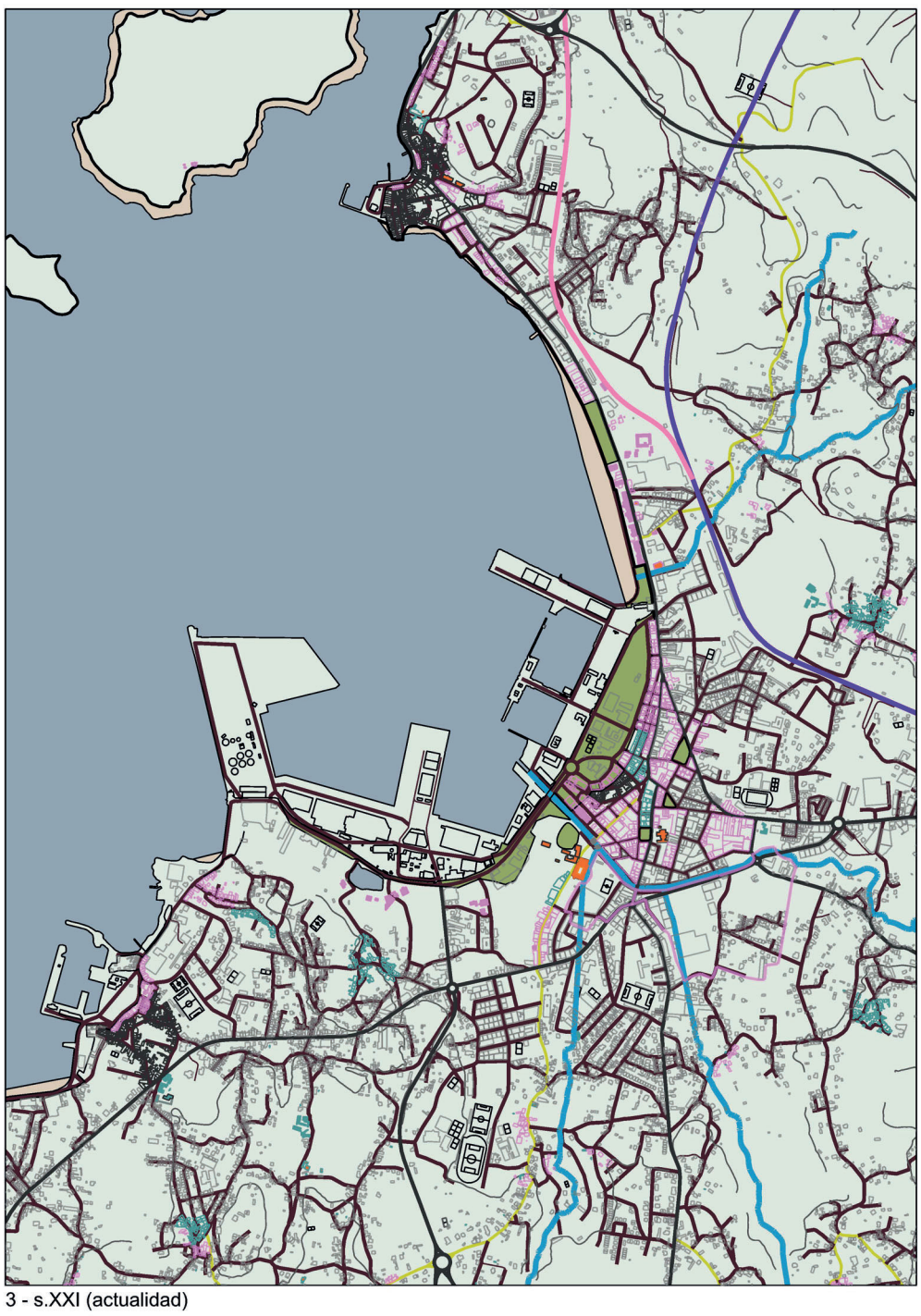
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 (0 — 175 — 350m)	AGOSTO 2024
PLANO: ESTADO ACTUAL	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-1.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



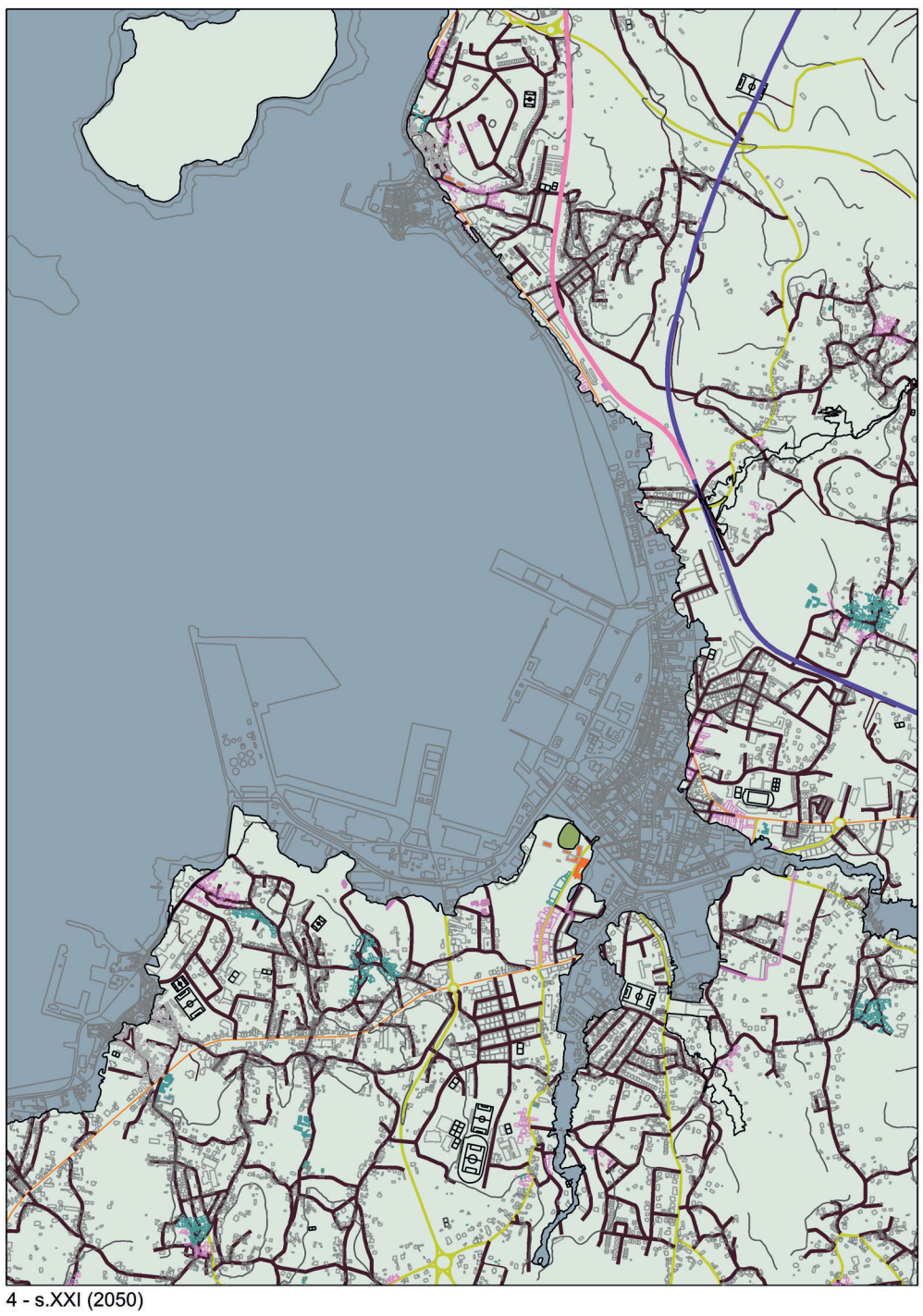
1 - s.XVIII



2 - s.XX

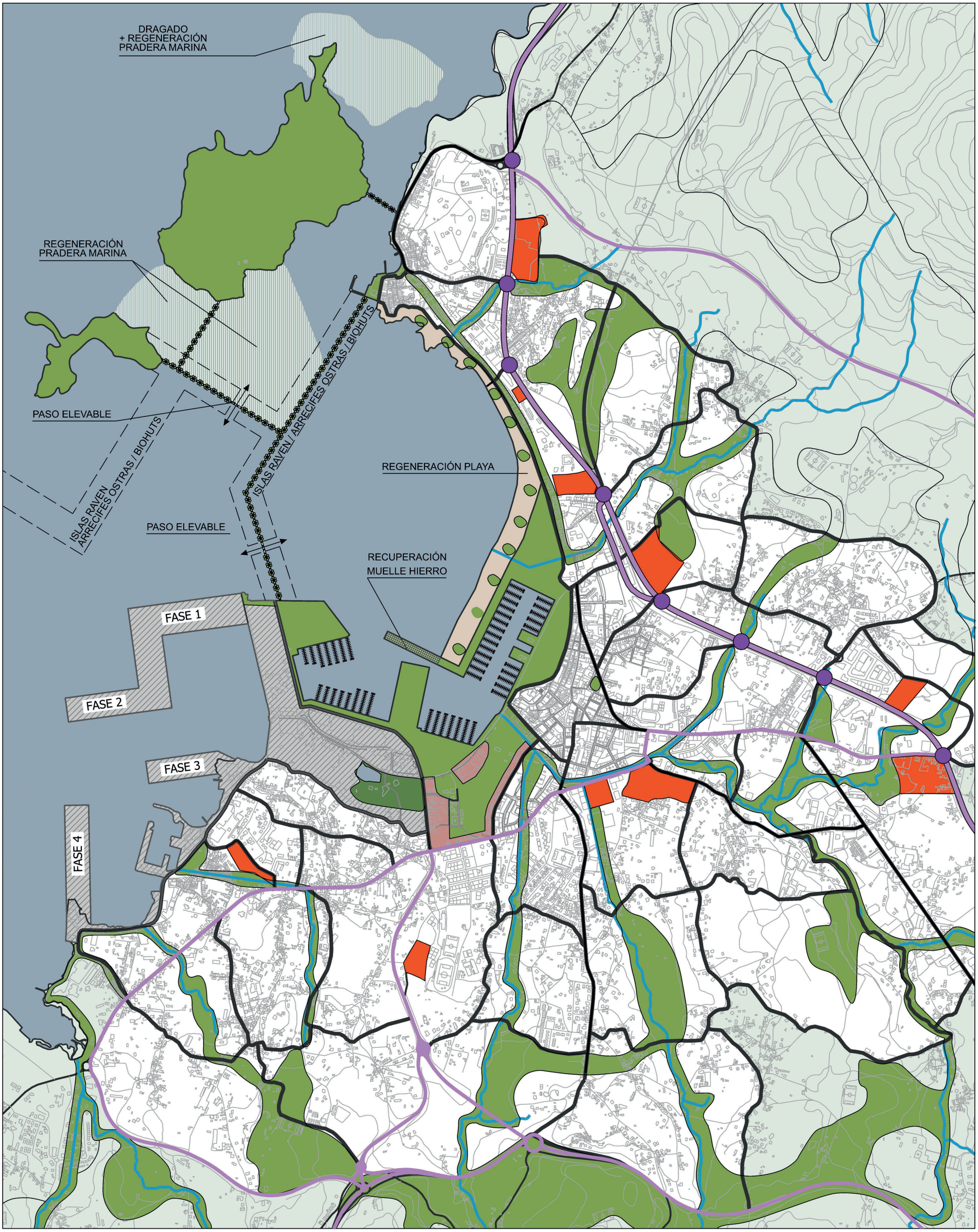


3 - s.XXI (actualidad)

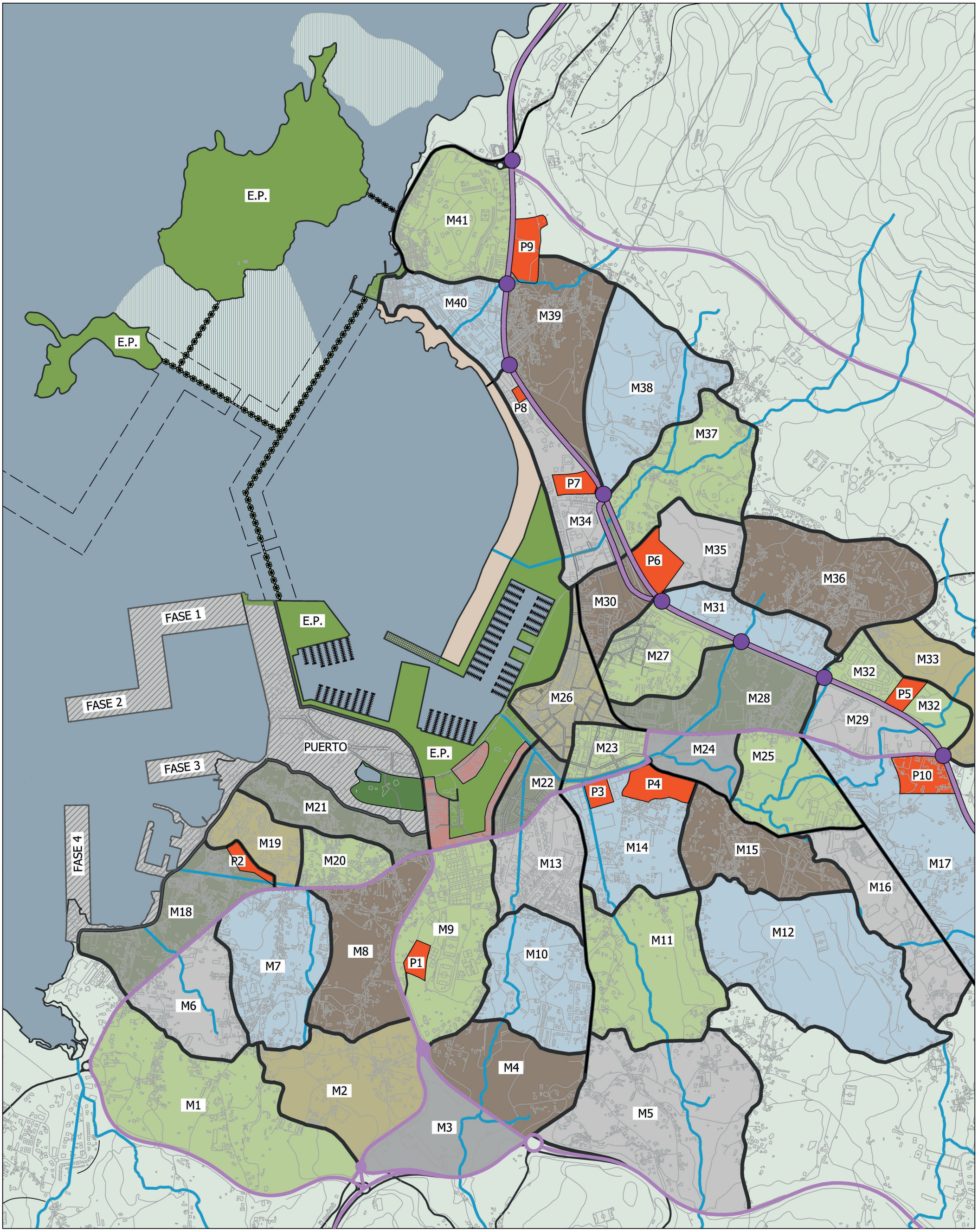


4 - s.XXI (2050)

