

Una metodología tecnológica integrada: El caso del *Bairro de São Tomé, Porto*

Raúl López Andrés

**Tese de Mestrado Integrado em
Arquitetura e Urbanismo**

Orientação: David Leite Viana, Mónica Alcindor y Huelva

Março, 2025



UNIVERSIDADE PORTUCALENSE

Do conhecimento à prática.

Preámbulo

Esta investigación se enmarca en el urbanismo teórico y examina la transformación de las ciudades contemporáneas desde una perspectiva multidisciplinar, integrando sociología urbana y teoría de la planificación. Surge de la necesidad de evaluar cómo las tecnologías emergentes pueden analizar entornos urbanos y su interacción con las dinámicas sociales, un desafío crítico en un mundo cada vez más urbanizado.

El estudio se centra en el *Bairro de São Tomé*, Porto, como caso práctico para explorar estas capacidades tecnológicas y su aplicación en contextos reales. Se basa en una revisión crítica de tecnologías actuales, literatura especializada y fenómenos urbanos contemporáneos, buscando superar las limitaciones de enfoques puramente técnicos que desatienden las dimensiones humanas.

En un contexto de crecientes desafíos medioambientales y urbanización global, esta investigación contribuye al debate sobre el desarrollo urbano sostenible y la planificación estratégica. Cuestiona los paradigmas teóricos tradicionales y propone marcos conceptuales que respondan a las necesidades de las comunidades, uniendo la teoría con la práctica urbanística.

Así, el trabajo aspira a ampliar el conocimiento en el campo del urbanismo teórico y a ofrecer herramientas prácticas para el diseño y la gestión de ciudades. Su relevancia radica en tender puentes entre el análisis tecnológico integrado y las experiencias vividas, con el *Bairro de São Tomé* como ejemplo de esta integración.

Dedicatoria

Dedico esta disertación a mi familia y seres queridos, quienes siempre me animaron a estudiar y perseguir mi sueño de ser arquitecto. En especial a mi abuela, a quien debo disculpas por no haber entregado este trabajo a tiempo para que pudiera verlo.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi mentor, profesor y amigo, el Doctor Luis Paulo Pacheco, por su invaluable guía, dedicación y apoyo constante durante todo este proceso de investigación. Sus conocimientos y experiencia en la vida han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A mi orientador de disertación, Doctor David Leite Viana, y a mi coorientadora, Doctora Mónica Alcíndor, por sus consejos, revisiones, cuestionamientos y su paciencia frente a las dificultades superadas en este proceso.

A Mafalda Almeida Mendes, por apoyarme y animarme a retomar esta disertación, por acompañarme en la totalidad del proceso, ser no solo mi pareja sino también mi mejor amiga, por ayudarme en todos los momentos que lo necesitaba e incluso en aquellos que no sabía que lo necesitaba; sin ella, esta disertación no habría sido posible.

Quiero agradecer también a mi familia por su apoyo, paciencia y comprensión durante estos años de dedicación a la investigación. Sin su respaldo, este trabajo no hubiera sido posible.

A la Universidade Portucalense Infante D. Henrique, especialmente al Departamento de Arquitectura y Multimédia Gallaecia, a la Biblioteca da Universidade Portucalense y al Núcleo de Estudantes de Arquitectura e Multimédia Gallaecia, por proporcionarme los recursos y el espacio necesarios para llevar a cabo esta investigación. Agradezco también a todos mis profesores durante mi trayectoria académica, cuyas discusiones y aportes han enriquecido significativamente este trabajo.

Mi gratitud especial a los profesionales y expertos que participaron en las consultas, compartiendo generosamente su tiempo y conocimientos. Su experiencia ha sido crucial para dar forma a muchas de las ideas presentadas en esta disertación.

A los funcionarios y personal de la Universidad, especialmente a Larissa, Carlos, Tiago, Jonny, Luís y tantos otros que no solo me dieron acceso a las instalaciones a cualquier hora de cualquier día de la semana, sino que también me apoyaron y animaron en los momentos de mayor dificultad.

A los diversos organismos públicos que me facilitaron el acceso a datos e información esencial para esta investigación. Su colaboración ha sido fundamental para alcanzar los objetivos propuestos.

A mis amigos, que han sido un soporte constante y han sabido entender mis ausencias durante este proceso, ofreciéndome siempre palabras de ánimo y aliento.

Por último, pero no menos importante, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, han contribuido a la realización de esta disertación. Sus aportes, aunque no mencionados explícitamente, han sido valiosos para llevar a buen término este trabajo de investigación.

Resumen

A pesar de los avances en tecnologías de análisis espacial, persiste una brecha en su integración con las dimensiones humanas de la vida urbana. Las herramientas digitales actuales, aunque sofisticadas, priorizan aspectos técnicos como morfología urbana, configuración espacial y características físicas, relegando necesidades, preferencias y experiencias de los habitantes. Esta desconexión genera intervenciones urbanas que, pese a su solidez técnica, omiten realidades sociales, dinámicas históricas y aspiraciones comunitarias, perpetuando patrones socioespaciales indeseados.

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una metodología tecnológica integrada y definir recomendaciones de intervención para el *Bairro de São Tomé*, Porto. Mediante la Metodología de Investigación-Acción (MIA), se revisan críticamente teorías y tecnologías emergentes, combinando análisis digitales (QGIS, Space Syntax, Urbano) con participación comunitaria para evaluar el entorno urbano de manera contextualizada.

La singularidad de este estudio radica en la integración sinérgica de tecnologías complementarias que, en conjunción con un análisis cualitativo, configuran una comprensión holística del *Bairro de São Tomé*. Así, se identificaron la fragmentación urbana y la desconexión social como desafíos clave, proponiendo recomendaciones de accesibilidad, revitalización de espacios públicos y participación comunitaria, validadas por este enfoque multivalente.

Palabras clave: Análisis Espacial, Tecnologías Emergentes, Investigación-Acción, Participación Comunitaria, Bairro de São Tomé

Resumo

Apesar dos avanços nas tecnologias de análise espacial, persiste uma lacuna na sua integração com as dimensões humanas da vida urbana. As ferramentas digitais atuais, embora sofisticadas, priorizam aspetos técnicos como morfologia urbana, configuração espacial e características físicas, relegando necessidades, preferências e experiências dos habitantes. Esta desconexão gera intervenções urbanas que, apesar da sua solidez técnica, omitem realidades sociais, dinâmicas históricas e aspirações comunitárias, perpetuando padrões socioespaciais indesejados.

Esta investigação tem como objetivo desenvolver uma metodologia tecnológica integrada e definir recomendações de intervenção para o *Bairro de São Tomé*, Porto. Através da Metodologia de Investigação-Ação (MIA), reveem-se criticamente teorias e tecnologias emergentes, combinando análises digitais (QGIS, Space Syntax, Urbano) com participação comunitária para avaliar o ambiente urbano de forma contextualizada.

A singularidade deste estudo reside na integração sinérgica de tecnologias complementares que, em conjunção com uma análise qualitativa, configuram uma compreensão holística do *Bairro de São Tomé*. Assim, identificaram-se a fragmentação urbana e a desconexão social como desafios-chave, propondo recomendações de acessibilidade, revitalização de espaços públicos e participação comunitária, validadas por esta abordagem multivalente.

Palavras-chave: Análise Espacial, Tecnologias Emergentes, Investigação-Ação, Participação Comunitária, *Bairro de São Tomé*

Abstract

Despite advances in spatial analysis technologies, there remains a gap in their integration with the human dimensions of urban life. Current digital tools, although sophisticated, prioritize technical aspects such as urban morphology, spatial configuration, and physical characteristics, relegating the needs, preferences, and experiences of inhabitants. This disconnection generates urban interventions that, despite their technical soundness, omit social realities, historical dynamics, and community aspirations, perpetuating unwanted socio-spatial patterns.

This research aims to develop an integrated technological methodology and define intervention recommendations for the *Bairro de São Tomé*, Porto. Through the Action Research Methodology (ARM), emerging theories and technologies are critically reviewed, combining digital analysis (QGIS, Space Syntax, Urbano) with community participation to evaluate the urban environment in a contextualized manner.

The uniqueness of this study lies in the synergistic integration of complementary technologies which, in conjunction with qualitative analysis, shape a holistic understanding of the *Bairro de São Tomé*. Thus, urban fragmentation and social disconnection were identified as key challenges, proposing recommendations for accessibility, revitalization of public spaces, and community participation, validated by this multivalent approach.

Keywords: Spatial Analysis, Emerging Technologies, Action Research, Community Participation, *Bairro de São Tomé*

Índice

PREÁMBULO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

RESUMO

ABSTRACT

1. Introducción	19
1.1 Contextualización	21
1.2 Justificación de la problemática	23
1.3 Objetivos	26
1.4 Estado del Arte	27
1.5 Metodología	50
1.6 Estructura de la disertación	58
2. Marco Teórico	63
2.1 Espacio Urbano: aproximación teórica	65
2.2 Criterios de selección de herramientas para el análisis urbano	71
2.3 Tecnologías emergentes en el análisis urbano	87
3. Caso de estudio: Bairro de São Tomé	98
3.1 Contexto Histórico	100
3.2 Análisis mediante la integración de tecnologías emergentes	108

4. Validación de la metodología integrada	145
4.1 Fundamentos teóricos para la evaluación cualitativa	146
4.2 Percepciones comunitarias del Bairro de São Tomé	153
5. Consideraciones finales	181
5.1 Evaluación participada de la metodología tecnológica	183
5.2 Recomendaciones de intervención en el Bairro de São Tomé	197

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ANEXOS

Introducción

Contextualización

En Portugal existen 2.933 barrios sociales registrados, según datos del Instituto Nacional de Estadística (Antunes et al., 2023). Estos asentamientos se concentran notablemente en las áreas metropolitanas de Lisboa (34%) y Porto (27%), que en conjunto albergan más de la mitad del total, mientras que el resto se distribuye entre las regiones del Centro (18%), Norte (12%), Alentejo (5%), Algarve (3%) y las regiones autónomas de Madeira y Azores (1%). Entre 2021 y 2022, alrededor del 3,2% de la población portuguesa, equivalente a 330.000 habitantes, residía en estos barrios sociales. Este panorama demográfico y territorial configura un escenario relevante para el análisis de los espacios urbanos en el contexto portugués, especialmente en el *Bairro de São Tomé*, Porto, objeto de esta investigación.

En este marco, las tecnologías emergentes han ganado relevancia como herramientas fundamentales para analizar los espacios urbanos de los barrios sociales. Según Oliveira y Costa (2021), estas tecnologías, denominadas emergentes por haberse consolidado en la última década como herramientas preferenciales de análisis, permiten procesar datos cuantitativos masivos y superar limitaciones tradicionales de escala, ubicación geográfica y contexto sociocultural (Nam & Pardo, 2011). La originalidad de este estudio radica en integrar sinérgicamente estas herramientas (QGIS, Space Syntax, Urbano) con dibujos infantiles, aportando una perspectiva holística. Su capacidad para generar diagnósticos precisos las posiciona como un recurso esencial en el urbanismo contemporáneo.

El análisis de los datos obtenidos mediante tecnologías emergentes se contrasta con evidencias adicionales, como los dibujos elaborados por niños. Ferreira y Santos (2022) subrayan que incorporar perspectivas de diversos grupos etarios y socioeconómicos, enriquece la interpretación de los entornos urbanos. En el *Bairro de São Tomé*, esta combinación ofrece una comprensión profunda de sus dinámicas socioespaciales. Los dibujos de niños verifican los resultados técnicos, aportando una dimensión cualitativa pertinente en barrios sociales de población diversa.

El origen histórico de los barrios sociales en Portugal se remonta a la década de 1930, con el ‘Programa das Casas Económicas’ implementado durante el Estado Novo (Silva & Alves, 2019). Este programa estableció una tipología unifamiliar con espacios ajardinados destinada a familias de bajos ingresos y trabajadores. Entre las décadas de 1960 y 1970, la urbanización acelerada y la demanda habitacional impulsaron una expansión significativa de estos asentamientos, que evolucionaron desde unidades de baja densidad hacia desarrollos en altura de mayor densidad. Esta trayectoria histórica aporta una base para comprender la configuración actual de los barrios sociales, marcada por una diversidad arquitectónica y un legado de políticas de vivienda que aún influyen en su estructura.

Actualmente, los barrios sociales portugueses presentan un entorno complejo que requiere enfoques innovadores para su análisis y gestión. Malheiros et al. (2020) y Rodrigues y Pereira (2021) señalan que las tecnologías digitales optimizan recursos y mejoran intervenciones urbanas. Esta investigación emplea tecnologías emergentes como eje principal para estudiar el *Bairro de São Tomé*, validando los hallazgos con dibujos infantiles. Así, se abordan desafíos urbanos desde una perspectiva tecnológica y comunitaria.

Esta investigación se desarrolla en la intersección entre tecnología digital y desarrollo urbano sostenible, con el *Bairro de São Tomé* como caso de estudio. Su propósito es evaluar el potencial de las tecnologías emergentes para producir datos fiables, contrastados con elementos cualitativos comunitarios (Nam & Pardo, 2011). Esta integración enriquece la planificación urbana al alinear evidencias objetivas con percepciones subjetivas, ofreciendo un modelo adaptado a las particularidades de los barrios sociales portugueses en el presente, como se detalla en los capítulos siguientes.

Justificación de la problemática

Históricamente, las ciudades se diseñaron como espacios de encuentro y convivencia, promoviendo el intercambio cultural y social entre sus habitantes. Sin embargo, desde la segunda mitad del siglo XX, el predominio del vehículo particular ha fragmentado el tejido urbano, reduciendo los espacios peatonales y las áreas de interacción social (Harvey, 2012). Este cambio ha generado barreras físicas y psicológicas que dificultan la cohesión social, como muestran estudios sobre morfología urbana y comportamiento en espacios públicos (Hillier & Hanson, 1984). En los barrios sociales portugueses, esta transformación ha contribuido a una desconexión entre los residentes y su entorno, evidenciando la necesidad de replantear la planificación urbana.

La revolución tecnológica del siglo XXI ha transformado profundamente los patrones de vida urbana y la interacción con el espacio público (Nam & Pardo, 2011). La integración de servicios digitales ha alterado la percepción y uso de las ciudades, ofreciendo oportunidades para mejorar la conectividad, pero también planteando riesgos de deshumanización si no se equilibra con las necesidades sociales (Picon, 2020). En este contexto, los barrios sociales portugueses enfrentan un desafío adicional: aunque las tecnologías emergentes permiten analizar su estructura y funcionalidad, su implementación a menudo prioriza aspectos técnicos sobre la experiencia humana, dejando lagunas en la calidad de vida de sus habitantes.

Un análisis sistemático de los espacios urbanos en los barrios sociales revela deficiencias en su planificación y funcionalidad. Según Malheiros et al. (2020), los espacios comunes suelen estar subutilizados y no responden a las necesidades comunitarias, mientras que Ferreira y Santos (2022) documentan cómo estas carencias afectan la cohesión social y fomentan el deterioro urbano. Esta problemática se agrava por limitaciones presupuestarias que dificultan el mantenimiento y renovación de dichas áreas. Oliveira y Costa (2021) estiman que el 45% de los barrios sociales en Portugal requiere intervenciones estructurales en sus espacios públicos, destacando el deterioro del mobiliario urbano, el mantenimiento insuficiente de áreas verdes y la falta de diseño adaptado a diversos grupos demográficos.

Esta situación evidencia una desconexión entre las políticas de vivienda social y las estrategias de desarrollo urbano sostenible. Aunque las iniciativas de vivienda social han proporcionado soluciones habitacionales básicas, la calidad y funcionalidad de los espacios públicos han quedado relegadas, generando entornos fragmentados que no favorecen la interacción ni el desarrollo comunitario (Rodrigues & Pereira, 2021). La tecnología ofrece herramientas para abordar estas deficiencias, pero su aplicación actual tiende a centrarse en datos cuantitativos, subestimando las dinámicas sociales y culturales que dan vida a estos espacios (Steiniger & Hunter, 2013).

La problemática se agrava en barrios sociales como el Bairro de São Tomé, donde la planificación prioriza la funcionalidad técnica sobre la experiencia humana, generando espacios que carecen de la vitalidad característica de comunidades integradas (Batty, 2013). Esta tendencia es particularmente preocupante en contextos portugueses, donde la diversidad demográfica y las necesidades específicas de los residentes exigen enfoques más holísticos. Los enfoques actuales de análisis urbano, centrados en aspectos técnicos, no logran captar las experiencias vivenciales que dan sentido a estos entornos, lo que limita la efectividad de las intervenciones (García-Almirall & Moix, 2019).

La brecha entre la implementación tecnológica y la realidad social representa un desafío clave del urbanismo contemporáneo. Aunque las tecnologías emergentes permiten diagnosticar problemas estructurales, su impacto se ve restringido por la falta de integración con las necesidades cualitativas de las comunidades (Silva & Alves, 2019). En barrios como el Bairro de São Tomé, esta desconexión perpetúa entornos que, pese a contar con potencial técnico, no responden adecuadamente a las demandas de sus habitantes, justificando la necesidad de explorar nuevas estrategias de análisis y diseño urbano.

Esta investigación surge de la urgencia de superar esa brecha, examinando cómo las tecnologías emergentes pueden abordar las deficiencias de los barrios sociales portugueses, como el Bairro de São Tomé, desde una perspectiva que incorpore las experiencias de sus residentes (Oliveira & Costa, 2021). La fragmentación urbana, el deterioro de los espacios públicos y la desatención a las dinámicas sociales constituyen una problemática que requiere soluciones

innovadoras, capaces de alinear avances tecnológicos con las realidades comunitarias. La ausencia de enfoques integrados perpetúa entornos que no cumplen su función social, subrayando la relevancia de esta disertación.

La falta de vitalidad comunitaria en los barrios sociales portugueses, combinada con una planificación que privilegia lo técnico sobre lo humano, motiva la necesidad de replantear las herramientas y métodos de intervención urbana. Harvey (2012) y Hillier y Hanson (1984) coinciden en que la pérdida de espacios de interacción social erosiona el tejido urbano, un problema agravado por la implementación desequilibrada de tecnologías (Picon, 2020). Esta investigación se justifica por la necesidad de desarrollar un enfoque que supere estas limitaciones, utilizando tecnologías emergentes para analizar los espacios y considerando las percepciones de la comunidad como un elemento complementario.

En última instancia, la problemática radica en la existencia de barrios sociales, como el Bairro de São Tomé, que enfrentan deterioro estructural, fragmentación social y una desconexión entre avances tecnológicos y necesidades humanas. Esta realidad demanda un análisis que vaya más allá de lo cuantitativo, integrando aspectos cualitativos que reflejen las experiencias de los habitantes (Nam & Pardo, 2011). La persistencia de estas carencias evidencia la insuficiencia de los enfoques actuales, justificando la búsqueda de un modelo que equilibre tecnología y dimensión social en la planificación urbana. Esta investigación responde a esa necesidad, proponiendo una vía para transformar los espacios urbanos en entornos más inclusivos y habitables.

Objetivos

Esta investigación se propone abordar las deficiencias de los enfoques urbanísticos tradicionales mediante el desarrollo de una metodología que integre tecnologías emergentes para el análisis de espacios urbanos, con un enfoque práctico aplicado al Bairro de São Tomé. El estudio responde a la necesidad de superar la desconexión entre avances tecnológicos y dinámicas sociales, utilizando herramientas digitales para caracterizar entornos urbanos y contrastándolas con percepciones cualitativas de la comunidad. Se fundamenta en una dimensión teórica que explora las capacidades de estas tecnologías y una dimensión práctica que evalúa su aplicación en un contexto específico, generando recomendaciones de intervención adaptadas.

Objetivo 1:

Desarrollar una metodología basada en la integración de tecnologías emergentes para realizar análisis urbanísticos.

Este objetivo combina la fundamentación teórica sobre el uso de herramientas digitales en el análisis del espacio urbano, con una aplicación práctica que evalúa su efectividad en un contexto específico.

Objetivo 2:

Definir recomendaciones de intervención en el Barrio de S. Tomé.

Este objetivo implica investigar y aplicar herramientas digitales avanzadas para caracterizar los espacios urbanos del *Barrio de S. Tomé*, validando su efectividad mediante el contraste con las representaciones espaciales obtenidas por los dibujos de niños, con el fin de establecer un enfoque replicable que identifique necesidades específicas y proponga intervenciones adaptadas, alineando los avances tecnológicos con las dinámicas sociales del entorno.

Estado del Arte

En el contexto de los avances tecnológicos acelerados y las transformaciones sociales actuales, resulta imprescindible analizar la interacción entre las nuevas tecnologías y el diseño urbano para comprender su impacto en la configuración, planificación y vivencia de los espacios urbanos (Sui, 1994). Este examen adquiere relevancia crítica frente a la creciente complejidad de los entornos urbanos y la demanda de herramientas analíticas capaces de abordar dichas dinámicas de forma integral.

El crecimiento urbano sostenido plantea desafíos sustanciales. Según el Fondo de Población de las Naciones Unidas, en 2008 más del 50% de la población mundial, equivalente a 3.300 millones de personas, habitaba en áreas urbanas, una proporción que se estima alcanzará los 5.000 millones para 2030. Este aumento intensifica problemas como la contaminación atmosférica, la congestión del transporte y el desempleo, lo que subraya la necesidad de enfoques innovadores en la gestión y estudio de las ciudades.

Sui (1994) examina de forma crítica la evolución de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en los estudios urbanos, analizando las perspectivas epistemológicas que han orientado su desarrollo. Su trabajo detalla la transición de los SIG desde un enfoque positivista, basado en el análisis espacial cuantitativo, hacia aproximaciones integradoras que reconocen la complejidad inherente a los fenómenos urbanos.

Esta evolución evidencia un cambio en los estudios urbanos, que han pasado de métodos estrictamente cuantitativos a enfoques que incorporan dimensiones cualitativas y contextuales. Sui destaca la versatilidad de los SIG, capaces de adaptarse a diversos paradigmas de investigación, abarcando desde el positivismo tradicional hasta planteamientos post-positivistas más recientes.

Un elemento central de su análisis es la capacidad de los SIG para integrar distintos tipos de datos y metodologías, lo que permite un estudio más completo y detallado de los fenómenos urbanos. Esta propiedad resulta particularmente pertinente en el escenario actual, donde la complejidad de los problemas urbanos exige abordajes multidimensionales.

Sui (1994) identifica tres paradigmas fundamentales en su análisis: el positivismo, el post-positivismo y enfoques que trascienden estas categorías. En el marco positivista, los SIG se emplean principalmente para el análisis espacial cuantitativo y la modelización, conforme a los principios del método científico tradicional. Por su parte, el enfoque post-positivista admite las limitaciones del positivismo y promueve la inclusión de aspectos cualitativos y contextuales en el análisis urbano mediante los SIG.

El autor analiza las críticas al empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en estudios urbanos, centrándose en su inclinación inicial hacia el reduccionismo y la simplificación de fenómenos urbanos complejos. No obstante, sostiene que dichas limitaciones no son intrínsecas a la tecnología, sino que dependen de su aplicación e interpretación.

Un elemento central de su análisis reside en las implicaciones metodológicas del uso de los SIG en la investigación urbana. El autor argumenta que estas herramientas trascienden su carácter técnico, constituyendo sistemas que reflejan e integran perspectivas teóricas y epistemológicas sobre la naturaleza y el estudio del espacio urbano.

El artículo examina la relación entre los SIG y las diversas tradiciones de investigación en estudios urbanos. Sui (1994) subraya la capacidad de la herramienta para conectar distintos enfoques metodológicos, permitiendo la integración de datos cuantitativos y cualitativos, así como la combinación de perspectivas objetivas y subjetivas en el análisis del entorno urbano.

El autor destaca las oportunidades que los SIG ofrecen para innovar en el análisis urbano. Explora cómo estas herramientas facilitan la detección de patrones espaciales, la modelización de procesos urbanos y la visualización de datos complejos, contribuyendo a una comprensión más profunda de las dinámicas urbanas.

Esta visión coincide con investigaciones posteriores, como la de Steiniger y Hunter (2013), quienes han estudiado la adaptación de los SIG a diferentes paradigmas y requerimientos analíticos en el ámbito urbano. El enfoque holístico propuesto por Sui ha influido notablemente en la evolución de estas tecnologías.

El artículo también anticipa debates actuales sobre el rol de la tecnología en los estudios urbanos, abordando temas como la equidad, el acceso a datos y la participación ciudadana. Estos aspectos mantienen su pertinencia en el contexto contemporáneo, particularmente con el auge de las smart cities y la creciente utilización de big data en la planificación urbana.

Sui (1994) concluye su análisis subrayando la necesidad de adoptar una perspectiva crítica y reflexiva en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estudios urbanos. Propone que estas herramientas deben aplicarse con un enfoque consciente y contextualizado, valorando tanto sus capacidades como sus restricciones en la interpretación de los fenómenos urbanos.

Clapp, Rodriguez y Thrall (1997) ofrecen un enfoque complementario al de Sui, focalizado en las aplicaciones económicas de los SIG en entornos urbanos. Demuestran que estas herramientas enriquecen el análisis económico urbano al proporcionar métodos avanzados para visualizar y examinar datos con distribución espacial.

Una contribución clave de Clapp et al. (1997) radica en la capacidad de los SIG para integrar diversas capas de información económica y espacial. Argumentan que esta integración permite un análisis más riguroso de los mercados inmobiliarios, los patrones de desarrollo urbano y las dinámicas económicas espaciales, destacando su relevancia para entender las interrelaciones entre variables económicas en el contexto urbano.

Los autores identifican tres áreas principales en las que los SIG optimizan el análisis económico urbano: la visualización de datos espaciales, el estudio de mercados inmobiliarios y la modelización de patrones de desarrollo urbano. En el ámbito de la visualización, los SIG posibilitan la representación eficaz de conjuntos extensos de datos económicos georreferenciados, permitiendo detectar patrones y tendencias que los análisis estadísticos convencionales podrían no revelar.

Clapp et al. (1997) también analizan cómo los SIG apoyan la modelización de patrones de desarrollo urbano, facilitando a investigadores y planificadores la

predicción y evaluación de tendencias de crecimiento, transformaciones en el uso del suelo y dinámicas económicas. Esta función predictiva resulta fundamental para la planificación urbana y la toma de decisiones sustentada en evidencia.

Un aporte innovador de su trabajo es la integración del análisis económico espacial con otras dimensiones del desarrollo urbano. Sostienen que los SIG actúan como un vínculo entre disciplinas, promoviendo un enfoque más integral para comprender las dinámicas urbanas.

La perspectiva de Clapp et al. (1997) complementa el análisis más teórico de Sui (1994), proporcionando ejemplos concretos de la aplicación práctica de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la comprensión de los fenómenos económicos urbanos.

Du (2000) analiza con detalle el uso de los SIG en la planificación y gestión urbana, adoptando un enfoque práctico orientado a su implementación. Propone un marco conceptual que combina las capacidades técnicas de estas herramientas con las demandas específicas de la planificación urbana contemporánea.

Du (2000) identifica cinco áreas principales en las que los SIG resultan especialmente eficaces: gestión de infraestructuras urbanas, análisis de patrones de uso del suelo, modelización de transportes, evaluación de impacto ambiental y planificación de servicios públicos.

En el ámbito de la gestión de infraestructuras, Du (2000) resalta que los SIG permiten mantener un inventario actualizado y georreferenciado de los activos urbanos, optimizando su mantenimiento y uso. Esta funcionalidad resulta esencial para las administraciones locales en la gestión de recursos y la planificación de actuaciones.

Para el análisis de patrones de uso del suelo, el autor subraya la capacidad de los SIG para integrar diversas capas de información y realizar análisis espaciales avanzados, lo que facilita la identificación de tendencias de desarrollo urbano y la evaluación de la compatibilidad entre usos del suelo.

En la modelización de transportes, Du (2000) explica que los SIG apoyan el análisis de redes de transporte, la optimización de recorridos y la medición de la accesibilidad urbana, aspectos cruciales para diseñar sistemas de transporte eficientes y sostenibles.

Un aporte novedoso del estudio de Du (2000) es el análisis de la integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con tecnologías emergentes. Examina cómo la combinación con sensores remotos, sistemas GPS y bases de datos en tiempo real permite desarrollar sistemas de información urbana más sólidos y dinámicos.

Du (2000) aborda los desafíos técnicos y organizativos asociados a la implementación de los SIG, identificando obstáculos como la estandarización de datos, la capacitación del personal y los costos de mantenimiento. Propone soluciones prácticas basadas en un enfoque gradual y estructurado.

El autor subraya el rol central de los SIG en la participación ciudadana y la toma de decisiones colaborativa. Sostiene que estas herramientas facilitan la comunicación entre planificadores, responsables de decisiones y ciudadanos, al ofrecer una plataforma común para el diálogo y la deliberación sobre asuntos urbanos. Destaca que los SIG trascienden su función técnica, actuando como instrumentos de participación democrática que permiten a los ciudadanos visualizar, comprender e influir en los procesos de planificación urbana.

Esta dimensión participativa se concreta en diversas formas: desde mapas interactivos que habilitan a los ciudadanos a reportar incidencias urbanas en tiempo real, hasta plataformas de visualización que hacen accesible la información técnica al público general. Du (2000) resalta que los SIG democratizan el acceso a los datos urbanos, promoviendo una participación más efectiva de distintos grupos sociales en la toma de decisiones sobre su entorno.

La integración de los SIG en procesos participativos contribuye a generar consensos y resolver conflictos urbanos, al proporcionar una base visual y objetiva para evaluar alternativas de desarrollo. Esta capacidad resulta especialmente relevante en contextos con intereses y perspectivas diversas sobre el desarrollo urbano (Du, 2000).

El estudio también explora las implicaciones futuras del avance de los SIG en la planificación urbana. Du (2000) prevé el creciente peso de la integración de datos en tiempo real, la realidad aumentada y las tecnologías de simulación en estos sistemas, anticipando con precisión tendencias que se consolidan en la actualidad.

Du (2000) subraya la importancia de equilibrar las capacidades técnicas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con las dimensiones sociales y políticas en la planificación urbana. Sostiene que, aunque estas herramientas poseen un potencial significativo, su aplicación debe integrarse en un enfoque más amplio que incorpore los aspectos cualitativos y contextuales del desarrollo urbano.

Sevtsuk y Mekonnen (2012) destacan la necesidad de combinar el análisis espacial con la comprensión de los procesos sociales en el ámbito urbano. Argumentan que las redes urbanas trascienden su carácter físico, al constituir sistemas que reflejan y sustentan interacciones sociales, económicas y culturales complejas.

Un elemento clave de su estudio es la constatación de que la configuración espacial de las ciudades determina directamente los patrones de interacción social. Las herramientas que desarrollan permiten evaluar cómo distintas organizaciones espaciales favorecen o restringen el contacto social, la cohesión comunitaria y la generación de capital social.

Sevtsuk y Mekonnen (2012) analizan en detalle el impacto de las redes urbanas en la equidad social y el acceso a oportunidades. Su enfoque examina cómo la estructura espacial puede promover la inclusión o perpetuar la exclusión social, considerando variables como la disponibilidad de servicios públicos, el acceso al empleo y la existencia de espacios para la interacción social, lo que establece una base cuantitativa para evaluar las dinámicas urbanas.

En el marco de la justicia social, los autores diseñan métricas para medir la distribución espacial de recursos, como el acceso al empleo, examinando cómo la estructura urbana puede mitigar o agravar desigualdades. Incorporan un enfoque participativo mediante herramientas de visualización que involucran a

los residentes, enriqueciendo las dimensiones tecnológica y humana propuestas por Nam y Pardo (2011) con un análisis espacial riguroso. Este enfoque resulta fundamental para detectar y mitigar desigualdades espaciales, contribuyendo a un desarrollo urbano más equitativo.

Además, abordan la dimensión participativa del análisis urbano, resaltando el papel de las herramientas SIG en facilitar la participación ciudadana en la planificación urbana. Sus métodos optimizan la visualización y comunicación de información estructural compleja, promoviendo el diálogo entre planificadores, residentes y otros actores urbanos.

Un aporte distintivo del estudio de Sevtsuk y Mekonnen (2012) es la integración de las redes sociales virtuales y físicas en el análisis del espacio urbano contemporáneo. Reconocen que la tecnología digital transforma las dinámicas de interacción social en las ciudades, y sus herramientas permiten examinar estas nuevas configuraciones espaciales.

Su metodología también aborda el rol de los espacios públicos como promotores de la interacción social. Sevtsuk y Mekonnen (2012) diseñan métricas específicas para evaluar la accesibilidad y calidad de estos espacios, destacando su relevancia esencial en la vida social urbana y la consolidación de comunidades.

En el contexto de la planificación participativa, los autores demuestran que sus herramientas fortalecen procesos de toma de decisiones inclusivos y democráticos. Estos métodos optimizan la visualización y evaluación de escenarios de desarrollo urbano, facilitando un análisis fundamentado de sus impactos sociales potenciales.

Sevtsuk y Mekonnen (2012) investigan además cómo las redes urbanas inciden en la formación de identidades locales y el sentido de lugar. Su análisis explora cómo distintas configuraciones espaciales favorecen o limitan el desarrollo de comunidades cohesivas y la preservación de rasgos culturales característicos.

Los autores concluyen subrayando la necesidad de un enfoque interdisciplinario en el análisis urbano, que combine métodos cuantitativos con enfoques cualitativos centrados en la experiencia vivida del espacio. Esta integración metodológica proporciona una comprensión más profunda y detallada de las interacciones entre estructuras espaciales y procesos sociales en la ciudad actual.

La investigación de Sevtsuk y Mekonnen (2012) establece un marco teórico que vincula el estudio espacial con los procesos sociales en el entorno urbano. En sintonía con los fundamentos de Hillier y Hanson (1984) sobre la lógica social del espacio, su trabajo redefine las redes urbanas como sistemas que trascienden lo físico, al sustentar interacciones socioeconómicas y culturales complejas.

Sevtsuk y Mekonnen (2012) han establecido un marco metodológico riguroso para analizar cómo la configuración espacial de las ciudades afecta directamente los patrones de interacción social, en continuidad con la línea de investigación propuesta por Batty (2013) en *The New Science of Cities*. Este conjunto de herramientas analíticas permite determinar cómo diversas disposiciones urbanas refuerzan o restringen el contacto social, la cohesión comunitaria y la generación de capital social.

En el ámbito de la equidad social, su estudio examina la relación entre las redes urbanas y el acceso a oportunidades, perspectiva que Harvey (2012) considera esencial para la justicia espacial. Evalúan múltiples variables, como la accesibilidad a servicios públicos, el acceso al empleo y la disponibilidad de espacios para la interacción social, analizando cómo la estructura espacial puede fomentar la inclusión o perpetuar la exclusión social.

Una contribución metodológica significativa es el desarrollo de métricas específicas para evaluar la distribución espacial de recursos y oportunidades en el contexto urbano. Estas herramientas cuantitativas, resultan fundamentales para identificar y abordar desigualdades espaciales, favoreciendo un desarrollo urbano más equitativo.

La investigación incorpora una dimensión participativa innovadora, desarrollando métodos que facilitan la visualización y comunicación efectiva de información compleja sobre la estructura urbana. Este enfoque, que se alinea con las propuestas de Picon (2020) sobre ciudades inteligentes, promueve un diálogo más fluido entre planificadores, residentes y otros actores urbanos, considerando la intersección entre redes sociales virtuales y físicas en el espacio urbano contemporáneo.

Sevtsuk y Mekonnen (2012) analizan el papel de los espacios públicos como catalizadores de la interacción social, desarrollando métricas precisas para evaluar su accesibilidad y calidad. Este análisis se complementa con herramientas que apoyan procesos de toma de decisiones más inclusivos y democráticos, facilitando la evaluación de diferentes escenarios de desarrollo urbano y sus potenciales impactos sociales.

Un aspecto destacable de la investigación es su análisis de cómo las redes urbanas influyen en la formación de identidades locales y el sentido de lugar. Los autores examinan cómo las diferentes configuraciones espaciales pueden apoyar o dificultar el desarrollo de comunidades cohesivas y la preservación de características culturales distintivas, un enfoque que dialoga con las investigaciones de Oliveira y Costa (2021) sobre tecnologías digitales y análisis urbano.

La investigación concluye enfatizando la necesidad fundamental de adoptar un enfoque interdisciplinario que integre métodos cuantitativos con perspectivas cualitativas sobre la experiencia vivida del espacio urbano, siguiendo la línea metodológica propuesta por Steiniger y Hunter (2013). Esta integración permite un análisis más profundo y detallado de las interacciones entre estructuras espaciales y procesos sociales en el contexto urbano actual.

La investigación asistida por computadora ha experimentado una evolución significativa desde sus inicios, como lo documenta Taft (1993) en su análisis seminal sobre la integración de tecnologías en la investigación cualitativa. Su estudio establece un marco conceptual relevante para comprender el desarrollo de las metodologías de investigación en el ámbito urbano contemporáneo.

En el ámbito metodológico, Taft (1993) examina la relación entre tecnología y análisis cualitativo, argumentando que las herramientas computacionales potencian significativamente la capacidad analítica del investigador sin comprometer la profundidad interpretativa característica de la investigación cualitativa, como se observa en el uso de software para codificar entrevistas o mapear patrones sociales en ciudades. Esta visión resulta particularmente relevante ante la complejidad de los estudios urbanos actuales.

Un aporte relevante de la contribución de Taft (1993) radica en su conceptualización de la tecnología como un instrumento facilitador que debe adaptarse a las necesidades epistemológicas y metodológicas de la investigación, en lugar de imponer sus propias dinámicas. Esta consideración fundamental adquiere especial relevancia en el contexto actual, donde la proliferación de herramientas digitales puede, paradójicamente, dificultar la comprensión profunda de los fenómenos urbanos si no se implementa con el rigor metodológico adecuado. En el análisis urbano, esta perspectiva resulta relevante para estudiar fenómenos complejos, como los asentamientos informales de Bogotá, donde software de análisis debe complementarse con observaciones de campo para captar dinámicas sociales (Taft, 1993).

La metodología propuesta por Taft (1993) resalta la importancia de mantener un equilibrio crítico entre la eficiencia operativa que proporcionan las herramientas computacionales y la necesidad imperativa de preservar la riqueza interpretativa del análisis cualitativo. Esta dialéctica entre eficiencia y profundidad analítica constituye un desafío fundamental en la investigación urbana contemporánea, donde la complejidad de los fenómenos socio-espaciales demanda aproximaciones metodológicas que integren tanto el rigor cuantitativo como la sensibilidad cualitativa. Por ejemplo, en el análisis de datos de movilidad en Nueva York, el uso de software para procesar grandes volúmenes de información se combina con observaciones de campo para captar matices culturales (Taft, 1993).

En el contexto específico de los estudios urbanos, las aportaciones de Taft (1993) adquieren una relevancia particular cuando se consideran en conjunción con las contribuciones posteriores de investigadores como Steiniger

y Hunter (2013), quienes han profundizado en la aplicación de herramientas digitales al análisis espacial. Esta convergencia teórica y metodológica sugiere la necesidad de desarrollar marcos analíticos que integren eficazmente las capacidades tecnológicas con la comprensión cualitativa de los fenómenos urbanos. La perspectiva metodológica desarrollada por Taft (1993) encuentra resonancia en los trabajos contemporáneos sobre análisis urbano digital, como los desarrollados por Oliveira y Costa (2021) sobre el alcance de las herramientas computacionales en el análisis urbano.

Es particularmente relevante examinar cómo las observaciones de Taft (1993) sobre la necesidad de adaptar las herramientas tecnológicas a los objetivos específicos de la investigación cualitativa se alinean con los desafíos contemporáneos en el análisis urbano digital. Esta consideración metodológica adquiere especial importancia en el contexto actual, donde la complejidad de los fenómenos urbanos demanda aproximaciones analíticas cada vez más sofisticadas y matizadas. Esta evolución metodológica subraya la necesidad de mantener un enfoque crítico y reflexivo en la implementación de tecnologías digitales para el análisis urbano, como en el monitoreo de flujos peatonales en Tokio, donde la precisión técnica se combina con el contexto cultural (Taft, 1993).

La integración de las perspectivas metodológicas propuestas por Taft (1993) con los avances contemporáneos en tecnologías de análisis urbano evidencia la necesidad de desarrollar marcos analíticos que combinen efectivamente la eficiencia computacional con la profundidad interpretativa característica de la investigación cualitativa. Esta síntesis metodológica es esencial para abordar la complejidad de los fenómenos urbanos contemporáneos, como la gentrificación en Berlín o las dinámicas de movilidad en Los Ángeles.

Klein y Myers (1999) en *A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems* presentan un marco metodológico que resulta relevante para comprender esta evolución, particularmente en la integración de tecnologías digitales en el análisis urbano. Los autores proponen un conjunto de principios para la investigación interpretativa que trasciende el ámbito de los sistemas de información, ofreciendo valiosas perspectivas para el

análisis de entornos urbanos mediados digitalmente. Su enfoque en la naturaleza social del conocimiento resulta especialmente pertinente cuando se considera la creciente importancia de las interacciones digitales en el espacio urbano contemporáneo.

Este marco metodológica complementa las aportaciones previas de Taft (1993) sobre la investigación asistida por computadora, enriqueciendo el marco conceptual al incluir consideraciones específicas sobre la naturaleza social y contextual del conocimiento. La integración de estas perspectivas resulta fundamental para desarrollar aproximaciones metodológicas que puedan abordar efectivamente la complejidad de los fenómenos urbanos contemporáneos. Klein y Myers (1999) proponen principios como la interacción entre investigadores y sujetos, la sensibilidad al contexto y la reflexividad crítica, aplicables a estudios sobre cómo las tecnologías digitales transforman el espacio urbano. En Singapur, estos principios se reflejan en investigaciones que examinan las interacciones entre residentes y sistemas de transporte inteligente, captando tanto datos cuantitativos como percepciones cualitativas.

En el ámbito del análisis urbano, la metodología propuesta por Klein y Myers (1999) proporciona instrumentos para evaluar cómo las tecnologías digitales están transformando no solo los espacios físicos de la ciudad, sino también las formas en que estos espacios son percibidos, utilizados y estudiados. Este enfoque complementa los trabajos de Sevtsuk y Mekonnen (2012) sobre el análisis de redes urbanas, ofreciendo un marco interpretativo robusto para comprender las dimensiones sociales y culturales de estas transformaciones. En São Paulo, la adopción de aplicaciones de movilidad refleja esta dinámica, donde las experiencias de los usuarios complementan las estadísticas de uso (Klein & Myers, 1999).

La reflexividad crítica que proponen Klein y Myers (1999) resulta relevante cuando se consideran las implicaciones éticas y sociales de la implementación de tecnologías digitales en el espacio urbano. Esta aproximación metodológica permite examinar no solo los aspectos técnicos de estas implementaciones, sino también sus impactos en la vida social y las experiencias cotidianas de los habitantes urbanos, como la vigilancia en espacios públicos de Londres. El

diálogo entre las perspectivas metodológicas cualitativas y las aproximaciones tecnológicas al análisis urbano sugiere la necesidad de desarrollar marcos analíticos más integrados (Klein & Myers, 1999). Esta integración debe considerar tanto la eficiencia y precisión que ofrecen las herramientas computacionales como la profundidad interpretativa característica de la investigación cualitativa, siguiendo la línea argumentativa desarrollada por Taft (1993) y expandida por investigadores contemporáneos como Oliveira y Costa (2021).

La evolución de las metodologías de investigación en el contexto urbano refleja una creciente comprensión de la necesidad de enfoques holísticos que puedan abordar efectivamente la complejidad de los fenómenos urbanos contemporáneos. Esta tendencia se evidencia en la integración de perspectivas cualitativas y cuantitativas, así como en el desarrollo de herramientas analíticas que permiten estudiar las diversas dimensiones de la vida urbana, como la combinación de datos digitales y aportes ciudadanos en plataformas participativas (Klein & Myers, 1999).

Nam y Pardo (2011), en *Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions*, presentan un marco conceptual para la comprensión de las ciudades inteligentes que complementa y expande las perspectivas metodológicas previamente establecidas por Klein y Myers (1999) y Taft (1993). Establecen tres dimensiones fundamentales que interactúan de manera dinámica: tecnología, personas e instituciones, un enfoque que se alinea con las consideraciones sobre la integración tecnológica en el análisis urbano discutidas por Oliveira y Costa (2021). Los autores argumentan que la dimensión tecnológica, aunque fundamental, no debe considerarse de manera aislada, sino en constante diálogo con los aspectos sociales e institucionales, una perspectiva que resuena con el enfoque holístico propuesto por Steiniger y Hunter (2013) en su análisis de herramientas GIS (Nam & Pardo, 2011).

Esta perspectiva multidimensional enfatiza que la verdadera “inteligencia” de una ciudad no reside únicamente en la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas, sino en la capacidad de integrar estas herramientas con las necesidades y expectativas de la comunidad. Nam y Pardo (2011) elaboran una categorización detallada de los componentes que constituyen una ciudad

inteligente, que se complementa con los análisis de redes urbanas propuestos por Sevtsuk y Mekonnen (2012). En la dimensión tecnológica, los autores enfatizan la importancia de las infraestructuras digitales, incluyendo redes de comunicación, sensores ambientales y sistemas de gestión de datos.

La dimensión humana, según los autores, abarca aspectos como la creatividad, la educación, el aprendizaje y el conocimiento, elementos que se alinean con las consideraciones metodológicas cualitativas propuestas por Klein y Myers (1999). Nam y Pardo (2011) argumentan que una ciudad verdaderamente inteligente debe fomentar el desarrollo del capital humano y social, como en Barcelona, donde talleres de co-diseño urbano potencian la innovación colaborativa. En la dimensión institucional, los autores analizan el papel crucial de la gobernanza y las políticas públicas en el desarrollo de ciudades inteligentes, un aspecto que complementa los análisis de transformación digital urbana discutidos por Oliveira y Costa (2021). Identifican la necesidad de estructuras de gobierno flexibles y adaptativas que puedan responder efectivamente a los desafíos emergentes de la urbanización digital.

Un aporte relevante de su investigación es el análisis de las interrelaciones entre estas tres dimensiones, que se alinea con la perspectiva integradora propuesta por Taft (1993) sobre la simbiosis entre tecnología y análisis cualitativo. Nam y Pardo (2011) argumentan que el éxito de las iniciativas de ciudades inteligentes depende de la capacidad de crear sinergias efectivas entre los aspectos tecnológicos, humanos e institucionales, donde la capacitación ciudadana permite superar las barreras tecnológicas. Los autores también abordan los desafíos y barreras que enfrentan las ciudades en su transición hacia modelos más inteligentes, una problemática que se relaciona con las consideraciones sobre la implementación de tecnologías digitales discutidas por Steiniger y Hunter (2013). Su análisis proporciona recomendaciones prácticas para superar estos desafíos.

La metodología propuesta por Nam y Pardo (2011) para evaluar iniciativas de ciudades inteligentes incluye indicadores cuantitativos y cualitativos, alineándose con las perspectivas metodológicas de Klein y Myers (1999) sobre la investigación interpretativa en sistemas de información. Las implicaciones éticas

y de privacidad asociadas con la implementación de tecnologías inteligentes en el espacio urbano son también objeto de análisis detallado, aspectos que complementan las consideraciones sobre gobernanza digital discutidas por Oliveira y Costa (2021). Este trabajo ha consolidado un marco conceptual clave para el estudio de ciudades inteligentes, influenciando investigaciones posteriores de Sevtsuk y Mekonnen (2012) y Oliveira y Costa (2021).

Sevtsuk y Mekonnen (2012) en *Urban Network Analysis: A New Framework for Understanding Cities* exploran cómo la configuración espacial afecta las interacciones sociales y económicas en entornos urbanos. Sostienen que las redes urbanas, más allá de su dimensión física, sustentan dinámicas complejas de carácter social, económico y cultural, como el comercio en mercados de Estambul o la cohesión comunitaria en plazas de Lisboa (Sevtsuk & Mekonnen, 2012). Su metodología mide la accesibilidad y calidad de los espacios públicos, como en Nueva York, donde Times Square fomenta la interacción social, contrastando con áreas desconectadas como ciertos suburbios de Los Ángeles.

Sevtsuk y Mekonnen (2012) desarrollan métricas para evaluar la distribución espacial de recursos, como el acceso a empleos, destacando cómo la estructura urbana puede reducir desigualdades o agravarlas. Su enfoque participativo usa herramientas de visualización para involucrar a los residentes, complementando las dimensiones tecnológicas y humanas de Nam y Pardo (2011) con un análisis espacial detallado.

Steiniger y Hunter (2013) estudian la adaptación de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) a paradigmas de investigación urbana, abordando desde el análisis de redes hasta la modelización de flujos. Los autores destacan la necesidad de un enfoque holístico que integre datos espaciales con dinámicas sociales, en sintonía con la perspectiva multidimensional de Nam y Pardo (2011). Su análisis incluye desafíos técnicos, como la estandarización de datos en proyectos de ciudades inteligentes, ofreciendo soluciones prácticas que influyen en la implementación de tecnologías digitales, alineándose con las recomendaciones de Taft (1993) y Nam y Pardo (2013) para superar barreras operativas.

Batty (2016) en *The New Science of Cities* profundiza en la relación entre complejidad, cognición y diseño urbano, proporcionando un marco teórico fundamental para comprender cómo los procesos de planificación urbana evolucionan en respuesta a la creciente complejidad de las ciudades contemporáneas. El autor argumenta que la planificación urbana debe adaptarse a una comprensión avanzada de las dinámicas urbanas, que reconozca la naturaleza emergente y no lineal de los sistemas urbanos. Esta perspectiva representa un cambio paradigmático en la forma de conceptualizar y abordar los desafíos de la planificación urbana.

En su análisis, Batty (2016) establece conexiones entre la teoría de la complejidad y los procesos de diseño urbano, sugiriendo que los planes urbanísticos deben concebirse como marcos adaptativos capaces de evolucionar en respuesta a las cambiantes condiciones urbanas. Esta perspectiva se alinea con las consideraciones sobre ciudades inteligentes propuestas por Nam y Pardo (2011), especialmente en lo referente a la necesidad de desarrollar aproximaciones flexibles y adaptativas a la gestión urbana. El autor destaca que la complejidad de los sistemas urbanos exige una revisión de las metodologías tradicionales de planificación.

La contribución metodológica de Batty (2016) propone, por tanto, un marco conceptual que integra elementos de la teoría de la complejidad con herramientas prácticas de planificación. Su enfoque sugiere que los procesos de diseño urbano deben incorporar mecanismos de retroalimentación y adaptación que permitan responder efectivamente a la naturaleza dinámica de los sistemas urbanos contemporáneos. Esta integración metodológica representa un avance significativo en la forma de abordar la planificación urbana, proporcionando herramientas conceptuales para enfrentar la incertidumbre y la no linealidad características de los sistemas urbanos complejos.

El autor propone una perspectiva innovadora sobre la evolución de los planes urbanísticos, argumentando que estos deben considerarse como sistemas adaptativos complejos en sí mismos, capaces de responder y evolucionar en función de las dinámicas urbanas emergentes. Esta concepción permite una comprensión más profunda de cómo los procesos de planificación

pueden adaptarse efectivamente a las realidades cambiantes de las ciudades contemporáneas. Esta perspectiva evolutiva del diseño urbano propuesta por Batty (2016) complementa y expande los análisis previos sobre la integración de tecnologías digitales en el espacio urbano, estableciendo un puente conceptual entre las aproximaciones computacionales al análisis urbano y los procesos cualitativos de diseño y planificación.

Su trabajo proporciona una base teórica sólida para comprender cómo los sistemas complejos y las redes urbanas interactúan en el espacio urbano contemporáneo, aportando conceptos clave para el desarrollo de aproximaciones más efectivas a la planificación urbana en la era digital, desde las calles tradicionales hasta las infraestructuras tecnológicas avanzadas.

Hillier y Hanson (1984) establecen en *The Social Logic of Space* un marco teórico para estudiar la relación entre la configuración espacial y los patrones sociales en entornos urbanos. Los autores desarrollan una teoría descriptiva del espacio que examina sus propiedades físicas, como la disposición de calles, plazas y edificios, y sus implicaciones sociales, incluyendo cómo las personas se mueven, interactúan y organizan actividades dentro de estas estructuras. Argumentan que la estructura espacial es tanto un reflejo de las dinámicas sociales, incluyendo normas y jerarquías, como un medio activo para su reproducción, al condicionar cómo las relaciones humanas se perpetúan a través del tiempo y el espacio. Ejemplificando cómo en ciudades medievales, las calles estrechas y plazas centrales reflejan y refuerzan una vida comunitaria densa, mientras que en asentamientos modernos, la dispersión espacial fomenta el aislamiento.

En este estudio, Hillier y Hanson (1984) presentan la sintaxis espacial (*Space Syntax*), una metodología que emplea herramientas matemáticas y analíticas para estudiar cómo las relaciones entre espacios afectan el comportamiento social. Esta técnica mide propiedades específicas: la integración, que cuantifica cuántos pasos separan un espacio del resto del sistema urbano; la conectividad, que evalúa el número de vínculos directos entre espacios; y la profundidad, que indica la distancia relativa dentro de la red espacial (Hillier & Hanson, 1984). Los autores ilustran cómo en Londres, calles como Oxford Street muestran alta integración, atrayendo intensos flujos peatonales que sostienen la actividad

comercial, mientras que áreas residenciales periféricas presentan mayor profundidad, limitando su accesibilidad. Estas métricas proporcionan una base objetiva para analizar la estructura urbana, permitiendo identificar patrones que influyen en la movilidad y las interacciones humanas.

Los autores argumentan que la configuración espacial no actúa como un contenedor pasivo, sino como un elemento activo que moldea y reproduce patrones sociales, afectando directamente las formas de encuentro y aislamiento. Este enfoque resulta relevante en el diseño urbano, ya que revela cómo disposiciones espaciales específicas, facilitan la interacción social, mientras que diseños fragmentados, tienden a generar segregación. La metodología Space Syntax evalúa la accesibilidad, midiendo la facilidad de llegada a un lugar, y la permeabilidad, analizando la capacidad de atravesar espacios, para entender su impacto en los flujos de movimiento y contacto social.

Años más tarde, Hillier y Vaughan (2007) en *The City as One Thing* amplían estas ideas al conceptualizar la ciudad como una entidad integrada donde los aspectos físicos y sociales son inseparables. Los autores exploran cómo la configuración espacial une elementos como calles, plazas y edificios con dinámicas humanas, como el comercio, las relaciones comunitarias y las actividades culturales, en un sistema cohesivo (Hillier & Vaughan, 2007). Introducen los conceptos de “co-presencia”, la presencia simultánea de personas en un espacio, y “co-consciencia”, la percepción colectiva del entorno, para analizar cómo la estructura urbana fomenta la cohesión social y la formación de comunidades resilientes. La co-presencia en áreas locales fortalece las redes comunitarias, mientras que en áreas desconectadas, la falta de co-presencia refuerza el aislamiento y la fragmentación social.

La metodología de Hillier y Vaughan (2007) combina análisis configuracional, utilizando mapas axiales para medir la conectividad y la integración, con observaciones empíricas de patrones sociales. Este enfoque aporta evidencia robusta sobre cómo la estructura espacial sostiene la vida urbana, destacando casos como el plan de ensanche de Cerdà en Barcelona, que integra calles principales con redes locales para promover un equilibrio entre movilidad y vida comunitaria (Hillier & Vaughan, 2007). Su trabajo enfatiza la importancia

de considerar la ciudad como un todo interdependiente, donde las relaciones entre elementos son tan cruciales como los elementos mismos, influyendo en investigaciones posteriores sobre diseño y dinámica social.

Hillier (2009) en *Spatial Sustainability in Cities* profundiza en la sostenibilidad espacial urbana, argumentando que esta trasciende lo ambiental para abarcar aspectos sociales, como la cohesión comunitaria, y económicos, como la vitalidad comercial, todos derivados de la estructura espacial (Hillier, 2009). Introduce los “patrones orgánicos”, formas urbanas que combinan planificación deliberada con procesos de autoorganización. Estas configuraciones permiten a las ciudades adaptarse a cambios, como el crecimiento poblacional en Tokio, donde la red espacial flexible ha absorbido una densificación masiva.

Hillier (2009) identifica patrones que contribuyen a la sostenibilidad, como la “permeabilidad estructurada”, que asegura redes de espacios públicos interconectados, y la “centralidad distribuida”, que dispersa puntos de actividad para evitar la dependencia de un núcleo único. Su metodología integra análisis cuantitativo, como mapas de integración que muestran flujos en plazas, con observaciones cualitativas, como la intensidad de uso en parques públicos o la interacción en mercados al aire libre, para evaluar factores que promueven entornos resilientes e inclusivos. El análisis de la “economía del movimiento” vincula la configuración espacial con la vitalidad, como en el West End de Londres, donde la alta integración sostiene comercios y actividades culturales.

Karimi (2012) en *A Configurational Approach to Analytical Urban Design* aplica Space Syntax al diseño urbano analítico, desarrollando herramientas prácticas para evaluar la performatividad espacial. La “performatividad” espacial, entendida como la capacidad de medir el rendimiento funcional de los espacios, es analizada con indicadores como patrones de movimiento, niveles de accesibilidad, intensidad de uso y potencial de interacción social, aplicados en proyectos como la regeneración de King’s Cross en Londres, donde la mejora de la conectividad revitalizó la zona con nuevos comercios y espacios públicos, o el rediseño de Trafalgar Square, que aumentó la accesibilidad peatonal. Karimi desarrolla un análisis multiescalar que abarca desde intervenciones locales, como el rediseño de plazas en Ámsterdam para fomentar encuentros, hasta

redes urbanas completas, como el sistema de transporte de Singapur, integrando consideraciones morfológicas, funcionales y socioeconómicas para apoyar la toma de decisiones basada en evidencia. Su metodología mide indicadores como movimiento, accesibilidad y uso, integrando escalas locales y urbanas para sustentar decisiones basadas en evidencia, con capacidad predictiva sobre el comportamiento espacial y social.

Complementariamente, Charalambous y Mavridou (2012), en *Space Syntax: Spatial Integration Accessibility and Angular Segment Analysis by Metric Distance (ASAMeD)*, extienden este enfoque con las herramientas SIA y ASAMeD, que cuantifican la accesibilidad espacial mediante integración topológica y análisis angular segmentado por distancia métrica. SIA mide la integración topológica como el número de cambios de dirección requeridos en una ruta, reflejando la complejidad cognitiva del movimiento, mientras ASAMeD incorpora segmentación por cruces, ángulos de incidencia y distancias métricas, permitiendo análisis a escalas local, intermedia y global (ejemplo, 200 m, 800 m, 2000 m). Aplicadas en contextos como Nicosia y Jeddah, estas herramientas optimizan la planificación urbana al evaluar cómo la estructura espacial condiciona el movimiento peatonal y la distribución de usos del suelo, destacando su potencial para generar intervenciones precisas y sostenibles adaptadas a dinámicas locales.

Marcus y Legeby (2012) en *The Need for Co-Presence in Urban Complexity* sostienen que la co-presencia es esencial para los sistemas urbanos complejos, como las metrópolis globales. Su metodología evalúa cómo las configuraciones espaciales modulan la interacción social a diferentes escalas, desde calles locales en París, donde bulevares amplios generan encuentros diversos, hasta redes metropolitanas en Tokio, donde callejones estrechos conectan comunidades. Introducen los “campos de co-presencia diferenciada”, sugiriendo que distintos diseños generan diversos tipos de encuentros, desde casuales en mercados al aire libre de Bangkok hasta estructurados en centros culturales de Berlín, aportando herramientas para analizar el potencial de interacción social en el diseño urbano. Su enfoque considera cómo la efectividad de un espacio depende de su integración en la red urbana más amplia.

Legeby (2013) en *Patterns of Co-Presence* examina cómo la configuración

espacial influye en la segregación social a través de patrones de co-presencia (Legeby, 2013). Su metodología combina Space Syntax con análisis sociológico, estudiando cómo las características espaciales afectan las oportunidades de interacción y el capital social. Legeby define la “situación social” como un producto del diseño espacial, identificando “situaciones de co-presencia” en lugares como plazas concurridas de Medellín, donde teleféricos han conectado comunidades marginadas, promoviendo integración social. Su análisis demuestra cómo las configuraciones espaciales generan distintos niveles de interacción entre grupos poblacionales, influyendo en la cohesión urbana.

Omer, Kaplan y Jiang (2018), en *Why Angular Centralities Are More Suitable for Space Syntax Modeling?*, investigan la superioridad de las propiedades angulares sobre las métricas en la modelización de Space Syntax, mediante simulaciones basadas en agentes en redes urbanas de Kfar Saba y Beer Sheva (Israel). Su análisis demuestra que la estructura angular genera una correspondencia multiescalar entre los potenciales de movimiento *to-movement* (integración) y *through-movement* (elección), y un solapamiento entre tipos de distancia (angular y métrica) que refuerza un resultado coherente, correlacionándose mejor con flujos simulados. Este enfoque estructural valida la eficacia predictiva de las centralidades angulares, ofreciendo una base cuantitativa para comprender cómo las redes urbanas configuran patrones de movimiento y uso, más allá del comportamiento individual.

