



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos

La ciudad verde como estrategia de desarrollo urbano  
sostenible. Aplicación a las ciudades de Alicante, Valencia  
y Castellón.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

AUTOR/A: Pérez Díaz, Susana Elena

Tutor/a: Gielen, Eric Madeleine Pierre

Cotutor/a: Palencia Jiménez, José Sergio

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



## Agradecimientos:

*A Sergio y Eric por cada oportunidad,*

*A Miralles por abrirme las puertas,*

*A cada una de las personas que han sido camino, canal y puerto en esta aventura en Valencia.*

## La ciudad verde como estrategia de desarrollo urbano sostenible. Análisis de resultados en Alicante, Valencia y Castellón.

### CAST

La Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático, publicada recientemente por la Generalitat Valenciana, plantea la "regla 3-30-300" como estrategia principal para hacer frente a los retos planteados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda Urbana Española (AUE), particularmente el de adaptación y mitigación del cambio climático. La regla 3-30-300 propone 3 árboles a la vista desde el lugar de residencia, trabajo o estudio; 30% de cubierto verde en el barrio; 300 metros de distancia máxima al parque más próximo. Se trata con este Trabajo Final de Máster de cuantificar y evaluar, mediante indicadores específicos construidos a partir de datos públicos y GIS, el grado de cumplimiento de este criterio en el entorno urbano.

El análisis comparado de los resultados obtenidos proporcionará una radiografía del nivel de implantación de la regla 3-30-300 en distintas ciudades y a nivel de barrio. Permitirá además evaluarla en términos de resultados o impactos, positivos o negativos, en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las metas de la Agenda Urbana Española (AUE). Esto último será útil para identificar buenas prácticas y generar aprendizaje beneficioso para la planificación y gestión urbanística de las ciudades, así como la consolidación de la Infraestructura Verde Urbana como estrategia de actuación.

### ENG

Sustainable Urbanization Guide in the Framework of Climate Change, recently published by the Generalitat Valenciana, proposes the "3-30-300 rule" as the main strategy to face the challenges posed by the Sustainable Development Goals (SDG) and the Spanish Urban Agenda (AUE), particularly that of adaptation and mitigation of climate change. The 3-30-300 rule proposes 3 trees visible from the place of residence, work or study; 30% green cover in the neighborhood; 300 meters maximum distance to the nearest park. This Master's Final Project aims to quantify and evaluate, through specific indicators built from public data and GIS, the degree of compliance with this criterion in the urban environment.

The comparative analysis of the results obtained will provide a radiography of the level of implementation of the 3-30-300 rule in different cities and at the neighborhood level. It will also allow it to be evaluated in terms of results or impacts, positive or negative, in relation to the Sustainable Development Goals (SDG) and the goals of the Spanish Urban Agenda (AUE). The latter will be useful to identify good practices and generate beneficial learning for the urban planning and management of cities, as well as the consolidation of Urban Green Infrastructure as an action strategy.

## Índice

1. Introducción.....	1
2. Hipótesis y objetivos .....	5
3. Marco teórico.....	7
El verde urbano.....	7
La Regla 3.30.300 .....	12
Ejemplos de aplicación de la regla 3-30-300 .....	13
La Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático .....	15
Zonas verdes en la normativa actual valenciana .....	18
4. Metodología.....	23
Definición del ámbito.....	23
Esquema metodológico general .....	26
Obtención de datos.....	27
Cuantificación de la Regla 3-30-300.....	38
Evaluación e integración de la regla 3-30-300 a nivel de sección censal.....	42
Correlación con variables socioeconómico-demográficas.....	44
5. Resultados:.....	55
5.1. Representación cartográfica .....	55
5.2. Cuantificación de indicadores 3, 30 y 300 .....	66
5.2.1. Cuantificación a nivel de edificio .....	66
5.2.2. Cuantificación de la Regla a nivel de sección censal.....	77
5.3. Análisis de las variables socioeconómicas y su correlación con el verde urbano.....	92
6. Conclusiones .....	96
Bibliografía .....	98
Anexos.....	101

## Figuras

Figura 1_Metas de ODS y AUE que se relacionan con el verde urbano y su relación entre ellas. (Fuente: Elaboración propia).....	2
Figura 2_Línea de tiempo sobre la planificación del verde urbano. (Adaptado de González, S & Del Caz, M.R. (2024). El verde urbano desde el punto de vista ambiental, social y de la salud: políticas urbanas convergentes. ACE: Architecture, City and Environment, 19(55), 12129.).....	9
Figura 3_Beneficios del verde urbano (Fuente: Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático; adaptado de UNECE (2022) Advancing sustainable urban and peri-urban forestry - a green approach to resilience, health, and green recovery. Policy brief. United Nations Economic Commission for Europe, Forests program, Geneva) .....	10
Figura 4_Regla 3-30-300 (Fuente: Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023). Guia de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático. Valencia).....	13
Figura 5_Panorama de la Regla 3-30-300 en la actualidad (Fuente: Elaboración propia) .....	14
Figura 6_Portada de la Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático. (Fuente: Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023). Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático. Valencia).....	16
Figura 7_Modelo de evaluación de las diferentes estrategias verdes que se manejan en la Guía. (Fuente: Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023). Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático. Valencia).....	17
Figura 8_Ámbito de trabajo: Castellón, Valencia y Alicante. (Comunidad Valenciana, España). (Fuente: Elaboración propia).....	23
Figura 9_Mapa de jerarquía urbana del sistema de ciudades de España, 2010. (Fuente: Blog de Geografía del profesor Juan Martín Martín: La jerarquía urbana del sistema de ciudades de España (blogdegeografiadejuan.blogspot.com).....	24
Figura 10_Ámbito de trabajo: Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia).....	25
Figura 11_Eschema general del flujo de trabajo (Fuente: Elaboración propia). .....	26
Figura 12_Eschema flujo de trabajo obtención de datos (Fuente: Elaboración propia).....	28
Figura 13_Capa de puntos para clasificar los objetos (Fuente: Elaboración propia).....	30
Figura 14_Resultado de la segmentación, cada color se corresponde con el de las clases establecidas (Fuente: Elaboración propia). .....	31
Figura 15_Capa de verde urbano obtenida. Integrada por superficie de árboles y superficie de cobertura no arbórea (Fuente: Elaboración propia).....	32
Figura 16_Capa de puntos regulares espaciados a 6m, en amarillo la selección de los correspondientes a árboles (Fuente: Elaboración propia). .....	33
Figura 17_Capa de los puntos correspondientes a los árboles (Fuente: Elaboración propia). . .....	33
Figura 18_Capa de parques urbanos de la base de datos de ocupación del suelo SIOSE en España a escala 1:25.000 de los años 2005, 2009, 2011 y 2014 (Fuente: Elaboración propia).....	34
Figura 19_Capa de parques urbanos de base de datos de ocupación del suelo SIOSE AR de España de alta resolución del año 2017 (Fuente: Elaboración propia).....	35
Figura 20_SIOSE y SIOSE AR Unidos (SIOSE-unido) (Fuente: Elaboración propia).....	36
Figura 21_Capa resultante de parques urbanos de más de 1ha correspondientes al código 114 del SIOSE-unido (Fuente: Elaboración propia). .....	37
Figura 22_Polígonos (gris) y puntos (negro) de edificios del CATASTRO (Fuente: Elaboración propia).....	38

Figura 23_Esquema flujo de trabajo Cuantificación de la Regla 3-30-300 (1 cumple, 0 n cumple) (Fuente: Elaboración propia).....	39
Figura 24_Síntesis del proceso de obtención de los 3 árboles a la vista desde el lugar de residencia (Fuente: Elaboración propia). ....	40
Figura 25_Síntesis del proceso de obtención del 30% de cobertura vegetal a escala de barrio (Fuente: Elaboración propia).....	41
Figura 26_Síntesis del proceso de obtención de los edificios que tienen un parque urbano como mínimo a 300m de distancia (Fuente: Elaboración propia). ....	42
Figura 27_Esquema flujo de trabajo de la evaluación e integración de la regla 3-30-300 a nivel de sección censal (Fuente: Elaboración propia). ....	43
Figura 28_Análisis de variables socioeconómicas en Castellón_Renta neta media por hogar (Fuente: Elaboración propia).....	46
Figura 29_Análisis de variables socioeconómicas en Castellón_Tamaño medio del hogar (Fuente: Elaboración propia).....	47
Figura 30_Análisis de variables socioeconómicas en Castellón_Edad de la edificación. (Fuente: Elaboración propia).....	48
Figura 31_Análisis de variables socioeconómicas en Valencia_Renta neta media por hogar (Fuente: Elaboración propia).....	49
Figura 32_Análisis de variables socioeconómicas en Valencia_Tamaño medio del hogar (Fuente: Elaboración propia).....	50
Figura 33_Análisis de variables socioeconómicas en Valencia_Edad de la edificación (Fuente: Elaboración propia).....	51
Figura 34_Análisis de variables socioeconómicas en Alicante_Renta neta media por hogar (Fuente: Elaboración propia).....	52
Figura 35_Análisis de variables socioeconómicas en Alicante_Tamaño medio del hogar (Fuente: Elaboración propia).....	53
Figura 36_Análisis de variables socioeconómicas en Alicante_Edad media de la edificación (Fuente: Elaboración propia).....	54
Figura 37_Verde urbano en Castellón (Fuente: Elaboración propia). ....	56
Figura 38_Verde urbano en Valencia (Fuente: Elaboración propia).....	57
Figura 39_Verde urbano en Alicante (Fuente: Elaboración propia). ....	58
Figura 40_Jardín del Turia. Valencia (Fuente: Elaboración propia). ....	60
Figura 41_Mapa Jardín del Turia. Valencia (Fuente: Elaboración propia). ....	61
Figura 42_Parque Monte Tossal. Alicante (Fuente: Elaboración propia). ....	62
Figura 43_Mapa Parque Monte Tossal. Alicante (Fuente: Elaboración propia). ....	63
Figura 44_Parque Ribalta. Castellón (Fuente: Elaboración propia). ....	64
Figura 45_Mapa Parque Ribalta. Castellón (Fuente: Elaboración propia).....	65
Figura 46_Porcentaje de cobertura verde en la ciudad y % de esta que se halla en los parques en Castellón, Valencia y Alicante (Fuente: Elaboración propia). ....	66
Figura 47_Cuantificación de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Castellón a nivel de edificio (distancia media a los 3 árboles más cercano en metros) (Fuente: Elaboración propia). ....	67
Figura 48_Cuantificación de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Castellón a nivel de edificio (porcentaje de superficie verde en un radio de 100 metros) (Fuente: Elaboración propia). ....	68

Figura 49_Cuantificación de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Castellón a nivel de edificio (edificios a menos de 300 metros de un parque (código 114)) (Fuente: Elaboración propia).....	69
Figura 50_Cuantificación de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Valencia a nivel de edificio (distancia media a los 3 árboles más cercano en metros) (Fuente: Elaboración propia).....	70
Figura 51_Cuantificación de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Valencia a nivel de edificio (porcentaje de superficie verde en un radio de 100 metros) (Fuente: Elaboración propia). ....	71
Figura 52_Cuantificación de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Valencia a nivel de edificio (edificios a menos de 300 metros de un parque (código 114)) (Fuente: Elaboración propia).....	72
Figura 53_Cuantificación de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Alicante a nivel de edificio (distancia media a los 3 árboles más cercano en metros) (Fuente: Elaboración propia).....	73
Figura 54_Cuantificación de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Alicante a nivel de edificio (porcentaje de superficie verde en un radio de 100 metros) (Fuente: Elaboración propia). ....	74
Figura 55_Cuantificación de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Alicante a nivel de edificio (edificios a menos de 300 metros de un parque (código 114)) (Fuente: Elaboración propia).....	75
Figura 56_Porcentaje de cumplimiento de la regla a nivel de edificio en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia). ....	76
Figura 57_Porcentaje de cumplimiento de la regla a nivel de sección censal en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia). ....	78
Figura 58_Análisis de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Castellón a nivel de sección censal (Porcentaje edificios que cumplen la regla 3) (Fuente: Elaboración propia).....	80
Figura 59_Análisis de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Castellón a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 30) (Fuente: Elaboración propia).....	81
Figura 60_Análisis de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Castellón a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 300) (Fuente: Elaboración propia).....	82
Figura 61_Análisis agregado de la Regla 3-30-300 en la ciudad de Castellón a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 3-30-300) (Fuente: Elaboración propia). ....	83
Figura 62_Análisis de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Valencia a nivel de sección censal (Porcentaje edificios que cumplen la regla 3) (Fuente: Elaboración propia).....	84
Figura 63_Análisis de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Valencia a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 30) (Fuente: Elaboración propia).....	85
Figura 64_Análisis de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Valencia a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 300) (Fuente: Elaboración propia). ....	86
Figura 65_Análisis agregado de la Regla 3-30-300 en la ciudad de Valencia a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 3-30-300) (Fuente: Elaboración propia). ....	87
Figura 66_Análisis de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Alicante a nivel de sección censal (Porcentaje edificios que cumplen la regla 3) (Fuente: Elaboración propia).....	88
Figura 67_Análisis de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Alicante a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 30) (Fuente: Elaboración propia).....	89
Figura 68_Análisis de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Alicante a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 300) (Fuente: Elaboración propia). ....	90



Figura 69_Análisis agregado de la Regla 3-30-300 en la ciudad de Alicante a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 3-30-300) (Fuente: Elaboración propia). .....	91
--	----

## Tablas

Tabla 1_Criterios de diseño de parque público de red primaria en el caso de municipios de menos de 15.000 habitantes (Fuente: TRLOTUP,2021).....	20
Tabla 2_Fuentes de datos utilizadas (Fuente: Elaboración propia).....	27
Tabla 3_Categorías (Clase), identificador (id) y correspondiente color, definidos para la clasificación de las imágenes basada en objeto (Fuente: Elaboración propia).....	29
Tabla 4_Dimensiones del verde urbano en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia).	55
Tabla 5_Cuantificación de indicadores a nivel de edificio en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia).....	76
Tabla 6_Cuantificación de indicadores a nivel de sección censal en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia). .....	77
Tabla 7_Matriz de correlaciones Castellón. (Fuente: Elaboración propia).....	93
Tabla 8_Matriz de correlaciones Valencia (Fuente: Elaboración propia) .....	93
Tabla 9_Matriz de correlaciones Alicante (Fuente: Elaboración propia).....	94
Tabla 10_Matriz de correlaciones Valencia, Alicante y Castellón juntas (Fuente: Elaboración propia).....	94

## Anexos

Anexo 1_Resumen de los trabajos analizados como ejemplos de aplicación de la regla 3-30-300. (Fuente: Elaboración propia).....	102
--	-----

## 1. Introducción

Según datos de Naciones Unidas (UN-Habitat, 2022) más del 55% de la población mundial vive en áreas urbanas, y se espera que esta cifra aumente a casi el 70% para 2050. El rápido crecimiento de las ciudades ha llevado a una mayor densificación, lo que subraya la necesidad de un diseño urbano que incluya áreas verdes para contrarrestar los efectos negativos de la urbanización intensiva.

En este contexto, el verde urbano se ha vuelto esencial para abordar una serie de desafíos contemporáneos, desde el cambio climático hasta la calidad de vida en las ciudades. La promoción y desarrollo de ciudades más verdes es esencial para construir ciudades más resilientes, saludables y sostenibles en el siglo XXI.

Entre sus principales roles está mejorar la calidad del aire, reducir el calor urbano, el fomento de la biodiversidad, y el control de inundaciones, sin dejar de mencionar su importancia para generar espacios de encuentro y cohesión social, con atractivo paisajístico e interés por la revalorización del suelo que supone. Su incorporación y preservación en los entornos urbanos es esencial para crear ciudades más habitables.

En todos los niveles de gobernanza está reconocida la necesidad de desarrollo territorial estratégico e integral. En el caso del Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo (Unión Europea, 2021), de 24 de junio de 2021, relativo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional y al Fondo de Cohesión, la Comisión Europea aboga por estrategias territoriales integrales también para las zonas urbanas, y referente al verde urbano, centra su objetivo político No.2 en conseguir en el periodo 2021-2027 una Europa más verde y baja en carbono. En este mismo sentido, la recién aprobada Ley de Restauración de la Naturaleza de la UE aboga por el Mantenimiento de los espacios verdes urbanos hasta 2030 y aumento del 5% en 2050, garantizando una superficie de arbolado del 10% en todas las ciudades.

Todos estos documentos, subrayan la importancia de invertir en infraestructuras verdes, incluyendo la conservación de zonas naturales protegidas y medidas para reducir emisiones de gases de efecto invernadero y otras formas de contaminación, todo ello en sinergia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible hacia 2030 y alineado con las acciones propuestas por la Agenda Urbana Española.

En la figura 1 a continuación se articularon las relaciones entre los objetivos estratégicos de la Agenda Urbana Española con los ODS y las metas de la agenda 2030, solo de los que al verde urbano en todas sus dimensiones corresponde.

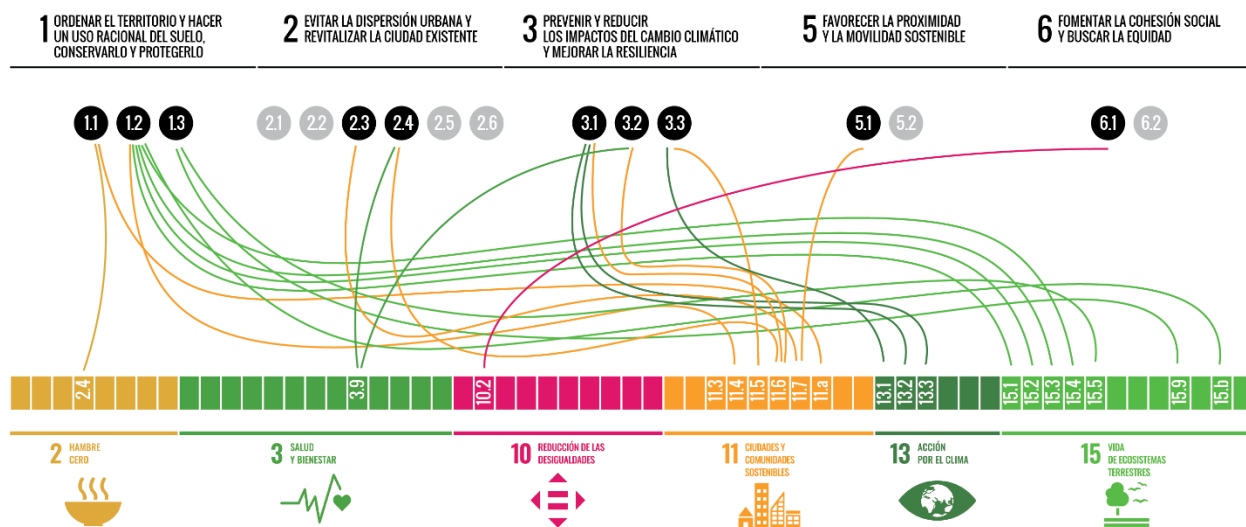


Figura 1\_Metas de ODS y AUE que se relacionan con el verde urbano y su relación entre ellas. (Fuente: Elaboración propia)

En la figura anterior se observa que el verde urbano se halla involucrado de forma transversal en 6 de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU y 5 de los objetivos estratégicos de AUE.

#### Como metas de desarrollo sostenible se incluyen:

**2) Hambre cero: 2.4)** Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra.

**3) Salud y bienestar: 3.9)** Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.

**10) Reducción de las desigualdades: 10.2)** De aquí a 2030, potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición.

**11) Ciudades y comunidades sostenibles: 11.3)** De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países. **11.4)** Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo **11.5)** De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad **11.6)** De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo **11.7)** De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad **11.a)** Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional

**13) Acción por el clima:** **13.1)** Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países **13.2)** Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales **13.3)** Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

**15) Vida de ecosistemas terrestres:** **15.1)** Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales **15.2)** Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial **15.3)** Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo **15.4)** Para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible **15.5)** Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción **15.9)** Para 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad **15.b)** Movilizar un volumen apreciable de recursos procedentes de todas las fuentes y a todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible y proporcionar incentivos adecuados a los países en desarrollo para que promuevan dicha gestión, en particular con miras a la conservación y la reforestación.

En términos generales son las metas relacionadas a la producción de alimentos y las prácticas agrícolas responsables con los ecosistemas; el impacto en la salud al reducir la contaminación de aire, agua y suelo; la reducción de desigualdades y promoción de la equidad al planificar espacios verdes accesibles, vitales y seguros para todos; la gestión participativa y sentido de pertenencia; la protección y conservación del patrimonio cultural y natural; así como la capacidad de adaptación a los riesgos climáticos y desastres naturales, acción frente a la desertificación y protección de la diversidad biológica y hábitats naturales.

Se ve estrechamente relacionado con las metas de la agenda urbana desde el punto de vista de la ordenación del territorio y promoción del uso racional del suelo, su conservación y protección; el desarrollo de modelos urbanos más compactos que garanticen la calidad y accesibilidad de los espacios públicos en busca de la equidad urbana; y la reducción de la contaminación y acción frente al cambio climático que promueve la Agenda Urbana Española.

Bajo este abanico de oportunidades que defiende las estrategias dirigidas a mejorar la condición del verde a escala urbana, Valencia, la tercera ciudad y área metropolitana más poblada de España, ha sido galardonada como Capital Verde Europea 2024 (F.Alonso, 2023), un premio que tiene en cuenta indicadores de sostenibilidad y busca recompensar a las ciudades por su desempeño ambiental y planes de sostenibilidad, así como actuar como un modelo a seguir para otras ciudades. Esta es la segunda ciudad española en ser seleccionada 12 años después de Vitoria Gasteiz.

La Comisión Europea reconoció los logros pasados y actuales de Valencia en áreas como el turismo sostenible, la neutralidad climática y la transición verde inclusiva. La ciudad ha destacado por su extenso sistema de zonas verdes urbanas que incluye el jardín urbano más largo de Europa, el paraje protegido que representa la huerta periurbana, la protección de ecosistemas naturales como las dunas y humedales de la Devesa, que incluye el Parque Natural de la Albufera, y su compromiso con la mejora de la calidad

del aire. Además, la ciudad ha invertido en la movilidad sostenible con una amplia red de carriles para bicicletas y la peatonalización de calles y plazas, ha sido pionera en certificar su huella de carbono turística, apuesta por la tecnología y la digitalización para convertirse en una ciudad inteligente y trabaja en una transición verde justa e inclusiva, lo que la convierte en un referente en políticas de sostenibilidad urbana.

Este reconocimiento no solo implica un premio económico de 600.000 euros para proyectos medioambientales, sino que también posiciona a Valencia como líder en políticas verdes en Europa y atrae inversiones y talento. La ciudad se une a otras capitales verdes europeas en su compromiso con la transición hacia una sociedad más sostenible y con la implementación de medidas alineadas con el Pacto Verde Europeo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

Mientras, en el primer semestre del 2023, la Generalitat Valenciana publicaba la Guía de Urbanización Sostenible (Gielen & Palencia Jiménez, 2023) en el marco del Cambio Climático. La guía plantea lo verde urbano como principal criterio de diseño urbano de la ciudad para hacer frente de los retos planteados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda Urbana Española (AUE) (Gobierno de España - Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2019), particularmente el de adaptación y mitigación del cambio climático. La guía recoge una estrategia verde basada en la regla 3-30-300 propuesta por Konijnendijk (2021) y se fundamenta en la idea de que una ciudad verde debería tener 3 árboles a la vista desde el lugar de residencia, trabajo o estudio; 30% de cubierta verde en el barrio; 300 metros de distancia máxima al parque más próximo.

Basado en estas premisas merece la pena cuestionarse en qué medida las ciudades consolidadas cumplen con la regla 3-30-300, y cuáles son los logros y déficits existentes en la actualidad en torno a lo verde.

Este trabajo ha sido financiado por la Generalitat Valenciana a través de las Subvenciones a Grupos de Investigación Emergentes, dentro del marco del proyecto CIGE/2021/179.

## 2. Hipótesis y objetivos

El análisis del nivel de implantación del verde en los modelos urbanos de las principales ciudades de la Comunidad Valenciana permitirá establecer parámetros comparativos y se podrá evaluar sus necesidades basadas en los criterios de la Guía de Urbanización Sostenible y la regla 3 – 30 – 300. Esta metodología de diagnóstico y los resultados que arrojen podrían servir de base para futuras investigaciones.

Con esta investigación, se busca diseñar una metodología clara, sencilla y reproducible en otras ciudades españolas con datos libres, para cuantificar el nivel de implantación de la regla 3-30-300 en el tejido urbano. Se toma como caso de estudio las capitales provinciales de la Comunidad Valenciana, donde se podrá cuantificar la presencia de verde en estas, analizar y diagnosticar el nivel de implantación de la regla 3-30-300 en el tejido urbano actual y evaluar los resultados conseguidos con su implantación en relación con algunas de las metas de la Agenda Urbana Española.

**Para el alcance de este objetivo principal se definieron varios objetivos específicos:**

1. Realizar la revisión de literatura científica sobre la visión de la regla 3-30-300 y sus estándares en torno a la ciudad verde, sus componentes, resiliencia, sostenibilidad y cambio climático.
2. Realizar la revisión de documentos normativos alrededor del tema a nivel europeo y en la Comunidad Valenciana.
3. Definir una metodología basada en herramientas de Sistemas de Información Geográficas y con datos abiertos para la cuantificación del nivel de implantación de la regla 3-30-300.
4. Determinar el nivel de implantación de lo verde urbano en las tres capitales de provincias de la Comunit at Valenciana.
5. Analizar el nivel de impacto y resultado de esta regla 3-30-300 en términos de vulnerabilidad de la población.

**Como hipótesis de investigación se plantearon las siguientes:**

- Se puede cuantificar con SIG y datos abiertos el nivel de implantación del verde urbano en la ciudad, mediante la regla 3-30-300.
- El nivel de implantación del verde urbano varía según el modelo urbano de cada ciudad y presenta diferencias significativas entre los distintos barrios.
- La morfología urbana influye en el nivel de implantación del verde urbano.
- El nivel de implantación del verde urbano supone ventajas y desventajas comparativas con importantes consecuencias en la vulnerabilidad de la población.

El cumplimiento de estos objetivos permitió diseñar el modelo teórico conceptual que dio paso a la conformación de una metodología de evaluación, el análisis del territorio, y finalmente la elaboración del análisis comparativo entre las ciudades objeto de estudio.

En un primer momento se realizaron recorridos virtuales y fotointerpretación para reconocer y definir el ámbito de estudio de las ciudades escogidas, lo que permitió comprender el carácter del área de estudio, elementos comunes, sus restricciones y potencialidades. La consulta de la Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático, incluido en los productos resultantes de la práctica laboral de la

estudiante en su etapa docente del máster, así como la recopilación de datos abiertos de la Generalitat Valenciana resultó ser crucial para tales fines.

De esta manera queda conformada esta investigación donde a continuación se presentará el Marco teórico conceptual, la metodología de diagnóstico con sus respectivos indicadores de resultados y representación cartográfica. Lo que derivará en la evaluación de estas ciudades con una discusión sobre su situación actual respecto a los parámetros que se aspiran, y su impacto en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las metas de la Agenda Urbana Española (AUE).

### 3. Marco teórico

El verde urbano es objeto de interés, tanto desde la mirada académica como la científica. Muchas han sido las investigaciones que en las últimas décadas se han desarrollado en torno al tema, que demuestran sus beneficios relacionados de forma holística con la mitigación y adaptación al cambio climático, el bienestar social, la salud, y lograr que el desarrollo urbano sea un proceso sostenible y resiliente.

#### El verde urbano

A lo largo de la historia, los espacios verdes han evolucionado significativamente, pasando de simples jardines utilitarios en patios de viviendas a convertirse en extensas áreas públicas destinadas al disfrute y beneficio de todos (García & Pérez, 2019). Desde sus orígenes, estos espacios han desempeñado un papel crucial en la actividad económica y en la seguridad alimentaria de las sociedades urbanas.

En la figura 2 se muestra la línea de tiempo que sintetiza cómo han sido abordados los parámetros para la planificación de espacios verdes a lo largo de los últimos tres siglos, tomando como punto de partida la revolución industrial por suponer el primer gran éxodo del mundo rural al urbano (A.E.Salvo y J.C. García-Verdugo, 1993). Durante la Revolución Industrial, el rápido crecimiento urbano y las condiciones insalubres asociadas a la contaminación y falta de higiene demandaron la creación de áreas que mejoraran la calidad del aire y proporcionaran espacios de ocio.