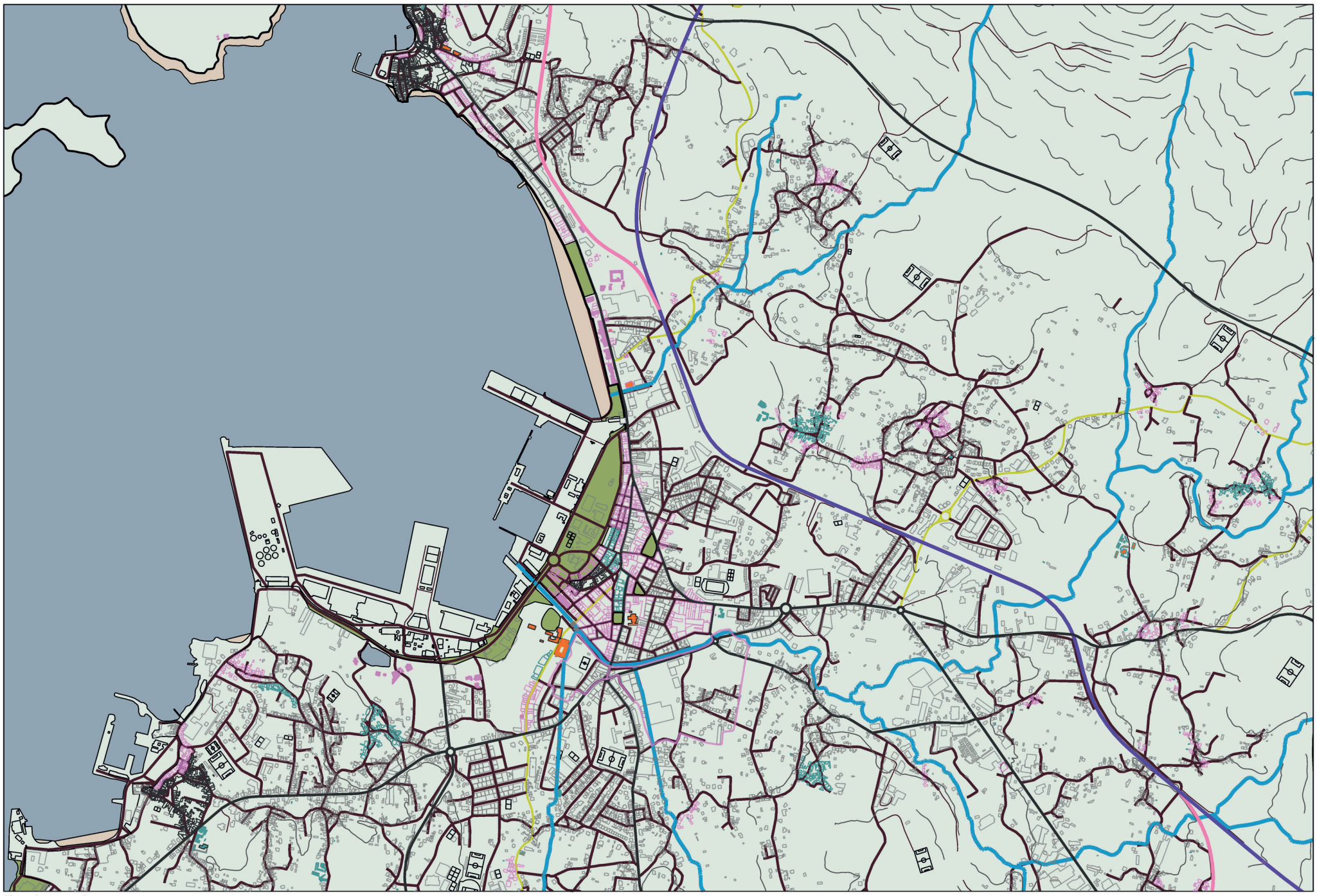
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/25.000 (0 250 500m)	AGOSTO 2024
PLANO: EVOLUCIÓN	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-2.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



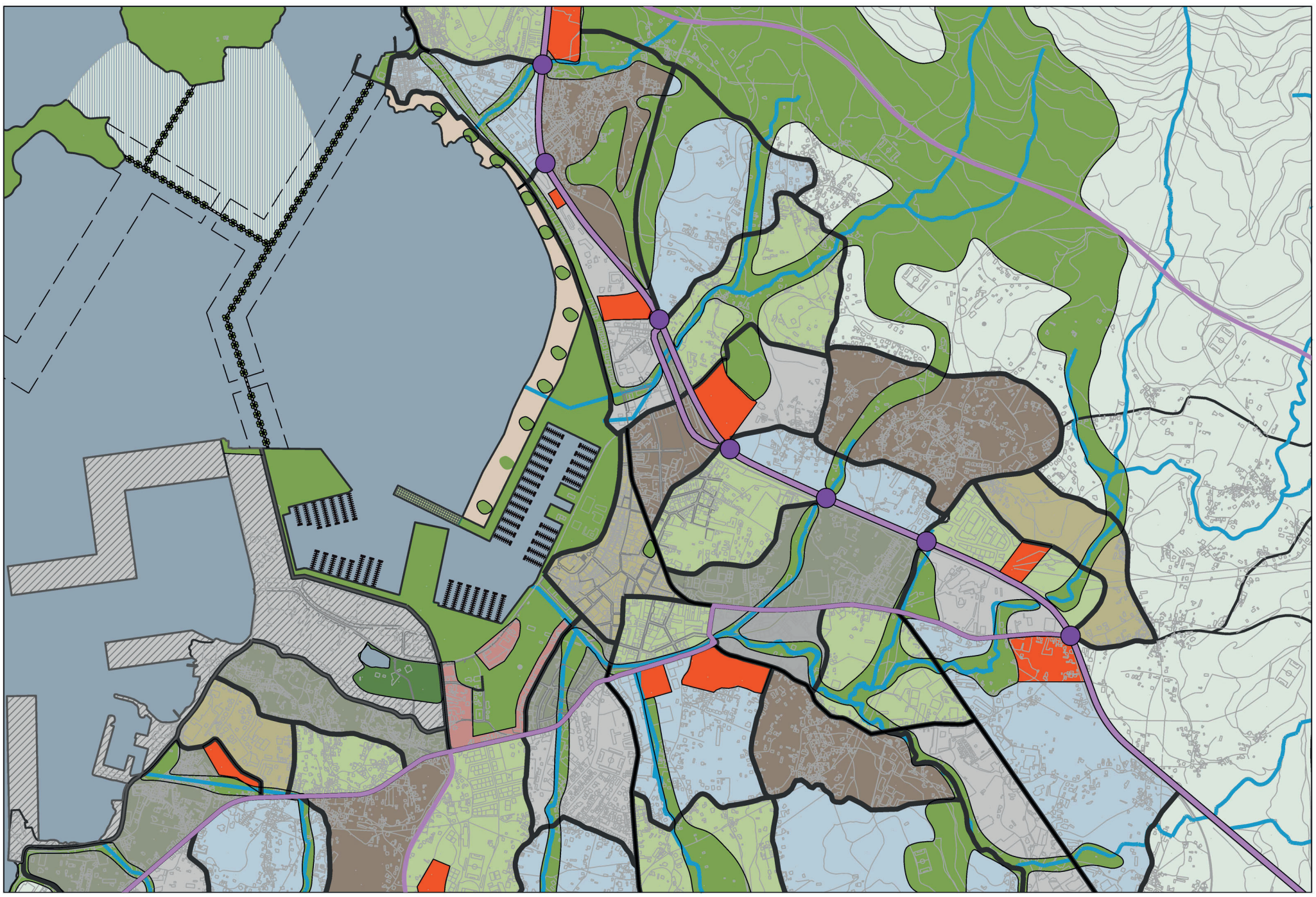
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 (0 175 350m)	AGOSTO 2024
PLANO: PROPUESTA IAV (INFRAESTRUCTURA AZUL-VERDE) + REGENERACIÓN FLUVIAL Y MARINA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-2.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 0 175 350m	AGOSTO 2024
PLANO: PROPUESTA SUPERMANZANAS	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-2.02
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

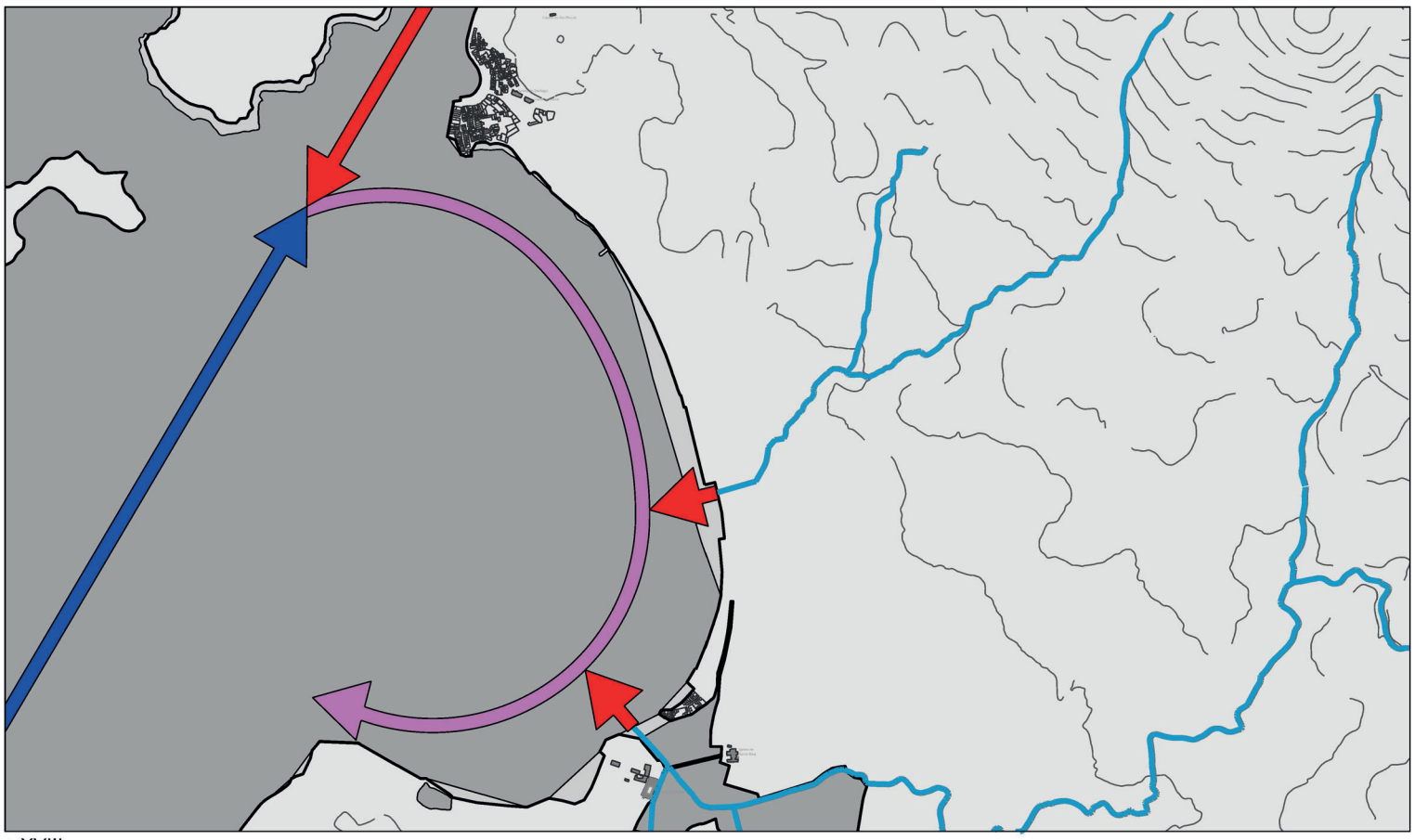


Estado actual



Propuesta

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/20.000 (0 200 400m)	AGOSTO 2024
PLANO: COMPARATIVA ESTADO ACTUAL - PROPUESTA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-2.03
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

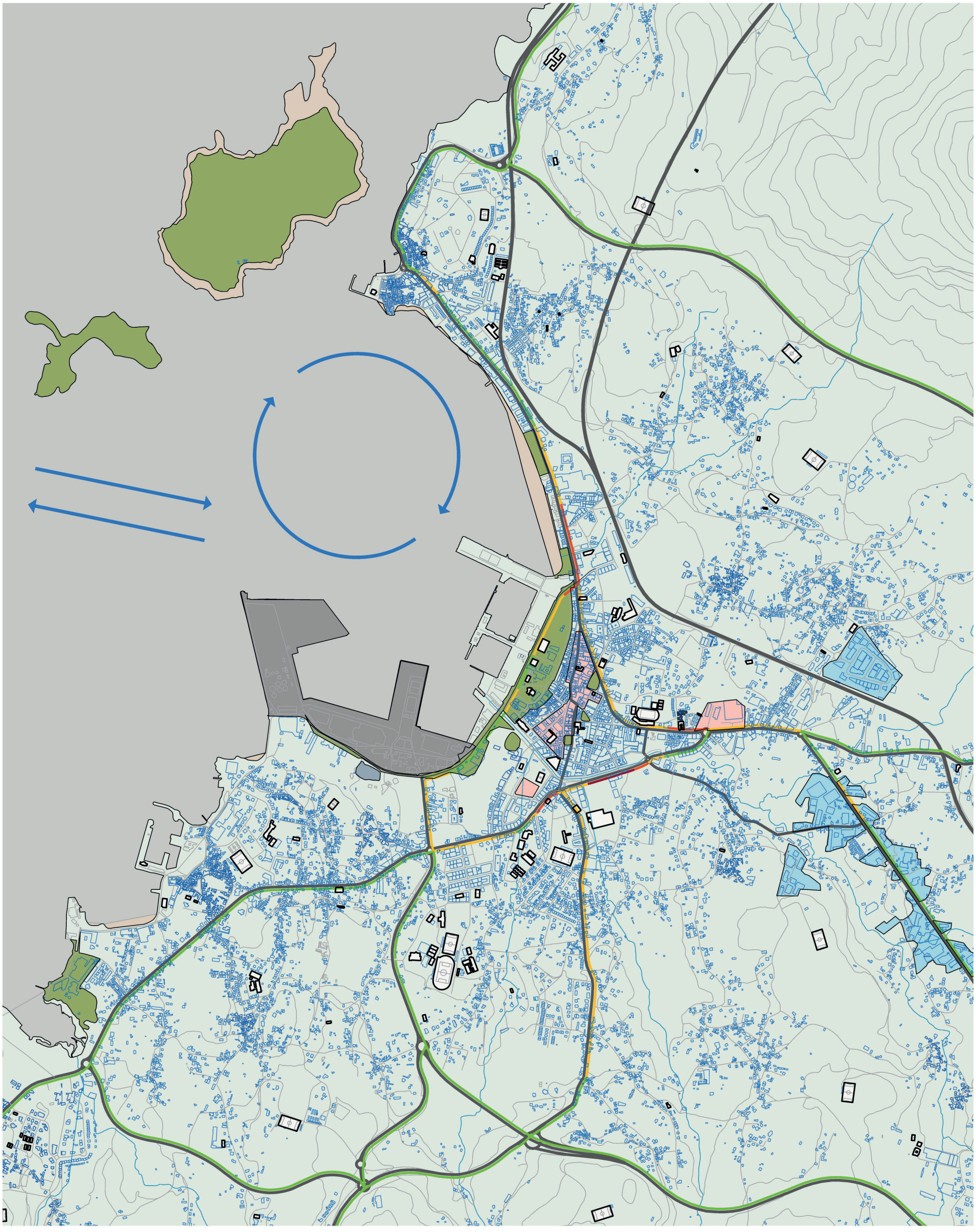


s.XVIII

s.XXI (actualidad)

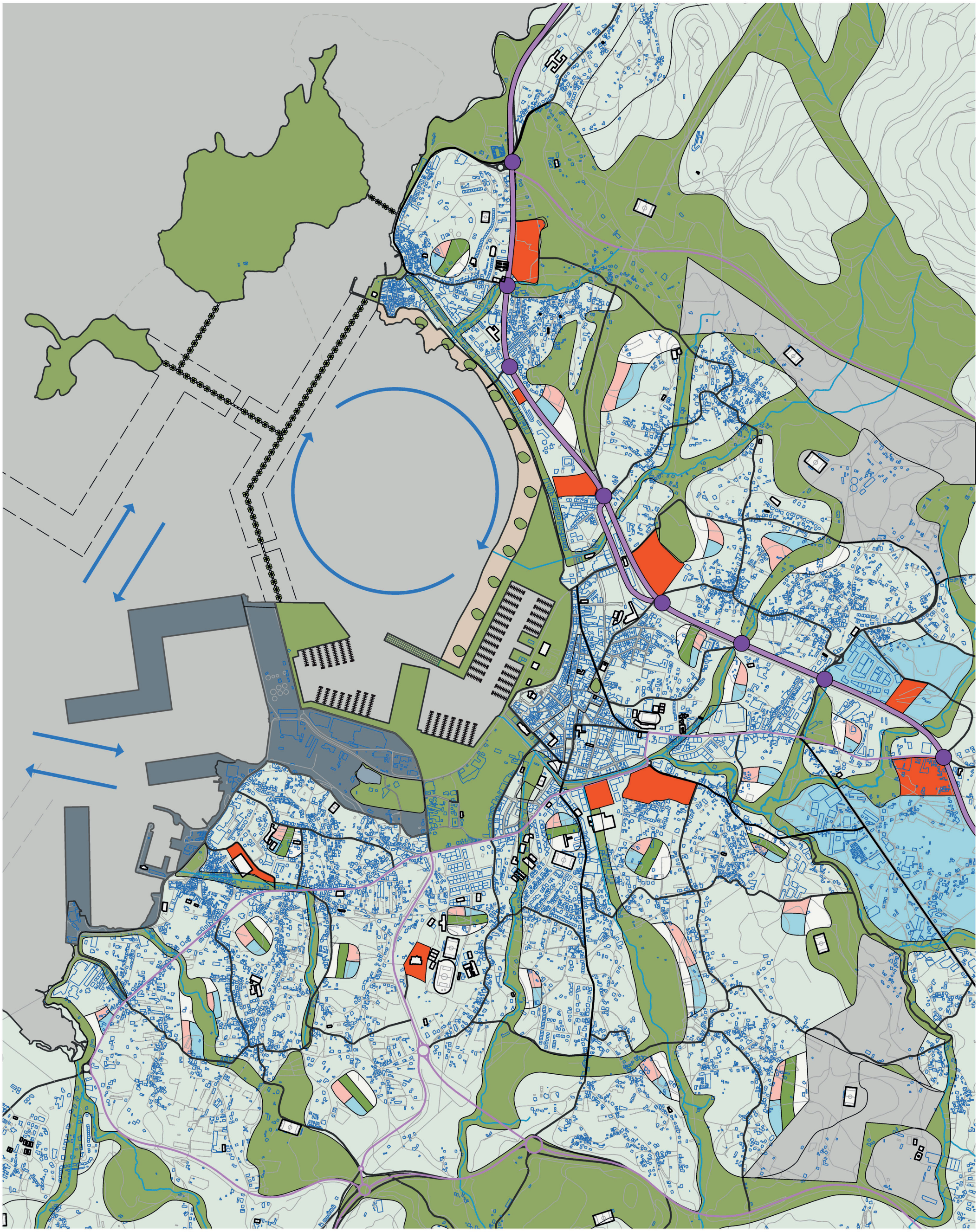
s.XXI (propuesta)