Dando continuidad a estos estudios, Dogan, Samaranayake y Saraf (2018) presentan *Urbano*, una herramienta paramétrica integrada en Rhinoceros y Grasshopper que optimiza el modelado de movilidad urbana y la evaluación de accesibilidad a servicios y transporte público. En continuidad con Hillier y Vaughan (2007) analizaron la co-presencia en espacios urbanos, Urbano integra datos geoespaciales abiertos (GIS, OpenStreetMap, Google Places) para construir modelos urbanos interactivos. Mientras Space Syntax se enfocaba en mapas axiales para medir conectividad e integración, esta herramienta emplea un sistema de simulación basado en rutas óptimas y perfiles de actividad peatonal para evaluar métricas como el *Walkscore*, la intensidad de uso de calles (*Street Hits*) y la demanda de servicios urbanos (*Amenity Hits*). Así como Karimi (2012) evaluaba la “performatividad” espacial mediante indicadores de movimiento

y accesibilidad, *Urbano* permite optimizar la distribución de equipamientos, mejorar la conectividad peatonal y fomentar entornos urbanos más eficientes y sostenibles.

Yang, Dogan y Samaranayake (2019) integran datos abiertos en *Urbano* para analizar la demanda de equipamientos urbanos. Similar al enfoque de accesibilidad y movilidad presentado en trabajos anteriores, su metodología incorpora información de Google Places y OpenStreetMap para desarrollar métricas más precisas sobre el impacto de la localización y distribución de servicios en la accesibilidad urbana. Este enfoque, fundamentado en el análisis detallado de la actividad en amenidades urbanas, permite una planificación más adaptativa y centrada en el usuario, alineándose con los principios de movilidad activa y diseño orientado a la accesibilidad que caracterizan las tendencias contemporáneas en diseño urbano.

En la evolución de este marco metodológico, Yang, Samaranayake y Dogan (2020) desarrollan un sistema generativo para la planificación de barrios caminables, integrando análisis de redes viales, accesibilidad y distribución de equipamientos urbanos. A través de la automatización de datos cartográficos y redes de movilidad, su enfoque permite modelar y simular escenarios urbanos optimizando la relación entre movilidad peatonal y uso del espacio público. Sus estudios de casos demuestran cómo la organización espacial de calles y servicios influye directamente en la intensidad del tránsito peatonal y la interacción social, generando modelos urbanos más equitativos y eficientes.

La revisión de la literatura revela una progresión significativa en las metodologías y herramientas tecnológicas para el análisis urbano. Hillier y Vaughan (2007) sentaron las bases del análisis configuracional, identificando patrones de movimiento y conectividad en entornos urbanos, mientras Karimi (2012) avanzó con el concepto de performatividad espacial, desarrollando instrumentos para evaluar el desempeño funcional de los espacios. Marcus y Legeby (2012) aportaron una perspectiva sobre las dinámicas sociales mediante los campos de co-presencia diferenciada, enriqueciendo el estudio de las interacciones urbanas. Más recientemente, Dogan et al. (2018) con *Urbano* y Yang et al. (2020) han potenciado el modelado cuantitativo de la movilidad y el

uso del espacio mediante sistemas paramétricos y datos abiertos.

No obstante, la literatura pone de manifiesto áreas insuficientemente exploradas que demandan un examen crítico. Aunque tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica, Space Syntax y herramientas paramétricas han consolidado el análisis cuantitativo de patrones espaciales y accesibilidad, su capacidad para interpretar las dinámicas sociales complejas sigue siendo limitada.

Esta investigación abordará dichas limitaciones examinando cómo las tecnologías emergentes pueden integrarse sinérgicamente en un marco analítico que no solo diagnostique configuracionalmente el caso de estudio seleccionado, el Bairro de São Tomé, sino que también capture sus dinámicas sociales complejas. Para ello, se implementará una metodología que combine el análisis espacial cuantitativo que evalúe la “performatividad” espacial (Karimi, 2012) mediante indicadores como patrones de movimiento, niveles de accesibilidad e intensidad de uso, con métodos cualitativos que recojan las percepciones subjetivas de sus habitantes como verificadores de la información obtenida a través de los análisis tecnológicos. Este enfoque combinará la evaluación espacial de indicadores como movimiento y uso con las percepciones subjetivas de los residentes, permitiendo formular recomendaciones de intervención precisas y adaptadas a las necesidades sociales, culturales y comunitarias del contexto, en pos de espacios urbanos más inclusivos y sostenibles.

Metodología

La metodología de investigación conforma la base estructural que sustenta y orienta el proceso de investigación científica (Kemmis & McTaggart, 2005), especialmente en el análisis urbano con tecnologías emergentes. Su diseño y aplicación resultan esenciales ante la complejidad de los espacios urbanos contemporáneos, que demandan la integración de perspectivas diversas mediante un enfoque mixto de métodos cuantitativos y cualitativos (Batty, 2013).

Esta investigación propone una metodología innovadora al integrar diversas herramientas contemporáneas en un sistema único. El enfoque metodológico se organiza en niveles complementarios: desde la obtención y procesamiento de datos espaciales mediante herramientas tecnológicas avanzadas (García-Almirall & Moix, 2019) hasta la interpretación y verificación de los resultados con aportes cualitativos de los habitantes (Fals Borda, 2008). Esta estructura multinivel garantiza la precisión de los datos cuantitativos y profundiza en la comprensión de las dinámicas socioespaciales del área de estudio, el Bairro de São Tomé.

El enfoque metodológico se organiza en niveles complementarios: desde la obtención y procesamiento de datos espaciales mediante herramientas tecnológicas avanzadas (García-Almirall & Moix, 2019) hasta la interpretación y verificación de los resultados con aportes cualitativos de los habitantes (Fals Borda, 2008). Esta estructura multinivel garantiza la precisión de los datos cuantitativos y profundiza en la comprensión de las dinámicas socioespaciales del área de estudio, el Bairro de São Tomé.

La metodología propuesta responde a dos objetivos fundamentales: desarrollar una metodología basada en la integración de tecnologías emergentes para realizar análisis urbanísticos, y definir recomendaciones de intervención específicas para el Bairro de São Tomé. Este enfoque integral combina herramientas avanzadas con la validación cualitativa de sus resultados, permitiendo un análisis crítico y contextualizado de las dinámicas urbanas en el área de estudio.

Investigación Acción

La metodología de investigación-acción (MIA) se adopta como marco fundamental de esta disertación, dado que permite no solo verificar la eficacia de los métodos de análisis propuestos, sino que también integra la reflexión crítica y sistemática como componente esencial del proceso investigativo. Este enfoque, denominado MIA por su énfasis en la integración metodológica de acción y reflexión, permite la evaluación continua y el refinamiento iterativo de las técnicas de análisis urbano aplicadas al Bairro de São Tomé, combinando tecnologías emergentes con la validación cualitativa de sus resultados.

Las bases epistemológicas de la metodología de investigación-acción (MIA) se originan en investigaciones pioneras que analizaron las dinámicas grupales y cambios sociales. Estudios empíricos demostraron que la investigación social puede combinar la generación teórica con la resolución de problemas prácticos mediante ciclos de acción y reflexión. El marco metodológico propuesto por Lewin (1946) se fundamenta en un proceso cíclico estructurado en tres fases interdependientes: planificación, acción y evaluación de resultados. Este ciclo iterativo facilita la retroalimentación sistemática y el ajuste continuo de las estrategias implementadas. Lewin identifica tres elementos clave que caracterizan este enfoque: la implicación activa de los sujetos estudiados, el carácter democrático en la producción de conocimiento, y la contribución simultánea a las ciencias sociales y la transformación social. Este marco operativo ha demostrado ser efectivo para mantener el rigor científico mientras se adapta a las necesidades específicas de cada contexto investigativo (Kemmis & McTaggart, 2005).

El desarrollo posterior de la metodología ha profundizado en aspectos cruciales como el equilibrio entre acción e investigación como fundamento para resolver problemas prácticos y avanzar en el conocimiento teórico. Dickens y Watkins (1999) sostienen que este equilibrio asegura la validez de los resultados y la efectividad de las intervenciones, especialmente en entornos urbanos donde las dinámicas socioespaciales son multidimensionales. La reflexión sistemática sobre la acción se consolida como un pilar para generar conocimiento aplicable al análisis urbano.

La evolución hacia variantes más participativas subraya la emancipación epistemológica y la autodeterminación de los sujetos estudiados. Fals Borda (2008) argumenta que la MIA debe producir conocimiento científico mientras fomenta la transformación social, integrando a los habitantes en la comprensión de su realidad. En este estudio, esta integración se adapta al uso de dibujos de niños y niñas como herramienta de verificación cualitativa, no como participación activa, para capturar percepciones subjetivas del espacio.

La implementación de esta metodología en el análisis urbano permite la generación de conocimiento científico sobre el espacio urbano analizado, combinando análisis tecnológico con la verificación empírica de sus resultados (Greenwood & Levin, 2006). Este enfoque resulta idóneo para implementar tecnologías emergentes, como Sistemas de Información Geográfica (SIG), Space Syntax y diseño paramétrico, ya que permite su validación y refinamiento continuo en un contexto específico.

Ciclo de Investigación-Acción Participativa

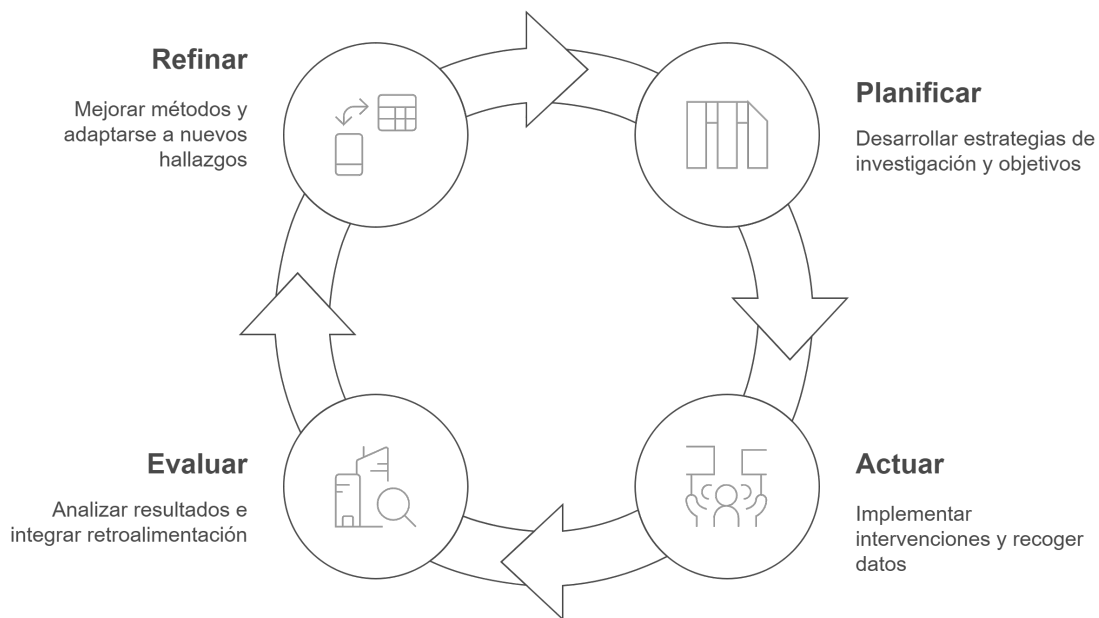


Ilustración 1. *Ciclo de Investigación Acción Participativa.png* Ciclo de Investigación-Acción Participativa | Autor, com suporte da inteligência artificial Napkin AI

Este enfoque de investigación-acción, Dickens y Watkins (1999), destacan la necesidad de un equilibrio entre acción e investigación, reconociendo que ambos elementos son igualmente importantes en el proceso. Los autores destacan que la metodología de Lewin no solo busca resolver problemas prácticos, sino también generar nuevo conocimiento teórico a través de la reflexión sistemática sobre la acción, un principio que guía el análisis tecnológico y su validación en esta investigación.

La dimensión democrática de la MIA refuerza la validez y efectividad de las intervenciones, según Dickens y Watkins (1999), al involucrar a los habitantes en la comprensión de su entorno. En este estudio, esta dimensión se traduce en la inclusión de las percepciones de los residentes del Bairro de São Tomé, obtenidas mediante dibujos de niños, para verificar las dinámicas espaciales identificadas tecnológicamente.

En el ámbito urbano contemporáneo, la MIA (Kemmis & McTaggart, 2005) enriquece el proceso investigativo al proporcionar un marco para comprender dinámicas complejas, complementando las tecnologías emergentes. Este enfoque permite integrar datos cuantitativos con aportes cualitativos, alineándose con el objetivo de desarrollar una metodología tecnológica robusta.

El estudio concibe los espacios urbanos como construcciones sociales en constante evolución, alineándose con conceptos fundamentales como el 'derecho a la ciudad' y la influencia de las estructuras sociales en el espacio (Harvey, 2012). Esta perspectiva fundamenta el análisis multidimensional del Bairro de São Tomé, combinando tecnologías emergentes con la verificación cualitativa para capturar su realidad social y dinámicas cotidianas.

Integración de los análisis tecnológicos

En el estudio del *Bairro de São Tomé*, Porto, esta investigación emplea la Metodología de Investigación-Acción (MIA) para integrar tres enfoques tecnológicos clave: los Sistemas de Información Geográfica (SIG), el Análisis Configuracional (Space Syntax) y el Diseño Paramétrico. Estas metodologías permiten capturar datos geoespaciales, analizar configuraciones urbanas y generar escenarios de intervención, respectivamente. Su combinación, enriquecida con

la verificación cualitativa de dibujos infantiles, ofrece una comprensión integral del barrio, alineando el análisis técnico con las percepciones de la comunidad. Este enfoque multiescalar y sinérgico es esencial para abordar los desafíos urbanos del área de estudio.

Los SIG constituyen la base para la recolección y análisis de datos geospaciales en el *Bairro de São Tomé*. Esta metodología se utiliza para mapear la morfología urbana, las redes de movilidad y los patrones demográficos, superponiendo capas de información que revelan accesibilidad a servicios y distribución de espacios públicos. A través de técnicas como la interpolación espacial y el análisis de densidad, los SIG identifican patrones críticos que sustentan el diagnóstico territorial. Su aplicación práctica en el barrio proporciona una visión estructurada de las condiciones existentes, sirviendo como punto de partida para las etapas posteriores del análisis.



Ilustración 2. Representación Multicapa de los Sistemas de Información Geográfica en el Análisis y Planificación Urbana | Autor, com suporte da inteligência artificial Napkin AI

El Análisis Configuracional, basado en la teoría de Space Syntax, se emplea para estudiar cómo la estructura urbana del *Bairro de São Tomé* influye en los patrones de movimiento y uso del espacio. Mediante medidas como la integración y el *choice*, calculadas a partir de mapas axiales, esta metodología evalúa la accesibilidad y los flujos sociales, identificando centralidades y rutas preferenciales. En el barrio, Space Syntax revela jerarquías espaciales y niveles de permeabilidad, destacando áreas bien conectadas o aisladas. Estos hallazgos cuantitativos aportan una comprensión profunda de las dinámicas espaciales que afectan la interacción comunitaria.

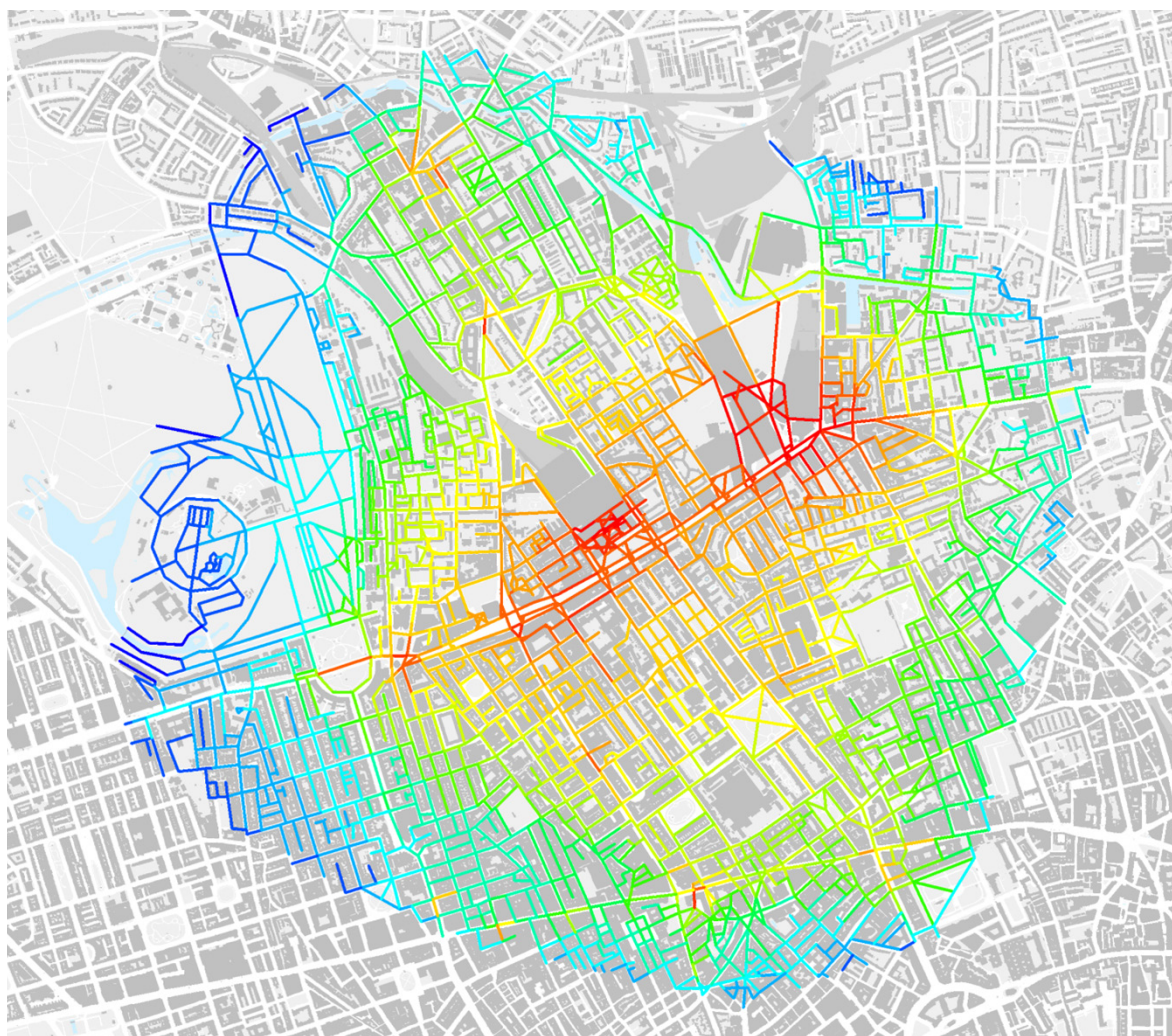


Ilustración 3. Representación Ilustrativa de la Metodología Space Syntax | spacsyntax.com

Por otra parte, el Diseño Paramétrico introduce un enfoque generativo en el *Bairro de São Tomé*, utilizando herramientas computacionales como *Urbano* para simular escenarios de desarrollo urbano. Esta metodología define parámetros

como densidad y sostenibilidad, generando configuraciones optimizadas que exploran alternativas de intervención. A diferencia de los SIG y Space Syntax, que describen el estado actual, el Diseño Paramétrico proyecta soluciones adaptadas al contexto del barrio. Su aplicación permite evaluar opciones para mejorar la habitabilidad y la conectividad, ofreciendo una dimensión prospectiva al análisis.

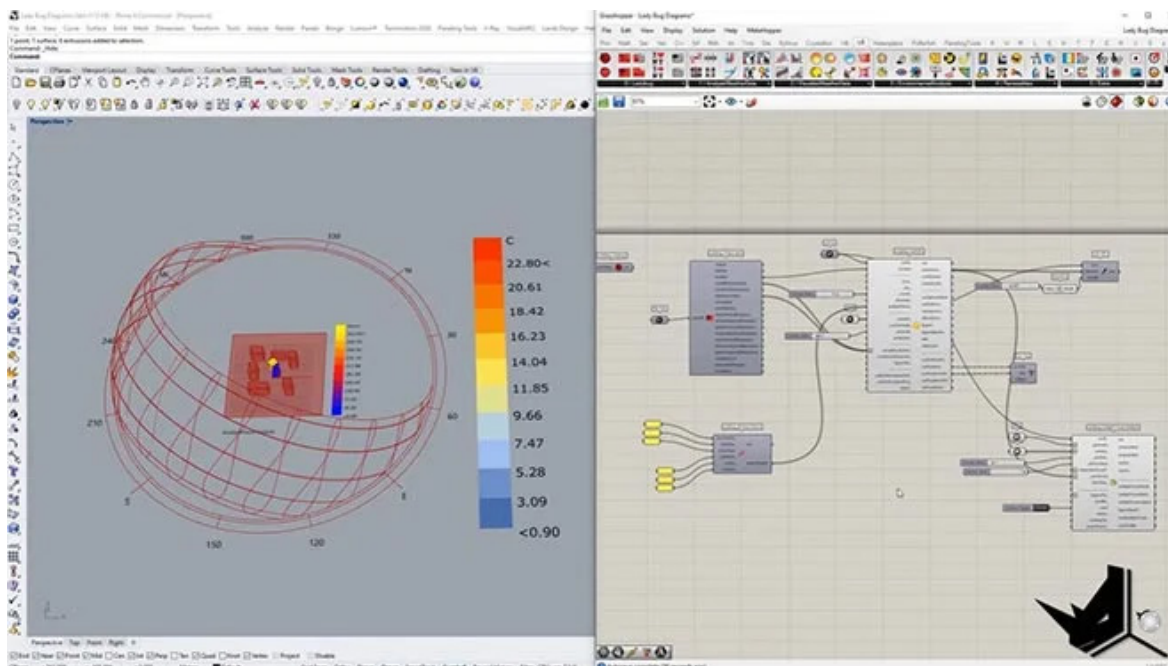


Ilustración 4. Diagrama de Temperatura paramétrico desarrollado en Grasshopper a través del plug-in Ladybug, con visualización tridimensional en Rhinoceros | How to Rhino

La combinación sistemática de capas de información, procesadas mediante estas herramientas computacionales, permite identificar patrones emergentes y relaciones espaciales que tradicionalmente permanecerían ocultas bajo métodos convencionales de análisis (Batty, 2013) y superar las limitaciones individuales de cada metodología.

Una vez completada la recopilación exhaustiva de información, se procederá a realizar un análisis detallado y multidimensional para formular una conclusión integral que evalúe las fortalezas metodológicas y las áreas de mejora identificadas en el proceso (Kemmis & McTaggart, 2005). Este análisis integrará los resultados tecnológicos con la validación cualitativa de la MIA, asegurando que las conclusiones sean relevantes y contextualizadas para el *Bairro de São Tomé*.

Posteriormente, se llevará a cabo una evaluación crítica para determinar si el análisis abarca plenamente las dinámicas sociales del espacio urbano (Marcus & Legeby, 2012). Si se detectan lagunas en la comprensión, se implementará una investigación cualitativa específica, basada en dibujos de niños, para explorar en profundidad las dinámicas no cubiertas por el análisis tecnológico inicial, asegurando un enfoque completo del Bairro de São Tomé.

Entre los grupos que requieren especial atención en este análisis complementario se encuentran principalmente las personas mayores y los niños, quienes experimentan y perciben el espacio público de manera única y particular. Esta perspectiva diferenciada frecuentemente queda al margen de los análisis generalistas, debido a que estos grupos, aunque significativos en su impacto sobre el espacio urbano, no constituyen la mayoría estadística de usuarios activos (Vaughan et al., 2005), pero son esenciales para capturar el impacto social del espacio en el Bairro de São Tomé.

Para superar estas limitaciones y enriquecer la comprensión del espacio urbano, la MIA combina los análisis tecnológicos cuantitativos con métodos cualitativos, como sondeos (Greenwood & Levin, 2006). Esta integración metodológica permitirá capturar las dinámicas espaciales medibles y las experiencias subjetivas de los residentes. La síntesis de ambas aproximaciones proporcionará una visión más completa y matizada de cómo el espacio urbano es utilizado y percibido por los habitantes del Bairro de São Tomé.

La aplicación de este enfoque mixto no solo enriquecerá la comprensión del espacio urbano, sino que también permitirá desarrollar de recomendaciones de intervención inclusivas y fundamentadas para el *Bairro de São Tomé*. Al identificar patrones de uso y necesidades específicas que podrían quedar ocultos en análisis puramente tecnológicos (Vaughan et al., 2005), esta metodología ofrece una base sólida para la toma de decisiones en futuros proyectos de diseño urbano, alineándose con los objetivos de mejora contextualizada.

Estructura de la disertación

Esta investigación se organiza en cinco capítulos fundamentales, diseñados para responder de manera sistemática a los objetivos establecidos y alinearse con la Metodología de Investigación-Acción (MIA) adoptada. La MIA, caracterizada por su enfoque iterativo y participativo, demanda una estructura que facilite el desarrollo teórico, el análisis práctico y la validación cualitativa con la comunidad. Por ello, la disertación sigue un proceso clásico de investigación, enriquecido con un sistema intermedio de verificación metodológica que asegura la robustez del enfoque. A continuación, se describe el contenido y propósito de cada capítulo, destacando su contribución al marco general de la investigación.

1. Introducción

El primer capítulo sienta las bases teóricas y contextuales del estudio, estructurándose en seis subsecciones:

- Contexto de la Investigación: Presenta el marco geográfico y social del *Bairro de São Tomé* en Porto, subrayando su relevancia como caso de estudio dentro de los barrios sociales.
- Justificación de la Problemática: Argumenta la necesidad de integrar tecnologías emergentes con las dinámicas sociales del barrio, abordando la brecha entre el análisis técnico y la realidad comunitaria.
- Objetivos de la Investigación: Establece dos metas principales: desarrollar una metodología tecnológica integrada y proponer recomendaciones prácticas para la intervención en el *Bairro de São Tomé*.
- Estado del Arte: Revisa la literatura sobre tecnologías emergentes en el análisis urbano, posicionando el estudio en el contexto académico actual.
- Metodología de la Investigación: Detalla la adopción de la MIA, explicando su enfoque cíclico y colaborativo como eje del proyecto.

- Estructura de la Investigación: Ofrece una visión general de la tesis, preparando al lector para el recorrido a través de los capítulos siguientes.

Este capítulo establece las premisas fundamentales que guían la investigación, proporcionando una hoja de ruta clara y coherente.

2. Marco Teórico

El segundo capítulo desarrolla el sustento conceptual del estudio, dividido en tres subsecciones:

- Espacio Urbano: Aproximación Teórica: Analiza teorías clave sobre el espacio urbano, desde perspectivas sociológicas hasta enfoques de planificación, sentando las bases para el análisis posterior.
- Criterios de Selección de Herramientas para el Análisis Urbano: Define los parámetros para elegir tecnologías emergentes, justificando su adecuación al contexto del *Bairro de São Tomé*.
- Tecnologías Emergentes en el Análisis Urbano: Explora herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), el análisis configuracional (*Space Syntax*) y el Diseño Paramétrico, destacando su rol en un enfoque multiescalar.

Este capítulo vincula la teoría urbanística con las metodologías tecnológicas, proporcionando el marco conceptual necesario para la aplicación práctica en el caso de estudio.

3. Caso de Estudio: Bairro de São Tomé

El tercer capítulo aplica las herramientas teóricas y tecnológicas al *Bairro de São Tomé*, organizándose en dos subsecciones:

- Contexto Histórico: Traza la evolución del barrio desde su creación hasta la actualidad, ofreciendo una perspectiva histórica de su desarrollo urbano basada tanto en documentación como en entrevistas

con informantes privilegiados.

- **Análisis Mediante la Integración de Tecnologías Emergentes:** Presenta los resultados del análisis tecnológico integrando tres herramientas: SIG para el mapeo espacial, *Space Syntax* para la evaluación de conectividad, y Urbano para analizar la accesibilidad a servicios y los tiempos de desplazamiento.

Este capítulo representa la fase práctica de la investigación, traduciendo los conceptos teóricos en hallazgos concretos sobre las dinámicas socioespaciales del barrio.

4. Validación de la Metodología de Estudio

El cuarto capítulo, esencial en la MIA, incorpora la participación comunitaria para validar los resultados técnicos. Se estructura en dos subsecciones:

- **Fundamentos Teóricos para la Evaluación Cualitativa:** Explica los principios de los métodos cualitativos utilizados, como los dibujos infantiles, destacando su rol innovador en la MIA para complementar el análisis tecnológico.
- **Percepciones Comunitarias del *Bairro de São Tomé*, Proyecto *Círculo*:** Analiza las representaciones de los niños del barrio, contrastándolas con los datos técnicos para enriquecer la interpretación del espacio urbano.

Este capítulo asegura que los hallazgos reflejen las experiencias de la comunidad, reforzando la pertinencia y validez de la metodología mediante un enfoque participativo.

5. Consideraciones Finales

El quinto capítulo sintetiza los resultados y evalúa el proceso investigativo, dividiéndose en dos subsecciones:

- **Evaluación Participada de la Metodología de Estudio:** Reflexiona

sobre la eficacia de la MIA y las tecnologías empleadas, identificando fortalezas y oportunidades de mejora.

- Recomendaciones de Intervención en el Bairro de São Tomé: Propone estrategias específicas para mejorar la accesibilidad, conectividad y habitabilidad del barrio, basadas en la integración de los análisis tecnológico y cualitativo previos.

Este capítulo cierra el ciclo investigativo, conectando los hallazgos del caso de estudio y la validación metodológica con implicaciones prácticas para el desarrollo urbano.

Marco Teórico

Espacio Urbano: aproximación teórica

El espacio urbano constituye un objeto de estudio complejo que trasciende su dimensión física para configurarse como un fenómeno perceptual, social y cultural. Lejos de ser un escenario pasivo para las actividades humanas, constituye un constructo dinámico que refleja y moldea las interacciones, percepciones y estructuras de poder de una sociedad. Este capítulo desarrolla una aproximación teórica al espacio urbano mediante la integración de cinco perspectivas fundamentales: la percepción cognitiva de Kevin Lynch, el diseño centrado en las personas de Jan Gehl, la producción social del espacio de Henri Lefebvre, la ecología del movimiento de Edward Baggs, Anthony Chemero y Alan Penn, y la geometría viva de Nikos A. Salingaros. A través de esta síntesis, se plantea el espacio urbano como un sistema vivido, percibido y socialmente producido, cuya esencia radica en su legibilidad, escala humana y capacidad de adaptarse a las dinámicas de sus habitantes, aspectos fundamentales para el análisis y las recomendaciones de intervención que se definirán para el Bairro de São Tomé.

El Espacio Urbano como Constructo Perceptual

Kevin Lynch, en su obra *La imagen de la ciudad* (1960), establece una perspectiva fundacional al concebir el espacio urbano como una imagen mental configurada por la percepción humana. Para Lynch, la ciudad no es solo un conjunto de elementos físicos, sino un mapa cognitivo que los habitantes construyen a partir de su interacción con el entorno. Lynch identifica cinco elementos estructurales de esta imagen visual: sendas (rutas de circulación), bordes (límites lineales), distritos (áreas con identidad distintiva), nodos (puntos de convergencia) y marcas (referentes físicos destacados, como monumentos o puentes) (Lynch, 1960, pp. 46-48). Estos componentes facilitan la orientación y dotan de significado al aparente desorden de los sistemas urbanos, siendo fundamentales para analizar la legibilidad del Bairro de São Tomé.

El concepto central de Lynch, la legibilidad, se define como la capacidad del diseño urbano para ser interpretado y recordado con claridad. Una ciudad legible, argumenta, incorpora elementos diferenciados y secuenciados que

simplifican la navegación y fortalecen el vínculo emocional de los habitantes con su entorno (Lynch, 1960, pp. 9-10). Las secuencias visuales, como las vistas que se suceden al recorrer una senda, desempeñan un rol esencial en esta estructuración perceptual. Lynch afirma que 'la ciudad es un producto de la percepción humana' (1960, p. 1), subrayando que el espacio urbano existe tanto en la mente como en su forma física. Sus estrategias para optimizar la imagen urbana, como establecer marcas distintivas o patrones claros, ofrecen herramientas prácticas para alinear la configuración espacial con la comprensión humana, haciendo del espacio un lugar reconocible y significativo.

El Espacio Urbano como Ámbito Centrado en lo Humano

Jan Gehl, en *Ciudades para personas* (2010), desplaza el enfoque del espacio urbano desde la percepción hacia la experiencia vivida, promoviendo un diseño que privilegie las necesidades humanas frente a las exigencias del tráfico vehicular. Gehl cuestiona la evolución de las ciudades modernas, donde la dispersión urbana y el predominio del automóvil han comprometido la calidad de vida. Su planteamiento central afirma que 'las ciudades deben diseñarse para las personas, no para los automóviles' (Gehl, 2010, p. 3), redefiniendo el espacio urbano como un medio para potenciar la interacción social, la movilidad sostenible y la vitalidad comunitaria, con especial atención a la caminabilidad y la ciclabilidad.

Gehl propone principios orientados a generar espacios públicos accesibles, fomentar usos mixtos y priorizar a peatones y ciclistas, revitalizando la esencia de las ciudades tradicionales, caracterizadas por su compacidad y riqueza social (Gehl, 2010, pp. 6-7). En oposición a las ciudades del momento, segregadas y monofuncionales, defiende un espacio urbano diverso y activo, transformando calles, plazas y parques en lugares de encuentro. Asimismo, destaca la relevancia de incorporar las percepciones de los habitantes en la planificación urbana, un aspecto reflejado en la Metodología de Investigación-Acción (MIA) mediante la verificación cualitativa con dibujos de niños, asegurando que el diseño responda a las dinámicas locales del Bairro de São Tomé (Gehl, 2010, pp. 139-141). Esta visión humanista complementa la legibilidad de Lynch al integrarla con la escala cotidiana del movimiento y la vida social.

El Espacio Urbano como Producto Social

Henri Lefebvre, en *La producción del espacio* (1974), amplía la conceptualización del espacio urbano al definirlo como un constructo social intrínsecamente ligado a las relaciones de poder y las prácticas que lo configuran. Para Lefebvre, el espacio no es un receptáculo pasivo, sino “un producto social, generado por las relaciones sociales y las prácticas cotidianas” (Lefebvre, 1974, p. 26). Propone una tríada analítica: espacio percibido, que emerge del contacto sensorial con el entorno físico; espacio concebido, que corresponde a las representaciones abstractas de planificadores y autoridades; y espacio vivido, que se forma a través de las actividades diarias y los significados culturales de los habitantes. Esta perspectiva resulta esencial para interpretar las dinámicas sociales del Bairro de São Tomé.

Lefebvre plantea el espacio urbano como un ‘campo de conflicto’ donde se confrontan el control ejercido por estructuras de poder y la apropiación por parte de los ciudadanos (Lefebvre, 1974, p. 26). A través de estrategias como democratizar, desalienar y socializar el espacio, busca liberarlo de la mercantilización y restituirlo a la colectividad, un enfoque que coincide con la verificación cualitativa de la Metodología de Investigación-Acción (MIA) mediante dibujos de niños en el Bairro de São Tomé (Lefebvre, 1974, pp. 421-422). Al conectar el espacio con las dinámicas sociales, Lefebvre integra la percepción de Lynch y el diseño humano de Gehl con una crítica estructural, resaltando que el espacio urbano se encuentra en ‘constante transformación’ (Lefebvre, 1974, p. 26), moldeado por la interacción entre la agencia humana y las fuerzas sistémicas.

Espacio Urbano como Red Dinámica

Edward Baggs, Anthony Chemero y Alan Penn, en *Designing Cities for Humans* (2020), proponen una perspectiva contemporánea que define el espacio urbano como una red interconectada de acciones y percepciones. Introducen el concepto de ‘profundidad del espacio’ para describir cómo el movimiento humano recorre el entorno construido, dirigido por señales perceptivas (Baggs et al., 2020, p. 12). En este enfoque, el espacio urbano se configura como un

sistema de oportunidades para la acción, donde los individuos se desplazan mediante una locomoción guiada visualmente, organizando sus trayectos en secuencias manejables (Baggs et al., 2020, pp. 13-14).

Los autores plantean que las configuraciones espaciales se transforman conforme a los flujos humanos, abogando por un diseño que fomente la interacción y reduzca conflictos, integrando las dimensiones temporal y espacial (Baggs et al., 2020, pp. 18-19). Su enfoque en la dinámica del movimiento complementa las secuencias perceptuales de Lynch y la escala humana de Gehl, presentando el espacio urbano como un sistema vivo, ‘constante y activamente configurado por el flujo de movimiento’ (Baggs et al., 2020, p. 19). Esta perspectiva enriquece el marco teórico al destacar el rol activo de los habitantes en la configuración cotidiana del espacio.

El Espacio Urbano como Organismo Geométrico y Social

Nikos A. Salingaros, en *Geometry and Life of Urban Space* (2009), combina principios geométricos con la vitalidad social, definiendo el espacio urbano como un ‘superorganismo’ sustentado por la actividad humana y la coherencia estructural. Salingaros identifica la plaza pública como un nodo y conector clave del tejido urbano, cuya funcionalidad depende de proporciones equilibradas, permeabilidad y escala humana (Salingaros, 2009, p. 2). Critica el urbanismo modernista, caracterizado por áreas monofuncionales y geometrías desproporcionadas, al señalar que ‘la pérdida de las reglas del urbanismo geométrico ha generado una estructura urbana que fragmenta la sociedad’ (Salingaros, 2009, p. 3). Esta visión resulta fundamental para analizar la configuración espacial del Bairro de São Tomé.

Salingaros plantea principios rectores como la apertura gradual y la interioridad, diseñando espacios percibidos como acogedores sin ser opresivos (Salingaros, 2009, p. 4). Sus directrices para plazas (conectividad, usos mixtos y prioridad peatonal) se alinean con el humanismo de Gehl, mientras su enfoque en proporciones perceptivas refuerza la legibilidad de Lynch (Salingaros, 2009, pp. 8-10). Aboga por un diseño participativo, inspirado en el movimiento ‘P2P Urbanism’, que se alinea con la socialización del espacio de Lefebvre y se

integra en la Metodología de Investigación-Acción (MIA) mediante la verificación cualitativa con dibujos de niños, concibiendo el espacio urbano del Bairro de São Tomé como un constructo colectivo (Salingaros, 2009, p. 7). Su analogía de la ciudad como sistema biológico o electrónico destaca su complejidad e interdependencia, sugiriendo que el espacio prospera al equilibrar orden y adaptabilidad.

Síntesis Teórica del Espacio Urbano

La integración de estas perspectivas configura una definición holística del espacio urbano. Lynch lo concibe como un constructo perceptual, legible y estructurado por la interacción cognitiva. Gehl lo redefine como un ámbito centrado en lo humano, diseñado para fomentar la vida social y la movilidad sostenible. Lefebvre lo presenta como un producto social que refleja y modela las dinámicas de poder y las prácticas cotidianas. Baggs, Chemero y Penn lo describen como una red dinámica moldeada por el movimiento y las oportunidades perceptuales. Salingaros, por su parte, lo plantea como un organismo geométrico y social cuya vitalidad surge de proporciones armónicas y la actividad colectiva.

Esta síntesis identifica el espacio urbano como un fenómeno multidimensional, articulado en tres ejes fundamentales: la percepción, que aporta comprensibilidad y memorabilidad; la experiencia humana, que lo convierte en un lugar de vida e interacción; y la producción social, que lo define como expresión de relaciones y tensiones sociales. Estos ejes se interrelacionan continuamente, configurando la esencia del espacio urbano. Así, la legibilidad de Lynch se enriquece con la escala humana de Gehl, mientras la producción social de Lefebvre se concreta en la dimensión colectiva que defiende Salingaros.

En consecuencia, el espacio urbano se define como un constructo dinámico, configurado por la percepción e interacción humana (Lynch; Baggs et al.), orientado a las necesidades de las personas (Gehl; Salingaros) y generado socialmente mediante prácticas y relaciones de poder (Lefebvre). Este carácter vivo y relacional fundamenta el análisis urbanístico y las recomendaciones de intervención en el Bairro de São Tomé, alineándose con la Metodología de Investigación-Acción (MIA) para interpretar y transformar sus dinámicas socioespaciales.

Criterios de selección de herramientas para el análisis urbano

El análisis urbano contemporáneo requiere herramientas que aborden la complejidad de los sistemas urbanos desde una perspectiva holística, especialmente al evaluar las limitaciones tecnológicas frente a las dinámicas sociales. Establecer criterios de selección rigurosos, fundamentados en teorías reconocidas, resulta esencial para orientar la elección de instrumentos metodológicos dentro de un marco científico. Con base en estas premisas, se proponen tres criterios para guiar el análisis y las recomendaciones de intervención en este contexto.

1. Capacidad de integración multiescalar

La capacidad de integración multiescalar se define como la habilidad de una herramienta para analizar el espacio urbano en distintos niveles de escala (local, regional y global) e integrar datos heterogéneos en un marco coherente. Este criterio se basa en los planteamientos de Brenner (2004) sobre la ‘escalaridad’ de los procesos urbanos, quien argumenta que las dinámicas sociales y espaciales resultan de interacciones entre múltiples niveles, imposibles de comprender aisladamente. Batty (2013) subraya que las ciudades, como sistemas complejos, requieren enfoques que combinen el análisis microscópico, como la morfología de un barrio, con el macroscópico, como las redes metropolitanas. Desde una visión crítica, Harvey (2001) destaca que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y tecnologías asociadas deben articular estas escalas para evitar reduccionismos espaciales.

En el marco del análisis urbano, una herramienta con integración multiescalar debe capturar tanto las características físicas inmediatas del Bairro de São Tomé, como la distribución de calles, como sus implicaciones en dinámicas sociales más amplias, tales como la segregación regional. Esta capacidad resulta crucial para evaluar cómo las tecnologías emergentes abordan la complejidad urbana sin comprometer la resolución ni el contexto, integrándose con la Metodología de Investigación-Acción (MIA) para generar un análisis completo.

La herramienta debe cumplir los siguientes requisitos:

- Procesar e integrar datos geoespaciales provenientes de diversas fuentes y niveles de detalle.
- Facilitar análisis en diferentes escalas espaciales.
- Proporcionar visualizaciones que permitan una interpretación transversal de los resultados.

2. Análisis de relaciones socioespaciales

El segundo criterio exige que las herramientas examinen las relaciones entre la estructura espacial y las dinámicas sociales, trascendiendo la mera representación física. Este planteamiento se fundamenta en la teoría de Space Syntax de Hillier y Hanson (1984), quienes argumentan que la configuración espacial, como la accesibilidad y la conectividad, condiciona los patrones de movimiento y la interacción social. Complementariamente, Lefebvre (1991) subraya que el espacio constituye un producto social, donde las interacciones humanas no solo se reflejan en el entorno construido, sino que lo transforman activamente. Desde un enfoque empírico, Vaughan (2007) evidencia cómo las propiedades espaciales se correlacionan con fenómenos sociales, como la cohesión y la segregación, en contextos urbanos específicos como el Bairro de São Tomé.

Este criterio resulta crucial para esta investigación, que busca analizar cómo las tecnologías emergentes interpretan, o no logran interpretar, las dinámicas sociales del Bairro de São Tomé a través de su estructura espacial. Una herramienta eficaz debe cuantificar variables espaciales, como la integración, y relacionarlas con indicadores sociales, revelando tanto sus capacidades como sus limitaciones para capturar aspectos cualitativos, integrándose con la Metodología de Investigación-Acción (MIA) mediante la verificación de estas relaciones con dibujos de niños.

La herramienta debe cumplir los siguientes requisitos:

- Cuantificar propiedades espaciales relacionales, tales como conectividad y visibilidad.
- Relacionar estas propiedades con patrones de uso y comportamiento social.
- Identificar las discrepancias entre los modelos predictivos y las dinámicas sociales observadas.

3. Potencial de simulación dinámica

El tercer criterio examina la capacidad de las herramientas para simular procesos dinámicos en el espacio urbano, como flujos de movilidad y transformaciones temporales. Este enfoque se basa en los modelos de sistemas complejos de Batty (2007), quien argumenta que las ciudades son entidades en constante evolución, caracterizadas por interacciones emergentes entre agentes y entornos. Schumacher (2009) destaca el diseño paramétrico como un medio para explorar relaciones dinámicas entre variables urbanas, mientras Alexander (1964) subraya la dificultad de traducir fenómenos orgánicos a modelos técnicos. Este criterio prioriza herramientas que, más allá de analizar estados estáticos, proyecten escenarios futuros para el Bairro de São Tomé, integrándose con la Metodología de Investigación-Acción (MIA).

La simulación dinámica es esencial para comprender cómo las intervenciones urbanas podrían afectar a las dinámicas sociales del Bairro de São Tomé y para identificar las limitaciones tecnológicas en la predicción de comportamientos humanos. Este enfoque conecta el análisis urbanístico con debates actuales sobre prospectiva y resiliencia, permitiendo evaluar futuros posibles que informen recomendaciones contextualizadas.

La herramienta debe cumplir los siguientes requisitos:

- Modelar flujos e interacciones mediante parámetros configurables.
- Generar escenarios hipotéticos basados en datos reales.

- Facilitar la evaluación crítica de los supuestos subyacentes a las simulaciones.

Evaluación de herramientas

Se analizaron siete herramientas emergentes en la última década ampliamente empleadas en el análisis urbano: QGIS, ArcGIS, Space Syntax (DepthmapX), Gephi, Urbano (Grasshopper), CityEngine y AutoCAD Map 3D. A continuación se evaluará su idoneidad frente a los criterios establecidos: integración multiescalar, análisis de relaciones socioespaciales y potencial de simulación dinámica. A continuación, se examinará cada una en relación con estos criterios, con el propósito de seleccionar las más adecuadas para el análisis urbanístico y las recomendaciones de intervención en el Bairro de São Tomé, integrándose con la Metodología de Investigación-Acción (MIA).

QGIS

Quantum GIS (QGIS) emerge en 2002 como un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código abierto, creado por Gary Sherman y desarrollado por una comunidad global bajo la Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) con el propósito de ofrecer una alternativa gratuita a herramientas comerciales como ArcGIS. Desde entonces, ha evolucionado hasta convertirse en un software destacado por su accesibilidad, flexibilidad y capacidad de integración, cualidades que lo posicionan como una tecnología emergente en el análisis urbano. Su modelo colaborativo amplía el acceso a funcionalidades avanzadas, y su desarrollo continuo, reflejado en versiones como QGIS 3.x que incluyen herramientas como el Processing Framework, lo distingue de soluciones comerciales tradicionales, haciéndolo atractivo para abordar espacios complejos desde enfoques innovadores y adaptables (QGIS Development Team, 2023).

En el análisis urbanístico, QGIS sobresale por su capacidad de procesar datos geoespaciales en múltiples escalas, permitiendo examinar desde detalles locales, como el trazado de calles, hasta conexiones más amplias, como redes regionales (Batty, 2013). Esta integración multiescalar se apoya en un sistema de capas que unifica bases diversas, tales como mapas topográficos y registros demográficos, para generar una visión integral de las estructuras urbanas.

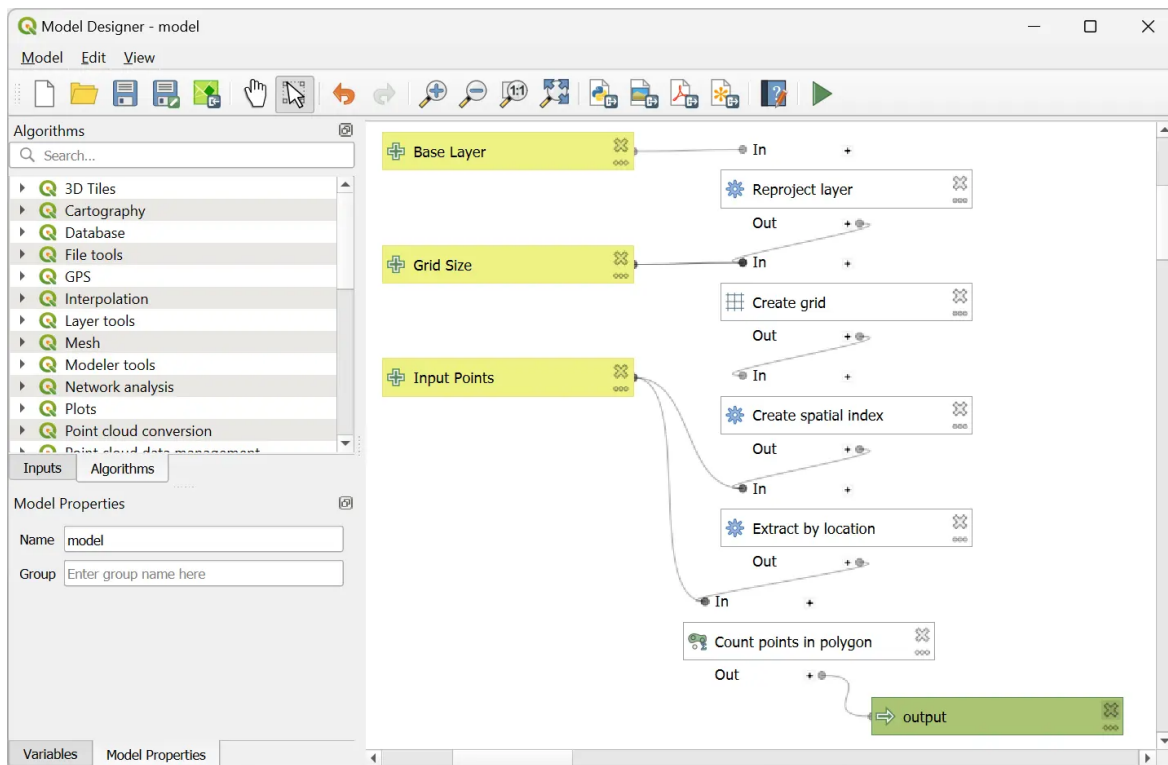


Ilustración 5. Interfaz de QGIS | qgis.org

Por ejemplo, podría mapear la ubicación de equipamientos y conectarla con patrones de accesibilidad, facilitando un diagnóstico espacial inicial. Aunque no está diseñado específicamente para explorar relaciones socioespaciales, permite correlacionar variables físicas, como densidad o proximidad a servicios, con indicadores sociales, como tasas de pobreza, mediante análisis básicos como regresiones o mapas de calor (Harvey, 2001). Esto podría revelar tendencias de segregación espacial, pero su enfoque descriptivo limita la captura de dinámicas relacionales, como la interacción comunitaria, sugiriendo la necesidad de complementarlo con otras herramientas especializadas.

La simulación dinámica no representa una fortaleza de QGIS, ya que se centra en representaciones estáticas más que en modelar procesos temporales, como flujos de movilidad o cambios urbanos (Batty, 2007). Extensiones como QGIS TimeManager ofrecen animaciones básicas, por ejemplo, variaciones en el uso del suelo, pero carecen de la profundidad necesaria para proyectar escenarios futuros complejos. Esta característica lo posiciona como un soporte inicial en este criterio, dejando la simulación a tecnologías más avanzadas. Sin embargo, su versatilidad y accesibilidad lo hacen un componente potencial

dentro de la Metodología de Investigación-Acción (MIA), donde podría generar mapas multiescalares que nutran análisis posteriores.

ArcGIS

Desarrollado por Esri a finales de los años 80 y consolidado desde la década de 1990 como un Sistema de Información Geográfica (SIG) comercial líder, ArcGIS surge con el propósito de proporcionar una plataforma integral para la gestión, visualización y análisis de datos geospaciales (Esri, 2023). A diferencia de herramientas emergentes como QGIS, su evolución se ha centrado en optimizar capacidades analíticas avanzadas y herramientas especializadas, como ArcGIS Pro, que introdujo en 2015 funciones modernas de modelado y visualización 3D. Aunque no es de código abierto, su carácter innovador radica en su potencia técnica y su amplio ecosistema de módulos, que lo han convertido en un estándar en disciplinas geospaciales. Sin embargo, su accesibilidad limitada por licencias costosas y su enfoque tradicional lo distinguen de alternativas más flexibles, planteando un contraste relevante al considerar su idoneidad para análisis urbanos complejos como los requeridos en contextos como el Bairro de São Tomé.

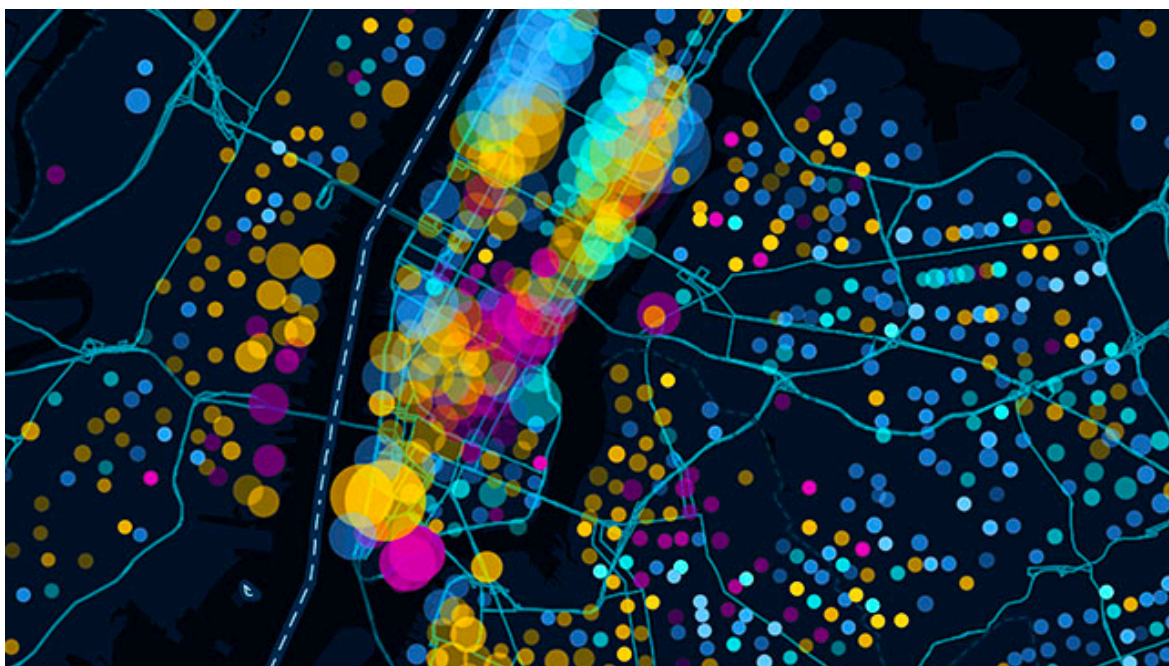


Ilustración 6. Mapa producido en ArcGIS | esri.com

En el ámbito del análisis urbanístico, ArcGIS destaca por procesar datos geoespaciales en diversas escalas, desde detalles locales hasta redes metropolitanas, gracias a herramientas avanzadas de visualización y geoestadística (Brenner, 2004). Esta capacidad de integración multiescalar permite combinar mapas de infraestructura, como los de un barrio específico, con información regional de movilidad, generando representaciones que resaltan conexiones entre niveles espaciales. Por ejemplo, podría mapear la distribución de servicios en una zona urbana y vincularla con patrones de accesibilidad a escala metropolitana, ofreciendo una visión estructurada del entorno. Aunque supera a muchas herramientas en manejo de grandes volúmenes de datos, su enfoque tradicional de SIG tiende a priorizar aspectos cuantitativos, como la ubicación precisa de equipamientos, sobre las relaciones dinámicas entre espacio y sociedad (Harvey, 2001). Esto significa que, aunque puede correlacionar variables físicas con indicadores sociales, como accesibilidad y niveles de pobreza, no profundiza en interacciones cualitativas, como los patrones de encuentro social, lo que sugiere la necesidad de complementarlo con enfoques más relacionales para un análisis completo en entornos urbanos diversos.

La simulación dinámica en ArcGIS se aborda mediante funciones de modelado básico, disponibles en módulos como ArcGIS Pro, que permiten analizar flujos temporales o cambios en patrones de uso (Batty, 2007). En un contexto como el Bairro de São Tomé, esto posibilitaría explorar variaciones en la movilidad a corto plazo, pero su diseño no está optimizado para simulaciones paramétricas complejas ni para proyecciones dinámicas a largo plazo, como las requeridas para evaluar transformaciones urbanas emergentes. Esta limitación lo posiciona como una herramienta más estática que otras opciones especializadas en prospectiva, lo que podría restringir su utilidad en escenarios que demanden modelar futuros posibles. No obstante, su robustez técnica lo convierte en un candidato potencial dentro de la Metodología de Investigación-Acción (MIA), donde podría generar mapas y análisis preliminares que nutran herramientas más dinámicas. Combinado con enfoques cualitativos, ArcGIS podría contribuir a explorar percepciones espaciales y respaldar posibles recomendaciones en contextos urbanos, aunque su accesibilidad y enfoque lo hacen menos adaptable que alternativas emergentes.

Space Syntax (DepthmapX)

Space Syntax surge en la década de 1980 como una teoría y metodología desarrollada por Bill Hillier y Julienne Hanson en el University College London, con el propósito de analizar cómo la configuración espacial influye en las dinámicas sociales (Hillier y Hanson, 1984). Implementada en DepthmapX, un software de código abierto desde 2010, esta herramienta emergente se distingue por su enfoque relacional, que trasciende los SIG tradicionales al priorizar la interacción entre espacio y sociedad, evolucionando desde un marco académico a una aplicación práctica en el análisis urbano. En el Bairro de São Tomé, podría explorar cómo las redes viarias estructuran el comportamiento social.

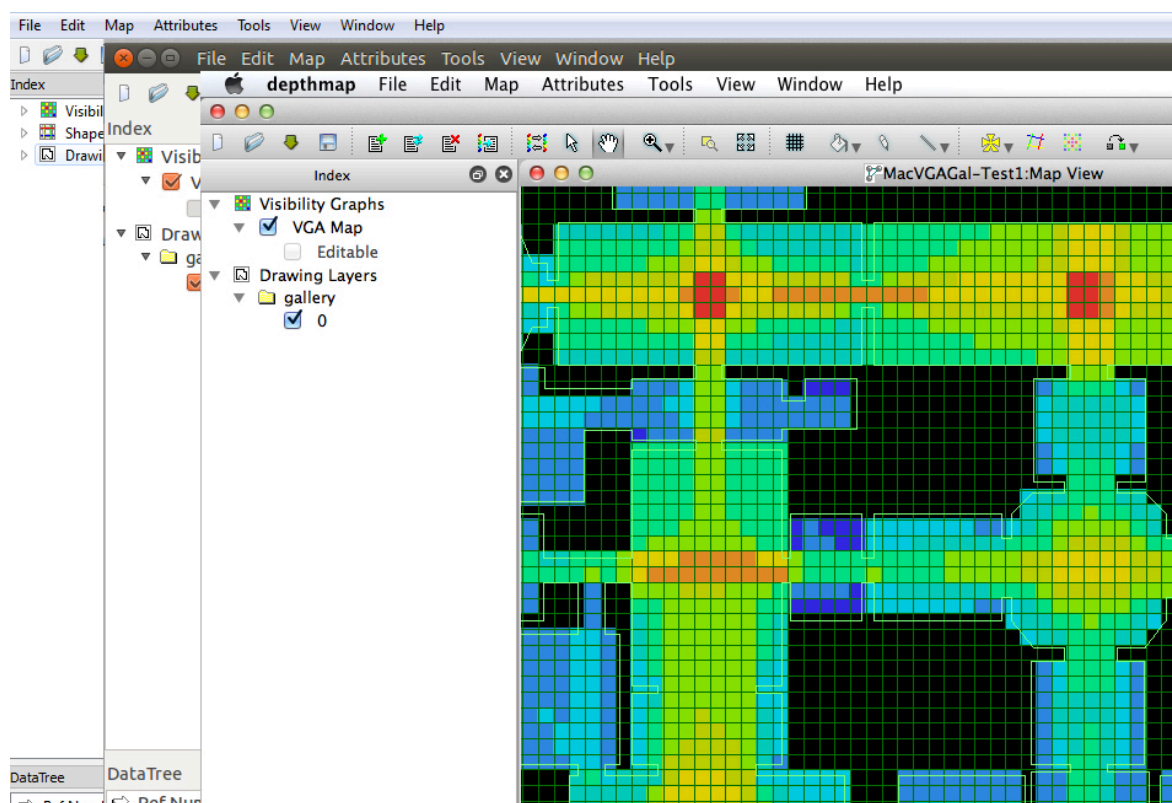


Ilustración 7. Interfaz Depthmap | spacesyntax.online

DepthmapX analiza redes espaciales en múltiples escalas, desde calles locales hasta configuraciones urbanas más amplias, centrándose en la estructura viaria (Hillier y Hanson, 1984). Aunque evalúa la conectividad en diferentes radios, su integración multiescalar se limita a datos espaciales y no abarca fácilmente indicadores socioeconómicos, lo que podría restringir su amplitud en contextos como el Bairro de São Tomé (Vaughan, 2007). Sin embargo, sobresale

al cuantificar propiedades como integración y conectividad, vinculándolas con patrones de interacción social, por ejemplo, midiendo la accesibilidad de plazas para la cohesión comunitaria, un análisis potencialmente robusto si se complementa con otras herramientas.