La evolución del concepto de verde urbano desde el Higienismo hasta la actual era Postcovid 19, destaca distintos enfoques y objetivos a lo largo de los años (González, 2024). En la etapa del Higienismo, durante la segunda mitad de siglo XIX y principios del XX, se promovió la creación de espacios verdes para mejorar la insalubridad ambiental de las ciudades. La tratadística alemana recomendaba 10 hectáreas de verde urbano por cada 50,000 habitantes. Se incorporaron paseos arbolados y bulevares en proyectos de ensanche y crecimiento urbano, inspirados por urbanistas como Cerdá y Unwin. Además, se establecieron zonas protectoras forestales en la periferia urbana y parques distribuidos en el tejido urbano para garantizar la circulación del aire proveniente del campo, conocido como el movimiento de parques. Wagner, en 1915, abogó por que los espacios verdes estuvieran a menos de 15 minutos andando para los ciudadanos. También se definieron tipologías de bulevares y una jerarquía de espacios verdes según áreas funcionales, siguiendo las ideas de Cerdá en 1860. Se promovieron parques con usos mixtos, flexibles e informales, como el Central Park de 1857, y con funciones educativas en ciudades europeas entre 1880 y 1910. Finalmente, se buscó contener el crecimiento urbano mediante cinturones verdes. (González, 2024)

En el periodo del Funcionalismo, que abarcó la primera mitad del siglo XX, el verde urbano se consideró esencial para proporcionar espacios de ocio colectivo y cumplir con estándares. Se promovió la idea del verde como un tapiz continuo, según "La ciudad en el verde" de la Carta de Atenas. La primera Ley del Suelo española de 1956 reguló que más del 10% de la superficie de cada polígono se destinara a espacios libres. Además, se definió una jerarquía de espacios verdes sin especificar distancias, distribuyéndolos en el entorno de la vivienda, la región y el país, como se describió en la Carta de Atenas de 1942. Se insistió en la equidistribución de espacios verdes con tiempos de acceso no superiores a 10-15 minutos, una idea promovida por el Institute of Landscape Architects en 1929. Los espacios verdes se clasificaron según su



utilidad y frecuencia de uso: de proximidad, accesibles desde la periferia y elementos de esparcimiento a mayor distancia y uso más infrecuente. (González, 2024)

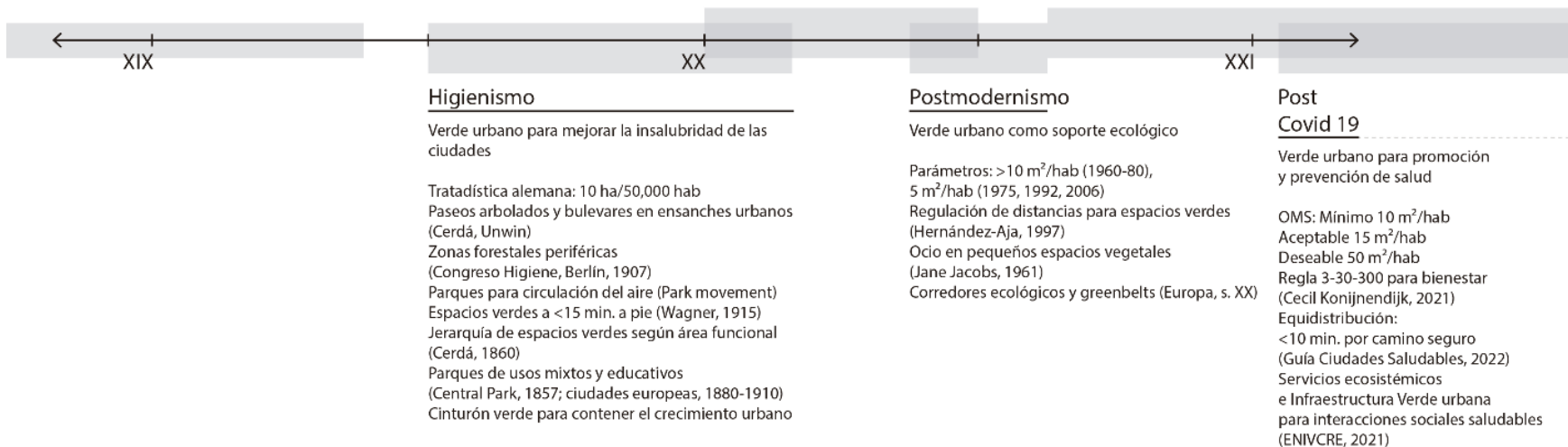
Durante el Postmodernismo, que abarcó fundamentalmente los años 50, 60 y 70 del siglo XX, el verde urbano se entendió como un soporte natural del ecosistema, destacando el desarrollo de estándares. Se establecieron parámetros como más de 10 m<sup>2</sup> de espacio verde por habitante en ciudades europeas entre 1960 y 1980, y 5 m<sup>2</sup>/hab según las leyes del suelo de 1975, 1992 y 2006. En 1978, se definieron valores mínimos de reserva según tipos de zonas verdes, y en 1997 se regularon las distancias para diferentes tipos de espacios verdes de proximidad. Jane Jacobs, en 1961, subrayó el potencial de ocio de pequeños espacios libres asociados a elementos vegetales. Se promovieron corredores ecológicos y cuñas verdes como sistemas de relación entre espacios verdes periurbanos e interiores, derivados del concepto de greenbelt, muy utilizado en Europa en la segunda mitad del siglo XX. (González, 2024)

En la etapa de la Sostenibilidad, que comienza aproximadamente en los años 80 del siglo XX hasta la actualidad, el verde urbano se consideró una estrategia para la sostenibilidad de la ciudad y la mejora del entorno ambiental. Se incluyó el verde periurbano en el cómputo de reservas, adoptando criterios ecológicos que promueven la biodiversidad. Se estableció un mínimo de 10 m<sup>2</sup> de espacio verde por habitante (Rueda, 2011), con 140 m<sup>2</sup> por habitante en bosques suburbanos (Sukopp, 1991). Se promovió el arbolado para mejorar el medioambiente urbano y la biodiversidad, incluyendo buffer zones (Spirn, 1984), y se fijaron coberturas de dosel vegetal del 25% (Maco y McPherson, 2002) y un mínimo del 20% (UFWACN, 2018). Se implementaron medidas de distribución y accesibilidad, estableciendo tiempos de acceso caminando de aproximadamente 15 minutos o 900-1000 metros de distancia y una distancia de 300 metros como medida de accesibilidad universal (Calaza, 2019).. Se priorizó la preservación de procesos y flujos naturales previos (Hough, 1998) y se adoptó el sistema paisajístico patch-corridor-matrix (Forman, 1995) Además, nació el concepto de infraestructura verde urbana (Benedict y McMahon, 2006). (González, 2024)

Mientras que en la era Postcovid 19, desde el año 2020 hasta la actualidad, el verde urbano se ha orientado hacia la promoción y prevención de la salud ciudadana. La OMS recomendó una reserva mínima de 10 m<sup>2</sup> de espacio verde por habitante, siendo aceptable 15 m<sup>2</sup> y deseable 50 m<sup>2</sup>. La regla 3-30-300, propuesta por Cecil Konijnendijk en 2021, se implementó para mejorar la salud y la calidad ambiental. Igualmente se enfatizó la equidistribución de espacios verdes considerando las capacidades de acceso de diferentes usuarios, asegurando un tiempo de acceso menor a 10 minutos por un camino seguro y sin barreras arquitectónicas (Fariña et al., 2022). Los servicios ecosistémicos, la conectividad ecológica y la infraestructura verde urbana se reconocieron por su contribución a interacciones sociales saludables. (González, 2024)

# VERDE URBANO

Revolución industrial



## Sostenibilidad

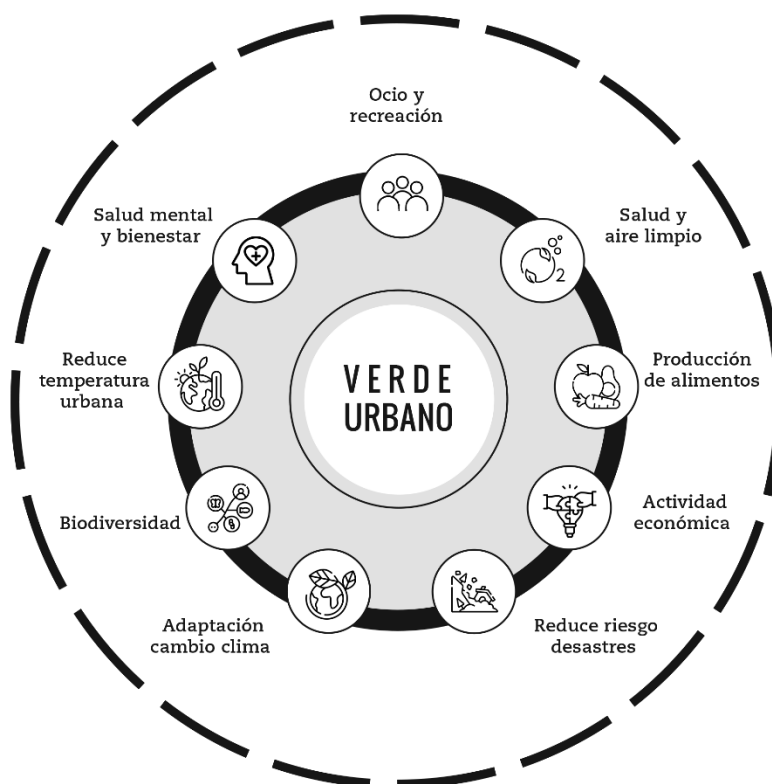
Verde urbano para sostenibilidad y mejora ambiental

Verde periurbano incluido en reservas, criterios ecológicos  
 Parámetros: mínimo 10 m<sup>2</sup>/hab (Rueda, 2011), 140 m<sup>2</sup>/hab en bosques suburbanos (Sukopp, 1992)  
 Cobertura de dosel vegetal: 25% (Maco y McPherson, 2002), mínimo 20% (UFWACN, 2018)  
 Accesibilidad: 15 min./900-1000m (AEMA, Natural England, EC Indicator), 300m como accesibilidad universal (Guía IV municipal, 2019)  
 Preservación de procesos naturales (McHarg 1969, Hough, 1998)  
 Infraestructura verde urbana (Benedict y McMahon, 2006)

Figura 2\_Línea de tiempo sobre la planificación del verde urbano. (Adaptado de González, S & Del Caz, M.R. (2024). El verde urbano desde el punto de vista ambiental, social y de la salud: políticas urbanas convergentes. ACE: Architecture, City and Environment, 19(55), 12129.)

El verde urbano contribuye tanto a la mejora de la calidad del aire como al bienestar psicológico de las personas al ofrecer espacios de recreación y contacto con la naturaleza. Los huertos urbanos y los espacios de agricultura urbana no solo ayudan a abastecer de alimentos frescos a la población local, sino que también promueven la autosuficiencia alimentaria y la resiliencia urbana frente a crisis alimentarias externas. Además de sus funciones económicas y en la mejora de la calidad de vida, los espacios verdes urbanos desempeñan un papel crucial en la mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático (Röbbel, s.f.). Actúan como reguladores naturales de la temperatura urbana, reduciendo el efecto de isla de calor y mejorando el confort térmico. Contribuyen a la gestión sostenible del agua y a la conservación de la biodiversidad urbana, proporcionando hábitats para la fauna y flora local.

El resumen de políticas de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE (2022)) resalta una serie de beneficios clave del verde urbano que son fundamentales para la resiliencia y el bienestar de las ciudades contemporáneas. Estos beneficios se pueden sintetizar en varias áreas principales (figura 3), cada una abordando diferentes aspectos de la vida urbana y las necesidades de sus habitantes.



*Figura 3\_Beneficios del verde urbano (Fuente: Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático; adaptado de UNECE (2022) Advancing sustainable urban and peri-urban forestry - a green approach to resilience, health, and green recovery. Policy brief. United Nations Economic Commission for Europe, Forests program, Geneva)*

En primer lugar, el verde urbano contribuye significativamente a la salud física y mental de los ciudadanos. La presencia de árboles, parques y otros espacios verdes ofrece oportunidades para el ejercicio, la recreación y la relajación, lo que a su vez reduce el estrés y mejora la salud mental. Los estudios han demostrado que las personas que viven en áreas con un buen acceso a espacios verdes disfrutan de una mejor calidad de vida y bienestar general. Por ejemplo, la posibilidad de ver árboles desde la ventana o

tener un parque cercano puede mejorar notablemente la percepción de la salud y el estado emocional de las personas (UNECE, 2021).

Además, los espacios verdes urbanos tienen un impacto positivo en la calidad del aire. La vegetación ayuda a filtrar los contaminantes atmosféricos, como las partículas finas y el ozono troposférico, reduciendo así los riesgos asociados con la contaminación del aire. Esto no solo mejora la salud respiratoria de los residentes urbanos, sino que también puede reducir la mortalidad relacionada con la contaminación. Las estimaciones indican que una mejor gestión de los espacios verdes podría evitar decenas de miles de muertes prematuras cada año en ciudades europeas (UNECE, 2021).

El verde urbano también juega un papel crucial en la mitigación del cambio climático. Los árboles y otras plantas urbanas contribuyen a la reducción del efecto isla de calor urbano, proporcionando sombra y liberando humedad al ambiente. Esto ayuda a moderar las temperaturas extremas y reduce la necesidad de aire acondicionado, lo que a su vez disminuye el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. En consecuencia, las ciudades pueden volverse más sostenibles y resistentes frente al calentamiento global (UNECE, 2021).

Otro aspecto fundamental es la resiliencia urbana frente a desastres naturales. Los espacios verdes pueden actuar como barreras naturales contra inundaciones y deslizamientos de tierra, absorbiendo el exceso de agua durante eventos de precipitación extrema. La vegetación también estabiliza el suelo y reduce la erosión, protegiendo infraestructuras y propiedades. En el contexto del cambio climático, donde se espera que estos eventos sean más frecuentes y severos, la silvicultura urbana y periurbana se convierte en una estrategia vital para la adaptación y la mitigación de riesgos (UNECE, 2021).

Asimismo, el verde urbano fomenta la cohesión social y el desarrollo comunitario. Los parques, jardines comunitarios y otros espacios verdes proporcionan lugares de encuentro donde las personas pueden socializar y participar en actividades comunitarias. Esto fortalece los lazos sociales y promueve un sentido de pertenencia y comunidad. Además, los espacios verdes inclusivos y accesibles para todos los segmentos de la población contribuyen a la equidad social y mejoran la calidad de vida de todos los ciudadanos, independientemente de su origen o situación socioeconómica (UNECE, 2021).

La importancia de los espacios verdes urbanos está incluida explícitamente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. El Objetivo 11, meta 11.7, exige el acceso universal a espacios verdes y públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para mujeres y niños, personas mayores y personas con discapacidad. Sin embargo, se necesita un progreso significativo para alcanzar este objetivo, ya que actualmente sólo alrededor del 47% de la población mundial vive a poca distancia de espacios públicos abiertos. (UNECE, 2021)

En el contexto actual, la planificación urbana moderna reconoce la importancia estratégica de los espacios verdes como infraestructura verde. En 2013, la Unión Europea definió la infraestructura verde como “una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos” (Unión Europea, 2013). Esta visión se refleja también en la Agenda Urbana Española que propone integrar la infraestructura verde en la planificación urbana y territorial, plantea además que las soluciones basadas en la naturaleza resuelven problemas urbanos que van más allá de preservar la biodiversidad. Esto incluye en sus apartados el tratamiento de los problemas relacionados con las inundaciones y las islas de calor, la lucha contra el cambio climático, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y el ocio y disfrute

ciudadano de esos espacios. Por su parte, la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana define la infraestructura verde como "un recurso proyectual imprescindible para lograr un diseño eficiente en el territorio, cuyos objetivos son mantener sus funciones ecológicas, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y guiar el crecimiento futuro de la ciudad" (GVA, Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana, 2011) .

La silvicultura urbana y periurbana, que se centran en bosques y árboles como componentes clave de los espacios verdes urbanos, ha ganado notable atención como una estrategia para hacer las ciudades más verdes en los últimos años. Según (UNECE, 2021), la silvicultura urbana y periurbana puede ser una solución basada en la naturaleza que integra árboles en estructuras y espacios verdes urbanos y periurbanos, conectando una red de espacios verdes y azules (lagos, ríos y humedales) para maximizar los servicios ecosistémicos. Este enfoque reconoce las áreas urbanas como sistemas socioecológicos que, con árboles y vegetación, pueden ser más resilientes al cambio climático. No se limita a ecosistemas forestales, sino que también incluye árboles en calles, parques, jardines y otros sitios urbanos. Los bosques urbanos y periurbanos proporcionan servicios esenciales como la protección del agua potable, el secuestro de carbono y la provisión de espacios recreativos.

Para lograr éxito, la silvicultura urbana y periurbana debe centrarse en la gestión sostenible de los recursos forestales y en la continua provisión de servicios ecosistémicos para las generaciones actuales y futuras. Además, debe optimizar los beneficios para las comunidades locales mientras minimiza los posibles aspectos negativos, como la exposición a alérgenos y el riesgo de delincuencia. Este enfoque coloca a los espacios verdes como uno de los ejes estratégicos de la planificación urbana y territorial, permitiendo abordar de manera integral los desafíos ambientales, sociales y urbanísticos. La gestión efectiva de estos espacios depende de diversos factores, y se diseñan parámetros para orientar el cumplimiento de las agendas gubernamentales tanto a nivel regional como local.

### La Regla 3.30.300

La regla 3-30-300 es un criterio de actuación sencillo y fácilmente aplicable a la planificación urbana, diseñada para maximizar los beneficios que aportan árboles y espacios verdes en general en entornos urbanos. En la figura 4 se muestra la síntesis de su concepto, esta establece que todas las personas deberían poder ver al menos tres árboles desde su hogar o lugar de trabajo, que cada barrio debe tener un 30% de cobertura verde, y que la distancia máxima a una zona verde no debe superar los 300 metros.

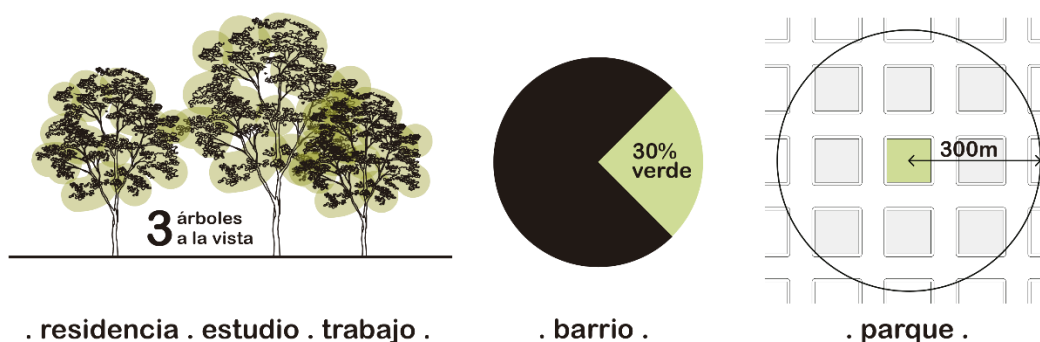


Figura 4\_Regla 3-30-300 (Fuente: Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023). *Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático*. Valencia)

En su artículo "Directrices basadas en evidencia para vecindarios más verdes, saludables y resilientes: introducción de la regla 3-30-300", publicado en *Journal of Forestry Research* en agosto de 2022, Cecil Konijnendijk (2022) explica que la presencia de al menos tres árboles a la vista desde el hogar o lugar de trabajo contribuye significativamente al bienestar psicológico y la reducción del estrés. La simple visualización de la naturaleza se asocia con mejoras en la salud mental y una mayor relación positiva con el entorno urbano. La cobertura verde del 30% en cada barrio ayuda a reducir las temperaturas urbanas, mejora la calidad del aire y proporciona hábitats para la biodiversidad, además de fomentar la actividad física y social al ofrecer espacios agradables para caminar y reunirse. Tener una zona verde a no más de 300 metros de distancia asegura que todos los residentes tengan fácil acceso a espacios naturales para el ocio, la recreación y el ejercicio, lo cual es crucial para la salud física y mental.

Explica que el número específico '3' no está respaldado por evidencia científica, pero fue elegido para conectarse con los números 30 y 300 desde una perspectiva de comunicación y pregnancia.

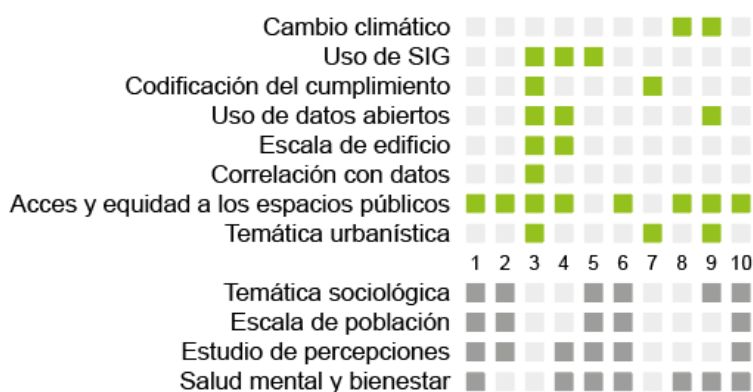
Implementar la regla 3-30-300 es fundamental para el desarrollo sostenible de las ciudades: Promueve el bienestar físico y mental de los ciudadanos al proporcionar un acceso equitativo a la naturaleza, aumenta la presencia de árboles y otras formas de vegetación apoyando los ecosistemas urbanos, contribuye a la reducción de la isla de calor urbana y mejora la resiliencia de las ciudades ante eventos climáticos extremos. Además, esta regla proporciona un marco sencillo para evaluar y comparar los esfuerzos de silvicultura urbana entre diferentes ciudades y países.

No solo proporciona un marco claro y simple para mejorar la calidad de vida urbana, sino que también promueve una mayor conciencia y acción sobre la importancia de los espacios verdes en nuestras ciudades. Facilita la implementación y el seguimiento de políticas urbanas verdes, así como la comparación y monitoreo de estos esfuerzos a nivel global.

### Ejemplos de aplicación de la regla 3-30-300

La regla 3-30-300 ha sido propuesta como una herramienta para abordar los desafíos de sostenibilidad urbana y cambio climático, y se ha discutido ampliamente en varios estudios. A continuación, se presenta un análisis comparativo de los estudios más relevantes, incluyendo sus similitudes y diferencias, así como una discusión sobre la validez, pertinencia y utilidad de esta regla.

Para realizar este análisis, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en ResearchGate. Se localizaron estudios que trataran de alguna forma la regla 3-30-300, encontrando un número limitado de publicaciones debido a que esta es una regla relativamente reciente, puesta sobre la mesa en los últimos años. En total, se identificaron 15 trabajos iniciales, de los cuales se descartaron 5 porque no cumplían con los criterios de relevancia, metodología clara o enfoque específico en la regla 3-30-300. Finalmente, se analizaron 10 estudios recientes, publicados entre los últimos meses de 2023 y 2024, todos ellos con un enfoque sociológico y utilizando los parámetros de la regla como justificación para promover, analizar o evaluar el acceso equitativo a los espacios verdes urbanos. En el Anexo 1 se muestra una tabla con un resumen de los trabajos analizados, organizada destacando palabras clave, resumen, método y resultados. En la figura 5 se sintetizan los enfoques principales de cada uno, para entender los puntos coincidentes y no coincidentes con el enfoque que promueve la presente investigación (marcado en verde y gris, respectivamente).



1) (Grigsby-Toussaint et al., 2024)

2) (Koeser et al., 2024)

3) (Croeser et al., 2024)

4) (Browning et al., 2024)

5) (Nieuwenhuijsen et al., 2022)

6) (Li et al., 2024)

7) (Manyahuilca Gutierrez et al., 2023)

8) (Konijnendijk, 2021)

9) (Konijnendijk, 2022)

10) (Zheng et al., 2024)

Figura 5\_Panorama de la Regla 3-30-300 en la actualidad (Fuente: Elaboración propia)

Los 10 trabajos consultados coinciden con el análisis propuesto en emplear los indicadores de la regla y datos públicos para evaluar el nivel de implementación, a la vez que se utiliza la evaluación de impacto como una metodología clave para entender los beneficios y desafíos de la situación esperada, así como la métrica de la codificación para definir el cumplimiento del estándar que se define.

Utilizan en sus análisis, encuestas y estudios transversales como método de recopilación y análisis de datos: (Grigsby-Toussaint et al., 2024)(Koeser et al., 2024)(Browning et al., 2024)(Nieuwenhuijsen et al., 2022)(Li et al., 2024)(Zheng et al., 2024).

Se correlacionan con datos de salud para demostrar el impacto que tiene en la salud mental y en poblaciones vulnerables como niños y ancianos: (Grigsby-Toussaint et al., 2024)(Browning et al., 2024)(Nieuwenhuijsen et al., 2022)(Li et al., 2024)(Konijnendijk, 2021)(Konijnendijk, 2022)(Zheng et al., 2024)

Sin embargo, al igual que en la presente investigación, los análisis se basan más en la teledetección y GIS para cuantificar la presencia de verde urbano: (Croeser et al., 2024)(Browning et al., 2024)(Nieuwenhuijsen et al., 2022)

### La Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático

En el primer semestre de 2023 fue presentada por la Generalitat Valenciana la Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático (en lo adelante "La Guía") (figura 6), con el objetivo de conseguir ciudades valencianas más eficientes y totalmente sostenibles. La Guía ofrece a los responsables municipales, arquitectos, ingenieros y urbanistas una herramienta efectiva para luchar contra el cambio climático desde la óptica de la planificación y urbanización de nuestras ciudades. (Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023)

La Guía reafirma la postura de Valencia sobre la necesidad de verde urbano, mencionando la importancia de transformar las ciudades en espacios resilientes mediante la integración de infraestructuras verdes y soluciones basadas en la naturaleza, como la recuperación ecológica de los ríos y ramblas de la Comunitat. La Agenda Urbana Valenciana establece la "Resiliencia frente al cambio climático e Infraestructura Verde" como un objetivo estratégico dentro del bloque temático de territorio y ciudad.

Asimismo, la Guía fundamenta la introducción de áreas verdes y soluciones basadas en la naturaleza mediante la regla 3-30-300, que promueve ciudades más eficientes, permeables, sociables y saludables. Se utiliza como estándar para introducir vegetación en la ciudad y se basa en tres variables fundamentales: el verde urbano, que incluye arbolado y cobertura vegetal; la accesibilidad a este; y el área urbanizada, ocupación del suelo, tipología edificatoria y alturas.





Figura 6\_ Portada de la Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático. (Fuente: Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023). Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático. Valencia)

Referente a los árboles, la guía propone pautas para su ubicación efectiva, con énfasis en parcelas privadas y espacios públicos. Se destaca la importancia de especies autóctonas y la consulta de guías de diseño urbano. Mientras que en lo que se refiere a la incorporación de áreas verdes en entornos urbanos y con el propósito de alcanzar un 30% de cobertura verde en los barrios, se proponen soluciones vegetadas tanto en el espacio público como en parcelas privadas, incluyendo la naturalización de calles y plazas, uso de árboles y vegetación en edificaciones, y la proximidad de zonas verdes a la población.

Se resalta la importancia de diseñar y gestionar el espacio público de manera sostenible en áreas urbanas. Se propone la jerarquización del viario, la incorporación de vegetación y estructuras de sombra, así como la regulación de actividades comerciales y ocupación peatonal. Se aborda la movilidad urbana sostenible como parte integral de la lucha contra el cambio climático. Se destaca la necesidad de coordinación entre urbanismo y movilidad, promoviendo ciudades compactas y acciones específicas como el fomento del transporte público eficiente y la integración de redes peatonales y ciclistas.

Esta regla promueve la introducción de áreas verdes y vegetación en desarrollos urbanos de manera sostenible, incluyendo la plantación de árboles, espacios ajardinados y techos verdes en áreas urbanas.

En suelo urbano consolidado, donde el tejido urbano ya está establecido, las posibilidades para introducir vegetación son limitadas. Por lo que sugiere priorizar estrategias como la plantación de árboles, zonas

ajardinadas, césped, fachadas y techos verdes en parcelas y áreas públicas. Se destaca la oportunidad de aprovechar procesos de regeneración urbana para maximizar la introducción de áreas verdes.

En suelo urbanizable pendiente de desarrollo, se considera factible aplicar la regla 3-30-300. Se discute la proporción de cubierta verde requerida según la legislación vigente, y se exploran estrategias de actuación como la incorporación de cubierta verde en parcelas (P), viario (V) o una estrategia mixta (P/V). La implementación de la regla dependerá de la proporción entre zonas verdes y equipamiento en el sector. En la figura 7 se muestra un esquema del modelo de evaluación de las diferentes estrategias verdes que se presenta en la Guía, donde compara la superficie mínima de zona verde obtenida con la exigencia del 30% de la regla 3-30-300 y calcula el déficit según distintos escenarios de reparto del suelo dotacional. Se evalúan estrategias para cubrir el déficit y se concluye que la aplicación de la regla es una medida viable y efectiva para promover la sostenibilidad urbana, adaptándose a diversos contextos y tipologías edificatorias.

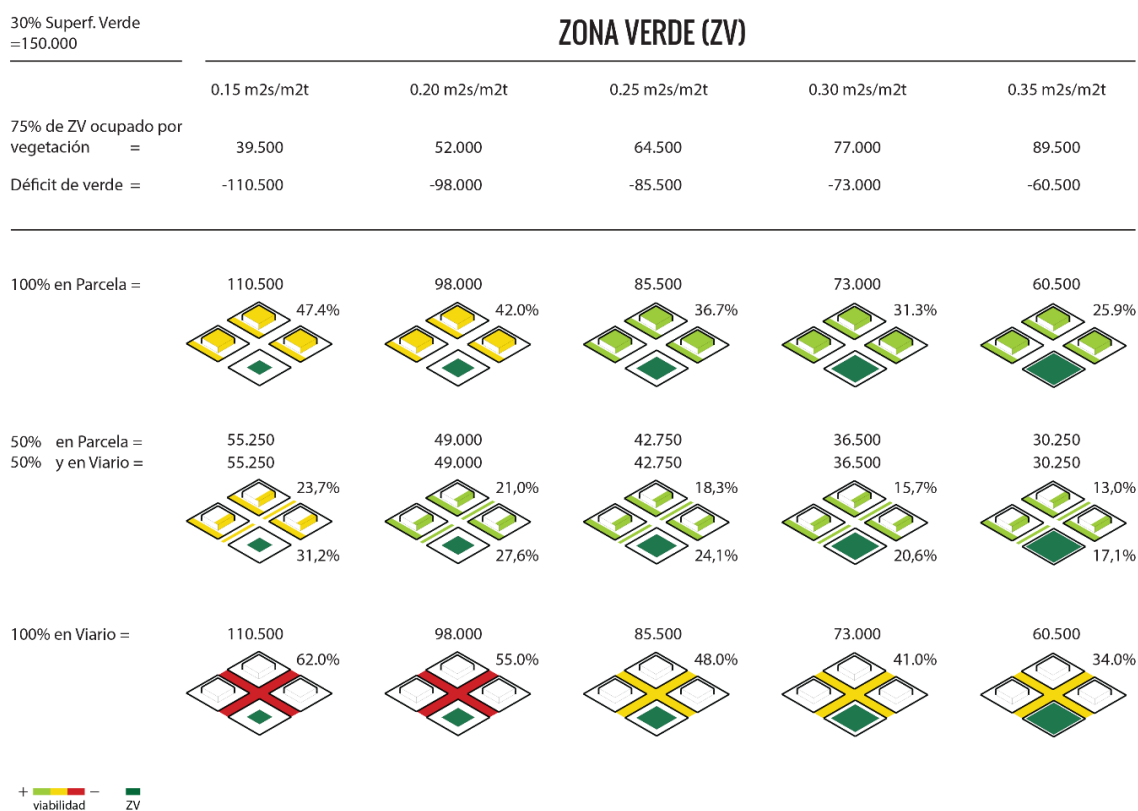


Figura 7\_Modelo de evaluación de las diferentes estrategias verdes que se manejan en la Guía. (Fuente: Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023). Guía de Urbanización Sostenible en el Marco del Cambio Climático. Valencia)

La guía presenta simulaciones y estrategias detalladas para cumplir con la regla en diferentes tipos de desarrollos urbanos, considerando tipologías edificatorias, índices de edificabilidad y tamaño de parcela. Se analizan escenarios de reparto de suelo dotacional entre zonas verdes y equipamiento, y se evalúan estrategias según su idoneidad y factibilidad. Se concluye que la aplicación de la regla es una medida viable y efectiva para promover la sostenibilidad en el desarrollo urbano, adaptándose a diversos contextos y tipologías edificatorias.