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/25.000 (0 250 500m)	AGOSTO 2024
PLANO: CORRIENTES	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-2.04
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



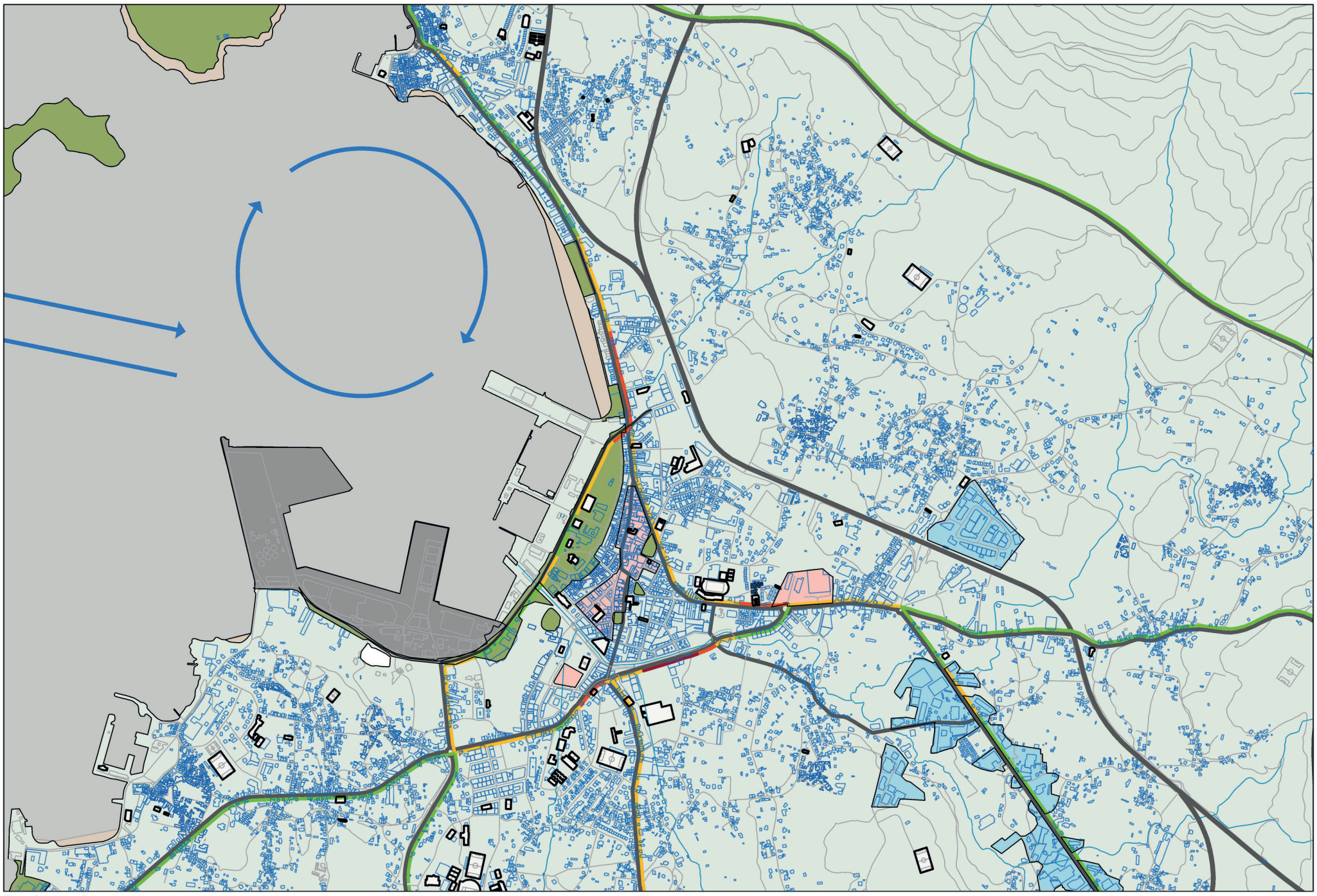
Espacio Verde/Público
Zona Portuaria
Comercial
Equipamientos
Áreas empresariales
Soberanía alimentaria
Viviendas
Red viaria vertebradora / red ferroviaria
Movimiento marítimo
Movilidad
Rápido
Lento

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/17.500 0 175 350m	AGOSTO 2024
PLANO: MAPEO TERRITORIALIDAD ACTUAL		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-3.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		

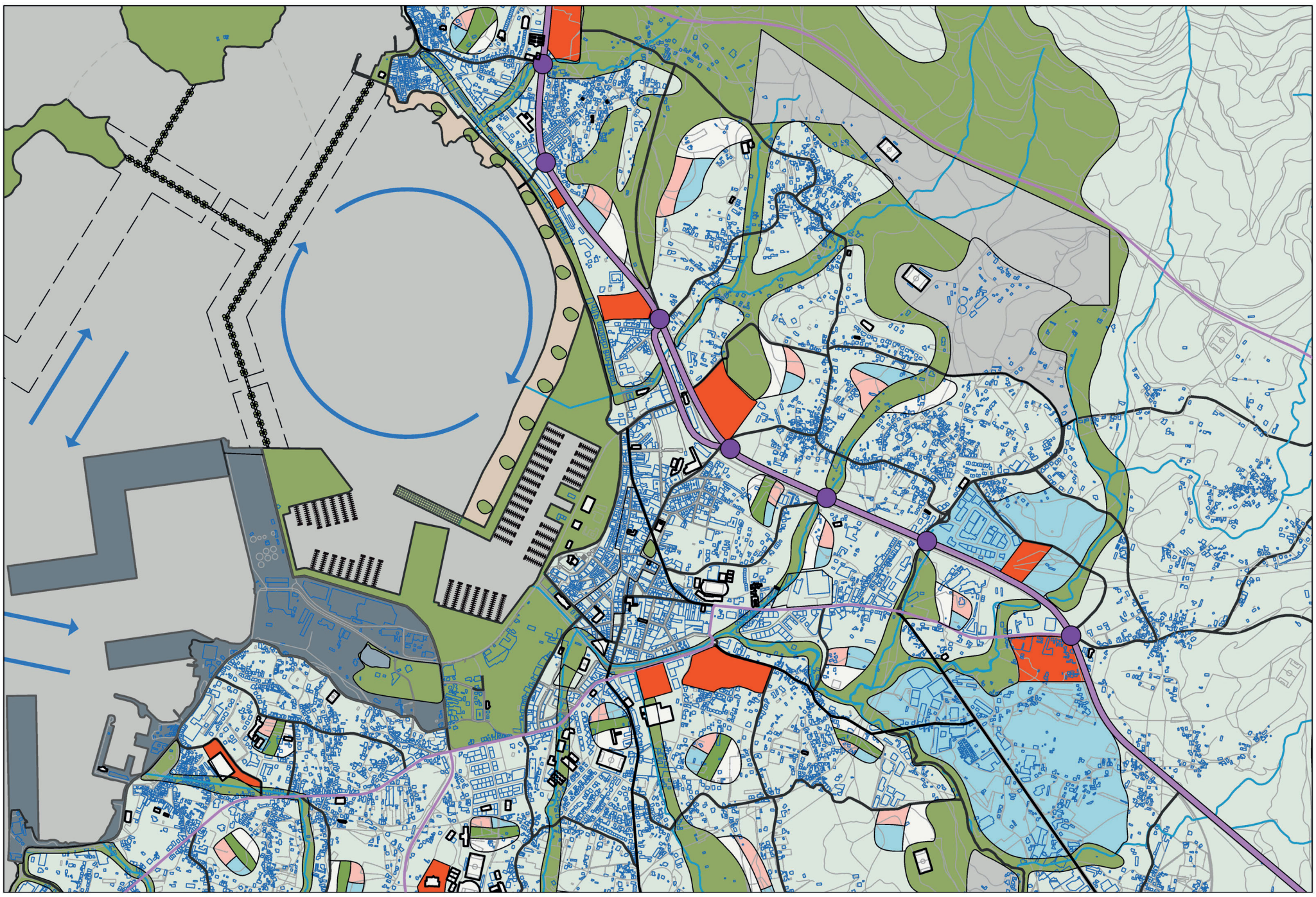


Espacio Verde/Público
Zona Portuaria
Comercial
Equipamientos
Áreas empresariales
Soberanía alimentaria
Viviendas
Aparcamiento disuasorios
Eje de Comunicación Tren/Vehículo
Nudos conexión
Circunvalación
Red viaria vertebradora / red ferroviaria
Movimiento marítimo

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/17.500 (0 175 350m)	AGOSTO 2024
PLANO: MAPEO TERRITORIALIDAD PROPUESTA		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-3.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		



Estado actual



Propuesta

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/20.000 (0 200 400m)	AGOSTO 2024
PLANO: COMPARATIVA MAPEO TERRITORIALIDAD ACTUAL - PROPUESTA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-3.02
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

Espacio Verde/Público
Zona Portuaria
Comercial
Equipamientos
Áreas empresariales
Soberanía alimentaria
Viviendas
Aparcamiento disuasorios
Paisaje cultural / viñedo
Sistema agroforestal
Red viaria vertebradora / red ferroviaria
Movimiento marítimo
Eje de Comunicación Tren/Vehículo
Nudos conexión
Circunvalación

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/17.500 0 175 350m	AGOSTO 2024
PLANO: GESTIÓN DE RECURSOS	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao		UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-3.03
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		

Espacio Verde/Público

Cubierta vegetal edificios

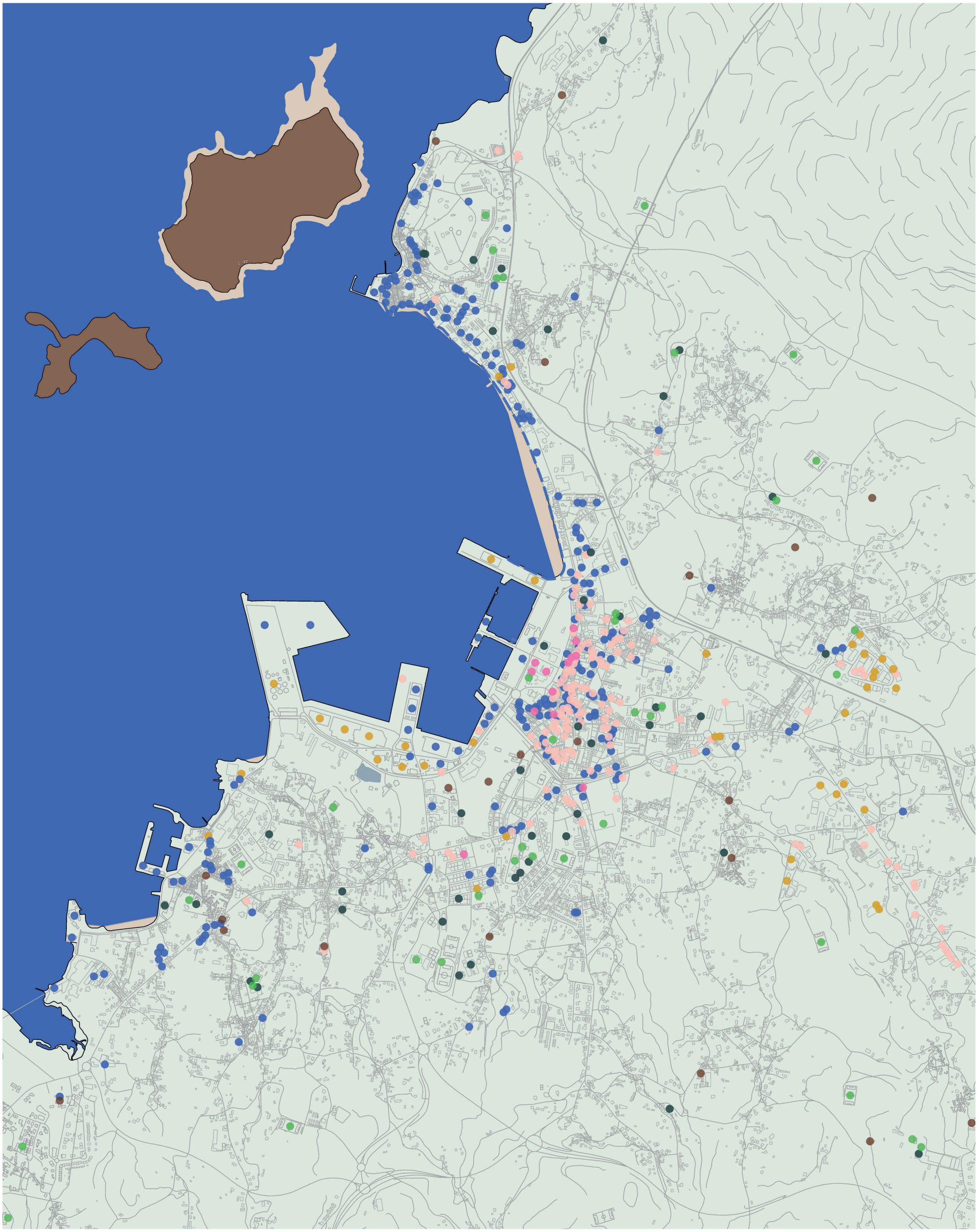
Red viaria vertebradora / red ferroviaria

Eje de Comunicación Tren/Vehículo

Nudos conexión

Circunvalación

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 0 175 350m	AGOSTO 2024
PLANO: EDIFICIO ARBOL	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-3.04
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

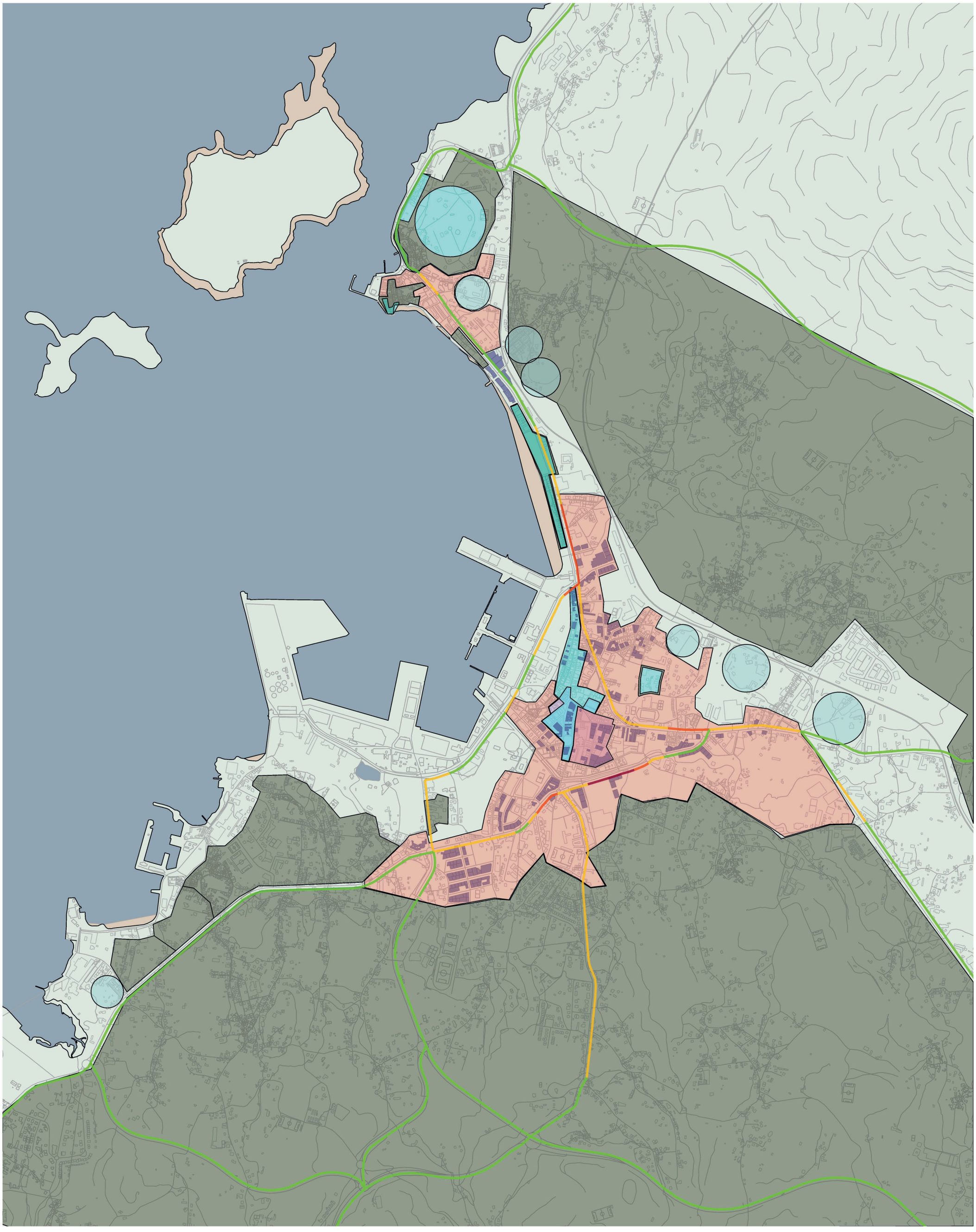


- Comarca y Vilagarcía de Arousa. Mar
- Comarca y servicios
- Comarca y Ocio
- Vilagarcía de Arousa. Cultura y educación
- Vilagarcía de Arousa. Deporte
- Vilagarcía de Arousa. Patrimonio natural y construido
- Trabajo e Industria