Su enfoque estático, sin capacidad para simular flujos dinámicos o transformaciones temporales, lo hace menos versátil para proyectar diferentes escenarios en el Bairro de São Tomé.

Gephi

Gephi aparece en 2008 como un software de código abierto para el análisis y visualización de redes, creado por un equipo liderado por Mathieu Bastian con el propósito de facilitar la exploración de relaciones complejas en diversas disciplinas (Bastian et al., 2009). Desarrollado inicialmente en Francia y adoptado globalmente, se distingue por su interfaz intuitiva y su capacidad para manejar grandes conjuntos de datos relacionales, lo que lo posiciona como una herramienta emergente en campos como la sociología o el análisis de datos. Aunque no está diseñado específicamente para el análisis espacial urbano, su

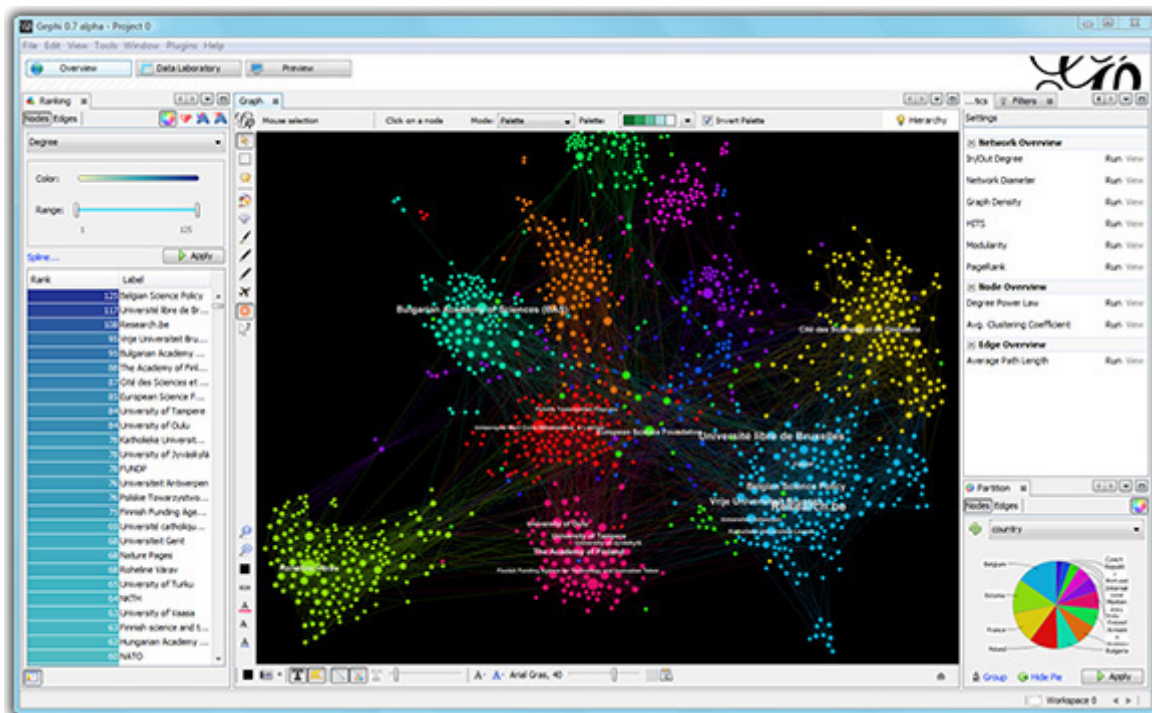


Ilustración 8. Interfaz de Gephi | gephi.org

enfoque innovador en redes lo hace una opción a considerar para examinar conexiones abstractas que podrían influir en contextos como el Bairro de São Tomé.

En el análisis urbanístico, Gephi opera en diferentes escalas al mapear conexiones entre nodos, por ejemplo, redes sociales o económicas, lo que sugiere un potencial multiescalar (Batty, 2013). Sin embargo, su enfoque en relaciones abstractas, más que en datos geoespaciales específicos, limita su capacidad para integrar información espacial urbana, como la estructura viaria del Bairro de São Tomé. Podría analizar vínculos comunitarios a nivel local o regional, pero no los relaciona con la configuración física, como la distribución de calles o servicios (Vaughan, 2007). Además, carece de herramientas para modelar procesos temporales, como flujos de movilidad o cambios estructurales, restringiendo su uso a representaciones estáticas que no abordan dinámicas urbanas.

Pese a su fortaleza en conexiones relacionales, Gephi no captura la dimensión socioespacial ni permite explorar transformaciones temporales, lo que reduce su aplicabilidad directa en el Bairro de São Tomé.

Urbano (Grasshopper)

Urbano surge en 2018 como un plugin especializado para Grasshopper, una plataforma de diseño paramétrico dentro de Rhinoceros, desarrollado por el equipo de Thornton Tomasetti CORE Studio con el propósito de facilitar el análisis y modelado de entornos urbanos (Dogan et al., 2018). Inspirado en enfoques paramétricos que exploran relaciones espaciales complejas, este complemento se distingue por su capacidad para integrar datos geoespaciales y generar modelos dinámicos, posicionándolo como una tecnología emergente en el análisis urbano (Schumacher, 2009). Su innovación radica en combinar flujos de trabajo visuales con acceso a bases de datos externas, como OpenStreetMap, lo que permite a los usuarios procesar información real y explorar patrones espaciales desde una perspectiva adaptable, potencialmente útil en contextos como el Bairro de São Tomé.

En el análisis urbanístico, Urbano inicialmente se enfoca en escalas locales, como el diseño detallado de barrios, pero su capacidad para incorporar datos externos, por ejemplo, de SIG, podría extender su alcance a configuraciones metropolitanas (Batty, 2013). Esto sugiere un potencial multiescalar que, en un caso como el Bairro de São Tomé, permitiría modelar plazas o redes viarias y conectarlas con estructuras más amplias. También posibilita analizar cómo parámetros espaciales, como la disposición de calles, se relacionan con flujos sociales, como el movimiento peatonal, ofreciendo datos cuantitativos que podrían vincularse a patrones de uso comunitario (Dogan et al., 2018). Aunque su enfoque tiende a ser teórico, esta capacidad sugiere una utilidad exploratoria para capturar aspectos socioespaciales, siempre que se complemente con información empírica.

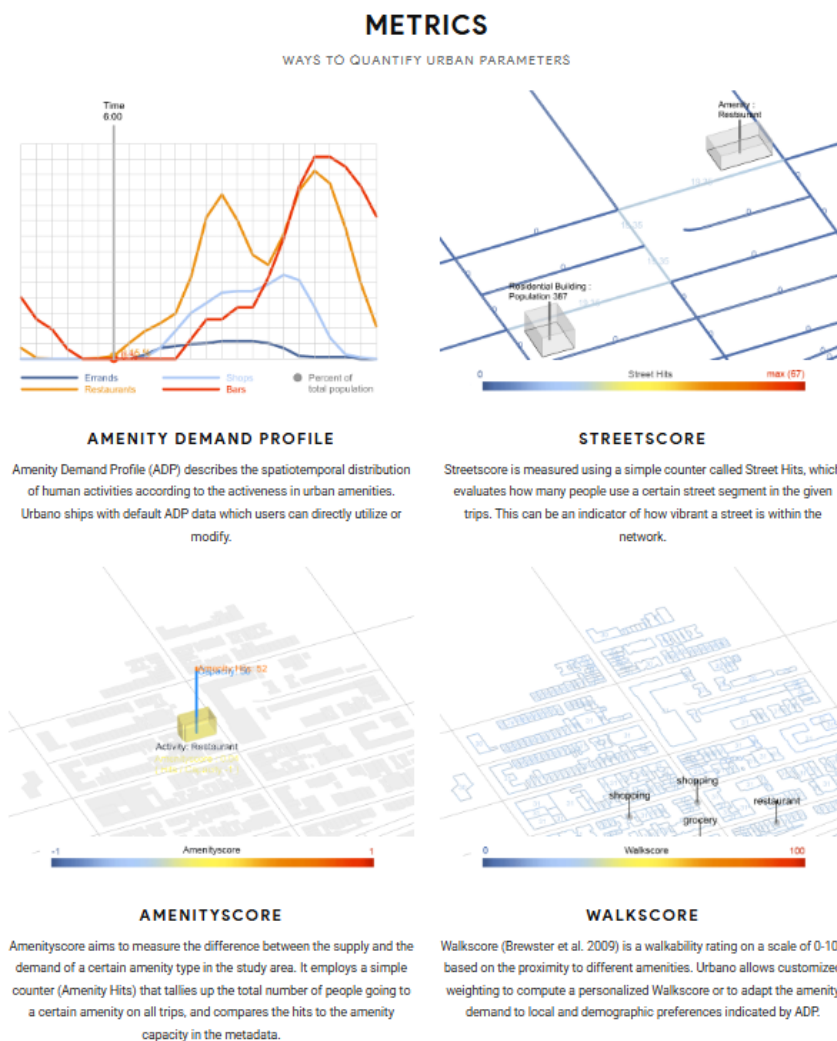


Ilustración 9. Métricas para cuantificar parámetros urbanos en el plugin Urbano para Grasshopper | Urbano.io

La fortaleza de Urbano reside en su capacidad para modelar flujos dinámicos, como los peatonales o vehiculares, dentro de un entorno paramétrico ajustable (Batty, 2007). En el Bairro de São Tomé, esto podría implicar generar representaciones de movilidad actuales con gran flexibilidad, aunque no está orientado a proyecciones de cambios futuros. Dentro de la Metodología de Investigación-Acción (MIA), Urbano podría aportar modelos preliminares que permitan explorar percepciones y usos del espacio, contribuyendo potencialmente a un análisis urbano más completo.

CityEngine

CityEngine nace en 2008 como una herramienta de modelado 3D desarrollada por Esri, inicialmente creada por Procedural Inc. y adquirida para expandir las capacidades visuales de ArcGIS, con el propósito de generar entornos urbanos tridimensionales de manera eficiente (Esri, 2023). Basada en un enfoque procedimental que usa reglas para construir modelos detallados, se distingue por su capacidad de producir representaciones realistas a partir de datos básicos, lo que la posiciona como una tecnología emergente en el diseño urbano. Aunque su innovación radica en la automatización visual, su énfasis en la estética más que en el análisis funcional sugiere una utilidad específica que podría explorarse en contextos como el Bairro de São Tomé.

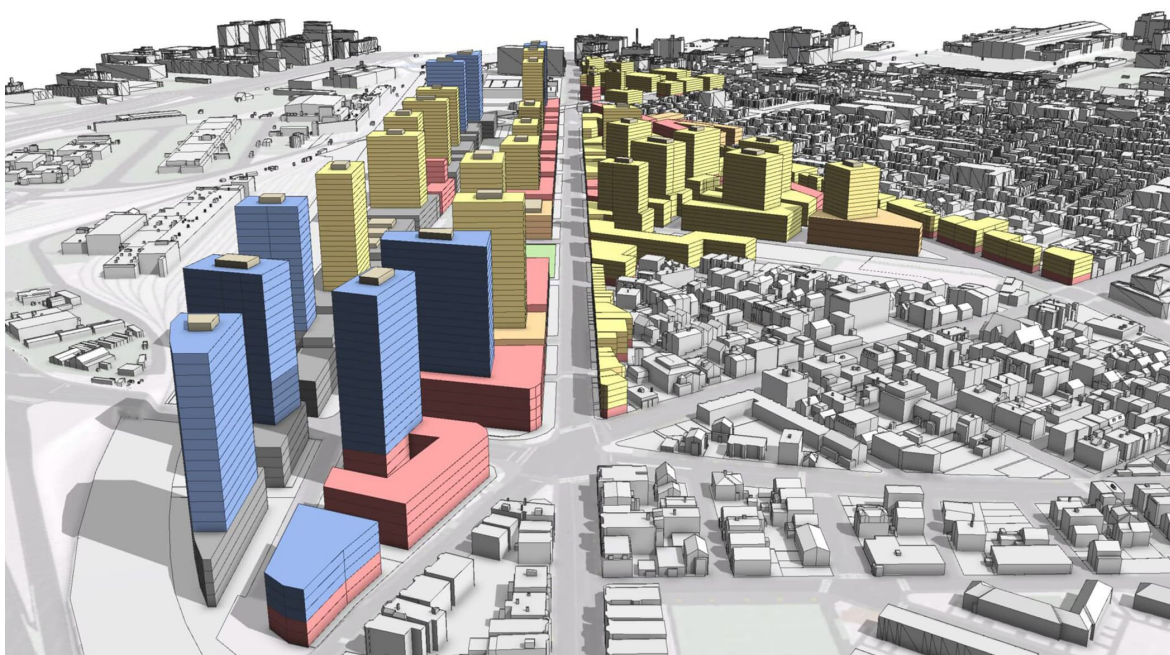


Ilustración 10. Generador de ciudades 3D en CityEngine | [esri.com](https://www.esri.com)

En el análisis urbanístico, CityEngine permite modelar estructuras en múltiples escalas, desde calles individuales hasta ciudades completas, lo que ofrece un potencial multiescalar para visualizar entornos tridimensionales (Brenner, 2004). Sin embargo, su enfoque se inclina hacia el diseño más que hacia la integración de datos existentes, como indicadores socioeconómicos, limitando su capacidad para unificar información diversa. También carece de herramientas robustas para analizar relaciones socioespaciales, priorizando la forma urbana sobre las interacciones sociales (Harvey, 2001). Aunque puede representar patrones visuales, como la disposición de edificios, no los conecta empíricamente con dinámicas de cohesión o uso comunitario, restringiendo su aplicabilidad en este criterio.

CityEngine genera simulaciones básicas de crecimiento urbano o variaciones visuales, pero su enfoque estético limita su profundidad para modelar dinámicas sociales o funcionales (Batty, 2007). En la Metodología de Investigación-Acción (MIA), podría contribuir con visualizaciones preliminares que exploren percepciones espaciales en el Bairro de São Tomé, aunque su orientación visual sugiere un rol secundario frente a herramientas analíticas.

AutoCAD Map 3D

AutoCAD Map 3D, introducido por Autodesk en la década de 1990 como una extensión de AutoCAD, se desarrolla con el propósito de combinar capacidades de diseño técnico con funciones básicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando cartografía en proyectos de ingeniería y planificación (Autodesk, 2023). A diferencia de herramientas emergentes como QGIS o Urbano, su enfoque tradicional se centra en la precisión técnica más que en la innovación analítica, lo que lo posiciona como una solución estable pero menos adaptable para el análisis urbano. Sus características clave incluyen la representación detallada de datos espaciales y la compatibilidad con formatos SIG, lo que sugiere una utilidad potencial en contextos como el Bairro de São Tomé, aunque con limitaciones evidentes.

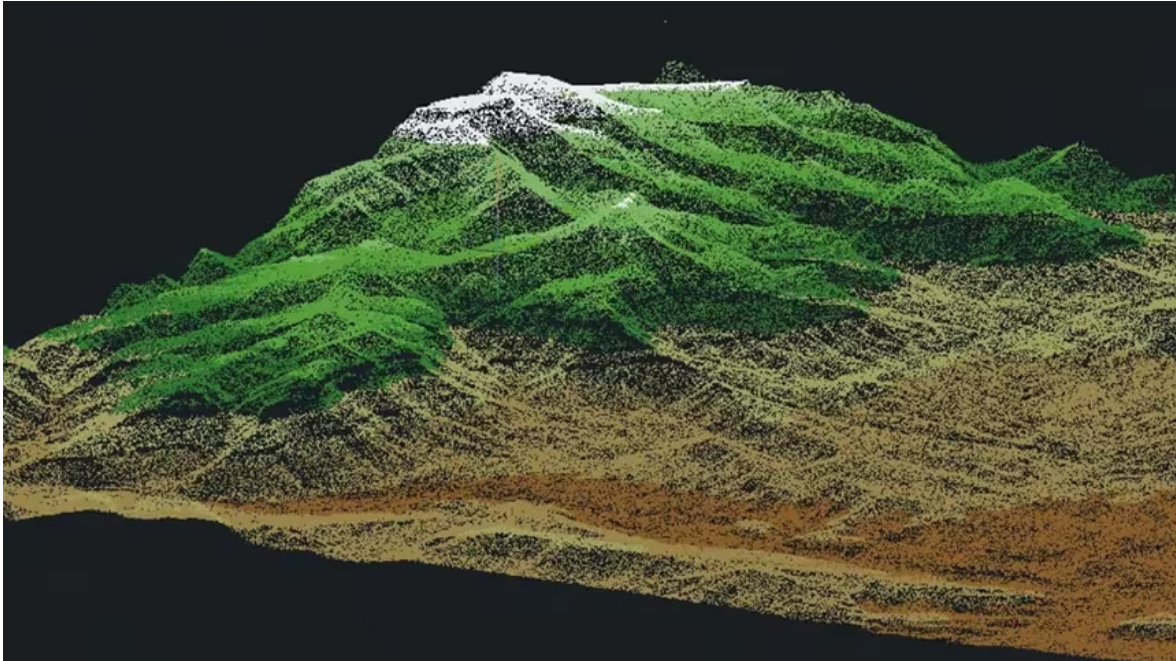


Ilustración 11. Tecnología de mapeo 3D de AutoCAD | autodesk.com

En el análisis urbanístico, AutoCAD Map 3D permite trabajar con datos geospaciales en diversas escalas, desde planos locales hasta mapas regionales, gracias a su capacidad para importar información SIG (Brenner, 2004). Sin embargo, su orientación hacia la representación técnica, como planos de calles o infraestructura, limita su capacidad para integrar y analizar datos heterogéneos de manera holística, quedándose atrás respecto a herramientas más versátiles en contextos complejos (Harvey, 2001). Además, no ofrece funcionalidades específicas para explorar relaciones socioespaciales, restringiéndose a datos físicos sin conectar estos con dinámicas sociales, como el uso comunitario del espacio, lo que reduce su aplicabilidad en este criterio.

Su diseño estático, enfocado en cartografía y dibujo técnico, excluye la posibilidad de modelar procesos dinámicos, como flujos de movilidad o cambios temporales (Batty, 2007). Dentro de la Metodología de Investigación-Acción (MIA), podría servir para generar representaciones iniciales precisas, por ejemplo, planos detallados, que nutran otros análisis y se complementen con datos cualitativos, aunque su enfoque tradicional sugiere un rol secundario.

Selección final

Tras analizar las siete herramientas frente a los criterios establecidos — integración multiescalar, análisis de relaciones socioespaciales y potencial de simulación dinámica—, QGIS, Space Syntax (DepthmapX) y Urbano (Grasshopper en Rhinoceros) se consolidan como las opciones más idóneas para el análisis urbanístico y las recomendaciones de intervención en el Bairro de São Tomé. Estas herramientas se destacan no solo por cumplir los criterios de manera complementaria, sino también por su carácter de tecnologías emergentes, definido por su innovación, accesibilidad y capacidad para integrar enfoques avanzados con las dinámicas contemporáneas del espacio urbano.

QGIS

Esta herramienta sobresale en el criterio de integración multiescalar por su capacidad para procesar datos geoespaciales diversos, como mapas de calles, registros demográficos o redes de movilidad, en múltiples niveles de resolución, desde el detalle local hasta el ámbito regional. En el Bairro de São Tomé, permitirá mapear la estructura viaria y conectarla con patrones metropolitanos, proporcionando una base analítica integral. Su carácter emergente radica en su naturaleza de código abierto, que democratiza el acceso a herramientas SIG avanzadas (Batty, 2013), y en su continua evolución mediante plugins (ejemplo, QGIS TimeManager), que amplían su funcionalidad frente a software propietario tradicional. Aunque su análisis socioespacial y simulación dinámica son limitados, su versatilidad lo convierte en un componente esencial, generando datos que nutren a Space Syntax y Urbano para un análisis más profundo en la MIA.

Space Syntax (DepthmapX)

Space Syntax, implementado en DepthmapX, se distingue en el análisis de relaciones socioespaciales al ofrecer métricas específicas, como integración y conectividad, que relacionan la configuración espacial con patrones de interacción social (Hillier y Hanson, 1984). Por ejemplo, puede evaluar cómo la accesibilidad de una calle principal fomenta la cohesión comunitaria o refleja segregación, aspectos verificados cualitativamente en la MIA. Su carácter emergente surge de su enfoque innovador, que trasciende los SIG tradicionales al priorizar la

dinámica relacional del espacio, y de su desarrollo continuo (ejemplo, DepthmapX como software abierto desde 2010), que lo posiciona como una herramienta en evolución frente a métodos estáticos convencionales (Vaughan, 2007). Aunque su capacidad multiescalar se limita a redes viarias y carece de simulación dinámica, su integración con QGIS y Urbano compensa estas carencias.

Urbano (Grasshopper en Rhinoceros)

Urbano se posiciona como una herramienta clave por su capacidad multifacética, destacando en la integración multiescalar, el análisis socioespacial y la simulación dinámica. En el Bairro de São Tomé, facilita la descarga de cartografía, la obtención de datos geoespaciales (ejemplo, tipos de vías y servicios), y la creación de flujos de rutas, calculando tiempos de desplazamiento y accesibilidad desde puntos específicos (Dogan et al., 2018). Su carácter emergente radica en su enfoque paramétrico innovador, implementado en Grasshopper desde 2018, que permite procesar datos multiescalares y modelar dinámicas como flujos peatonales o impactos de intervenciones (Batty, 2007). Al vincular parámetros espaciales con indicadores sociales (ejemplo, acceso a servicios), supera los enfoques estáticos tradicionales.

Por su parte, ArcGIS, aunque robusto, no supera a QGIS ni a Urbano en flexibilidad o accesibilidad (licencia costosa frente a código abierto), y su simulación dinámica es menos avanzada que la de Urbano. Gephi, enfocado en redes abstractas, y AutoCAD Map 3D, orientado a diseño técnico, carecen de especialización urbana relevante, mientras CityEngine prioriza estética sobre análisis funcional, resultando menos adecuado para los objetivos marcados en esta disertación. La combinación de QGIS, Space Syntax y Urbano forma un flujo integrado en la MIA: Urbano descarga y procesa datos multiescalares y simula dinámicas, QGIS amplía el análisis y visualización, y Space Syntax profundiza en relaciones socioespaciales, permitiendo un análisis crítico y recomendaciones contextualizadas que combinan innovación tecnológica con verificación social.

Tecnologías emergentes en el análisis urbano

Este capítulo presenta una descripción fundamentada de las tecnologías emergentes seleccionadas —QGIS, DepthmapX y Urbano— para analizar el Bairro de São Tomé, estableciendo un marco teórico que respalde su aplicación en el estudio de las dinámicas espaciales y sociales del barrio. Su propósito radica en proporcionar una base de conocimiento clara y rigurosa que facilite su comprensión e integración efectiva en la investigación, explorando su potencial para abordar las particularidades del Bairro de São Tomé sin presuponer resultados definitivos. Este enfoque, alineado con la Metodología de Investigación-Acción (MIA), combina análisis cuantitativo con verificación cualitativa, aprovechando la complementariedad de estas herramientas para un análisis multiescalar.

QGIS, DepthmapX y Urbano se denominan tecnologías emergentes porque ofrecen enfoques innovadores, están en constante desarrollo y responden a nuevas demandas en el análisis geoespacial y la planificación urbana. Su naturaleza de código abierto fomenta la colaboración y la rápida adaptación, mientras que su creciente adopción y mejoras continuas las mantienen en la frontera de la innovación. Aunque ya son establecidas en algunos ámbitos, su potencial para seguir evolucionando las clasifica como “emergentes” en el contexto tecnológico actual.

El análisis comienza con QGIS, un sistema de información geográfica de código abierto reconocido por su versatilidad en el análisis espacial multiescalar. Le sigue DepthmapX, una herramienta especializada en evaluar la configuración espacial y la accesibilidad, derivada de la teoría Space Syntax. Finalmente, se aborda Urbano, un recurso paramétrico que destaca por procesar datos geoespaciales, modelar flujos y analizar accesibilidad, integrando información de vías y servicios en entornos urbanos. Este orden refleja un enfoque progresivo: QGIS proporciona la base territorial, DepthmapX analiza la configuración espacial y Urbano proyecta escenarios de intervención, permitiendo un estudio completo del Bairro de São Tomé. Esta aproximación teórica sienta las bases para un análisis profundo y contextualizado, preparando el terreno para su aplicación práctica en los capítulos siguientes.

QGIS

QGIS (Quantum Geographic Information System) es un software de código abierto que se ha consolidado como herramienta fundamental en los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Diseñado para capturar, editar, analizar y visualizar datos geoespaciales, QGIS ofrece un entorno versátil que permite a investigadores, urbanistas y académicos estudiar las complejidades del espacio urbano. En el estudio del espacio urbano y sus dinámicas sociales, QGIS sirve como recurso esencial para analizar patrones territoriales, sociales y funcionales, integrando diversos tipos de datos en un marco espacial coherente.

¿Qué es QGIS?

QGIS es un software SIG de código abierto que gestiona y analiza información geográfica en formatos vectoriales (puntos, líneas, polígonos) y ráster (imágenes basadas en píxeles). Surge como alternativa gratuita a programas comerciales como ArcGIS, permitiendo trabajar con datos espaciales sin limitaciones económicas. Según García-Almirall & Moix (2019), QGIS sobresale por su enfoque práctico y adaptabilidad a distintos niveles de experiencia, desde usuarios básicos hasta investigadores avanzados, lo que lo hace particularmente valioso en el ámbito académico.

QGIS trasciende la simple visualización de mapas: facilita el análisis espacial y genera conocimiento a partir de datos georreferenciados. Al integrar información demográfica, económica y física en un sistema único, ofrece una visión holística de las ciudades. Como señalan Xhafa & Kosovrasti (2015), los SIG, y especialmente QGIS, son fundamentales en la planificación urbana porque transforman datos brutos en representaciones que revelan relaciones espaciales y sociales, esenciales para entender cómo las personas interactúan con su entorno.

Bases técnicas y conceptuales de QGIS

QGIS se fundamenta en los principios básicos de los SIG que, según Longley et al. (2015), consisten en la integración de datos espaciales y no espaciales para modelar fenómenos geográficos. Su arquitectura se construye sobre bibliotecas

de código abierto como GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) y PROJ, que permiten manejar una amplia variedad de formatos y sistemas de coordenadas. Esto garantiza que QGIS pueda procesar desde shapefiles tradicionales hasta bases de datos espaciales modernas como PostGIS, característica que Steiniger & Hunter (2013) destacan como ejemplo de la robustez del software libre en el análisis geoespacial.

El funcionamiento de QGIS se basa en tres pilares principales:

1. **Captura y edición de datos:** Los usuarios pueden digitalizar mapas, importar información existente o corregir geometrías espaciales. Esto permite trabajar con datos primarios (como relevamientos de campo) y secundarios (como planos oficiales), adaptándolos al objetivo de comprender las dinámicas urbanas.

2. **Análisis espacial:** QGIS ofrece herramientas nativas para operaciones como intersecciones, mapas de calor y análisis de redes, que facilitan el estudio de accesibilidad, densidad o conectividad en el espacio urbano. Zhu (2014) subraya cómo los SIG, incluyendo QGIS, son útiles para identificar patrones espaciales en contextos urbanos, como la distribución de recursos o la morfología del tejido construido.

3. **Visualización y cartografía:** El software permite crear mapas temáticos y personalizados, esenciales para comunicar resultados. Esta representación visual de datos permite ilustrar una aproximación de las dinámicas sociales y espaciales de manera clara y convincente.

Además, QGIS se apoya en un sistema de complementos (plugins) que extienden sus funcionalidades.

Historia y evolución de QGIS

La historia de QGIS comenzó en 2002, cuando Gary Sherman, su creador, lanzó la primera versión como proyecto personal para visualizar datos SIG en Linux. Inspirado por el movimiento del software libre, Sherman buscó democratizar el acceso a herramientas geoespaciales, una visión que resonó con

la comunidad global de desarrolladores. Según Steiniger & Hunter (2013), este origen en el código abierto distingue a QGIS de sus competidores comerciales, ya que su desarrollo ha sido impulsado por una colaboración abierta y no por intereses corporativos.

A lo largo de los años, QGIS ha alcanzado hitos significativos. La versión 1.0, lanzada en 2009, marcó su madurez como herramienta estable, mientras que la incorporación del marco “Processing” en 2013 amplió sus capacidades analíticas al integrar algoritmos de otros softwares como GRASS y SAGA. García-Almirall & Moix (2019) destacan cómo estas actualizaciones han convertido a QGIS en un referente para manuales prácticos, ofreciendo a los investigadores tutoriales y recursos accesibles.

Esta evolución es significativa porque refleja la capacidad de QGIS para adaptarse a los avances tecnológicos y metodológicos. Por ejemplo, Xhafa & Kosovrasti (2015) señalan que los SIG han evolucionado de herramientas descriptivas a plataformas analíticas que abordan problemas urbanos complejos, como la segregación social o la sostenibilidad. QGIS, con su comunidad activa y enfoque colaborativo, encarna esta transición, posicionándose como una herramienta alineada con los objetivos de comprensión profunda del espacio urbano.

QGIS ofrece un marco teórico y práctico que conecta datos con conceptos. Longley et al. (2015) argumentan que los SIG no solo representan la realidad, sino que permiten modelarla, lo cual es esencial para analizar fenómenos como la distribución de la población, la accesibilidad al transporte o la morfología urbana. En este sentido, QGIS actúa como puente entre la teoría urbana (por ejemplo, las ideas de centralidad) y su manifestación espacial concreta.

Zhu (2014) añade una dimensión adicional al destacar cómo los SIG pueden aplicarse a temas emergentes, como la minería urbana (urban mining), que estudia el reciclaje de recursos en ciudades. Aunque este enfoque puede parecer específico, ilustra la versatilidad de QGIS para explorar nuevas dinámicas urbanas. De manera similar, Xhafa & Kosovrasti (2015) enfatizan el papel de los SIG en la planificación participativa, un aspecto que podría integrarse

en el análisis de las dinámicas sociales, examinando cómo las comunidades interactúan con el espacio.

Desde una perspectiva académica, QGIS también permite un enfoque interdisciplinario, combinando geografía, sociología y urbanismo. Su capacidad para manejar datos de fuentes diversas (censos, imágenes satelitales, registros catastrales) y transformarlos en análisis espaciales lo hace ideal para una investigación doctoral que aspire a generar conocimiento original sobre las ciudades.

QGIS es mucho más que un software: es una herramienta teórica y práctica que encapsula los principios de los SIG y los aplica al estudio del espacio urbano.

Depthmap X

Depthmap X es un software de código abierto especializado en el análisis de redes espaciales. Está diseñado para estudiar la configuración y accesibilidad del espacio urbano en múltiples escalas, abarcando desde edificios individuales hasta ciudades completas. El programa, desarrollado originalmente como Depthmap por Alasdair Turner en el grupo Space Syntax de la University College London (UCL), ha evolucionado hasta convertirse en Depthmap X: una versión multiplataforma y de acceso libre que amplía sus capacidades y promueve la investigación académica. En el marco de la investigación sobre el espacio urbano y sus dinámicas sociales, Depthmap X es una herramienta fundamental para analizar cómo la estructura espacial influye en los patrones de movimiento, la interacción social y el uso del entorno construido.

¿Qué es Depthmap X?

Depthmap X es una herramienta de análisis espacial que combina la generación de mapas basados en redes con técnicas de análisis gráfico para estudiar la organización espacial y sus implicaciones sociales. Según el equipo de desarrollo de Depthmap X (depthmapX development team, 2017), el software crea mapas de elementos espaciales conectados a través de relaciones específicas, como la intervisibilidad, la intersección o la adyacencia, y analiza estas redes mediante medidas derivadas de la teoría de grafos. Este enfoque se

basa en la metodología de la sintaxis espacial (space syntax), un marco teórico desarrollado por Bill Hillier y Julienne Hanson en la década de 1970 que estudia cómo la configuración espacial influye en el comportamiento humano.

El programa ofrece una perspectiva única al centrarse en la accesibilidad y conectividad del entorno urbano. La herramienta analiza cómo las calles, plazas y edificios determinan los patrones de movimiento peatonal y vehicular, evidenciando las conexiones entre la forma urbana y fenómenos sociales como la segregación, la vitalidad de espacios públicos y la distribución de actividades. Su naturaleza de código abierto, al igual que QGIS, asegura su accesibilidad para investigadores y su evolución continua según las necesidades académicas.

Bases técnicas y conceptuales de Depthmap X

Depthmap X se fundamenta en la teoría de la sintaxis espacial, que interpreta el espacio como una red de relaciones jerárquicas. Esta teoría plantea que la profundidad espacial, la cantidad de conexiones necesarias para moverse entre dos puntos, determina la accesibilidad y el uso del espacio. El software plasma este concepto en mapas espaciales concretos, como los axiales y de segmentos, que representan las líneas de visión o movimiento en un entorno urbano. Estas representaciones se analizan mediante métricas específicas: la integración, que mide el grado de conexión de un elemento con el resto de la red, y la elección, que calcula la probabilidad de que un segmento forme parte de rutas óptimas. Ambas métricas tienen implicaciones directas en las dinámicas sociales.

El funcionamiento de Depthmap X se estructura en tres procesos principales:

- 1. Generación de mapas espaciales:** A escalas urbanas pequeñas o medianas, Depthmap X deriva automáticamente un mapa axial, una red simplificada de líneas rectas que representan los espacios abiertos accesibles. Este proceso, descrito por el equipo de desarrollo de Depthmap X (depthmapX development team, 2017), es innovador porque objetiviza la creación del mapa y elimina la subjetividad de los dibujos manuales tradicionales. Para sistemas más grandes, como ciudades extensas, el software permite importar mapas axiales

preexistentes o líneas centrales de carreteras de fuentes externas.

2. **Conversión y refinamiento:** Los mapas axiales se transforman en mapas de segmentos al dividir las líneas largas en tramos entre intersecciones. Estos segmentos se analizan mediante técnicas que acumulan “profundidad”, como el ángulo de cambio entre segmentos, la distancia métrica o el número de pasos, para calcular métricas como los caminos angulares más cortos o la distancia promedio entre segmentos. Este nivel de detalle permite estudiar con precisión cómo las configuraciones espaciales influyen en las dinámicas de movilidad urbana.

3. **Análisis y visualización:** Una vez generada la red, Depthmap X aplica medidas de grafos que se representan visualmente mediante colores o escalas. Estas métricas pueden transferirse a capas específicas (gate layers) para correlacionarlas con indicadores de comportamiento social, como flujos peatonales o actividad comercial. El software incluye además un lenguaje de scripting simple llamado “salascript”, que permite personalizar análisis y combinar variables.

Historia y evolución de Depthmap X

Depthmap X tiene su origen en Depthmap, desarrollado por Alasdair Turner dentro del grupo Space Syntax de UCL a principios de la década de 2000. La herramienta fue concebida inicialmente para implementar la sintaxis espacial en entornos digitales, automatizando y estandarizando análisis que anteriormente se realizaban de forma manual. Según el equipo de desarrollo (depthmapX development team, 2017), la transformación a Depthmap X representó un avance crucial al convertirse en un software de código abierto y multiplataforma, accesible desde 2017 en plataformas como GitHub. Esta transición manifestó un claro compromiso con la comunidad académica y la democratización de herramientas avanzadas de análisis espacial.

El desarrollo de Depthmap X ha respondido directamente a las necesidades de los investigadores en Space Syntax. La implementación de la derivación automática de mapas axiales solucionó la subjetividad histórica en la construcción de redes, mientras que la integración de mapas de segmentos permitió realizar

estudios de movilidad más precisos.

Depthmap X aporta una perspectiva centrada en la configuración espacial como determinante del comportamiento humano. Space Syntax ofrece un marco teórico robusto para analizar cómo la estructura de calles y espacios abiertos influye en la interacción social, la accesibilidad o la vitalidad urbana. Por ejemplo, las métricas de integración pueden revelar áreas centrales que concentran actividad, mientras que las de elección identifican corredores clave en la movilidad, aspectos cruciales para entender las dinámicas del Bairro de São Tomé.

Además, Depthmap X permite correlacionar datos espaciales con indicadores sociales, como flujos peatonales o densidad de uso, lo que enriquece el análisis interdisciplinario entre urbanismo y sociología. Su enfoque en la objetividad, gracias a la derivación automática de mapas, asegura que los resultados sean reproducibles y rigurosos. La capacidad de trabajar a múltiples escalas, desde el análisis de un barrio hasta una ciudad, también lo hace adaptable a los objetivos específicos de la investigación, permitiendo un estudio detallado del Bairro de São Tomé en su contexto más amplio.

Urbano

Urbano es una herramienta computacional emergente que facilita el análisis urbano centrado en la movilidad activa, el modelado de patrones de transporte y la evaluación de accesibilidad a servicios y equipamientos (Dogan et al., 2020). Mediante el procesamiento de datos geoespaciales, Urbano integra información de redes de calles y recursos esenciales (comercios, parques y estaciones de transporte público) para explorar la relación entre las configuraciones urbanas, los desplazamientos peatonales y ciclistas, y la distribución de estos recursos. En el marco de la investigación sobre el espacio urbano y sus dinámicas sociales, Urbano ofrece una perspectiva innovadora para analizar la interacción entre el entorno construido y las prácticas cotidianas de los habitantes, enfatizando la sostenibilidad y la calidad de vida en contextos como el Bairro de São Tomé.

¿Qué es Urbano?

Urbano es un plugin para Grasshopper en Rhinoceros que utiliza técnicas paramétricas para asistir a diseñadores urbanos, arquitectos e investigadores en el análisis de entornos que priorizan la movilidad activa, como caminar y andar en bicicleta, y la accesibilidad a servicios esenciales. Surge como respuesta a la necesidad de integrar datos espaciales abiertos en el análisis urbano, permitiendo examinar redes de calles y patrones de uso sin generar diseños futuros (Yang et al., 2020). A diferencia de QGIS, que abarca análisis geoespacial amplio, o DepthmapX, especializado en configuración espacial, Urbano se enfoca en procesar cartografía y calcular métricas de desplazamiento, enfatizando la caminabilidad y la sostenibilidad.

La herramienta analiza condiciones existentes descargando datos geoespaciales y generando flujos de rutas, calculando accesibilidad según distancia o tiempo a pie, sin modelar escenarios hipotéticos (Dogan et al., 2020).

Bases técnicas y conceptuales de Urbano

Urbano se fundamenta en la integración de datos espaciales abiertos y técnicas paramétricas para procesar redes urbanas caminables y evaluar accesibilidad a equipamientos (Yang et al., 2019). Su diseño responde a un marco conceptual que vincula la forma urbana con las dinámicas de desplazamiento y uso del suelo, priorizando la escala humana. El software opera en tres pilares principales:

1. Procesamiento de redes de calles: Urbano emplea un flujo de trabajo paramétrico que descarga cartografía de plataformas como OpenStreetMap y procesa redes de calles según parámetros definidos, como jerarquía vial o densidad de intersecciones. Este análisis se limita a describir redes existentes, por ejemplo, identificando rutas peatonales clave para entender cómo la estructura urbana podría influir en las dinámicas sociales.

2. Evaluación de accesibilidad a equipamientos: Utiliza datos abiertos para procesar información de servicios (tiendas, escuelas, parques) y calcular accesibilidad según distancia o tiempo de viaje a pie, basándose en modelos

que analizan la distribución actual sin optimizarla (Dogan et al., 2020).

3. **Simulación y evaluación de movilidad:** Urbano integra modelos de transporte y redes neuronales que simulan el comportamiento de los usuarios, calculando métricas como la distancia promedio a equipamientos y la frecuencia de rutas peatonales. Estas simulaciones emplean algoritmos que optimizan la caminabilidad, considerando factores como la conectividad de la red y la presencia de barreras físicas. Este enfoque dinámico resulta esencial para comprender cómo el diseño urbano puede fomentar o limitar las interacciones sociales.

Historia y evolución de Urbano

Urbano comenzó a desarrollarse alrededor de 2018 como un proyecto liderado por Timur Dogan, Samitha Samaranayake y Nikhil Saraf, con el objetivo de integrar datos espaciales abiertos y técnicas paramétricas en el análisis urbano. Su primera aparición documentada se encuentra en un artículo presentado en el SimAUD 2018 (Dogan et al., 2018), donde se describió como un recurso novedoso para promover el transporte activo y el análisis de accesibilidad. Desde entonces, ha evolucionado a través de iteraciones que han refinado su capacidad para generar redes de calles y analizar patrones de demanda de equipamientos, como se detalla en publicaciones posteriores en 2019 y 2020, respondiendo a la demanda de herramientas basadas en evidencia (Yang et al., 2020).

En el marco de esta investigación, Urbano complementa a QGIS y DepthmapX al procesar redes de calles y servicios en el Bairro de São Tomé, generando datos que la MIA podría verificar cualitativamente.

Su énfasis en la movilidad activa conecta directamente con teorías urbanas contemporáneas, como las ciudades de 15 minutos o el urbanismo táctico, que priorizan la proximidad y la sostenibilidad. Además, la capacidad de Urbano para integrar datos abiertos proporciona un análisis cuantitativo que permite explorar las dinámicas sociales del espacio.

Caso de estudio: Bairro de São Tomé

Contexto Histórico

El *Bairro de São Tomé*, ubicado en la parroquia de Paranhos, en la ciudad de Oporto, Portugal, representa un hito paradigmático en el ámbito de la planificación urbana y la vivienda social a lo largo del siglo XX, cuya historia refleja profundas transformaciones sociales, políticas y urbanísticas que atraviesan varias décadas. Su génesis está intrínsecamente ligada a las políticas habitacionales del Estado Novo, período en el que emergió como parte integrante del ambicioso Plan de Mejoras para la ciudad de Oporto, promovido por la *Câmara Municipal do Porto* con el objetivo de mitigar la grave crisis habitacional que afectaba a la región metropolitana (García, 2015). Esta crisis era particularmente visible en las condiciones precarias de vida de numerosas familias que habitaban las características “ilhas” –estructuras informales análogas a los conventillos o vecindades– y en diversas áreas degradadas del centro histórico de la ciudad, como quedó documentado en fotografías aéreas de 1939 y 1940, conservadas



Ilustración 12. Cidade do Porto - fotoplano 12 | Arquivo Municipal do Porto

en el *Arquivo Municipal do Porto*. Estas imágenes históricas ofrecen un retrato detallado de la morfología urbana de la época, evidenciando la densidad poblacional y la improvisación habitacional que justificaron las intervenciones urbanísticas subsiguientes.



Ilustración 13. *Fotografía aérea da cidade do Porto 1939-1940 fiada 17, n.º 329 | Arquivo Municipal do Porto* **Ilustración 14.** *Fotografía aérea da cidade do Porto 1939-1940 fiada 18A, n.º 397* **Ilustración 15.** *Fotografía aérea da cidade do Porto 1939-1940 fiada 19, n.º 425 | Arquivo Municipal do Porto*

El desarrollo del barrio se encuentra en un contexto más amplio de planificación urbana estructurada, habiendo sido el terreno integrado en el *Plano Parcial de Urbanização* de la Zona del Hospital Escolar, un documento aprobado aproximadamente 15 años antes del lanzamiento del concurso público que dio origen al proyecto, alrededor de 1957 (Câmara Municipal do Porto, 1972). Ratificado en el marco del *Plano Diretor da Cidade pela Câmara Municipal do Porto*, este plan estableció las bases para la ocupación ordenada del área, definiendo directrices que orientaron la expansión urbana de la ciudad en una lógica gradual y sistemática. La primera etapa de este emprendimiento global se concretó con la construcción del *Bairro da Pasteleira*, concluida en marzo de 1963, mientras que el terreno del *Bairro São Tomé* fue reservado para la segunda fase, destinada a la edificación de un grupo habitacional (Câmara Municipal do Porto, 1972). Este marco cronológico subraya la continuidad y la progresión de las intervenciones urbanísticas en la zona, evidenciando una planificación meticulosa que buscaba responder a las necesidades habitacionales de la población.



Ilustración 16. *Terrenos da Rua de São Tomé 1965 | Arquivo Municipal do Porto*

Entre 1967 y el 25 de abril de 1974, el proyecto integró un programa urbanístico más amplio que resultó en la construcción de más de 3.000 viviendas en diversos puntos estratégicos de Oporto, incluyendo los barrios de *Carrizal* y de *Agra*, destacándose *São Tomé* por su arquitectura robusta, caracterizada por edificios de grandes dimensiones y alturas, en clara distinción con respecto a fases anteriores del plan (Garcia, 2015).



Ilustración 17. *Agra do Amial 1961-1962 | Arquivo Municipal do Porto*



Ilustración 18. *Bairro do Carrizal 1962-1963 | Arquivo Municipal do Porto*

El proyecto del barrio tomó forma definitiva con el lanzamiento, en 1972, de un concurso público promovido por la *Federação das Caixas de Previdência*, que tenía como objetivo la ejecución de la obra de construcción y urbanización del grupo habitacional de *São Tomé*, compuesto por aproximadamente 500 unidades destinadas a viviendas económicas (Câmara Municipal do Porto, 1972). Esta iniciativa se inscribía en una estrategia más amplia de respuesta a las carencias habitacionales, reflejando las políticas de la época y una visión urbanística que

buscaba conciliar funcionalidad, estética e integración social. Informaciones complementarias, obtenidas en conversaciones con funcionarios del *Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana* (IHRU), revelan que el barrio fue proyectado específicamente para acoger a funcionarios del Ayuntamiento de Oporto, con un estándar habitacional indicativo de una clase media-alta, como sugieren detalles arquitectónicos como habitaciones destinadas al servicio doméstico (IHRU, 2025). Esta caracterización está corroborada por especulaciones de vecinos que afirman que el proyecto habría sido inicialmente concebido para agentes de la PIDE *Polícia Internacional e de Defesa do Estado*, una hipótesis que, aunque no plenamente confirmada, refleja las intenciones originales del régimen antes de la reorientación posrevolucionaria.

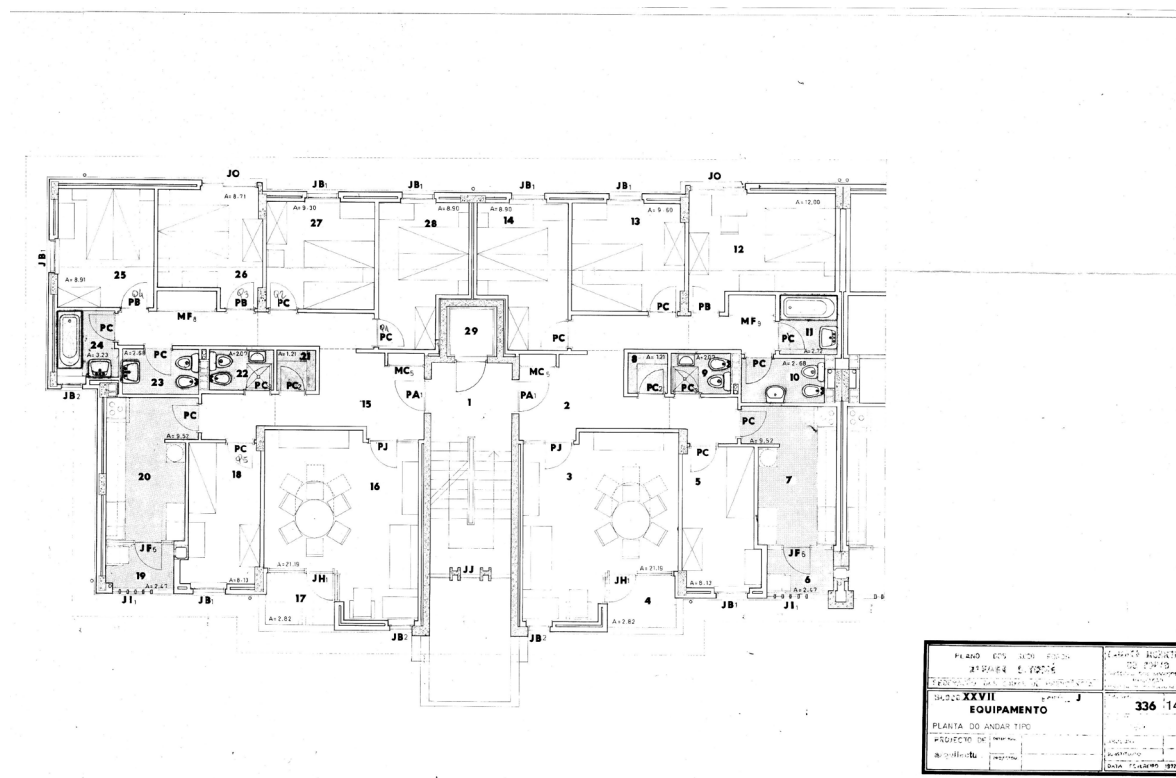


Ilustración 19. Edifício J (Planta tipo) - 1972 | IHRU

Los documentos fundamentales para el análisis de este proceso, específicamente el programa del concurso público, la memoria descriptiva y el mapa de trabajos, fueron proporcionados por el IHRU, que los adquirió durante la transferencia de responsabilidades sobre el barrio, previamente bajo la gestión del *Fundo de Fomento de Habitação* (IHRU, 2025). Esta transición de competencias ilustra la evolución de las políticas habitacionales en Portugal y la reconfiguración

institucional que caracterizó la gestión de proyectos de vivienda social en las últimas décadas, permitiendo la preservación y accesibilidad de materiales de elevado valor histórico y técnico. Estos documentos, que constituyen la base primaria de este análisis, se encuentran reproducidos íntegramente en los anexos de este trabajo, ofreciendo una visión detallada de la planificación y la ejecución del proyecto (ver Anexo).

La construcción del barrio fue delineada con precisión en el mapa de trabajos, que preveía el inicio de las obras en junio de 1973, comenzando por el bloque D, mientras que los últimos bloques, A y B, tendrían sus cimientos iniciados en junio de 1974, con una estimación de finalización para octubre de 1975 (Câmara Municipal do Porto, 1972). Este cronograma refleja la complejidad logística del proyecto y el compromiso con la entrega rápida de viviendas capaces de satisfacer las expectativas de la población objetivo.

La Revolución del 25 de abril de 1974 marcó un punto de inflexión en la historia del barrio y del país. Durante este período de transición democrática, que puso fin a casi cinco décadas de dictadura, el proyecto se encontraba en una fase intermedia de construcción, con varias estructuras ya levantadas pero aún por concluir. La intensa movilización social de la época, impulsada por reivindicaciones populares por mejores condiciones de vivienda, educación pública y servicios de salud, desencadenó ocupaciones espontáneas de unidades habitacionales inacabadas (García, 2015). Testimonios de vecinos revelan que figuras como Vasco Gonçalves, entonces destacado político, incentivaron estas acciones, llevando a familias en situaciones de vulnerabilidad, incluyendo retornados de las excolonias africanas tras los procesos de independencia, a instalarse en casas desprovistas de puertas y ventanas. Un residente, llegado en septiembre de 1975, recuerda la ausencia de puertas en algunos bloques y los conflictos violentos que surgían cuando alguien reclamaba una casa temporalmente abandonada, ilustrando las condiciones de precariedad y hacinamiento que marcaron este período (García, 2015). Este fenómeno de ocupación refleja las profundas transformaciones sociales y políticas en curso, reorientando los objetivos iniciales del proyecto para atender a las necesidades emergentes de la población.

En el período posrevolucionario, durante la transición a la democracia, se implementaron medidas extraordinarias que legitimaron parcialmente estas ocupaciones. Las autoridades locales establecieron canales de negociación con los ocupantes, buscando garantizar que el barrio continuara cumpliendo, al menos en parte, su propósito original de alojar a trabajadores municipales, mientras se procedía a la legalización gradual de la situación habitacional (Garcia, 2015). Los residentes organizados en asociaciones vecinales y movimientos por el derecho a la vivienda desempeñaron un papel crucial en este proceso, comenzando a efectuar pagos regulares al *Fundo de Fomento de Habitação*, que asumió la gestión inicial del barrio durante el período revolucionario (Garcia, 2015). Con el tiempo, la administración del conjunto residencial pasó al IHRU, que mantiene hasta hoy, en 2025, la responsabilidad por la gestión de las viviendas “de la puerta para adentro”, mientras que los espacios públicos exteriores permanecen bajo la tutela del Ayuntamiento de Oporto, evidenciando una división de competencias típica en proyectos de esta naturaleza (IHRU, 2025).

La concepción del *Bairro de São Tomé* fue pensada para trascender la simple edificación residencial, incorporando una visión holística que priorizaba el bienestar de los habitantes. El proyecto preveía equipamientos colectivos esenciales, como una escuela primaria planificada para el área de terreno libre al sur, conforme a lo estipulado en los planes del Ayuntamiento de Oporto (Câmara Municipal do Porto, 1972). Su integración en una zona urbana consolidada permitió a los residentes beneficiarse de infraestructuras preexistentes, como el Instituto Industrial y la zona universitaria, así como de áreas previstas en los planes de urbanización de la ciudad, reforzando la accesibilidad y la funcionalidad del emprendimiento (Câmara Municipal do Porto, 1972). Los espacios exteriores constituyeron otro elemento central, proyectados para promover la calidad de vida y la convivencia comunitaria. Entre los edificios, los espacios libres fueron diseñados como césped, con superficies tratadas para recreo infantil, mientras que al sur y al este del barrio, vastas áreas arboladas con especies de gran porte integraban bancos y zonas de descanso junto a las vías de acceso, creando extensiones naturales de las zonas comerciales (Câmara Municipal do Porto, 1972). Estas elecciones paisajísticas no solo enriquecían estéticamente el ambiente, sino que también fomentaban la interacción social, alineándose con el objetivo de instaurar un sentido de comunidad.

El anteproyecto del barrio, cuya finalidad era definir los volúmenes a construir y la distribución por las diferentes categorías y tipologías de vivienda, pasó por un proceso iterativo de apreciación superior, resultando en pequeñas alteraciones que culminaron en un “proyecto de apreciación” ajustado (Câmara Municipal do Porto, 1972). Este rigor y flexibilidad en la planificación aseguraron que el resultado final respondiera tanto a los requisitos técnicos como a las expectativas de las entidades responsables, integrándose armoniosamente en el tejido urbano existente. La elección del terreno y la estructuración del proyecto reflejaban la intención de atender a las necesidades locales, priorizando la vivienda económica, pero también garantizando equipamientos colectivos que sustentaran una vida comunitaria dinámica (Câmara Municipal do Porto, 1972).

En las décadas subsiguientes, la propiedad del barrio sufrió una transformación significativa, con cerca del 50% de las unidades habitacionales transferidas a manos privadas a través de programas de venta a residentes de larga data. En las entrevistas con informantes privilegiados, un vecino relató:

“Mi padre compró la casa y sigue allí hasta hoy”,



Ilustración 20. Levantamento aerofotogramétrico da cidade do Porto 1979 | Arquivo Municipal do Porto

ilustrando este proceso de privatización que generó un modelo híbrido de gestión (García, 2015). Sin embargo, las infraestructuras comunes muestran señales evidentes de deterioro, con problemas como filtraciones persistentes, fallos en los sistemas de seguridad y desgaste de las áreas de convivencia, destacando la necesidad de una gestión más coordinada entre el IHRU y el Ayuntamiento de Oporto (IHRU, 2024). Estudios recientes, como el informe anual de gestión habitacional del IHRU de 2024, subrayan los desafíos relacionados con el mantenimiento sostenible de las estructuras y la urgencia de un plan integral de rehabilitación arquitectónica y social para garantizar la viabilidad a largo plazo del conjunto residencial (IHRU, 2024).

La compleja trayectoria del *Bairro de São Tomé*, desde su concepción como respuesta institucional a la crisis habitacional del Estado Novo, pasando por la reconfiguración socioespacial en el período posrevolucionario, hasta los desafíos contemporáneos, constituye un ejemplo paradigmático de la interacción entre políticas públicas de vivienda, dinámicas sociales y legados históricos en la configuración de la vida urbana en Oporto. Los testimonios orales de los vecinos, disponibles en anexo, complementan las fuentes documentales, ofreciendo una perspectiva directa sobre los acontecimientos que moldearon esta historia, desde la construcción hasta la actualidad.

Análisis mediante la integración de tecnologías emergentes

Este análisis integrará tres herramientas digitales distintas, cada una con un desarrollo actualizado y reconocida como método emergente para explorar el contexto urbano en profundidad. QGIS, DepthmapX y Urbano se emplearán para analizar el Bairro de São Tomé.

Análisis mediante QGIS

La obtención de datos espaciales para el análisis territorial de la región se llevó a cabo utilizando el software de Sistema de Información Geográfica (SIG) QGIS, en conjunto con los datos abiertos proporcionados por OpenStreetMap (OSM). OSM, como fuente de datos geográficos colaborativos, ofrece una base rica de información sobre elementos urbanos, incluyendo carreteras, edificaciones, equipamientos e infraestructuras, actualizada continuamente por una comunidad global de mapeadores.

El proceso comenzó con el acceso a OSM a través del complemento “QuickOSM” disponible en QGIS, que permite consultar y descargar directamente datos vectoriales basados en consultas específicas (queries) utilizando el lenguaje Overpass QL. Para delimitar el área de interés, se definió la extensión geográfica correspondiente a la parroquia de Paranhos, utilizando coordenadas geográficas o un polígono delimitador basado en el límite administrativo de la región, según se identificó en bases cartográficas oficiales o en OSM. La consulta se configuró para extraer información sobre categorías de equipamientos e infraestructuras urbanas, como salud, educación, comercio, cultura y religión, además de datos sobre edificaciones y límites territoriales.

Después de ejecutar la consulta, los datos se descargaron en formato vectorial (shapefiles), que contenían atributos asociados a cada elemento, como nombres, tipos de uso (etiquetas OSM, como “amenity”, “building”, “leisure”, etc.) y geometrías (puntos, líneas o polígonos). Estos datos brutos se importaron a QGIS para su posterior procesamiento y análisis, garantizando una base inicial robusta para el estudio de la distribución territorial.

Aunque los datos de OSM ofrecían un volumen rico de información, gran parte no resultó directamente relevante para el objetivo de analizar la distribución de equipamientos e infraestructuras en Paranhos. Por ello, se realizó un filtrado detallado de la tabla de atributos en QGIS para seleccionar los elementos pertinentes.

En primer lugar, se utilizó la herramienta “Selección por Atributos” en QGIS, basada en las etiquetas de OSM, para identificar y separar los elementos de interés. Las etiquetas se filtraron en función de categorías predefinidas, conforme a la leyenda del estudio: salud (etiquetas como ‘amenity=hospital’, ‘amenity=clinic’, ‘amenity=doctors’), educación (‘amenity=school’, ‘amenity=university’, ‘building=school’), comercio (‘shop=’, ‘amenity=market’, ‘building=retail’), cultura (‘amenity=theatre’, ‘tourism=museum’, ‘building=cultural_center’), religión (‘amenity=place_of_worship’) y edificado (‘building=yes’, ‘building=residential’).

Este filtrado se complementó con una revisión manual para corregir inconsistencias u omisiones en las etiquetas de OSM, comunes en bases colaborativas, garantizando la precisión de los datos. Además, se aplicó la herramienta “Dissolve” para agrupar polígonos contiguos de una misma categoría (por ejemplo, áreas educativas adyacentes), y la herramienta “Buffer” para suavizar o expandir zonas de influencia, cuando fue necesario. Los límites del área de estudio se definieron con una capa de fronteras administrativas de OSM o bases oficiales, marcada en el mapa con una línea discontinua.

Tras el filtrado, los datos se exportaron en formato simplificado (shapefile), conteniendo solo la información relevante, organizada por categoría y geometría, lista para su visualización e interpretación.

Todos los mapas elaborados en QGIS siguieron este procedimiento de filtrado, asegurando consistencia en el análisis de la información.