## Zonas verdes en la normativa actual valenciana

El Decreto Legislativo 1/2021, de 18 de junio, del Consell de aprobación del texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje (TRLOTUP), es actualmente la piedra angular de la legislación urbanística en la Comunitat Valenciana (Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023)). En esta normativa se encuentra establecido un marco integral para la regulación de las zonas verdes, jardines, parques públicos y la infraestructura verde en la Comunidad Valenciana.

En el capítulo 1, artículo 4, se define la infraestructura verde como un sistema territorial que incluye una amplia gama de espacios con alto valor ambiental, cultural, agrícola y paisajístico. Es esencial para preservar el patrimonio natural y cultural, mejorar la conectividad ecológica entre diferentes espacios, y asegurar el desarrollo sostenible en áreas urbanas y rurales.

La planificación territorial y urbanística debe identificar y caracterizar esta infraestructura antes de asignar usos del suelo, asegurando así la conservación y mejora de estos espacios. La normativa contempla varios tipos de espacios dentro de la infraestructura verde, tales como:

- Red Natura 2000 y otros espacios naturales protegidos.
- Ecosistemas húmedos y áreas costeras.
- Áreas agrícolas y forestales con alto valor agrológico.
- Zonas críticas con riesgos naturales o inducidos, y corredores ecológicos que aseguran la conectividad territorial.
- Se extiende también a los suelos urbanos y urbanizables, comprendiendo, como mínimo, los espacios libres y las zonas verdes públicas más relevantes, así como los itinerarios que permitan su conexión.

Estos espacios están protegidos por diversos instrumentos de planificación, y su exclusión solo es posible con justificaciones detalladas, lo que subraya su importancia dentro del marco legal valenciano. No constituyen en sí mismos una zona de ordenación, sino que sus distintos elementos se zonificarán y regularán de forma adecuada a sus características, a su legislación aplicable, a su función territorial y a la interconexión entre dichos elementos. No obstante, el plan general estructural podrá establecer determinaciones normativas, aplicables a todos o algunos de los elementos que integran la infraestructura verde, con la finalidad de garantizar su carácter de espacio abierto.

El artículo 24 establece los parámetros para la red primaria de infraestructuras y el estándar global de zonas verdes y parques públicos en los municipios. La red primaria incluye elementos esenciales como redes de transporte, calles principales, y parques públicos, que deben estar bien conectados y distribuidos equitativamente en el territorio.

- Estándar Global de Zonas Verdes: Se requiere una superficie mínima de 10 m<sup>2</sup>/hab en la ordenación estructural y pormenorizada de cada municipio.
- Parques Públicos: Cada municipio debe reservar un mínimo de 5 m<sup>2</sup> de parque público por habitante. Estas áreas son cruciales para garantizar el acceso equitativo a espacios verdes para todos los residentes.

Indica que se deben prever suficientes reservas de suelo para la implementación de estos elementos en todo el territorio, sin importar su clasificación urbanística, y el suelo destinado a parques alrededor de los núcleos urbanos no computará para el cálculo del índice de ocupación de suelo. Se permiten reducciones en la superficie mínima de parques públicos en municipios más pequeños o con características especiales, como aquellos con menos de 15,000 habitantes o con más del 75% de su superficie protegida.

En caso de las áreas recreativas situadas en suelo no urbanizable no contiguo a casco urbano que se destinen a usos lúdicos y recreativos propios de los parques públicos podrán computar como tales, en la proporción de 3m de área recreativa en suelo no urbanizable por cada metro de parque público.

Las reducciones que sean combinadas no pueden exceder los máximos permitidos, y en los municipios incluidos en la Ley de la Huerta de Valencia, estas reservas de parques pueden reducirse según lo previsto en dicha ley. El estándar global de zonas verdes y parques públicos no debe ser inferior a 10 m<sup>2</sup>/hab en el conjunto del municipio, aunque no es necesario que se cumpla en cada sector específico.

Estos estándares buscan promover un equilibrio entre las áreas urbanas y naturales, asegurando que todos los ciudadanos tengan acceso a espacios verdes de calidad. Además de esta red primaria de zonas verdes y parques públicos, la normativa también establece una red secundaria que incluye: Jardines urbanos, Infraestructuras y equipamientos de menor escala.

Esta red secundaria está destinada a satisfacer las necesidades de sectores urbanos específicos, complementando la red primaria y garantizando que los espacios verdes estén distribuidos equitativamente en toda la ciudad.

El Artículo 36 referente a la red secundaria de dotaciones y estándares de calidad urbana, plantea que la ordenación pormenorizada en sectores de planeamiento parcial debe cumplir los estándares dotacionales de calidad urbana que se establecen en el anexo IV de este texto refundido, y, referente al verde urbano, como mínimo, los siguientes:

a) En suelo residencial, las dotaciones públicas no viarias serán, al menos, 35 metros cuadrados de suelo por cada 100 metros cuadrados potencialmente edificables con ese uso. De ellos, un mínimo de 15 se destinará a zonas verdes públicas.

b) En suelo industrial o terciario, se destinará a zonas verdes públicas al menos el 10 % de la superficie del sector y a equipamientos públicos al menos un 5 % de la superficie del sector. En los municipios pertenecientes al sistema rural de la Comunitat Valenciana se podrá eximir el 5 % de superficie destinada a dotaciones públicas.

c) Debe garantizarse la existencia de arbolado suficiente en el suelo urbano y urbanizable. Las ordenanzas municipales establecerán la densidad y diversidad de los ejemplares arbóreos necesarios para articular la infraestructura verde urbana y conectar los espacios verdes de la población. En poblaciones de más de 20.000 habitantes, los nuevos desarrollos residenciales tenderán a alcanzar una proporción de, al menos, un árbol por cada 100 m<sup>2</sup> de techo edificable y en desarrollos industriales o terciarios un árbol por cada 200 m<sup>2</sup> de techo edificable. En todo caso, la ejecución de estas previsiones deberá ajustarse a las características paisajísticas y climáticas del medio urbano, la permeabilidad suelo y confort acústico, entre otros.

En el ANEXO IV, sobre los estándares urbanísticos y normalización de determinaciones urbanísticas, las zonas verdes quedan definidas como dotaciones públicas y se clasifican en:

- Parques (VP): Requiere un mínimo de 2,5 hectáreas y la posibilidad de contener un círculo de 100 metros de diámetro.

En la tabla 1 se establecen tamaños mínimos de parques según la población en municipios menores de 15.000 habitantes.

Tabla 1\_ Criterios de diseño de parque público de red primaria en el caso de municipios de menos de 15.000 habitantes (Fuente: TRLOTUP,2021)

Habitantes	Superficie mínima (m <sup>2</sup> )	Diámetro mínimo (m)
< 2.000	> 1.000	25
> = 2.000 – < 5.000	> 5.000	50
> = 5.000 – < 15.000	Se podrá dividir como máximo en dos jardines y al menos uno será mayor de 15.000 m <sup>2</sup> .	75

- Jardines (VJ): Debe contar con un mínimo de 1.000 m<sup>2</sup> y permitir un círculo de 25 metros de diámetro. Las áreas adyacentes pueden considerarse, bajo ciertas condiciones.
- Áreas de juego (VA): Debe tener al menos 200 m<sup>2</sup>, con espacio suficiente para un círculo de 12 metros de diámetro. No puede representar más del 20% de la red secundaria de zonas verdes en un sector.
- Espacios Libres (EL): Son áreas de más de 400 m<sup>2</sup> destinadas a la reunión y socialización, sin necesidad de cumplir con los requisitos de las zonas verdes. Pueden incluir equipamientos y modificaciones, siempre que no superen el 5% de la superficie total.

Las condiciones funcionales y dimensionales de las zonas verdes públicas establecen cómo deben ser diseñadas y ubicadas para cumplir su función dentro de un área urbana. A continuación, se destacan los puntos más relevantes:

Condiciones Generales:

- Al menos el 50% de la superficie de una zona verde debe ser apta para plantar vegetación. Deben estar en ubicaciones de fácil acceso para la población local, evitando lugares aislados o difíciles de acceder.
- Usos Prohibidos: No se pueden destinar a zona verde porciones residuales de la parcelación, ni las superficies de funcionalidad viaria estricta. A estos efectos las rotondas no computan como zonas verdes, sin embargo, los jardines en bulevares y avenidas pueden ser considerados zonas verdes si cumplen los requisitos de superficie mínima que define esta norma para cada tipología.
- Usos permitidos: Se permite el uso de zonas verdes para deportes, pequeños quioscos y hostelería, siempre que estos ocupen menos del 5% de la superficie total. Las áreas cercanas a carreteras no cuentan como zonas verdes.
- Las zonas verdes no deben estar en terrenos difíciles de urbanizar o que requieran obras costosas, ni que afecten negativamente el paisaje.

- Conforme a lo previsto en el artículo 24 de este texto refundido, el costo mínimo de urbanizar un parque público es de 40€/m<sup>2</sup> de suelo.

#### Reservas de Suelo en Áreas Residenciales:

- Superficie Mínima: Se deben reservar más de 35 m<sup>2</sup> de suelo para zonas verdes y equipamientos por cada 100 m<sup>2</sup> de suelo residencial edificable.
- Zonas Verdes: Un mínimo de 15 m<sup>2</sup> debe destinarse a zonas verdes, con el resto asignado a equipamientos públicos.
- Juegos Infantiles: En jardines, se debe disponer un área de juegos por cada 5.000 m<sup>2</sup> de superficie total.

#### Reservas de Suelo en Áreas Terciarias e Industriales:

- Zonas Verdes en Áreas Terciarias: Al menos el 10% de la superficie debe destinarse a zonas verdes y un 5% a equipamientos públicos.
- Zonas Verdes en Áreas Industriales: También se debe destinar un 10% a zonas verdes y un 5% a equipamientos públicos, con requisitos específicos para plazas de aparcamiento.

#### Redes Primaria y Secundaria:

Cómputo de Redes Primarias: Generalmente, las dotaciones de red primaria no cuentan para cumplir con los estándares de la red secundaria, salvo algunas excepciones que permiten un cómputo parcial:

- Existe un exceso de parque respecto al estándar mínimo de 5 metros cuadrados por habitante en el plan general estructural. Podrá computarse como zona verde de red secundaria hasta el exceso anteriormente indicado.
- La dotación de red primaria se cede y se ejecuta con cargo a la actuación.
- Proporcionan servicio directo al sector que los ejecuta.
- Podrá computar como zona verde de red secundaria un porcentaje no superior al 25% de su superficie, sin que pueda ello suponer una reducción superior al 25% de las zonas verdes de red secundaria exigibles al sector.

Modificaciones de Planes: Las modificaciones en planes urbanísticos deben cumplir con los estándares dotacionales o incluso mejorarlos, dependiendo del caso.

Finalmente, en el Anexo XII, enfocado en la planificación urbana con perspectiva de género, se abordan las zonas verdes, parques y jardines dentro de la "red de espacios comunes". Esta red comprende espacios públicos como jardines, plazas y otros lugares libres, conectados por una red peatonal, diseñados para facilitar la movilidad a pie, la socialización y la convivencia. El objetivo es que estos espacios sean funcionales, apoyen la vida diaria, promuevan la convivencia intergeneracional, la inclusión social y el bienestar general de la población.

Para lograrlo, se plantea una distribución estratégica que garantice la accesibilidad a estos espacios en un máximo de 10 minutos a pie desde cualquier punto del barrio. Además, se recomienda que cada 300 metros haya lugares de descanso y encuentro vinculados a la red de viandantes. Se destaca la importancia de la seguridad en estos espacios, asegurando una adecuada iluminación, visibilidad y accesibilidad, especialmente para mujeres y personas con movilidad reducida. Asimismo, los espacios peatonales, como

jardines y plazas, deben ser amplios, seguros y propiciar actividades sociales y de recreo, con un diseño inclusivo que incorpore vegetación, mobiliario urbano y otros elementos necesarios para su uso.

## 4. Metodología

### Definición del ámbito

El ámbito de estudio se centra en las tres capitales provinciales de la Comunidad Valenciana: Valencia, Alicante y Castellón (Figura 8). La elección de estas tres ciudades se debe a la posibilidad que brindan para garantizar el cumplimiento de diseñar una metodología capaz de ser replicable en otras ciudades. Permite observar tanto aspectos comunes como diferencias significativas en cuanto a tamaño y estructura urbana (Figura 9). Las tres se encuentran en la misma comunidad autónoma y el eje del mediterráneo, pero desde el punto de vista de la jerarquía urbana, Valencia se considera una metrópoli regional, Alicante una metrópoli subregional y Castellón una ciudad media, lo que proporciona una muestra diversa y representativa para el estudio.

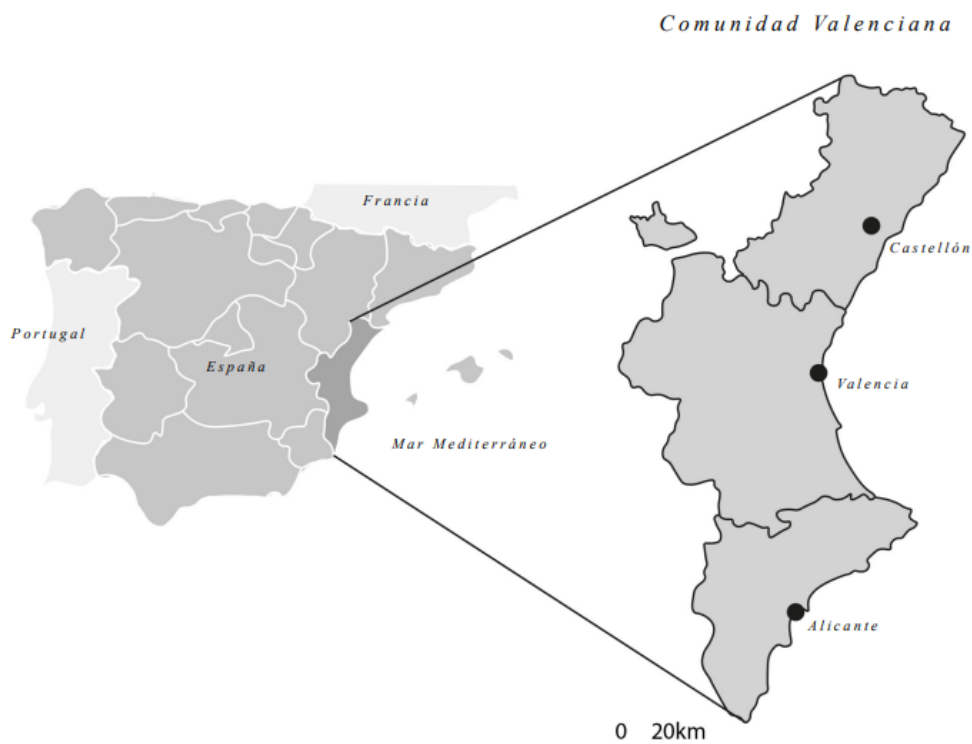


Figura 8\_Ámbito de trabajo: Castellón, Valencia y Alicante. (Comunidad Valenciana, España). (Fuente: Elaboración propia)





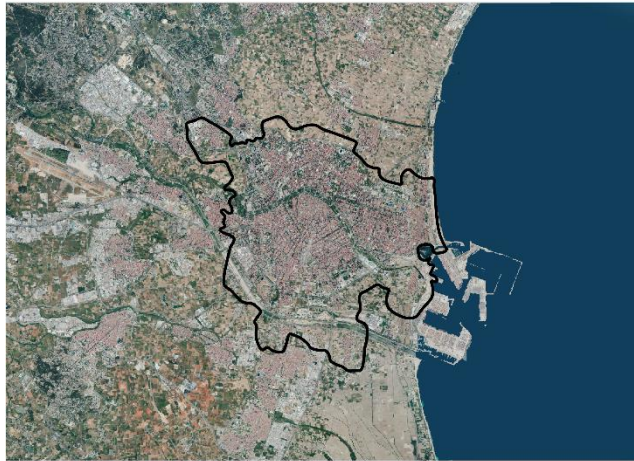
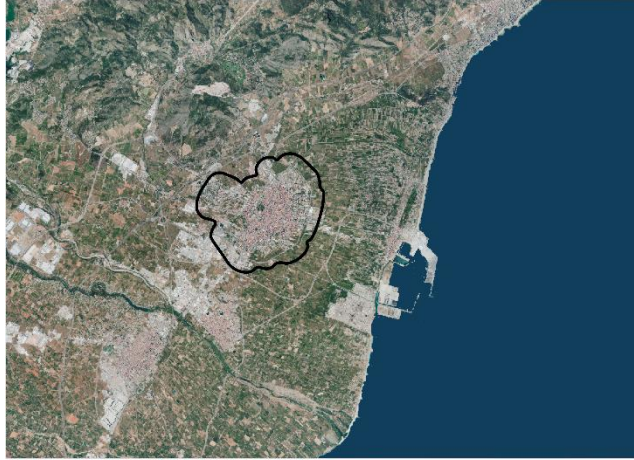


Figura 10\_Ámbito de trabajo: Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia)

En el caso de Valencia, el área de estudio se corresponde con el área urbana central hasta la Huerta de Valencia. Se ha delimitado al sur por la V30, al oeste y norte por la Ronda Norte y la V21 y al este por el mar mediterráneo y el puerto.

En Castellón, partiendo del núcleo urbano central, se ha excluido el puerto por no formar parte de la estructura continua en el área de estudio, teniendo en cuenta la infraestructura y asegurando la continuidad urbana, con límites definidos por la circunvalación, la CV 1710 y la Autopista del Mediterráneo.

En Alicante, la delimitación se ha realizado del núcleo urbano hasta la autopista A70 y la A31.

Con este enfoque, se descartan las zonas urbanas o infraestructuras que no estén integradas de manera continua en la trama urbana principal.

## Esquema metodológico general

Las etapas de trabajo son las que se presentan a continuación (figura 11):

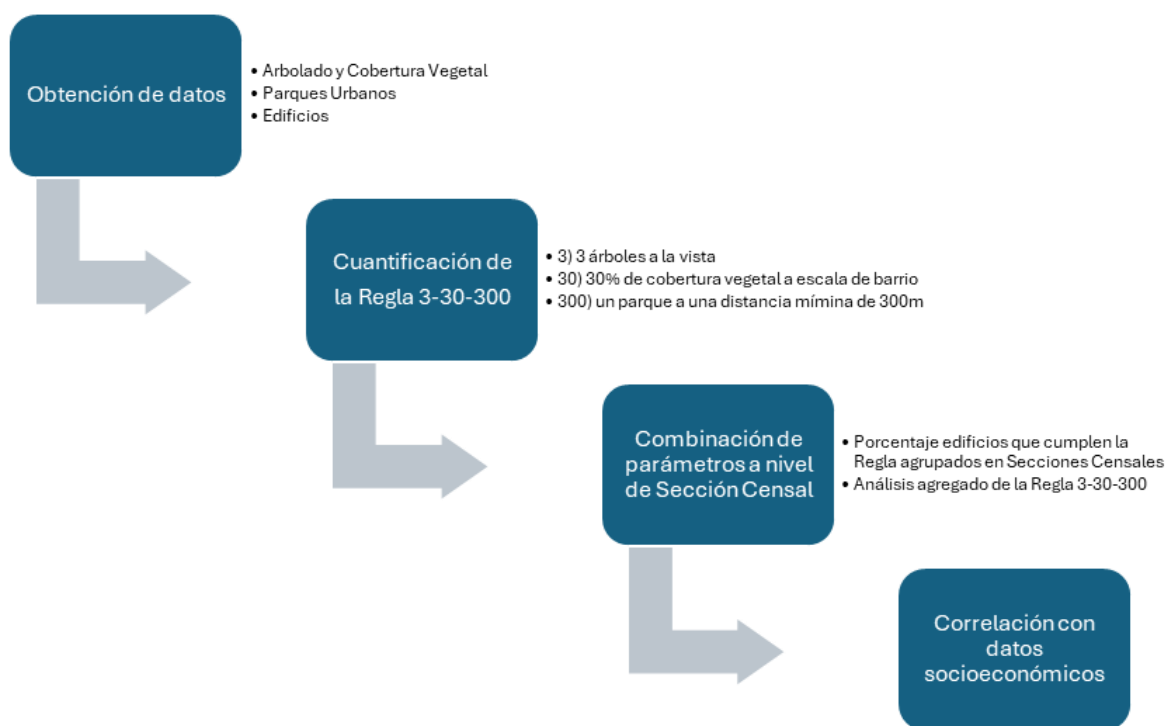


Figura 11\_Esquema general del flujo de trabajo (Fuente: Elaboración propia).

Para cuantificar la presencia del verde urbano basándonos en los indicadores de la regla 3-30-300—3 árboles a la vista desde el lugar de residencia, 30% de cobertura verde a escala de barrio, y 300 metros de distancia máxima al parque más próximo—fue necesario recopilar diversos datos. En la tabla 2 se listan las fuentes de datos utilizadas.

Las ortofotos, proporcionadas por el catálogo de descargas del geoportal oficial de la Infraestructura de Datos Espaciales Valenciana del año 2022, fueron útiles para obtener la capa de arbolado y cobertura vegetal. La información sobre los parques urbanos se obtuvo de la base de datos SIOSE de la Comunidad Valenciana. Los datos de edificios fueron obtenidos del servicio de mapas catastrales proporcionado por la Dirección General del Catastro. Además, el trabajo a nivel de sección censal fue posible gracias a la cartografía digitalizada de secciones censales y los datos del Instituto Nacional de Estadística, extraídos del Atlas de distribución de renta de los hogares con resultados por municipios, distritos y secciones censales del año 2021.

*Tabla 2\_ Fuentes de datos utilizadas (Fuente: Elaboración propia).*

Bases de datos	Fuente	Año	Capa utilizada
Ortofotos	Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales Valenciana	2022	Arbolado y cobertura vegetal
SIOSE / SIOSE AR	Centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica	2005, 2009, 2011 y 2014 / 2017	Parques Urbanos
Edificios	INSPIRE Dirección General del Catastro	2023	Edificios
Secciones Censales	Cartografía digitalizada de secciones censales del Instituto Nacional de Estadística	2021	Secciones Censales
Datos Socioeconómicos	Atlas de distribución de renta de los hogares del Instituto Nacional de Estadística	2021	Datos Socioeconómicos

Para cuantificar los parámetros de la Regla se establecieron 2 grupos de capas: el verde urbano, que incluyó arbolado, cobertura vegetal y parques urbanos; y los edificios. Luego, para su análisis y comprensión a escala de ciudad se trabajó con las secciones censales y los datos sociodemográficos de cada municipio. Una vez obtenidos los resultados de cada edificio en la ciudad, se agrupan los datos a nivel de sección censal y finalmente se investiga la correlación de este nivel de implantación de la regla 3-30-300 con datos sociodemográficos.

Se utilizó el Sistema de Información Geográfico QGIS, así como Excel y Jamovi (The jamovi Project, 2023) para el procesamiento de datos y análisis estadístico. La información del verde urbano referente al arbolado y la cobertura vegetal se obtuvo del procesamiento de ortofotos mediante el método de clasificación de imágenes basadas en objetos con la herramienta de QGIS OrfeoToolbox (OTB).

### Obtención de datos

En la figura 12 se muestra un esquema que sintetiza la obtención y procesado de los datos que sirvieron de base para la conformación de las capas de trabajo para los posteriores geoprosesos :

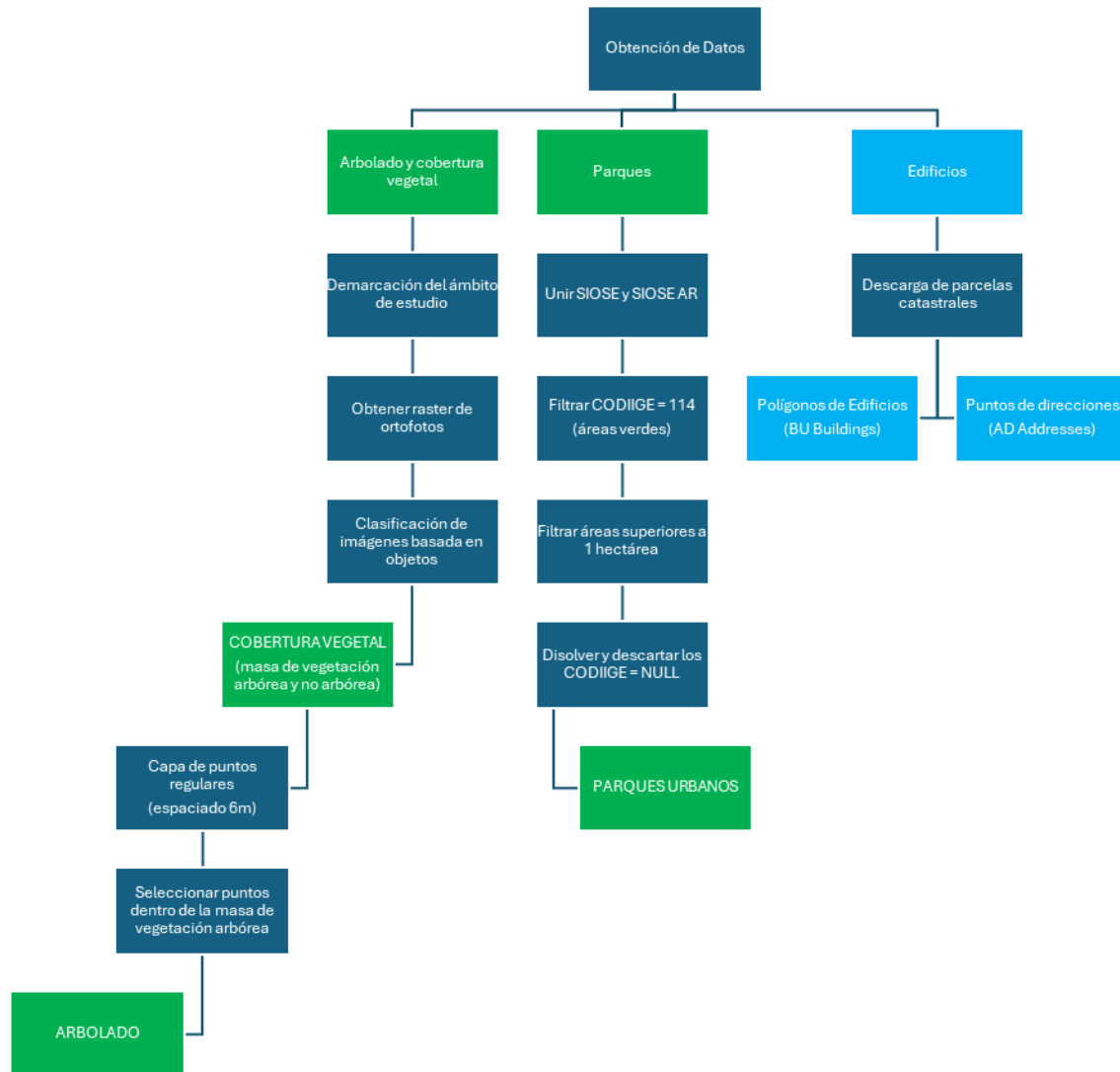


Figura 12\_Esquema flujo de trabajo obtención de datos (Fuente: Elaboración propia).

### Arbolado y cobertura vegetal

Se inició con la demarcación del ámbito de estudio, delimitando los límites municipales de Valencia, Alicante y Castellón en sus áreas metropolitanas, utilizando el Sistema de Información Geográfico QGIS y el catálogo de descargas del geoportal oficial de la Infraestructura de Datos Espaciales Valenciana. Se descargó la Ortofoto de 2022 en formato TIFF de 25 cm de resolución, la cual se añadió a QGIS, agrupándolas por municipios y uniendo los mosaicos. Luego, se cortó el ráster resultante por capa de máscara definida previamente y se corrigió la imagen con ManageNoData con el fin de que, en pasos posteriores, las zonas sin información no arrojaran valor cero.

Con el objetivo de analizar las imágenes satelitales y obtener la capa de árboles y cobertura vegetal que hay en cada una, se utilizó el procedimiento de clasificación de imágenes basada en objetos. Para ello se manejó la potente herramienta de procesamiento de imágenes orientada a la Teledetección "Orfeo Toolbox (OTB)", ejecutada como *plugin* de QGIS.








La clasificación se basa en la información que ofrecen píxeles similares sobre la medición de sus propiedades espectrales (color), tamaño, forma y textura, lo que se conoce como objetos. El proceso de separar la imagen en objetos se conoce como "Segmentación". La segmentación divide una imagen en "objetos primarios" que forman la base para clasificar el resto de la imagen (Rodríguez, 2011)

Un buen resultado de esta clasificación depende de una buena segmentación, se debe tener en cuenta la resolución de la imagen, y el número y calidad de las zonas de entrenamiento. Esto se logra incluyendo el mayor número de variaciones posibles de cada cobertura incluida para la clasificación.

La clasificación basada en objetos es un procedimiento que demanda una gran capacidad computacional y tiempo para realizar los procesos, especialmente cuando se realiza con una imagen de muy alta resolución (Martinez Zarate, 2018).