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/17.500 (0 175 350m)	AGOSTO 2024
PLANO: MAPEO DE CIRCULARIDAD ECONÓMICA - ESTADO ACTUAL		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-4.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		

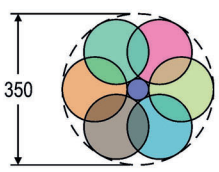
- Comarca y Vilagarcía de Arousa. Mar
- Comarca y servicios
- Comarca y Ocio
- Vilagarcía de Arousa. Cultura y educación
- Vilagarcía de Arousa. Deporte
- Vilagarcía de Arousa. Patrimonio natural y construido
- Trabajo e Industria
- Áreas empesariales
- Aparcamientos disuasorios

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 (0 175 350m)	AGOSTO 2024
PLANO: MAPEO CIRCULARIDAD ECONÓMICA - PROPUESTA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-4.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



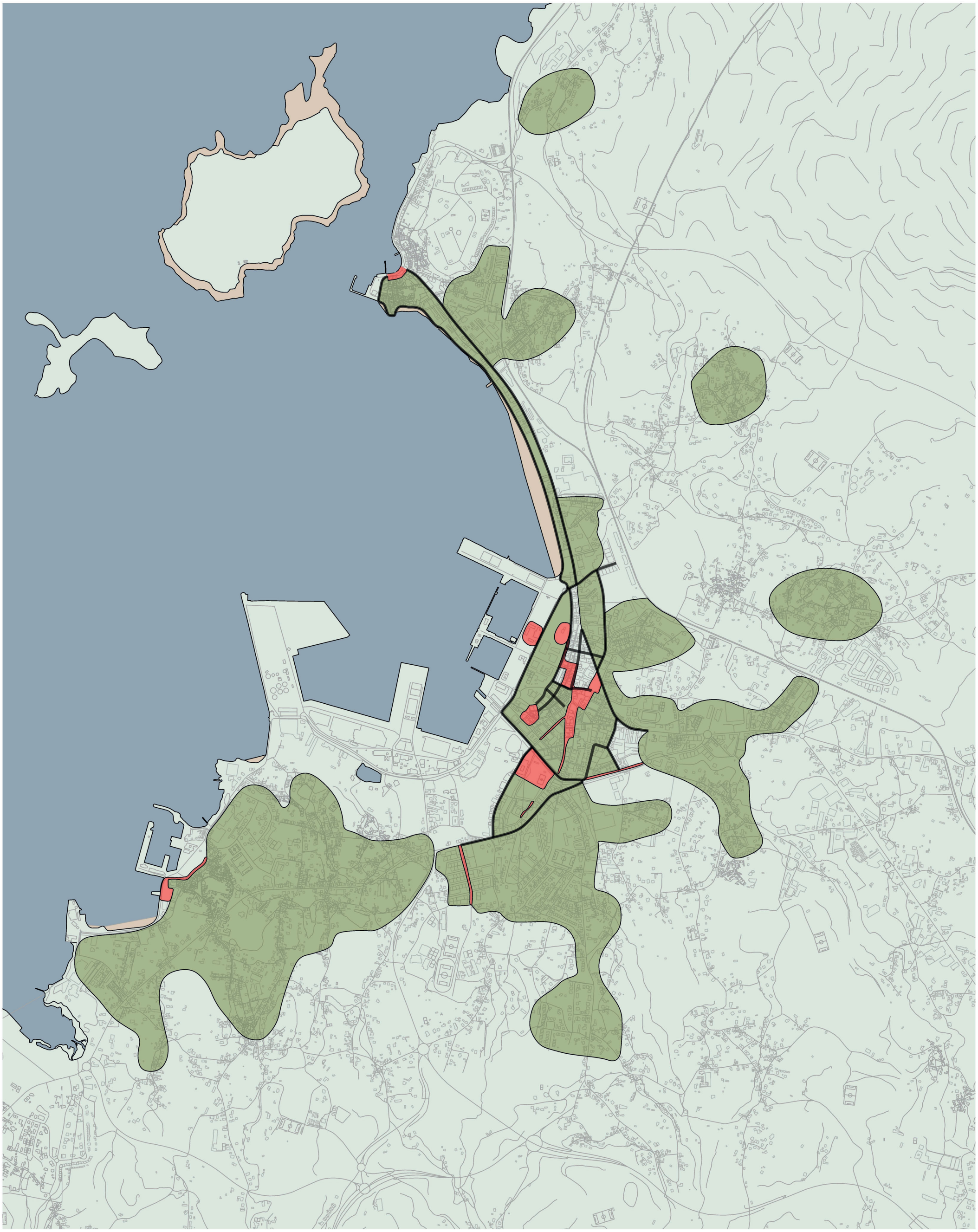
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/17.500 0 175 350m	AGOSTO 2024
PLANO: METABOLISMO URBANO - CONGESTIÓN URBANA - ESTADO ACTUAL		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-5.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		

ÁMBITO	SUB ÁMBITO	DISTANCIA 300 m	DISTANCIA 600 m
DOTACIONES	GUARDERÍA	X	
	CENTRO ESCOLAR	X	
	CENTRO SALUD		X
EQUIPAMIENTOS BÁSICOS	BIENESTAR SOCIAL 3ª EDAD	X	
	CULTURAL: CENTRO CÍVICO, BIBLIOTECA, CENTRO CULTURAL	X	
	INSTALACIONES DEPORTIVAS 8. 80 TODAS EDADES		X
	ESPACIO COLABORATIVO		X
	ENTIDAD BANCARIA		X
	CENTRO DIGITAL MUTI ETARIA: FORMACIÓN Y USO		X
	CORREOS-DISTRIBUCIÓN		X
VIDA COTIDIANA	FARMACIA	X	
	MERCADO		X
	SUPERMERCADO	X	
	ALIMENTACIÓN DE PROXIMIDAD: PANADERÍA, PESCADERÍA, CARNICERÍA, FRUTERÍA,..	X	
TRANSPORTE	PARADA TRANSPORTE PÚBLICO	X	
	RED CICLISTA	X	
ESPACIO PÚBLICO	ESPACIO VERDE > 1000 M2		X
	ÁREA JUEGOS INFANTILES	X	
RESIDUOS	PUNTO RECOGIDA SELECTIVA	100 M	
	PUNTO LIMPIO FIJO O MÓVIL		X
SOCIALIZACIÓN	OCIO- RESTAURACIÓN: BAR, CAFETERÍA, RESTAURANTE		
	ÁREA ABIERTA. PLAZA- PARQUE	X	
	COMERCIO CERCANÍA	X	
	ESPACIO JOVEN: CULTURA Y OCIO		X
	ESPACIO JUEGOS EXTERIORES MULTI ETÁRIOS	X	
DESARROLLO	CENTRO EMPRENDIMIENTO: VIVERO TRABAJO JOVEN,..		X
	COWORKING, AREA FIJACIÓN POBLACIÓN		X

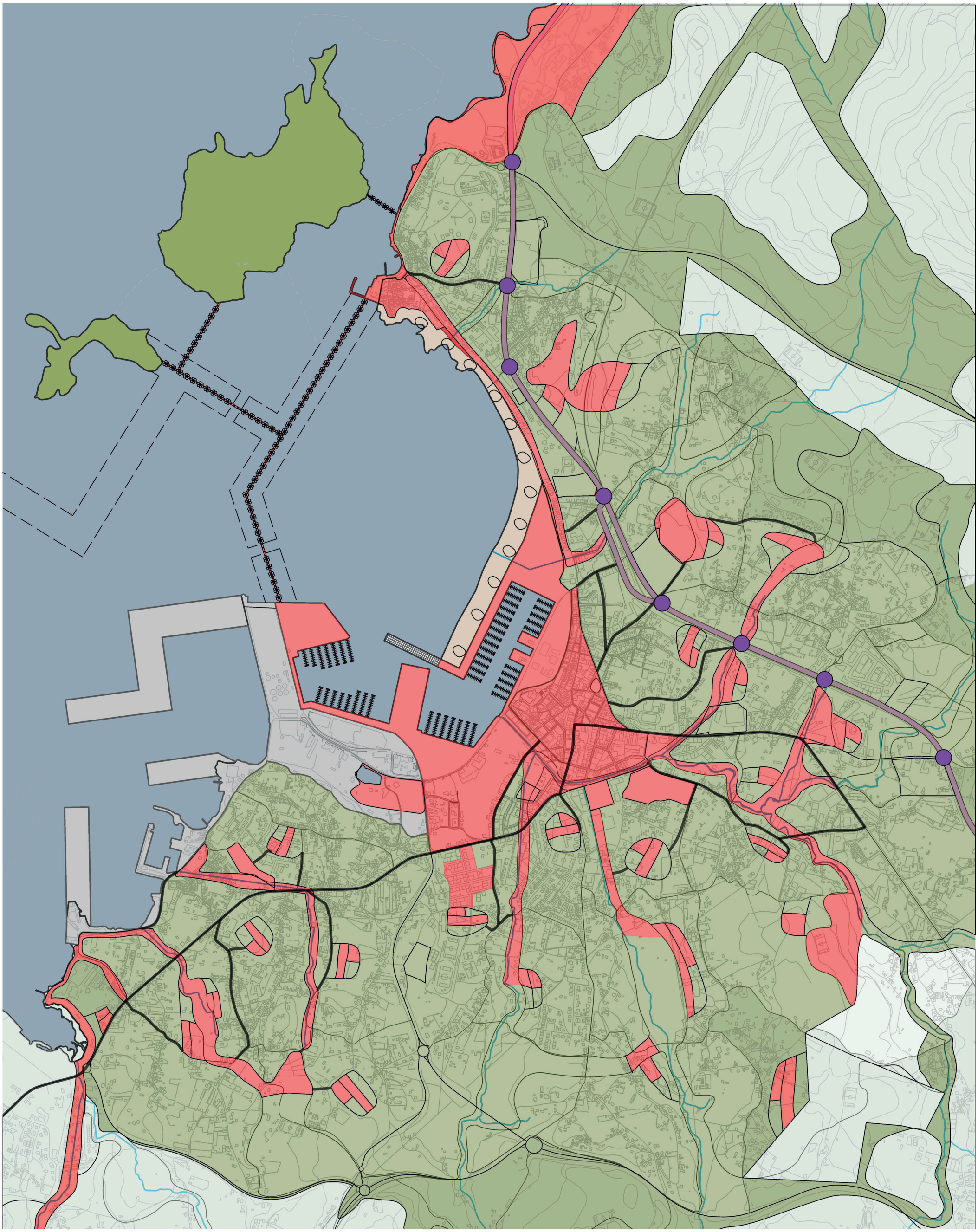


Equipamiento · Desarrollo · Socialización · Espacio Público · Vida Cotidiana · Transporte · Residuos

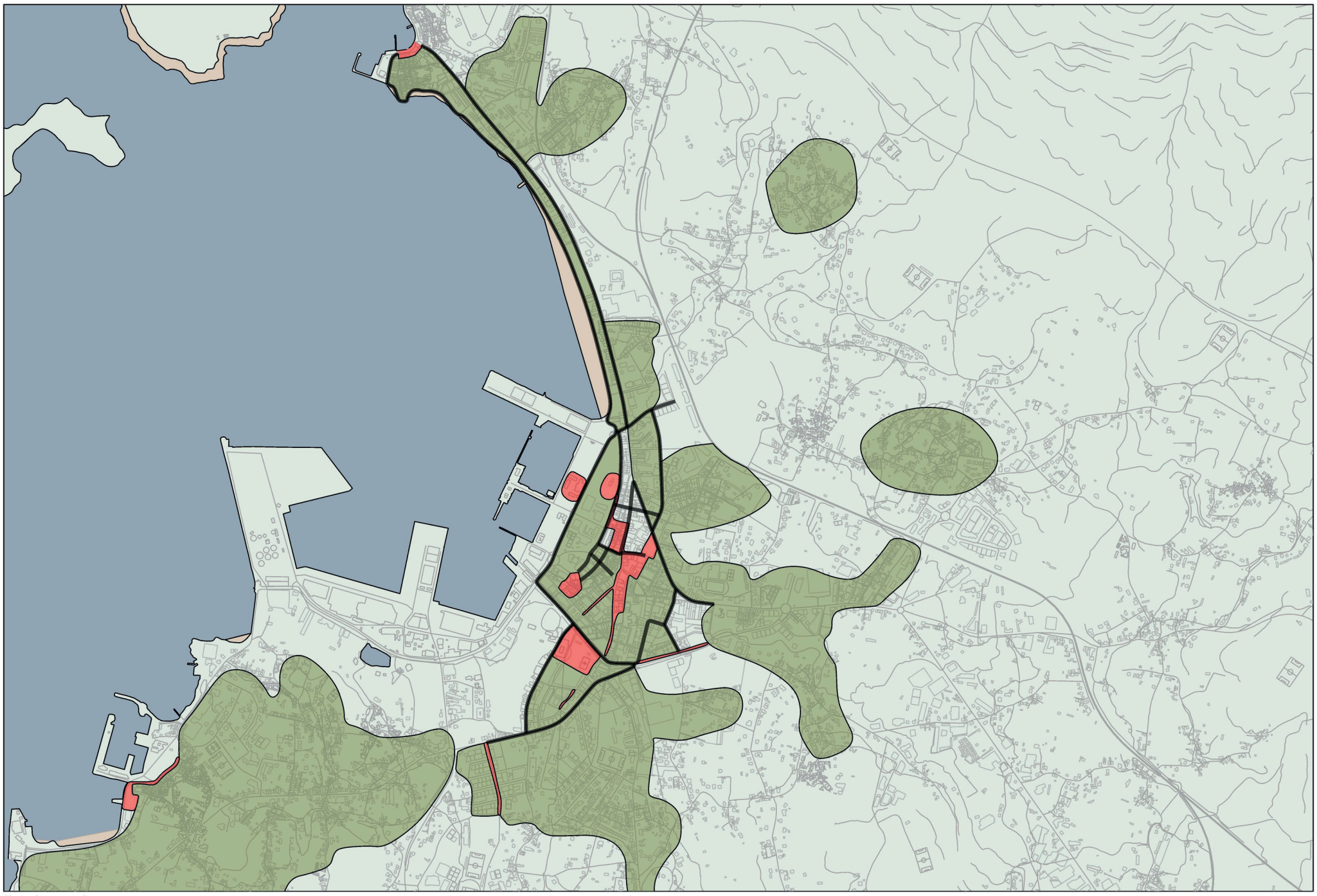
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/17.500 (0 – 175 – 350m)	AGOSTO 2024
PLANO: METABOLISMO URBANO - CONGESTIÓN URBANA - PROPUESTA		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-5.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		