Análisis y Distribución Territorial de Equipamientos e Infraestructuras

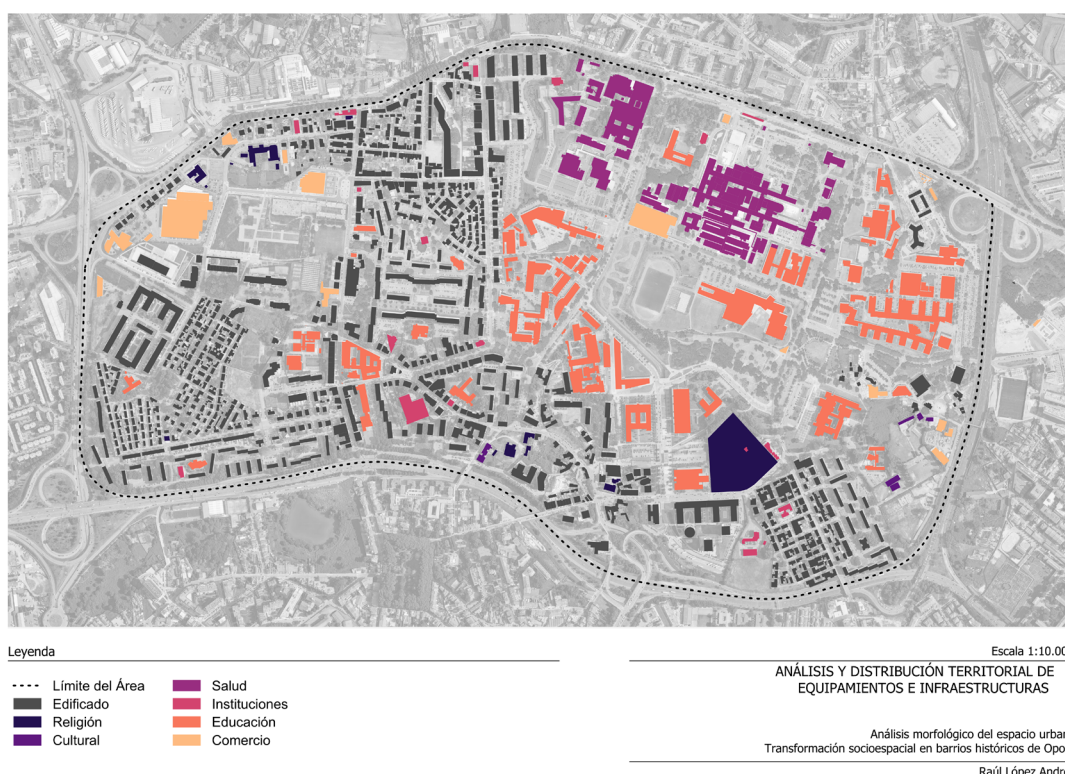


Ilustración 21. Análisis y Distribución Territorial de Equipamientos e Infraestructuras |

Autor en QGIS

Con los datos procesados y filtrados, fue posible realizar el análisis y la representación cartográfica de la distribución de equipamientos e infraestructuras, como se ilustra en el mapa presentado. El mapa, titulado “Análisis y Distribución Territorial de Equipamientos e Infraestructuras”, fue generado en QGIS utilizando simbología basada en las categorías identificadas: edificado (negro), que incluye todo tipo de viviendas; salud (rosa oscuro), que en este caso representa únicamente el hospital; instituciones (rojo); educación (naranja), que representa todo tipo de enseñanza, desde jardín de infancia hasta universitario; comercio (amarillo-anaranjado); cultural (púrpura) y religión (azul oscuro).

La distribución espacial revela una región densamente urbanizada, con predominancia de áreas edificadas, lo que sugiere un tejido urbano mayoritariamente residencial o mixto. Sin embargo, destaca la concentración significativa de equipamientos educativos (naranja), especialmente en la porción noreste del mapa, que está asociada a la presencia de instituciones académicas universitarias. Las áreas de salud (rosa oscuro) y comercio (amarillo-anaranjado)

aparecen distribuidas de forma más dispersa, mientras que los puntos religiosos (azul oscuro) son menos frecuentes, lo que indica una presencia moderada de lugares de culto.

La concentración de equipamientos educativos y culturales sugiere una vocación académica y cultural, mientras que la distribución equilibrada, pero no dominante, de comercio y salud apunta a una infraestructura urbana funcional, pero no excesivamente comercializada.

Caracterización Morfotipológica del Parque Inmobiliario Edificado

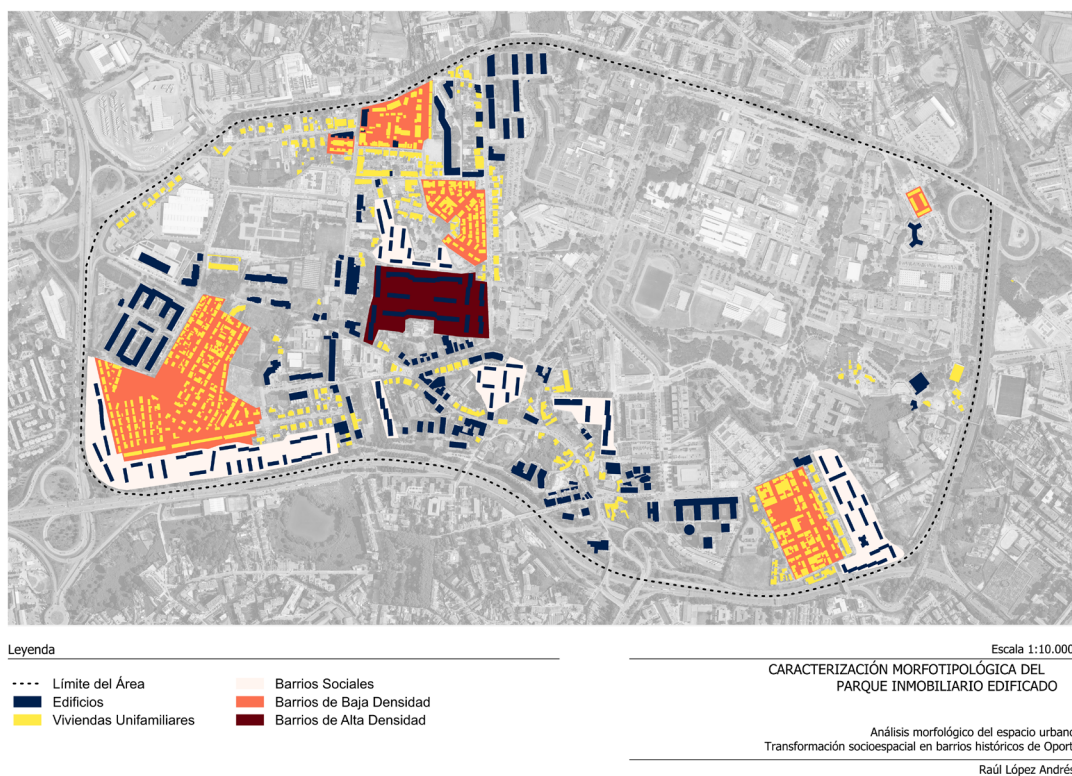


Ilustración 22. Caracterización Morfotipológica del Parque Inmobiliario Edificado | Autor en QGIS

El mapa se distingue por dos clasificaciones principales: el tipo de edificio y el tipo de barrio. Estas clasificaciones utilizan colores y símbolos para categorizar las diferentes tipologías de ocupación urbana presentes en el territorio, proporcionando un análisis más claro de la configuración espacial y de las dinámicas habitacionales de la región de Paranhos.

Tipos de Edificios y Barrios

- **Edificios Unifamiliares (Amarillo):** Representan las viviendas unifamiliares, que se distribuyen de manera dispersa por la región, aunque con una mayor concentración en las áreas periféricas y en zonas de menor densidad poblacional.
- **Edificios Plurifamiliares (Azul):** Asociados principalmente a los barrios sociales, estos edificios están compuestos por viviendas de múltiples familias, con una mayor concentración en áreas específicas de la ciudad, frecuentemente en zonas de menor renta.
- **Barrios Sociales (Naranja):** Indicando conjuntos habitacionales de carácter social, estos barrios ocupan una porción significativa del mapa, especialmente en las áreas centrales y en el sur de la región. Su presencia sugiere una fuerte implantación de vivienda social, resultado de políticas urbanas orientadas a la vivienda accesible, particularmente durante el siglo XX.
- **Barrios de Alta Densidad (Rojo Oscuro):** Representan áreas con una alta densidad poblacional, compuestas principalmente por edificios de apartamentos. Estas zonas, aunque de extensión más reducida, se concentran en la región central, indicando una polarización entre áreas de alta densidad y zonas periféricas de baja densidad.

Interpretación Morfotipológica y Sociospacial

La distribución espacial de estas categorías revela una morfología urbana compleja, caracterizada por la coexistencia de diversas tipologías residenciales. La predominancia de los **barrios sociales** (naranja) sugiere que la región ha pasado por un proceso de urbanización planificada, con una fuerte intervención pública orientada a la creación de vivienda accesible. Este fenómeno es típico de las políticas urbanas implementadas en Oporto a lo largo del siglo XX, reflejando un modelo de desarrollo habitacional orientado a la inclusión social.

Por otro lado, los **barrios de alta densidad** (rojo oscuro), aunque más

concentrados en el área central, indican una zona de mayor intensificación urbana, posiblemente asociada a áreas con mayor demanda poblacional y, en consecuencia, con un mayor número de edificaciones de mayor altura y densidad. Esta configuración revela un contraste significativo entre las zonas de **baja densidad**, predominantes en las periferias, y las zonas de **alta densidad**, situadas principalmente en el núcleo urbano.

Implicaciones para el Planeamiento Urbano

La caracterización morfotipológica presentada en el mapa ofrece información crucial para el planeamiento urbano y la gestión territorial de la región de Paranhos. La coexistencia de **barrios sociales**, **viviendas unifamiliares** y **áreas de alta densidad** pone de manifiesto una diversidad habitacional, lo que representa tanto una riqueza como un desafío para la ciudad. La presencia significativa de **barrios sociales** sugiere la necesidad de políticas públicas continuas, especialmente en lo que respecta al mantenimiento, requalificación y revitalización de estos espacios, con el fin de promover la equidad y la calidad de vida.

Al mismo tiempo, las **áreas de alta densidad** requieren especial atención en cuanto a la movilidad urbana, la accesibilidad y la sostenibilidad de las infraestructuras. El planeamiento urbano debe orientarse a la mejora de las condiciones de vida en estas zonas, contemplando intervenciones que promuevan el equilibrio entre las diferentes tipologías habitacionales y respondan a las crecientes demandas de la población en términos de servicios e infraestructuras.

Este análisis morfotipológico no solo revela la configuración física de la región, sino que también proporciona valiosas orientaciones para la formulación de estrategias de desarrollo urbano, promoviendo un crecimiento sostenible y la reducción de las desigualdades socioespaciales en el territorio de Paranhos.

Distribución de la Propiedad Edificada Análisis Público - Privado

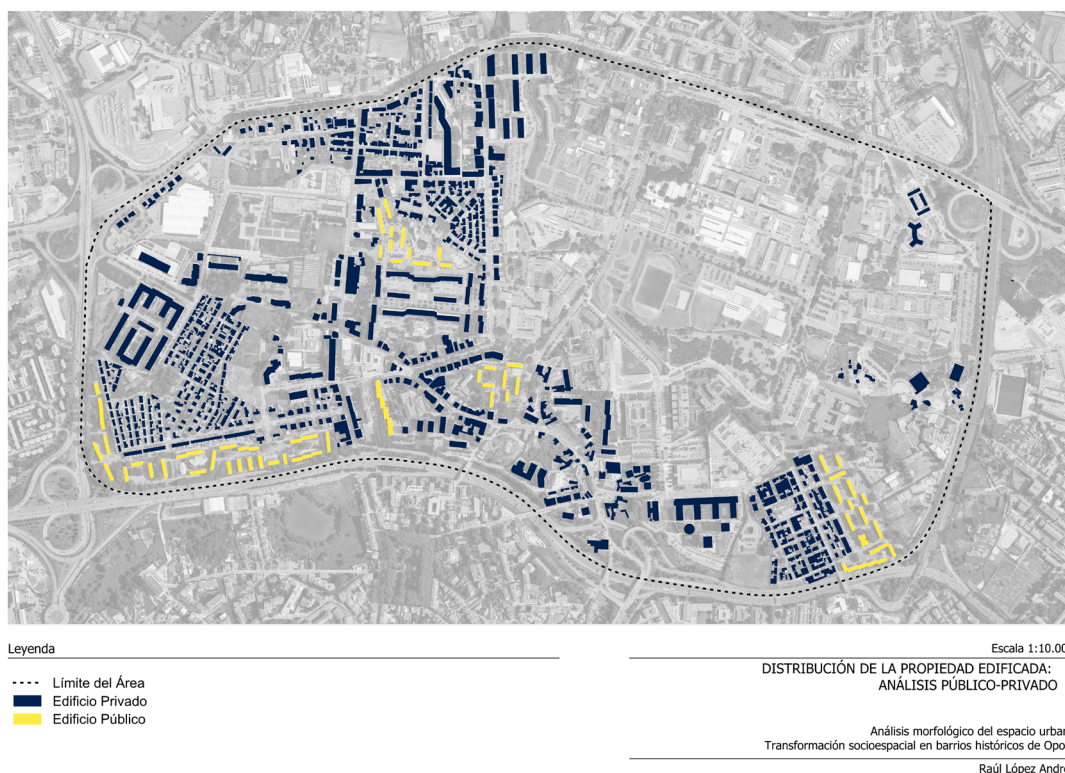


Ilustración 23. *Distribución de la Propiedad Edificada: Análisis Público-Privado* | Autor en QGIS

La distribución de los edificios residenciales públicos en la región de Paranhos, representados en amarillo en el mapa, evidencia una implantación estratégica, caracterizada por una ocupación menos densa pero cuidadosamente planificada. Estos edificios forman parte de una intervención municipal destinada a proporcionar vivienda a segmentos específicos de la población, como familias de bajos ingresos, grupos vulnerables y otras capas sociales históricamente marginadas. La disposición espacial de estas unidades habitacionales no es aleatoria, sino el resultado de una política urbana intencionada, basada en la promoción de la equidad habitacional y la reducción de las desigualdades socioespaciales.

Aunque en menor número en comparación con las unidades residenciales privadas, los edificios públicos desempeñan un papel fundamental en la democratización del acceso a la vivienda, funcionando como elementos estructurantes de la cohesión social. En un contexto marcado por la predominancia del sector privado en la configuración del espacio urbano, la presencia de estos

edificios contribuye al equilibrio territorial, evitando la excesiva concentración de determinados grupos sociales y fomentando una mayor diversidad en el tejido habitacional.

El análisis morfológico del espacio urbano revela un patrón residencial heterogéneo, donde la coexistencia de edificios privados (representados en azul oscuro) y públicos (en amarillo) refleja directamente la evolución histórica del proceso de urbanización en Oporto. Esta dinámica también pone de manifiesto los desafíos contemporáneos a los que se enfrenta la planificación urbana en la región, entre los que destacan la creciente densificación poblacional, los procesos de gentrificación que amenazan la diversidad socioeconómica local y la necesidad de preservar el carácter histórico y cultural de Paranhos. En este sentido, resulta esencial adoptar políticas urbanas integradas que concilien el crecimiento económico con la inclusión social, garantizando que la transformación del espacio urbano se produzca de manera sostenible y equitativa.

Estudio de Densidades Demográficas y Distribución Poblacional por Sectores

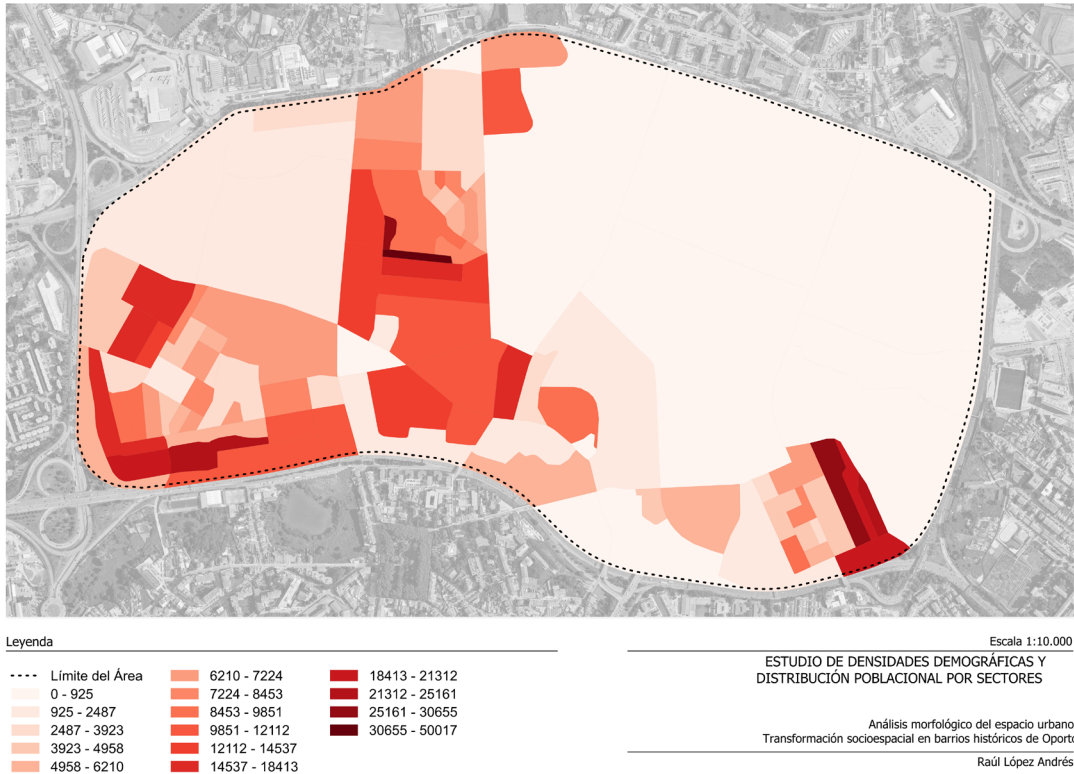


Ilustración 24. Estudio de Densidades Demográficas y Distribución Poblacional por Sectores | Autor en QGIS

El mapa de densidades demográficas y distribución poblacional por sectores ofrece una representación visual clara y detallada de la variación espacial de la población residente en esta zona urbana, proporcionando información valiosa sobre las dinámicas socioespaciales y los patrones de ocupación del territorio. La leyenda del mapa establece una graduación de densidad poblacional, que varía desde áreas de baja densidad (representadas en blanco y tonos claros de naranja, con rangos como 0–925, 925–2487, 2487–3923, 3923–4958 y 4958–6210 habitantes por sector) hasta áreas de alta densidad (representadas en tonos intensos de rojo y rojo oscuro, con rangos como 8143–21312, 21312–25161, 25161–30655 y 30655–50017 habitantes por sector).

La distribución espacial revela una marcada heterogeneidad poblacional dentro del perímetro de estudio. Las áreas de baja densidad, indicadas en blanco y tonos claros de naranja, predominan en las periferias del norte, asociadas a zonas menos urbanizadas, espacios verdes e infraestructuras no residenciales.

Por otro lado, las áreas de alta densidad, representadas en rojo y rojo oscuro, se concentran en las regiones centrales y en el sur de la zona de interés, indicando una ocupación poblacional intensa y una infraestructura urbana consolidada, típica de zonas residenciales densas, comerciales o mixtas. Estos sectores, con densidades poblacionales que alcanzan hasta 50.017 habitantes por sector, reflejan un proceso de urbanización avanzado, asociado a edificios residenciales multifamiliares, bloques de apartamentos o áreas con alta actividad socioeconómica. La presencia de estas áreas sugiere retos urbanos como la presión sobre las infraestructuras (transporte, saneamiento, educación y salud), así como posibles problemáticas relacionadas con la calidad de vida, como la congestión y el acceso a los servicios públicos.

Análisis Jerárquico de la Red Viaria y Sistemas de Articulación Urbana

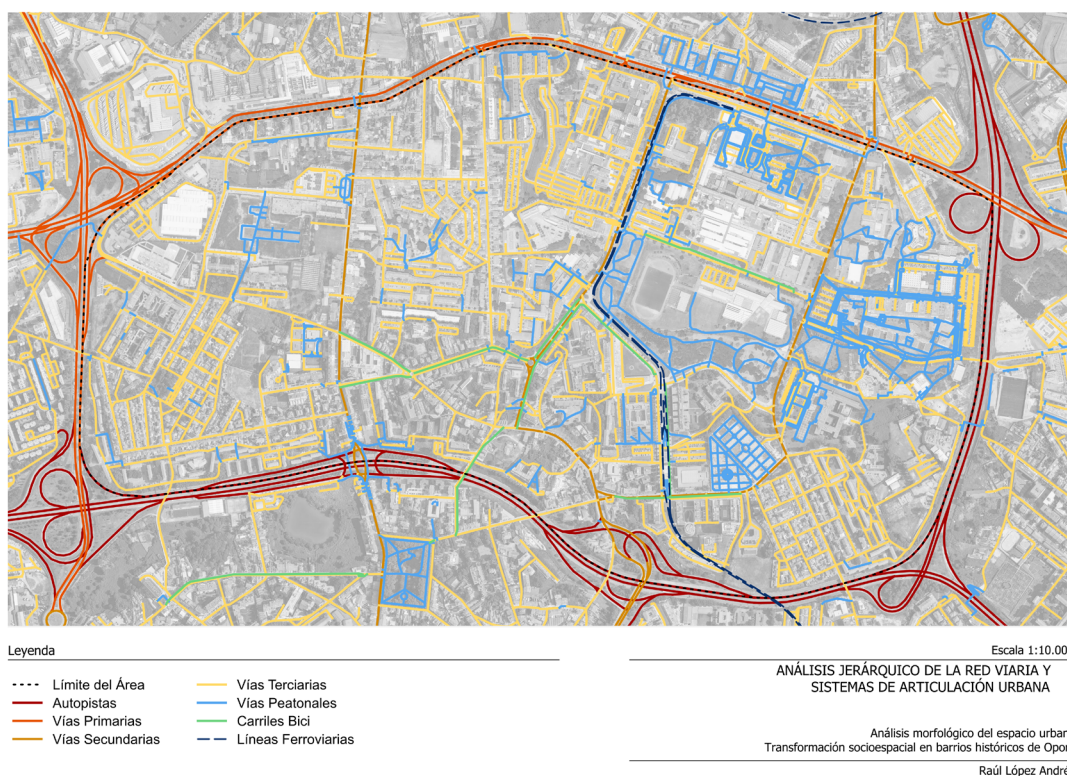


Ilustración 25. Análisis Jerárquico de la Red Viaria y Sistemas de Articulación Urbana | Autor en QGIS

El mapa de análisis jerárquico de la red viaria y los sistemas de articulación urbana ofrece una representación detallada y estructurada de la organización espacial de los sistemas de transporte y movilidad dentro del perímetro

delimitado. Este análisis, basado en la jerarquía viaria y los modos de transporte representados, permite comprender las dinámicas de conectividad, accesibilidad e integración urbana en el entorno.

La red viaria se categoriza en diferentes niveles jerárquicos, según la leyenda: autopistas (en rojo), vías primarias (en naranja), vías secundarias (en amarillo oscuro), vías terciarias (en amarillo), carriles bici (en verde) y líneas ferroviarias (en azul oscuro). Esta jerarquía refleja la función, capacidad y relevancia de cada tipo de vía o infraestructura dentro del sistema de circulación urbana de Paranhos.

Las autopistas, representadas en rojo, corresponden a las principales carreteras de alta capacidad que cruzan o bordean el perímetro de Paranhos, funcionando como ejes de conexión regional y nacional. Incluyen la autopista A3 y la Vía de Cintura Interna (VCI), que rodean y atraviesan la zona, facilitando el tráfico de larga distancia y conectando Paranhos con otras áreas de Oporto y más allá. Estas vías son cruciales para el transporte motorizado de gran escala, pero también pueden actuar como barreras físicas, fragmentando el tejido urbano e influyendo en los patrones de accesibilidad local.

Las vías primarias, indicadas en naranja, son corredores de tráfico de mayor capacidad diseñados para soportar el flujo de vehículos entre diferentes zonas de Paranhos y sus áreas adyacentes. Estas vías, como la Circunvalación y la Vía Norte, conectan los centros comerciales, residenciales e institucionales, desempeñando un papel central en la movilidad intraurbana. Su ubicación estratégica en el mapa sugiere una articulación entre áreas de alta densidad poblacional y puntos clave de actividad económica.

Las vías secundarias, representadas en amarillo oscuro, incluyen calles de menor capacidad pero aún relevantes para el tráfico local, como la Rua do Amial y la Rua de São Tomé. Estas vías complementan las primarias, proporcionando acceso a barrios residenciales, comercios locales y servicios comunitarios, contribuyendo a la cohesión urbana y a la distribución equilibrada del tráfico.

Las vías terciarias, indicadas en amarillo, comprenden calles de menor jerarquía, generalmente de uso residencial o local, como la Rua Engenheiro Carlos

Amarante o la Rua Conde Avranches. Estas vías son esenciales para la movilidad peatonal y el acceso directo a viviendas y pequeños comercios, configurando la trama urbana más fina de Paranhos y favoreciendo la accesibilidad a escala microterritorial.

Los carriles bici, representados en verde, indican la infraestructura destinada al transporte no motorizado. Estos corredores reflejan una política urbana orientada a la sostenibilidad y la movilidad activa, integrándose en la red viaria e incentivando prácticas ecológicas de desplazamiento. Sin embargo, su distribución dispersa en el mapa sugiere desafíos en la conectividad continua entre diferentes zonas de Paranhos.

Por último, las líneas ferroviarias, señaladas en azul oscuro, representan la Línea Amarilla D del metro de Oporto, que conecta el Hospital de São João con Gaia. Estas líneas son fundamentales para la movilidad regional, proporcionando una alternativa eficiente al transporte privado y facilitando la accesibilidad a diferentes partes del área metropolitana.

Se concluye que la red viaria y los sistemas de articulación urbana en Paranhos, tal como se representan en el mapa, son elementos estructurantes de la morfología urbana y de las transformaciones socioespaciales del barrio. Estos sistemas no solo facilitan la circulación y la conectividad, sino que también moldean las relaciones sociales, económicas y ambientales de los residentes. Por ello, se requieren políticas públicas integradas que optimicen la movilidad, reduzcan la fragmentación urbana y promuevan la sostenibilidad en el contexto de las transformaciones históricas y contemporáneas de Oporto.

Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público

Los mapas analizan la cobertura y la accesibilidad del sistema de transporte público en la zona de Amial, en Oporto, destacando las diferencias entre las rutas diurnas y nocturnas. Ambos mapas delimitan el área de estudio e identifican las infraestructuras de transporte, incluyendo las paradas de autobús y metro, así como las líneas que sirven a la región.

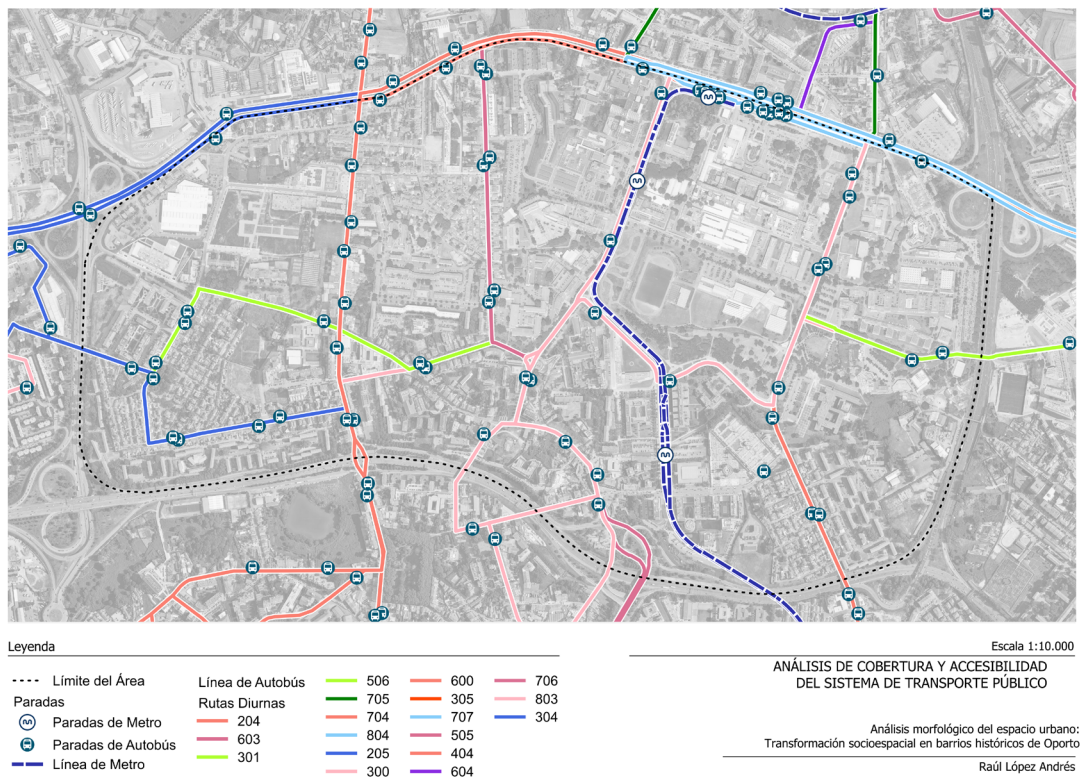


Ilustración 26. Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público - Diurno | Autor en QGIS

Durante el período diurno, la red de transporte público ofrece una cobertura amplia, compuesta por varias líneas de autobús y una línea de metro. Entre las líneas de autobús que operan durante el día se encuentran la 506, 600, 706, 705, 305, 803, 704, 707, 304, 804, 505, 205, 404, 300 y 604. La existencia de una variedad significativa de recorridos sugiere una red bien estructurada, capaz de cubrir un territorio extenso y proporcionar conexiones eficaces con otras zonas de la ciudad. Además, la línea de metro que atraviesa o se conecta con esta zona refuerza la accesibilidad, ofreciendo una alternativa rápida y eficiente de transporte. La distribución de las paradas de autobús a lo largo del

área contribuye a una cobertura equilibrada, asegurando que gran parte de los residentes y usuarios tengan acceso a un medio de transporte público cercano.

Durante el período nocturno, la oferta de transporte público se reduce significativamente. Las rutas nocturnas incluyen las líneas 13M, 4M, 2M y 11M, una cantidad considerablemente inferior en comparación con las líneas diurnas. Esta limitación refleja la menor demanda de transporte durante la noche, una característica común en muchas ciudades. No obstante, la presencia de la línea de metro también en el mapa nocturno es un factor positivo, ya que proporciona un medio de transporte continuo, permitiendo desplazamientos nocturnos más rápidos y seguros. La cobertura, aunque más limitada, se concentra en áreas estratégicas, priorizando zonas con mayor afluencia de personas y rutas esenciales para la ciudad.

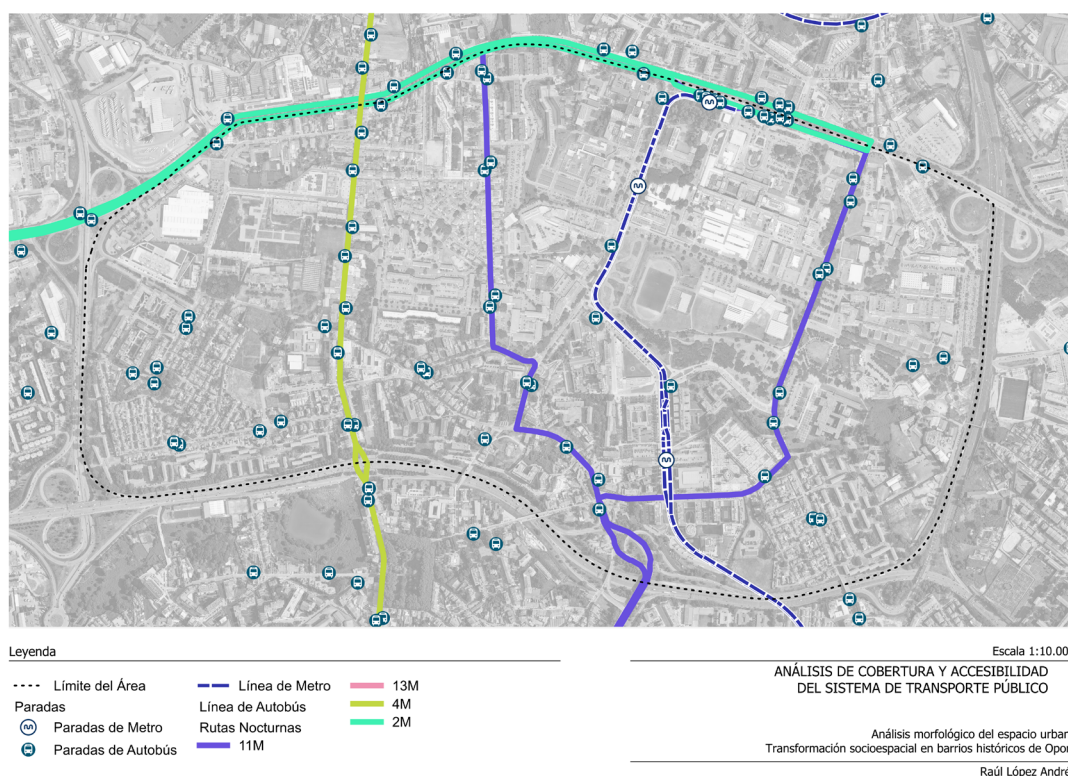


Ilustración 27. Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público

- Nocturno | Autor en QGIS

Al comparar la oferta de transporte entre el período diurno y nocturno, se hace evidente una diferencia considerable. Durante el día, la zona de estudio se beneficia de una red extensa de transporte público, con diversas opciones de

desplazamiento, mientras que por la noche esta oferta se reduce a un número limitado de líneas de autobús. Esta reducción supone un desafío para quienes dependen exclusivamente del transporte público, dificultando la accesibilidad en horario nocturno.

Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público para los Casos de Estudio

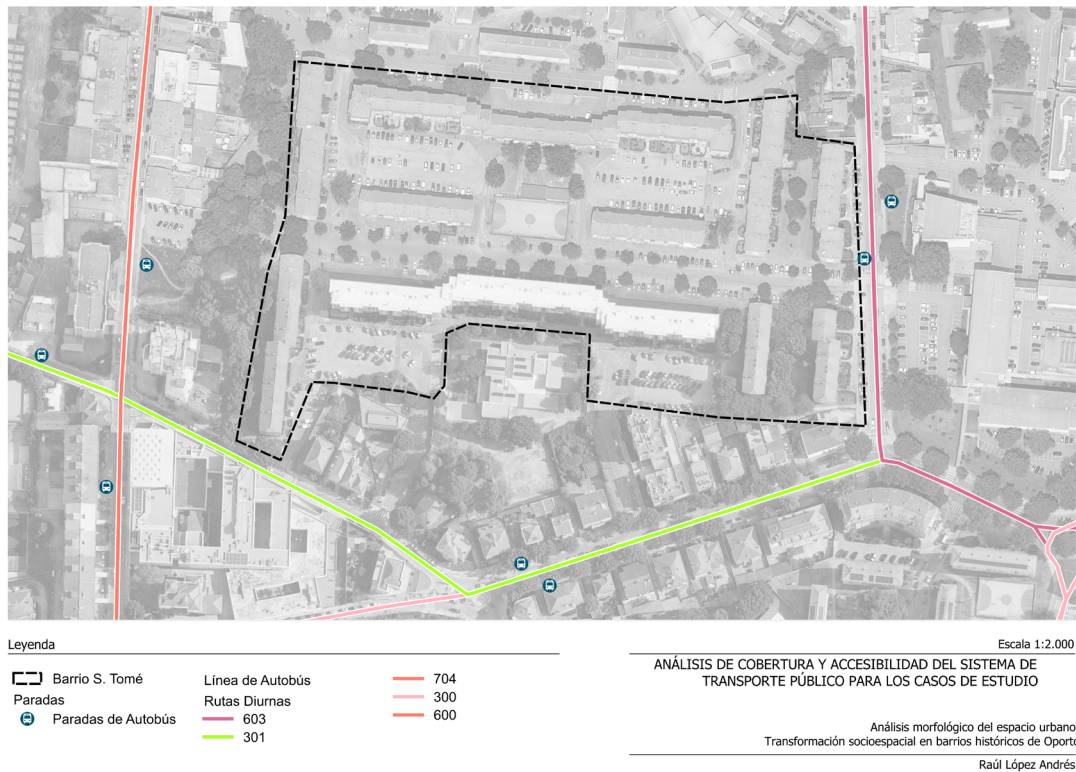


Ilustración 28. Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público para los Casos de Estudio – Diurno | Autor en QGIS

Los mapas analizan la cobertura y la accesibilidad del sistema de transporte público en la zona específica del barrio de S. Tomé, en Oporto, destacando las diferencias entre las rutas diurnas y nocturnas.

Durante el período diurno, la red de transporte público en la zona de S. Tomé presenta una oferta limitada, compuesta por algunas líneas de autobús, entre las cuales se encuentran la 704, 300, 600 y 301. La presencia de algunas paradas de autobús en las cercanías permite un cierto nivel de accesibilidad.

Durante el período nocturno, la oferta de transporte público se reduce aún más. Solo dos líneas de autobús operan en esta zona durante la noche, a saber, la 4M y la 11M. Esta limitación refleja la disminución de la demanda de transporte público durante la noche, pero también evidencia una accesibilidad significativamente reducida para quienes dependen de este medio de transporte. La cobertura de las paradas de autobús dentro del barrio de S. Tomé es escasa, lo que hace más difícil el acceso al transporte público, especialmente para quienes viven o trabajan en la zona y necesitan desplazarse durante la noche.

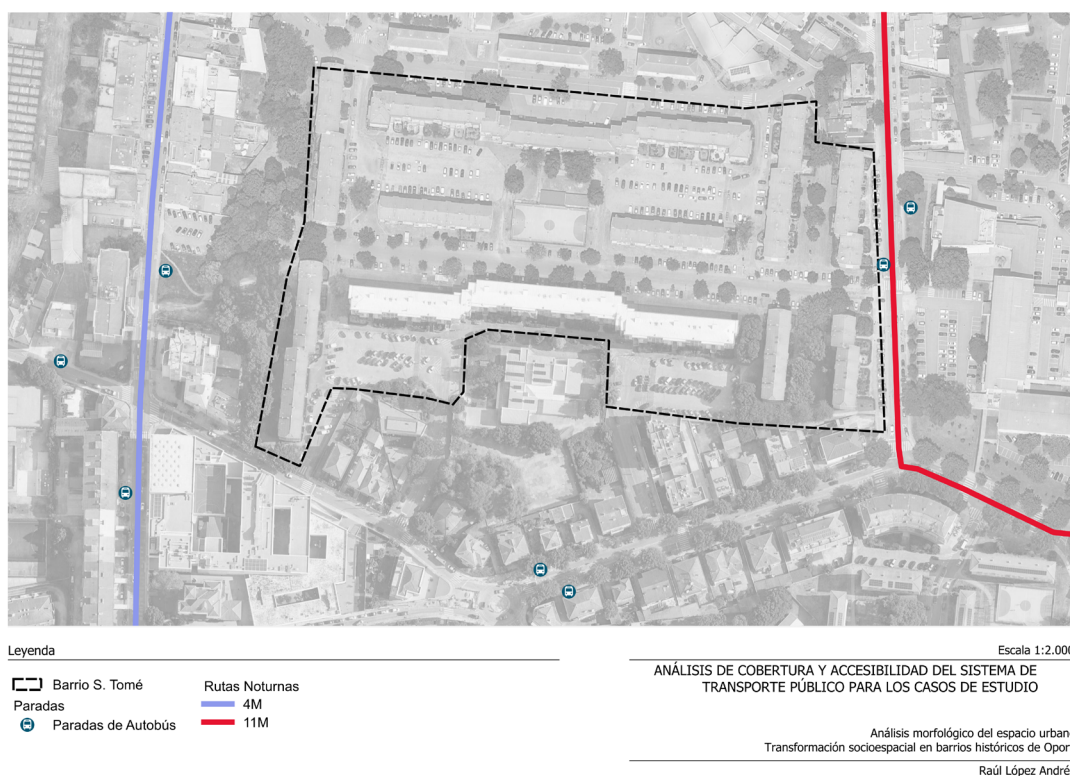
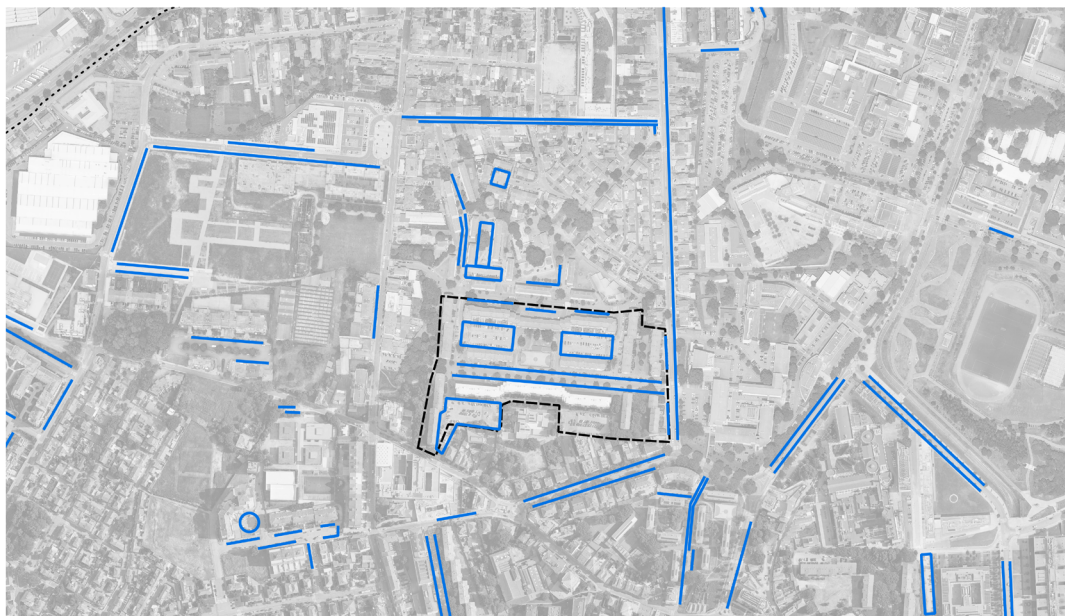


Ilustración 29. Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público para los Casos de Estudio – Nocturno | Autor en QGIS

La comparación entre las ofertas de transporte público diurnas y nocturnas evidencia una diferencia notable. Durante el día, aunque el barrio de S. Tomé tiene algunas opciones de desplazamiento a través de las líneas de autobús existentes, la cobertura dentro del área ya es limitada. Durante la noche, esta situación se agrava, ya que el número de líneas disponibles se reduce aún más, resultando en menos opciones de transporte para los residentes. Esta reducción puede suponer un obstáculo significativo para quienes dependen exclusivamente del transporte público, limitando la movilidad y haciendo que los desplazamientos sean más complicados.

Cartografía y Diagnóstico de Infraestructuras de Estacionamiento Público



Leyenda

- Límite del Área
- ▭ Barrio S. Tomé
- Estacionamiento Público

Escala 1:5.000

CARTOGRAFÍA Y DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURAS
DE ESTACIONAMIENTO PÚBLICO

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto
Raúl López Andrés

Ilustración 30. Cartografía y Diagnóstico de Infraestructuras de Estacionamiento Público

| Autor en QGIS

La infraestructura de estacionamiento público en el Barrio de São Tomé es esencial para comprender la dinámica de la movilidad y la calidad de vida de sus habitantes. La organización del estacionamiento en la zona, según se indica en el mapa, sigue un modelo predominantemente lineal, con espacios de estacionamiento distribuidos a lo largo de las vías principales del barrio. Las líneas azules en el mapa marcan las áreas donde está permitido aparcar en las calles, lo que constituye una característica destacada de la organización del espacio urbano.

La mayor concentración de estacionamientos se observa a lo largo de las principales vías, especialmente en las áreas adyacentes a edificios residenciales, instalaciones deportivas, como el Campo de Fútbol de São Tomé, e instalaciones educativas, como la Escuela Básica de 1º CEB / JI São Tomé. La proximidad de estas infraestructuras importantes a los puntos de estacionamiento facilita el acceso de los residentes y visitantes, permitiendo un desplazamiento más

eficiente hacia servicios esenciales y equipamientos sociales. Esta distribución estratégica de los espacios de estacionamiento refleja el intento de atender tanto las necesidades de los residentes permanentes como de los visitantes esporádicos de la zona, equilibrando la accesibilidad y la demanda de espacios para vehículos.

El estacionamiento público en el barrio está bien integrado en la malla urbana, siendo una parte vital del tejido urbano que apoya el funcionamiento diario del barrio. Las áreas de estacionamiento designadas, como las situadas cerca de edificios residenciales e instalaciones públicas, confirmadas por imágenes satelitales, son fundamentales para garantizar la conveniencia y fluidez en el acceso a los servicios esenciales. Este tipo de organización permite que los residentes y visitantes se desplacen de manera eficiente a puntos estratégicos, sin enfrentarse a la frustración de tener que buscar aparcamiento en lugares distantes.

Sin embargo, la disponibilidad de estacionamiento público en el Barrio de São Tomé también tiene implicaciones significativas en la transformación socioespacial de la zona. La accesibilidad proporcionada por el estacionamiento influye directamente en la movilidad de los residentes y el acceso a bienes y servicios. La facilidad de aparcar, especialmente en lugares cercanos a escuelas, equipamientos culturales y comerciales, contribuye al buen funcionamiento de la comunidad y a la realización de las actividades cotidianas. No obstante, es importante destacar que, a pesar de sus ventajas, el exceso de estacionamiento puede dar lugar a impactos negativos, como el aumento del congestionamiento en las vías más transitadas y el empeoramiento de la contaminación urbana, efectos que deben ser monitorizados y gestionados de manera eficiente.

Análisis de la Infraestructura Verde Urbana y Áreas de Oportunidad

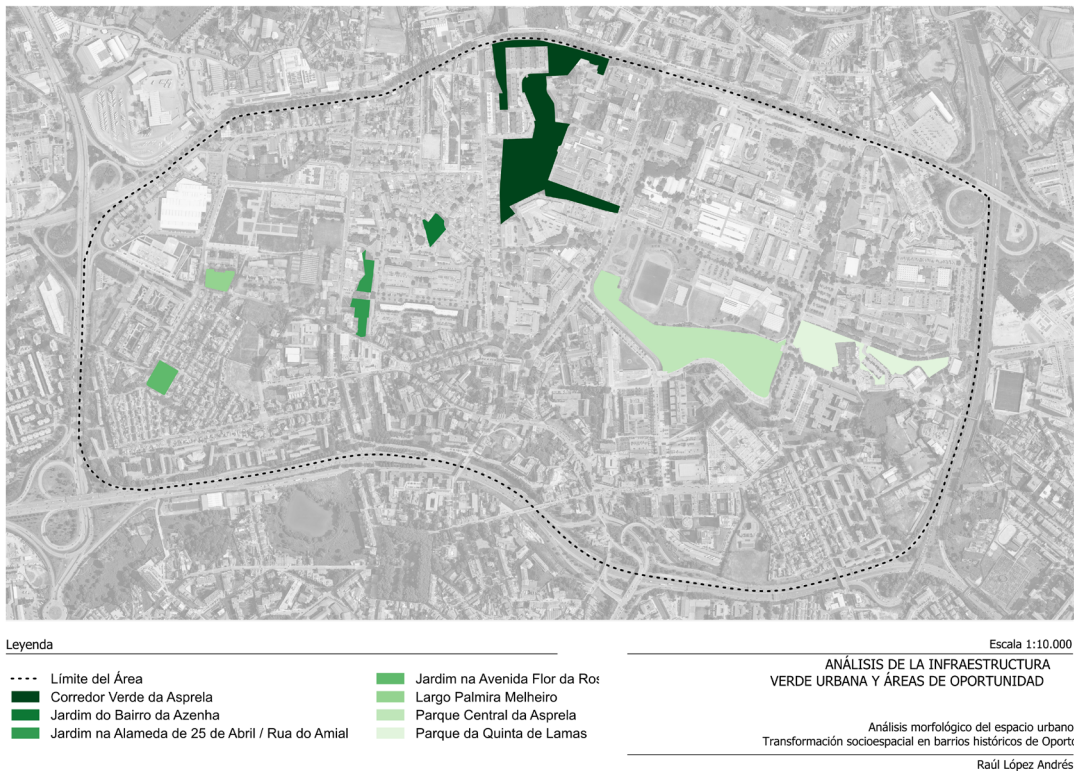


Ilustración 31. Análisis de la Infraestructura Verde Urbana y Áreas de Oportunidad |

Autor en QGIS en QGIS

La malla verde urbana constituye una red de espacios verdes distribuidos dentro de los límites del área de estudio. Esta infraestructura verde está compuesta por una combinación de parques, jardines, áreas ajardinadas y posibles corredores verdes, que desempeñan un papel fundamental en la integración de la naturaleza al entorno urbano, promoviendo beneficios ambientales, sociales y estéticos para los residentes y visitantes del barrio.

1. Distribución y Estructura de la Malla Verde La malla verde presenta una distribución desigual, con áreas de mayor densidad verde concentradas en algunas regiones centrales y otros espacios más fragmentados y pequeños dispersos a lo largo de calles, avenidas y zonas urbanas. La malla verde está posicionada para atender las necesidades de una zona urbana densa. Sin embargo, existen vacíos evidentes en algunas partes, donde la ausencia de vegetación sugiere áreas grises con potencial para expansión o revitalización verde.

2. **Función y Beneficios de la Malla Verde** La infraestructura verde tiene múltiples funciones, que pueden agruparse en tres categorías principales:

- **Ambientales:** Los espacios verdes contribuyen a la reducción de la contaminación del aire y del ruido, mitigan el efecto de las islas de calor urbanas, aumentan la biodiversidad local (atraen fauna como aves e insectos) y ayudan en la gestión del agua de lluvia, reduciendo el riesgo de inundaciones. La vegetación, especialmente en áreas más grandes (como las marcadas en verde oscuro), desempeña un papel crucial en la filtración de contaminantes y en la retención de carbono, alineándose con metas de sostenibilidad urbana.
- **Sociales:** La malla verde ofrece áreas de recreación, ocio y socialización para los residentes, promoviendo la calidad de vida y el bienestar psicológico. Espacios como parques y jardines son esenciales para actividades al aire libre, desde caminatas y picnics hasta prácticas deportivas, fortaleciendo los lazos comunitarios en un barrio posiblemente marcado por una alta densidad urbana y actividades industriales o académicas (como la proximidad con la Universidad de Oporto)
- **Estéticos y Urbanísticos:** La presencia de vegetación mejora la estética del entorno urbano, haciendo que Asprela sea más atractiva y humanizada. La malla verde también puede servir como un elemento de planificación urbanística, conectando diferentes partes del barrio y creando una identidad visual más verde y sostenible, alineada con las tendencias contemporáneas de urbanización ecológica.

La malla verde también puede verse como una respuesta a las presiones urbanas de Oporto, una ciudad con rica historia y alta densidad poblacional, donde el acceso a espacios naturales es limitado en algunas áreas. La infraestructura verde ayuda a preservar elementos de la paisaje natural e histórica, mientras atiende las demandas de una población creciente y diversa, que incluye estudiantes, trabajadores y familias.

1. **Desafíos de la Malla Verde** A pesar de sus beneficios, la malla verde enfrenta desafíos que pueden limitar su efectividad y expansión:

- **Fragmentación:** La distribución desigual de los espacios verdes, con áreas más pequeñas y desconectadas y vacíos en las regiones más urbanizadas, sugiere una fragmentación que puede dificultar la conectividad ecológica y el acceso equitativo para todos los residentes.
- **Presión Urbana:** La proximidad a vías principales, edificios y áreas industriales puede restringir el crecimiento de la vegetación, debido a la impermeabilización del suelo, la contaminación y la falta de espacio para nuevas intervenciones verdes.
- **Mantenimiento:** Los espacios verdes requieren mantenimiento continuo para garantizar su funcionalidad y atractivo, lo cual puede ser un desafío en áreas urbanas con presupuestos limitados o prioridades competidoras.
- **Accesibilidad:** Aunque existen espacios verdes, no todos los residentes pueden tener fácil acceso, especialmente si están ubicados en áreas más periféricas o separadas por barreras físicas, como carreteras o zonas industriales.

2. **Oportunidades para la Malla Verde** El mapa destaca “áreas de oportunidad”, lo que sugiere que existe potencial para expandir y mejorar la infraestructura verde. Algunas posibilidades incluyen:

- **Conectividad:** Crear corredores verdes que conecten los espacios existentes (como jardines lineales a lo largo de calles o avenidas), reduciendo la fragmentación y promoviendo la circulación de fauna y flora.
- **Revitalización:** Identificar áreas grises o infrautilizadas en el mapa para transformarlas en parques, jardines comunitarios o áreas ajardinadas, aumentando la cobertura vegetal y los beneficios ambientales.

- **Inclusión Social:** Desarrollar espacios verdes en áreas menos privilegiadas del barrio, garantizando que todos los residentes tengan acceso a áreas de recreación y naturaleza.
- **Sostenibilidad:** Integrar prácticas de diseño ecológico, como jardines de lluvia, áreas de reforestación y uso de plantas nativas, para maximizar los beneficios ambientales y reducir los costos de mantenimiento.

Análisis mediante Space Syntax

Este espacio, delimitado por infraestructuras viales como la Circunvalação al norte, la VCI al sur, la A3 al este y una conexión entre la VCI y la Circunvalação al oeste, constituye un caso de estudio singular por su combinación de funciones educativas, residenciales y sociales. El propósito principal de esta investigación es explorar el potencial de Space Syntax como una tecnología analítica para extraer la totalidad de la información que un espacio urbano puede ofrecer, evaluando hasta qué punto sus métricas permiten inferir no solo propiedades espaciales, sino también contextos sociales subyacentes. Para ello, se emplean análisis de Integración a radios de 800 y 1200 metros, que mide la accesibilidad local y regional; Angular R3, que evalúa la conectividad en tres cambios direccionales; y Choice a 800 y 1200 metros, que identifica rutas preferenciales.

Inspirada principalmente en las contribuciones teóricas de Bill Hillier, esta investigación busca aportar al conocimiento científico sobre el uso de Space Syntax como herramienta integral de análisis espacial, con un enfoque en sus posibilidades y limitaciones para revelar dinámicas más allá de lo puramente morfológico. Se pretende, con esto, cuestionar el alcance de Space Syntax como un instrumento para percibir el contexto social implícito en la configuración urbana.

Integración en Mapa de Segmentos:



Ilustración 32. Integración R800m - Plan General | Autor

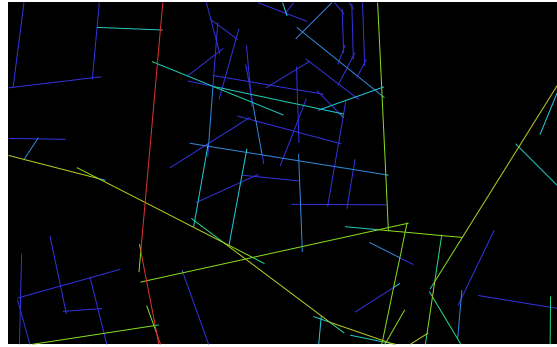


Ilustración 33. Integración R800m - Caso de Estudio | Autor

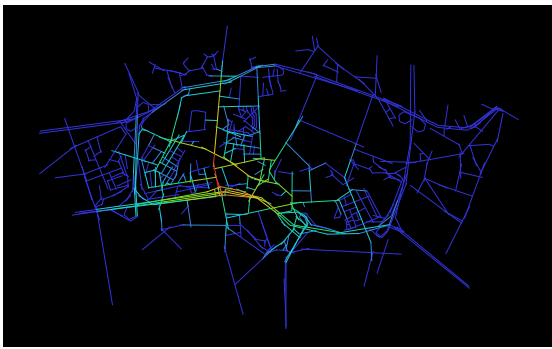


Ilustración 34. Integración R1200m - Plan General | Autor

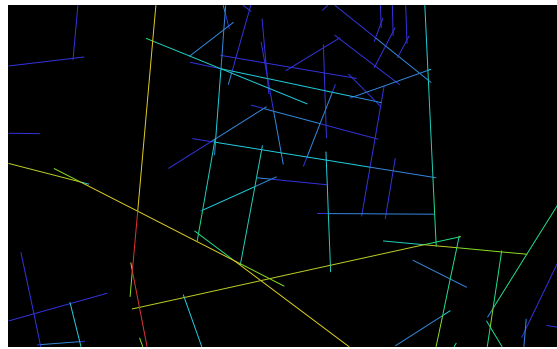


Ilustración 35. Integración R1200m - Caso de Estudio | Autor

La integración mide el grado de accesibilidad de cada segmento de calle dentro de un radio definido, indicando cuántos otros segmentos están conectados a él con el menor número de cambios direccionales (topológicos). Representa el potencial de un espacio para ser un destino o punto de paso frecuente.

R800m: Evalúa la accesibilidad local dentro de un radio de 800 metros, reflejando la conectividad en una escala vecinal o de barrio (aproximadamente 10-15 minutos a pie).

R1200m: Amplía la escala a 1200 metros, capturando la accesibilidad intermedia, como conexiones dentro del Bairro de São Tomé y áreas adyacentes (unos 15-20 minutos a pie).

En el Bairro, muestra qué calles o áreas son más accesibles y, por ende, potencialmente más integradas en la red urbana, lo que podría vincularse a su uso social o funcional.

En la configuración del rango de colores, fue determinado 'Equal ranges - 3 color', donde el rojo muestra los segmentos más integrados, con alta accesibilidad y posible centralidad; el amarillo indica valores medios, calles con conectividad moderada; y el verde señala los menos integrados, áreas menos accesibles o periféricas.

Este mapa explora cómo la estructura espacial podría influir en las dinámicas sociales del Bairro, contrastables en la MIA mediante dibujos de niños.

Choice en Mapa de Segmentos:

Choice R800m

Choice mide la probabilidad de que un segmento sea parte de las rutas más cortas (menor número de cambios direccionales) entre todos los pares de puntos dentro del radio especificado. Representa los flujos potenciales o el "tráfico" a través de una calle, identificando caminos preferenciales.

R800: Captura las rutas más usadas a escala local (800 metros), mostrando cómo el movimiento peatonal podría fluir dentro del Bairro de São Tomé.



Ilustración 36. Choice R800m - Plan General

| Autor

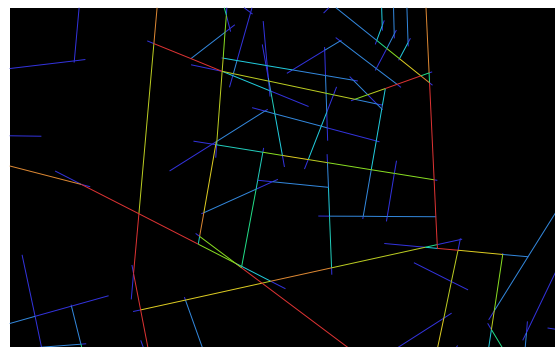


Ilustración 37. Choice R800m - Caso de

Estudio | Autor

Choice R1200m



Ilustración 38. Choice R1200m - Plan General | Autor

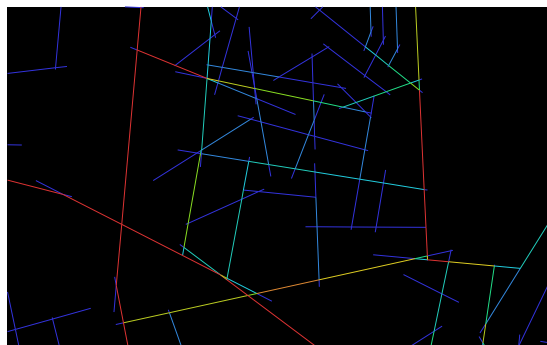


Ilustración 39. Choice R1200m - Caso de Estudio | Autor

R1200: Extiende el análisis a una escala intermedia (1200 metros), identificando corredores clave que conectan el Bairro con zonas cercanas.

En el contexto del Bairro, Choice destaca las calles que actúan como arterias de movimiento, potencialmente vinculadas a áreas de alta interacción social.

En la configuración del rango de colores, se estableció 'Equal ranges - 3 color', asignándose los colores de la siguiente manera:

Rojo: Representa los valores más altos de Choice (tercio superior). Estas calles tienen la mayor probabilidad de ser rutas preferenciales, soportando flujos intensos de movimiento, como accesos principales.

Amarillo: Indica valores intermedios (tercio medio). Estas calles funcionan como conectores secundarios, con un uso moderado.

Verde: Corresponde a los valores más bajos (tercio inferior). Estas calles son menos transitadas, con baja probabilidad de ser rutas principales, y suelen estar más aisladas.