En nuestro proceso se establecieron las siguientes categorías para la clasificación (Tabla 3):

*Tabla 3\_ Categorías (Clase), identificador (id) y correspondiente color, definidos para la clasificación de las imágenes basada en objeto (Fuente: Elaboración propia).*

Clase	id	color
Edificio	1	
Árboles	2	
Cobertura no arbórea	3	
Viales	4	
Sin cobertura vegetal	5	
Sombra	6	
Coches	7	

Se añaden los puntos en una capa del tipo shape para cada categoría y se procede con la segmentación de la ortofoto recortada para así obtener "objetos primarios". La cantidad de puntos que se añadan depende del nivel de precisión que se quiere lograr y la complejidad de la información que contenga la imagen, sobre todo se debe lograr definir y diferenciar de forma efectiva cada clase en cuanto a forma y color. Por ejemplo, en la figura 13 se observa un fragmento de este paso y se marcan tres situaciones:

1. árbol de color verde y árbol de color morado, tienen distintos colores, pero similar geometría y la misma clasificación;
2. edificio con cubierta de forma rectangular y color gris y patios de los edificios con forma rectangular y sombra proyectada que genera color gris en la imagen, tienen la misma forma y color, pero diferentes id de clases;
3. la cúpula de un edificio con forma redonda y casi siempre colores verdes o azules por el tipo de material de acabado de la cubierta, y árboles de forma y color similares, pero son id de clases diferentes.

En cada caso debe precisarse correctamente y ponerse cuantos puntos se consideren necesarios para que la información se traduzca de forma efectiva en el programa.



Figura 13\_Capa de puntos para clasificar los objetos (Fuente: Elaboración propia).

Se realizan estadísticas zonales y se une la información con las categorías definidas. Con el clasificador entrenado, se aplica a la imagen segmentada y se guarda el resultado clasificado. Luego, se disuelve la capa clasificada para eliminar geometrías inválidas. En la figura 14 se observa un fragmento de cómo se visualiza finalmente el resultado de la segmentación y clasificación.



Figura 14\_Resultado de la segmentación, cada color se corresponde con el de las clases establecidas (Fuente: Elaboración propia).

Del resultado de la segmentación, se extrajeron clases relacionadas con el verde. Una vez obtenido el verde en la ciudad, como se aprecia en la figura 15, contamos con un gran polígono, con dos clases: por un lado, una correspondiente con la masa de árboles, y otra, con la masa de cobertura no arbórea.





*Figura 15\_Capa de verde urbano obtenida. Integrada por superficie de árboles y superficie de cobertura no arbórea (Fuente: Elaboración propia).*

Conociendo que para evaluar la regla 3-30-300 se necesitaba ubicar los árboles, se buscó obtener del resultado anterior, los puntos correspondientes a cada árbol. Para convertir la representación de los árboles de un formato de polígono a una capa de puntos fue necesario filtrar la capa de verde y seleccionar únicamente la clase que representa la masa de árboles. Una vez aislado este polígono, se crea una capa de puntos regulares (figura 16) distribuidos uniformemente dentro del polígono de árboles con un espaciado definido, en este caso, 6 metros por ser la media de ancho de copa del árbol estándar. Finalmente, en la figura 17 se muestra la capa resultante con los puntos correspondientes a los árboles que existe en la ciudad.

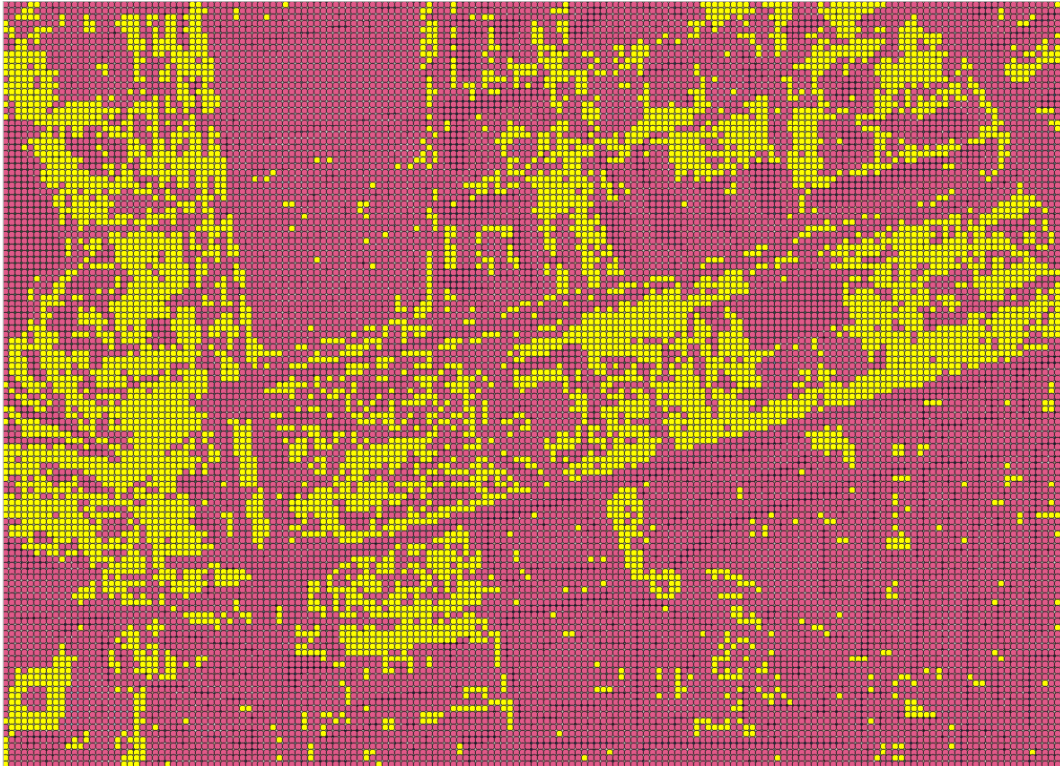


Figura 16\_Capa de puntos regulares espaciados a 6m, en amarillo la selección de los correspondientes a árboles (Fuente: Elaboración propia).

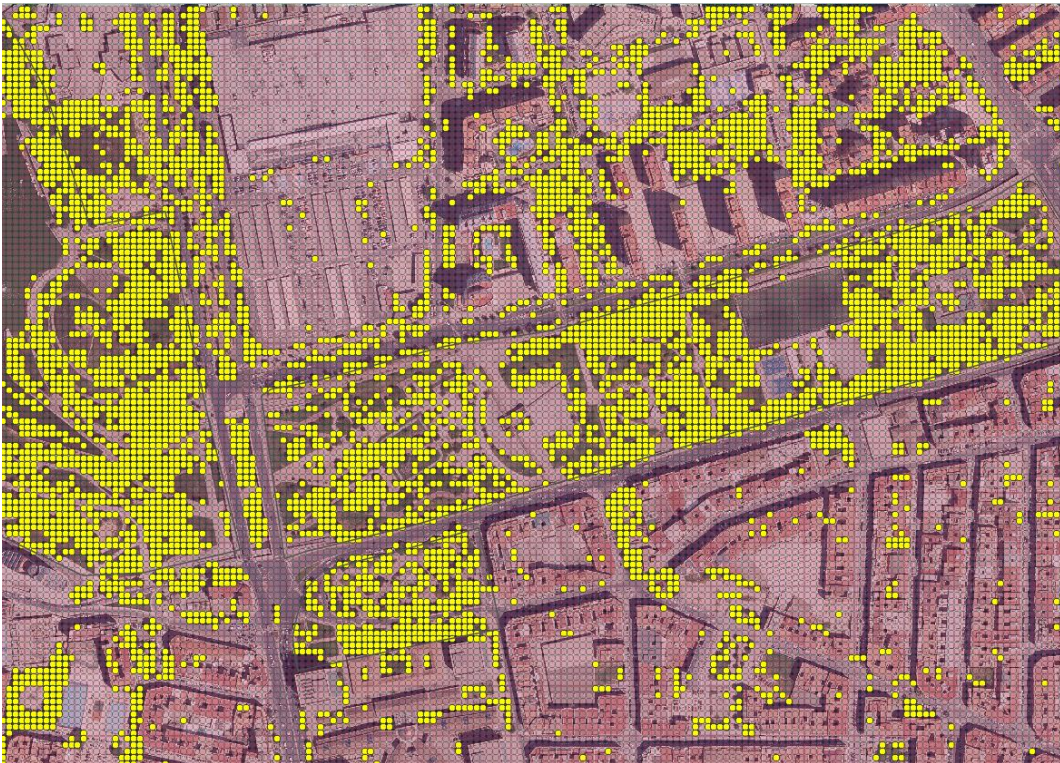


Figura 17\_Capa de los puntos correspondientes a los árboles (Fuente: Elaboración propia).

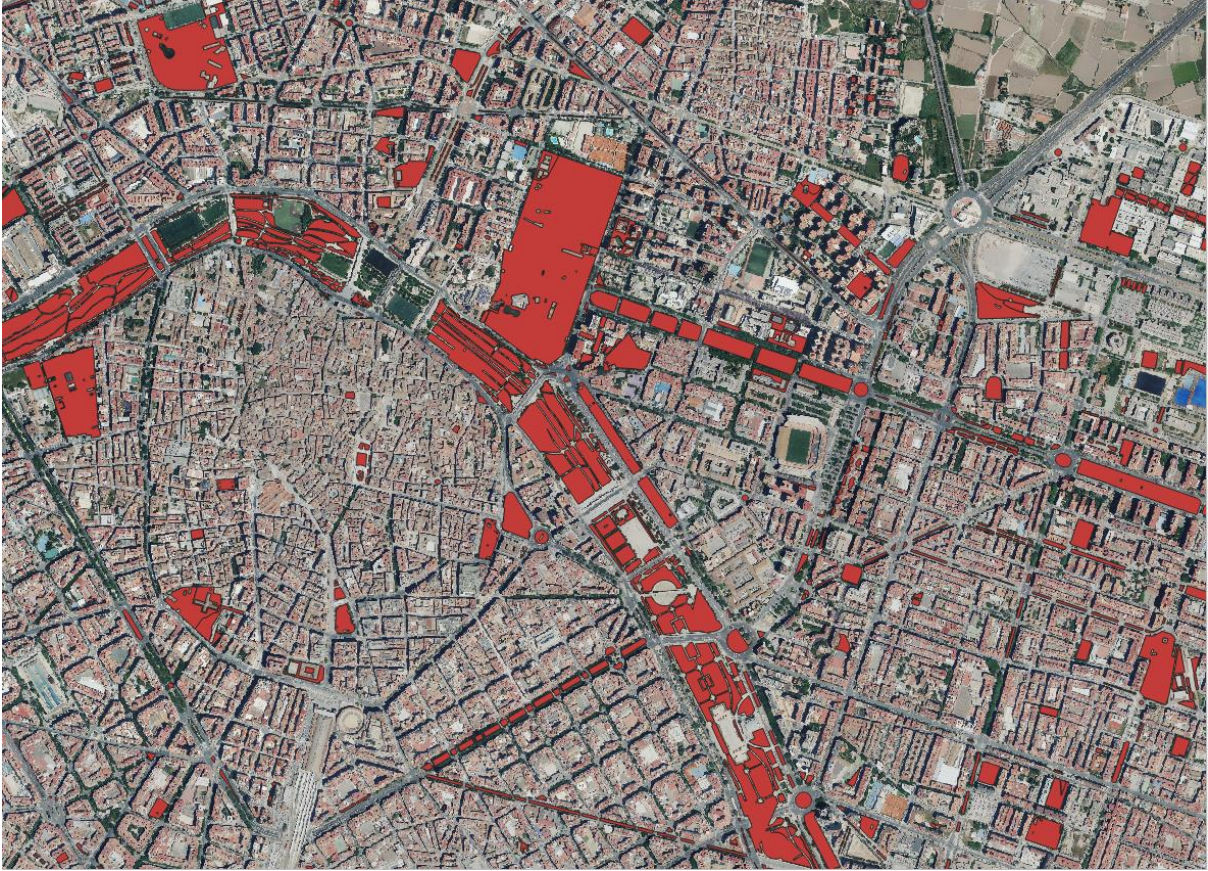
### Parques urbanos

El proceso de obtención de la capa de parques urbanos en la ciudad se realizó mediante una serie de pasos que garantizan la precisión geométrica y relevancia en los datos obtenidos. Se descargaron las capas del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE) de Alicante, Valencia y Castellón desde el Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) en formato Geopackage.

Con el fin de acotar el trabajo al ámbito de estudio y manejar solamente la información de uso de suelo referente a "áreas verdes", se filtraron las capas de SIOSE (figura 18) y SIOSE AR (figura 19), que representan cada una distintas actualizaciones. Este paso se realizó para simplificar y acelerar el procesamiento debido a la gran cantidad de información contenida en estas capas. Ambas capas se unieron y en la figura 20 se muestra la capa resultante.



Figura 18\_Capa de parques urbanos de la base de datos de ocupación del suelo SIOSE en España a escala 1:25.000 de los años 2005, 2009, 2011 y 2014 (Fuente: Elaboración propia).



*Figura 19\_Capa de parques urbanos de base de datos de ocupación del suelo SIOSE AR de España de alta resolución del año 2017 (Fuente: Elaboración propia).*



Figura 20\_SIOSE y SIOSE AR Unidos (SIOSE-unido) (Fuente: Elaboración propia).

Se consideró que un parque debía tener un área superior a 1 hectárea, siguiendo los criterios establecidos por la Ley de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP). Esta ley establece una superficie mínima de más de 1000 m<sup>2</sup> para poblaciones con menos de 2000 habitantes y 15000 m<sup>2</sup> para poblaciones entre 5000 y 15000 habitantes (GVA, Texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje., 2021). De esta manera, se descartaron las pequeñas áreas verdes dispersas que, aunque recogidas en el SIOSE como áreas verdes urbanas, incluyen elementos de infraestructura vial como isletas o glorietas, que no son considerados parques aptos para el uso recreativo, ya que no están diseñados ni equipados con la infraestructura necesaria para ello.

Se filtran los objetos espaciales de la capa combinada para que cumplan tener un área superior a 1ha, y mediante la expresión CODIIGE = 114, se identifican las áreas verdes. Se disuelven las entidades con este código para obtener una sola clase de parques urbanos, descartando cualquier entidad con CODIIGE = NULL (figura 21).

La capa combinada y filtrada se corta usando el polígono que define el ámbito de estudio, asegurando que solo se incluyan los parques urbanos dentro de los límites municipales de las áreas metropolitanas. Este proceso asegura que la capa de parques urbanos sea precisa y esté adaptada a los límites del área municipal estudiada.



Figura 21\_Capa resultante de parques urbanos de más de 1ha correspondientes al código 114 del SIOSE-unido (Fuente: Elaboración propia).

### Edificios

Se accedió a la información catastral proporcionada por la Dirección General del Catastro, añadiendo capas WMS tanto del Catastro Histórico como del Catastro actual en QGIS. Se instaló el *plugin* Spanish Inspire Catastral Downloader para descargar y cargar en QGIS las parcelas catastrales, construcciones y direcciones correspondientes. Este proceso detallado permite la obtención y clasificación precisa de datos geospaciales sobre todos los edificios para el ámbito de estudio.

Se trabajó con el conjunto de datos de Edificios (BU Buildings) correspondiente a los polígonos de cada una de las construcciones con volumen homogéneo de una parcela catastral, y con el conjunto de datos de direcciones (AD Addresses) correspondiente a la geometría del punto donde se georreferencia la dirección física (centroide de la parcela o entrada del portal). Este último fue importante para evaluar la cantidad de árboles a la vista desde un edificio. En la figura 22 se visualizan estas capas.



Figura 22\_Polígonos (gris) y puntos (negro) de edificios del CATASTRO (Fuente: Elaboración propia).

### Cuantificación de la Regla 3-30-300

Se evaluaron los tres indicadores a nivel de edificio por separado con sus correspondientes geoprocetos. Luego de obtener las tablas con los atributos necesarios, se establecieron condicionales para traducir los resultados en un lenguaje binario y así declarar si el edificio cumple o no la regla correspondiente. En la figura 23 se muestra la síntesis de la metodología que se explicará a continuación.

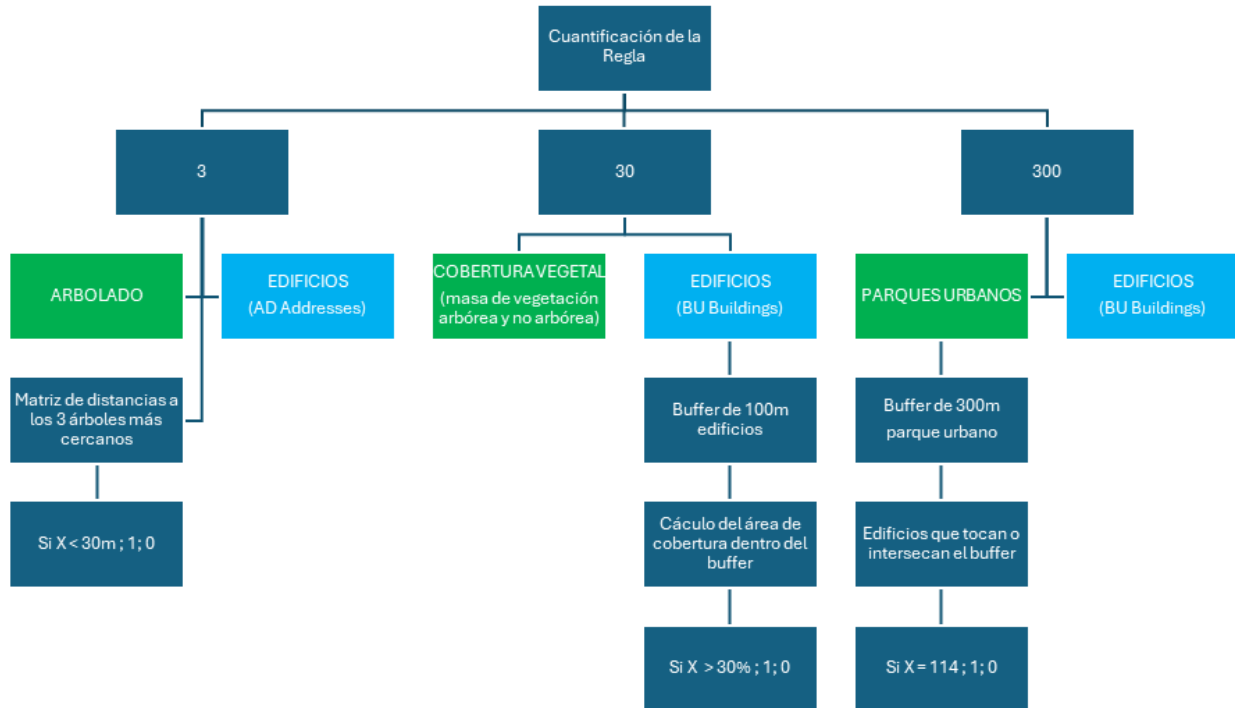


Figura 23\_Esquema flujo de trabajo Cuantificación de la Regla 3-30-300 (1 cumple, 0 n cumple) (Fuente: Elaboración propia).

- **3 - 3 árboles a la vista desde el lugar de residencia (figura 24):**

Sobre la capa de vegetación que se obtuvo donde se distingue la superficie correspondiente a la copa de los árboles, se creó una capa de puntos regulares espaciados con 6 metros y se seleccionaron solo los puntos que estaban contenidos dentro del mismo, así quedó identificado el arbolado urbano. Se calculó la distancia de cada edificio a los tres árboles que le quedarán más cercanos mediante el cálculo de una matriz de distancias, generando así una tabla con las distancias correspondientes.

Como la condición es que desde el lugar de residencia o en este caso el edificio se deben tener al menos 3 árboles a la vista, se verificó que se cumpliera esta condición suponiendo una distancia máxima de 30 metros como la distancia visual objetivo. Codificando en términos binarios la tabla con las distancias de cada edificio a sus tres árboles más cercanos obtenida anteriormente, quedando la expresión:  $(X < 30; 1; 0)$  donde  $X$  menores a 30 metros es 1 (correcto, se cumple) y mayores que 30m es 0 (incorrecto).



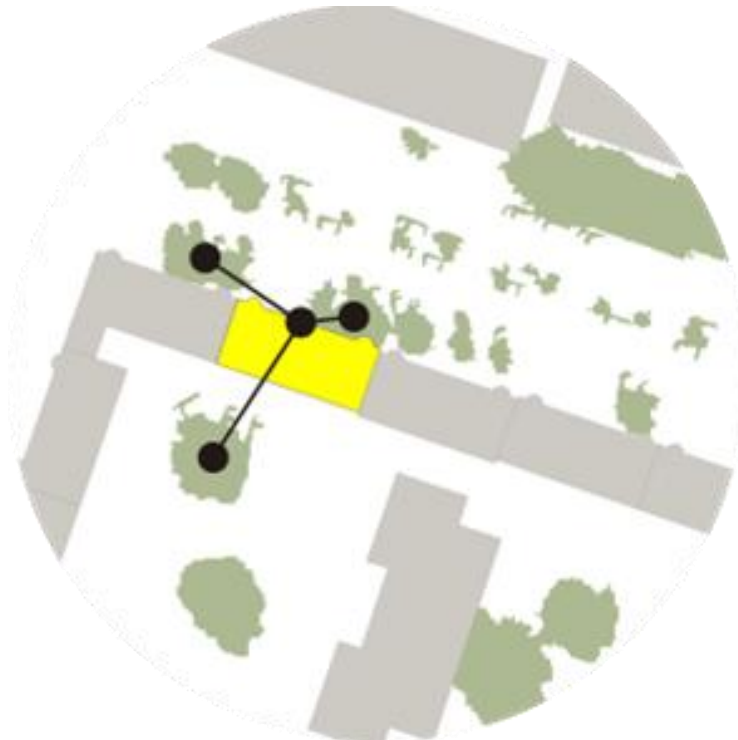


Figura 24\_ Síntesis del proceso de obtención de los 3 árboles a la vista desde el lugar de residencia (Fuente: Elaboración propia).

- **30 - 30% de cobertura vegetal a escala de barrio (figura 25):**

En primer lugar, la capa de vegetación se rasterizó para hacer el procedimiento más eficiente. Luego, se creó un buffer de 100 metros alrededor de cada edificio y a través de la estadística de zona de QGIS entre la capa de buffers y el ráster de vegetación se obtuvo la superficie de cobertura vegetal que hay en el área de influencia de 100 metros de cada edificio. Luego, dividiendo por la superficie del área de influencia de 100 metros del edificio se obtuvo el porcentaje de cobertura vegetal en el entorno de cada edificio.

Como su condición es que a escala de barrio debe haber al menos 30% de cobertura vegetal, se codificó la tabla en términos binarios ( $X > 30$ ; 1; 0) donde  $X$  mayor a 30 % es 1 (correcto) y menores que 30% es 0 (incorrecto).



Figura 25\_Síntesis del proceso de obtención del 30% de cobertura vegetal a escala de barrio (Fuente: Elaboración propia).

- **300 - Distancia mínima de 300 metros al parque urbano más cercano (figura 26):**

Fueron escogidos los polígonos del SIOSE correspondientes a áreas verdes urbanas que responden al CODIIGE 114. Se generó un buffer de 300 metros alrededor de las áreas verdes resultantes. Con ello, se identificaron los edificios a menos de 300 metros con la herramienta unión por localización de QGIS, obteniendo así aquellos edificios con acceso a parques urbanos en un radio de 300 metros.

Dado que la condición establecida es que la distancia máxima al parque urbano más cercano (CODIIGE 114) sea de 300 metros, se ha representado esta información de manera binaria donde  $X > 300$  metros, no se cumple; y  $X < 300$  metros si se cumple con la distancia al área verde urbana más cercana.



*Figura 26\_ Síntesis del proceso de obtención de los edificios que tienen un parque urbano como mínimo a 300m de distancia  
(Fuente: Elaboración propia).*

Es un procedimiento que permite el trabajo a nivel de edificios, lo que ofrece alta precisión y detalle en el análisis. Este enfoque permite la identificación específica de problemas en edificios individuales, lo que facilita intervenciones personalizadas y precisas. Al poder examinar cada edificio de manera individual, se pueden detectar y abordar las necesidades y deficiencias particulares de cada unidad y mejorarlas de manera directa y efectiva. Aunque son geoprocetos que suelen requerir alto consumo de tiempo y recursos debido a la gran cantidad de datos que se deben procesar, con cada paso se fue perfeccionando la metodología para cubrir estas deficiencias y poder gestionar los grandes volúmenes de datos.

#### Evaluación e integración de la regla 3-30-300 a nivel de sección censal

Luego de cuantificar los parámetros de la regla 3-30-300 por separado a nivel de edificios, los datos fueron agrupados a nivel de sección censal (SC). El trabajo a nivel de sección censal fue posible gracias a la cartografía digitalizada de secciones censales a los datos del Instituto Nacional de Estadística. En la siguiente figura 27 se sintetiza el flujo de trabajo en esta sección.

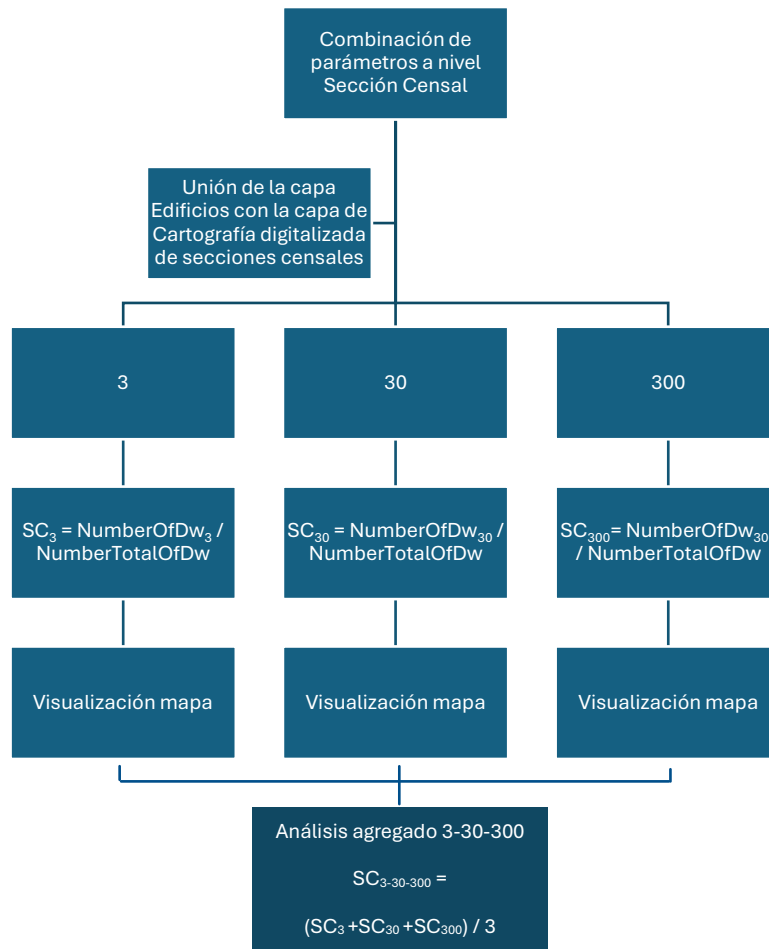


Figura 27\_Esquema flujo de trabajo de la evaluación e integración de la regla 3-30-300 a nivel de sección censal (Fuente: Elaboración propia).

En primer lugar, se realiza la unión de las capas de edificios con las de Secciones Censales.

Luego para cada parámetro, se seleccionaron los edificios que cumplían con el correspondiente criterio y se sumaron el número de viviendas existentes, disponible en la base de datos de catastro (*Dwelling*), en cada edificio que cumpliera. Con ello, se obtuvo el porcentaje de viviendas de cada sección censal que cumpliera el criterio 3, 30 o 300 (*NumberOfDw*) y la sumatoria del número total de viviendas en la sección (*NumberTotalOfDw*).

Para cada criterio el cálculo se realizó a nivel de sección censal de la siguiente manera:

- 3 árboles a la vista:

$$SC_3 = \text{NumberOfDw}_3 / \text{NumberTotalOfDw}$$

- 30% de cobertura verde:

$$SC_{30} = \text{NumberOfDw}_{30} / \text{NumberTotalOfDw}$$

- 300 al parque urbano:

$$SC_{300} = \text{NumberOfDw}_{300} / \text{NumberTotalOfDw}$$

Donde para cada caso se realizó una media ponderada entre la sumatoria del número de viviendas de cada edificio (Dwelling) por su código binario correspondiente (1;0), y la sumatoria del número de viviendas:

$$\text{NumberOfDw} = \sum(\text{Dwelling} * (1;0))$$

$$\text{NumberTotalOfDw} = \sum \text{Dwelling}$$

Se realiza una ponderación igual para cada parámetro, por lo que se simplifica el análisis y evita la subjetividad en la asignación de pesos a cada criterio.

Se establece una Unión de tablas “Join”, donde el resultado se combina con las capas de análisis 3, 30 y 300. La combinación hace posible el análisis y la visualización de las distintas variables urbanas, donde se unen las tablas que contienen las diferentes métricas para cada unidad especial basándose en atributos comunes, que en este caso fue el identificador que le otorga el catastro a cada edificio.

Finalmente se calculó el indicador agregado 3-30-300 correspondiente al promedio de los resultados de estos tres indicadores para cada sección censal, conforme a la ecuación siguiente:

$$SC_{3-30-300} = (SC_{3-30-300} + SC_{3-30-300} + SC_{3-30-300}) / 3$$

Este análisis agregado permitió evaluar el nivel de cumplimiento de la regla en cada ciudad de forma general.

### Correlación con variables socioeconómico-demográficas

En este punto de la metodología se cuenta con una sólida tabla que muestra, para cada ciudad y a nivel de sección censal, el porcentaje de edificios que cumplen cada indicador de la regla: 3 árboles a la vista, 30% de cobertura vegetal, y una distancia mínima de 300m a un parque urbano, además del análisis agregado de la Regla 3-30-300.