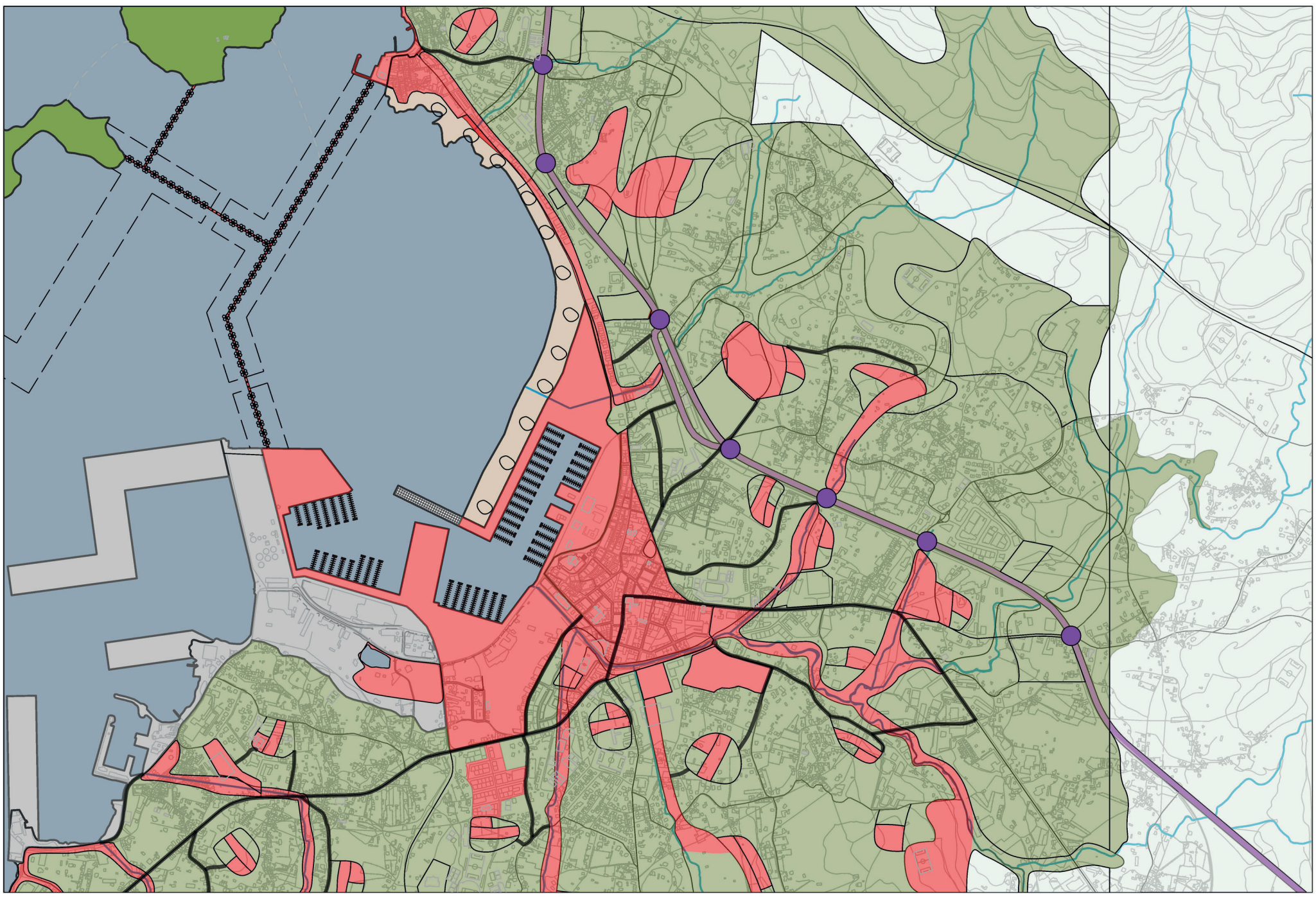
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 0 175 350m	AGOSTO 2024
PLANO: ESPACIO PÚBLICO - LUGARES - ENCUENTRO SOCIAL - ESTADO ACTUAL	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-6.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 0 175 350m	AGOSTO 2024
PLANO: ESPACIO PÚBLICO - LUGARES - ENCUENTRO SOCIAL - PROPUESTA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-6.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

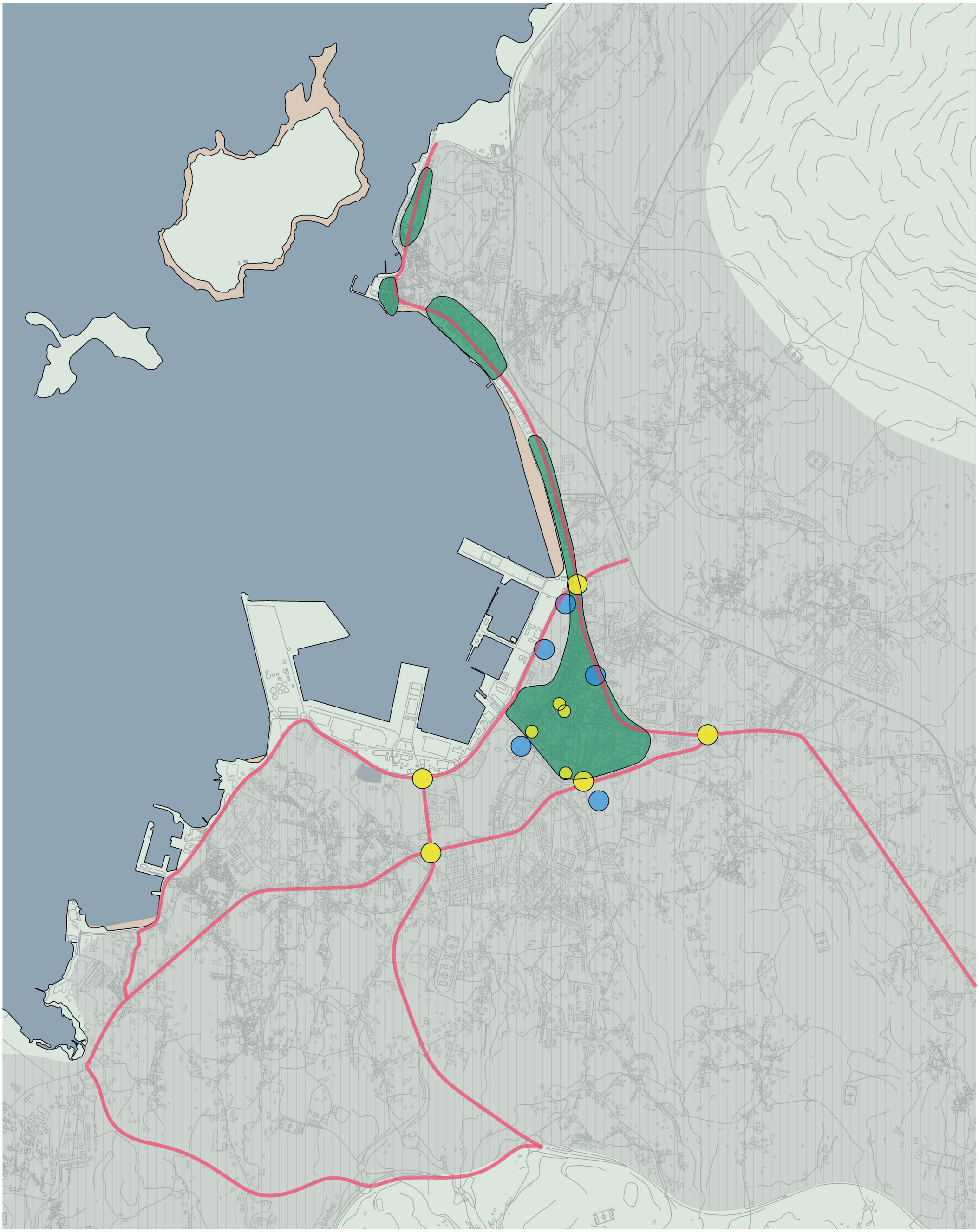


Estado actual

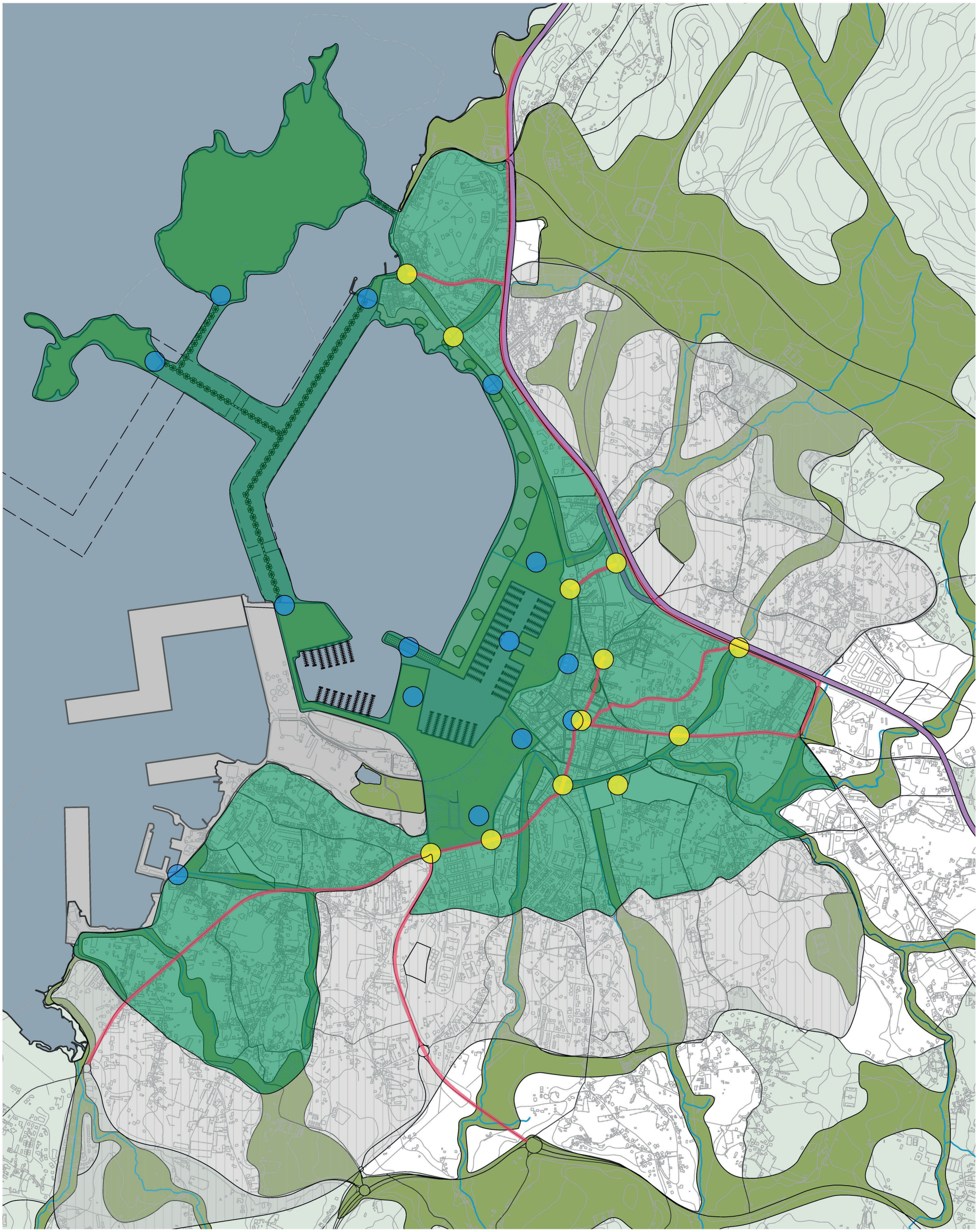


Propuesta

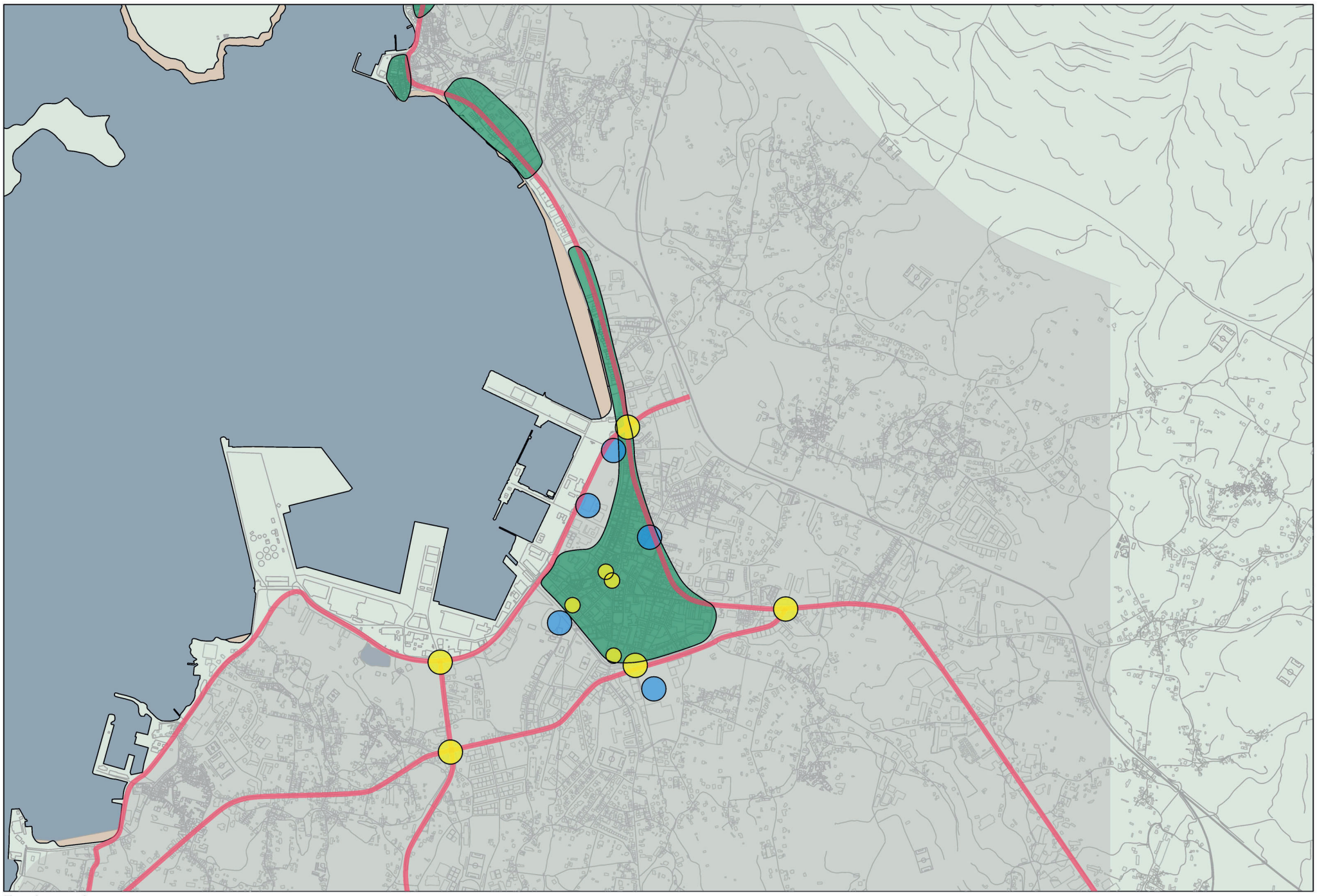
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/20.000 (0 200 400m)	AGOSTO 2024
PLANO: COMPARATIVA LUGARES - ENCUENTRO SOCIAL - ACTUAL - PROPUESTA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-6.02
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



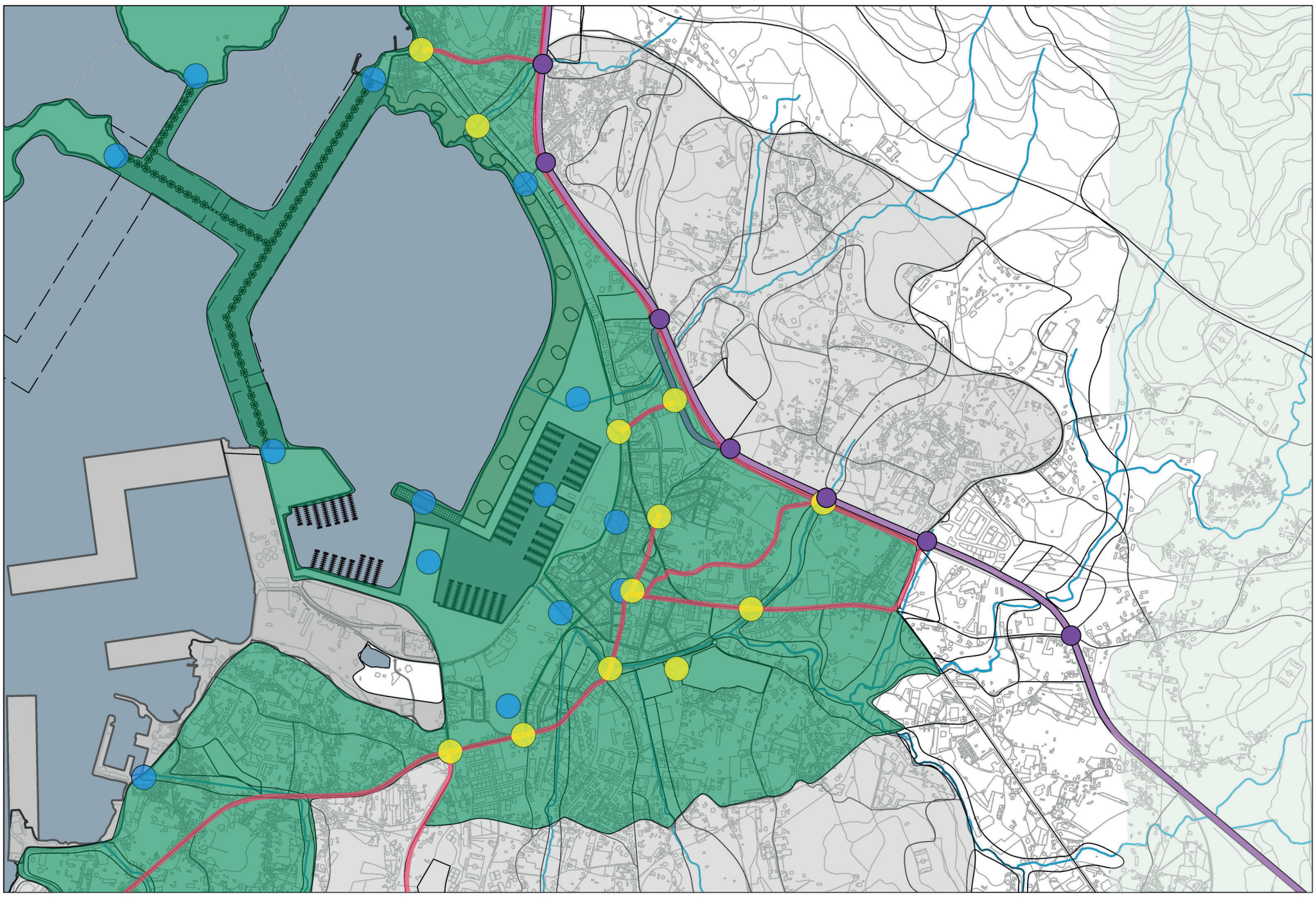
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 (0 175 350m)	AGOSTO 2024
PLANO: ESPACIO PÚBLICO - LUGARES DE KEVIN LYNCH - ESTADO ACTUAL	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-6.03
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/17.500 (0 175 350m)	AGOSTO 2024
PLANO: ESPACIO PÚBLICO - LUGARES DE KEVIN LYNCH - PROPUESTA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-6.04
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