Angular en Mapa de Segmentos:

Angular R3

Angular R3 evalúa la conectividad local considerando el ángulo mínimo de giro en tres cambios direccionales (topológicos), reflejando la facilidad de navegación peatonal y la percepción cognitiva del espacio. A diferencia de



Ilustración 40. Angular R3 - Plan General |
Autor

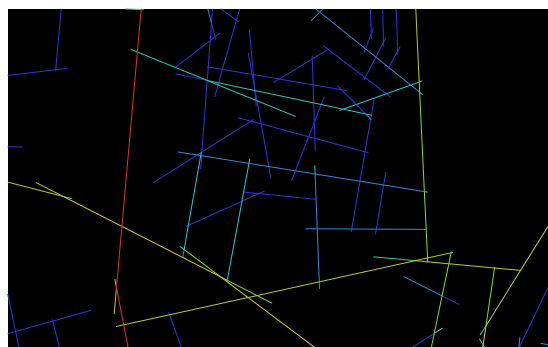


Ilustración 41. Angular R3 - Caso de Estudio
| Autor

Integración y Choice, que emplean distancia topológica pura, Angular incorpora el esfuerzo angular, más cercano a la experiencia real de caminar.

R3 se limita en tres giros, capturando la estructura inmediata del entorno (aproximadamente 200-300 metros en áreas urbanas densas como el Bairro), lo que lo convierte en una herramienta ideal para analizar la accesibilidad peatonal a nivel vecinal.

En el Bairro de São Tomé, refleja cómo la red de calles facilita o dificulta la navegación local, vinculándose potencialmente a dinámicas sociales percibidas por los habitantes (por ejemplo, en dibujos de niños).

La configuración del rango de colores se definió como 'Equal ranges - 3 color', con la siguiente asignación:

Rojo: Representa los valores más altos de Angular R3 (tercio superior). Estas calles son las más conectadas localmente, con giros fáciles y alta navegabilidad, como rutas directas a equipamientos cercanos.

Amarillo: Indica valores intermedios (tercio medio). Estas calles tienen conectividad moderada, con algunos giros más complejos pero aún accesibles.

Verde: Señala los valores más bajos (tercio inferior). Estas calles están menos conectadas, con giros difíciles o aisladas, lo que dificulta la navegación peatonal.

Análisis de los resultados de los mapas de Dephmap X

El análisis mediante Space Syntax en el Bairro de São Tomé, delimitado por la Circunvalação, la VCI y la A3, revela una configuración espacial segregada que podría influir en sus dinámicas sociales. Los mapas de Integración R800 y R1200 muestran un interior predominantemente azul oscuro, indicando baja accesibilidad a escalas local (800 metros) e intermedia (1200 metros), mientras las vías perimetrales exhiben colores cálidos, verde, amarillo y rojo, reflejando mayor integración hacia el exterior (Hillier & Hanson, 1984). Este patrón sugiere que el núcleo del barrio está configuracionalmente aislado dentro de su propia red, limitando el acceso a áreas internas. En contraste, la ausencia de rojo conectado al barrio en R1200 señala que las rutas más integradas bordean el perímetro sin penetrarlo, lo que podría restringir el potencial de sociabilización y la interacción entre residentes, un aspecto explorable mediante la verificación cualitativa de la MIA con dibujos de niños.

Choice R800 y R1200 amplifican esta segregación al mostrar un interior en azul oscuro y claro, con bajo flujo de rutas preferenciales, frente a perímetros en amarillo y rojo que destacan alta probabilidad de tránsito en las vías colindantes. En R800, alguna línea verde interna sugiere conexiones locales débiles, mientras en R1200 las arterias rojas externas refuerzan que el movimiento se concentra en los bordes, dejando el núcleo como una zona de paso reducido. Estas medidas sintácticas indican que las calles internas podrían ser menos transitadas, afectando la vitalidad social del barrio. La segregación social, influida por el rango de edad de los habitantes, podría modificarse si se incrementara el flujo interno, sugiriendo que el potencial configuracional está estrechamente ligado a la sociabilización y el uso comunitario del espacio.

Angular R3, con su interior azul oscuro y bordes en verde, amarillo y rojo, refleja una baja conectividad local basada en tres giros, lo que podría dificultar la navegación peatonal y la inteligibilidad del entorno. Las áreas colindantes, más conectadas, contrastan con un núcleo menos accesible, donde el grado de controlabilidad de las calles podría relacionarse directamente con la seguridad o inseguridad percibida por los residentes. Este análisis configuracional proporciona medidas sintácticas que, al contrastarse con las percepciones de los niños en la MIA, podrían revelar cómo la estructura espacial del Bairro de São Tomé configura dinámicas sociales, destacando la necesidad de explorar estrategias que reduzcan su segregación y fortalezcan la interacción vecinal.

Análisis mediante Urbano

Descarga de Información Geoespacial

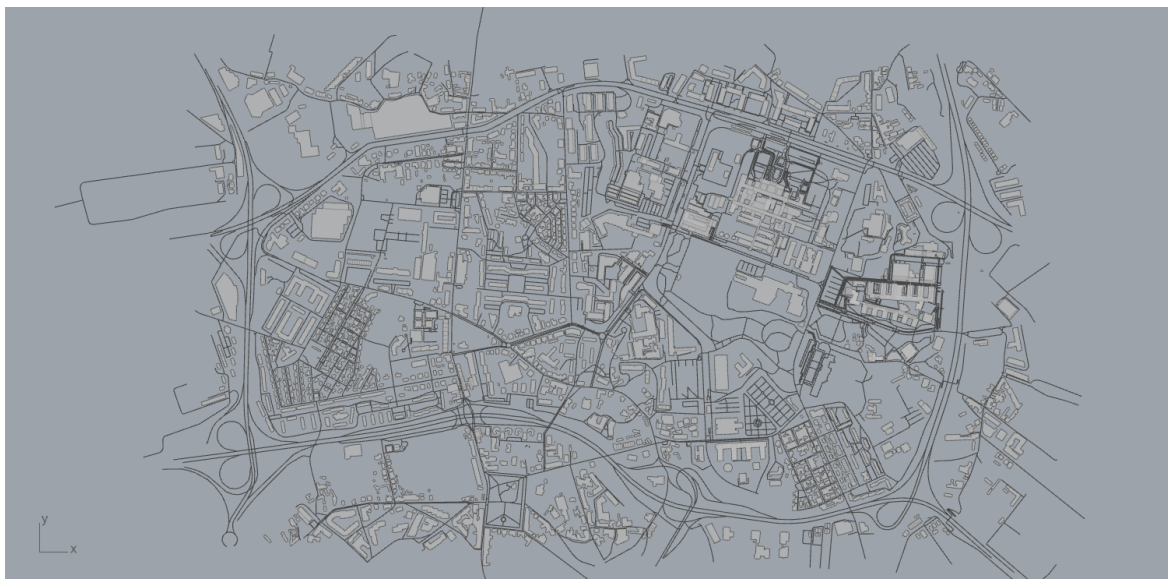


Ilustración 42. Cartografía Base obtenida en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

Utilizando el complemento “Urbano” en Grasshopper, se concibió un modelo paramétrico del área urbana, fundamentado en datos geoespaciales extraídos de OpenStreetMap (OSM).

El flujo de trabajo se inicia con la definición rigurosa de los límites geográficos, utilizando coordenadas específicas – latitud y longitud (respectivamente, -8.623534 y -8.591948 para los límites occidental y oriental, y 41.158005 y 41.170048 para los límites septentrional y meridional) – que delimitan el área de

interés y establecen el ámbito geográfico para el procesamiento subsiguiente.

A continuación, los datos procedentes de OSM se importan y procesan mediante componentes como “Cached OSM Query” y “OSM Feature Type”, los cuales recuperan y categorizan información geográfica, a saber, calles, edificios y amenidades urbanas. Estos datos se convierten posteriormente a un sistema de coordenadas adecuado, valiéndose de componentes como “UTM Zone”, “Translation Vector” e “Import Altitude”, que ajustan las posiciones en el espacio tridimensional, garantizando así una precisión tanto geométrica como altimétrica. Este procedimiento reviste una importancia crucial para alinear los datos geoespaciales con el sistema de modelado tridimensional.

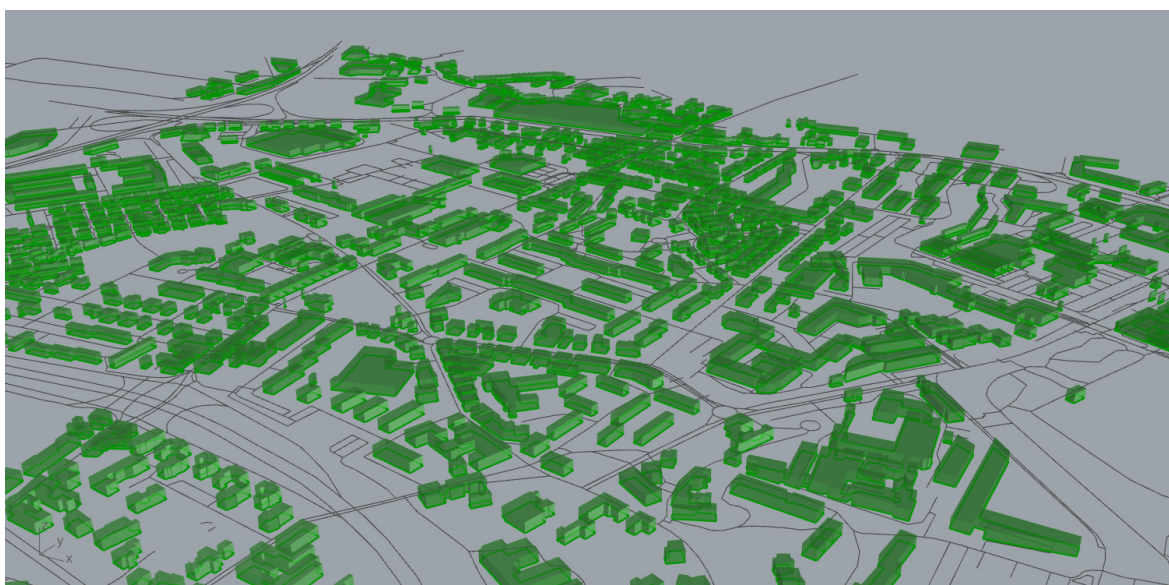


Ilustración 43. Cartografía Base en 3D obtenida en Rhinoceros con la utilización del plugin Urbano en Grasshopper | Autor

Sobre la base de los datos procesados, Grasshopper genera geometrías detalladas: componentes como “Street Network” crean la red viaria, mientras que “Building Curves” y “Building Geometry” producen curvas y mallas que representan los edificios. Elementos adicionales, tales como “Amenities” y “PolyLine Closed”, perfeccionan el modelo, incorporando puntos de interés y delimitando áreas específicas. El resultado final consiste en un modelo 3D integral – tal como se ilustra – que muestra una representación precisa del área urbana, integrando calles, edificios, intersecciones e infraestructuras, todo generado de forma automatizada y paramétrica a partir de datos reales de OSM.

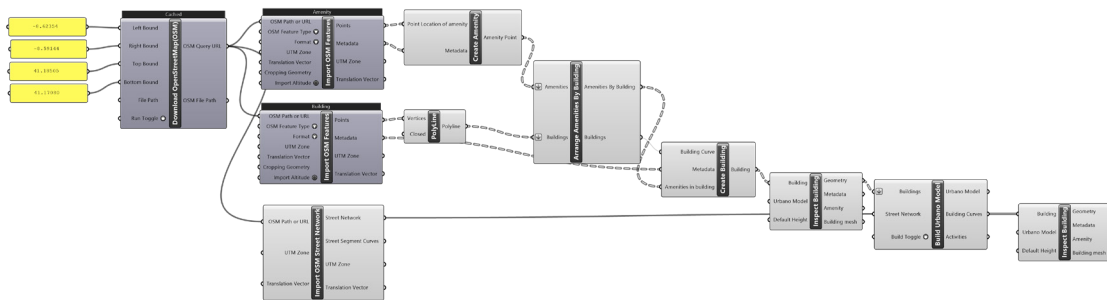


Ilustración 44. Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper para producir la cartografía base | Autor

Este modelo, visible en el mapa final, refleja la ciudad con una estructura definida de calles y edificaciones, constituyendo la base del trabajo desarrollado en Rhinoceros. El proceso se revela, por tanto, altamente eficiente, permitiendo ajustes rápidos e iterativos en función de las entradas iniciales.

Datos importados y agregados



Ilustración 45. Vías y servicios obtenida en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

Para la creación de un modelo paramétrico categorizado del área urbana, se recurre a datos geoespaciales extraídos de OpenStreetMap (OSM), organizándolos de forma que se identifiquen, clasifiquen y visualicen los distintos tipos de vías de transporte y edificios con funciones específicas. Este proceso

pretende transformar la información bruta en una representación comprensible y ordenada de la ciudad, lo que posibilita análisis más detallados y eficaces.

Tras la extracción de los datos de OSM, el primer paso consiste en aplicar la operación “Deconstruct Metadata”, que genera una lista de valores. A partir de esta lista, es posible filtrar los datos para seleccionar únicamente aquellos que resulten relevantes para el estudio en cuestión.

El flujo de trabajo se inicia con la incorporación de datos primarios, representados por componentes tales como “primary”, “secondary”, “tertiary”, “trunk”, “motorway”, entre otros, para la clasificación de las vías, y “education”, “religion”, “health”, “commerce”, “residential” para la categorización de los edificios con funciones específicas. Estos datos se procesan mediante componentes como “Match Text”, que permiten filtrar y categorizar la información en función de atributos concretos, tales como los tipos de vías (a través de etiquetas OSM como “highway=primary”, “highway=secondary”, etc.) o las funciones de los edificios (utilizando etiquetas como “amenity=school”, “amenity=place_of_worship”, “amenity=hospital”, “shop=” o “building=residential”). Dichos filtros, que verifican patrones textuales o valores booleanos (por ejemplo, “0 False” o “1 True” en los outputs), aseguran que únicamente se seleccionen los datos correspondientes a cada categoría definida.

Posteriormente, los datos categorizados se dirigen a componentes como “List Item”, “Cull Pattern” y “Dispatch”, que posibilitan la organización, el refinamiento y la separación de los elementos en listas o patrones específicos. Por ejemplo, el componente “List Item” extrae elementos individuales de una lista; “Cull Pattern” elimina o retiene elementos de acuerdo con un patrón predefinido; y “Dispatch” distribuye los datos en dos salidas distintas, generalmente denominadas “List A” y “List B”, con el fin de separar las geometrías o atributos asociados a las categorías específicas (tales como vías primarias frente a secundarias o edificios educativos frente a comerciales). Este proceso modular permite aplicar el mismo flujo de trabajo a diversas categorías, ajustándose únicamente a las entradas iniciales y a los criterios de filtrado establecidos.

Finalmente, los datos procesados se conectan a componentes como “Colour Swatch”, “Geometry Preview” y “Custom Material”, que aplican visualizaciones

y propiedades materiales al modelo. El componente “Colour Swatch” asigna colores específicos a cada categoría (por ejemplo, rojo para autopistas, verde para vías primarias, azul para edificios educativos, etc.), mientras “Geometry Preview” genera una representación visual de las geometrías (curvas, líneas o mallas) correspondientes a las vías y edificios categorizados. Por su parte, el “Custom Material” permite definir las propiedades visuales o materiales para la

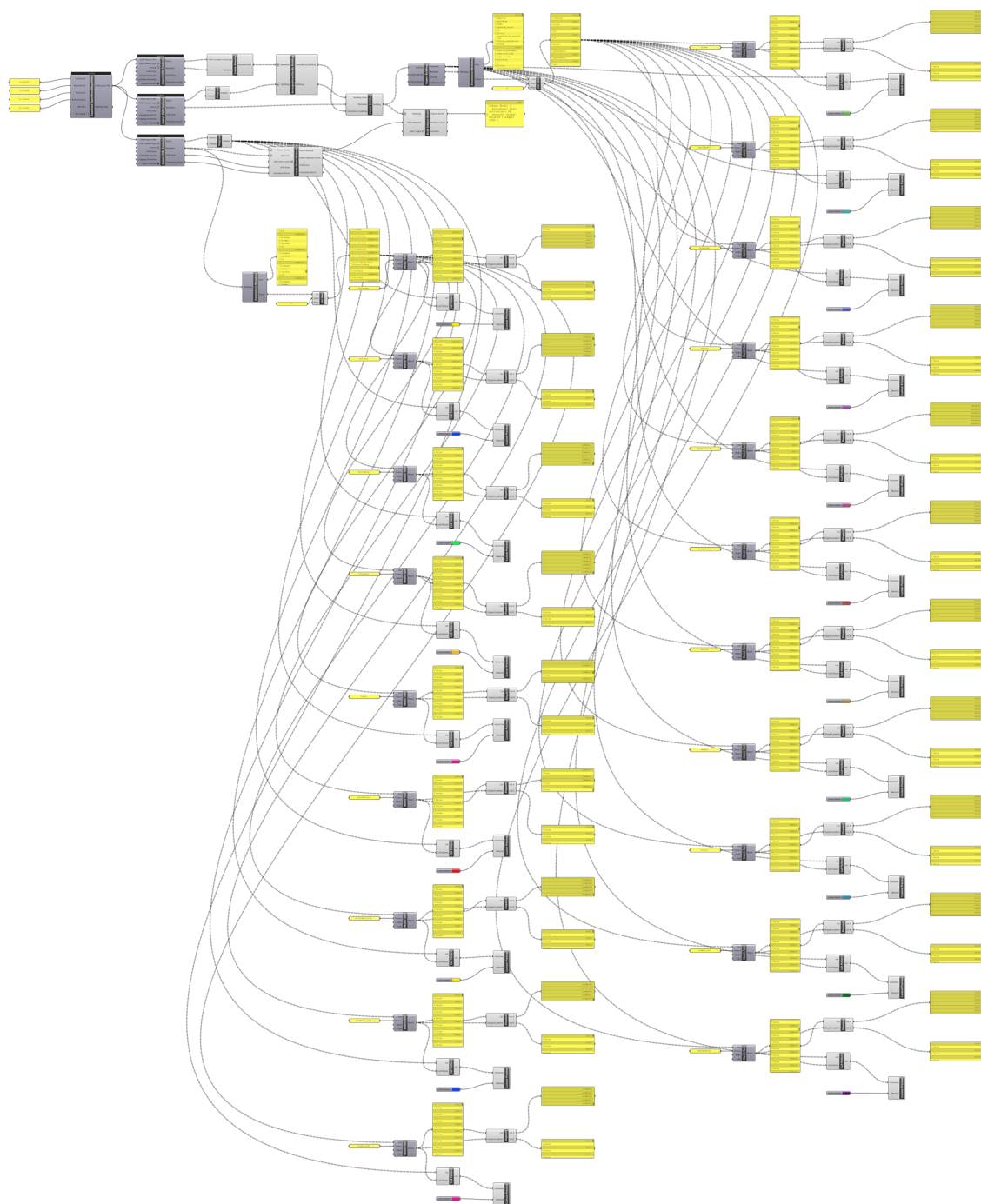


Ilustración 46. Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper para producir las Vías y Servicios | Autor

renderización, facilitando así la integración del modelo en un entorno 3D para su análisis o presentación.

Descripción de los Resultados



Ilustración 47. Mapa de los 15 minutos obtenida en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

El producto final consiste en un modelo paramétrico, visualizado en forma de mapa, en el que se representan y diferencian mediante colores específicos tanto las vías (primarias, secundarias, terciarias, trunk, autopistas) como los edificios con funciones de servicio (educación, religión, salud, comercio, vivienda). Sin embargo, se constata que una parte significativa de la información proveniente de OSM se encuentra incompleta.

Routing in different modes

La innovación de este flujo de trabajo reside en la integración de un enrutador urbano (denominado “Router Urbano Model or Street Network”), cuya función consiste en calcular rutas y tiempos de desplazamiento a partir de un punto central, ubicado en el barrio de São Tomé. En este contexto, componentes como “Origin”, “Destination”, “Trip Mode”, “Travel Time”, “Distance” y “Time Limit” operan conjuntamente para simular desplazamientos peatonales, ciclísticos o vehiculares, estableciendo un radio de accesibilidad de 15 minutos desde el centro del barrio. Para garantizar que únicamente se consideren las

áreas alcanzables en un máximo de 15 minutos, se recurre al componente “First Number Smaller than or Equal to Second Number”, que realiza comparaciones numéricas para limitar el tiempo de viaje.

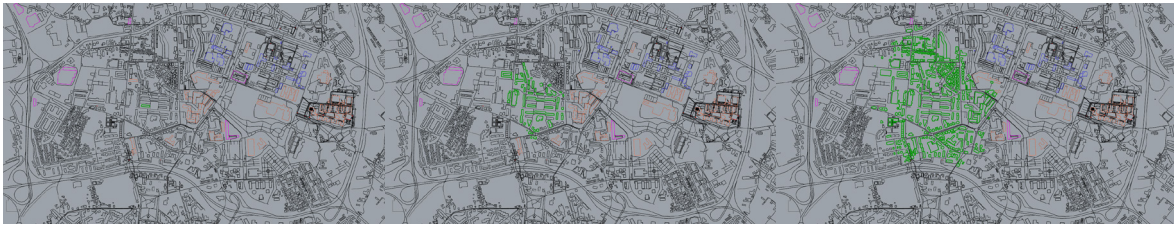


Ilustración 48. Progresión temporal: mapas de la origen, 5 minutos, 10 minutos en Rhinoceros | Autor

El resultado final de este proceso se presenta a través de los mapas proporcionados, los cuales ilustran el área urbana del barrio de São Tomé y sus alrededores. El primer mapa muestra la estructura básica de la ciudad, compuesta por calles, edificios e infraestructuras representadas por líneas negras sobre un fondo gris, correspondiendo a la malla urbana inicial generada por Grasshopper. Posteriormente, un segundo mapa integra capas de color que evidencian las áreas accesibles dentro del límite temporal establecido: el color verde representa las zonas incluidas en el límite de 15 minutos, mientras que los demás colores corresponden a los servicios y funcionalidades descritos previamente. Estos polígonos de color ofrecen una representación visual clara de la extensión geográfica que se puede alcanzar desde el centro del barrio, teniendo en cuenta los distintos modos de transporte y los patrones de desplazamiento.

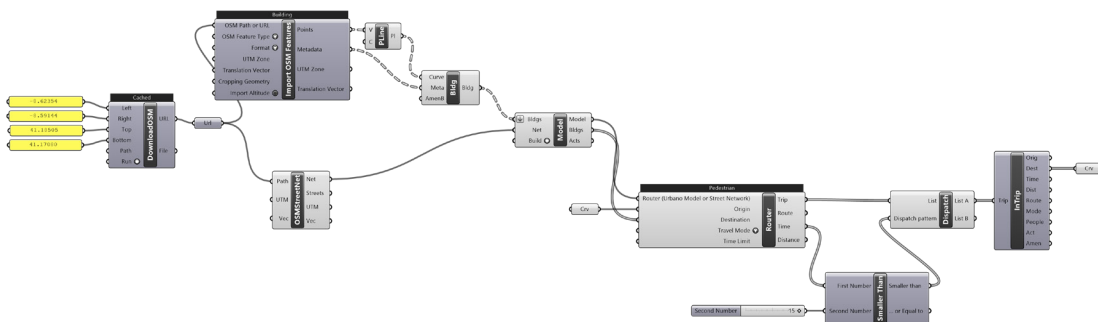


Ilustración 49. Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper para producir el Mapa de los 15 minutos | Autor

Accesibilidad relativa a la distancia



Ilustración 50. Servicios que el programa determina dentro del espacio de 15 minutos mediante el componente “Activity Demand Profile / Personal” obtenidos en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

Adicionalmente, el modelo incorpora un análisis de la demanda de actividades mediante el componente “Activity Demand Profile / Personal”, que carga datos (como “Load ADP Data”) para identificar patrones de uso y preferencias de desplazamiento de los habitantes, así como “Activity Demand Single Travel Mode” y “Destination Choice Model”, que modelan las elecciones de destino y los modos de transporte en función de factores como el tiempo, la distancia y las preferencias individuales. Estos datos se integran para localizar servicios y amenidades (como escuelas, hospitales, parques y comercios) dentro del radio de 15 minutos, representados en el mapa resultante mediante puntos de colores (amarillos y rojos) que indican la distribución de dichos servicios.

Análisis del Mapa Resultante e Incompleto

El mapa resultante presenta la malla urbana del barrio de São Tomé y sus alrededores, con líneas negras sobre un fondo gris que representan calles, edificios e infraestructuras, y puntos de colores (amarillos y rojos) que indican la ubicación de servicios y amenidades accesibles en 15 minutos. Los puntos amarillos parecen representar una categoría primaria de servicios (posiblemente

los más frecuentes o esenciales, como supermercados o transporte público), mientras que los puntos rojos pueden señalar servicios secundarios o menos comunes (como hospitales o bibliotecas). No obstante, el modelo resulta notoriamente incompleto, tal como se evidencia en la distribución dispersa e irregular de los puntos, así como en la ausencia de una cobertura global de las áreas urbanas dentro del radio de 15 minutos.

Dicha incompletud puede atribuirse a diversas limitaciones en el flujo de trabajo de Grasshopper, como la falta de datos completos en OSM: la información procedente de OpenStreetMap puede contener lagunas o inconsistencias, especialmente en lo que respecta a la localización exacta de amenidades y servicios, lo que compromete la precisión del modelo. Por ejemplo, algunas áreas pueden no haber sido mapeadas en su totalidad o pueden contener errores en la categorización de puntos de interés.

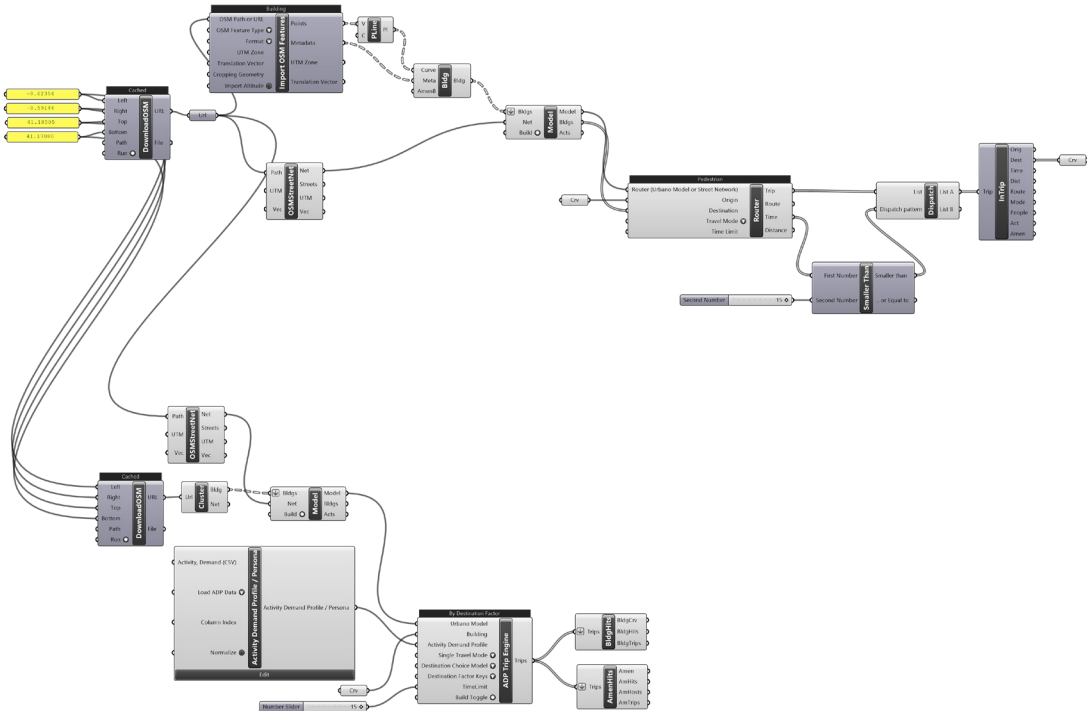


Ilustración 51. Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper mediante el componente “Activity Demand Profile / Personal” | Autor

La intención de este modelo es analizar y visualizar la accesibilidad urbana en el barrio de São Tomé, proporcionando una herramienta para la planificación urbana, la movilidad sostenible y la evaluación de la proximidad de servicios esenciales dentro de un radio de 15 minutos, en consonancia con el concepto de “ciudad de 15 minutos”, que pretende promover la equidad, la eficiencia y la calidad de vida urbana.

Validación de la metodología integrada

Fundamentos teóricos para la evaluación cualitativa

El análisis técnico del Bairro de São Tomé mediante tecnologías emergentes ha puesto de manifiesto limitaciones notables en la comprensión de la realidad social que caracteriza este entorno urbano. Se detecta una insuficiencia de datos sobre las dinámicas sociales y el uso efectivo del espacio que el barrio ofrece a sus habitantes y usuarios, lo que restringe la capacidad de herramientas como QGIS, DepthmapX y Urbano para captar la complejidad de las interacciones sociales (García, 2015). Por ello, siguiendo los principios de la investigación-acción descritos por Greenwood y Levin (2006), que destacan la necesidad de adaptar el marco teórico ante evidencias emergentes, resulta esencial incorporar instrumentos metodológicos complementarios que permitan esclarecer aspectos no visibles mediante enfoques exclusivamente tecnológicos.

En respuesta, se propone emplear metodologías cualitativas dirigidas a los segmentos más presentes en el área estudiada, con especial énfasis en la población infantil, cuya concentración en el centro educativo, las instalaciones deportivas y el espacio recreativo cercano evidencia patrones de aislamiento socioespacial. Estas observaciones, documentadas por Ferreira y Santos (2022) como reflejo de dinámicas territoriales, se intensifican por la significativa presencia de población envejecida, sugiriendo una segregación que podría limitar la interacción comunitaria en São Tomé. Este enfoque cualitativo busca profundizar en las percepciones y usos del espacio desde la perspectiva de sus habitantes.

Para analizar esta configuración sociodemográfica, se recurre a marcos teóricos relevantes. Gehl (2010) argumenta que la accesibilidad y las condiciones cualitativas de los espacios urbanos determinan la ‘vida entre edificios’, es decir, las interacciones espontáneas que fortalecen el bienestar colectivo, un aspecto crítico en São Tomé dado su deterioro estructural. Jacobs (2011) añade que la diversidad funcional y la vitalidad urbana son esenciales para mitigar la alienación, un factor clave en contextos socioeconómicos desafiantes como este, donde la falta de variedad podría afectar la seguridad, la pertenencia y la calidad de vida (Ferreira & Santos, 2022). Estos enfoques subrayan la necesidad de explorar

cómo las limitaciones del entorno construido influyen en las dinámicas sociales del barrio.

Las aportaciones de Carmona et al. (2021) ofrecen un marco analítico valioso al explorar cómo las políticas de austeridad afectan la disponibilidad y calidad de los espacios urbanos, creando asimetrías en su accesibilidad y uso. En el caso del Bairro de São Tomé, donde el deterioro estructural limita las oportunidades de interacción, este enfoque resulta especialmente pertinente, ya que las percepciones de los residentes podrían destacar tanto las potencialidades como las carencias del entorno construido. Complementariamente, Kaplan y Kaplan (1989) aportan una dimensión psicológica clave al señalar que la experiencia subjetiva del espacio, influida por elementos naturales y urbanos, impacta profundamente el bienestar psicoemocional. En São Tomé, un análisis detallado de estas percepciones podría identificar necesidades específicas de planificación urbana que mejoren la calidad de vida, como espacios verdes o áreas de encuentro, según sugieren los autores.

El enfoque cualitativo integrado en esta fase de la MIA se basa en su capacidad para examinar fenómenos sociales complejos desde la visión de los propios habitantes (Creswell & Creswell, 2018). Corbetta (2007) destaca que esta aproximación es idónea para capturar la diversidad de experiencias, percepciones y significados en contextos comunitarios intrincados como São Tomé, donde la heterogeneidad de voces desafía la uniformidad de los métodos cuantitativos. La combinación estratégica de perspectivas infantiles y adultas enriquece esta lógica, integrando datos visuales y narrativos de distintos grupos poblacionales. Así, los dibujos de niños, usados como verificación cualitativa, aportan una dimensión única que contrasta con las medidas sintácticas previas, revelando matices sobre el uso del espacio no detectados por tecnologías emergentes (García, 2015).

Esta estrategia se alinea con Greenwood y Levin (2006), quienes promueven la investigación-acción como un medio para involucrar a la comunidad en la generación de conocimiento, posicionando a los residentes como co-investigadores activos. En São Tomé, este enfoque cualitativo no solo documenta la realidad vivida, sino que también podría facilitar la identificación de soluciones

colectivas, como propone Ajudaris (2008), al priorizar el empoderamiento comunitario y el valor del saber local en la construcción de narrativas que reflejen las necesidades del barrio.

Dibujos como Herramienta de Investigación

El uso de dibujos como técnica de recolección de datos con niños está ampliamente respaldado por su capacidad para revelar percepciones, emociones y representaciones del entorno sin recurrir al lenguaje verbal (Machón, 2013). Esta metodología permite a los menores expresar sus mapas mentales y vivencias diarias, superando las barreras de la comunicación verbal, lo que resulta especialmente valioso en contextos como el Bairro de São Tomé (Trifunović et al., 2022). Aquí, los dibujos facilitan explorar cómo los niños perciben su entorno urbano, incluyendo espacios, seguridad y relaciones sociales, libre de sesgos como el temor al juicio o la preocupación por las expectativas de los resultados.

Estudios empíricos han confirmado la eficacia de los dibujos como herramienta de investigación en contextos variados y con diversas poblaciones infantiles. Franquesa-Soler y Serio-Silva (2017) emplearon esta técnica en su investigación con niños mexicanos para evaluar su conocimiento sobre primates en peligro de extinción, obteniendo resultados que no solo reflejaron aspectos cognitivos, como datos objetivos sobre las especies, sino también dimensiones afectivas, revelando su conexión emocional con la conservación. En São Tomé, este enfoque podría captar cómo los niños valoran su barrio más allá de lo observable con tecnologías emergentes. Machón (2013) añade que los dibujos son ideales para niños en entornos urbanos complejos, donde las palabras pueden no capturar la totalidad de sus experiencias espaciales.

De forma más directa, Stokas et al. (2017) analizaron dibujos de niños griegos para comprender sus representaciones del espacio urbano, identificando patrones en cómo destacaban calles, parques y edificios. Este método reveló qué elementos del entorno eran más relevantes desde su perspectiva, aportando datos espaciales difícilmente accesibles mediante entrevistas tradicionales. En el Bairro de São Tomé, los dibujos podrían complementar las medidas sintácticas de Space Syntax, verificando cualitativamente las dinámicas sociales y de accesibilidad, y enriqueciendo las recomendaciones para intervenciones

urbanas (García, 2015). Trifunović et al. (2022) sugieren que esta técnica también puede señalar áreas de inseguridad percibida, un aspecto clave en contextos segregados como este.

Estos antecedentes metodológicos respaldan sólidamente el presente estudio y sugieren que, en el Bairro de São Tomé, los dibujos pueden resultar herramientas altamente eficaces para descubrir qué aspectos del entorno urbano son más relevantes para los niños, cómo configuran mentalmente su espacio vital y de qué forma estos elementos se vinculan con su percepción de bienestar, seguridad y pertenencia. Esta técnica visual permite acceder a dimensiones de la experiencia infantil que podrían permanecer ocultas con métodos exclusivamente verbales o cuantitativos, ofreciendo una perspectiva complementaria a las tecnologías emergentes empleadas previamente (García, 2015). Lynch (1960) enfatiza que tales representaciones visuales revelan no solo el uso físico del espacio, sino también su significado emocional para los niños.

La teoría de Lynch (1960) sobre la imagen mental de la ciudad proporciona un marco conceptual adicional para interpretar los dibujos infantiles. Lynch plantea que las personas estructuran su entorno mediante elementos como 'nodos', 'sendas' y 'bordes', los cuales emergen en representaciones gráficas. En São Tomé, este enfoque facilita identificar los lugares emblemáticos y rutas cotidianas destacados por los niños, permitiendo contrastar sus percepciones con las de los adultos y enriquecer el análisis socioespacial iniciado con herramientas como Space Syntax. Esta comparación podría revelar discrepancias entre la accesibilidad objetiva y la experiencia subjetiva, clave para recomendaciones de intervención.

Tonucci (2015), por su parte, defiende la inclusión de los niños en la planificación urbana mediante iniciativas como 'La ciudad de los niños', argumentando que su perspectiva única enriquece el diseño de espacios más inclusivos y adaptados a todos los ciudadanos. En este estudio, los dibujos trascienden su rol documental para convertirse en instrumentos transformadores, posicionando a los niños como agentes activos en la construcción colectiva de conocimiento sobre la realidad social y urbana de São Tomé. Este enfoque reconoce el valor epistemológico de sus aportes, superando visiones tradicionales que los

relegan a un segundo plano, y se alinea con la MIA al verificar cualitativamente las dinámicas del barrio.

Estudios como el de Karray et al. (2016) en contextos vulnerables de Haití muestran de manera contundente que los dibujos infantiles actúan como ventanas privilegiadas para captar experiencias traumáticas no expresadas verbalmente y, a la vez, como reflejos gráficos de aspiraciones de resiliencia y esperanza. Este hallazgo resulta especialmente pertinente para el análisis del Bairro de São Tomé, donde esta técnica podría identificar con precisión los desafíos diarios de los menores, así como sus expectativas, sueños y visiones de futuro para su comunidad. Al aplicar este enfoque, se enriquecería la comprensión de las dinámicas sociales del barrio, complementando las limitaciones de las tecnologías emergentes previamente utilizadas (García, 2015). Karray et al. (2016) sugieren que los dibujos también pueden señalar áreas de vulnerabilidad percibida, un aspecto clave en entornos segregados como este.

Neiman (2021) documenta exhaustivamente cómo los dibujos de niños en barrios de São Paulo reflejan no solo su percepción inmediata del entorno urbano, sino también dinámicas complejas de apropiación espacial, identidad territorial y vínculos emocionales con lugares específicos. En un contexto sociocultural brasileño similar al de São Tomé, esta investigación destaca que las representaciones gráficas infantiles aportan información valiosa sobre aspectos urbanos a menudo ignorados por evaluaciones técnicas convencionales. El método interpretativo de Neiman, centrado en elementos simbólicos y espaciales, ofrece un marco aplicable a este estudio, consolidando los dibujos como una herramienta científica robusta. Esta combinación de enfoques teóricos y empíricos refuerza su relevancia para explorar dimensiones subjetivas de la experiencia urbana en São Tomé, apoyando la MIA al verificar cualitativamente las dinámicas sociales y espaciales del barrio (Ferreira & Santos, 2022). Neiman (2021) añade que estas representaciones pueden inspirar intervenciones inclusivas basadas en las prioridades de los niños.

Muestras teóricas

La realización de sondeos durante la recogida de dibujos infantiles en el Bairro de São Tomé representa una estrategia metodológica que permite recolectar datos de los residentes adultos de forma eficiente, flexible y accesible. Este enfoque se destaca como una herramienta investigativa valiosa en contextos contemporáneos donde las interacciones pueden estar notablemente restringidas, facilitando un diálogo directo con la comunidad sin la formalidad de métodos tradicionales.

Los sondeos, como técnica de investigación social, son útiles para captar percepciones, actitudes y experiencias de los habitantes (Thompson, 2017). En este estudio, las preguntas combinan formatos abiertos y cerrados, invitando a reflexionar sobre la calidad de los espacios públicos, la seguridad y la cohesión social en São Tomé. Inspirados en Gehl y Svarre (2013), quienes en *How to Study Public Life* proponen integrar datos autorreportados con otras fuentes para entender la vida urbana, estos muestreos complementan los dibujos infantiles, enriqueciendo el análisis de las dinámicas del barrio. Gehl y Svarre (2013) destacan que tales métodos son esenciales para revelar cómo los residentes perciben el uso cotidiano de su entorno.

La perspectiva de género aporta una dimensión adicional a este enfoque. Garcia-Ramon et al. (2018) señalan que hombres y mujeres perciben el espacio público de manera distinta, especialmente en términos de seguridad y accesibilidad, lo que puede influir en su experiencia urbana. En São Tomé, los sondeos podrían identificar estas diferencias, ofreciendo datos clave para diseñar intervenciones inclusivas que respondan a las necesidades de todos los residentes y refuercen la cohesión comunitaria.

Whyte (2010) complementa esta visión al subrayar la importancia de comprender la vida social en los espacios urbanos mediante información cualitativa. Aunque su enfoque prioriza observaciones directas, la recogida de narrativas adultas en São Tomé cumple un propósito similar, documentando cómo los habitantes utilizan y valoran su entorno. Así, los sondeos se consolidan como un método complementario que, junto a los dibujos, captura la complejidad de

las experiencias en el barrio, apoyando las recomendaciones de intervención alineadas con la MIA (Ferreira & Santos, 2022).

Integración de la metodología cualitativa

La integración metodológica de dibujos infantiles y sondeos representa una estrategia sólida de triangulación que fortalece la validez, fiabilidad y profundidad del análisis, permitiendo contrastar perspectivas complementarias para construir un conocimiento más completo del Bairro de São Tomé (Hernández-Sampieri et al., 2014). Este enfoque multimétodo facilita la verificación cruzada de datos de distintas fuentes y revela patrones convergentes y divergentes entre las percepciones de niños y adultos, desvelando aspectos de la realidad urbana que podrían quedar ocultos con un solo método. Los dibujos capturan las representaciones espontáneas de los menores, mientras los sondeos ofrecen reflexiones estructuradas de los adultos, creando un diálogo enriquecedor. Muhati-Nyakundi (2022) subraya la necesidad de priorizar las voces infantiles en entornos urbanos, un principio que este estudio aplica al combinarlas con las adultas para una comprensión holística. Hernández-Sampieri et al. (2014) añaden que esta triangulación mejora la confiabilidad al integrar datos cualitativos con análisis previos, como los de Space Syntax en São Tomé.

Esta estrategia se alinea con Whyte (2010) y Gehl y Svarre (2013), quienes promueven métodos mixtos para captar la complejidad de los espacios urbanos. En São Tomé, la fusión de representaciones visuales y narrativas verbales permite detectar coincidencias y diferencias en cómo se percibe el barrio, proporcionando una base robusta para diseñar intervenciones que respondan a las necesidades reales de sus habitantes. Este enfoque no solo complementa las limitaciones de las tecnologías emergentes, sino que también refuerza la MIA al verificar cualitativamente las dinámicas sociales y espaciales, abriendo caminos para recomendaciones inclusivas (García, 2015). Whyte (2010) sugiere que combinar estas fuentes puede destacar áreas de oportunidad para revitalizar la vida comunitaria en entornos segregados como este.

Percepciones comunitarias del Bairro de São Tomé

El análisis de las percepciones del entorno urbano en el Bairro de São Tomé busca comprender cómo sus habitantes, especialmente los niños, viven y dan sentido a su espacio cotidiano. Este enfoque resulta crucial en contextos donde las dinámicas sociales, culturales y ambientales se entrelazan para configurar la calidad de vida y el sentido de comunidad (Creswell & Creswell, 2018). São Tomé, al igual que muchos barrios periféricos o socialmente complejos, enfrenta retos específicos ligados al acceso a espacios públicos, la cohesión social y las oportunidades de desarrollo comunitario (Ferreira & Santos, 2022). Por ello, el enfoque cualitativo adoptado permite captar la diversidad y subjetividad de estas experiencias, superando las limitaciones de los métodos cuantitativos que suelen simplificar la realidad en indicadores numéricos (Corbetta, 2007).

Esta exploración responde a la insuficiencia del análisis tecnológico previo, que, aunque estableció bases estructurales con herramientas como QGIS y Space Syntax, no logró precisar las dinámicas sociales del barrio. Así, se busca verificar si los datos tecnológicos coinciden con los hallazgos cualitativos de este apartado. De haber convergencia, se enriquecería y validaría la perspectiva cuantitativa; de existir divergencias, se evidenciaría la imprecisión en la definición de las dinámicas sociales, subrayando la necesidad de metodologías que integren verificación colaborativa para comprender estas realidades y mejorar las intervenciones urbanas (García, 2015). Creswell & Creswell (2018) destacan que combinar enfoques mixtos fortalece la validez al contrastar datos diversos.

La integración de dibujos infantiles y sondeos diversifica las fuentes y refleja un compromiso con incluir voces subrepresentadas, como las de los niños (Muhati-Nyakundi, 2022). Este enfoque mixto posibilita una triangulación que profundiza los hallazgos al contrastar las visiones visuales de los menores con las narrativas adultas (Hernández-Sampieri et al., 2014). Así, el estudio apoya la generación de conocimiento contextualizado y fomenta procesos de planificación urbana que respondan a las necesidades reales de São Tomé, alineándose con la MIA (Ajudaris, 2008).

Circlo

Esta disertación nace de una experiencia de voluntariado en el Bairro de São Tomé, un área urbana situada en las proximidades de Oporto, Portugal. La elección de este lugar como foco de estudio no es casual, sino que se basa en una iniciativa concreta: la creación y coorganización de una actividad de voluntariado junto a Ajudaris, una entidad social y humanitaria con sede en el Bairro do Carriçal, frente a São Tomé. Esta asociación, vinculada estrechamente a la Escola Básica de 1.º CEB / JI São Tomé, que se encuentra dentro del barrio, desempeña un rol esencial al brindar apoyo educativo, alimenticio y social a las familias más vulnerables del barrio, especialmente a los niños y niñas que asisten a dicha escuela.

La decisión surge de la necesidad de enfrentar un problema evidente en São Tomé: la acumulación de basura en las calles, resultado de la falta de contenedores adecuados para fomentar su correcto depósito. Sin embargo, lo que inicialmente fue una intervención práctica para mejorar las condiciones ambientales se transformó en una exploración más amplia de la realidad social y perceptual de los habitantes más jóvenes. Este cambio dio origen al proyecto *Circlo*, diseñado no solo para abordar esa problemática específica, sino también para investigar cómo los niños de 3 a 12 años, estudiantes de la escuela, perciben su entorno inmediato. Ajudaris (2008) resalta que tales iniciativas pueden revelar dinámicas sociales clave, sentando bases para intervenciones comunitarias más efectivas.

La asociación Ajudaris:

Para entender el marco de esta investigación, resulta esencial contextualizar el papel de Ajudaris, una Institución Particular de Solidaridad Social (IPSS) establecida en julio de 2008 y reconocida como entidad de Utilidad Pública en octubre de ese año (Ajudaris, 2008). Esta organización, sin fines de lucro y de alcance nacional, trabaja para combatir el hambre, la pobreza y la exclusión social a través de un enfoque multidisciplinario y una intervención directa en comunidades vulnerables. Surgió de un grupo de voluntarios que inicialmente realizaba acciones puntuales de apoyo en el Gran Oporto, atendiendo las

necesidades de la población local. Con el tiempo, frente a la creciente demanda, Ajudaris se transformó en una estructura formal y organizada, capaz de ofrecer soluciones sostenibles y efectivas que fortalecen el tejido social.

En el Bairro de São Tomé, Ajudaris colabora estrechamente con la Escola Básica de 1.º CEB / JI São Tomé, asumiendo un rol que va más allá de lo educativo. Entre sus tareas destaca el cuidado de los niños tras el horario escolar, la provisión de alimentos, la ayuda con tareas académicas y el soporte a familias con limitaciones laborales o económicas para recoger a sus hijos al finalizar la jornada. Esta labor no solo sostiene la comunidad, sino que también posiciona a Ajudaris como un actor fundamental en iniciativas como Circlo, facilitando la integración de perspectivas infantiles y adultas en el análisis del barrio. Ajudaris (2008) resalta que su apoyo continuo fomenta la cohesión social, un pilar clave para intervenciones urbanas efectivas.

El proyecto Circlo: diseño y objetivos

El proyecto Circlo se concibió como una intervención de cinco sesiones semanales, resultado de la colaboración entre la Escola de São Tomé, Ajudaris y el Núcleo de Estudiantes de Arquitectura y Multimédia Gallaecia. Sus objetivos eran dobles: primero, abordar la acumulación de basura en el Bairro de São Tomé mediante la creación y decoración de contenedores de reciclaje; segundo, explorar la percepción que los niños del barrio tenían de su entorno a través de la expresión gráfica. Inicialmente dirigido a estudiantes del 1.º al 6.º ciclo (6-12 años), se amplió a petición de la escuela para incluir el jardín de infancia (3-5 años), buscando involucrar a todos los alumnos en el diseño de los contenedores de manera participativa.

La estructura del proyecto destacó dos sesiones principales, la primera y la última, enfocadas en recolectar dibujos con consignas diseñadas para captar tanto las percepciones iniciales como las transformaciones tras la intervención. Estas incluyeron actividades prácticas, como dibujar un ‘cubo de basura bonito’ o explicar ‘qué es el reciclaje’, y tareas reflexivas, como ilustrar ‘lo que más les gustaba’ y ‘lo que menos les gustaba’ del barrio, o simplemente representarlo. Esta combinación de enfoques creativo e introspectivo estableció las bases para los hallazgos del estudio. Machón (2013) señala que tales consignas estimulan la

creatividad infantil y revelan su relación emocional con el espacio.

La Escola Básica de 1.º CEB / JI São Tomé acoge aproximadamente a 300 estudiantes, desde el jardín de infancia hasta el 6.º ciclo. Sin embargo, el análisis gráfico mostró resultados más significativos entre el 1.º y el 3.º año (6-9 años), cuando los niños alcanzan un desarrollo que, según Machón (2013), les permite integrar reflexión y creatividad en sus dibujos. En esta etapa ‘esquemática’, descrita como un hito evolutivo, organizan espacialmente los elementos y les asignan significados simbólicos, reflejando no solo la percepción visual, sino también una interpretación conceptual del entorno, superando las fases de ‘garabateo’ (2-4 años) y ‘preesquemática’ (4-7 años).

Aunque Circolo abarcaba inicialmente del 1.º al 6.º ciclo (6-12 años) para analizar las percepciones del Bairro de São Tomé, los dibujos recolectados correspondieron solo al 1.º (6-7 años), al 2.º (7-8 años) y al 3.º año (8-9 años), representando aún a una parte sustancial de los estudiantes. Esta selección potenció el estudio: los del 1.º y 2.º año aportaron espontaneidad y visiones frescas del entorno, mientras los del 3.º año ofrecieron representaciones más estructuradas y reflexivas. Así, se obtuvo una comprensión diversa y complementaria de las experiencias infantiles, enriqueciendo la verificación cualitativa de la MIA (Ajudaris, 2008).

Tras recolectar los dibujos, se aplicó un filtrado estricto para seleccionar aquellos que representaran el Bairro de São Tomé o aspectos relacionados, excluyendo ilustraciones no pertinentes al objetivo del estudio. Este proceso finalizó con la clasificación de los dibujos seleccionados en dos categorías: los que retrataban el barrio y los que destacaban lo que más y lo menos les gustaba a los niños. Estos datos, manejados conforme a normativas éticas y respaldados por los permisos correspondientes, están disponibles para consulta bajo solicitud, garantizando la protección de la privacidad de los participantes.

Además, durante la ejecución del voluntariado, se realizaron sondeos con preguntas abiertas y cerradas a los familiares que recogían a los niños en la escuela y vivían en el barrio, sirviendo como contraste con las representaciones gráficas infantiles. Este método permitió enriquecer la verificación cualitativa, alineándose con la MIA al integrar perspectivas adultas y infantiles (Ajudaris,

2008). El contraste de fuentes diversas potencia la comprensión de las dinámicas emocionales y espaciales en contextos comunitarios Machón (2013).

Lo que comenzó como una actividad de voluntariado con fines prácticos y educativos desveló una dimensión más profunda: la visión sincera e inocente de los niños sobre su realidad cotidiana. Los dibujos no solo reflejan las condiciones materiales del Bairro de São Tomé, sino también las emociones, deseos y frustraciones de sus habitantes más jóvenes, confirmando lo que Machón (2013) describe como la capacidad de los dibujos escolares para actuar como documentos emocionales que revelan interpretaciones del mundo. Así, esta disertación busca analizar cómo estas percepciones infantiles del entorno urbano pueden iluminar las dinámicas sociales y espaciales de un barrio vulnerable, complementando el análisis tecnológico previo. Tonucci (2015) argumenta que incluir la mirada infantil identifica carencias y oportunidades invisibles desde la perspectiva adulta, la cual suele dominar los programas de análisis urbano, influyendo en su diseño y resultados.

Esta integración de dibujos y sondajes evalúa el impacto de intervenciones como *Circolo* en la construcción de una conciencia colectiva y ambiental. A continuación, se presentan los resultados del análisis de los dibujos clasificados en las categorías mencionadas, acompañados de comentarios breves recogidos directamente de los niños al entregarlos, que contextualizan y apoyan una interpretación objetiva. Los colores utilizados reflejan exclusivamente sus elecciones, al igual que los elementos representados, destacando su libertad creativa (Muhati-Nyakundi, 2022).

“Lo que me gusta/No me gusta de mi barrio”



No me gusta

Ilustración 52.

Gonçalo 3º año



Me gusta

Ilustración 53.

Gonçalo 3º año

Expresa su desagrado por el parque del Bairro do Carrizal, situado junto al de São Tomé, posiblemente porque, influenciado por sus compañeros, invirtió la selección. En cambio, disfruta de la pista de fútbol y baloncesto de su barrio, un espacio que destaca por su accesibilidad y funcionalidad.

Gonçalo

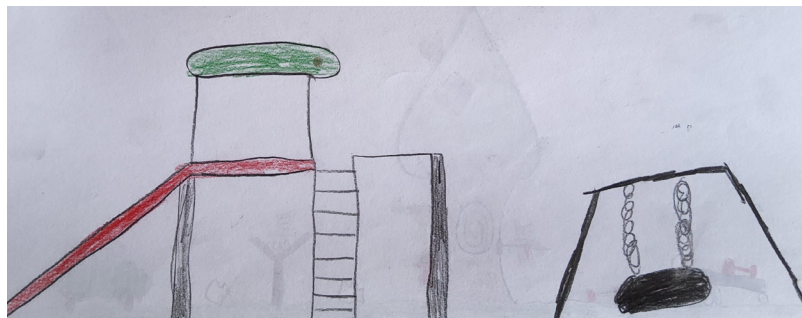
No me gusta

Ilustración 54.
Diogo 3º año



Me gusta

Ilustración 55.
Diogo 3º año



Diogo

Rechaza los espacios verdes sin utilidad en São Tomé, llenos de basura y carentes de iluminación, lo que sugiere inseguridad o abandono. Incluye figuras de la muerte en su dibujo, señaladas a la profesora para atención especial, reflejando emociones intensas. Le agrada el parque del Bairro do Carrizal, quizás por su cercanía o contraste.



No me gusta / Me gusta

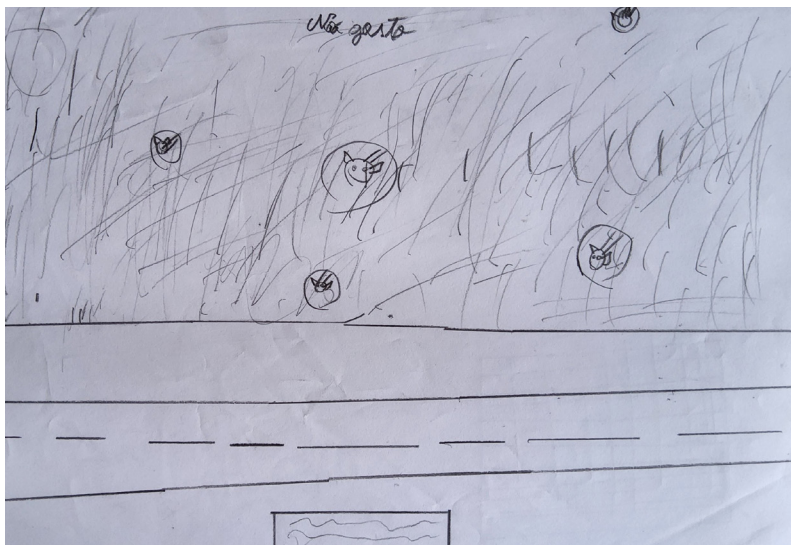
Ilustración 56.
Beatriz 3º año

Destaca su aversión a los gritos nocturnos frecuentes en el barrio, además de la basura, los cigarrillos y las personas fumando. Representa lo que parecen un arma de fuego, un arma blanca y farolas en las esquinas, indicando posibles preocupaciones de seguridad. Prefiere las margaritas, un elemento que contrasta con su entorno.

Beatriz

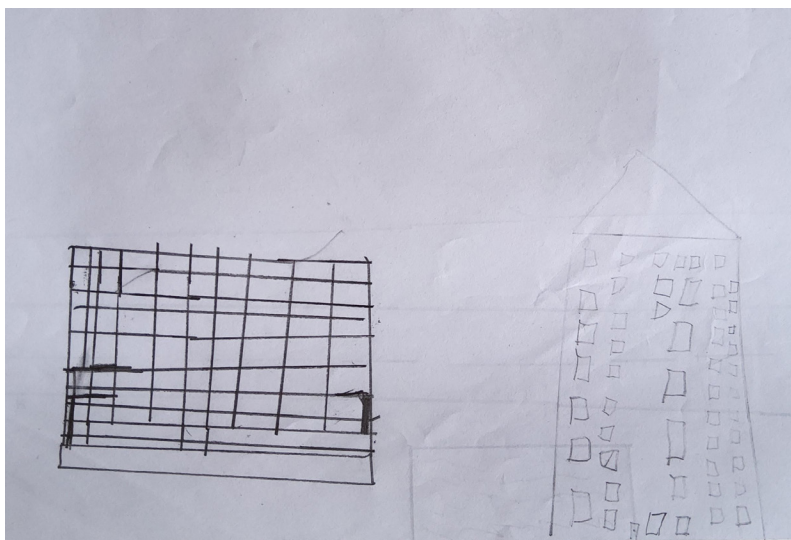
No me gusta

Ilustración 57.
Rafael 3ºaño



Me gusta

Ilustración 58.
Rafael 3ºaño



Rafael

No le agrada la calle principal del barrio ni las zonas verdes mal mantenidas cercanas, donde a veces se observan animales y personas durmiendo. Valora la pista de fútbol y baloncesto, vallada y ubicada entre edificios.



No me gusta

Ilustración 59.
André Filipe 3º año



Me gusta

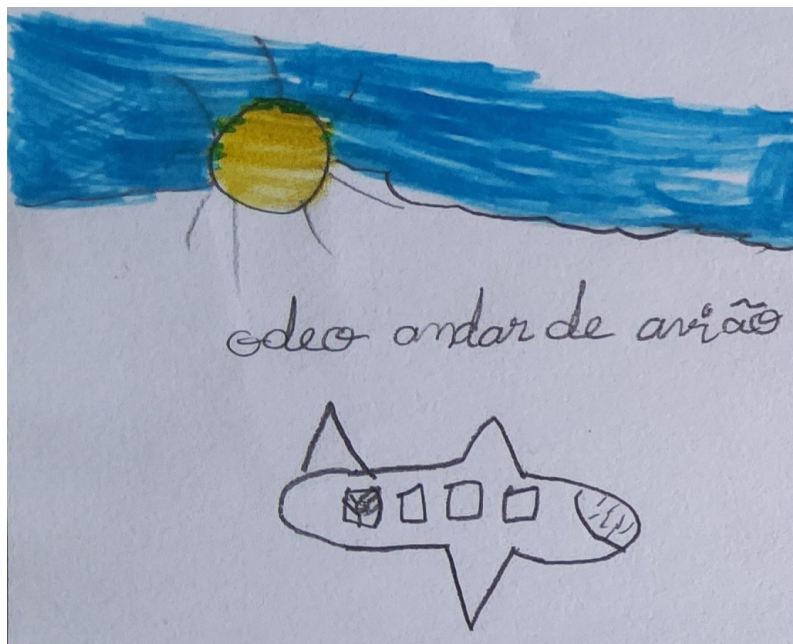
Ilustración 60.
André Filipe 3º año

Se queja del tejado de su casa en mal estado, probablemente ubicada en las viviendas del Bairro da Azenha junto a São Tomé. Le gusta la pista de fútbol y baloncesto de São Tomé.