Para el análisis de correlación con la vulnerabilidad sociodemográficas, se unieron estas tablas de atributos de cada municipio con los datos socioeconómicos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Los datos recopilados y analizados de INE fueron:

- **Índice Gini:** proporción acumulada de la población ordenada por los ingresos equivalentes con la proporción acumulada de los ingresos recibidos por los mismos. Es una medida de desigualdad que toma el valor 0 en caso de equidad perfecta y el valor 100 en caso de desigualdad perfecta. (INE, 2024)

- **Distribución de la Renta P80-P20:** mide la desigualdad a través de ratios entre percentiles. Se interpreta como la relación entre la renta media obtenida por el 20% de la población con la renta más alta (quintil más alto), con relación a la renta media obtenida por el 20% de la población con la renta más baja (quintil más bajo). (INE, 2024)
- **Tamaño medio del hogar:** es el cociente entre el número total de personas viviendo en hogares y el total de hogares. (INE, 2024)
- **Renta neta media por hogar:** promedio de los ingresos netos anuales disponibles por hogar, ajustados por el número de unidades de consumo equivalentes. Estos ingresos netos son los totales percibidos por el hogar durante el periodo de referencia, después de deducir impuestos sobre la renta, impuestos sobre el patrimonio y cotizaciones a la seguridad social, e incluyendo las transferencias recibidas. (INE, 2024)
- **Edad media de la edificación:** antigüedad promedio de los Edificios, se calcula sumando las edades de todos los edificios en la zona y dividiendo ese total por el número de edificios. (INE, 2024)
- **Porcentaje de población menor de 18 años, y porcentaje mayor de 65 años:** representa la proporción de personas que tienen menos de 18 años y más de 65 años en una población total. (INE, 2024)

El análisis de correlación se realizó con la aplicación Jamovi<sup>1</sup>, la cual permitió, a través de la correlación de Pearson, identificar y cuantificar la existencia de relaciones lineales entre las diferentes variables urbanas, lo que fue esencial para comprender cómo interactúan con distintos aspectos socioeconómicos como la renta, el tamaño del hogar o la edad de la edificación.

A continuación, se presentan los nueve mapas (figuras 28-36) que muestran la distribución de las variables socioeconómicas de renta neta media, tamaño medio del hogar, y edad media de la edificación, para cada una de las ciudades.

---

<sup>1</sup> Jamovi: software estadístico libre y abierto, diseñado para ser una alternativa accesible y fácil de usar frente a productos costosos como SPSS y SAS. Con integración en R, una completa suite de análisis y una interfaz de hoja de cálculo familiar, jamovi facilita tanto la enseñanza como la práctica de la estadística en la comunidad científica. Además, su naturaleza abierta y comunitaria fomenta la colaboración y el desarrollo de nuevas herramientas y análisis. The jamovi project (2024). *jamovi* (Version 2.5) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>

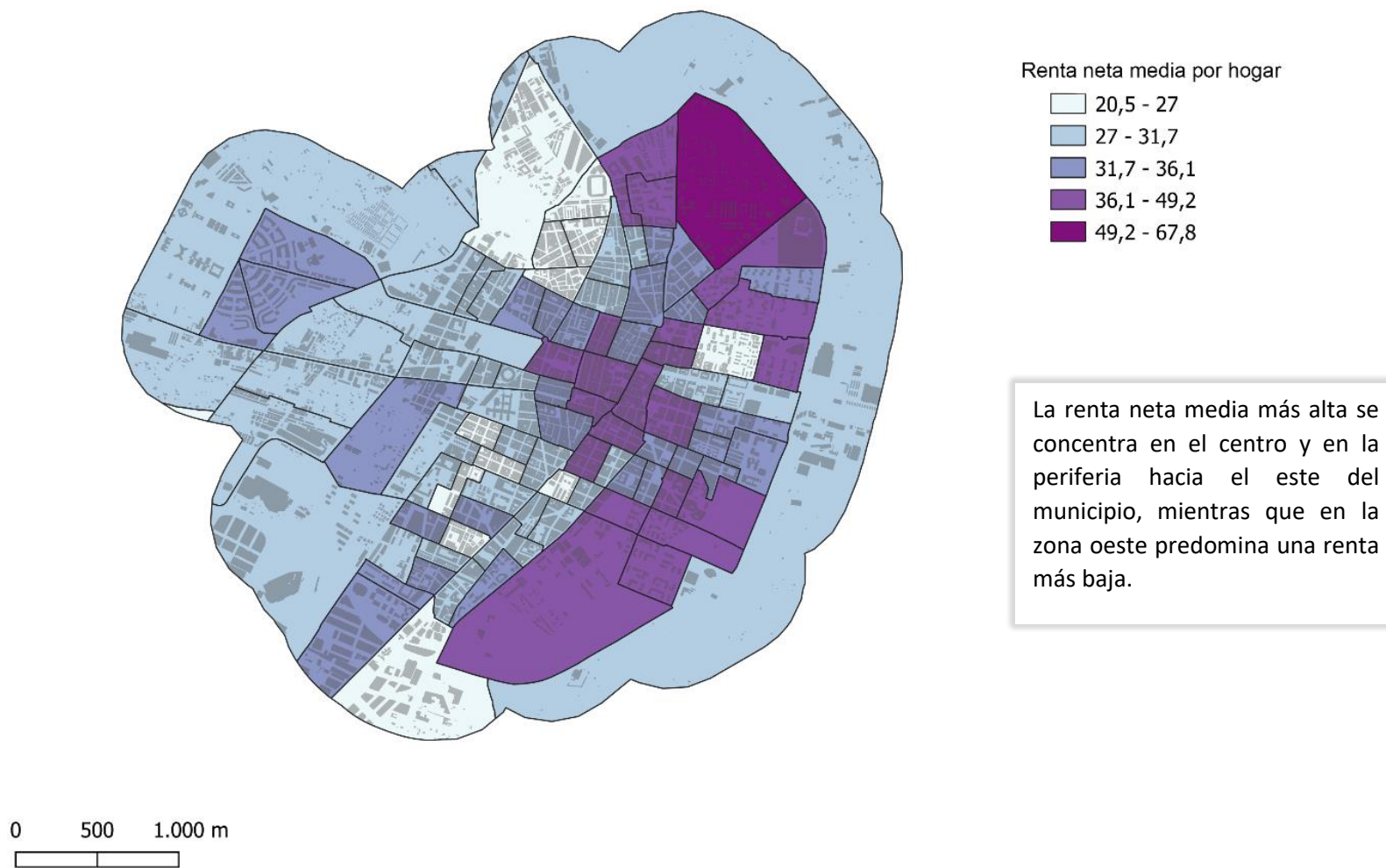


Figura 28\_ Análisis de variables socioeconómicas en Castellón\_ Renta neta media por hogar (Fuente: Elaboración propia).

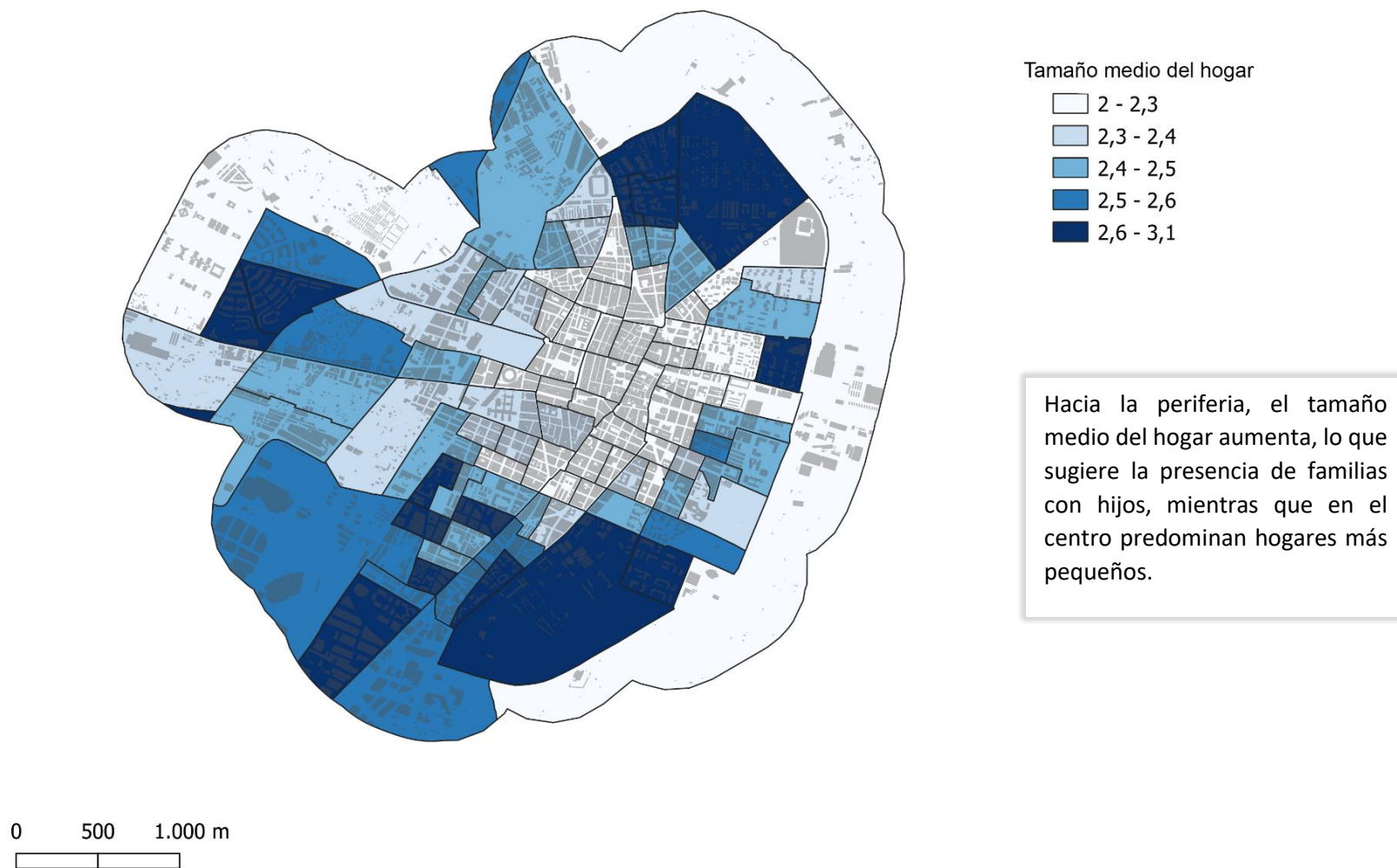


Figura 29\_Análisis de variables socioeconómicas en Castellón\_Tamaño medio del hogar (Fuente: Elaboración propia).



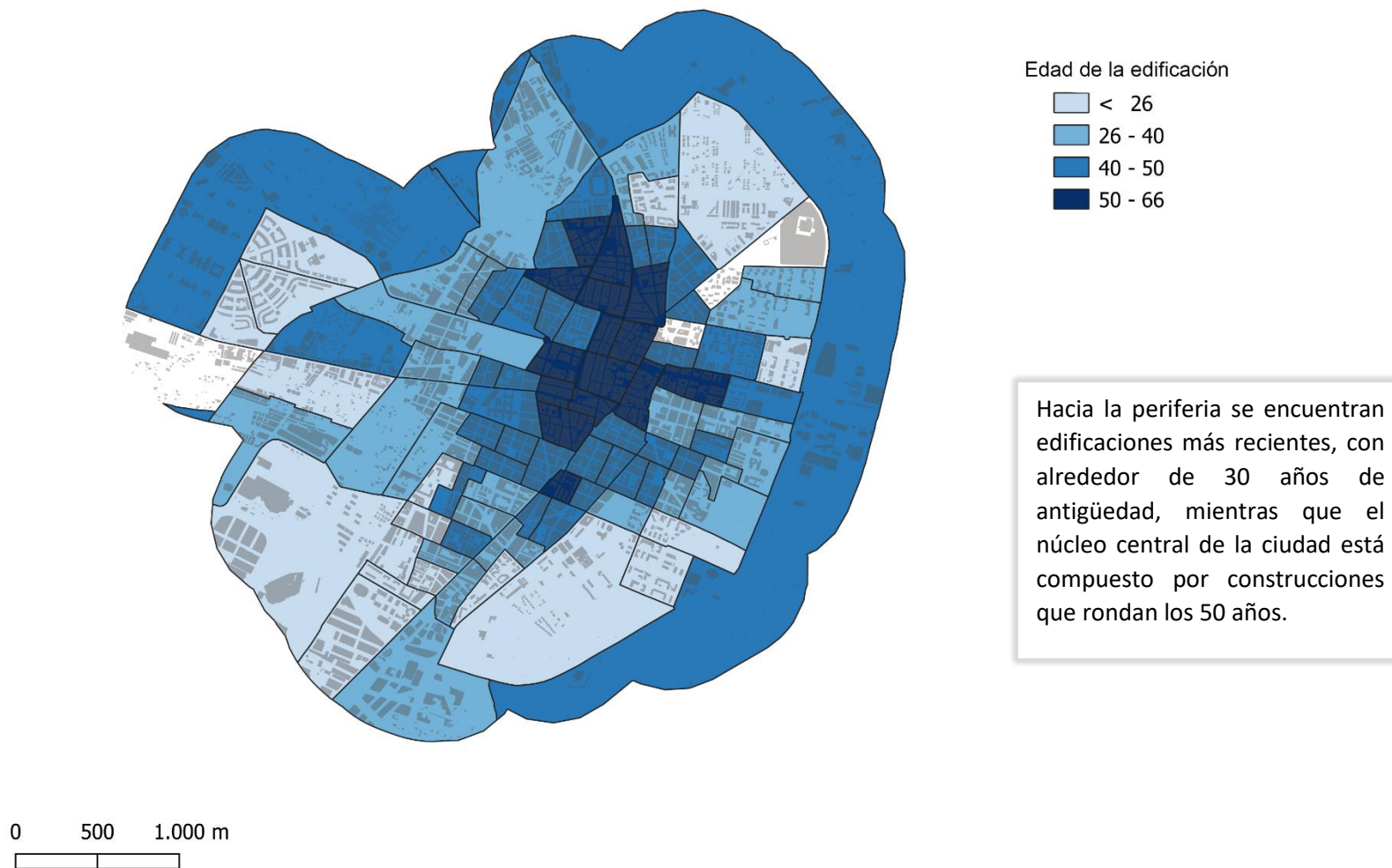


Figura 30\_ Análisis de variables socioeconómicas en Castellón\_ Edad de la edificación. (Fuente: Elaboración propia).

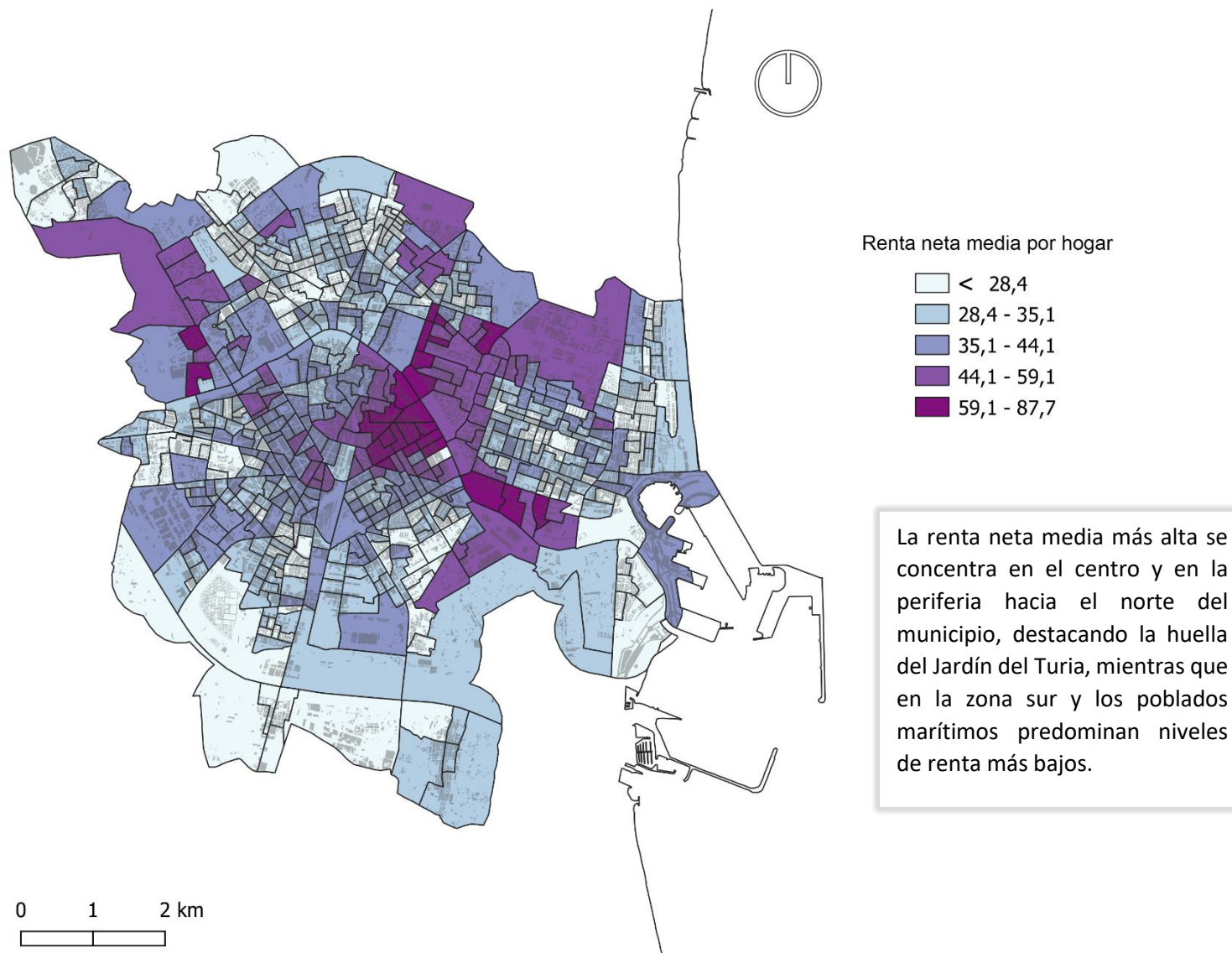


Figura 31\_ Análisis de variables socioeconómicas en Valencia\_ Renta neta media por hogar (Fuente: Elaboración propia).

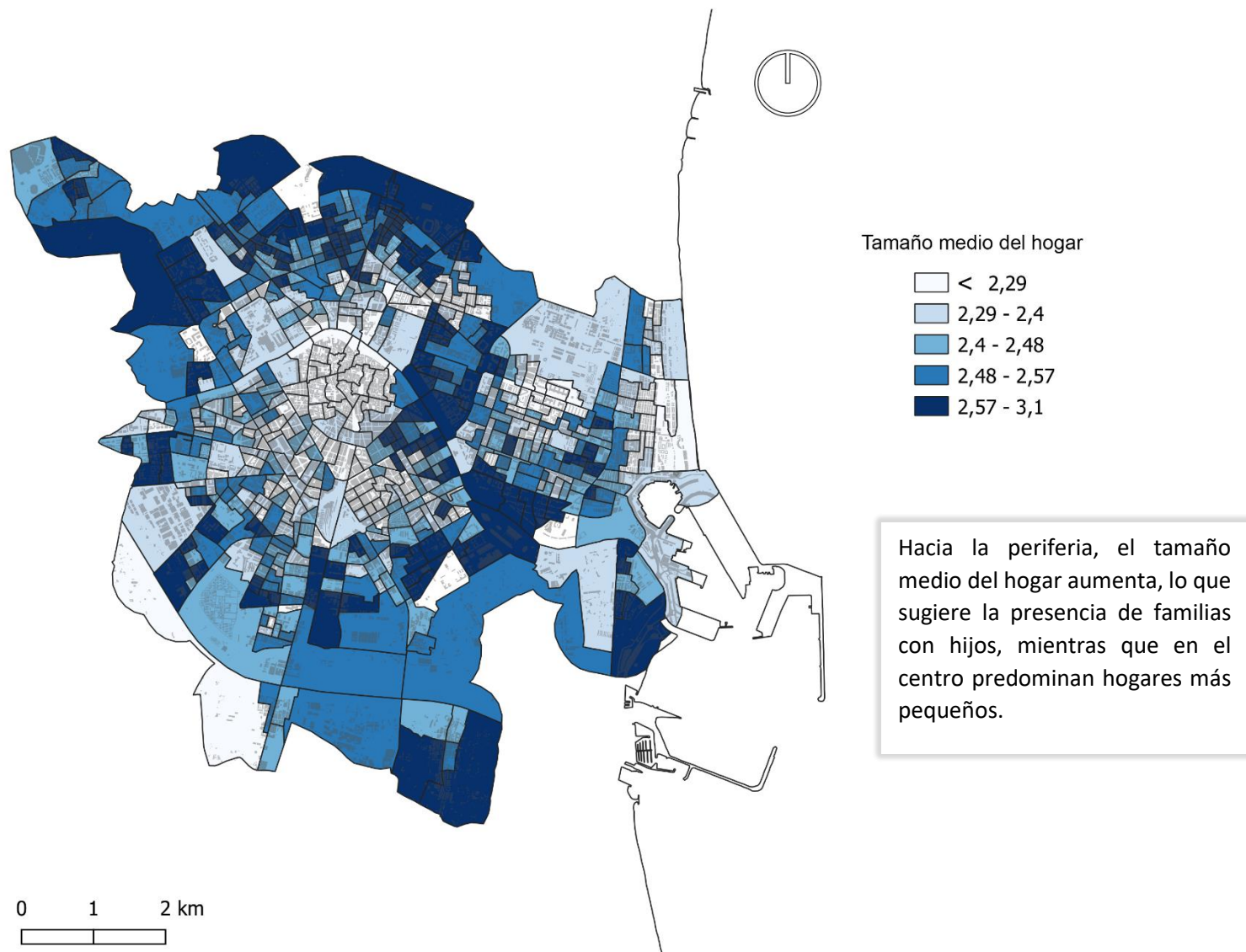


Figura 32\_Análisis de variables socioeconómicas en Valencia\_Tamaño medio del hogar (Fuente: Elaboración propia).

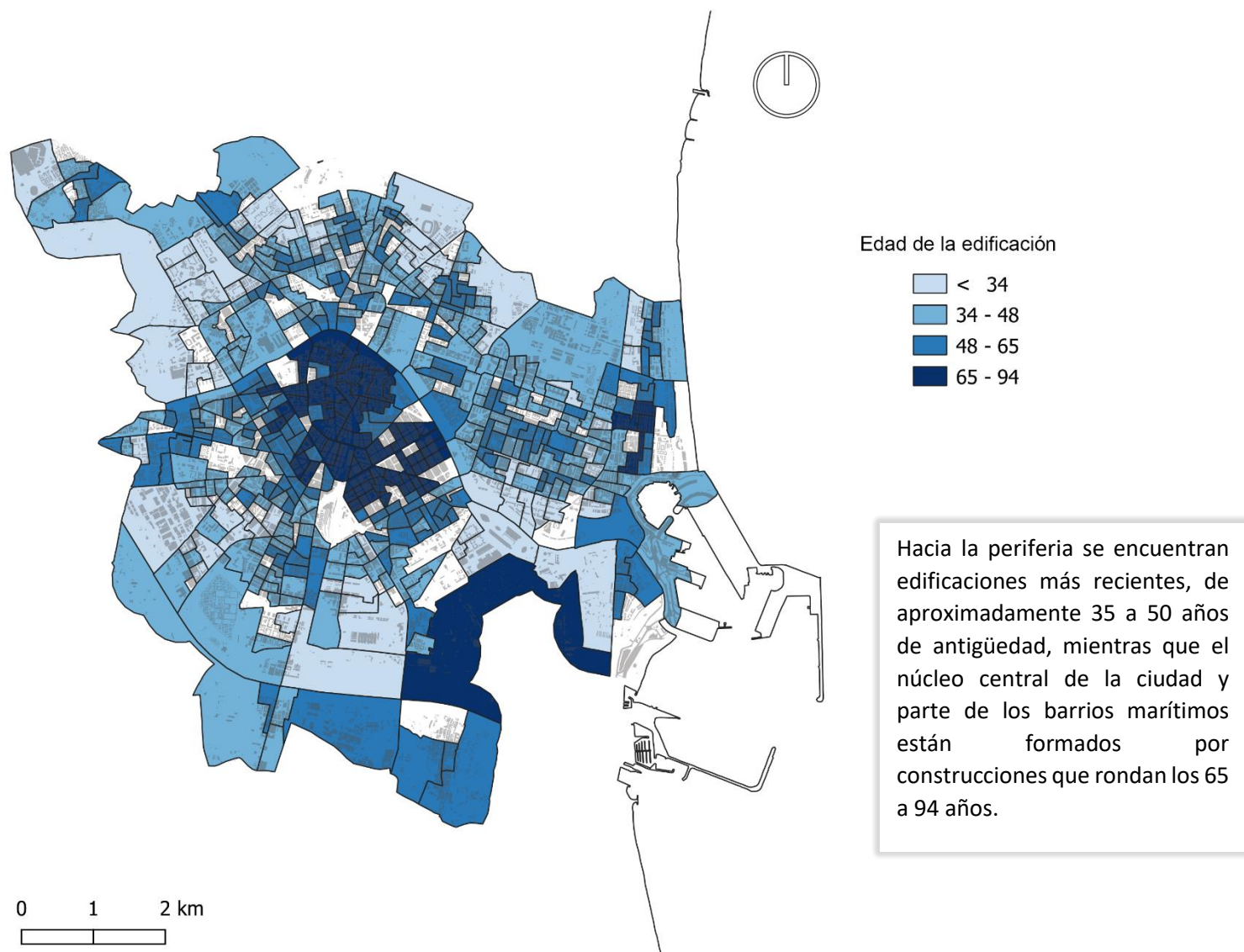


Figura 33\_ Análisis de variables socioeconómicas en Valencia\_ Edad de la edificación (Fuente: Elaboración propia).

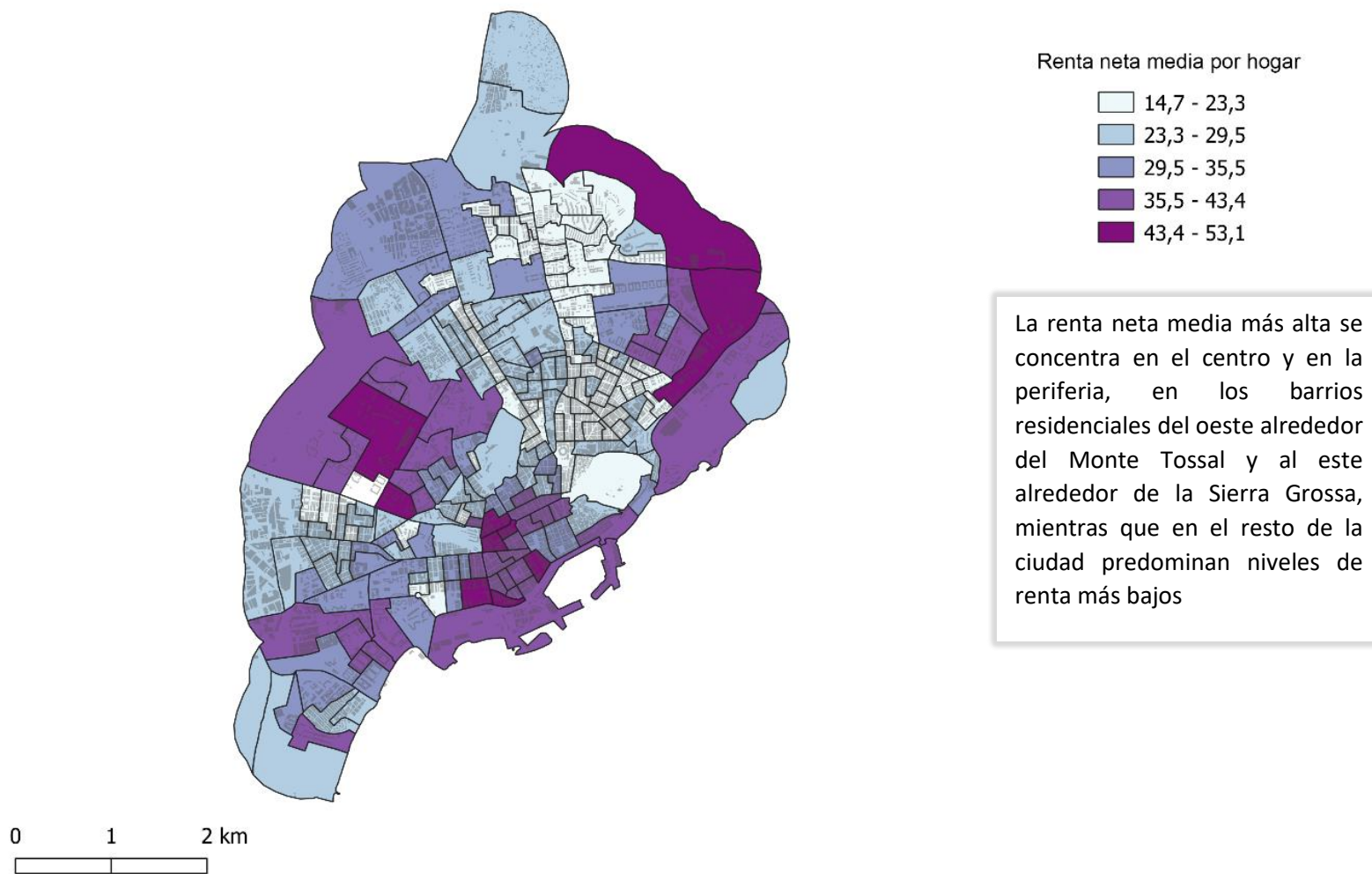


Figura 34\_Análisis de variables socioeconómicas en Alicante\_Renta neta media por hogar (Fuente: Elaboración propia).