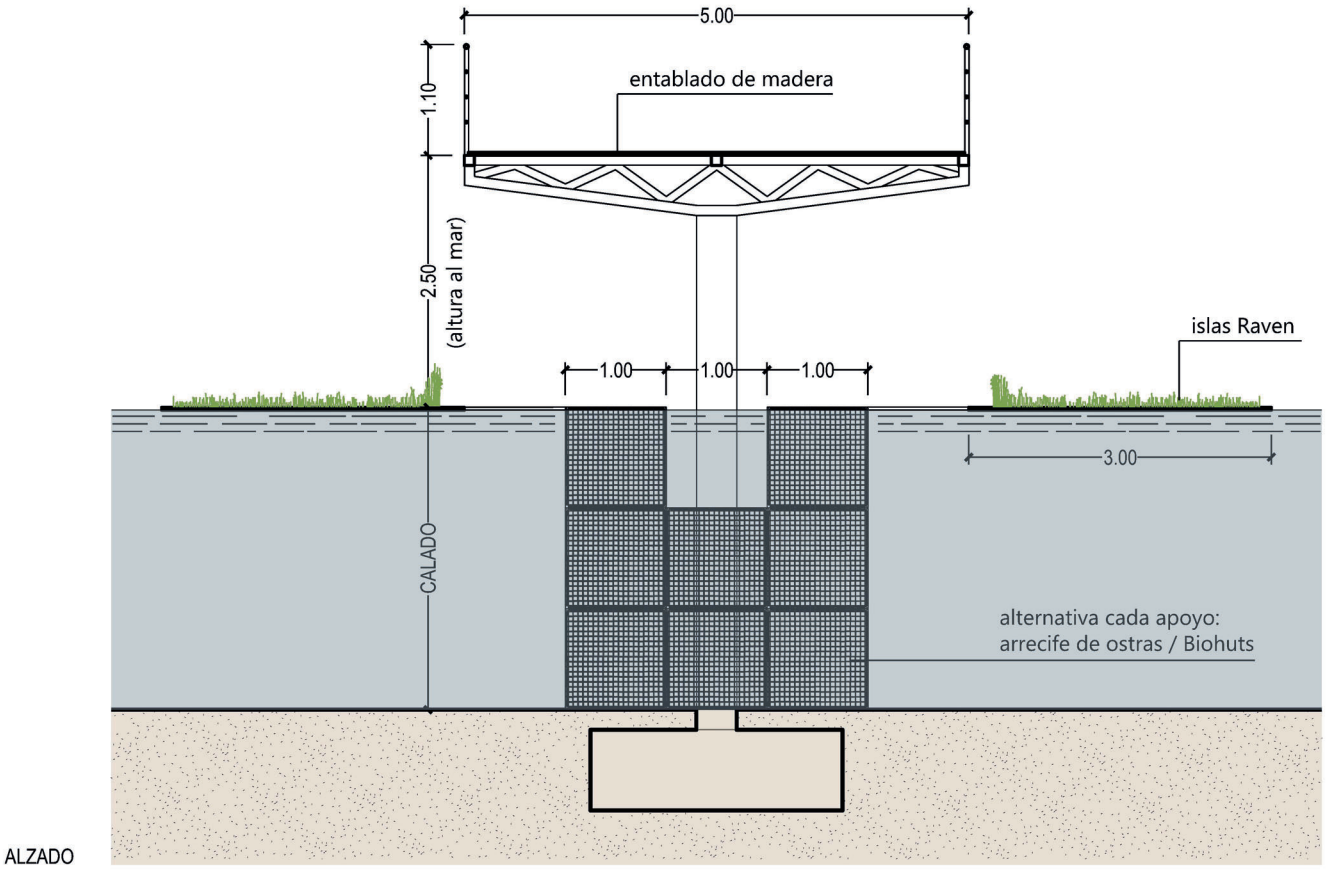


Estado actual

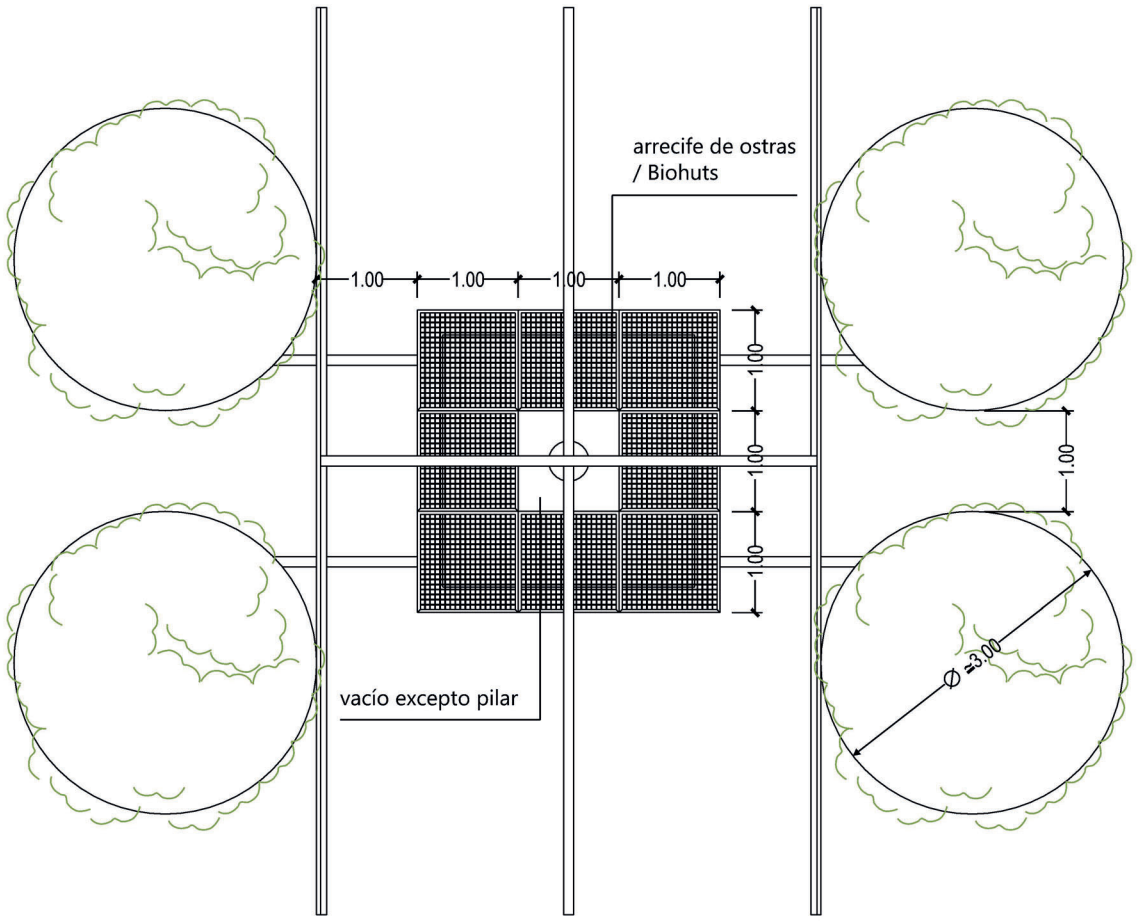


Propuesta

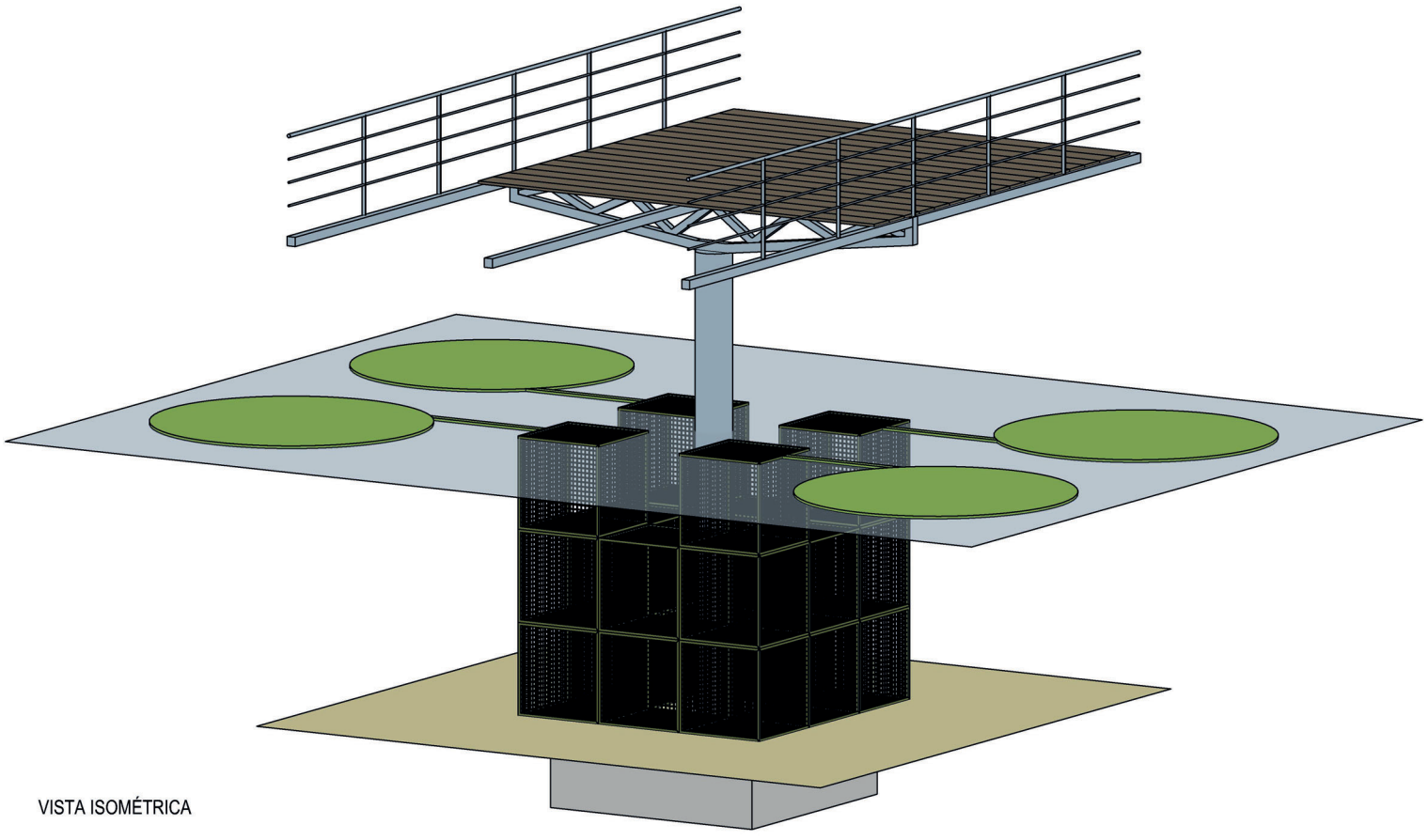
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/20.000 0 200 400m	AGOSTO 2024
PLANO: COMPARATIVA LUGARES KEVIN LYNCH - ACTUAL - PROPUESTA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-6.05
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