André Filipe

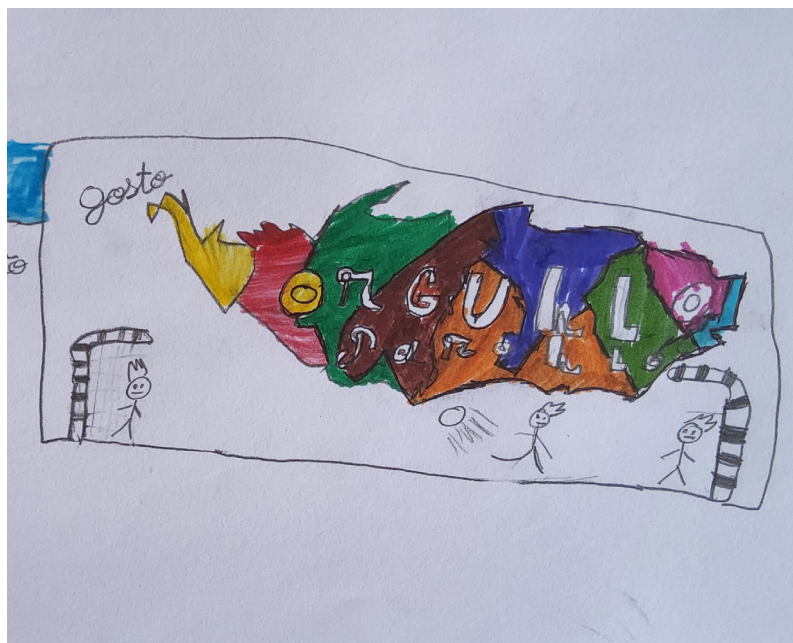
No me gusta

Ilustración 61.
Gustavo 3º año



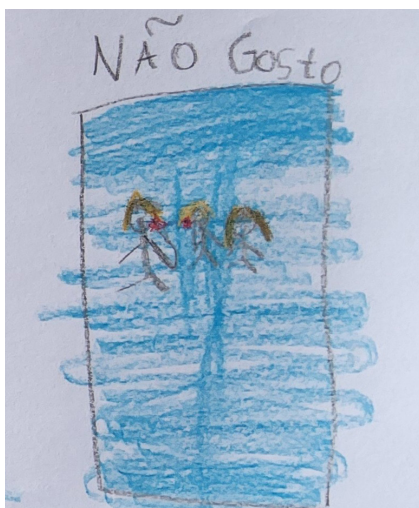
Me gusta

Ilustración 62.
Gustavo 3º año



Gustavo

Expresa su desagrado por viajar en avión, influido por su migración desde Francia, un dato personal ajeno al barrio. Prefiere la pista de fútbol y baloncesto de São Tomé, un lugar recurrente en los dibujos.



No me gusta

Ilustración 63.

Juliana 3º año



Me gusta

Ilustración 64.

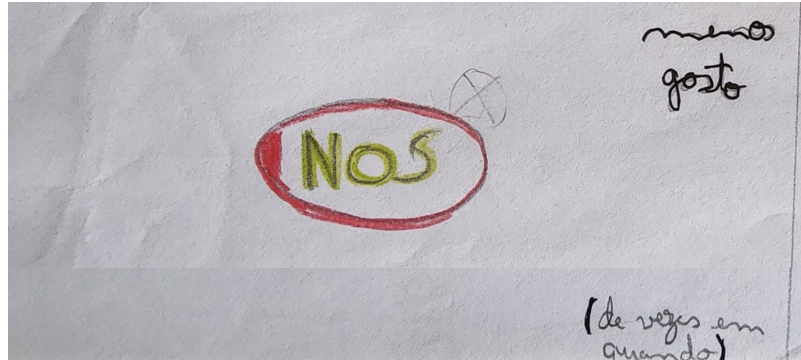
Juliana 3º año

Rechaza a las personas que fuman en el barrio, un elemento común en las quejas infantiles. Disfruta del parque del Bairro do Carriçal, destacando su valor recreativo.

Juliana

No me gusta

Ilustración 65.
Leonor 3º año



Me gusta

Ilustración 66.
Leonor 3º año



Leonor

No le gusta la compañía NOS por interrupciones en internet y teléfono. Le agrada el bebé de su vecina, y representa el barrio como la entrada de su edificio con un voladizo, sugiriendo apego a su hogar.

Mi barrio



Ilustración 67.
Ana Lara 1º año

Dibuja el barrio como una calle con edificios, añadiendo nubes y sol en la parte baja sin colorear, mostrando una visión sencilla y sin énfasis emocional.

Lara

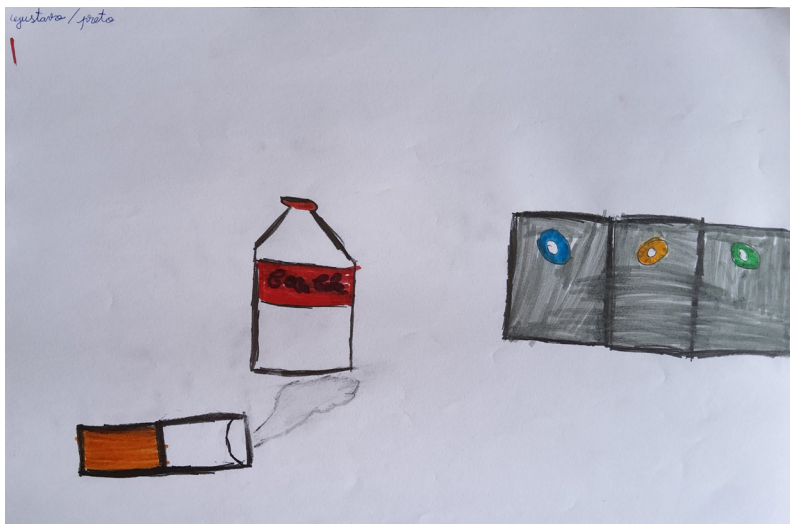


Ilustración 68.
Gustavo 3º año

Representa São Tomé con cigarrillos y Coca-Cola, y contenedores al lateral tras la actividad, reflejando problemas de basura y el impacto de las dinámicas sociales a las que está expuesto.

Gustavo

Ilustración 69.
Diogo 1º año



Diogo

Ilustra el barrio con personas fumando y bebiendo Coca-Cola del suelo, una percepción crítica de malos hábitos y problemas de basura.

Ilustración 70.
Rodrigo 3º año



Rodrigo

Retrata una carretera irregular con basura, destacando el desorden urbano como característica del barrio.



Ilustración 71.
Enzo 2º año

Muestra un edificio naranja y un coche hacia París, donde viven sus tíos, indicando un vínculo personal más allá de São Tomé.

Enzo



Ilustración 72.
Lara 2º año

Representa el barrio como el parque, pues vive en el Bairro do Carrçal, lo que sugiere que este espacio define su experiencia.

Lara

Ilustración 73.
María Inês 2º año



María

Colorea el parque y el cielo, expresando su gusto por jugar allí con amigas, un punto positivo del Bairro do Carriçal.

Ilustración 74.
Giovana 2º año



Giovana

Retrata el suelo del parque con colores realistas y el muro adyacente, el parque representa un lugar habitual para jugar con amigas.



Ilustración 75.
Beatriz 2º año

Representa su edificio con el número del bloque, la escuela, el parque do Carrizal, la pista de fútbol y baloncesto, y un contenedor, mostrando una visión integral del barrio.

Beatriz



Ilustración 76.
Jénifer 2º año

Dibuja una carretera y a sí misma reciclando, uno de los pocos dibujos post-taller con contexto urbano, reflejando el impacto de Circo.

Jénifer

Ilustración 77.
Rodrigo 1º año



Rodrigo

Ilustra el interior de su casa con él sentado, pasando el día con su abuela frente al televisor, lo que indica aislamiento del exterior.

Ilustración 78.
Rodrigo ALves 2º año



Rodrigo Alves

Representa su casa y patio como el barrio, evitando el parque y la pista, sugiriendo preferencia por espacios privados.

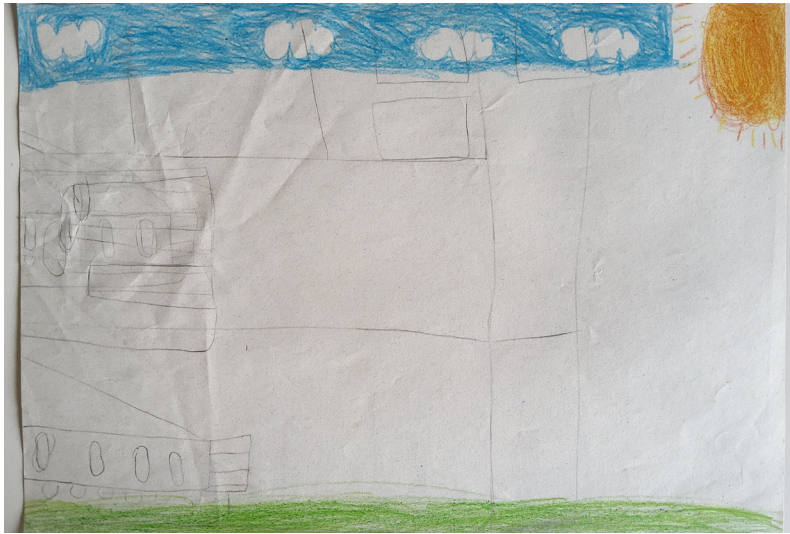


Ilustración 79.
Victoria 2º año

Comienza con un edificio y parque sin color, luego colorea cielo y suelo, jugando con su hermana en el parque.

Victoria



Ilustración 80.
Diego Costa 2º año

Dibuja el parque sin color, coloreando solo el cielo, un lugar de juego con amigos.

Diego Costa

Ilustración 81.
Sophia Leite 1º año



Sophia Leite

Post-taller, muestra contenedores de reciclaje, una carretera y un edificio, representando el barrio con énfasis en la actividad.

Ilustración 82.
João 2º año



João

Ilustra un edificio, la escuela, el parque do Carriçal y una maceta con flores, destacando la ausencia de conexiones urbanas entre ellos.



Ilustración 83.
Naiara 2º año

Representa un árbol, el parque y un suelo verde, vinculados al parque do Carriçal y al espacio de juegos de Ajudaris, un lugar significativo.

Naiara



Ilustración 84.
Vitória 2º año

Dibuja el parque como el lugar donde pasa tiempo, enfatizando su importancia recreativa.

Vitória

Resultados del Análisis de Dibujos Infantiles

El análisis de los dibujos realizados por los niños y niñas de la Escola de São Tomé permite extraer conclusiones significativas sobre cómo perciben su entorno urbano en el Bairro de São Tomé, destacando la eficacia de esta metodología participada para captar experiencias subjetivas. A continuación, se presentan los hallazgos clave que emergen de las dos categorías analizadas: representaciones del barrio y aspectos valorados positiva o negativamente.

1. Espacios de valor comunitario

La pista de fútbol y baloncesto, junto al parque del Bairro do Carrizal, se destacan como los espacios más apreciados por los niños, apareciendo frecuentemente en la categoría 'Lo que me gusta'. Estos lugares representan puntos de encuentro y recreación esenciales para su desarrollo social, alineándose con las observaciones de Gehl (2010) sobre la importancia de espacios públicos bien mantenidos para fomentar interacciones comunitarias en entornos urbanos.

2. Problemáticas urbanas percibidas

Los niños señalan reiteradamente la basura, zonas verdes descuidadas, el consumo de tabaco y alcohol en espacios públicos, y la contaminación acústica (gritos nocturnos) como aspectos negativos. Estas percepciones reflejan una sensibilidad hacia el mantenimiento urbano, la convivencia y la seguridad, resonando con Ferreira y Santos (2022), quienes identifican estas cuestiones como recurrentes en barrios sociales portugueses donde la calidad de vida se ve comprometida.

3. Representación fragmentada del barrio

La mayoría representa el barrio como elementos aislados (edificios, parque, escuela) sin conexiones espaciales, sugiriendo una legibilidad urbana limitada o un uso restringido del espacio público. Lynch (1960) describe cómo la falta de cohesión en la imagen mental del entorno afecta su percepción y uso, un fenómeno notable en contextos vulnerables como São Tomé.

4. El hogar como refugio

Algunos niños dibujan solo sus hogares o interiores al representar el barrio, lo que podría indicar que los espacios públicos se perciben como poco acogedores o inseguros, llevando a un repliegue hacia lo doméstico. Machón (2013) señala que esta tendencia puede reflejar conflictos con el entorno urbano circundante.

5. Presencia de elementos problemáticos

La aparición de símbolos inquietantes (armas, figuras de la muerte) en algunos dibujos sugiere ansiedades o experiencias traumáticas ligadas a la seguridad, un aspecto minoritario pero relevante. Carmona et al. (2010) enfatizan que tales percepciones son cruciales para evaluar la calidad del espacio urbano desde el usuario.

6. Impacto de las intervenciones educativas

Los dibujos post-workshop muestran elementos de reciclaje y mayor conciencia urbana, evidenciando el impacto transformador de intervenciones educativas como Circlo. Esto se alinea con Greenwood y Levin (2006), quienes destacan el potencial de la investigación-acción para modificar percepciones en entornos vulnerables.

7. Visión interescalar

Los niños identifican problemas a múltiples escalas, desde detalles específicos (tejados en mal estado) hasta cuestiones amplias (servicios de telecomunicaciones), mostrando una perspectiva rica y diversa. Harvey (2012) interpreta esto como una expresión del 'derecho a la ciudad' desde un grupo marginado pero clave, como los niños.

Estos resultados confirman la utilidad de los dibujos como herramienta participativa de diagnóstico urbano, capturando experiencias y prioridades que suelen quedar fuera de los análisis tradicionales (Machón, 2013). Tonucci (2015) subraya que esta metodología empodera a los niños como agentes de cambio, enriqueciendo la planificación urbana con sus voces. Así, la evaluación

participada mediante dibujos no solo revela dinámicas sociales y espaciales del Bairro de São Tomé, sino que también sienta bases para intervenciones que prioricen la calidad de vida infantil, alineándose con la MIA y el enfoque centrado en el usuario de Carmona et al. (2010).

Resultados de los sondeos

En el marco del proyecto Circlo, se realizaron sondeos entre los familiares que recogían a los niños en la Escola de São Tomé, residentes del Bairro de São Tomé, un entorno que combina vulnerabilidades socioespaciales con potencial de resiliencia comunitaria. Estos sondeos, diseñados como muestras teóricas, buscaron captar percepciones rápidas sobre los espacios urbanos cotidianos, su calidad, seguridad y accesibilidad, complementando los dibujos infantiles para ofrecer una visión más amplia de las dinámicas del barrio.

Objetivos de los sondeos

Los sondeos apuntaron a registrar cómo los residentes perciben y usan los espacios públicos del Bairro de São Tomé, evaluando su impacto en la calidad de vida y la cohesión social. Se exploró la frecuencia de uso, las valoraciones sobre mantenimiento y seguridad, las sugerencias de mejora y el interés por la historia local como indicador de identidad, siguiendo un enfoque inspirado en Gehl y Svarre (2013), quienes resaltan la importancia de las percepciones para comprender la vida urbana.

Perfil de los residentes

La muestra incluyó diversas edades, géneros y tiempos de residencia. La franja predominante (30-50 años) sugiere adultos activos, mientras ancianos (>70 años) y jóvenes (<15 años) reflejan una comunidad diversa. Las mujeres predominaron, posiblemente por su rol en actividades comunitarias (Ortiz Escalante & Gutiérrez Valdivia, 2015). La mayoría reside hace más de cinco años, algunos superando 30, aportando memoria colectiva, aunque residentes recientes (<5 años) añaden nuevas perspectivas.

Uso y evaluación de los espacios urbanos

Los residentes reportan un uso limitado de los espacios públicos, pasando menos de una hora diaria o evitándolos, lo que contrasta con la vitalidad esperada por Gehl y Svarre (2013). Las actividades más citadas (caminar, ejercicio, acompañar niños) son funcionales, con poca interacción social o cultural. La evaluación es mayormente negativa, calificando los espacios como ‘regulares’ o ‘malos’ en mantenimiento (limpieza, iluminación), lejos de los estándares de Carmona (2019). La seguridad se percibe como deficiente, con menciones a iluminación escasa y sensación de inseguridad, evocando ‘geografías del miedo’ (Pain & Smith, 2008).

Calidad de vida y cohesión social

Pese a las críticas, los residentes ven potencial en los espacios para mejorar la calidad de vida, alineándose con Gehl (2010) sobre el vínculo entre espacio y bienestar. Sin embargo, la cohesión social es frágil, con relaciones descritas como ‘amistosas pero distantes’ o ‘tensas’, cercanas a las ‘comunidades líquidas’ de Bauman (2001), lo que sugiere un tejido social debilitado.

Historia e identidad cultural del barrio

El conocimiento histórico es escaso, pero hay interés en eventos como la ocupación post-1974 o los bailes de San Juan, un patrimonio que Castells (1997) considera clave para la identidad local.

Sugerencias generales

Los aspectos positivos incluyen la proximidad a servicios, un pilar funcional según Lefebvre (1974). Las críticas señalan inseguridad, ruido y abandono, mientras las sugerencias (revitalización, seguridad, eventos comunitarios) ofrecen una hoja de ruta para mejoras. Carmona et al. (2021) destacan que tales percepciones son esenciales para priorizar intervenciones en barrios vulnerables como São Tomé.

Estos resultados validan los sondeos como herramienta participada que, junto a los dibujos, enriquece la comprensión de las dinámicas del Bairro de São Tomé, apoyando la MIA y las futuras recomendaciones.

Consideraciones finales

Evaluación participada de la metodología tecnológica

La presente investigación, centrada en el Bairro de São Tomé, ha desarrollado una metodología innovadora que integra tecnologías emergentes y recomendaciones basadas en las necesidades de los habitantes. Esta sección evalúa de manera participada los resultados obtenidos mediante herramientas tecnológicas (QGIS, Space Syntax y Urbano) contrastándolos con los hallazgos cualitativos de los dibujos infantiles y, en menor medida, los sondeos realizados a los residentes adultos. Este enfoque refleja los principios de la Metodología de Investigación-Acción (MIA), combinando datos cuantitativos estructurales con percepciones subjetivas para enriquecer la comprensión del entorno urbano y sus dinámicas sociales. A lo largo de este análisis, se demuestra el cumplimiento de los dos objetivos fundamentales de la tesis: *Desarrollar una metodología basada en la integración de tecnologías emergentes para realizar análisis urbanísticos* y *Definir recomendaciones de intervención en el Bairro de São Tomé*. La evaluación se estructura en tres ejes: la eficacia de la metodología tecnológica, la contribución participativa de dibujos y sondeos, y las recomendaciones derivadas. A continuación, se evalúa la eficacia de las herramientas tecnológicas, seguida de la contribución participativa.

Evaluación de la metodología tecnológica: QGIS, Space Syntax y Urbano

La presente investigación se propuso, como primer objetivo fundacional, *desarrollar una metodología basada en la integración de tecnologías emergentes para realizar análisis urbanísticos*, una aspiración que se materializó mediante la implementación estratégica de tres herramientas avanzadas: QGIS, Space Syntax y Urbano. Estas plataformas, cada una con sus capacidades distintivas, constituyeron el núcleo cuantitativo del análisis del *Bairro de São Tomé*, un enclave periférico en Oporto cuya complejidad socioespacial demandaba un enfoque multidimensional. A través de ellas, se alcanzó una comprensión estructural y funcional del tejido urbano, abarcando desde la distribución territorial de equipamientos hasta las dinámicas de accesibilidad y la configuración morfológica del espacio construido.

La incorporación de referencias clásicas como Lefebvre (1974), cuya relevancia trasciende el tiempo, se complementa con tecnologías emergentes para crear un enfoque innovador. Resulta inevitable mencionar a los creadores de las bases metodológicas y de pensamiento sobre la que se erigen estas metodologías, del mismo modo que resulta inevitable reconocer el impacto transformador que las tecnologías emergentes han tenido en la práctica urbanística contemporánea. Esta convergencia entre tradición teórica y innovación tecnológica ha permitido desarrollar un marco metodológico robusto y adaptable, capaz de abordar la complejidad inherente a los espacios urbanos contemporáneos.

Este apartado evalúa el desempeño de cada herramienta, sus contribuciones al análisis urbanístico y las tensiones epistemológicas que emergieron, situando el *Bairro de São Tomé* como un caso paradigmático para reflexionar sobre los alcances y fronteras de las tecnologías emergentes en el estudio de los entornos urbanos.

QGIS: Análisis estructural y funcional

QGIS, como Sistema de Información Geográfica de código abierto, fue seleccionada como la herramienta encargada de analizar la estructura material y funcional del Bairro de São Tomé y su contexto más amplio, la freguesía de Paranhos. Su versatilidad facilitó la generación de mapas temáticos sobre aspectos clave del urbanismo, como la distribución de equipamientos, la morfología urbana, la propiedad, la demografía, la vialidad, el transporte, el estacionamiento y los espacios verdes. El enfoque cartográfico proporcionó una visión panorámica de la organización espacial, revelando patrones que configuran tanto las oportunidades como los desafíos del barrio.

El mapa de “Análisis y Distribución Territorial de Equipamientos e Infraestructuras” evidenció una región densamente urbanizada, con un predominio de áreas edificadas de carácter residencial y mixto, delineadas en negro. La concentración de equipamientos educativos, marcados en naranja y asociados a instituciones universitarias en el noreste de Paranhos, subrayó una vocación académica que distingue al área dentro del Gran Oporto. Sin embargo, la dispersión de servicios de salud (rosa oscuro) y comercio (amarillo-anaranjado), junto a una presencia moderada de lugares religiosos (azul

oscuro), apuntó a una funcionalidad urbana limitada, con nodos específicos de actividad que no garantizan una cobertura equitativa de servicios esenciales. La distribución desigual sugiere una dependencia de los residentes de São Tomé hacia áreas externas para ciertas necesidades básicas, un rasgo que el análisis morfotipológico profundizó aún más.

La “Caracterización Morfotipológica del Parque Inmobiliario Edificado” descompuso el paisaje urbano en tipologías residenciales: viviendas unifamiliares (amarillo) dispersas en periferias de baja densidad, edificios plurifamiliares (azul) ligados a barrios sociales en el centro y sur, y zonas de alta densidad (rojo oscuro) concentradas en el núcleo central. Este mosaico refleja una urbanización planificada, heredada de políticas del siglo XX en Oporto, que buscó atender la crisis habitacional mediante barrios sociales, como los documentados por Garcia (2015), mientras las áreas densas responden a una intensificación urbana posterior. Los edificios públicos (amarillo en el mapa de propiedad) equilibran el predominio privado, pero su menor densidad y los retos de gentrificación señalan tensiones en la equidad habitacional, un aspecto crítico en un barrio como São Tomé, construido en los años 70 bajo el Estado Novo.

El “Estudio de Densidades Demográficas” mostró periferias de baja ocupación (norte, blanco y naranja claro) frente a un centro-sur altamente poblado (rojo oscuro, hasta 50.017 habitantes por km²), evidenciando presión sobre infraestructuras en zonas consolidadas. Este contraste, combinado con la “Análisis Jerárquico de la Red Viaria”, reveló una red fragmentada: autopistas como la A3 y la VCI (rojo) actúan como barreras físicas, mientras vías primarias (naranja) y secundarias (amarillo oscuro) conectan centros, pero las terciarias (amarillo) y carriles bici (verde) son insuficientes para una movilidad local efectiva. El transporte público, amplio diurno en Amial pero limitado en São Tomé (líneas 704, 300, 600, 301) y escaso nocturno (4M, 11M), refuerza esta desconexión, dificultando el acceso a servicios fuera de horarios clave.

La “Cartografía de Infraestructuras de Estacionamiento Público” identificó un modelo lineal cerca de residencias, la escuela y la pista de fútbol/baloncesto, facilitando movilidad pero con riesgos de congestión, mientras la “Infraestructura Verde Urbana” mostró una malla desigual, con áreas centrales

densas pero fragmentadas en periferias, limitando sus beneficios ambientales y sociales debido a un mantenimiento deficiente. Estos hallazgos de QGIS ofrecen un diagnóstico estructural robusto, pero su enfoque cuantitativo carece de la capacidad para captar las percepciones humanas que dan sentido a estos espacios, una limitación que la MIA abordó.

Space Syntax: Configuración espacial y dinámicas de accesibilidad

El análisis mediante Space Syntax introdujo una dimensión configuracional al estudio del Bairro de São Tomé, desplazando el foco de la mera descripción cartográfica hacia una exploración profunda de cómo la estructura espacial moldea no solo la accesibilidad física, sino también las dinámicas sociales que definen la vida cotidiana de sus habitantes. Esta herramienta, fundamentada en la teoría de la sintaxis espacial desarrollada por Hillier y Hanson (1984), permitió desentrañar las relaciones topológicas entre calles, nodos y espacios abiertos, ofreciendo una perspectiva complementaria a la estática funcionalidad mapeada por QGIS. A través de las métricas de Integración (R800 y R1200), Choice (R800 y R1200) y Angular (R3), Space Syntax generó mapas que no solo evidencian patrones de segregación espacial, sino que también abren una ventana hacia las implicaciones sociales subyacentes en un barrio periférico como São Tomé, donde la forma urbana y las prácticas humanas se entrelazan de manera compleja.

La métrica de Integración, aplicada a radios de 800 y 1200 metros, reveló una dicotomía significativa en la accesibilidad espacial del barrio. Las áreas internas se caracterizan por una baja integración (representada en azul oscuro), lo que indica una escasa conectividad topológica con el resto de la red urbana, mientras que los bordes muestran niveles más altos (verde, amarillo, rojo), sugiriendo una mayor accesibilidad hacia el perímetro circundante. Esta segregación configuracional implica que el núcleo de São Tomé permanece aislado respecto a las arterias externas, un patrón que Hillier (1996) asocia con entornos donde la estructura espacial restringe las oportunidades de interacción social. En el contexto del Bairro de São Tomé, este aislamiento no es meramente físico; tiene profundas repercusiones en las dinámicas sociales, limitando la formación de redes comunitarias espontáneas y perpetuando una sensación de

exclusión entre los residentes del interior frente a los márgenes más conectados.

Choice, calculada también a radios de 800 y 1200 metros, amplificó esta narrativa al medir la probabilidad de que los segmentos formen parte de rutas preferenciales entre puntos del sistema. Los mapas muestran flujos intensos en los bordes (amarillo y rojo), contrastando con un interior de baja elección (azul oscuro y claro), donde solo conexiones verdes escasas atraviesan el núcleo. Este hallazgo subraya que las rutas de mayor tránsito rodean el barrio sin penetrarlo significativamente, relegando las calles internas a un papel secundario en la movilidad urbana. Desde una perspectiva social, esta configuración sugiere que São Tomé funciona como un enclave circundado por flujos externos, lo que puede inhibir la vitalidad social en su interior. Hillier y Hanson (1984) argumentan que las áreas de bajo Choice tienden a experimentar menor actividad social espontánea, un fenómeno que en São Tomé podría traducirse en una comunidad fragmentada, con interacciones limitadas a nodos específicos como la pista de fútbol/baloncesto y el parque do Carriçal, identificados como puntos de convergencia pero aislados del tejido circundante.

Angular R3, al enfocarse en la conectividad local basada en tres cambios direccionales, confirmó una baja navegabilidad en el núcleo del barrio (azul oscuro), con bordes más accesibles (verde, amarillo, rojo). Esta métrica, sensible al esfuerzo angular de los desplazamientos peatonales, refleja una estructura interna que dificulta la movilidad a escala vecinal, afectando no solo la accesibilidad física, sino también la sensación de seguridad y controlabilidad percibida por los residentes. Carmona et al. (2021) destacan que la navegabilidad local es un factor crítico para la habitabilidad urbana, ya que influye en cómo los habitantes perciben y apropian su entorno. En São Tomé, la baja Angular R3 sugiere que las calles internas carecen de la continuidad y claridad necesarias para fomentar un uso activo, lo que podría exacerbar la percepción de inseguridad y reducir las oportunidades de encuentro social, especialmente en un contexto donde la densidad y las barreras externas (como la VCI y la A3) ya limitan la integración espacial.

Estos resultados configuracionales apuntan a un barrio fragmentado, donde nodos funcionales como la pista de fútbol/baloncesto y el parque do

Cariçal emergen como enclaves aislados dentro de una red urbana más amplia pero desconectada. Hillier (1996) sostiene que la segregación espacial no es un fenómeno neutro; tiene consecuencias sociales directas, como la disminución de la cohesión comunitaria y el reforzamiento de desigualdades en el acceso a recursos y oportunidades. En el caso de São Tomé, la baja integración interna podría implicar que las interacciones sociales se concentren en los márgenes o en puntos específicos, dejando el núcleo como un espacio de paso o incluso de exclusión. Esta dinámica sugiere una comunidad potencialmente dividida, donde los residentes del interior enfrentan mayores barreras para participar en la vida urbana más allá de su entorno inmediato, un patrón que Lefebvre (1974) vincularía a la producción diferencial del espacio en contextos de marginalidad.

Además, la alta elección en los bordes señala una dependencia de las rutas externas para la movilidad, lo que podría traducirse en una desconexión funcional entre el barrio y su entorno inmediato. Esta dependencia no solo limita la autonomía de São Tomé como espacio habitable, sino que también refuerza su carácter periférico dentro del Gran Oporto, un rasgo que Hillier y Hanson (1984) asocian con entornos donde la estructura espacial perpetúa desigualdades sociales al restringir el acceso equitativo al movimiento y las interacciones. La baja navegabilidad local, evidenciada por Angular R3, añade otra capa de complejidad: la dificultad de desplazarse a pie dentro del barrio puede desincentivar la apropiación de los espacios públicos, debilitando el sentido de pertenencia y la vigilancia natural que, según Jacobs (2011), es esencial para la seguridad urbana.

Los mapas generados no solo confirman la fragmentación física, sino que sugieren un impacto significativo en la interacción social, la seguridad percibida y la cohesión vecinal, aspectos que la metodología tecnológica por sí sola no puede explorar en profundidad debido a su enfoque topológico y su exclusión de variables cualitativas como las percepciones humanas o las prácticas cotidianas. Sin embargo, estas limitaciones no disminuyen el valor de Space Syntax dentro de la metodología propuesta; más bien, lo posicionan como un componente crítico que requiere complementarse con enfoques participativos para alcanzar una comprensión integral del espacio urbano. La segregación configuracional detectada apunta a una estructura que, aunque funcional en sus bordes, deja el

núcleo de São Tomé como un espacio socialmente vulnerable, un hallazgo que resuena con las teorías de Carmona et al. (2021) sobre cómo las configuraciones espaciales influyen en la habitabilidad y el bienestar. La metodología participada, al incorporar las voces de los niños y residentes, compensó este vacío al revelar cómo estas dinámicas espaciales se traducen en experiencias vividas, un paso esencial que la MIA facilitó y que será explorado en secciones posteriores.

Urbano: Accesibilidad temporal y funcionalidad urbana

Urbano, como plugin paramétrico en Grasshopper, buscó medir la accesibilidad temporal desde el centro del Bairro de São Tomé, inspirándose en el concepto de la “ciudad de 15 minutos” (Moreno et al., 2021). El modelo generó mapas de rutas y tiempos de desplazamiento (peatonal, ciclista, vehicular) en un radio de 15 minutos, usando datos de OpenStreetMap (OSM). Las zonas verdes indicaron áreas alcanzables, mientras puntos amarillos y rojos señalaron servicios dispersos (educación, comercio, salud), sugiriendo una cobertura parcial de amenidades esenciales dentro del límite temporal.

Sin embargo, la precisión del modelo se vio comprometida por la incompletitud de los datos OSM, con lagunas en la localización y categorización de servicios que resultaron en una distribución irregular de puntos. Esta restricción técnica, reconocida por Dogan et al. (2020), limitó la capacidad de Urbano para ofrecer un diagnóstico funcional exhaustivo, dejando áreas del barrio sin una evaluación clara de accesibilidad real. A pesar de ello, su enfoque temporal aportó una perspectiva dinámica que complementó la estática de QGIS y la topológica de Space Syntax, destacando la importancia de los tiempos de viaje en la experiencia urbana.

Evaluación crítica de la metodología tecnológica

La integración de QGIS, Space Syntax y Urbano en esta investigación representó un esfuerzo deliberado por cumplir el primer objetivo de la tesis: *Desarrollar una metodología basada en la integración de tecnologías emergentes para realizar análisis urbanísticos*. Estas herramientas, cada una con su enfoque distintivo, configuraron un marco analítico tridimensional que permitió una exploración estructural del Bairro de São Tomé, abarcando desde su morfología

material hasta las dinámicas de configuración y accesibilidad temporal que estructuran su paisaje urbano. QGIS delineó con precisión la distribución funcional y territorial del espacio construido, Space Syntax desentrañó las relaciones topológicas que subyacen a la segregación y el movimiento, y Urbano intentó cuantificar la experiencia temporal del desplazamiento, formando un trípode metodológico que se sitúa en la vanguardia de las prácticas urbanísticas contemporáneas. Este enfoque no solo respondió a la necesidad de un análisis cuantitativo exhaustivo, sino que también posicionó al Bairro de São Tomé como un caso de estudio privilegiado para reflexionar sobre las posibilidades y limitaciones de las tecnologías emergentes en el análisis de entornos urbanos complejos.

Sin embargo, esta integración tecnológica no estuvo exenta de limitaciones que emergieron con claridad a lo largo del proceso analítico, poniendo en cuestión los alcances de las herramientas emergentes cuando se aplican a contextos socialmente vulnerables como São Tomé. QGIS, aunque exhaustivo en su capacidad descriptiva, depende de datos estáticos que no reflejan la experiencia vivida de los habitantes. La distribución de equipamientos o la densidad demográfica, por ejemplo, no captan cómo los residentes perciben la inseguridad, el abandono o el uso efectivo de los espacios públicos, aspectos que escapan a la lógica cartográfica. Space Syntax, con su enfoque topológico, omite factores sociales y ambientales, como la calidad del mantenimiento, la presencia de basura o las percepciones culturales, que moldean la habitabilidad y el sentido de pertenencia, limitándose a una cuantificación de la accesibilidad que, aunque reveladora, carece de profundidad humana. Urbano, restringido por la incompletitud de los datos de OSM, subestima la complejidad de la accesibilidad real en un barrio donde las barreras físicas, la seguridad percibida y las condiciones del entorno alteran significativamente los patrones de desplazamiento más allá de las distancias teóricas.

Estas carencias evidencian una tensión epistemológica fundamental, que Lefebvre (1974) describe como la distancia entre el “espacio concebido”, planificado, medido y cuantificado por los planificadores, y el “espacio vivido”, experimentado, sentido y apropiado por los habitantes. En el caso de São Tomé, el análisis tecnológico capturó con precisión el primero, delineando las

estructuras físicas y las relaciones espaciales que configuran el barrio, pero dejó en penumbra el segundo, incapaz de reflejar las emociones, las prácticas cotidianas y las percepciones que dan significado a ese espacio. Harvey (2012) podría argumentar que esta brecha refleja una forma de abstracción urbanística que prioriza la cuantificación sobre la justicia social, un desafío particularmente pronunciado en barrios vulnerables donde las desigualdades socioespaciales no se reducen a métricas numéricas.

La Metodología de Investigación-Acción (MIA), al incorporar los dibujos infantiles y los sondeos a residentes adultos, compensó estas limitaciones al introducir la dimensión humana como un componente crítico del análisis urbanístico. Los dibujos, con su capacidad para revelar percepciones espontáneas y emocionales, y los sondeos, con sus muestras teóricas de opiniones estructuradas, verificaron y enriquecieron los hallazgos cuantitativos, ofreciendo una visión más completa de las dinámicas del Bairro de São Tomé. Esta integración no solo validó la viabilidad de la metodología tecnológica propuesta, demostrando que QGIS, Space Syntax y Urbano pueden formar un sistema analítico coherente y replicable, sino que también sentó las bases para el segundo objetivo: *Definir recomendaciones de intervención*. La MIA permitió trascender las restricciones de las herramientas emergentes, revelando que un análisis urbanístico efectivo requiere un diálogo constante entre lo cuantitativo y lo cualitativo, un equilibrio que resultó no solo pertinente, sino necesario en el contexto complejo de São Tomé.

Desde una perspectiva crítica, la metodología tecnológica propuesta se sitúa en un punto de inflexión dentro del urbanismo contemporáneo. Por un lado, su capacidad para integrar herramientas avanzadas refleja un avance significativo en la capacidad tecnológica para producir análisis urbanísticos, ofreciendo una herramienta poderosa para los planificadores y académicos interesados en comprender y transformar los entornos urbanos. Por otro lado, las limitaciones identificadas subrayan la necesidad de un enfoque híbrido que combine la precisión de las tecnologías emergentes con la profundidad de las percepciones humanas. En el caso del Bairro de São Tomé, este enfoque mixto resultó indispensable, dado su carácter socioespacial complejo, heredado de su génesis histórica bajo el Estado Novo y sus desafíos contemporáneos de

segregación, deterioro y desigualdad.

La evaluación crítica de esta metodología tecnológica no solo valida su cumplimiento del primer objetivo, sino que también destaca su potencial como un modelo transferible a otros contextos urbanos vulnerables. Sin embargo, también pone en relieve una lección fundamental para el urbanismo contemporáneo: las herramientas tecnológicas, por avanzadas que sean, no pueden reemplazar la voz de los habitantes que dan vida al espacio. Carmona et al. (2021) argumentan que la calidad del lugar depende de la interacción entre sus dimensiones físicas y sociales, una interacción que esta metodología logró captar al integrar la MIA. En última instancia, el Bairro de São Tomé emergió como un laboratorio vivo donde la convergencia de lo cuantitativo y lo cualitativo no solo enriqueció el análisis urbanístico, sino que también abrió caminos para intervenciones que respondan a las necesidades reales de sus habitantes, un legado que trasciende los límites de esta investigación.

Resultados de los dibujos infantiles: La perspectiva infantil del espacio vivido

Los dibujos realizados por los niños y niñas de la Escola de São Tomé, con edades entre 6 y 9 años, constituyeron la piedra angular de esta contribución participativa, ofreciendo una ventana privilegiada hacia sus percepciones del entorno urbano. Recolectados en el marco del proyecto *Círculo*, estos elementos gráficos se clasificaron en dos categorías principales: representaciones generales del barrio y elementos que los niños valoraban positiva o negativamente. Este proceso, inspirado en las metodologías de Machón (2013), reveló una riqueza de información que no solo verificó aspectos estructurales identificados por las herramientas tecnológicas, sino que también desveló dinámicas emocionales y sociales que escapaban a la cuantificación.

Entre los espacios más valorados, la pista de fútbol/baloncesto y el parque do Carriçal emergieron como nodos recurrentes en la categoría “Lo que me gusta”, destacados por su funcionalidad como puntos de encuentro y recreación. Esta preferencia confirma su rol como enclaves sociales dentro del barrio, un hallazgo que coincide con los nodos de actividad detectados por Space Syntax, aunque su representación aislada en los dibujos —sin conexiones visibles con

el resto del tejido urbano— refleja la baja conectividad interna señalada por las métricas de Integración (R800 y R1200). Gehl (2010) subraya que los espacios públicos bien diseñados y accesibles son fundamentales para la interacción social, un principio que estos nodos parecen cumplir a nivel local, pero que la fragmentación espacial del barrio limita en una escala más amplia.

Las problemáticas urbanas percibidas, por otro lado, incluyeron la presencia de basura, zonas verdes descuidadas, el consumo de tabaco y alcohol, y símbolos de inseguridad como gritos nocturnos o incluso armas y figuras de la muerte. La basura, un elemento omnipresente en los dibujos, coincide con la malla verde fragmentada identificada por QGIS, sugiriendo una carencia que afecta tanto la estética como la habitabilidad del entorno. La inseguridad, representada gráficamente mediante elementos inquietantes, añade una dimensión emocional que los análisis tecnológicos no captaron plenamente, pero que encuentra eco en la baja navegabilidad local de Angular R3 y la segregación configuracional de Space Syntax. Estas percepciones infantiles, como señala Machón (2013), actúan como documentos emocionales que trascienden la mera observación física, revelando ansiedades y experiencias que moldean la relación de los niños con su barrio.

La representación fragmentada del Bairro de São Tomé, con edificios, escuelas y parques dibujados sin conexiones espaciales, refuerza la segregación configuracional detectada por Space Syntax y la baja densidad de servicios internos mapeada por QGIS y Urbano. Este fenómeno, que Lynch (1960) asocia con una legibilidad urbana limitada, sugiere que los niños perciben su entorno como una serie de enclaves aislados más que como un sistema cohesionado, un reflejo de las barreras físicas (A3, VCI) y la escasez de vías terciarias funcionales. Asimismo, el repliegue al hogar en algunos dibujos —donde el barrio se reduce a interiores domésticos— podría indicar una percepción de los espacios públicos como poco acogedores o inseguros, un hallazgo que Carmona et al. (2021) vinculan a entornos donde la calidad espacial no fomenta la apropiación colectiva.

El impacto del taller *Círculo* se hizo evidente en los dibujos post-intervención, donde elementos de reciclaje y una mayor conciencia urbana emergieron como temas recurrentes. Esta transformación subraya el potencial educativo

de las intervenciones participativas para modificar las percepciones infantiles, un aspecto que Greenwood y Levin (2006) destacan como una fortaleza de la investigación-acción en contextos vulnerables. Finalmente, la visión interescolar de los niños —que abarca desde detalles concretos como tejados en mal estado hasta cuestiones amplias como servicios de telecomunicaciones— evidencia una sensibilidad multidimensional que Harvey (2012) interpreta como una expresión del “derecho a la ciudad” desde una perspectiva infantil, un grupo tradicionalmente marginado en los procesos urbanísticos.

Resultados de los sondeos: Percepciones adultas como apoyo complementario

Los sondeos realizados a los familiares que recogían a los niños en la escuela ofrecieron una muestra teórica de las percepciones adultas, complementando los dibujos con un enfoque más estructurado pero menos profundo. Estos ejercicios, diseñados para captar opiniones rápidas sobre el uso, calidad y potencial de los espacios públicos, corroboraron tendencias observadas en las representaciones infantiles, alineándose con las limitaciones estructurales detectadas tecnológicamente, aunque con un peso secundario en esta evaluación participada.

La infrautilización de los espacios públicos, reportada como menos de una hora diaria o incluso evitados, coincide con la baja conectividad interna de Space Syntax y la distribución desigual de servicios de QGIS/Urbano, sugiriendo que la fragmentación espacial desincentiva su apropiación. La evaluación negativa de la calidad (mantenimiento deficiente, inseguridad) coincidió con las quejas infantiles sobre basura, zonas verdes descuidadas y gritos nocturnos, reforzando la percepción de un entorno urbano deteriorado que QGIS también reflejó. El potencial percibido para mejorar la calidad de vida, pese a estas críticas, indica un optimismo latente que Gehl (2010) asocia con la capacidad de los espacios bien diseñados para transformar el bienestar colectivo, un aspecto que las herramientas tecnológicas no pudieron captar directamente.

La cohesión social, descrita como frágil (“amistosas pero distantes” o “tensas”), complementa la segregación configuracional de Space Syntax, sugiriendo que la estructura espacial contribuye a una comunidad con vínculos

debilitados. El interés por la historia local (ocupación post-1974, bailes de San Juan), ausente en los análisis cuantitativos, añade una dimensión identitaria que podría fortalecer el sentido de pertenencia, un factor que Castells (1997) considera esencial para la resiliencia comunitaria en entornos vulnerables.

Contribución participativa como verificación cualitativa

La metodología desarrollada trasciende la mera agregación de herramientas tecnológicas, configurándose como un sistema integrador que dialoga entre lo cuantitativo y lo cualitativo, un equilibrio que resultó esencial para comprender y transformar el *Bairro de São Tomé*. Como resultado, se obtiene una metodología única e innovadora que aprovecha las ventajas específicas de cada tecnología emergente seleccionada para complementar y validar los resultados mediante una investigación cualitativa.

La evaluación participada de esta metodología demuestra que los dibujos infantiles aportaron un peso mayor al análisis, verificando aspectos estructurales como la segregación (Space Syntax), la fragmentación de servicios y zonas verdes (QGIS), y la accesibilidad parcial (Urbano), mientras añadían matices emocionales como la inseguridad y el repliegue doméstico, ausentes en los datos tecnológicos. Los sondeos, con un rol secundario, ofrecieron un apoyo confirmatorio al validar tendencias generales (infrautilización, potencial), pero con menor profundidad narrativa, coherente con su diseño como muestras teóricas.

Tonucci (2015) resalta que las percepciones infantiles son esenciales para identificar carencias que los adultos normalizan, un valor que esta metodología explotó con éxito al priorizar los dibujos. Esta combinación no solo enriqueció los hallazgos cuantitativos, sino que cumplió el segundo objetivo al revelar prioridades humanas para intervenciones: espacios seguros y funcionales, gestión de residuos, y cohesión social. Lefebvre (1974) podría interpretar este diálogo como una reconciliación entre el “espacio concebido” tecnológico y el “espacio vivido” participativo, un equilibrio que resultó indispensable en São Tomé, donde las dinámicas sociales trascienden las métricas espaciales para definir la habitabilidad real del barrio.

La culminación de esta investigación permite afirmar que se han alcanzado plenamente los objetivos establecidos: *Desarrollar una metodología basada en la integración de tecnologías emergentes para realizar análisis urbanísticos y Definir recomendaciones de intervención en el Bairro de São Tomé*. Este logro es resultado de un proceso reflexivo que ha revelado tanto los éxitos como las complejidades inherentes a esta aproximación.

Recomendaciones de intervención en el Bairro de São Tomé

La evaluación participada llevada a cabo en esta investigación permite articular un conjunto de recomendaciones destinadas a optimizar la calidad de vida y la cohesión social en el *Bairro de São Tomé*, integrando los hallazgos derivados de los análisis tecnológicos con las percepciones cualitativas emergentes de los dibujos infantiles y, en menor proporción, de los sondeos realizados a residentes adultos. Este enfoque, sustentado en los principios de la Metodología de Investigación-Acción (MIA), satisface plenamente el segundo objetivo de la disertación: *Definir recomendaciones de intervención en el Bairro de São Tomé*. A continuación, se exponen las intervenciones propuestas, organizadas en cuatro ejes estratégicos que abordan desafíos estructurales y socioespaciales, priorizando un análisis crítico que trascienda la mera prescripción técnica para situarse en el ámbito reflexivo.

Mejora de la accesibilidad y conectividad

Red viaria y transporte: Los análisis de QGIS y Space Syntax destacan la fragmentación urbana del Bairro de São Tomé, donde autopistas como la A3 o la Vía de Cintura Interna (VCI) configuran barreras físicas y el transporte público evidencia insuficiencias, especialmente en horarios nocturnos (líneas 4M y 11M). Las percepciones de aislamiento e inseguridad, manifestadas tanto en los dibujos infantiles como en los sondeos, subrayan la necesidad de una intervención integral. Se plantea la ampliación de las líneas de autobús diurnas (actualmente 704, 300, 600, 301) y nocturnas, estableciendo rutas internas que conecten nodos clave. La implementación de pasos peatonales elevados o subterráneos sobre la VCI y la A3, dotados de iluminación eficiente y señalización clara, se identifica como una solución viable para mitigar la segregación espacial y garantizar desplazamientos seguros. Asimismo, la extensión de carriles bici emerge como una estrategia alineada con el modelo de movilidad sostenible de Urbano, destinada a reducir la dependencia vehicular y fomentar una accesibilidad más inclusiva.

Infraestructura interna: La baja navegabilidad local, detectada por Angular R3 de Space Syntax, encuentra eco en las quejas infantiles sobre calles oscuras e inseguras. Se sugiere la mejora de la iluminación en las vías terciarias mediante farolas de bajo consumo, priorizando rutas hacia la escuela y la pista, lo que optimiza tanto la seguridad como la sostenibilidad energética. La instalación de señalización con nombres de calles y direcciones visibles se considera esencial para incrementar la legibilidad urbana, siguiendo los principios de Lynch (1960), y contrarrestar la percepción de desorden reflejada en las representaciones infantiles. Estas medidas apuntan a transformar las arterias internas en corredores funcionales y seguros, potenciando la movilidad a escala vecinal.

Revitalización de espacios públicos

Gestión de residuos: La presencia persistente de basura, señalada en los dibujos y corroborada por los sondeos, exige una acción inmediata. Los análisis de QGIS identifican las zonas verdes descuidadas como puntos críticos de acumulación. Se plantea la instalación estratégica de contenedores de reciclaje, replicando la experiencia de *Circlo*, acompañada de campañas de limpieza comunitaria que involucren a niños y adultos. Esta estrategia, inspirada en el modelo educativo de Freire (1970), se concibe como un medio para fomentar la conciencia ambiental y la apropiación colectiva del espacio público, transformando un problema estructural en una oportunidad de cohesión.

Espacios verdes: La malla verde fragmentada, documentada por QGIS, y su abandono percibido en los dibujos infantiles justifican la creación de corredores verdes que conecten con áreas internas del barrio. La utilización de plantas nativas, adaptadas al clima de Oporto, se presenta como una solución sostenible que minimiza los costos de mantenimiento mientras mitiga el calor urbano, un beneficio ambiental que Carmona et al. (2021) destacan como crucial en contextos de alta densidad.

Nodos comunitarios: La pista de fútbol/baloncesto y el parque do Carrizal, valorados por los niños como espacios de interacción social, requieren un mantenimiento regular y la incorporación de áreas de descanso (bancos, zonas sombrías). Según Gehl (2010), estos nodos bien diseñados promueven

encuentros espontáneos, por lo que se sugiere la adición de mesas comunitarias y pequeños anfiteatros que posibiliten actividades colectivas, consolidando su potencial como centros de cohesión urbana.

Seguridad y cohesión social

Seguridad percibida: La presencia de símbolos inquietantes (armas, gritos) en los dibujos y las valoraciones negativas en los sondeos evidencian una preocupación compartida por la seguridad. Las zonas densas identificadas por QGIS requieren una intervención que contemple vigilancia nocturna y programas comunitarios para mitigar tensiones. La organización de patrullas coordinadas con autoridades locales, y talleres de mediación se vislumbran como medidas capaces de contrarrestar la “liquidez” social descrita por Bauman (2001), fortaleciendo el tejido relacional. La mejora de la iluminación en áreas críticas, conforme a los hallazgos de Angular R3, se considera un complemento indispensable para reforzar la percepción de control y seguridad.

Identidad cultural: El interés por la historia local, manifestado en los sondeos, apunta a la revitalización del patrimonio cultural mediante eventos como los bailes de San Juan o ferias temáticas sobre la ocupación post-1974. Castells (1997) identifica estas iniciativas como herramientas para consolidar la identidad y el sentido de pertenencia, por lo que la instalación de placas informativas en el parque y la pista, narrando la historia del barrio, se plantea como una intervención que enriquezca el significado simbólico del espacio público.

Educación y participación

Talleres educativos: El impacto transformador de *Circolo*, reflejado en la aparición de elementos de reciclaje en los dibujos post-intervención, respalda la implementación de talleres permanentes sobre sostenibilidad y urbanismo. Estas actividades, concebidas como espacios de empoderamiento para niños y adultos, se alinean con Greenwood y Levin (2006), sugiriendo sesiones bimensuales en la escuela, abiertas a la comunidad, que aborden diseño participativo y cuidado ambiental como estrategias de cambio estructural.

Planificación participativa: La inclusión de niños y residentes en la toma de decisiones, según los principios de Tonucci (2015), asegura que las intervenciones respondan a sus prioridades (espacios seguros y funcionales). Se considera viable la realización de foros con talleres infantiles y mesas de diálogo adulto, integrando sus propuestas en planes municipales, como la reubicación de contenedores o el diseño de corredores verdes. Esta práctica no solo materializa el “derecho a la ciudad” de Harvey (2012), sino que establece un modelo de gobernanza urbana inclusiva y sostenible.

Estas intervenciones, derivadas de un análisis que conjuga tecnología y participación, abordan las deficiencias estructurales y humanas del Bairro de São Tomé, configurando una estrategia integral que satisface el segundo objetivo de la investigación al priorizar soluciones prácticas y contextualizadas.

Límites de la investigación

Los límites de esta investigación están determinados por el marco legal del *Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial* (RJIGT), establecido en el *Decreto-Lei n.º 80/2015* de Portugal, un instrumento clave para la planificación territorial en el país. Geográficamente, el estudio se circunscribe a los niveles nacional, regional, intermunicipal o municipal, según lo define el *Artigo 2.º*, lo que delimita el ámbito territorial del análisis y excluye áreas fuera de estas categorías. Este enfoque geográfico condiciona directamente los aspectos temáticos que pueden abordarse, ya que, conforme a los *Artigos 9.º a 21.º*, la investigación debe centrarse en intereses públicos prioritarios como la defensa nacional, la gestión de recursos naturales o el desarrollo de infraestructuras. Así, se priorizan cuestiones como la seguridad y la salud pública sobre otros temas, alineando el estudio con las políticas estratégicas de planificación territorial portuguesas y descartando aquellos asuntos que no se consideren de relevancia según el marco legal.

Desde una perspectiva procedimental, la metodología está regulada por el *Artigo 4.º*, que exige un “fundamento técnico” basado en datos geoespaciales y análisis estructurados, restringiendo los enfoques a aquellos que cumplan con estos criterios técnicos. A su vez, el acceso a la información y la participación se rigen por los *Artigos 5.º y 6.º*, que establecen procedimientos oficiales de

consulta y discusión pública, limitando las contribuciones externas a estos canales formales. Además, el *Artigo 27.º* impone una jerarquía entre los instrumentos territoriales, obligando a que los planes municipales sean compatibles con los programas nacionales y regionales, lo que añade una capa de complejidad al análisis. La temporalidad constituye otro límite significativo, ya que el *Artigo 28.º* fija plazos para la actualización de los planes, afectando la vigencia de los datos y la relevancia de los resultados a lo largo del tiempo (Gobierno de Portugal, 2015). Estos elementos, en conjunto, configuran un marco riguroso que define tanto el alcance como los procedimientos de la investigación.

La presente investigación se alinea plenamente con el *Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial* (RJIGT), establecido por el *Decreto-Lei n.º 80/2015*, al cumplir con los principios y requisitos fundamentales de la planificación territorial en Portugal. El estudio emplea un enfoque metodológico riguroso, sustentado en el análisis de datos geoespaciales y la integración de herramientas tecnológicas emergentes. Asimismo, la incorporación de la participación comunitaria, mediante la verificación cualitativa de los resultados con la comunidad local, garantiza la transparencia y el derecho a la participación pública. Además, se respeta la jerarquía entre los niveles de planificación y se ajusta a los plazos temporales para la actualización de los planes territoriales. Así, esta investigación no solo aporta al análisis del *Bairro de São Tomé*, sino que se integra coherentemente en el marco legal portugués, proporcionando una base sólida para futuras intervenciones urbanas.

Bibliografía

Referencias Bibliográficas

Ajudaris. (2008). *Quem somos* . <https://www.ajudaris.org/quem-somos/>

Antunes, M., Silva, C., & Santos, P. (2023). Mapeamento dos bairros sociais em Portugal: Uma análise nacional. *Revista Portuguesa de Estudos Urbanos*, 15 (3), 234-256.

Arquivo Municipal do Porto. (s.f.). *Fotografias aéreas da cidade do Porto: 1939-1940* . <http://gisaweb.cm-porto.pt/>

Batty, M. (2013). *The new science of cities* . MIT Press.

Bier, H., & Morel, P. (2023). *Disruptive technologies: The convergence of new paradigms in architecture* . MIT Press.

Câmara Municipal do Porto. (1972). *Documentação do concurso público para o Bairro de São Tomé* . Autor.

Carmona, M. (2019). Place value: Place quality and its impact on health, social, economic and environmental outcomes. *Journal of Urban Design*, 24 (1), 1-48.

Carmona, M., Hanssen, G. S., Lamm, B., Michael, K., Simonova, E., Szaraz, L. V., & Varna, G. (2021). Public space in an age of austerity. *Urban Design International*, 26 (2), 108-132.

Carmona, M., Heath, T., Oc, T., & Tiesdell, S. (2010). *Public places, urban spaces: The dimensions of urban design* . Routledge.

Cecez-Kecmanovic, D., Davison, R. M., Fernandez, W., Finnegan, P., Pan, S. L., & Sarker, S. (2020). Advancing qualitative IS research methodologies: Expanding horizons and seeking new paths. *Journal of the Association for Information Systems*, 21 (1), 246-263.

Charalambous, N., & Mavridou, M. (2012). Space syntax: Spatial integration accessibility and angular segment analysis by metric distance (ASAMeD). In A.

Hull, C. Silva, & L. Bertolini (Eds.), *Accessibility instruments for planning practice* (pp. 57-62). COST Office.

Chrisman, N. (2006). *Charting the unknown: How computer mapping at Harvard became GIS*. ESRI Press.

Clapp, J. M., Rodriguez, M., & Thrall, G. I. (1997). How GIS can put urban economic analysis on the map. *Journal of Housing Economics*, 6 (4), 368-386.

Coppock, J. T., & Rhind, D. W. (1991). The history of GIS. In *Geographical information systems: Principles and applications* (Vol. 1, pp. 21-43). Longman Scientific & Technical.

Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. McGraw-Hill.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Dickens, L., & Watkins, K. (1999). Action research: Rethinking Lewin. *Management Learning*, 30 (2), 127-140.

Fals Borda, O. (2008). Orígenes universales y retos actuales de la IAP. *Peripecias*, 110, 1-14.

Ferreira, M., & Santos, J. (2022). Espaços públicos em bairros sociais: Desafios e oportunidades para a coesão social. *Revista de Sociologia Urbana*, 15 (2), 78-95.

Florida, R. (2017). *The new urban crisis: How our cities are increasing inequality, deepening segregation, and failing the middle class—and what we can do about it*. Basic Books.

Francis, J., Giles-Corti, B., Wood, L., & Knuiiman, M. (2012). Creating sense of community: The role of public space. *Journal of Environmental Psychology*, 32 (4), 401-409.

Franquesa-Soler, M., & Serio-Silva, J. C. (2017). Through the eyes of

children: Drawings as an evaluation tool for children's understanding about endangered Mexican primates. *American Journal of Primatology*, 79 (12), e22723. <https://doi.org/10.1002/ajp.22723>

García-Almirall, P., & Moix, M. (2019). *Herramientas SIG en planificación urbana: Manual práctico con QGIS*. Editorial UPC.

Garcia, A. L. D. (2015). *No meu bairro, na nossa cidade a ocupar a liberdade – práticas criativas para uma cidadania na infância* [Tese de mestrado, Universidade de Aveiro].

Garcia, M. (2015). *História urbana e social do Porto: O caso dos bairros sociais*. Edições Colibri.

Garcia-Ramon, M. D., Ortiz, A., & Prats, M. (2018). Urban public space and gender: A theoretical and methodological contribution from the Global South. *Gender, Place & Culture*, 25 (1), 65-85.

Gaspar, J., & Glaeser, E. L. (1998). Information technology and the future of cities. *Journal of Urban Economics*, 43 (1), 136-156.

Gehl, J. (2010). *Cities for people*. Island Press.

Gehl, J., & Svarre, B. (2013). *How to study public life*. Island Press.

Gil, J. (2014). Analyzing the configuration of multimodal urban networks. *Geographical Analysis*, 46 (4), 368-391.

Greenwood, D. J., & Levin, M. (2006). *Introduction to action research: Social research for social change*. SAGE Publications.

Griffiths, S. (2014). Space syntax as interdisciplinary urban design pedagogy. In M. Carmona (Ed.), *Explorations in urban design: An urban design research primer* (pp. 157-167). Ashgate Publishing.

Habraken, N. J. (1998). *The structure of the ordinary: Form and control in the built environment*. MIT Press.

Harvey, D. (2012). *Rebel cities: From the right to the city to the urban revolution* . Verso Books.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Hillier, B. (1996). *Space is the machine: A configurational theory of architecture* . Cambridge University Press.

Hillier, B. (2009). Spatial sustainability in cities: Organic patterns and sustainable forms. In D. Koch, L. Marcus, & J. Steen (Eds.), *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium* (pp. K01:1-K01:20). KTH Royal Institute of Technology.

Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space* . Cambridge University Press.

Hillier, B., & Iida, S. (2005). Network and psychological effects in urban movement. In A. G. Cohn & D. M. Mark (Eds.), *Spatial information theory* (pp. 475-490). Springer.

Hillier, B., & Vaughan, L. (2007). The city as one thing. *Progress in Planning*, 67 (3), 205-230.

Hinton, G. E., Osindero, S., & Teh, Y.-W. (2006). A fast learning algorithm for deep belief nets. *Neural Computation*, 18 (7), 1527-1554.

Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana. (2024). *Relatório anual de gestão habitacional* . IHRU Press.

Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana. (2025). *Testimonio de los funcionarios* [Comunicación personal].

Jacobs, J. (2011). *Muerte y vida de las grandes ciudades* . Capitán Swing. (Obra original publicada en 1961)

Jiang, B., & Claramunt, C. (2002). Integration of space syntax into GIS. *Transactions in GIS*, 6 (3), 295-309.

Johnson, M. P. (2020). Smart cities as urban innovation ecosystems. *Urban Studies*, 57 (2), 477-493.

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge University Press.