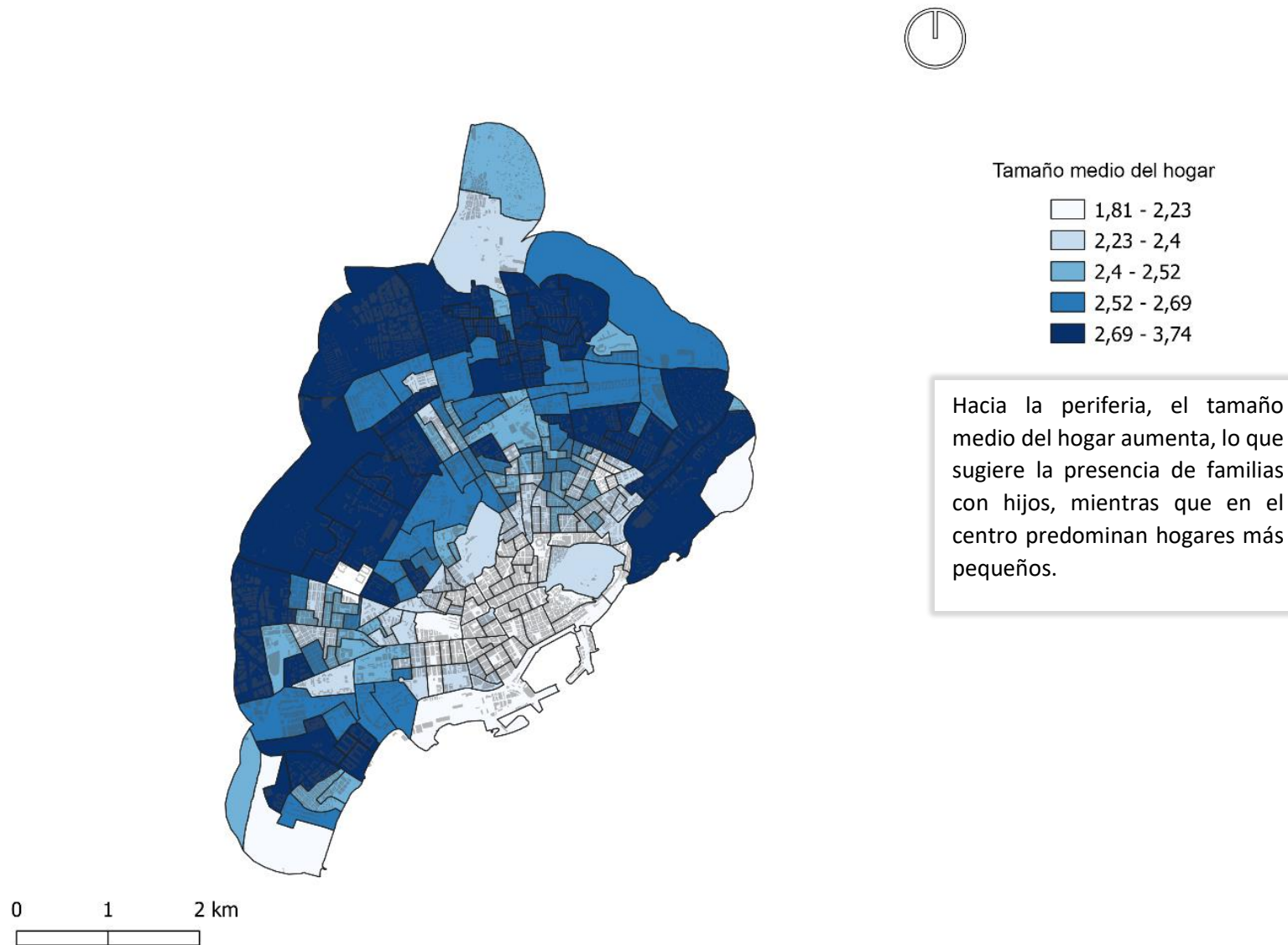


Figura 35\_ Análisis de variables socioeconómicas en Alicante\_ Tamaño medio del hogar (Fuente: Elaboración propia).

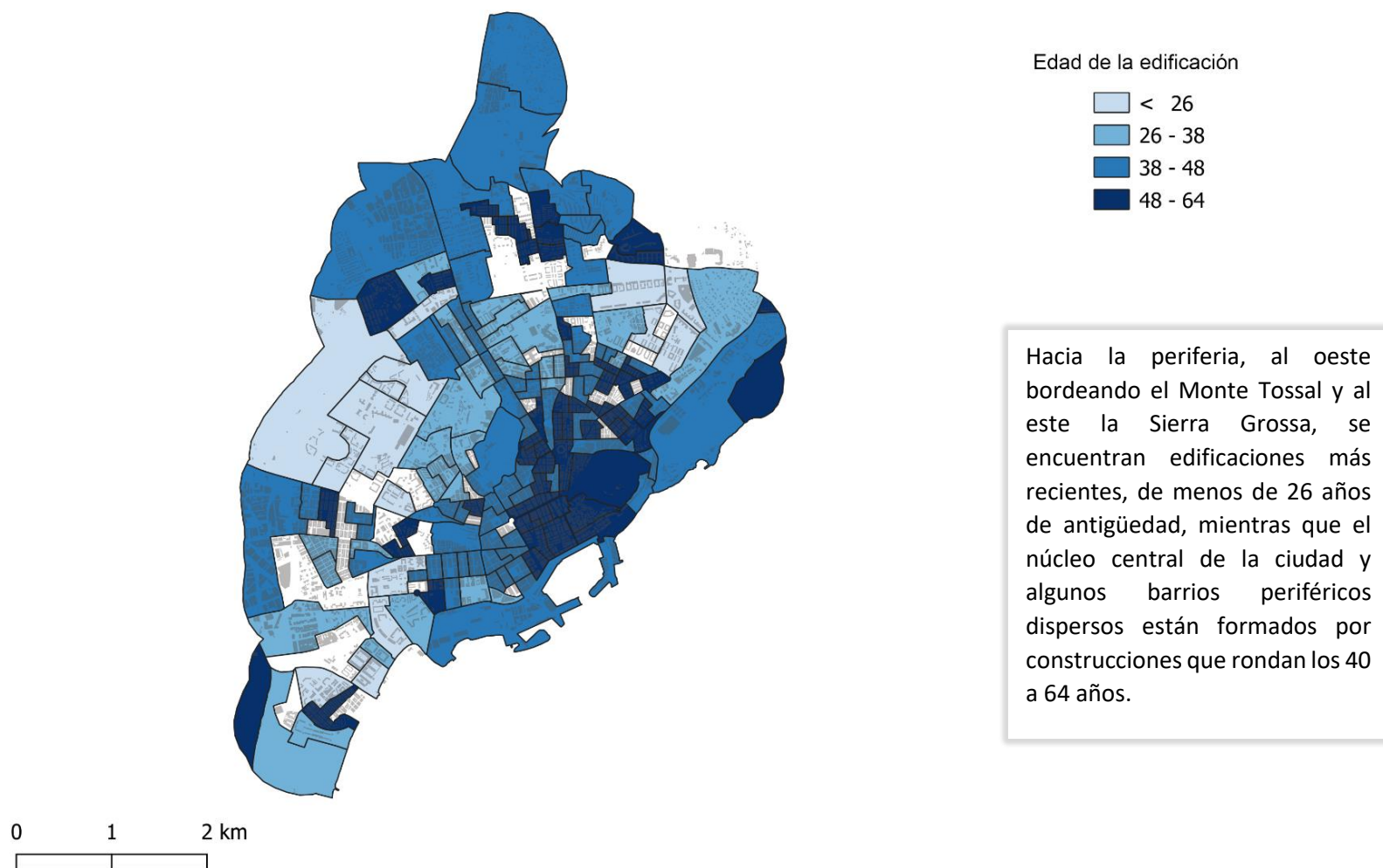


Figura 36\_Análisis de variables socioeconómicas en Alicante\_Edad media de la edificación (Fuente: Elaboración propia).

## 5. Resultados:

### 5.1. Representación cartográfica

Del procesamiento de los datos base se obtuvieron los mapas con las capas de trabajo necesarias para cuantificar el nivel de implantación de la regla en las ciudades objeto de estudio: cobertura vegetal (que incluye masa arbórea y no arbórea), parques urbanos y edificios. Se muestran en las figuras 37, 38 y 39, las capas resultantes para cada ciudad.

Los ámbitos definidos para las tres ciudades, Castellón, Valencia y Alicante tienen dimensiones diferentes. Si se toma como referencia a Castellón, que es la dimensión estudiada más pequeña, Alicante representa el doble de Castellón, mientras que Valencia, el cuádruple. No obstante, existe una correspondencia proporcional del área que ocupa el verde urbano respecto a la superficie de cada área de estudio.

En la tabla 4 se muestran las dimensiones del verde urbano en las tres ciudades estudiadas, correspondiente a cobertura vegetal (que incluye masa arbórea y no arbórea) y a los parques urbanos. Se aprecia igualmente la superficie que abarca cada ámbito de estudio y los porcentajes que respecto a esta el verde representa.

Tabla 4\_ Dimensiones del verde urbano en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia).

Verde Urbano (Cobertura verde y parques)	Cantidad			% de verde en la ciudad		
	Castellón	Valencia	Alicante	Castellón	Valencia	Alicante
Superficie (ha)	1.494,83	5.522,26	2.537,71			
Cobertura verde (ha)	516,39	1.528,88	698,26	34,55	27,69	27,52
. Masa arbórea (ha)	271,21	976,60	393,76	18,14	17,68	15,52
. Masa vegetal no arbórea (ha)	245,18	552,27	304,50	16,40	10,00	12,00
Parques (ha)	36,37	277,71	80,99	2,43	5,03	3,19

Castellón destaca por tener la mayor proporción de cobertura verde total, con un 34,55% de su superficie dedicada a este propósito, mientras que Valencia y Alicante presentan porcentajes similares de 27,69% y 27,52% respectivamente.

Mientras que las tres ciudades reflejan un balance bastante similar entre la vegetación arbórea y no arbórea, en términos absolutos, Valencia posee la mayor cantidad de masa arbórea (976,60 ha) y de masa vegetal no arbórea (552,27 ha). Castellón, aunque tiene una menor cantidad en términos absolutos, muestra un equilibrio significativo entre su masa arbórea (271,21 ha) y masa vegetal no arbórea (245,18 ha). Alicante también presenta una distribución equilibrada con 393,76 ha de masa arbórea y 304,50 ha de masa vegetal no arbórea.





Figura 37\_Verde urbano en Castellón (Fuente: Elaboración propia).



Figura 38\_Verde urbano en Valencia (Fuente: Elaboración propia).



Figura 39\_Verde urbano en Alicante (Fuente: Elaboración propia).

Valencia se distingue por su fuerte infraestructura de parques, con mayor cantidad y superficie (277,71ha distribuidas en 58 parques), lo cual contrasta con Castellón, que tiene la menor cantidad y superficie de parques (6 parques y 36,37 ha). Alicante se sitúa en una posición intermedia con 17 parques y 80,99 ha dedicadas a estos espacios.

Dentro del sistema de parques de cada una de estas ciudades, destacan:

- **En Valencia el Jardín del Turia (Figura 40):** Con aproximadamente 160 ha distribuidas a lo largo de los 11 km que recorre, es uno de los parques más grandes y emblemáticos de Valencia, situado en el antiguo cauce del río homónimo. En la figura 41 se aprecia su forma lineal atravesando la ciudad, lo que hace accesible para gran parte de la población residente, proporcionando un espacio verde continuo a lo largo de la ciudad.
- **En Alicante el Parque Monte Tossal (Figura 42):** Con aproximadamente 63 ha, es uno de los parques más grandes de la ciudad, proporcionando una amplia gama de instalaciones deportivas y recreativas. En la figura 43 se aprecia su localización en pleno centro de la ciudad, en la ladera del Monte Tossal, del que toma su nombre.
- **En Castellón el Parque Ribalta (Figura 44):** Con aproximadamente 72 ha, es el parque más emblemático de la ciudad. En la figura 45 se aprecia su situación en el centro de la ciudad, es un hito dentro del municipio y es conocido por su diseño histórico y belleza natural.



*Figura 40\_Jardín del Turia. Valencia (Fuente: Elaboración propia).*





*Figura 42\_Parque Monte Tossal. Alicante (Fuente: Elaboración propia).*



Figura 43\_Mapa Parque Monte Tossal. Alicante (Fuente: Elaboración propia).





*Figura 44\_Parque Ribalta. Castellón (Fuente: Elaboración propia).*

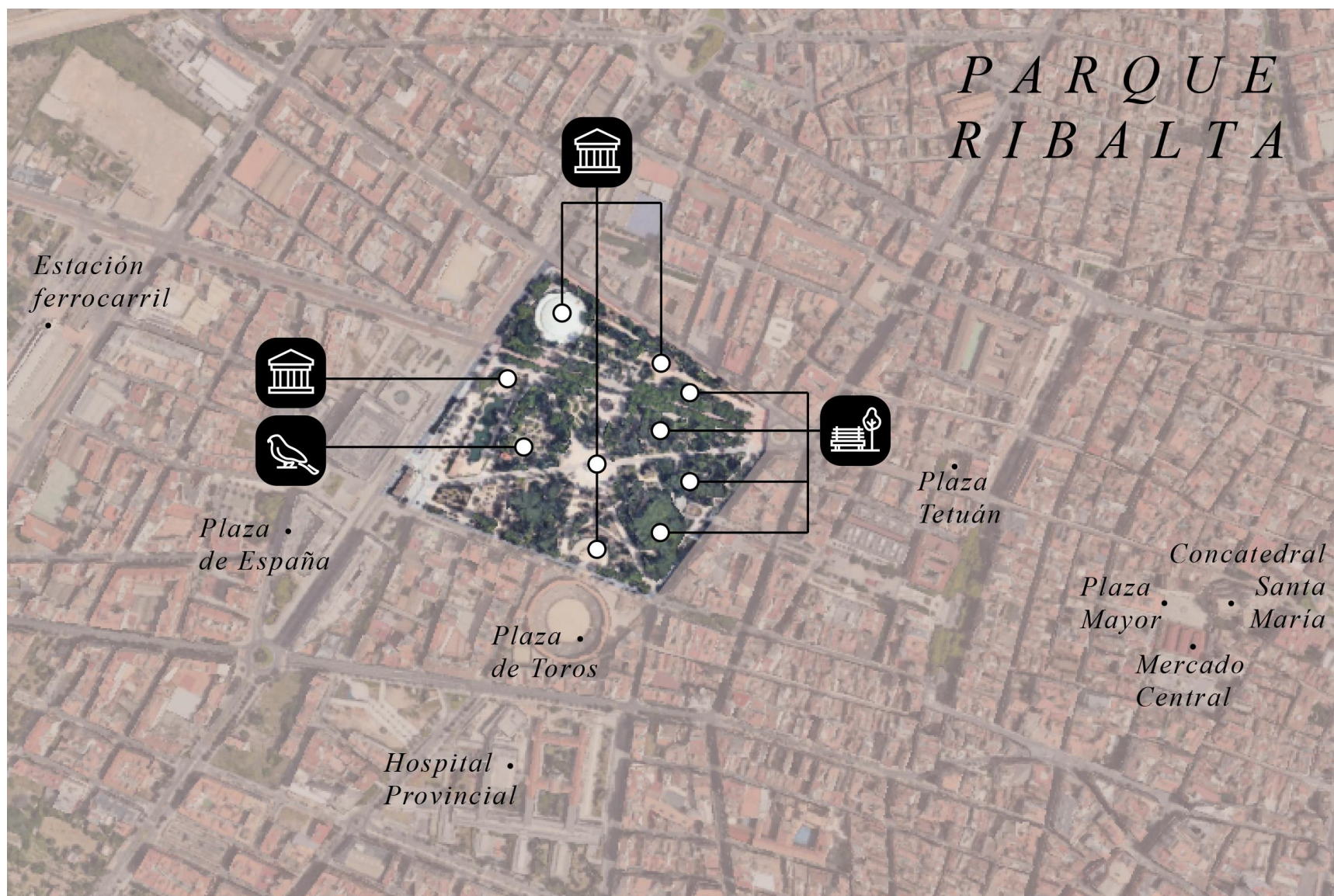


Figura 45\_Mapa Parque Ribalta. Castellón (Fuente: Elaboración propia).

Los tres parques mencionados constituyen hitos dentro de la imagen de cada ciudad, son considerados pulmones verdes y elementos de unión para los barrios colindantes. El siguiente gráfico (figura 46) muestra la relación de cobertura vegetal que se encuentra en parques, donde el resto se hallaría distribuido en viales y/o en parcela, un 7% en Castellón, 18% en Valencia y 11% en Alicante. La distribución de espacios verdes tiene un impacto directo en la equidad social. Las ciudades con una mayor proporción de cobertura vegetal en parques, como Valencia, podrían estar proporcionando mejores oportunidades para todos los ciudadanos, independientemente de su ubicación o nivel socioeconómico.

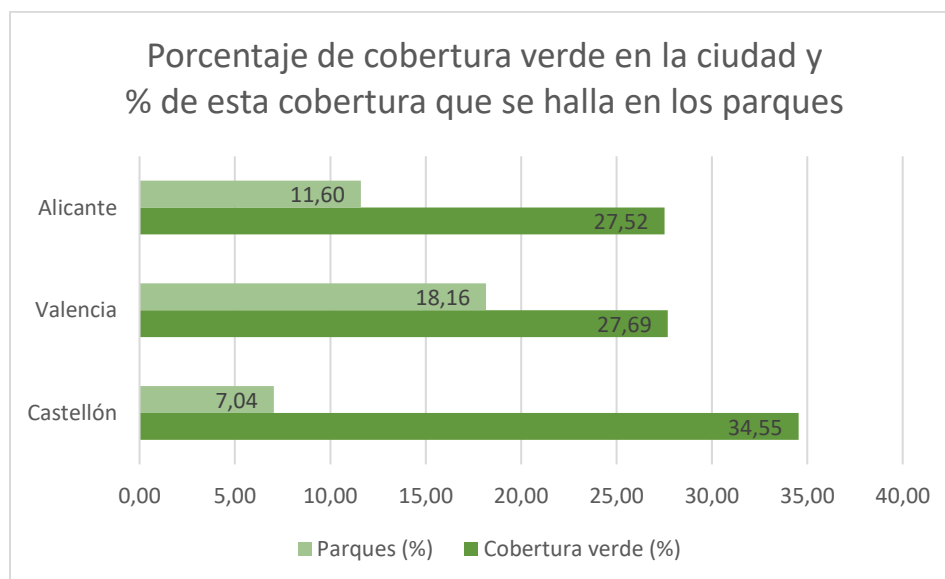


Figura 46\_Porcentaje de cobertura verde en la ciudad y % de esta que se halla en los parques en Castellón, Valencia y Alicante (Fuente: Elaboración propia).

## 5.2. Cuantificación de indicadores 3, 30 y 300

### 5.2.1. Cuantificación a nivel de edificio

En este estudio, se analizaron un total de 48.747 edificios residenciales y 896 secciones censales distribuidos en las ciudades de Castellón, Valencia y Alicante. Estos valores representan la base de datos sobre la cual se ha evaluado el cumplimiento de los criterios 3 árboles, 30% de cobertura y 300m a un parque.

A continuación, se presentan los nueve mapas resultantes de la cuantificación de la regla en cada municipio (figuras 47-55). Estos mapas facilitan la comprensión espacial de la situación del verde urbano a escala de edificio para cada parámetro evaluado. Ofrecen una visión detallada de los llenos y vacíos en la configuración de la ciudad, así como de las carencias y fortalezas que se analizan posteriormente en el trabajo a escala de sección censal.

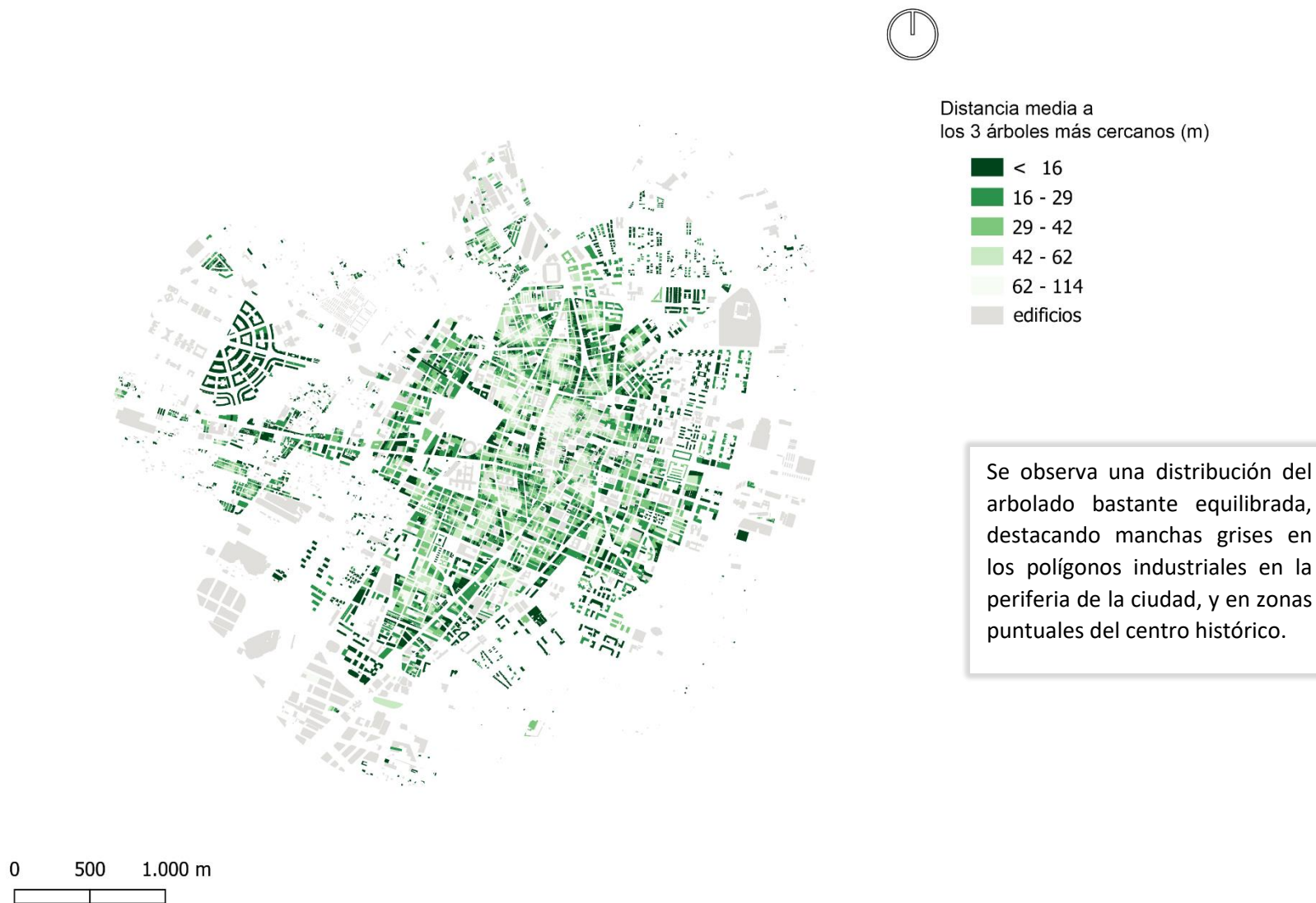


Figura 47\_Cuantificación de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Castellón a nivel de edificio (distancia media a los 3 árboles más cercano en metros) (Fuente: Elaboración propia).

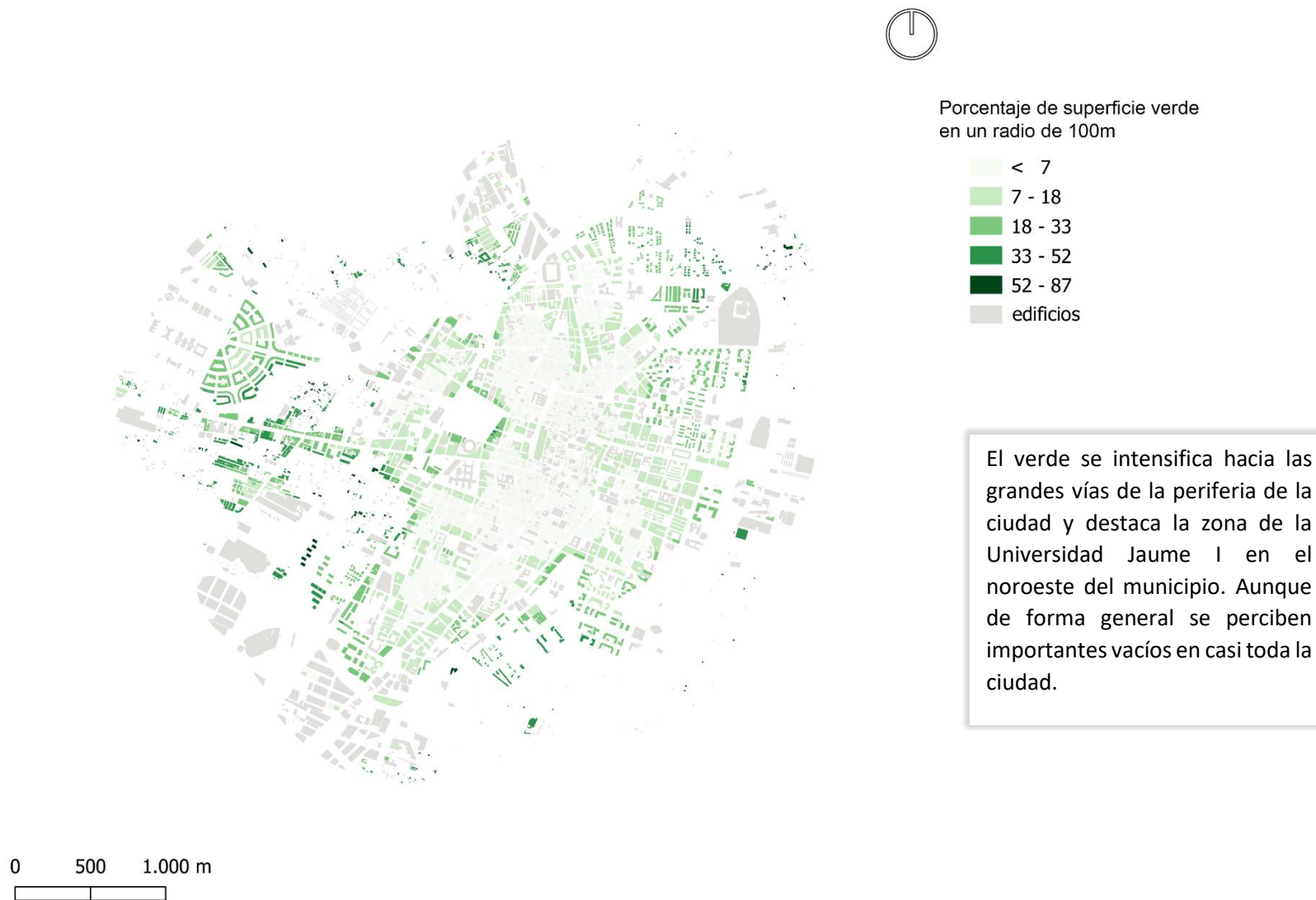


Figura 48\_Cuantificación de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Castellón a nivel de edificio (porcentaje de superficie verde en un radio de 100 metros) (Fuente: Elaboración propia).

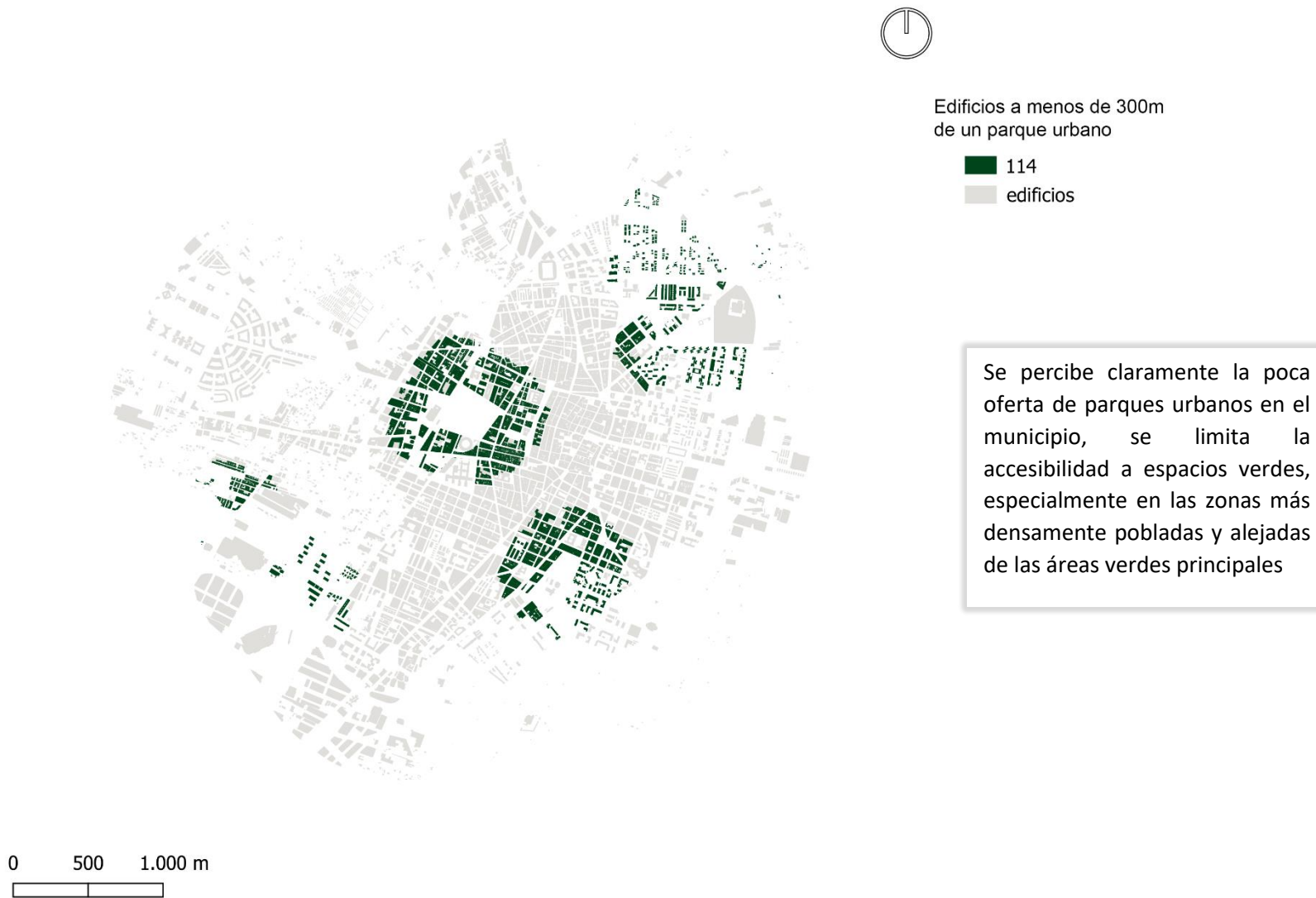


Figura 49\_Cuantificación de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Castellón a nivel de edificio (edificios a menos de 300 metros de un parque (código 114)) (Fuente: Elaboración propia).