ALZADO

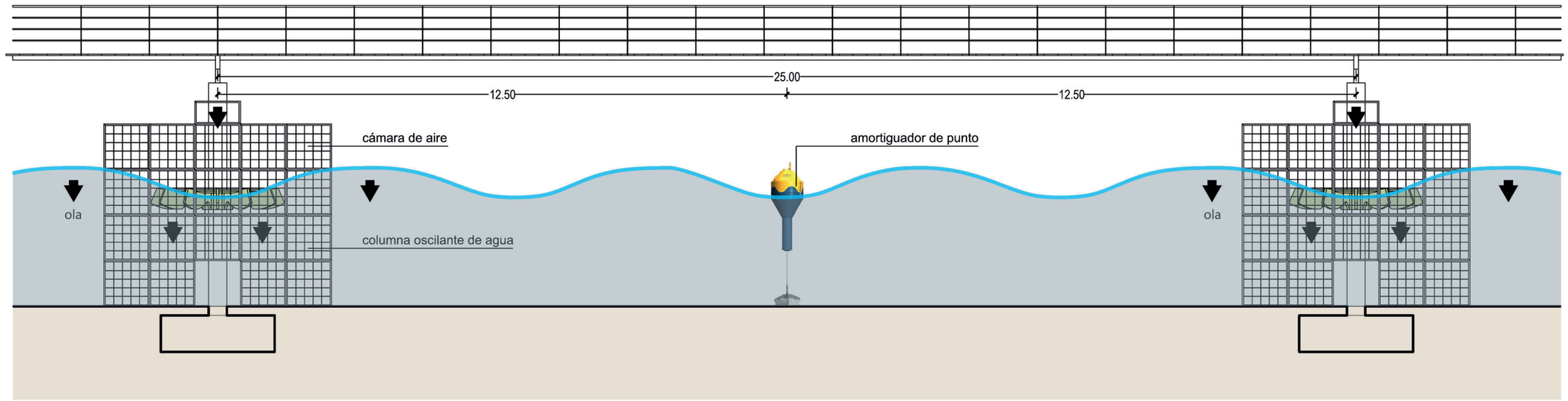


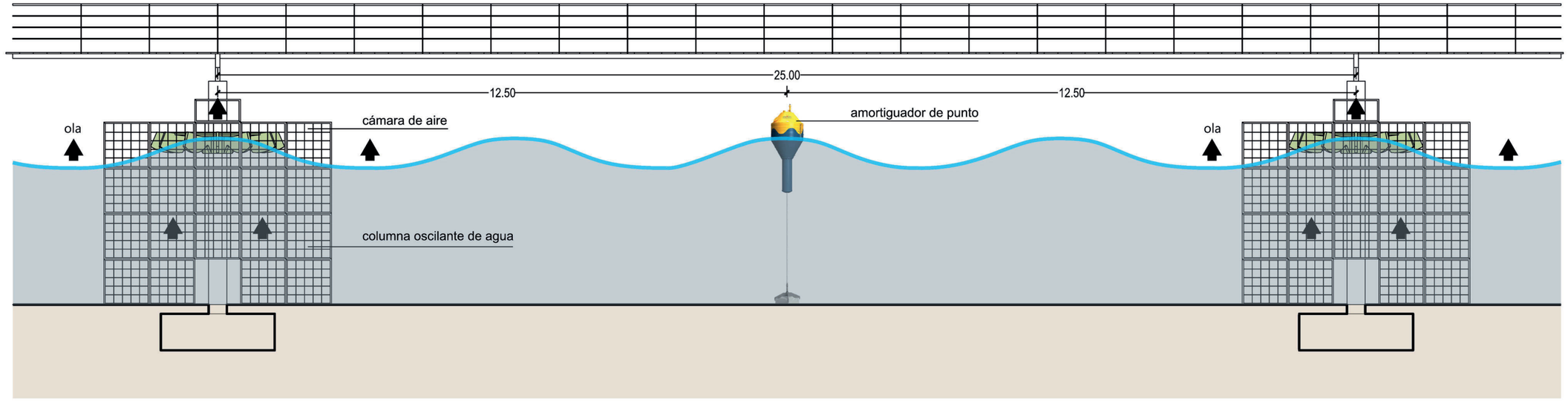
PLANTA



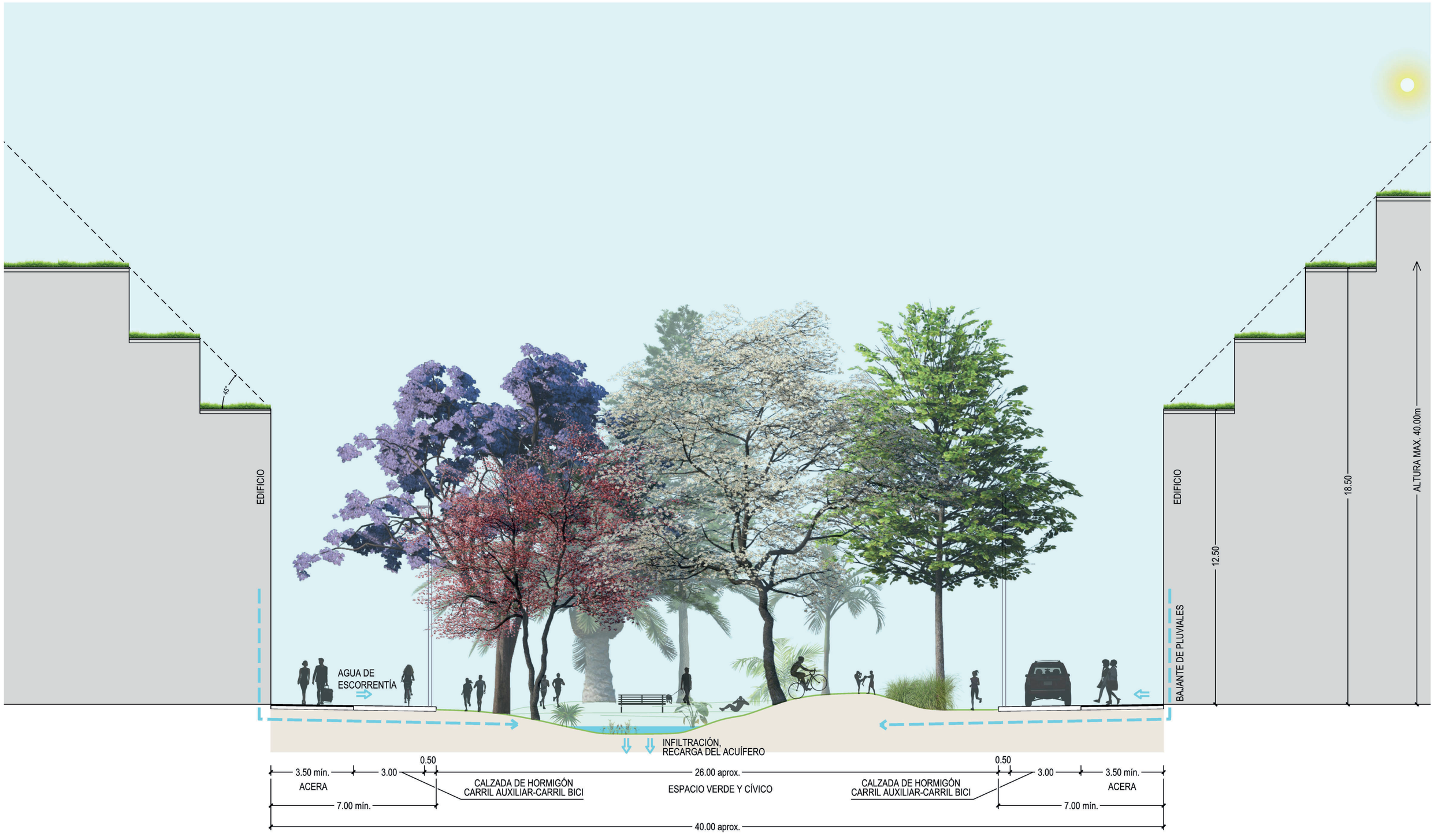
VISTA ISOMÉTRICA

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/75 (0 0.75 1.50m)	AGOSTO 2024
PLANO: ARRECIFES		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-7.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		

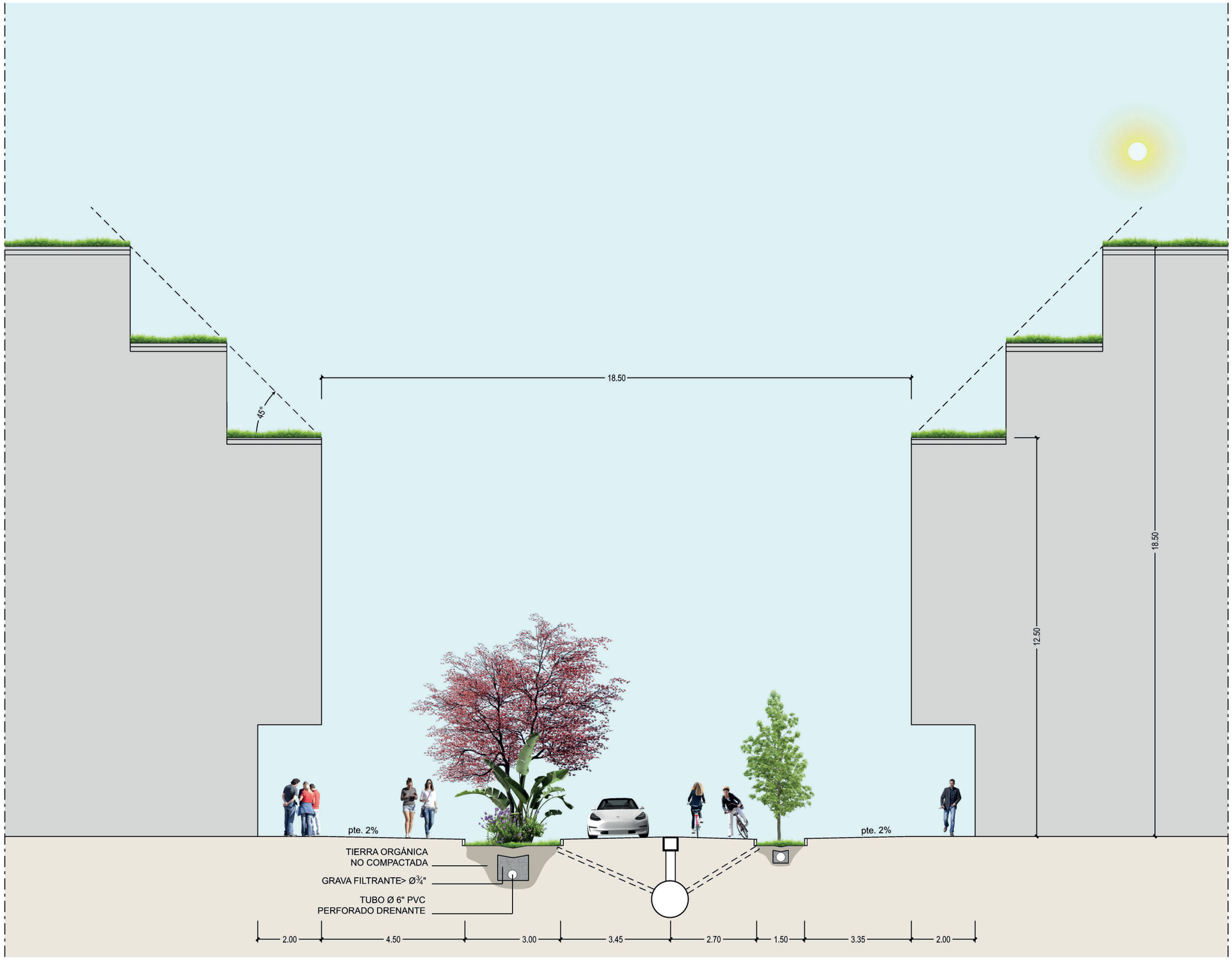




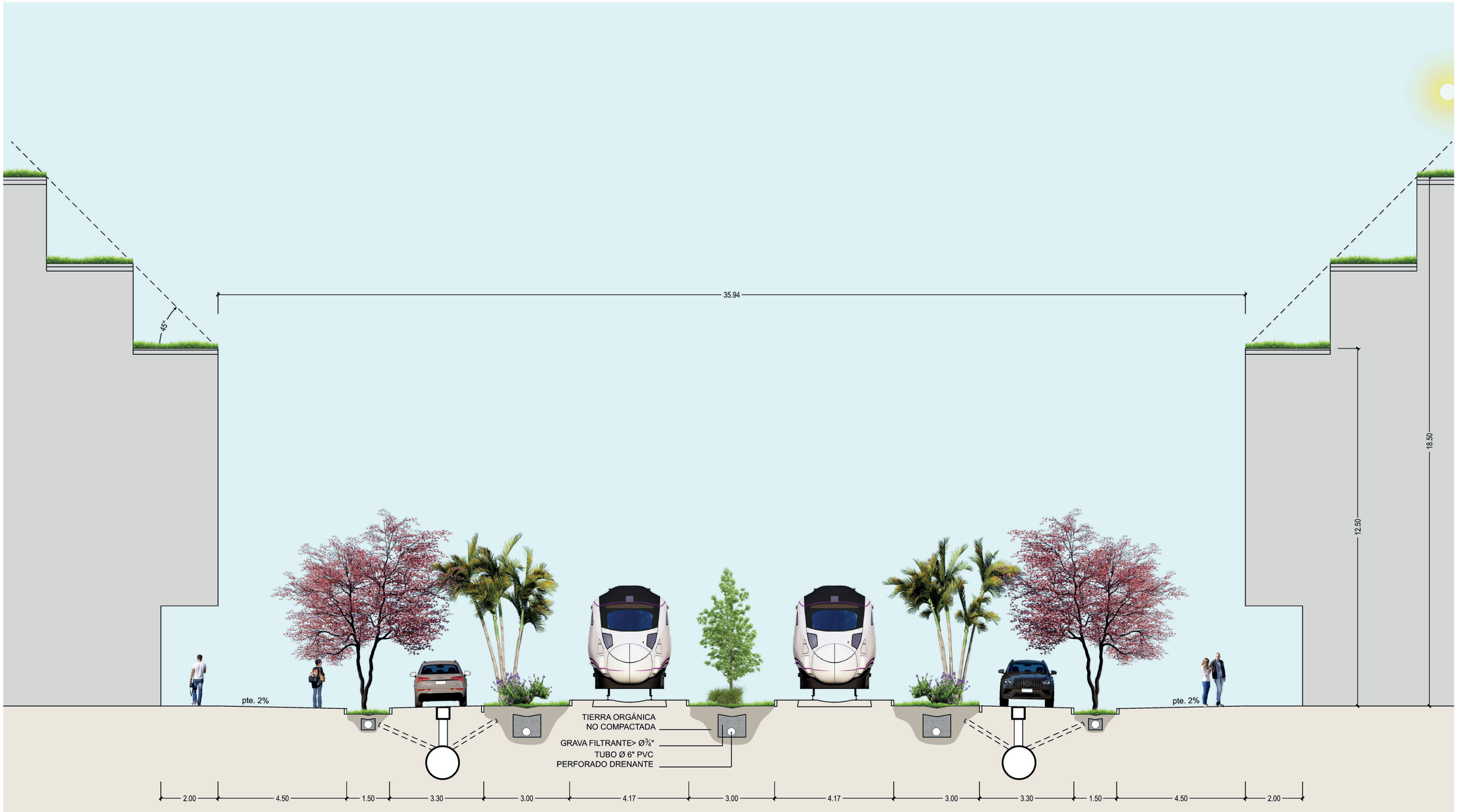
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/100 0 1.00 2.00m	AGOSTO 2024
PLANO: ENERGÍA UNDIMOTRIZ		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-7.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		



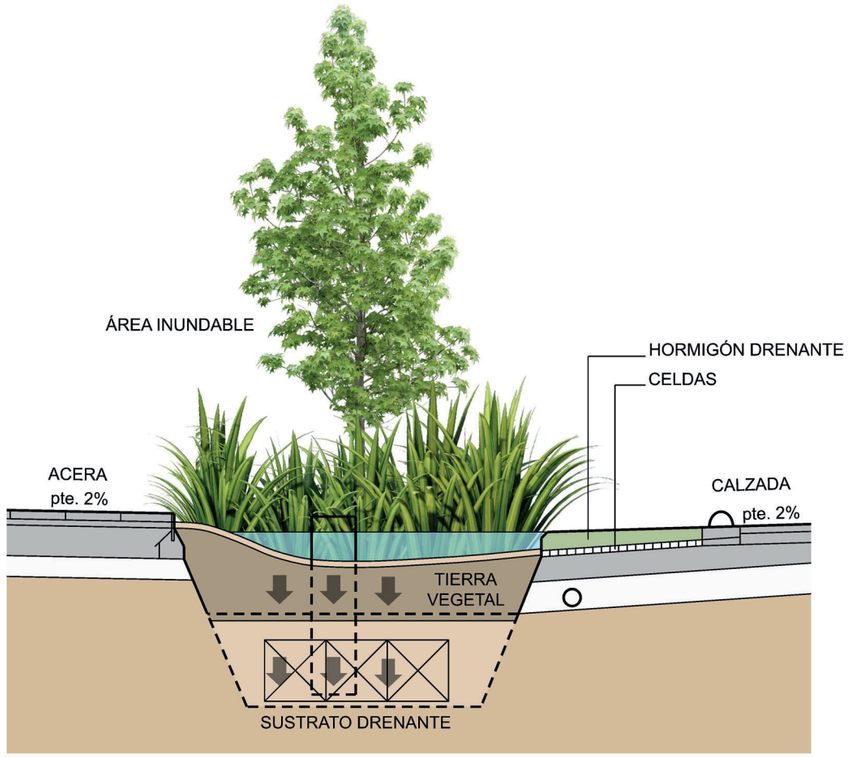
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/150 (0 1.50 3.00m)	AGOSTO 2024
PLANO: SECCIÓN BOULEVARD	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-8.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



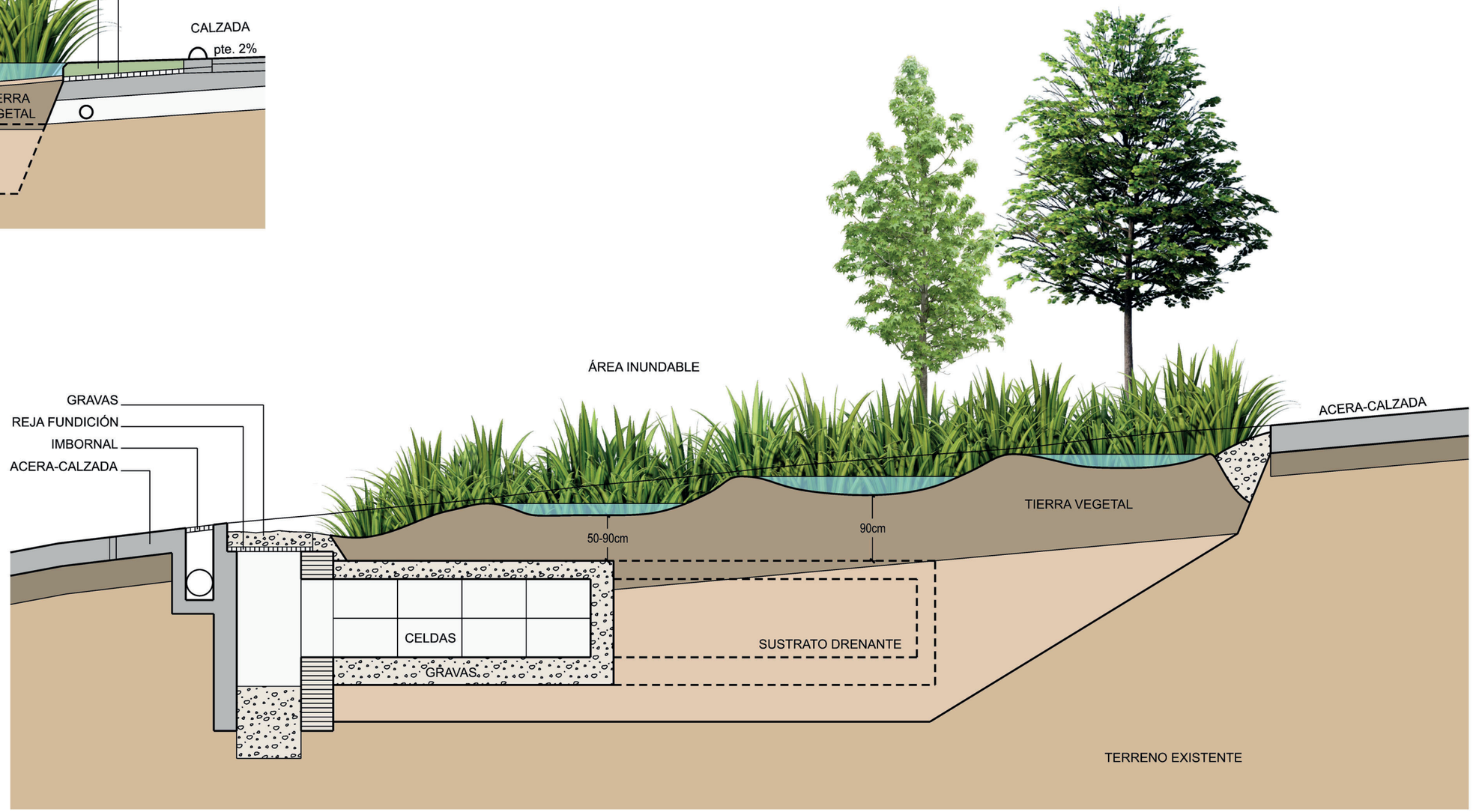
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/125 (0 1.25 2.50m)	AGOSTO 2024
PLANO: SECCIÓN TIPO VIAL SUPERMANZANA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-8.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	



PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/125 (0 1.25 2.50m)	AGOSTO 2024
PLANO: SECCIÓN VIAL ARTICULADOR	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-8.02
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