Karimi, K. (2012). A configurational approach to analytical urban design: 'Space syntax' methodology. *Urban Design International*, 17 (4), 297-318.

Karray, A., Derivois, D., Brolles, L., & Wexler Buzaglo, I. (2016). La reconstruction des enveloppes psychiques et environnementales dans les dessins d'enfants des rues en Haïti: Une étude post-séisme. *L'évolution Psychiatrique*, 81 (2), 1-15.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory action research: Communicative action and the public sphere. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 559-603). Sage Publications.

Kickert, C., & Karssenbergh, H. (2022). *Street-level architecture*. Nai010 Publishers.

Kitchin, R. (2017). Thinking critically about and researching algorithms. *Information, Communication & Society*, 20 (1), 14-29.

Klein, M. R., & Myers, M. D. (1999). A set of principles for conducting and evaluating interpretive field studies in information systems. *MIS Quarterly*, 23 (1), 67-94.

Legeby, A. (2013). *Patterns of co-presence: Spatial configuration and social segregation*. KTH Royal Institute of Technology.

Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2 (4), 34-46.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information science and systems* (4th ed.). Wiley.

Lynch, K. (1960). *The image of the city* . MIT Press.

Machón, A. (2013). *Los dibujos de los niños: Génesis y naturaleza de la representación gráfica. Un estudio evolutivo* . Cátedra.

Marcus, L., & Legeby, A. (2012). The need for co-presence in urban complexity. *The Journal of Space Syntax*, 3 (1), 25-42.

Malheiros, J., Costa, A., & Silva, R. (2020). A subutilização dos espaços comuns em bairros sociais portugueses: Um estudo qualitativo. *Cadernos Metrópole*, 22 (48), 425-448.

McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5 (4), 115-133.

McNeel, R. (2010). *Rhinoceros 3D: User's guide for Windows* . Robert McNeel & Associates.

Minsky, M., & Papert, S. (1969). *Perceptrons: An introduction to computational geometry* . MIT Press.

Muhati-Nyakundi, L. I. (2022). Reflection on methodologies and prioritizing children's perspectives on protection needs within informal urban settings. *Early Child Development and Care*, 192 (11), 1768-1785.

Nagy, D., Villaggi, L., & Benjamin, D. (2017). Generative urban design: Integrating financial and energy goals for automated neighborhood layout. In *Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design* (pp. 1-8). Society for Modeling and Simulation International.

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference* (pp. 282-291). Association for Computing Machinery.

Neiman, L. (2021). Criação de desenhos e fotografias por crianças em

contextos de pesquisa na cidade: Uma experiência na região central de São Paulo. *Revista Humanidades e Inovação*, 7 (28), 117-129.

Oliveira, A., & Costa, M. (2021). Digital technologies and urban analysis: A comprehensive review of tools and approaches. *Urban Planning Review*, 45 (3), 178-195.

Omer, I., Kaplan, N., & Jiang, B. (2018). Why angular centralities are more suitable for space syntax modeling? In *Proceedings of the 12th International Space Syntax Symposium* (pp. 100.1-100.12). Space Syntax Network.

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Criterios sobre espacios urbanos saludables*. Autor.

Picon, A. (2020). *Smart cities: A spatialised intelligence*. John Wiley & Sons.

Rodrigues, L., & Pereira, M. (2021). Integração social e desenvolvimento urbano: Análise dos bairros sociais em Portugal. *Revista de Urbanismo*, 18 (2), 145-167.

Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, 65 (6), 386-408.

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323 (6088), 533-536.

Rutten, D. (2012). *Grasshopper: Algorithmic modeling for Rhino*. Robert McNeel & Associates.

Sevtsuk, A., & Mekonnen, M. (2012). Urban network analysis: A new toolbox for ArcGIS. *Revue Internationale de Géomatique*, 22 (2), 287-305.

Sherman, G. (2008). *Desktop GIS: Mapping the planet with open source tools*. Pragmatic Bookshelf.

Silva, P., & Alves, R. (2019). El programa das Casas Económicas: Orígenes y desarrollo de la vivienda social en Portugal. *Journal of Housing Studies*, 28 (4),

512-529.

Steiniger, S., & Hunter, A. J. S. (2013). The 2012 free and open source GIS software map. *Computers, Environment and Urban Systems*, 39 , 136-150.

Steinitz, C. (2012). *A framework for geodesign: Changing geography by design* . ESRI Press.

Stokas, D., Strezou, E., Malandrakis, G., & Papadopoulou, P. (2017). Greek primary school children's representations of the urban environment as seen through their drawings. *Environmental Education Research*, 23 (8), 1088-1114.

Taft, L. B. (1993). Computer-assisted qualitative research. *Research in Nursing & Health*, 16 (5), 379-383.

Tedeschi, A. (2014). *AAD algorithms-aided design: Parametric strategies using Grasshopper* . Le Penseur Publisher.

Thompson, P. (2017). *The voice of the past: Oral history* (4th ed.). Oxford University Press.

Tonucci, F. (2015). *La ciudad de los niños: Un modo nuevo de pensar la ciudad* . Graó.

Townsend, A. M. (2013). *Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia* . W. W. Norton & Company.

Trifunović, A., Pešić, D., & Čičević, S. (2022). Experimental study: Children's perceptions expressed through drawings and coloring. *Perceptual and Motor Skills*, 129 (4), 1151-1176.

van Nes, A., & Yamu, C. (2020). *Introduction to space syntax in urban studies* . Springer Nature.

Vaughan, L. (2007). The spatial syntax of urban segregation. *Progress in Planning*, 67 (3), 205-294.

Vaughan, L., Clark, D. L. C., Sahbaz, O., & Haklay, M. (2005). Space and exclusion: Does urban morphology play a part in social deprivation? *Area*, 37 (4), 402-412.

Viana, D. L. (2018). SCAVA – Space configuration, accessibility and visibility analysis: A 3D space syntax approach. *Proceedings of the 11th Space Syntax Symposium*, art. #169.

Whyte, W. H. (2010). *The social life of small urban spaces* . Project for Public Spaces.

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ciclo de Investigación-Acción Participativa | Autor, com suporte da inteligência artificial Napkin AI

Ilustración 2. Representación Multicapa de los Sistemas de Información Geográfica en el Análisis y Planificación Urbana | Autor, com suporte da inteligência artificial Napkin AI

Ilustración 3. Representación Ilustrativa de la Metodología Space Syntax | spacesyntax.online

Ilustración 4. Diagrama de Temperatura paramétrico desarrollado en Grasshopper a través del plug-in Ladybug, con visualización tridimensional en Rhinoceros | How to Rhino

Ilustración 5. Interfaz de QGIS | qgis.org

Ilustración 6. Mapa producido en ArcGIS | esri.com

Ilustración 7. Interfaz Depthmap | spacesyntax.online

Ilustración 8. Interfaz de Gephi | gephi.org

Ilustración 9. Métricas para cuantificar parámetros urbanos en el plug-in Urbano para Grasshopper | [Urbano.io](http://urbano.io/)

Ilustración 10. Generador de ciudades 3D en CityEngine | esri.com

Ilustración 11. Tecnología de mapeo 3D de AutoCAD | autodesk.com

Ilustración 12. Cidade do Porto - fotoplano 12 | Arquivo Municipal do Porto

Ilustración 13. Fotografia aérea da cidade do Porto 1939-1940 fiada 17, n.º 329 | Arquivo Municipal do Porto

Ilustración 14. Fotografía aérea da cidade do Porto 1939-1940 fiada 18A, n.º 397

Ilustración 15. Fotografía aérea da cidade do Porto 1939-1940 fiada 19, n.º 425 | Arquivo Municipal do Porto

Ilustración 16. Terrenos da Rua de São Tomé 1965 | Arquivo Municipal do Porto

Ilustración 17. Agra do Amial 1961-1962 | Arquivo Municipal do Porto

Ilustración 18. Bairro do Carriçal 1962-1963 | Arquivo Municipal do Porto

Ilustración 19 Edificio J (Planta tipo) - 1972 | IHRU

Ilustración 20. Levantamento aerofotogramétrico da cidade do Porto 1979 | Arquivo Municipal do Porto

Ilustración 21. Análisis y Distribución Territorial de Equipamentos e Infraestructuras | Autor en QGIS

Ilustración 22. Caracterización Morfotipológica del Parque Inmobiliario Edificado | Autor en QGIS

Ilustración 23. Distribución de la Propiedad Edificada: Análisis Público-Privado | Autor en QGIS

Ilustración 24. Estudio de Densidades Demográficas y Distribución Poblacional por Sectores | Autor en QGIS

Ilustración 25. Análisis Jerárquico de la Red Viaria y Sistemas de Articulación Urbana | Autor en QGIS

Ilustración 26. Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público - Diurno | Autor en QGIS

Ilustración 27. Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público - Nocturno | Autor en QGIS

Ilustración 28. Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público para los Casos de Estudio – Diurno | Autor en QGIS

Ilustración 29. Análisis de Cobertura y Accesibilidad del Sistema de Transporte Público para los Casos de Estudio – Nocturno | Autor en QGIS

Ilustración 30. Cartografía y Diagnóstico de Infraestructuras de Estacionamiento Público | Autor en QGIS

Ilustración 31. Análisis de la Infraestructura Verde Urbana y Áreas de Oportunidad | Autor en QGIS en QGIS

Ilustración 32. Integración R800m - Plan General | Autor

Ilustración 33. Integración R800m - Caso de Estudio | Autor

Ilustración 34. Integración R1200m - Plan General | Autor

Ilustración 35. Integración R1200m - Caso de Estudio | Autor

Ilustración 36. Choice R800m - Plan General | Autor

Ilustración 37. Choice R800m - Caso de Estudio | Autor

Ilustración 38. Choice R1200m - Plan General | Autor

Ilustración 39. Choice R1200m - Caso de Estudio | Autor

Ilustración 40. Angular R3 - Plan General | Autor

Ilustración 41. Angular R3 - Caso de Estudio | Autor

Ilustración 42. Cartografía Base obtenida en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

Ilustración 43. Cartografía Base en 3D obtenida en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

Ilustración 44. Diagramas de programación visual realizados en

Grasshopper para producir la cartografía base | Autor

Ilustración 45. Vías y servicios obtenida en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

Ilustración 46. Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper para producir las Vías y Servicios | Autor

Ilustración 47. Mapa de los 15 minutos obtenida en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

Ilustración 48. Progresión temporal: mapas de la origen, 5 minutos, 10 minutos en Rhinoceros | Autor

Ilustración 49. Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper para producir el Mapa de los 15 minutos | Autor

Ilustración 50. Servicios que el programa determina dentro del espacio de 15 minutos mediante el componente “Activity Demand Profile / Personal” obtenidos en Rhinoceros con la utilización del plug-in Urbano en Grasshopper | Autor

Ilustración 51. Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper mediante el componente “Activity Demand Profile / Personal” | Autor

Ilustración 52. Gonçalo 3º año

Ilustración 53. Gonçalo 3º año

Ilustración 54. Diogo 3º año

Ilustración 55. Diogo 3º año

Ilustración 56 Beatriz 3º año

Ilustración 57. Rafael 3º año

- Ilustración 58.** Rafael 3º año
- Ilustración 59.** André Filipe 3º año
- Ilustración 60.** André Filipe 3º año
- Ilustración 61.** Gustavo 3º año
- Ilustración 62.** Gustavo 3º año
- Ilustración 63.** Juliana 3º año
- Ilustración 64.** Juliana 3º año
- Ilustración 65.** Leonor 2º año
- Ilustración 66.** Leonor 2º año
- Ilustración 67.** Ana Lara 1º año
- Ilustración 68.** Gustavo 3º año
- Ilustración 69.** Diogo 3º año
- Ilustración 70.** Rodrigo 3º año
- Ilustración 71.** Enzo 2º año
- Ilustración 72.** Lara 2º año
- Ilustración 73.** Maria Inês 2º año
- Ilustración 74.** Giovana 2º año
- Ilustración 75.** Beatriz 2º año
- Ilustración 76.** Jénifer 2º año
- Ilustración 77.** Rodrigo 1º año

Ilustración 78. Rodrigo Alves 2º año

Ilustración 79. Victoria 2º año

Ilustración 80. Diego Costa 2º año

Ilustración 81. Sophia Leite 1º año

Ilustración 82. João 2º año

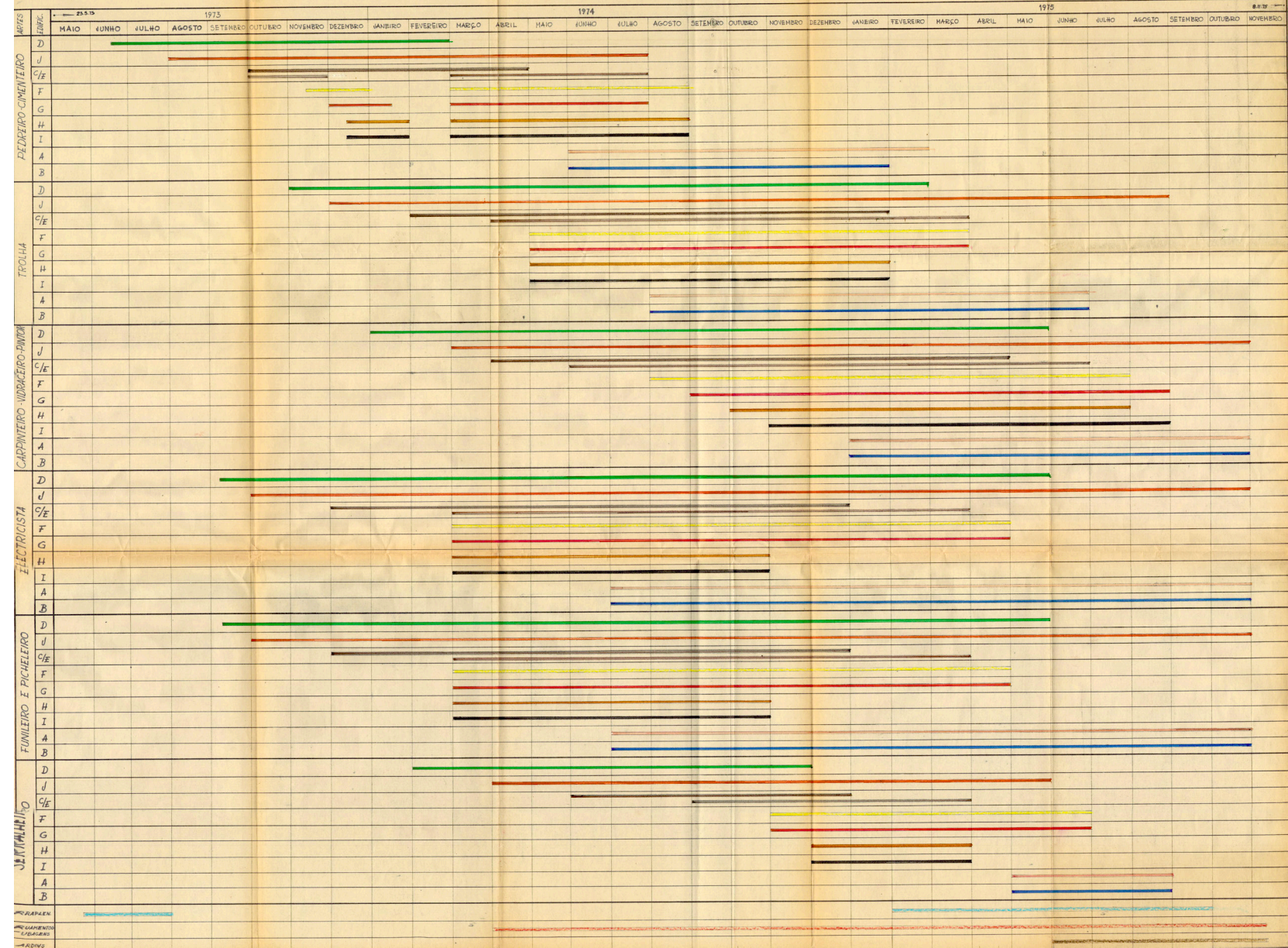
Ilustración 83. Naiara 2º año

Ilustración 84. Victória 2º año

Anexos

S. C. SOARES DA COSTA
Porto

FEDERAÇÃO DAS CAIXAS DE PREVIDÊNCIA — BARRO DE S. TOMÉ
MAPA DE TRABALHOS



PLANO DOS 3.000 FOGOS PARA AS HABITA-
ÇÕES ECONÓMICAS DA FEDERAÇÃO DAS CAI-
XAS DE PREVIDENCIA - 2ª.FASE - S.TOME

MEMÓRIA DESCRITIVA

1. ANTECEDENTES

O terreno do presente empreendimento integra-se no Plano Parcial de Urbanização da Zona do Hospital Escolar, aprovado há cerca de 15 anos na Câmara Municipal do Porto, e englobado no Plano Director da Cidade, de ulterior apresentação.

Na data dos primeiros estudos efectuados para o Plano das 3000 habitações a construir no Porto - Março de 1963 - foi este terreno escolhido para constituir a 2ª. fase do empreendimento global logo após a da Pasteleira.

Assim continuou a ser considerado e, na apresentação do anteprojecto desta fase - Janeiro de 1967 - foi proposto um tipo de utilização do solo diferente do preconizado no Plano Parcial acima referido, embora mantendo a linha mestra definida por larga alameda de peões que, cortando longitudinalmente o terreno, se dirige da Rua do Amial, a poente, à Rua de S. Tomé, a nascente, face ao novo Instituto Industrial.

Este anteprojecto definia igualmente os volumes a construir e a sua distribuição pelas várias categorias e tipos de habitação propostos.

A apreciação superior ao anteprojecto conduziu apenas a pequenas alterações, que em pouco afectaram o conjunto. Estas alterações, quer em espaços exteriores quer, interiormente, em várias habitações, foram já apresentadas sob a forma de "projecto de apreciação".

2. ORGANIZAÇÃO DO CONJUNTO

2.1. Localização

Não sofrendo contestação a boa localização do empreendimento, tanto sob o aspecto da sua integração na área urbana do Porto como sob o da possibilidade de bons acessos actuais, pode considerar-se praticamente uma certeza o bom acolhimento das populações interessadas

e o interesse que despertará a ocupação destas habitações.

2.2. Caracterização quantitativa

Não tendo sofrido modificação nem o programa a cumprir nem a distribuição dos volumes previstos e a sua implantação, o número de fogos a construir mantem-se o mesmo indicado no anteprojecto: 484, distribuídos pelo mesmo número de edifícios, igualmente referenciados com as letras A, B, C, D, E, F, G, H, I e J. Destes, apenas o edifício J pertence à categoria III, sendo todos os restantes da categoria II. Do mesmo modo, todos os edifícios têm 4 pisos, com excepção precisamente do J, que possui 6. O edifício D inclui ainda um alinhamento comercial no seu rés-do-chão, sendo todos os outros exclusivamente residenciais. O quadro seguinte sintetiza os números a que se chega nesta distribuição dos fogos dos vários tipos, pelos diferentes inóveis:

T I P O S	Categoria II (edif. A, B, C, D, E, F, G, H e I)		Categoria III (edif. J)	
		%		%
T2/4	44	7%		1,5%
T3/6	270	56%	12	2,5%
T4/7	52	11%	84	17%
T5/8	-		22	5%
Totais parciais	366	74%	118	26%
T o t a l	484			

O número total de habitantes, calculado segundo uma média de 5 habitantes por fogo, é de 2420. Entretanto, apresenta-se igualmente o número de 2996 habitantes, que corresponde ao máximo de utilização atendendo às camas previstas em cada um dos vários tipos.

Sendo a área a urbanizar da ordem dos 7 hectares, a densidade normal será de cerca de 345 habitantes por hectare, enquanto que a densidade calculada com base naquelas condições máximas de ocupação se eleva a cerca de 428 habitantes por hectare.

A área ocupada com as implantações dos edifícios é de

11 270 m²., sendo a área livre, consequentemente, cerca de 58 700 m².

A área total de pavimentos é de 42 274 m²., dos quais 40 758 m². correspondem a habitação e 1516 m². respeitam à zona comercial e galerias cobertas.

2.3. Acessos e circulações

Conforme já foi referido, a composição do conjunto teve como base a manutenção da vasta alameda de peões que atravessa o terreno. As penetrações para viaturas são, portanto, feitas a partir da periferia, enquanto que as veredas para circulação de peões se diferenciam de acordo com o fim a que se destinam, tornando-se mais importantes, por exemplo, nas zonas adjacentes do alinhamento comercial do edifício D. Na execução destas veredas - quer no traçado e curvas de concordância, quer na sua fundação e no material de revestimento - teve-se em atenção que algumas delas terão de servir, eventualmente, embora em casos especiais bem determinados, para circulação automóvel: circuito dos carros para recolha dos lixos domésticos, por exemplo.

2.4. Implantação e espaços exteriores

Além dos espaços livres entre alguns edifícios que, arrelvados, poderão comportar superfícies tratadas diferentemente para o recreio das crianças, surgem como principais espaços para fruição das populações a própria alameda central (bordejada por árvores que se gostaria viessem a ser de bom porte e sombras agradáveis) e o vasto terreno adjacente da zona comercial, do seu lado sul, e a ela ligado. Esta plataforma, a que a plantação de algumas espécies arbóreas convenientes dará maior agrado, poderá funcionar, em parte, como prolongamento da própria zona comercial, com a instalação de esplanadas estivais. Outras áreas, com bancos, proporcionarão descanso a quem dele necessitar, facilitando igualmente relações de convivência entre os habitantes.

São também de salientar, pela importância de que se revestem pelo espaço que ocupam, as áreas destinadas a estacionamento automóvel, localizadas junto às várias vias de penetração.

2.5. Equipamento

Além do equipamento comercial específico desta unidade e já anteriormente referido, a área de terreno livre a sul da composição destina-se à construção duma escola primária, prevista nos planos da Câmara Municipal do Porto.

A integração da unidade numa zona urbana já caracterizada nas suas várias funções, permite que os seus habitantes possam usufruir do equipamento colectivo existente ou previsto pela Câmara Municipal do Porto, quer do lado da zona do Amial quer do lado nascente: Instituto Industrial, zona universitária, etc. Aliás, os planos de urbanização aprovados (geral ou parciais) previam para esta área de terreno uma ocupação apenas residencial, embora com os seus naturais prolongamentos.

3. HABITAÇÕES

As habitações desenvolvem-se de acordo com os princípios constantes do anteprojecto, modificados ou completados, em vários aspectos, pelo projecto de apreciação oportunamente apresentado e aprovado.

Os quadros seguintes caracterizam as habitações dos tipos considerados, segundo o número máximo de camas que comportam e as áreas que ocupam: útil líquida, não encerrada e bruta:

EDIFÍCIOS A, B, C, E, F, G, H e I

T i p o s	N.º de camas	Área útil líquida	Área não encerrada	Área bruta
Tipo 2	4	53,30	4,82	74,00
Tipo 2D	4	52,68	4,82	74,00
Tipo 3	6	66,30	4,91	89,50
Tipo 3D	6	65,72	4,91	89,50
Tipo 3E	6	68,30	4,91	93,22
Tipo 4	7	78,52	5,75	104,60
Tipo 4D	7	78,19	5,75	104,60
Tipo 4E	7	84,64	5,75	110,50

EDIFÍCIO D

T i p o s	Nº.de camas	Área útil líquida	Área não encerrada	Área bruta
XIII Tipo 2	4	54,17	4,60	74,84
XIII Tipo 3	6	66,60	4,00	89,85
XIII Tipo 4	8	84,00	6,72	114,00
XIV Tipo 3	6	66,00	3,93	91,85
XV Tipo 3	6	70,35	3,93	95,00
XV Tipo 3	6	71,65	5,40	100,43

EDIFÍCIO J

T i p o s	Nº.de camas	Área útil líquida	Área não encerrada	Área bruta
Tipo 3	6	75,55	5,33	109,65
Tipo 4	7	94,60	5,29	127,92
Tipo 5	9	100,80	5,29	137,29
Tipo 5	8	104,13	5,64	143,12

Construtivamente, e de acordo com o descrito no Caderno de Encargos, os edifícios possuirão uma estrutura de betão armado, com paredes de tijolo - duplas no exterior, excepto nos casos em que o próprio betão armado constitui parede. O acabamento exterior será o reboco pintado com tinta plástica nas superfícies de tijolo, enquanto que o be

tão será mantido aparente.

A cobertura será efectuada com chapas de fibrocimento, sobre assas de pré-esforçado, e a madeira a aplicar nas caixilharias será de câmbala.

Porto, Abril de 1972

João Leal
arq.

Conversaciones con los Residentes

Entrevistador (Ent): Então, este bairro tem uma história interessante, não é? O que é que sabe sobre a origem dele?

Senhora 1: Aquele bairro foi feito para a PIDE, sabe? Uma parte era da Câmara, um bairro social, e a outra parte era do Fomento.

Ent: O Fomento... o que era o Fomento?

Senhora 2: Era um banco que tratava da habitação, mas não sei até que ponto estava ligado à PIDE.

Senhora 1: Sim, estava. Até havia bairros que pertenciam ao Exército. Depois, veio o 25 de Abril e as casas ainda não estavam terminadas. Aí entrou o Vasco Gonçalves, aquele ministro, sabe? Um grande comunista.

Senhora 2: E com a descolonização, muitos portugueses que estavam nas ex-colónias voltaram para cá. Vieram sem casa, claro.

Senhora 1: Exatamente. E o Vasco Gonçalves disse: “Ocupe as casas que estão desabitadas!” O povo foi à luta... uns até entraram em casas sem janelas! Tenho um irmão que entrou assim.

Senhor: Isso foi logo depois do 25 de Abril de 74, em 75. As casas não eram para qualquer um, eram só para os retornados. Mas claro, toda a gente aproveitou a oportunidade. Ele mandou ocupar casas em todo o país, não foi só aqui. Mas até que ponto isso foi legal? Muitas pessoas que já tinham casa aproveitaram e acabaram com duas casas.

Senhora 1: O meu irmão não queria sair da casa. Era a minha mãe que lhe levava comida para ele não ter de sair e alguém ocupar a casa.

Senhor: Eu lembro-me bem, a minha mãe também ocupou a casa aqui. Eu vim para cá em setembro de 75 e já havia portas no prédio. Mas nos blocos A e B ainda não havia portas. E quando alguém saía, podia chegar outra pessoa e dizer que a casa era dela. Houve casos violentos, as pessoas perdiam a cabeça.

Senhora 2: Depois, as pessoas começaram a pagar uma mensalidade ao Fomento e passado uns anos, o Estado deu a possibilidade de comprar as casas.

Senhor: O meu pai comprou a casa e está lá até hoje.

Ent: Então, levantando uma questão... este bairro seria considerado um bairro social, hoje em dia?

Senhor: Nunca foi considerado bairro social.

Senhora 2: Mas, por exemplo, o Agra foi um bairro social, e mesmo assim as pessoas podiam comprar as casas. Uma coisa não invalida a outra.

Ent: Sabem quando é que a construção deste bairro começou?

Senhora 3: Foi em 1973. Eu morava no Carriçal e já via o Bloco D a ser construído.

Análisis mediante QGIS



Leyenda

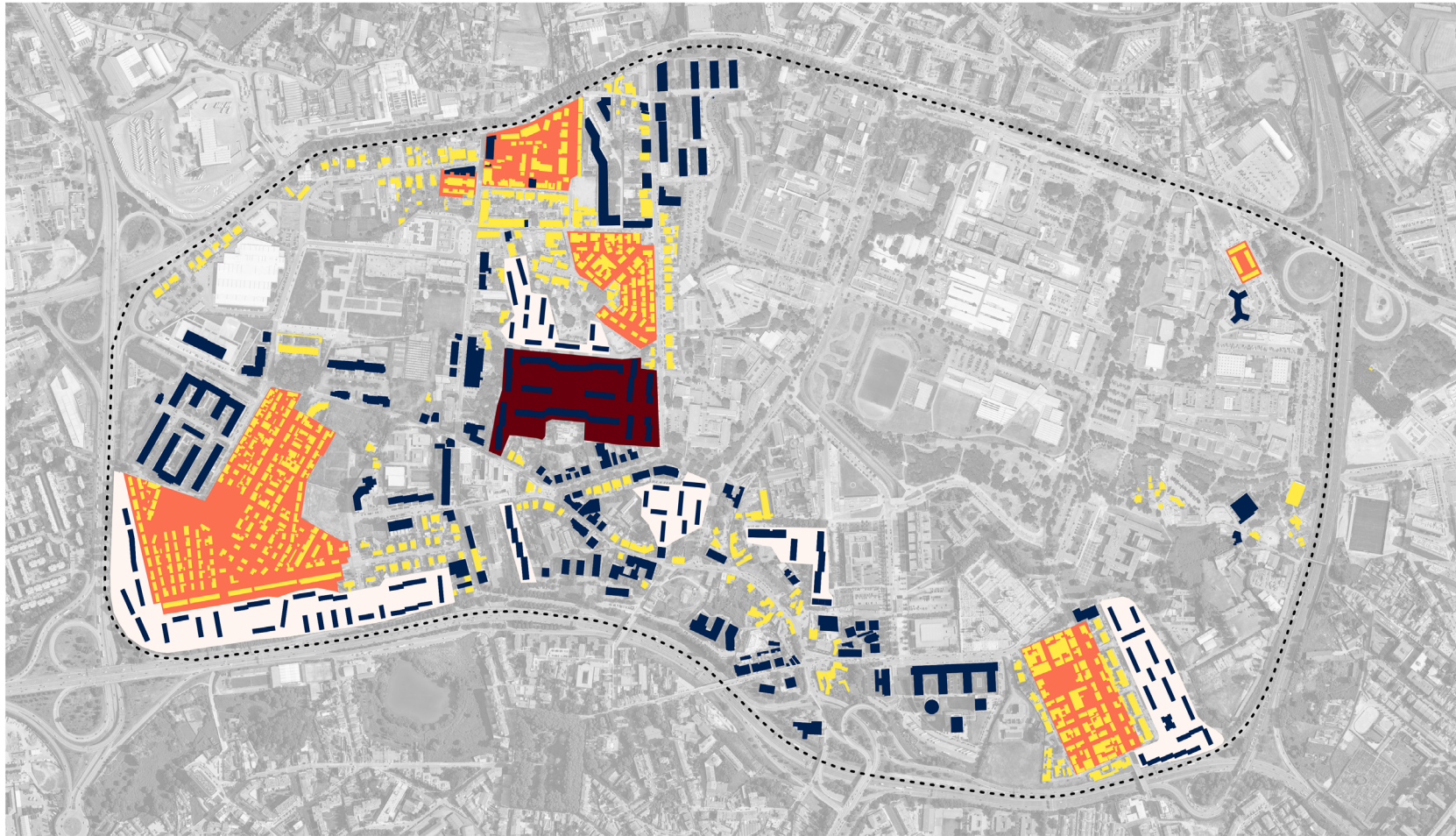
- | | | | |
|-------|-----------------|---|---------------|
| ----- | Límite del Área | ■ | Salud |
| ■ | Edificado | ■ | Instituciones |
| ■ | Religión | ■ | Educación |
| ■ | Cultural | ■ | Comercio |

Escala 1:10.000

ANÁLISIS Y DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE
EQUIPAMIENTOS E INFRAESTRUCTURAS

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

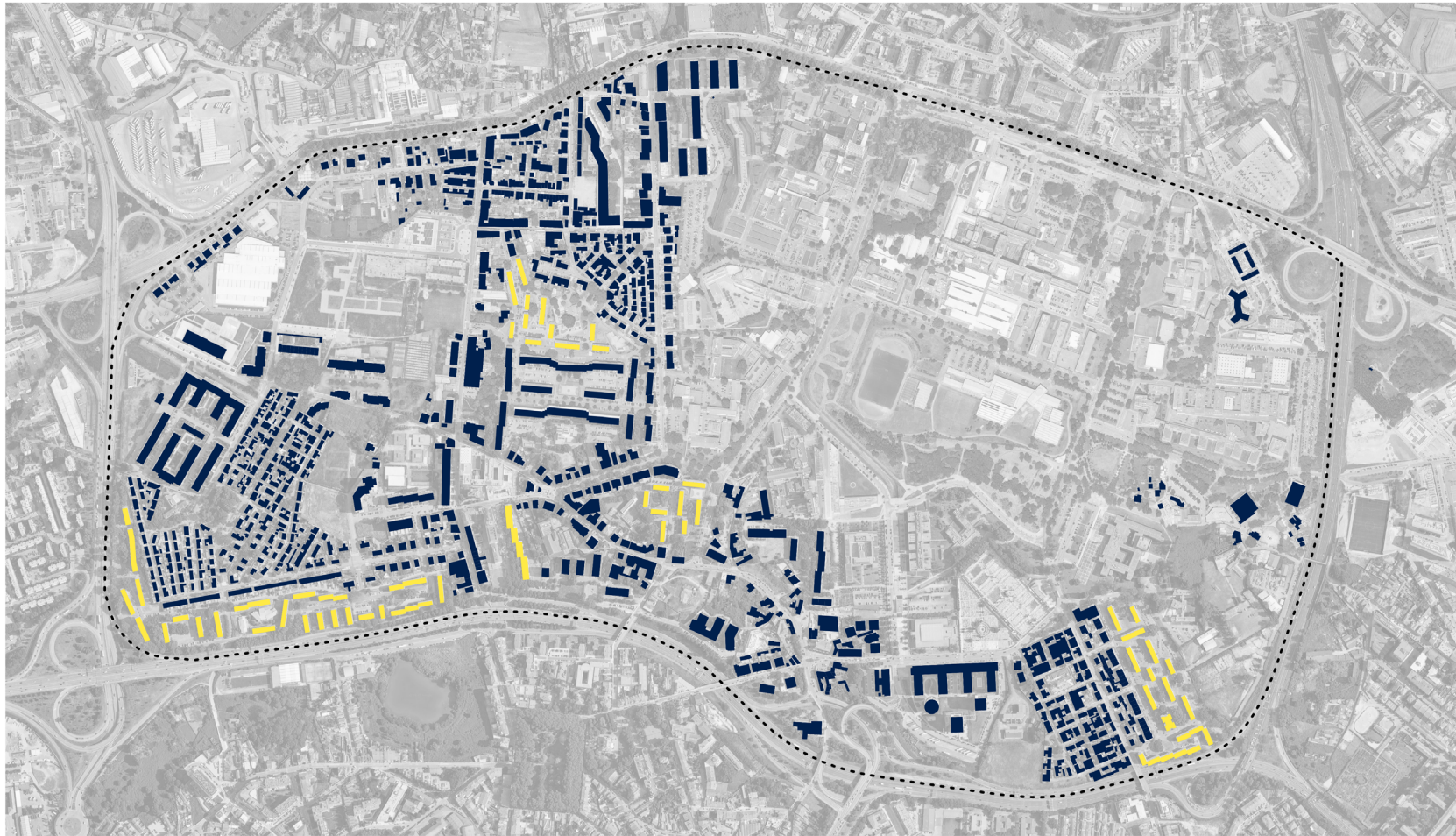
- | | | | |
|-------|-------------------------|---|--------------------------|
| ----- | Límite del Área | □ | Barrios Sociales |
| ■ | Edificios | ■ | Barrios de Baja Densidad |
| ■ | Viviendas Unifamiliares | ■ | Barrios de Alta Densidad |

Escala 1:10.000

CARACTERIZACIÓN MORFOTIPOLÓGICA DEL
PARQUE INMOBILIARIO EDIFICADO

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

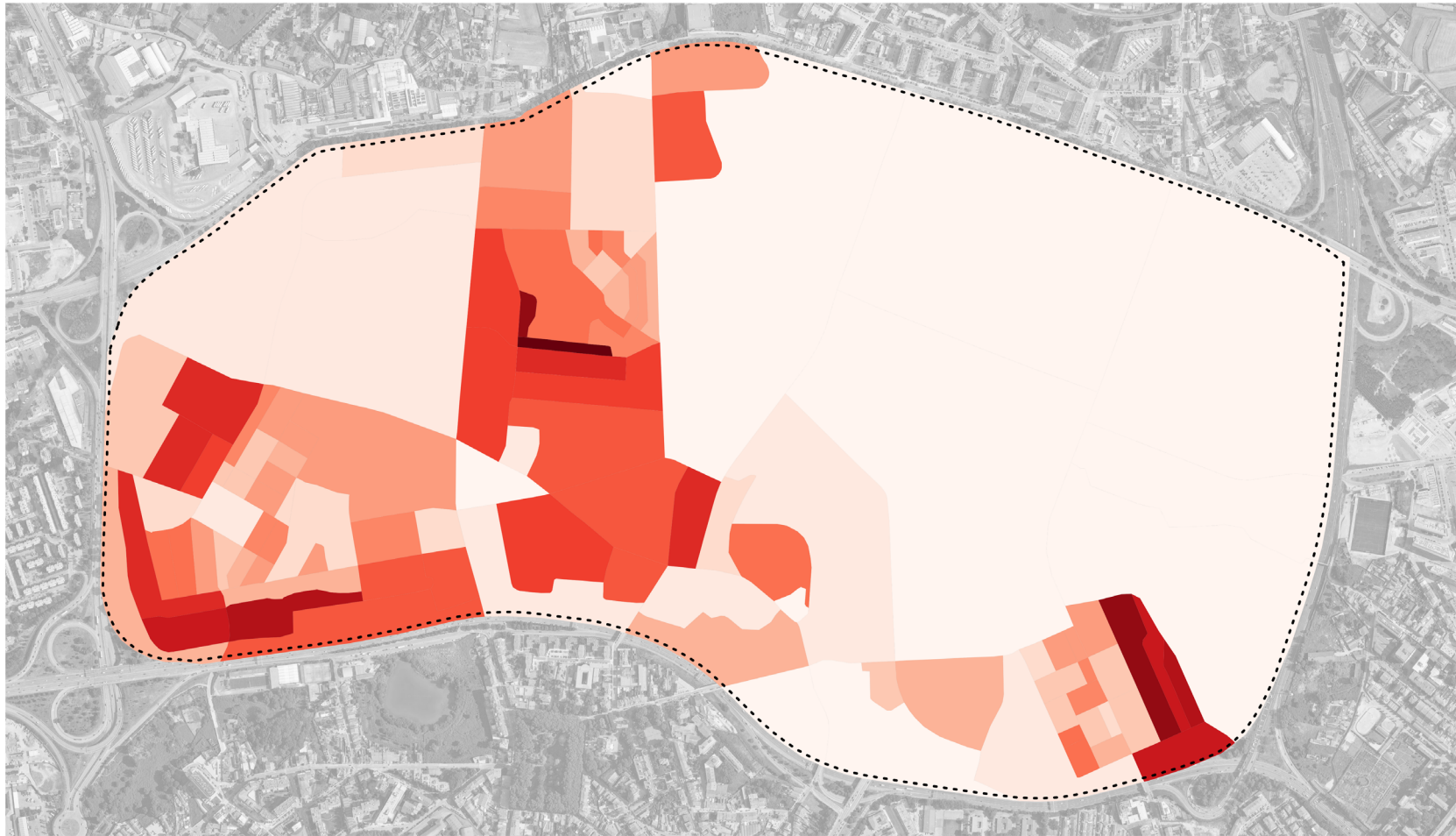
- Límite del Área
- Edificio Privado
- Edificio Público

Escala 1:10.000

DISTRIBUCIÓN DE LA PROPIEDAD EDIFICADA:
ANÁLISIS PÚBLICO-PRIVADO

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

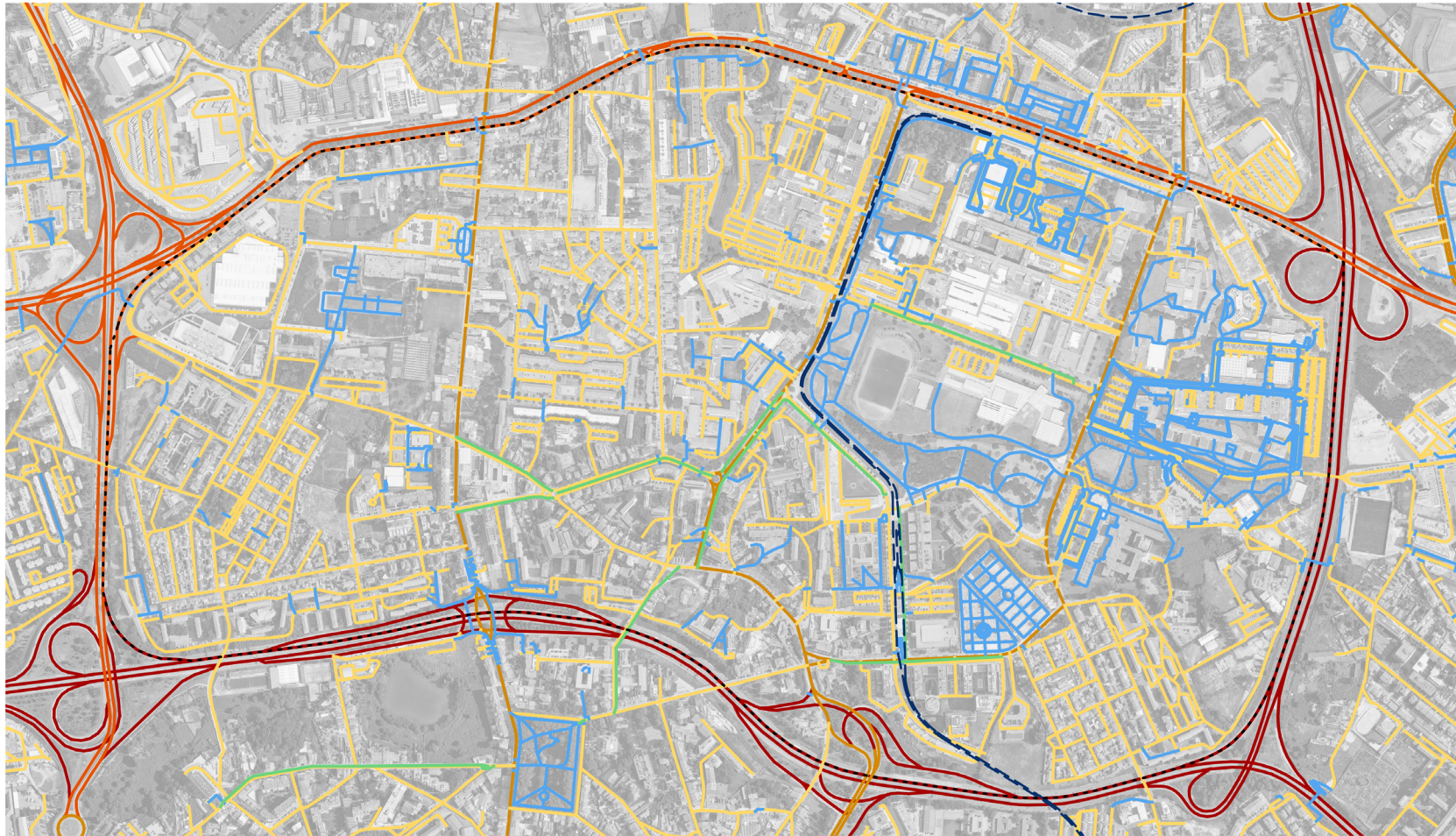
----- Límite del Área	6210 - 7224	18413 - 21312
0 - 925	7224 - 8453	21312 - 25161
925 - 2487	8453 - 9851	25161 - 30655
2487 - 3923	9851 - 12112	30655 - 50017
3923 - 4958	12112 - 14537	
4958 - 6210	14537 - 18413	

Escala 1:10.000

ESTUDIO DE DENSIDADES DEMOGRÁFICAS Y
DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL POR SECTORES

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

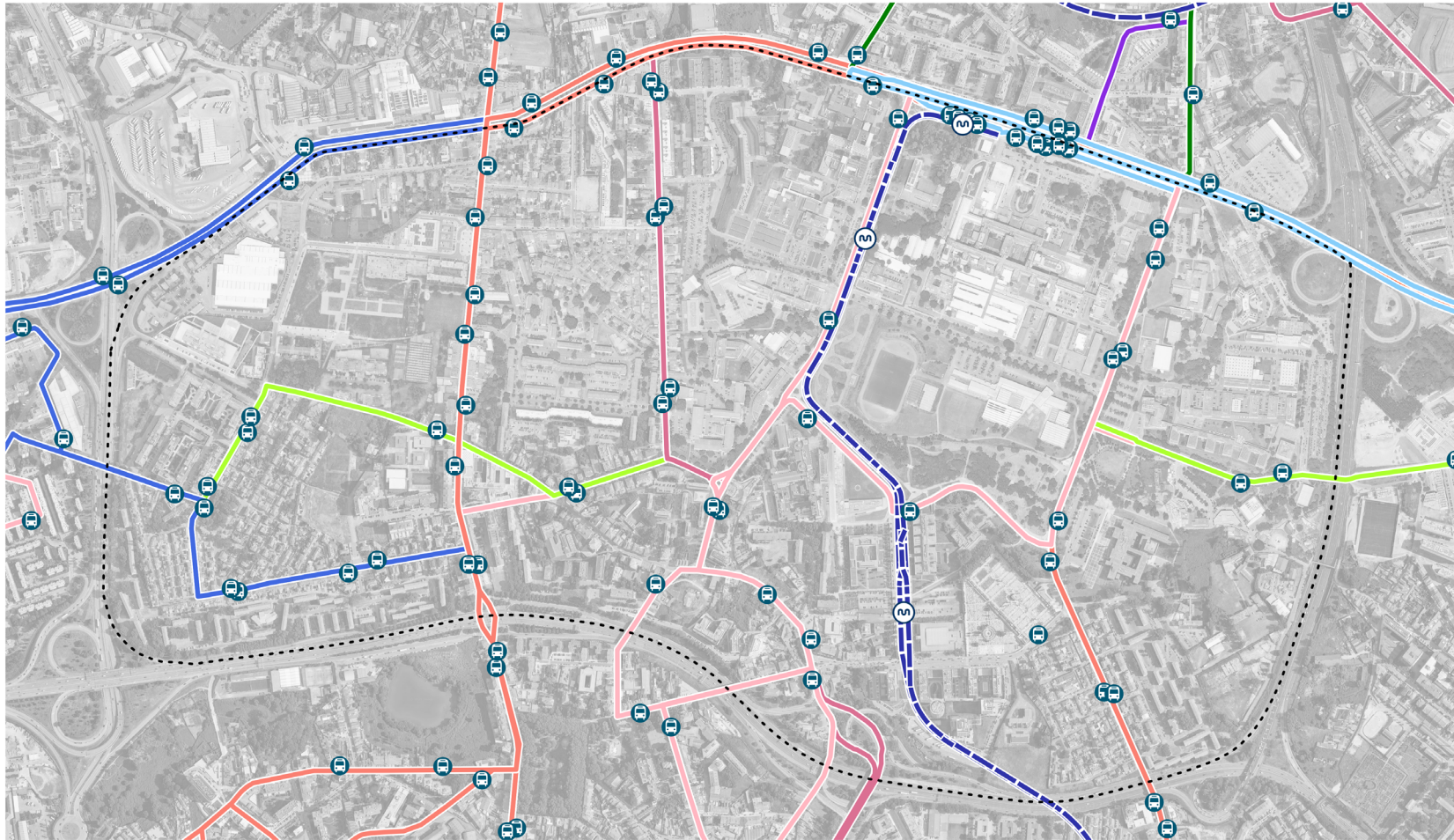
- | | | | |
|-------|------------------|---|---------------------|
| ----- | Límite del Área | — | Vías Terciarias |
| — | Autopistas | — | Vías Peatonales |
| — | Vías Primarias | — | Carriles Bici |
| — | Vías Secundarias | — | Líneas Ferroviarias |

Escala 1:10.000

ANÁLISIS JERÁRQUICO DE LA RED VIARIA Y
SISTEMAS DE ARTICULACIÓN URBANA

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

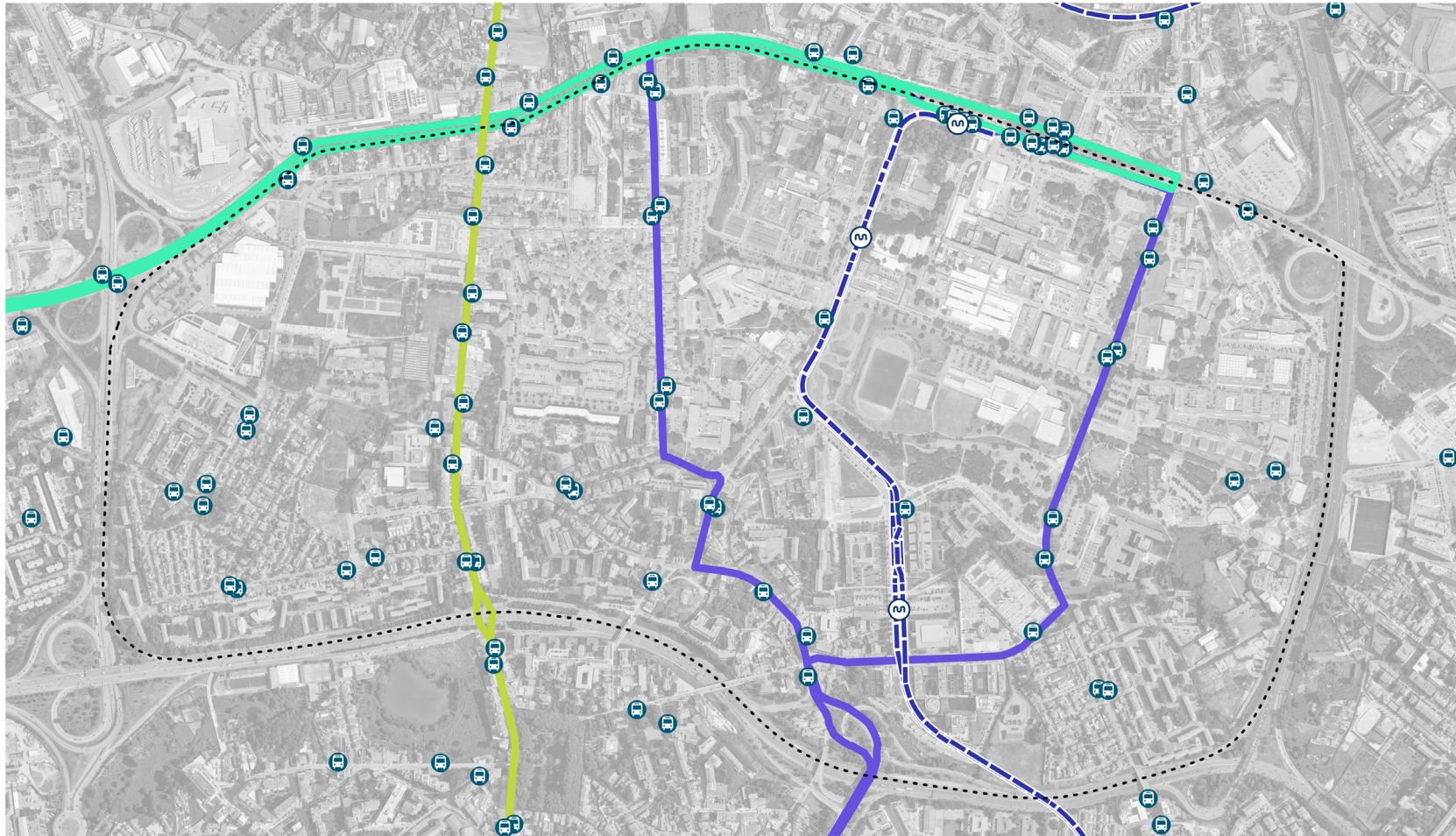
----	Límite del Área	Línea de Autobús	506	600	706
Paradas		Rutas Diurnas	705	305	803
Ⓜ	Paradas de Metro	204	704	707	304
Ⓛ	Paradas de Autobús	603	804	505	
—	Línea de Metro	301	205	404	
			300	604	

Escala 1:10.000

ANÁLISIS DE COBERTURA Y ACCESIBILIDAD
DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Análisis morfológico del espacio urbano
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López André



Leyenda

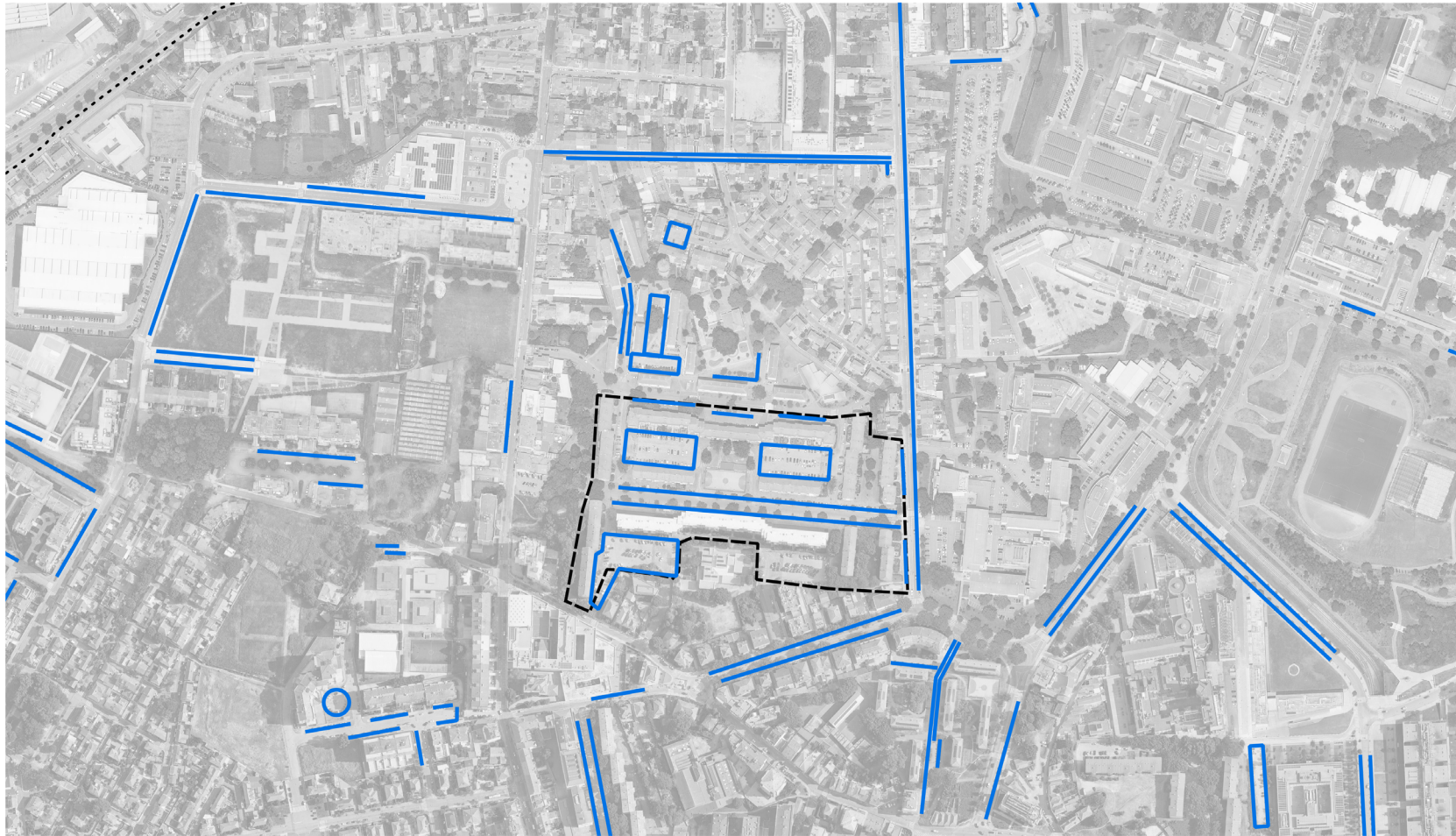
- | | | | |
|------|--------------------|--------------------|-----|
| ---- | Límite del Área | — Línea de Metro | 13M |
| Ⓜ | Paradas de Metro | — Línea de Autobús | 4M |
| Ⓟ | Paradas de Autobús | — Rutas Nocturnas | 2M |
| | | — 11M | |

Escala 1:10.000

ANÁLISIS DE COBERTURA Y ACCESIBILIDAD
DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

- Límite del Área
- ▭ Barrio S. Tomé
- Estacionamiento Público

Escala 1:5.000

CARTOGRAFÍA Y DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURAS
DE ESTACIONAMIENTO PÚBLICO

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

	Barrio S. Tomé		704
	Paradas		300
	Paradas de Autobús		603
			600
			301

Escala 1:2.000






ANÁLISIS DE COBERTURA Y ACCESIBILIDAD DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO PARA LOS CASOS DE ESTUDIO

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

- | | | | |
|---|--------------------|---|----------------|
|  | Barrio S. Tomé |  | Rutas Noturnas |
|  | Paradas |  | 4M |
|  | Paradas de Autobús | | 11M |

Escala 1:2.000

ANÁLISIS DE COBERTURA Y ACCESIBILIDAD DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO PARA LOS CASOS DE ESTUDIO

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

Raúl López Andrés



Leyenda

- Límite del Área
- Corredor Verde da Asprela
- Jardim do Bairro da Azenha
- Jardim na Alameda de 25 de Abril / Rua do Amial
- Jardim na Avenida Flor da Rosa
- Largo Palmira Melheiro
- Parque Central da Asprela
- Parque da Quinta de Lamas

Escala 1:10.000

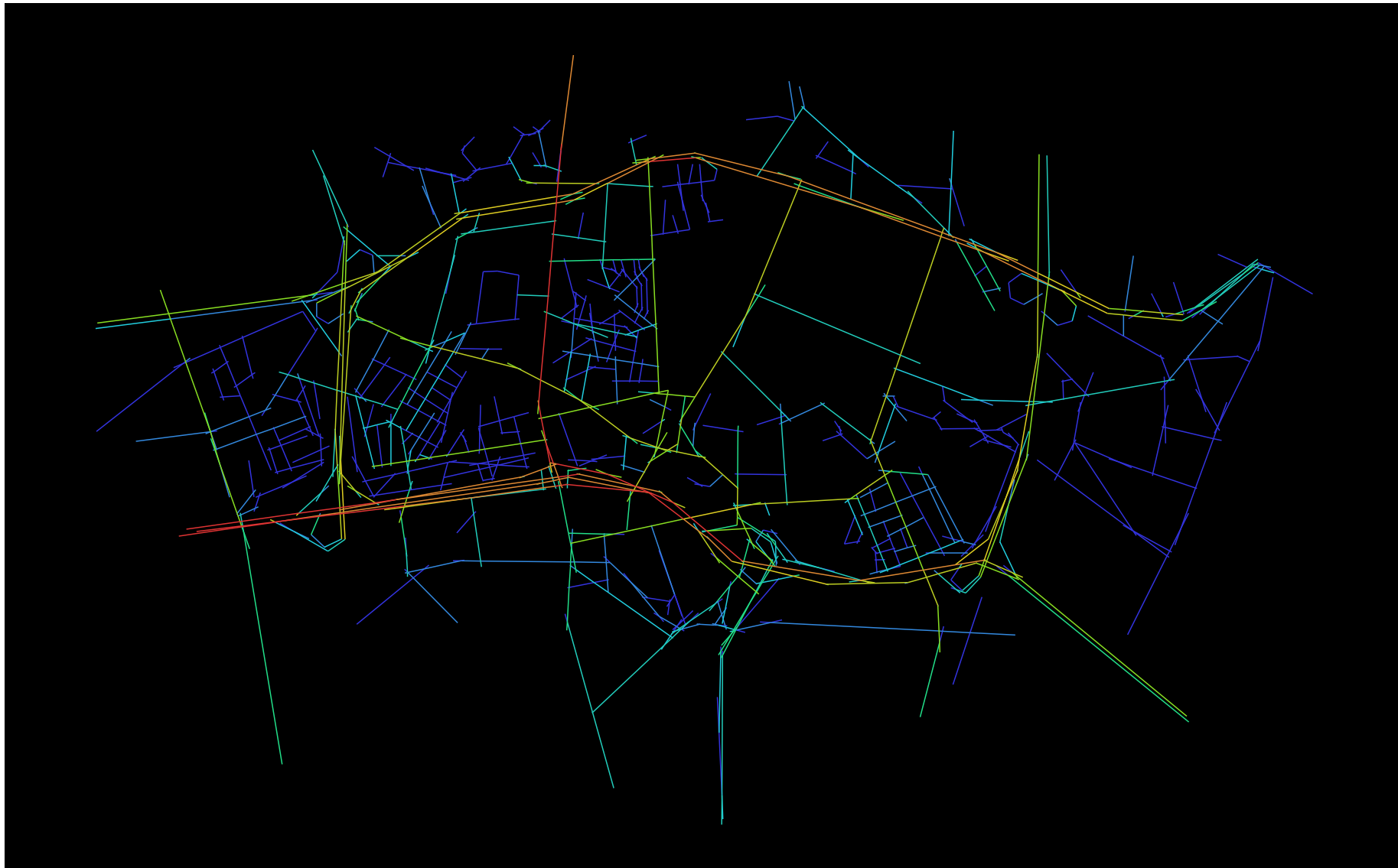
ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA
VERDE URBANA Y ÁREAS DE OPORTUNIDAD