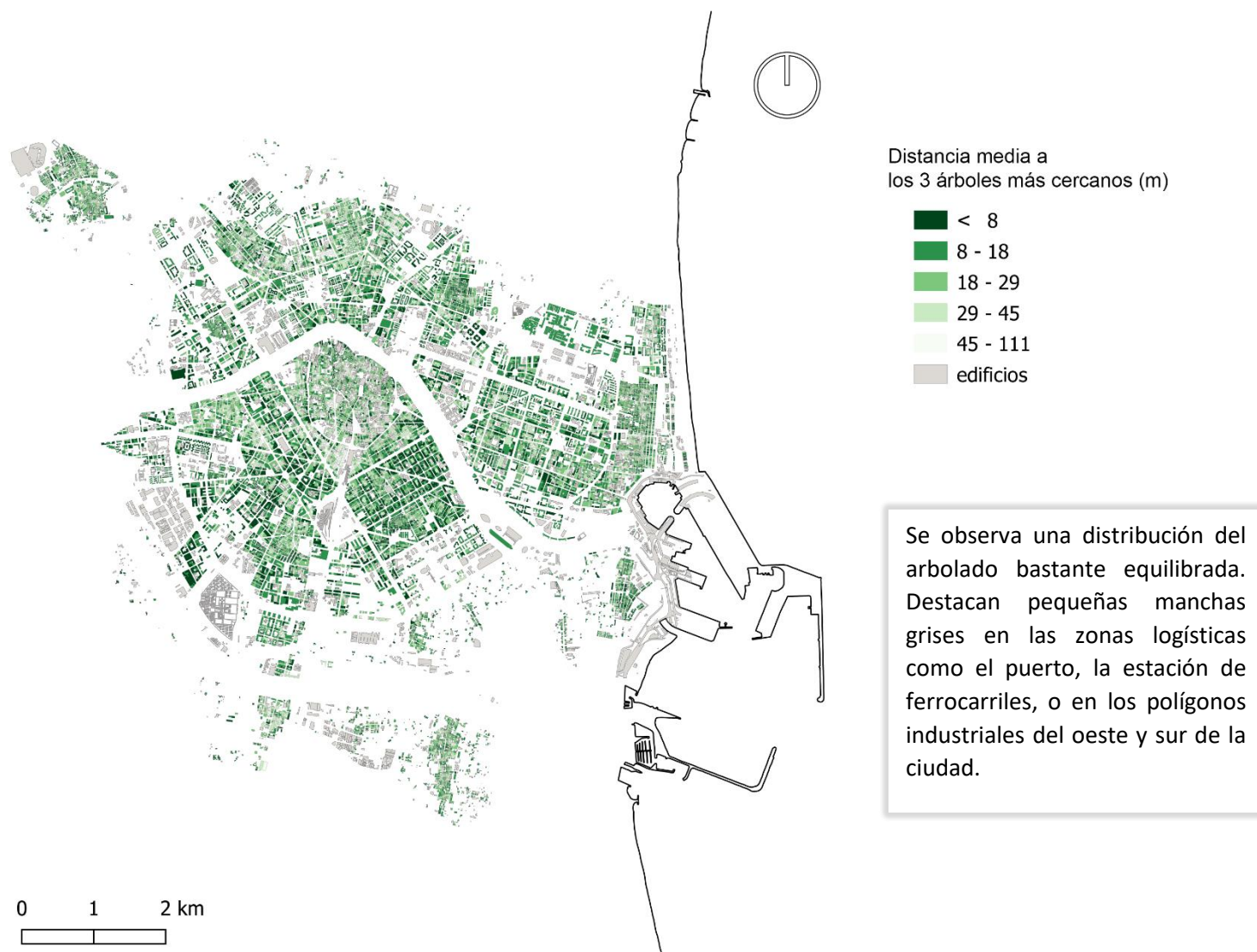


Figura 50\_Cuantificación de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Valencia a nivel de edificio (distancia media a los 3 árboles más cercano en metros) (Fuente: Elaboración propia).



Figura 51\_Cuantificación de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Valencia a nivel de edificio (porcentaje de superficie verde en un radio de 100 metros) (Fuente: Elaboración propia).



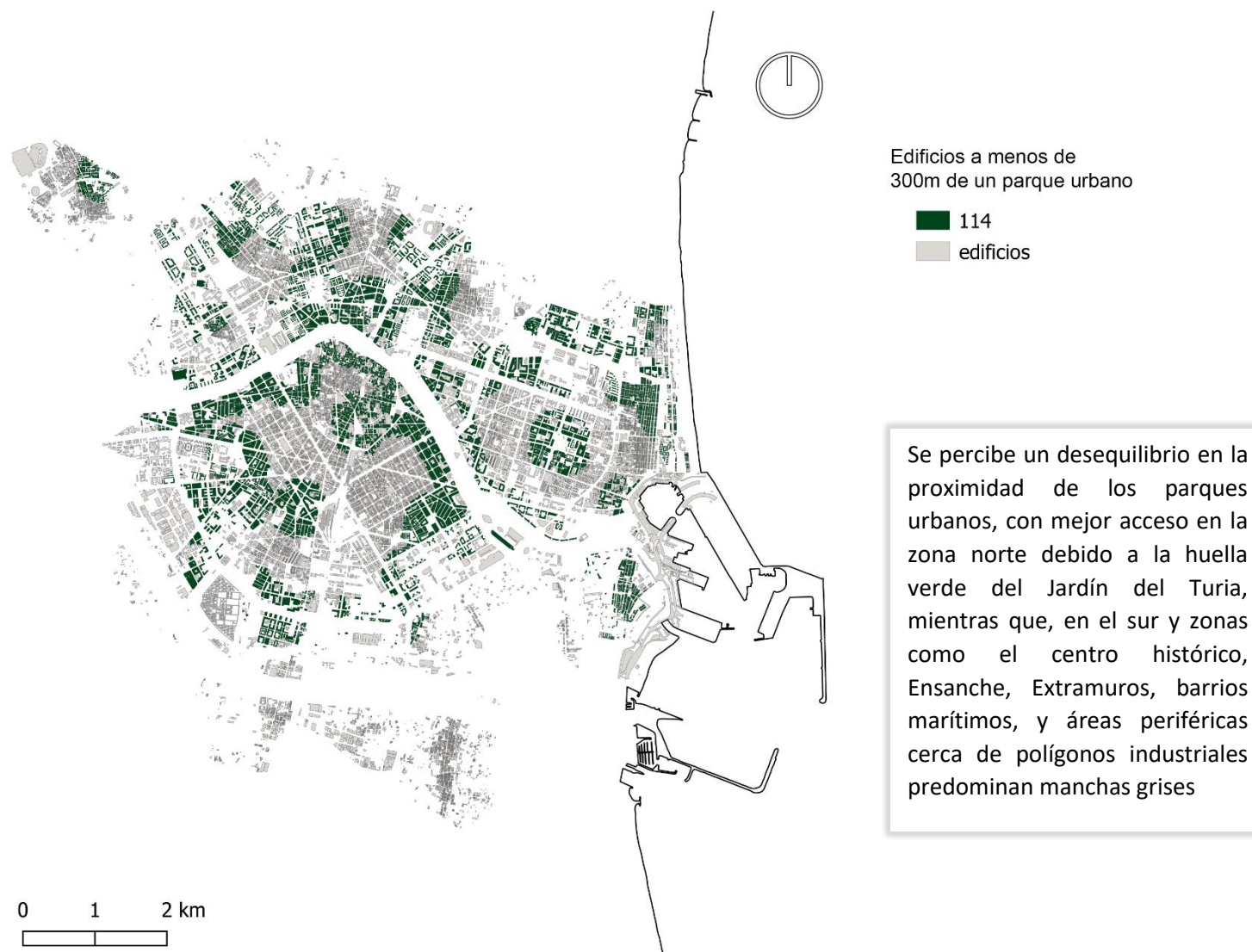


Figura 52\_Cuantificación de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Valencia a nivel de edificio (edificios a menos de 300 metros de un parque (código 114)) (Fuente: Elaboración propia).



Distancia media a los 3 árboles más cercanos (m)

- < 16
- 16 - 29
- 29 - 42
- 42 - 62
- 62 - 114
- edificios

Se observa una distribución del arbolado bastante equilibrada, destacando manchas grises en las zonas logísticas como el puerto y en los polígonos industriales en la periferia de la ciudad.

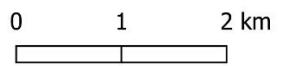


Figura 53\_Cuantificación de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Alicante a nivel de edificio (distancia media a los 3 árboles más cercano en metros) (Fuente: Elaboración propia).

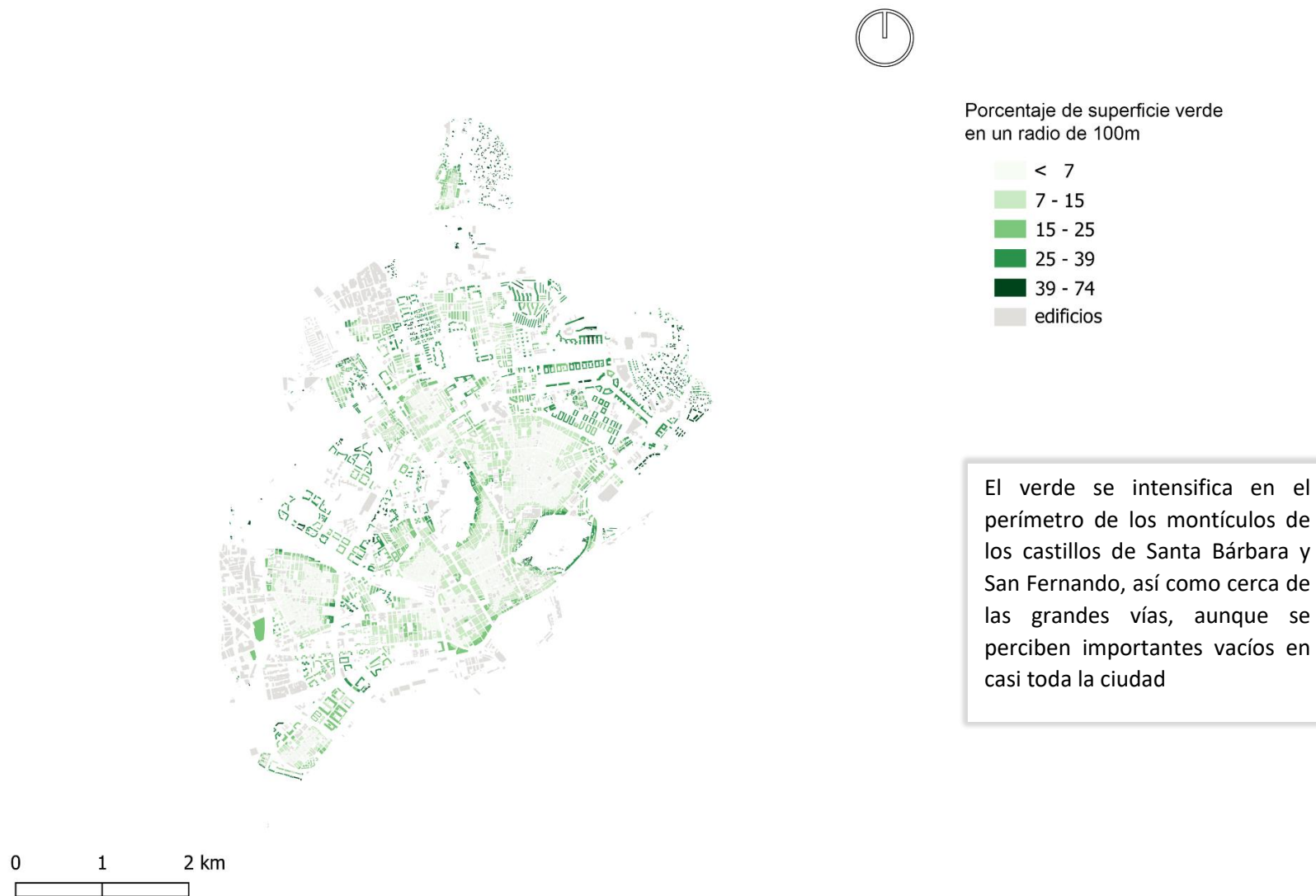


Figura 54\_Cuantificación de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Alicante a nivel de edificio (porcentaje de superficie verde en un radio de 100 metros) (Fuente: Elaboración propia).



Edificios a menos de 300m de un parque urbano

- 114
- edificios



Existe un gran desequilibrio en la proximidad a los parques urbanos. Con mejor acceso en áreas como el Monte Tossal y el Castillo de Santa Bárbara en el centro, así como en la zona norte y algunas excepciones en el suroeste, mientras que en el resto de la ciudad predominan zonas sin acceso cercano a parques

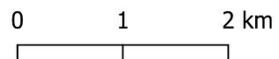


Figura 55\_Cuantificación de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Alicante a nivel de edificio (edificios a menos de 300 metros de un parque (código 114)) (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se muestra en la tabla 5 una información resumida del cumplimiento de la regla a nivel de edificio.

Tabla 5\_Cuantificación de indicadores a nivel de edificio en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia).

Regla a nivel de edificio	Cantidad que cumplen (u)			% de cumplimiento		
	Castellón	Valencia	Alicante	Castellón	Valencia	Alicante
Total de edificios residenciales	8.510,00	27.760,00	12.477,00			
3 árboles	4.348,00	22.402,00	7.680,00	51,09	80,70	61,55
30% de cobertura	790,00	2.441,00	1.114,00	9,28	8,79	8,93
300m a un parque	2.058,00	13.593,00	5.005,00	24,18	48,97	40,11

En la figura 56 se sintetiza el análisis a nivel de edificio, donde Valencia destaca con el mayor porcentaje de edificios residenciales con al menos 3 árboles cercanos al lugar de residencia (80,70%), seguida por Alicante y Castellón que oscilan el 60 y 50% del total de edificios respectivamente. Sin embargo, todas las ciudades tienen un cumplimiento bajo en términos de edificios con 30% de cobertura verde a escala de barrio, con Castellón a la cabeza con un 9,28%, seguido de Alicante y Valencia con valores similares en torno al 8%. En cuanto a la proximidad de edificios a los parques (mínimo a 300m), Valencia nuevamente lidera con un 48,97%, seguida de Alicante con un 40,11% y Castellón con un 24,18%.

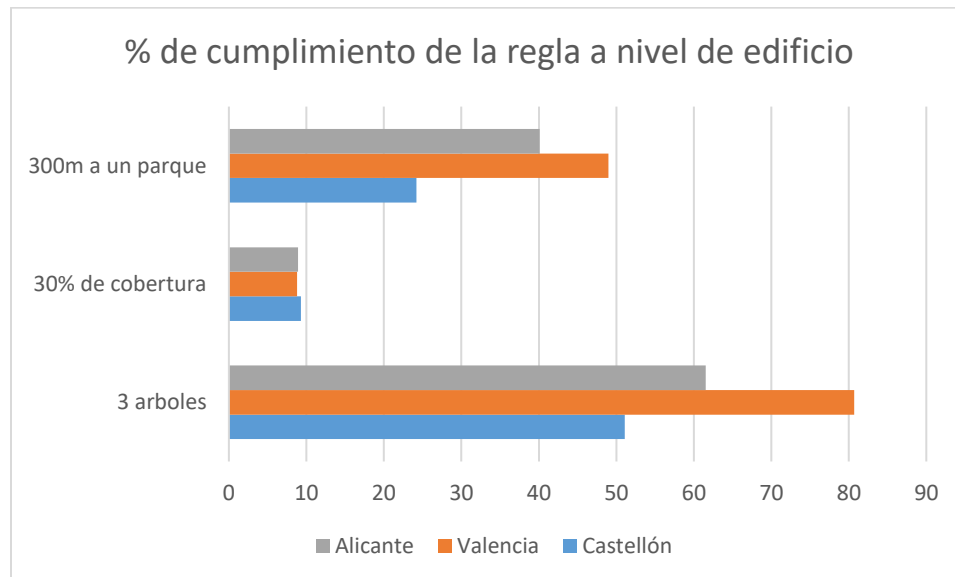


Figura 56\_Porcentaje de cumplimiento de la regla a nivel de edificio en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia).

### 5.2.2. Cuantificación de la Regla a nivel de sección censal

Para determinar si una sección censal cumple o no con la regla de 3-30-300, se ha evaluado el porcentaje de edificios que cumplen con cada uno de los tres parámetros: tener al menos 3 árboles a la vista, contar con al menos un 30% de cobertura verde y estar a una distancia máxima de 300 metros de un parque. Cuando más del 40% de los edificios en una sección censal cumplen con estos parámetros, consideramos que la sección cumple con la regla. Este umbral del 40% es un punto de inflexión donde se empieza a considerar adecuado el nivel de cumplimiento a nivel de sección censal, representado en los mapas con colores que van del amarillo al verde oscuro, indicando un mejor cumplimiento conforme se avanza en tonalidad.

En la tabla 6 se muestra la información resumida del cumplimiento de la regla a nivel de sección censal. Además, se ha incorporado el análisis agregado con el parámetro 3-30-300, permitiendo percibir el nivel de implantación de los tres parámetros de forma conjunta.

Tabla 6\_Cuantificación de indicadores a nivel de sección censal en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia).

Regla a nivel de sección censal	Cantidad que cumplen (u)			% de cumplimiento		
	Castellón	Valencia	Alicante	Castellón	Valencia	Alicante
Total de Secciones Censales	97,00	584,00	215,00			
3 árboles	85,00	565,00	175,00	87,63	96,75	81,40
30% de cobertura	12,00	84,00	15,00	12,37	14,38	6,98
300m a un parque	33,00	336,00	99,00	34,02	57,53	46,05
3-30-300	35,00	373,00	105,00	36,08	63,87	48,84

En la figura 57 se sintetiza el porcentaje de cumplimiento de la regla a nivel de secciones censales, Valencia también se destaca con el mayor cumplimiento de secciones que tienen al menos 3 árboles a la vista de los edificios (96,75%), seguido de Castellón (87,63%) y Alicante (81,40%). En lo que se refiere al 30% de cobertura verde, Valencia nuevamente, aunque con un porcentaje bajo, tiene el resultado más alto: 14,38% de las secciones censales tiene más de 30% de cobertura verde. En cuanto a la proximidad de secciones censales a parques, Valencia lidera con un 57,53%, seguida de Alicante con un 46,05% y Castellón con un 34,02%. En la normativa combinada de 3 árboles, 30% de cobertura y proximidad a un parque (3-30-300), Valencia cumple en un 63,87%, Alicante en un 48,84% y Castellón en un 36,08%.

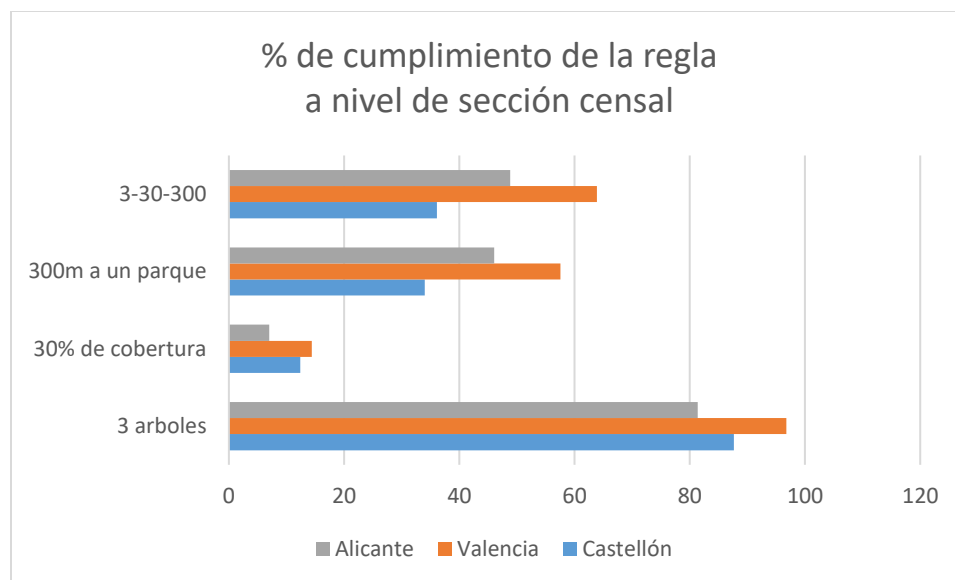


Figura 57\_ Porcentaje de cumplimiento de la regla a nivel de sección censal en Castellón, Valencia y Alicante. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se presentan los doce mapas resultantes de la cuantificación de la regla en cada municipio (figuras 58-69). Se evidencia a simple vista como factores relaciones con la tipología edificatoria o de morfología urbana de la ciudad influyen en la configuración urbana del verde, y se corrobora la información descrita en los análisis a escala de edificio de la sección anterior.

En las figuras 58, 62 y 66 se analiza la variable de "árboles a la vista" en cada ciudad. Las tres ciudades muestran un patrón similar: bajos porcentajes de arbolado en los centros históricos y mayores porcentajes en las áreas periféricas. Aunque en general se observa un equilibrio con predominancia de tonalidades verdes en la mayoría de las secciones censales, Castellón exhibe la relación más crítica en cuanto a la presencia de árboles

En las figuras 59, 63 y 67 se observa el análisis de la variable "30% de cobertura vegetal" en cada ciudad. En las tres ciudades predominan las tonalidades rojas en las secciones censales, indicando una escasez de cobertura vegetal, con excepciones limitadas a secciones periféricas donde se observan tonos verdes.

En las figuras 60, 64 y 68 se muestra el análisis de la variable "300 m de distancia máxima a un parque urbano" en cada ciudad. En las tres ciudades se evidencian desequilibrios en la accesibilidad a estos espacios, con Castellón y Alicante siendo las más críticas. En Valencia, la influencia del Jardín del Turia marca una clara diferencia en la accesibilidad entre la zona norte y la sur de la ciudad.

En las figuras 61, 65 y 69 se presenta el análisis agregado de la Regla 3-30-300 en cada ciudad, revelando la relación entre las tres variables y el porcentaje de edificios que cumplen con esta regla. Mientras Castellón muestra una clara brecha entre las zonas este, centro y oeste, con los centros históricos y los polígonos industriales siendo las áreas más críticas en cuanto a la carencia de verde urbano, en Valencia y Alicante también se perciben desequilibrios entre el norte y el sur, con el norte mostrando una mayor presencia de verde urbano y el sur asociado con polígonos industriales y vías ferroviarias.

Se observa que el tipo de edificación (ensanche, adosada, aislada y abierta) influye en la cantidad y distribución de áreas verdes en espacios públicos y parcelas. Además, el uso del suelo y la red de espacios naturales y artificiales otorgan identidad a cada ciudad: en Valencia, el efecto del cauce antiguo del río Turia, transformado en el Jardín del Turia, o de la Huerta que se extiende por toda la zona periférica; en Alicante las masas verdes que rodean el montículo del Castillo de Santa Bárbara y el Monte Tossal; y en Castellón la zona de la Universidad Jaume I y terrenos de suelo urbanizable que generan vacíos urbanos y mayor dotación de cobertura vegetal.

Las zonas más críticas en cuanto a la ausencia de verde urbano están relacionadas con zonas antiguas de la ciudad como centros históricos y ensanches, que suelen estar asociados a tipologías más compactas, con menos espacio público complicando la dotación de verde urbano en el entorno urbano; o con zonas periféricas con tipologías industriales como el puerto, el parque de vías ferroviarias, o zonas destinadas a usos terciarios relacionados al soporte logístico de la ciudad, que suelen estar asociados a escasez de verde.



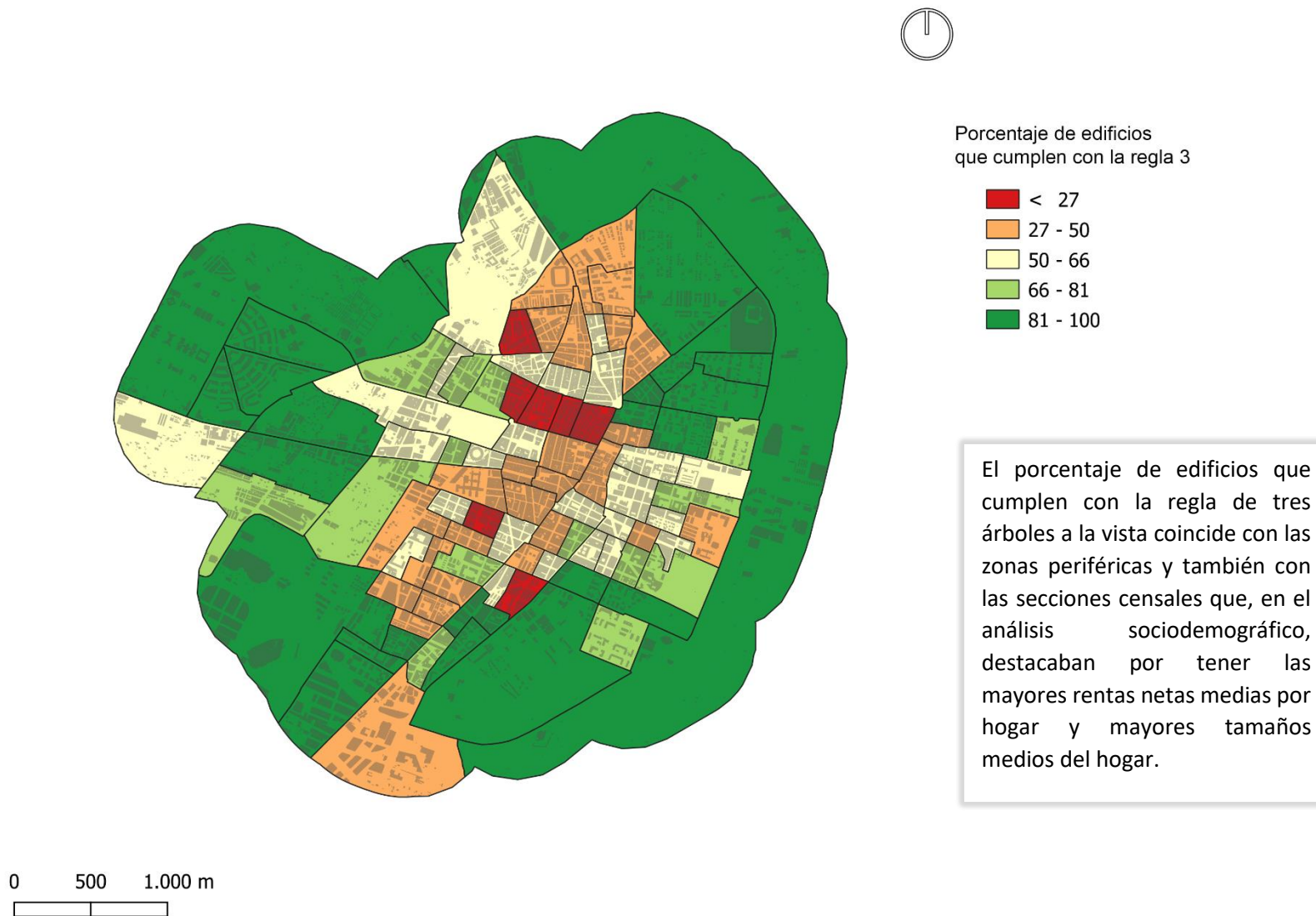
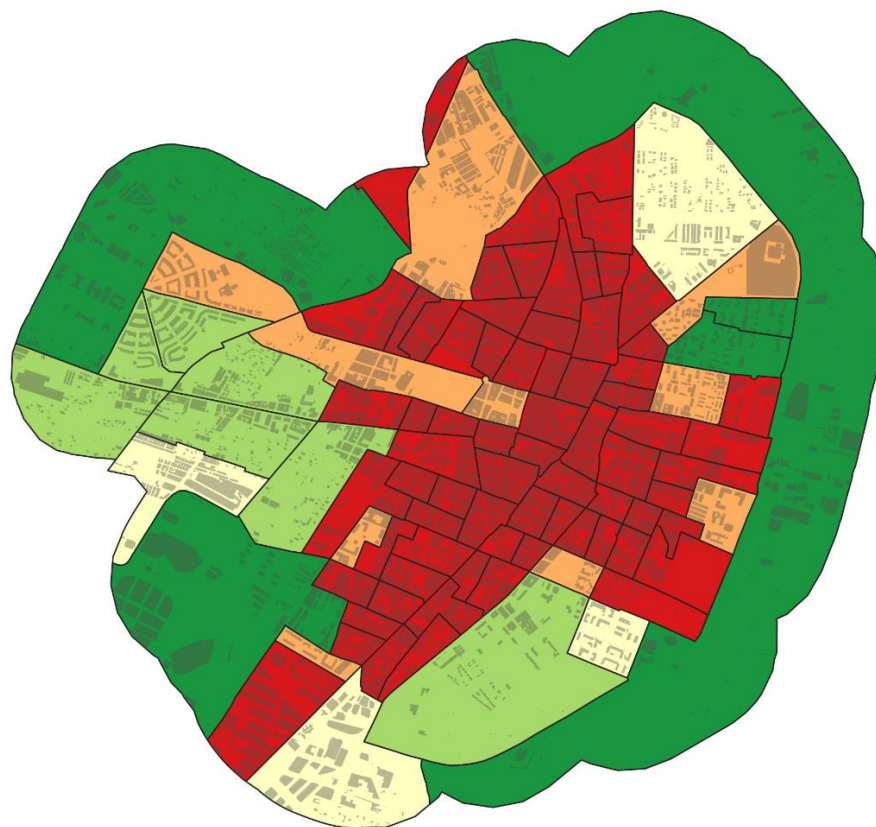


Figura 58\_Análisis de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Castellón a nivel de sección censal (Porcentaje edificios que cumplen la regla 3) (Fuente: Elaboración propia).