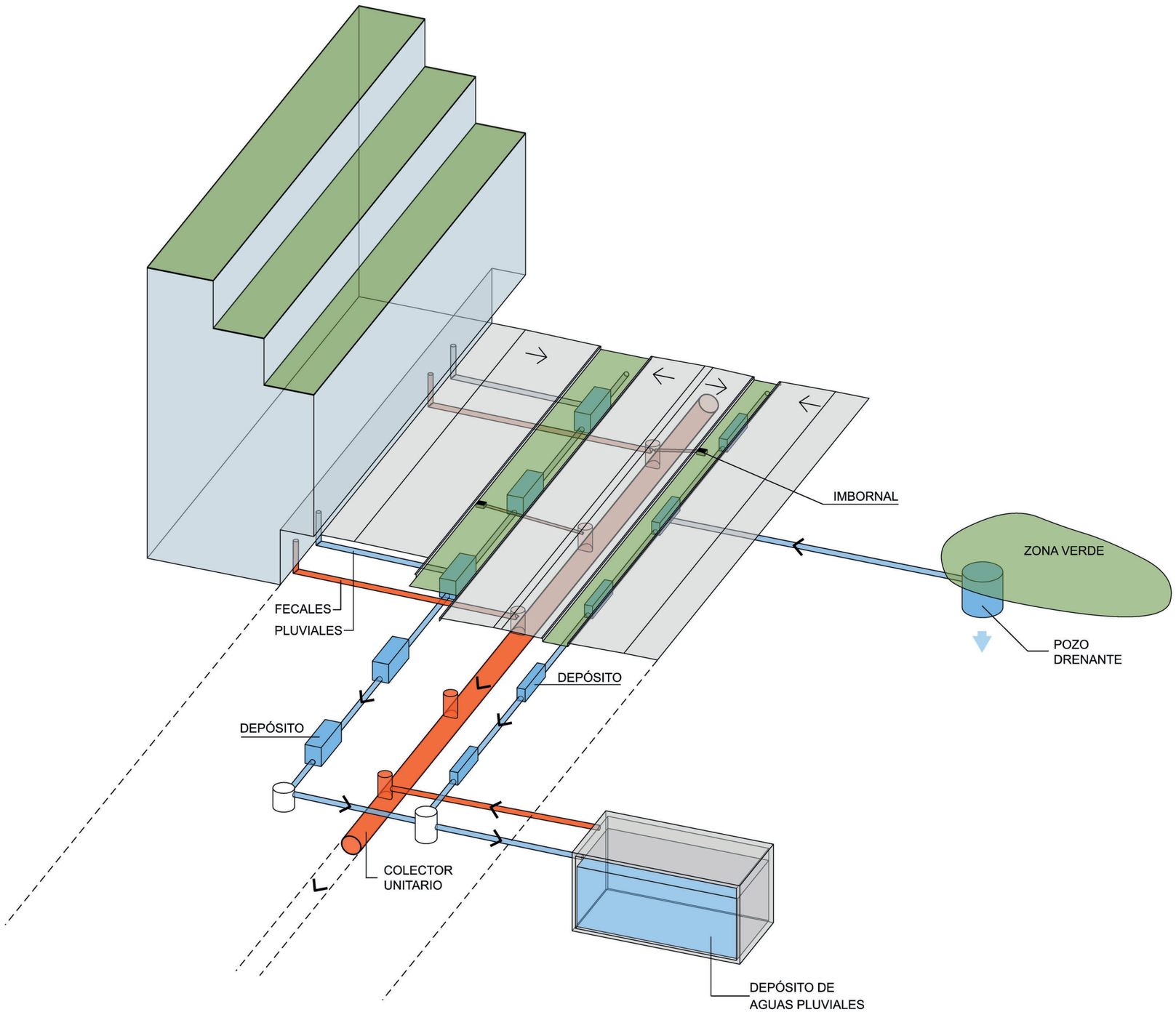


DETALLE SWAL ZONA INUNDABLE

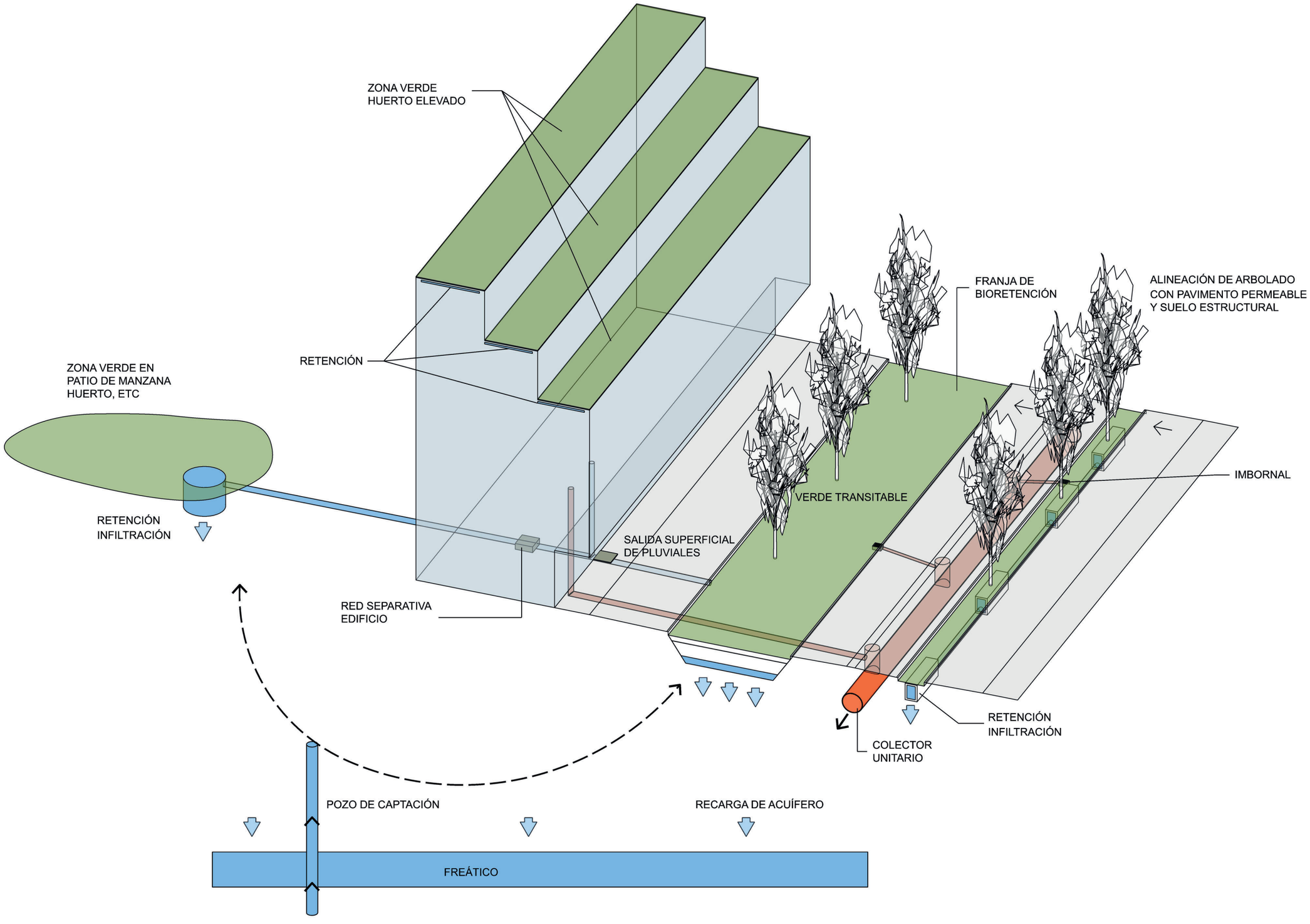


DETALLE SWAL BIORETENCIÓN

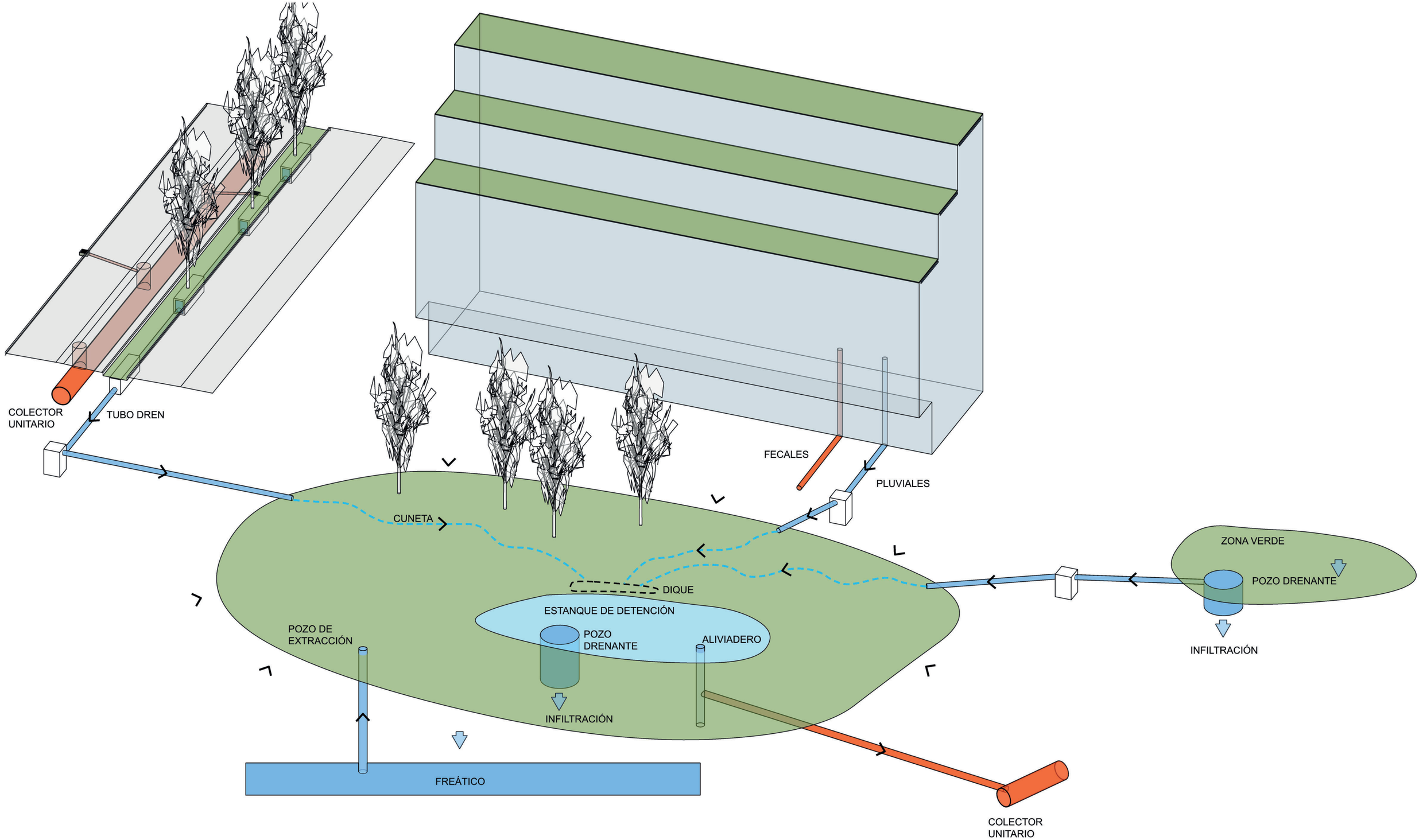
PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:1/50 (0 0.50 1.00m)	AGOSTO 2024
PLANO: DETALLES SWALL TIPO E INUNDABLE		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-9.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		



PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:s/e	AGOSTO 2024
PLANO: CICLO HÍDRICO SUPERMANZANA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao		UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-10.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		

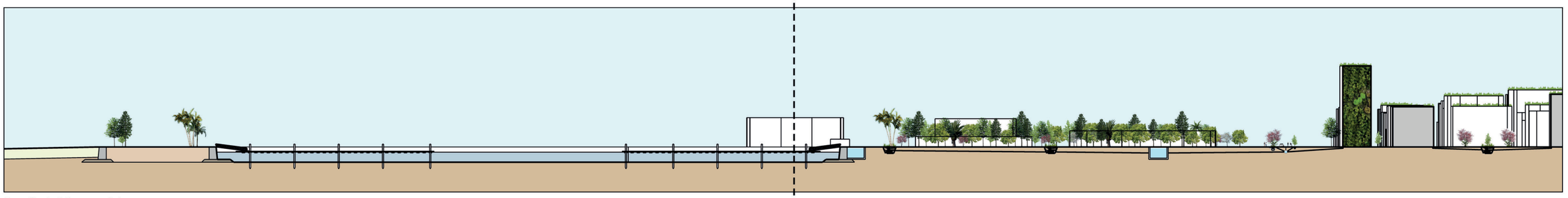


PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:s/e	AGOSTO 2024
PLANO: ARTICULACIÓN POR SWALL DEL CICLO HÍDRICO	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-10.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

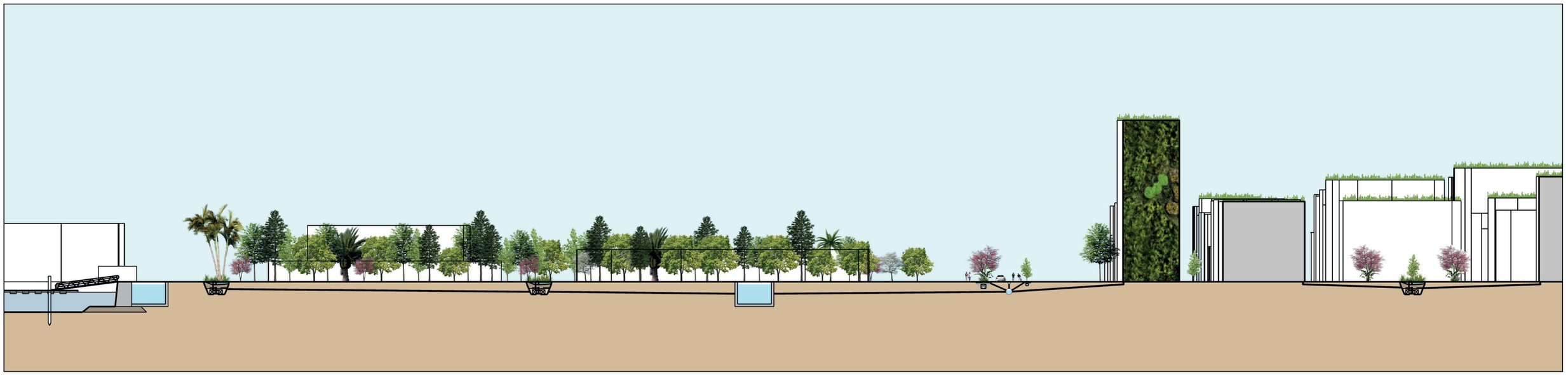


PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:s/e	AGOSTO 2024
PLANO: CICLO HÍDRICO URBANO		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-10.02
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		

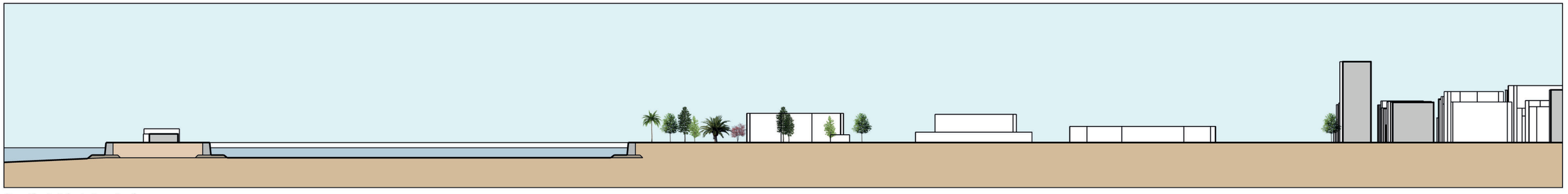
Detalle 1



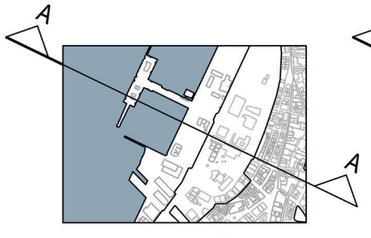
Sección A-A (propuesta)
e:1/1.500 0 15 30m



Detalle 1
e:1/750 0 7.5 15m



Sección A-A (estado actual)
e:1/1.500 0 15 30m



Planta (estado actual)

Planta (propuesta)

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE		FORMATO A3	E:	AGOSTO 2024
PLANO: SECCIÓN MAR-TIERRA - ESTADO ACTUAL Y PROPUESTA		REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-11.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com		

Estado actual

Año 2050

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/20.000 (0 200 400m)	AGOSTO 2024
PLANO: COMPARATIVA ESTADO ACTUAL / AÑO 2050	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-12.00
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	

Estado actual

Propuesta

PROJETO: ESTRATEGIAS RESILIENCIA VGA / CAMBIO CLIMÁTICO	PROPIEDADE: UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	FORMATO A3	E:1/20.000 (0 200 400m)	AGOSTO 2024
PLANO: COMPARATIVA ESTADO ACTUAL / PROPUESTA	REFER. DAM-UPT-Dissertaçao	UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE	N	PLANO: A-12.01
SITUAÇAO: VILAGARCÍA DE AROUSA - PONTEVEDRA - ESPAÑA	ARQUITETO: JESÚS VALIÑO ARCOS-ALUNO 44010	RÚA ARZOBISPO LAGO, 1 3º-A 36600 VILAGARCÍA DE AROUSA PONTEVEDRA - ESPAÑA	+34 635.755.663 susovarcos@gmail.com	