Análisis morfológico del espacio urbano:
Transformación socioespacial en barrios históricos de Oporto

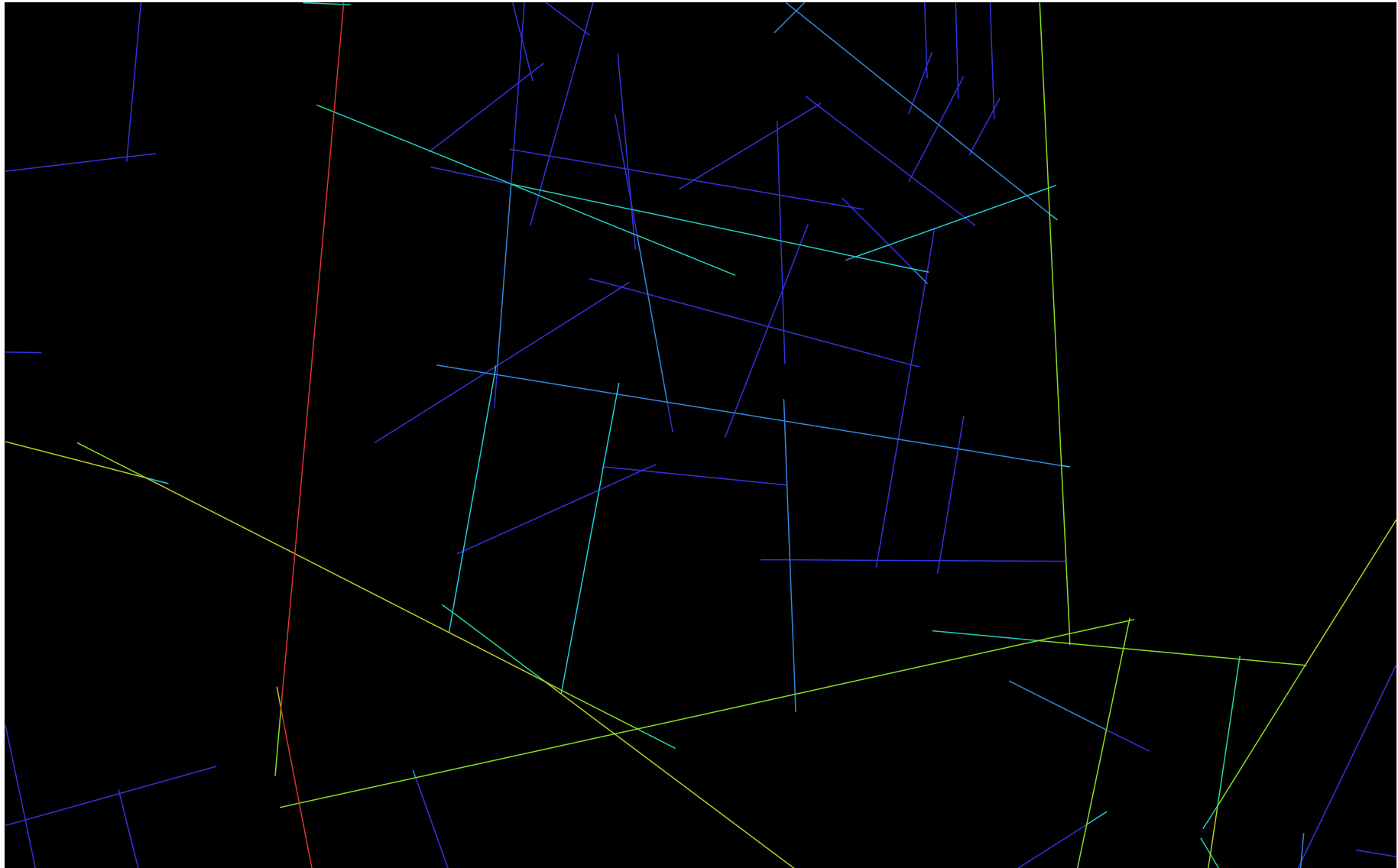
Raúl López Andrés

Análisis mediante Dephmap X

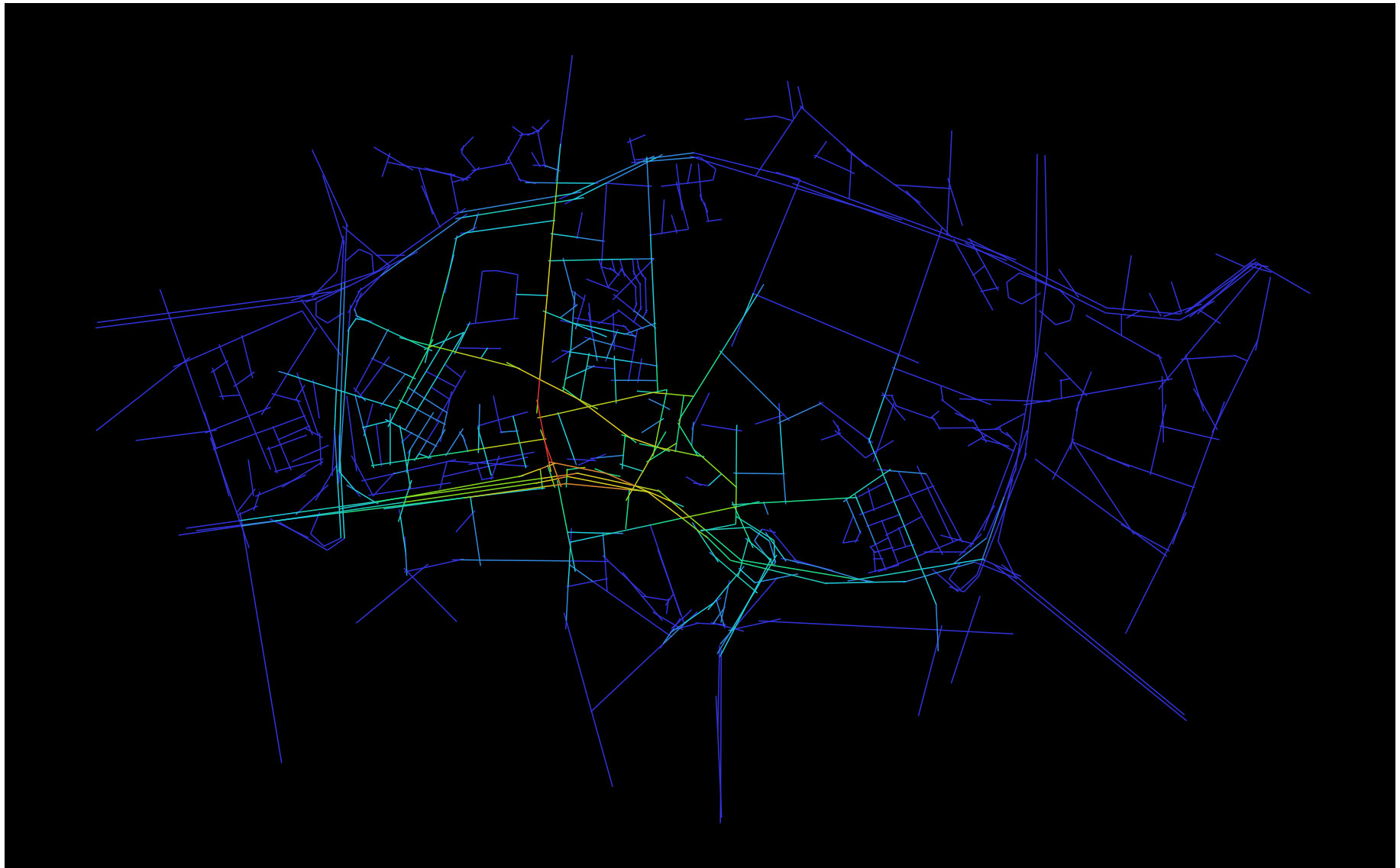
Integración R800m - Caso de Estudio



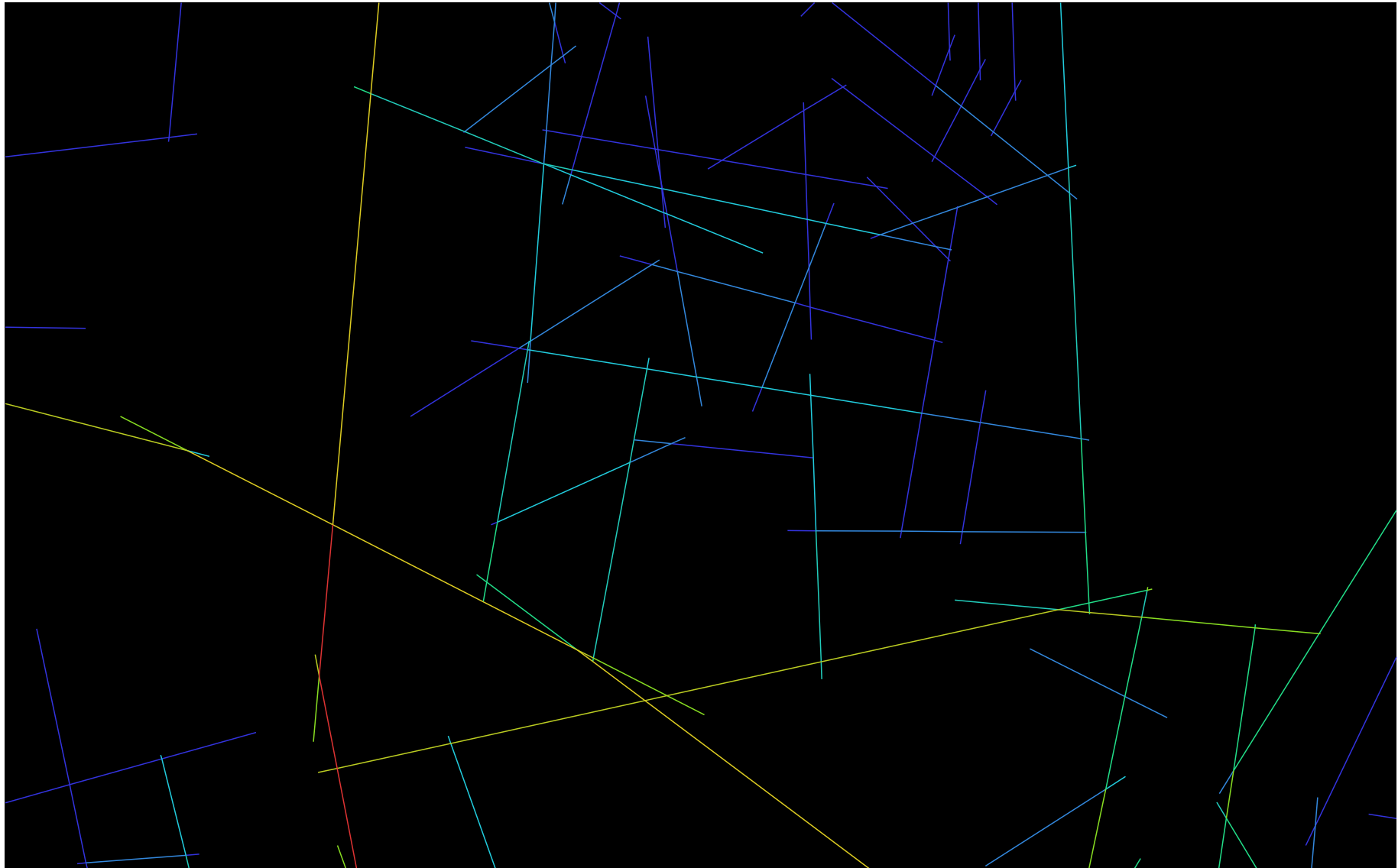
Integración R800m - Plan General



Integración R1200m – Plan General



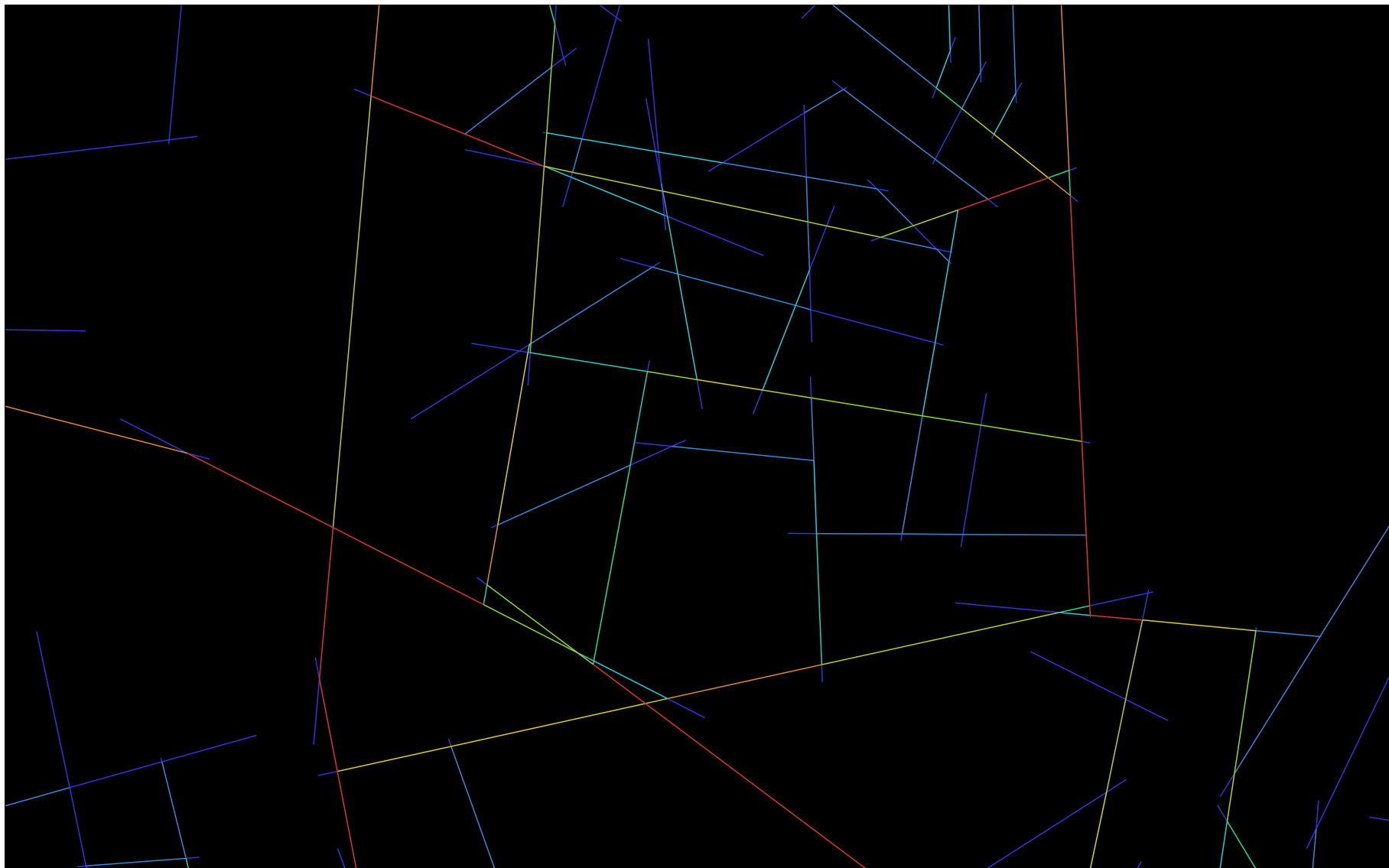
Integración R1200m - Caso de Estudio



Choice R800m - Plan General



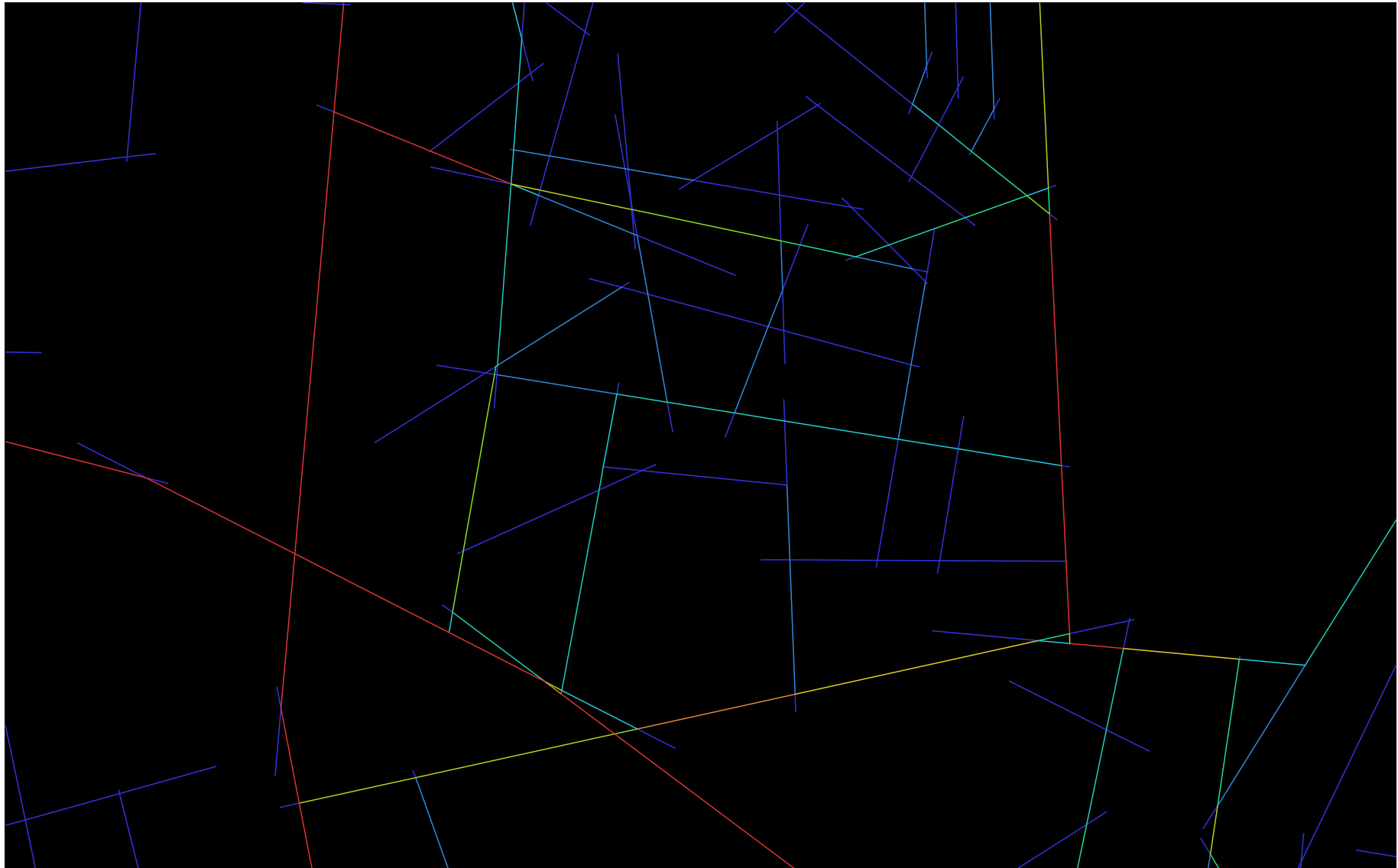
Choice R800m - Caso de Estudio



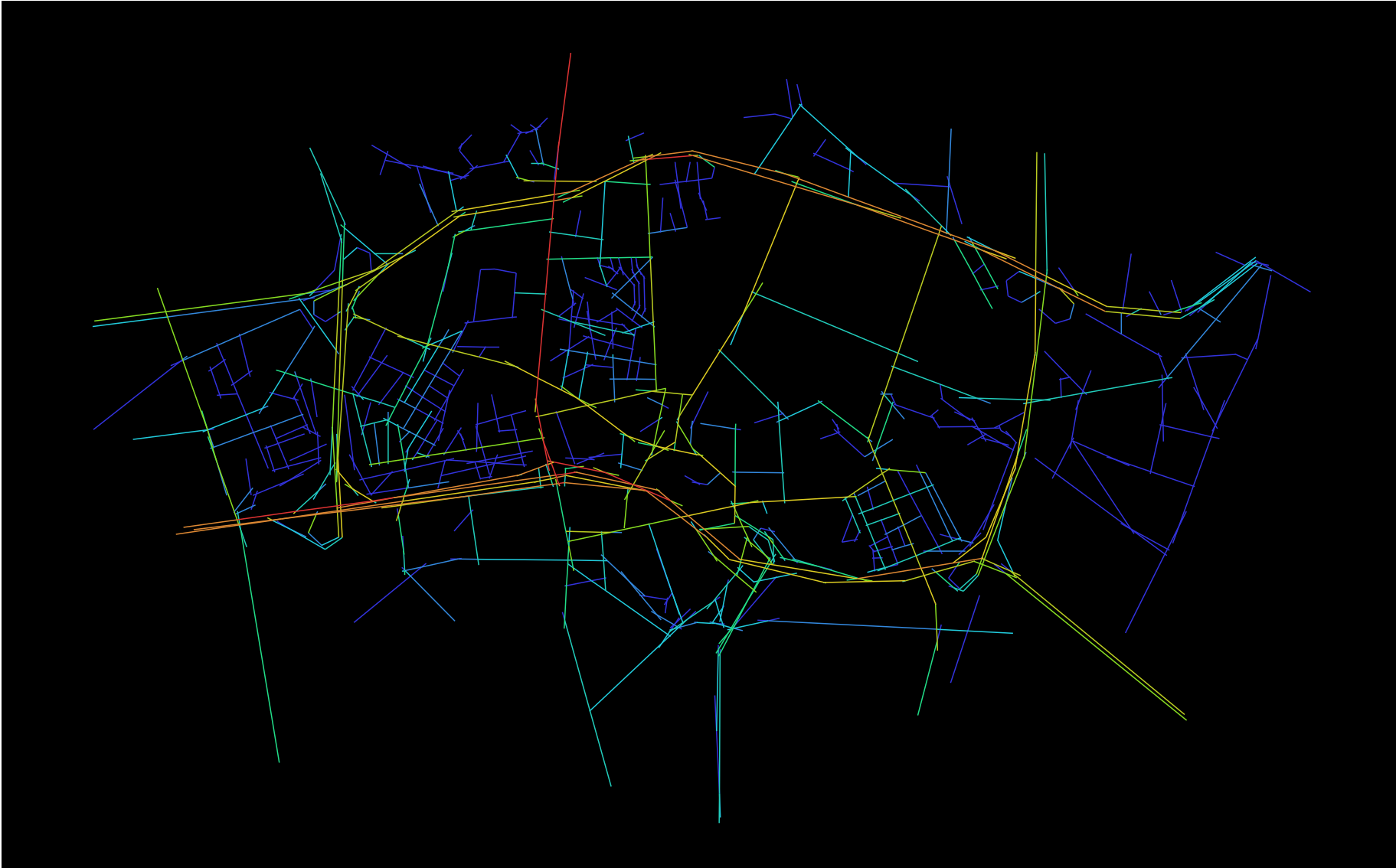
Choice R1200m - Plan General



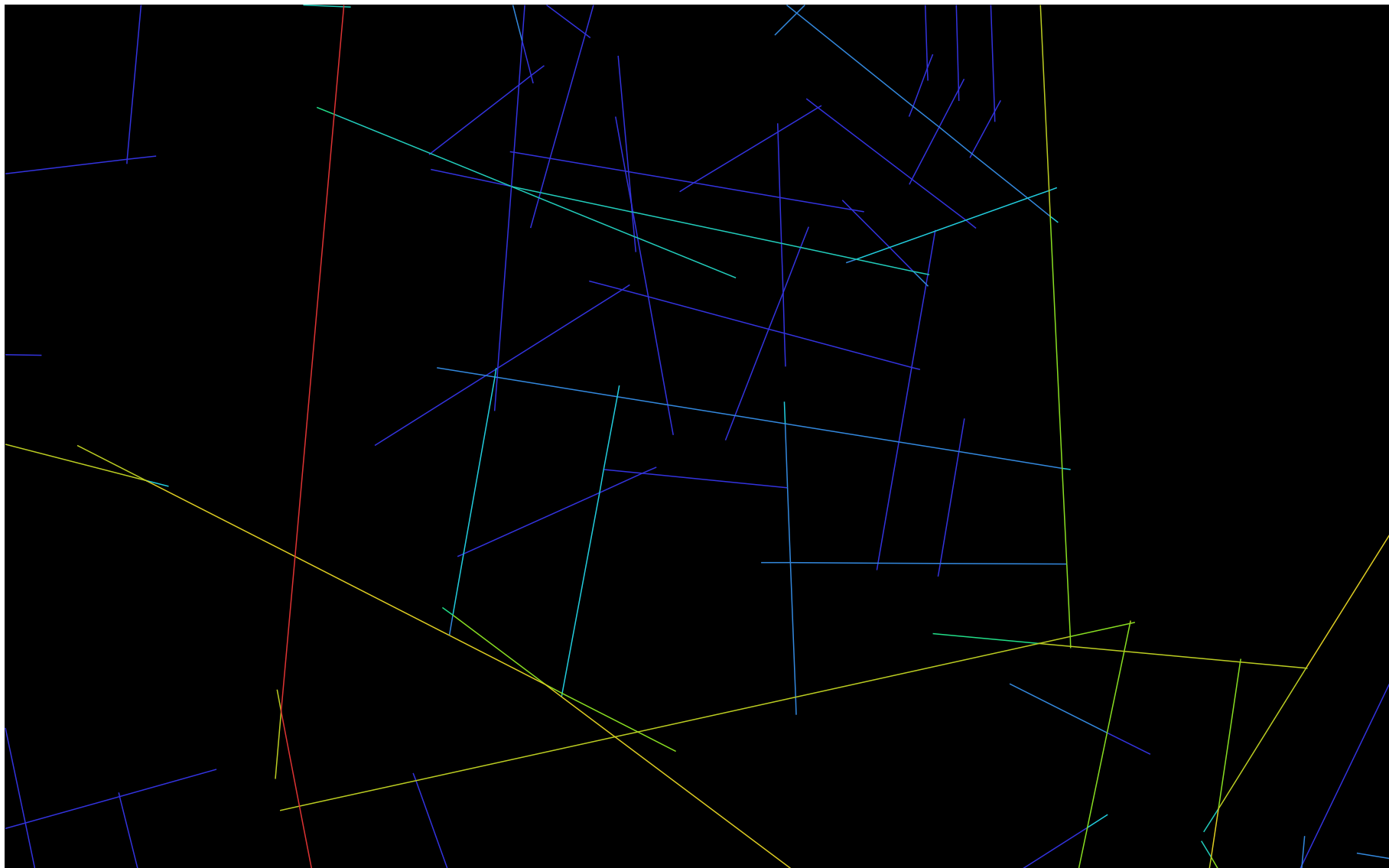
Choice R1200m - Caso de Estudio



Angular R3 - Plan General



Angular R3 - Caso de Estudio

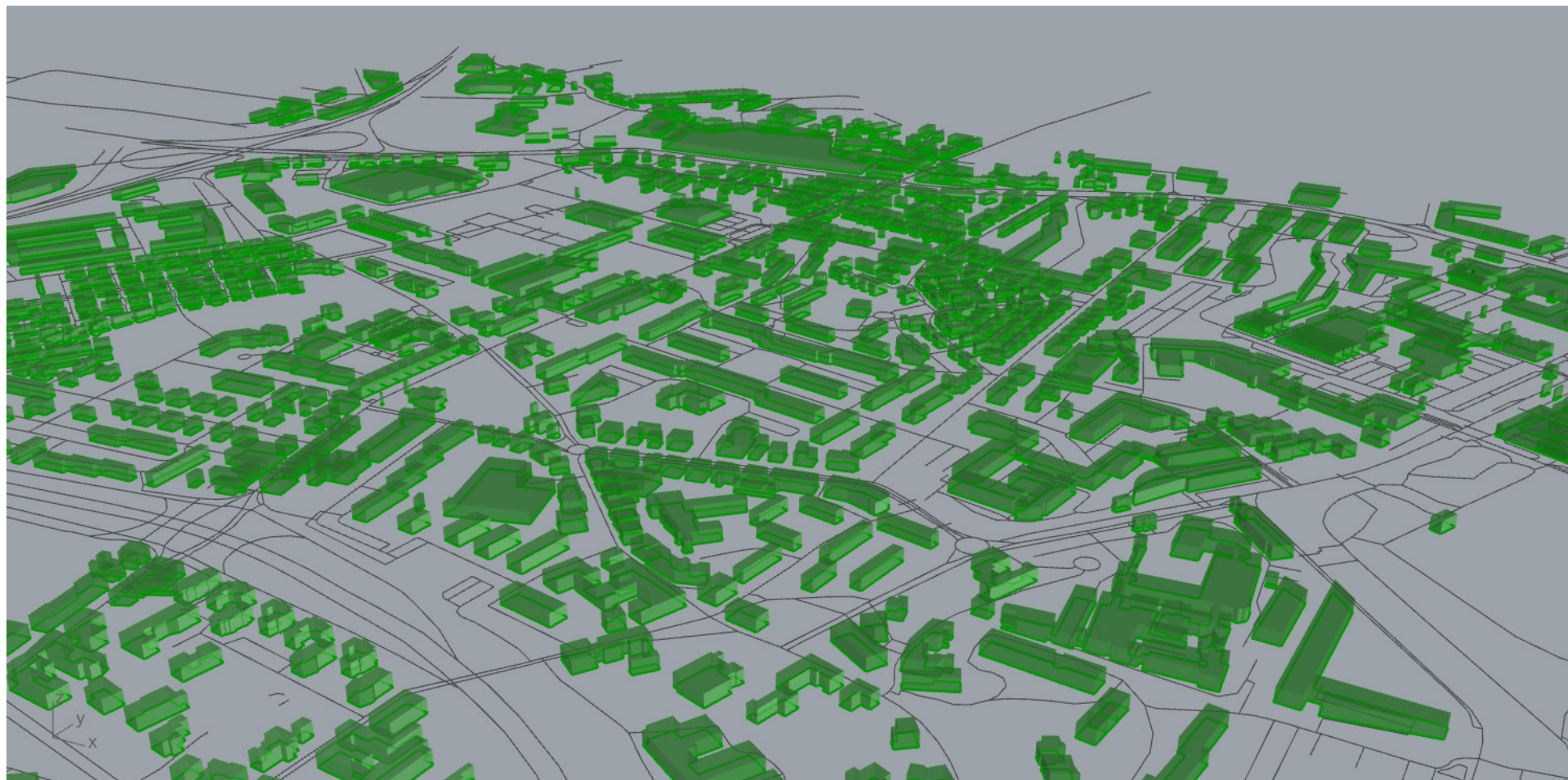


Análisis Mediante Urbano

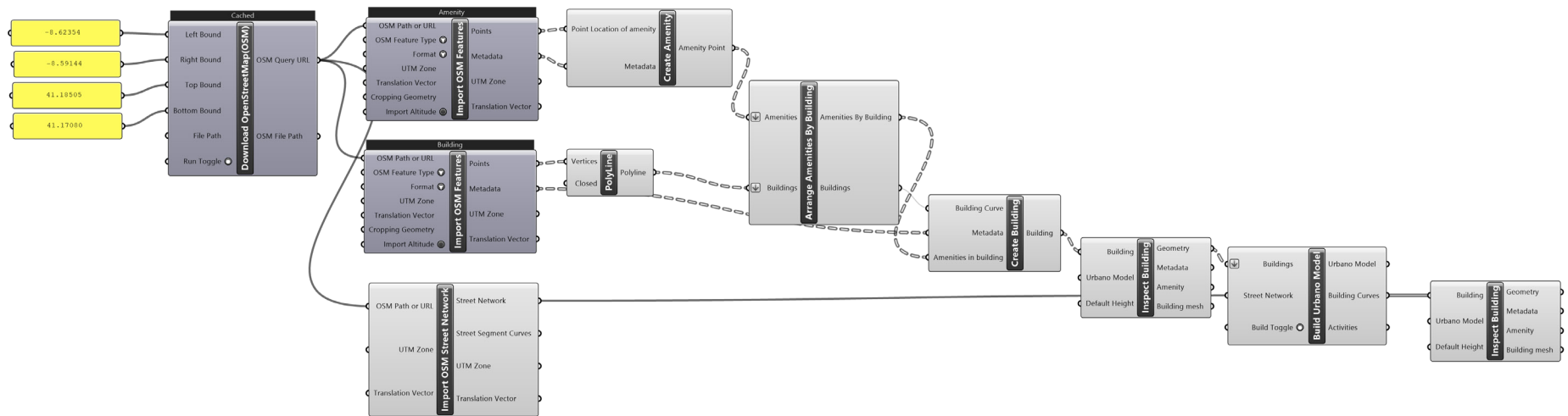
Cartografía Base



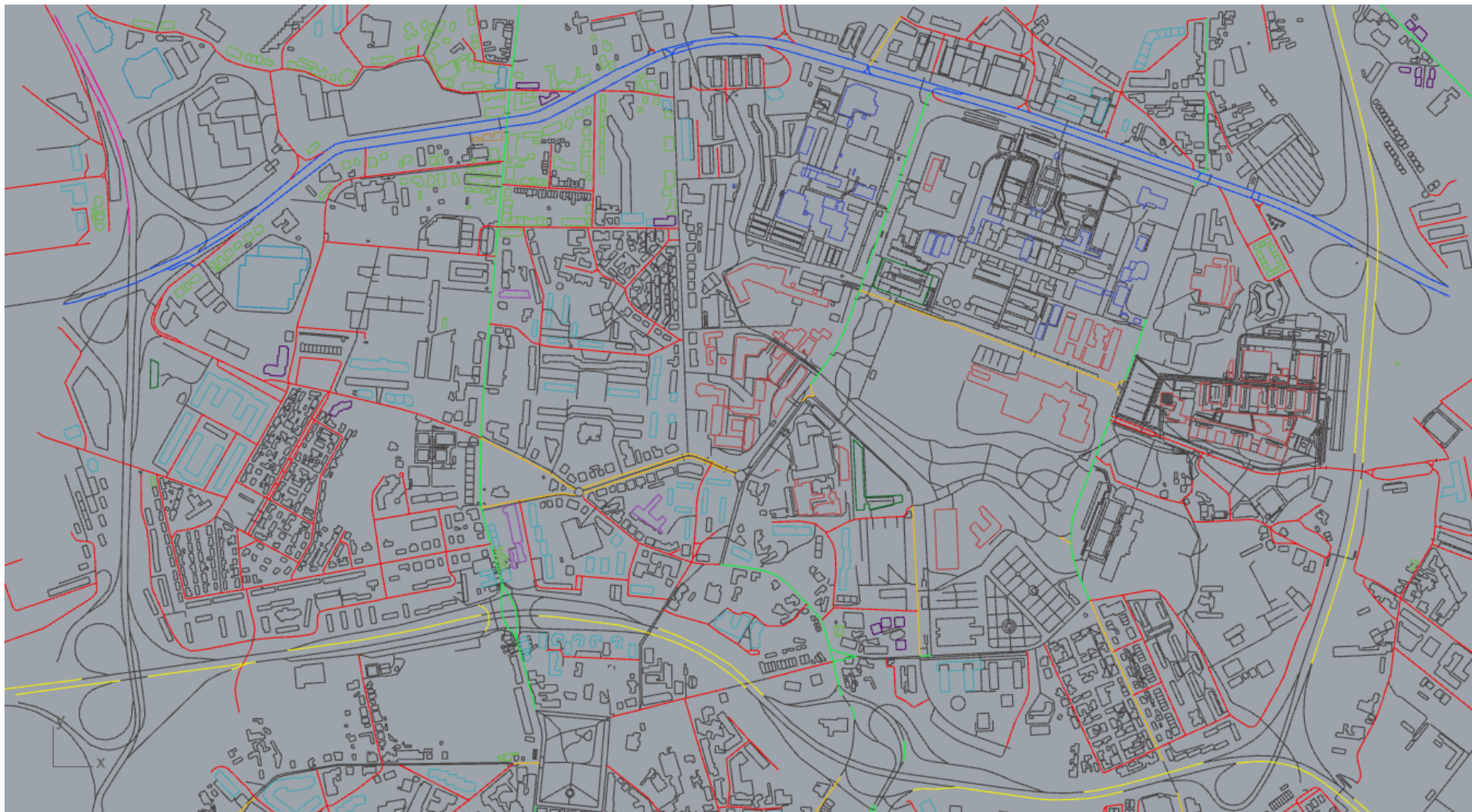
Cartografía Base en 3D



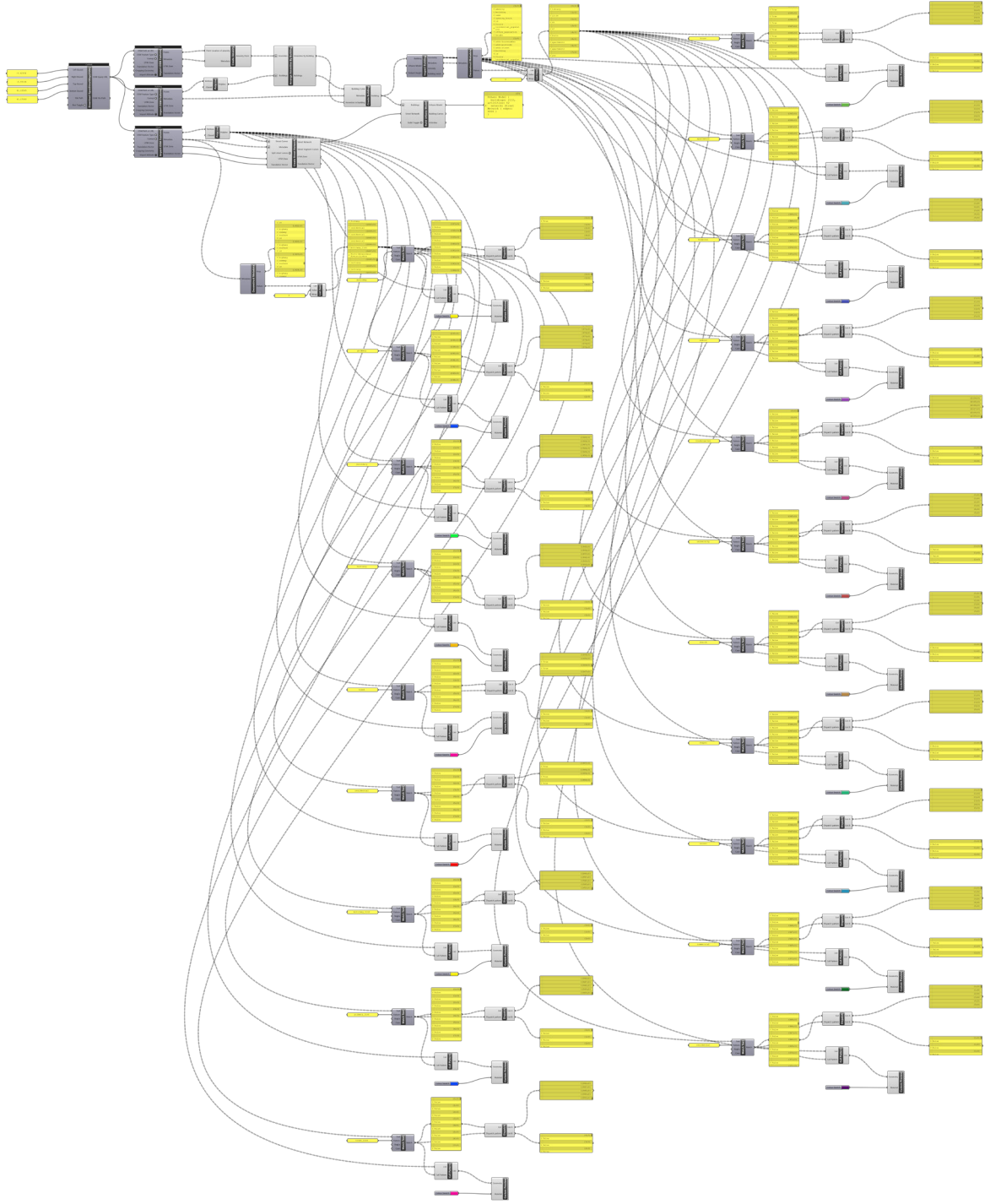
Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper para producir la cartografía base



Vías y servicios



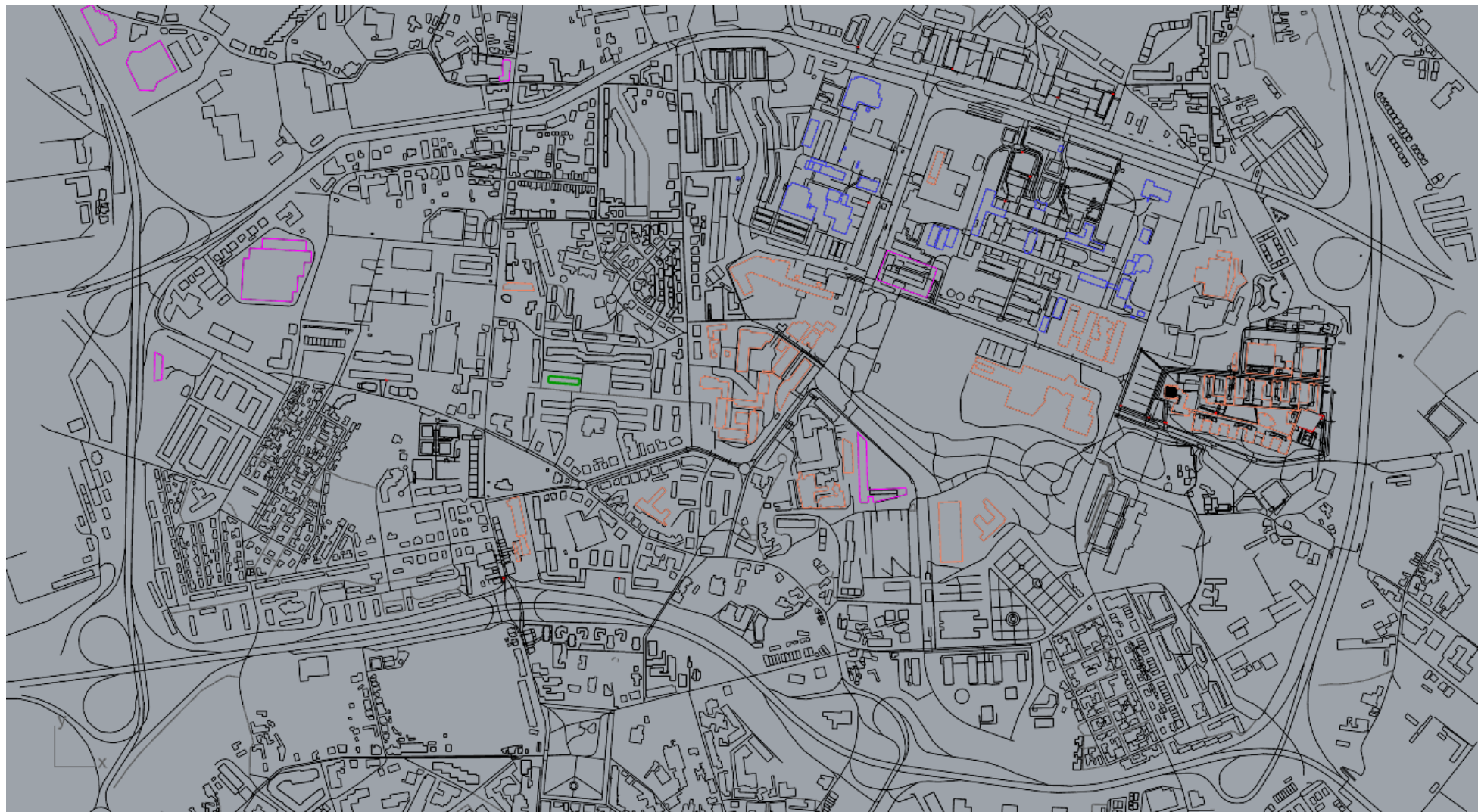
Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper para producir las Vías y Servicios



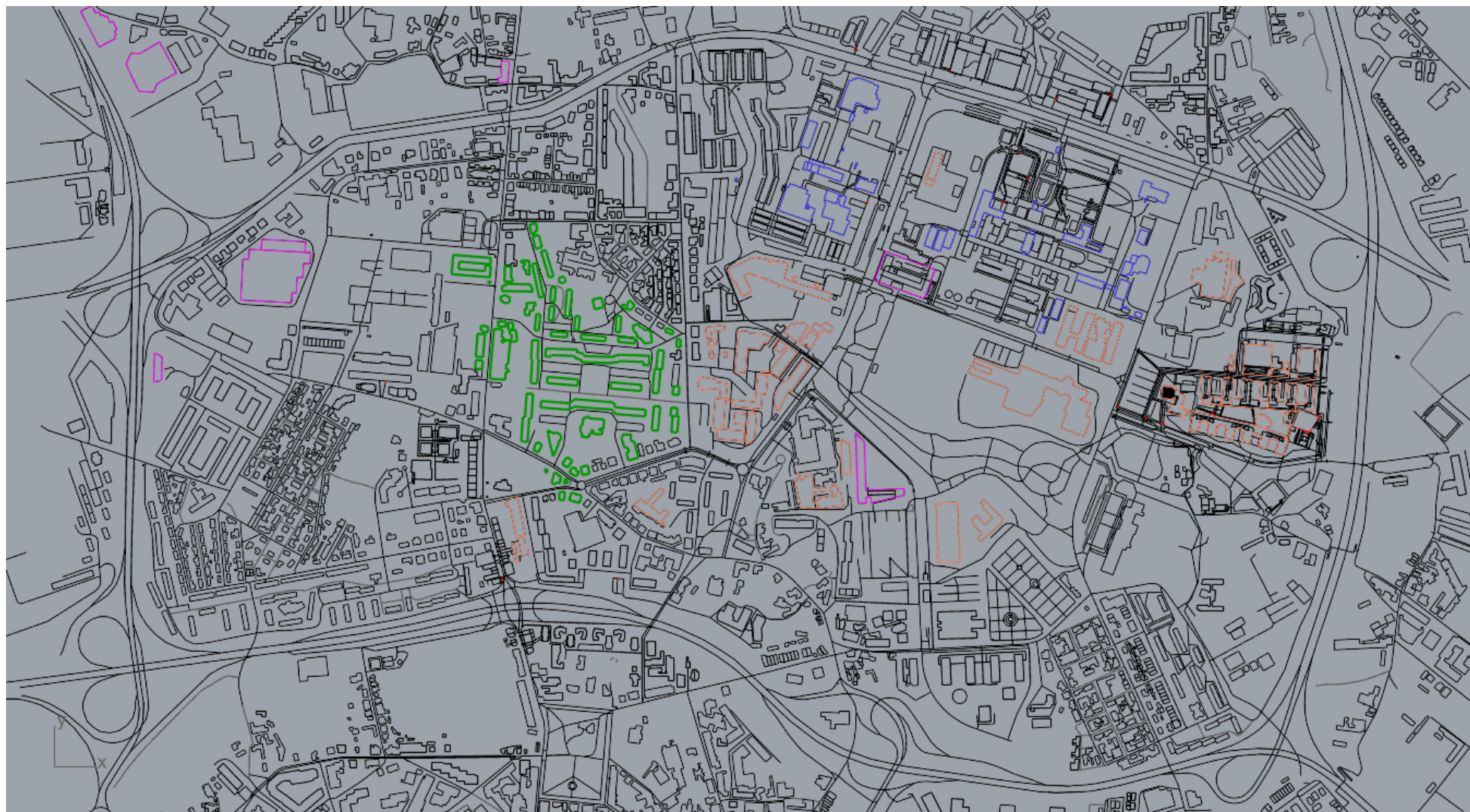
Mapa de los 15 minutos



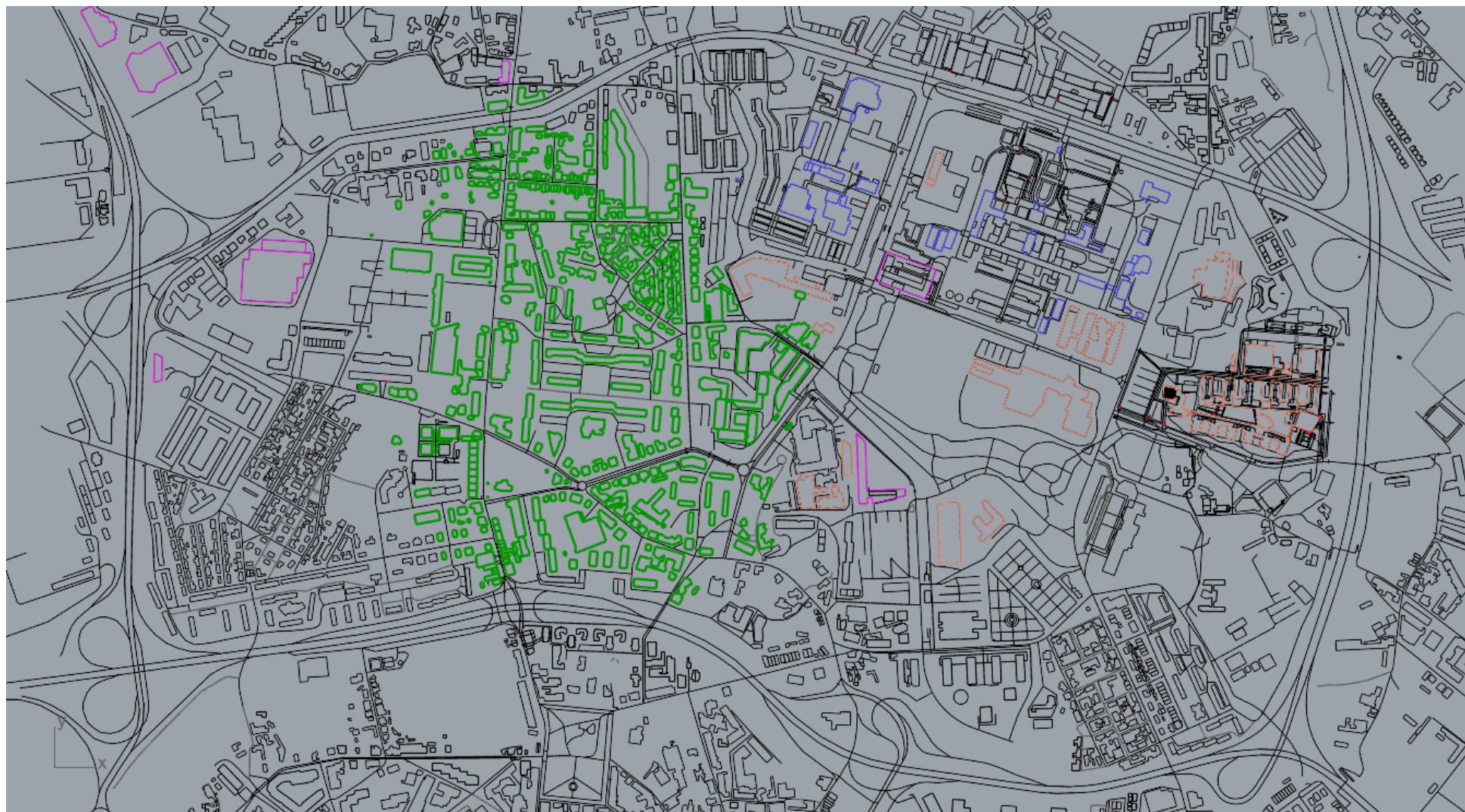
Progresión temporal: mapa de la origen en Rhinoceros



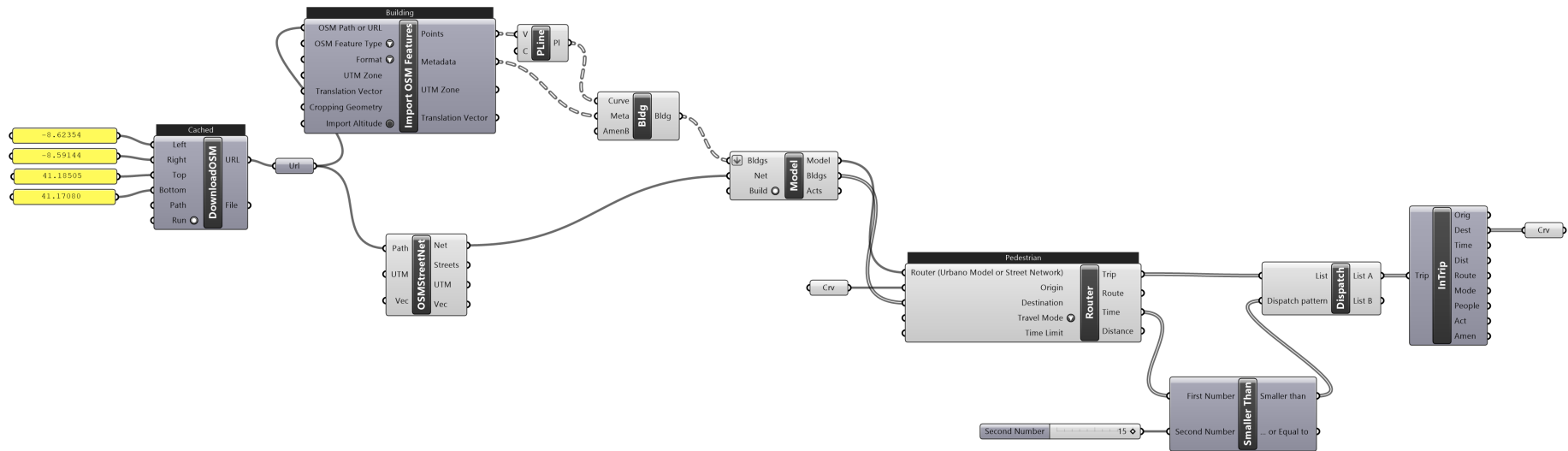
Progresión temporal: mapa de 5 minutos en Rhinoceros



Progresión temporal: mapa de 10 minutos en Rhinoceros



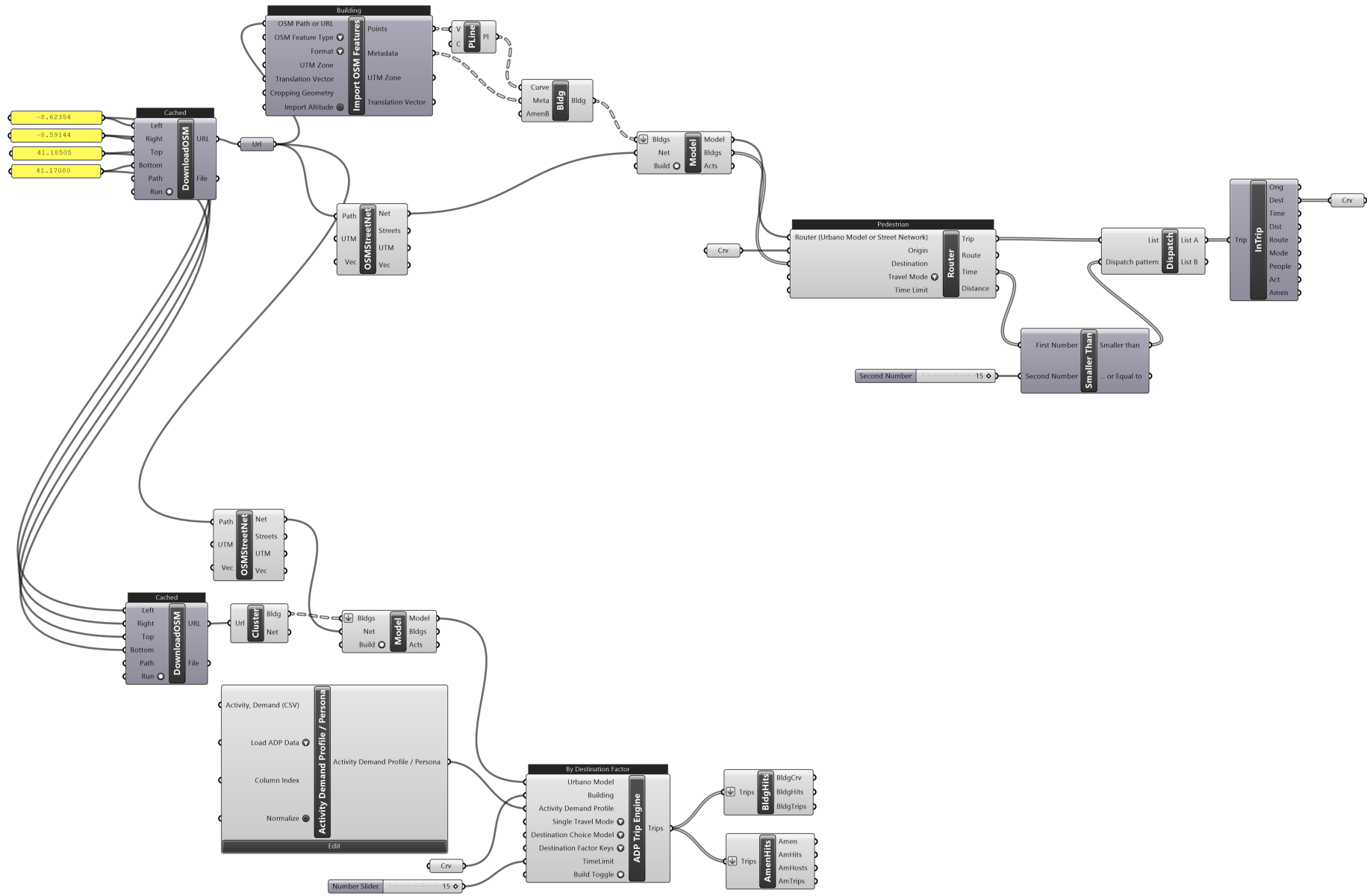
Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper para producir el Mapa de los 15 minutos

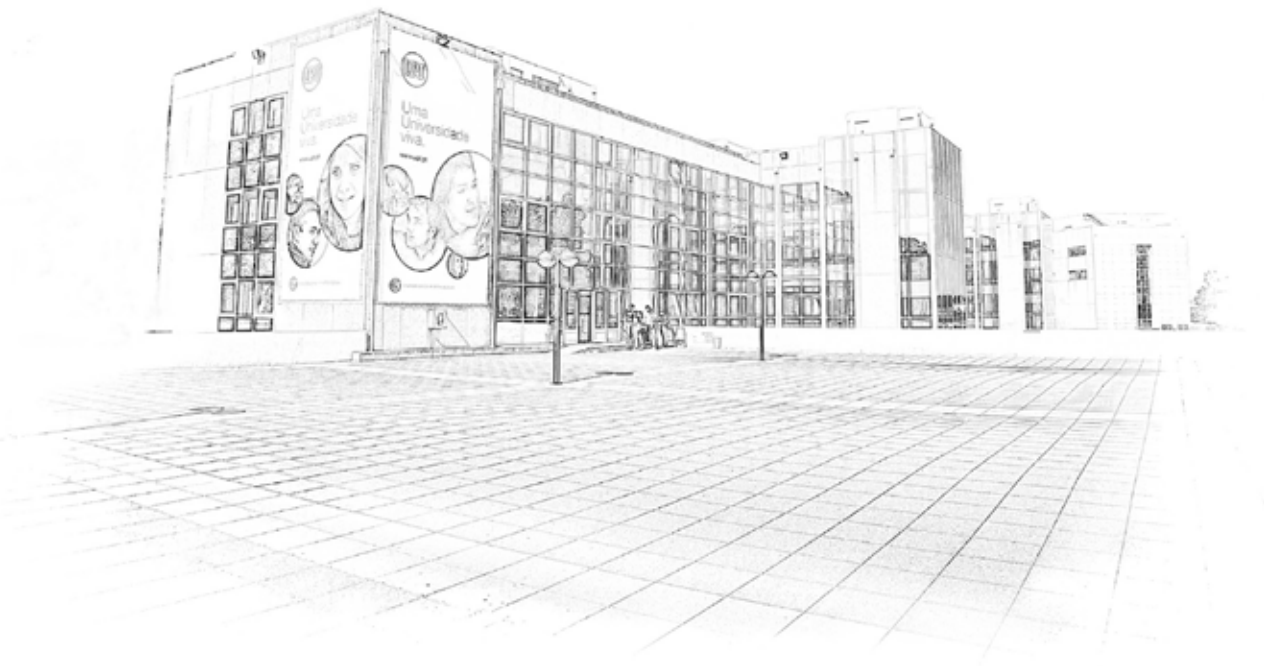


Servicios que el programa determina dentro del espacio de 15 minutos mediante el componente “Activity Demand Profile / Personal”



Diagramas de programación visual realizados en Grasshopper mediante el componente “Activity Demand Profile / Personal”





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