Porcentaje de edificios que cumplen con la regla 30

- < 2,7
- 2,7 - 19,9
- 19,9 - 35,9
- 35,9 - 47,6
- 47,6 - 66,5

La mayoría de las secciones censales del municipio incumplen la variable del 30% de cobertura vegetal, y esta deficiencia coincide con la zona más envejecida de la ciudad.

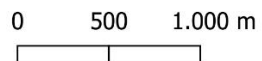


Figura 59\_ Análisis de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Castellón a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 30) (Fuente: Elaboración propia).

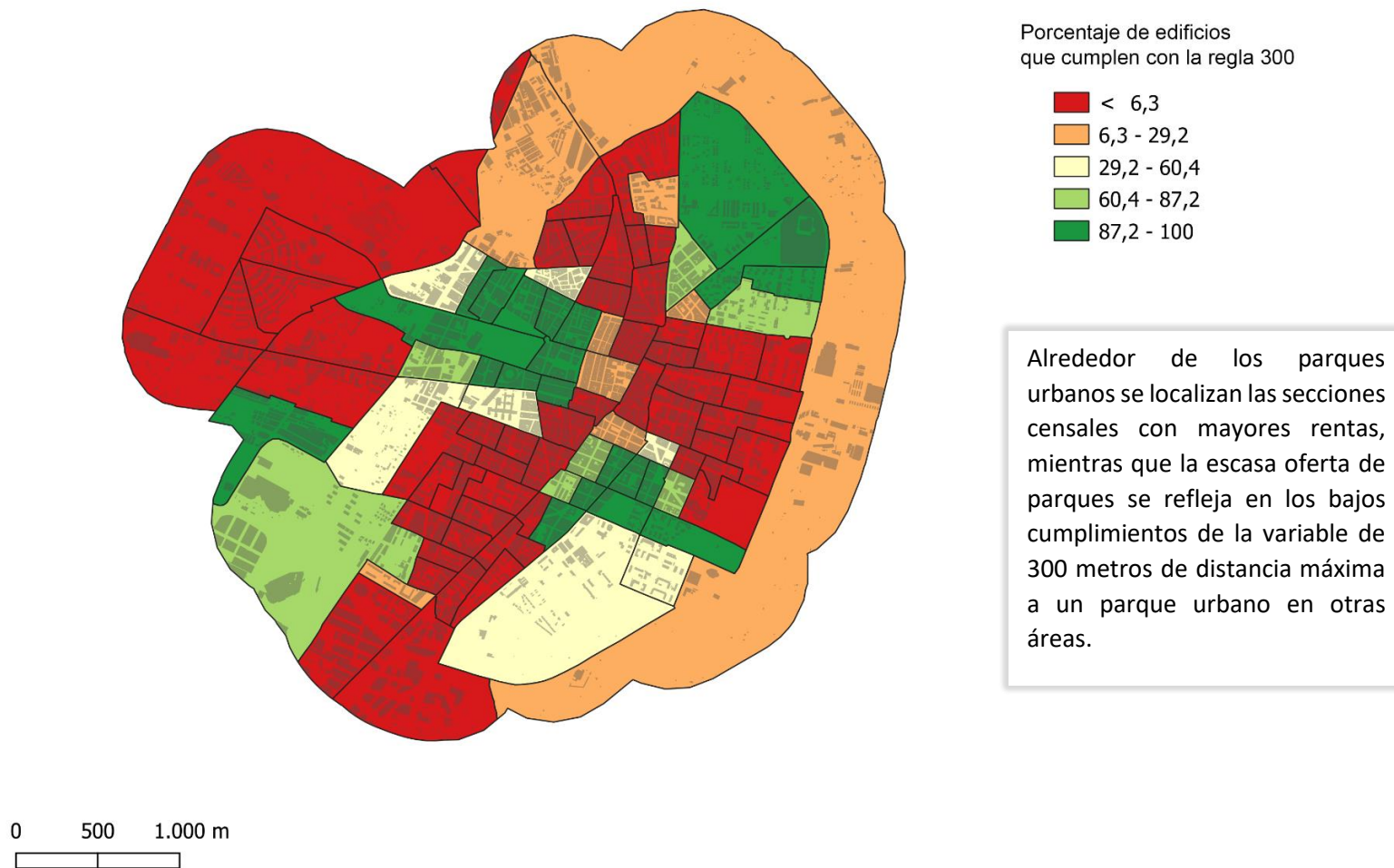
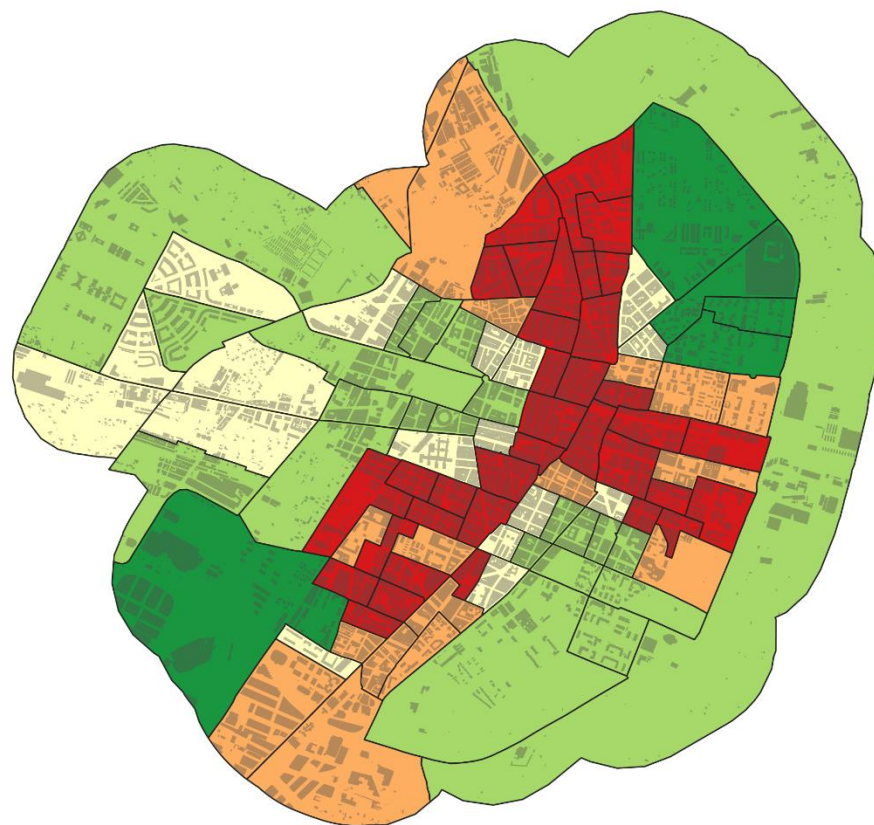


Figura 60\_Análisis de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Castellón a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 300)  
(Fuente: Elaboración propia).



Análisis agregado de la regla 3-30-300

- < 22
- 22 - 33
- 33 - 47
- 47 - 66
- 66 - 87

Muestra una clara brecha entre las zonas este, centro y oeste, con el centro histórico y los polígonos industriales como las áreas más críticas en cuanto a la carencia de verde urbano.

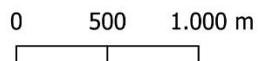


Figura 61\_Análisis agregado de la Regla 3-30-300 en la ciudad de Castellón a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 3-30-300) (Fuente: Elaboración propia).

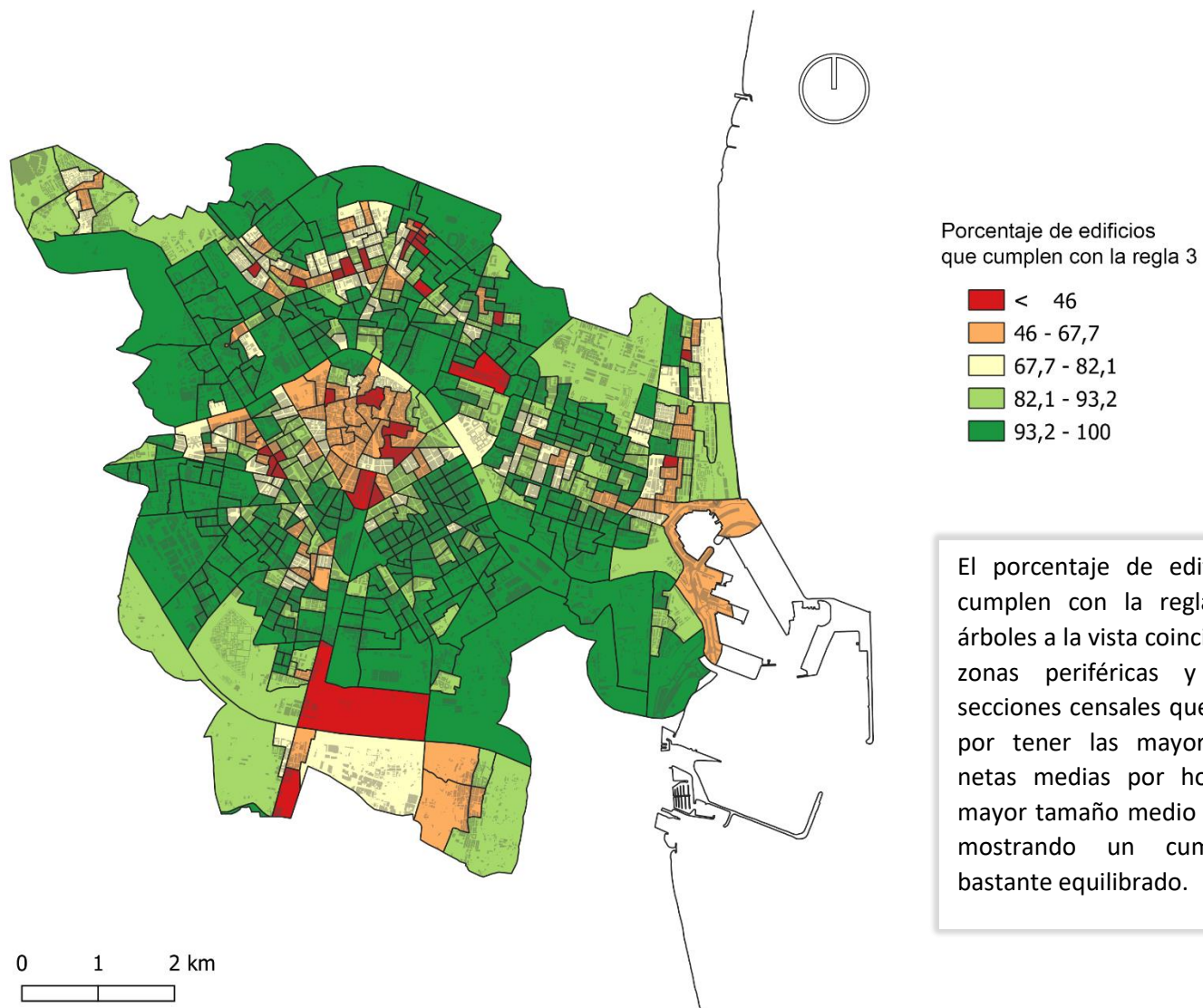
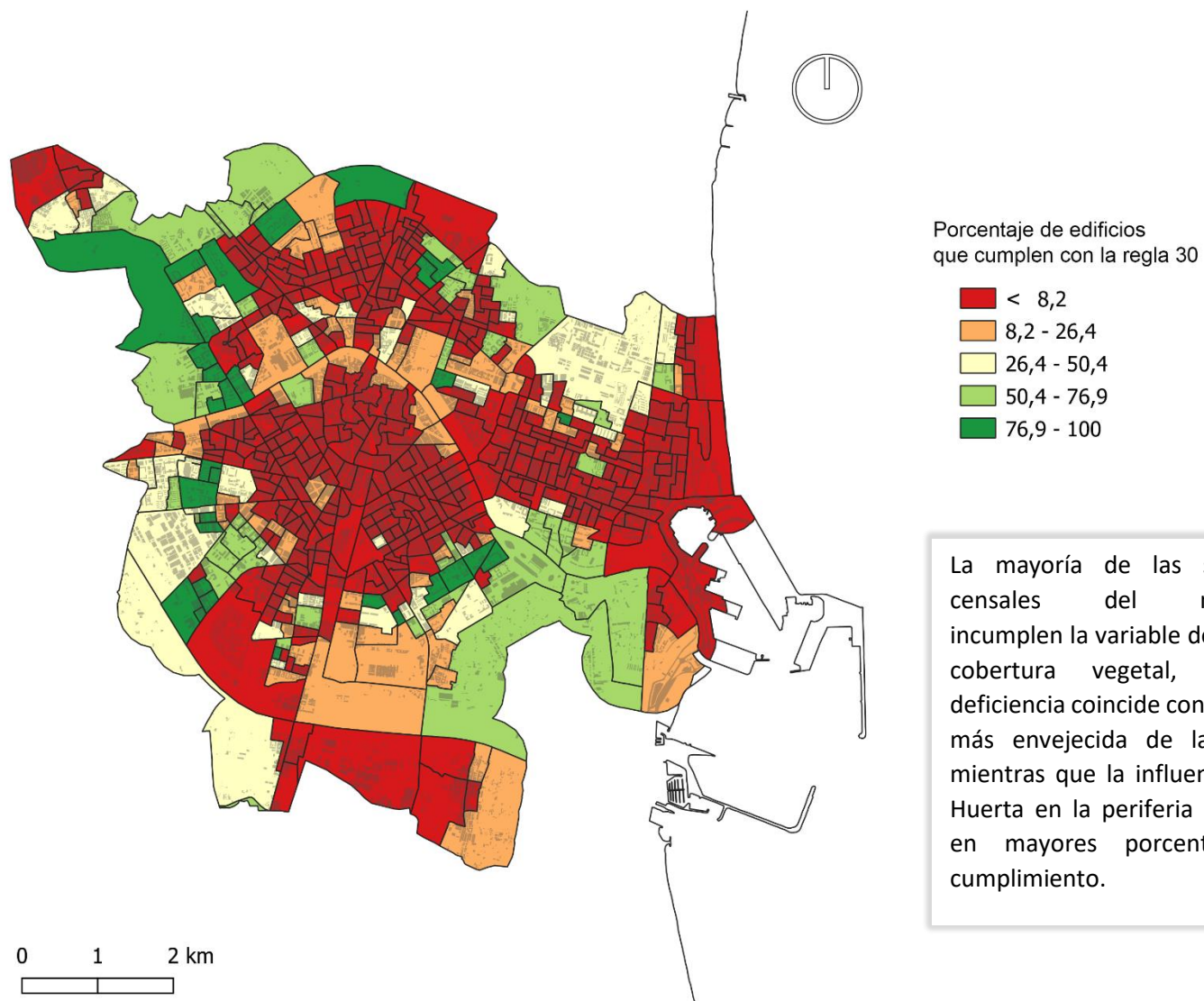


Figura 62\_ Análisis de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Valencia a nivel de sección censal (Porcentaje edificios que cumplen la regla 3) (Fuente: Elaboración propia).



La mayoría de las secciones censales del municipio incumplen la variable del 30% de cobertura vegetal, y esta deficiencia coincide con las zonas más envejecida de la ciudad, mientras que la influencia de la Huerta en la periferia se refleja en mayores porcentajes de cumplimiento.

Figura 63\_Análisis de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Valencia a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 30) (Fuente: Elaboración propia).

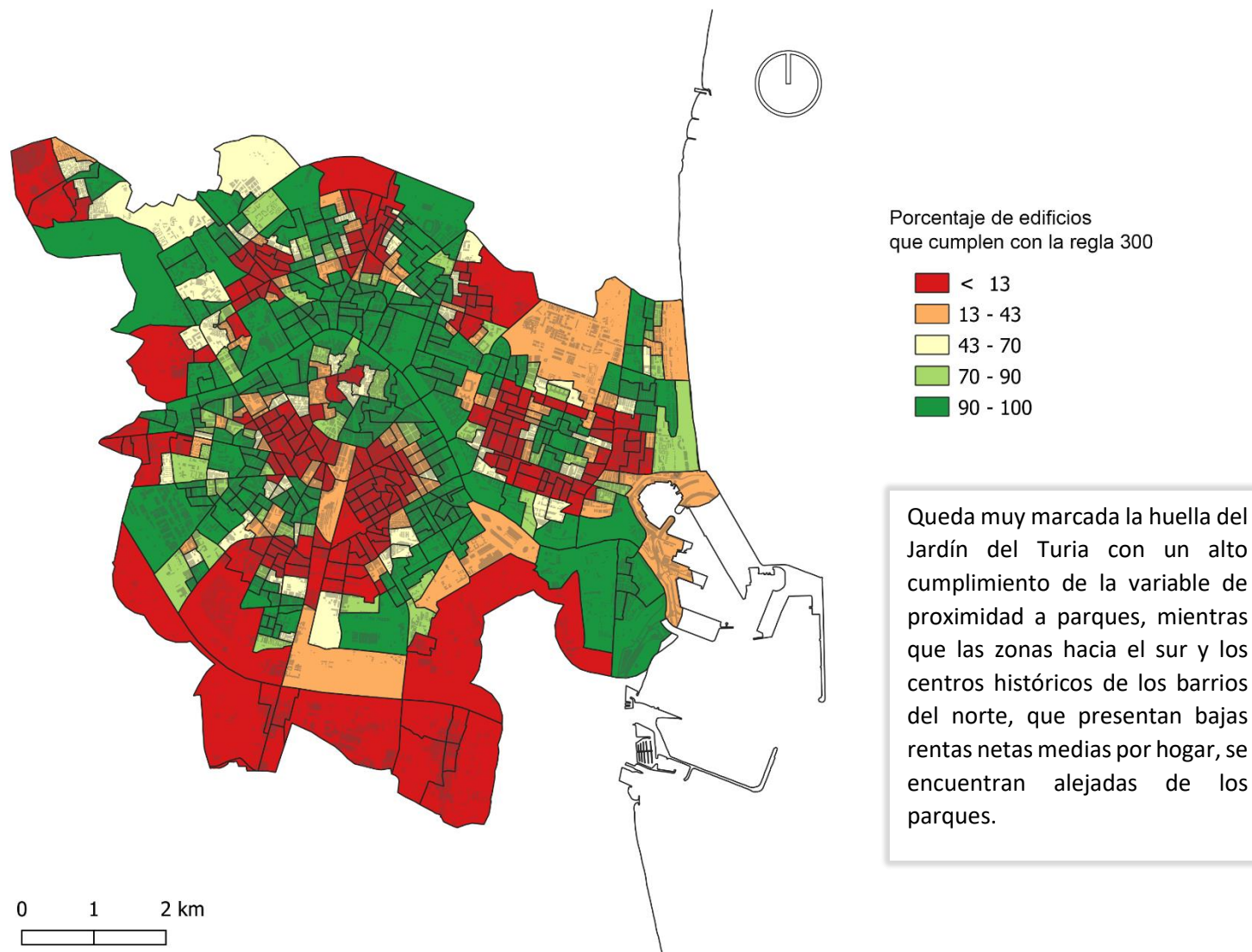


Figura 64\_Análisis de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Valencia a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 300)  
(Fuente: Elaboración propia).

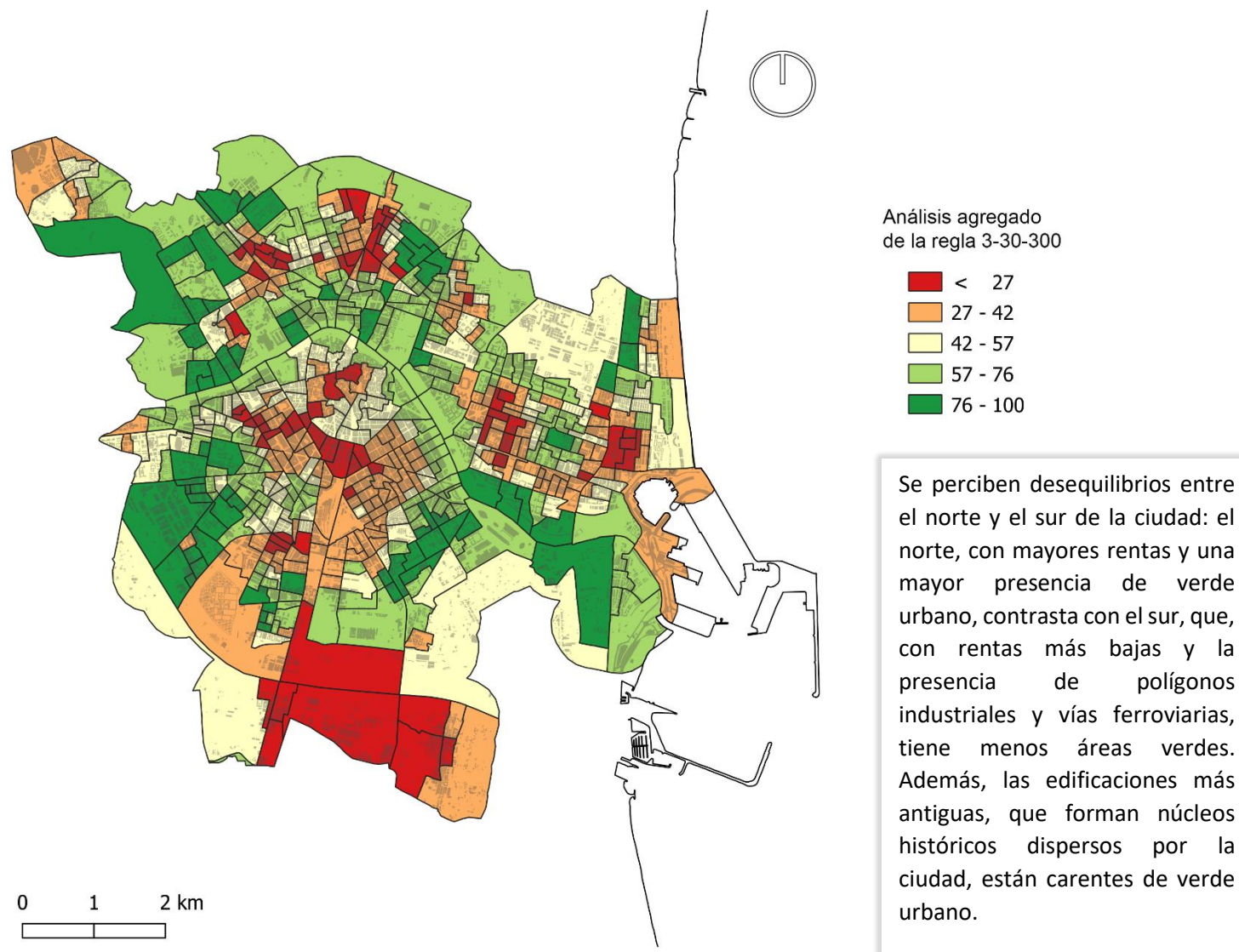
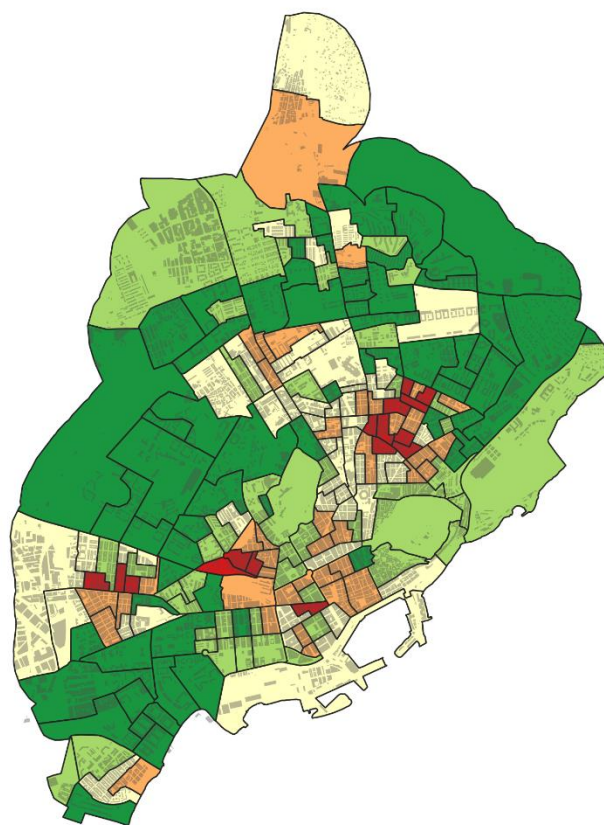


Figura 65\_Análisis agregado de la Regla 3-30-300 en la ciudad de Valencia a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 3-30-300) (Fuente: Elaboración propia).





Porcentaje de edificios que cumplen con la regla 3

- < 28
- 28 - 49
- 49 - 67
- 67 - 86
- 86 - 100

El porcentaje de edificios que cumplen con la regla de tres árboles a la vista coincide con las zonas periféricas y con las secciones censales que destacan por tener las mayores rentas netas medias por hogar y un mayor tamaño medio del hogar, excepto en la zona central, que presenta una brecha notable.

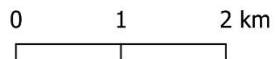
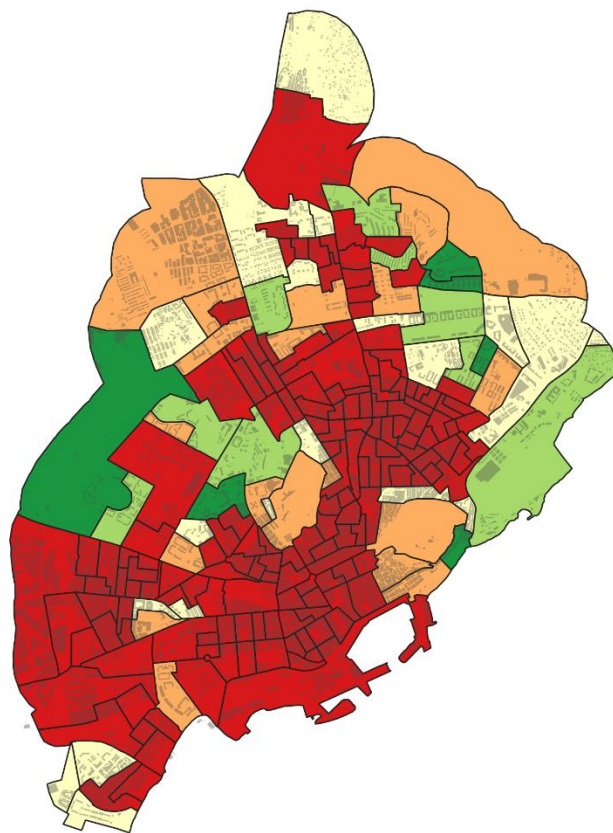


Figura 66\_Análisis de la variable 3 árboles a la vista en la ciudad de Alicante a nivel de sección censal (Porcentaje edificios que cumplen la regla 3) (Fuente: Elaboración propia).



Porcentaje de edificios que cumplen con la regla 30

- < 3,6
- 3,6 - 18,5
- 18,5 - 38,7
- 38,7 - 64,4
- 64,4 - 100

La mayoría de las secciones censales del municipio incumplen la variable del 30% de cobertura vegetal, y esta deficiencia se concentra en las zonas más envejecidas de la ciudad, mientras que las áreas residenciales alrededor del Monte Tossal al oeste y la Sierra Grossa al este, que presentan rentas altas, un desarrollo más reciente y un mayor tamaño del hogar, muestran mejores porcentajes de cumplimiento.

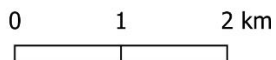
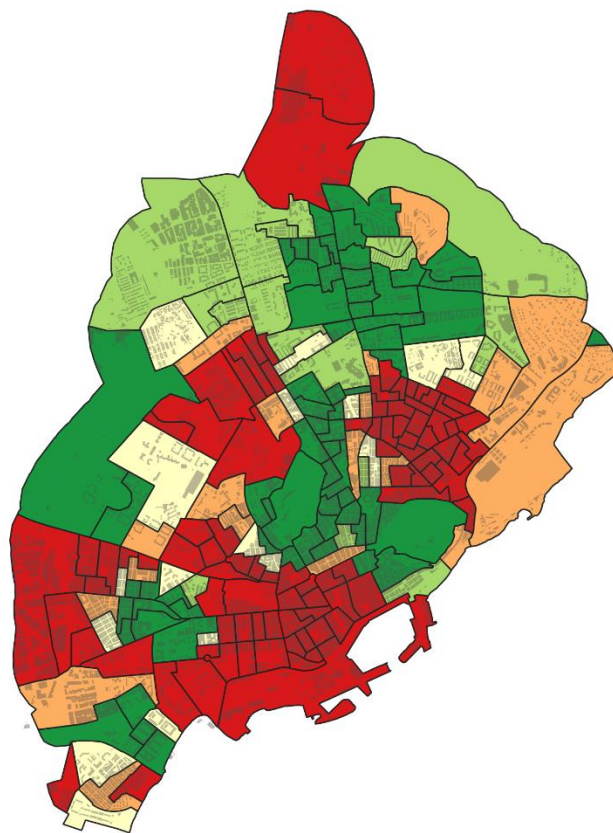


Figura 67\_ Análisis de la variable 30% de cobertura vegetal en la ciudad de Alicante a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 30) (Fuente: Elaboración propia).



Porcentaje de edificios que cumplen con la regla 300

- < 9,9
- 9,9 - 36
- 36 - 60,5
- 60,5 - 87,5
- 87,5 - 100

Alrededor de los parques urbanos se localizan las secciones censales con rentas altas, destacando la influencia del Monte Tossal y, en este caso, del Castillo de Santa Bárbara, mientras que la escasa oferta de parques se refleja en las zonas más envejecidas de la ciudad.

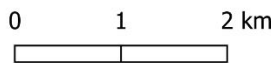
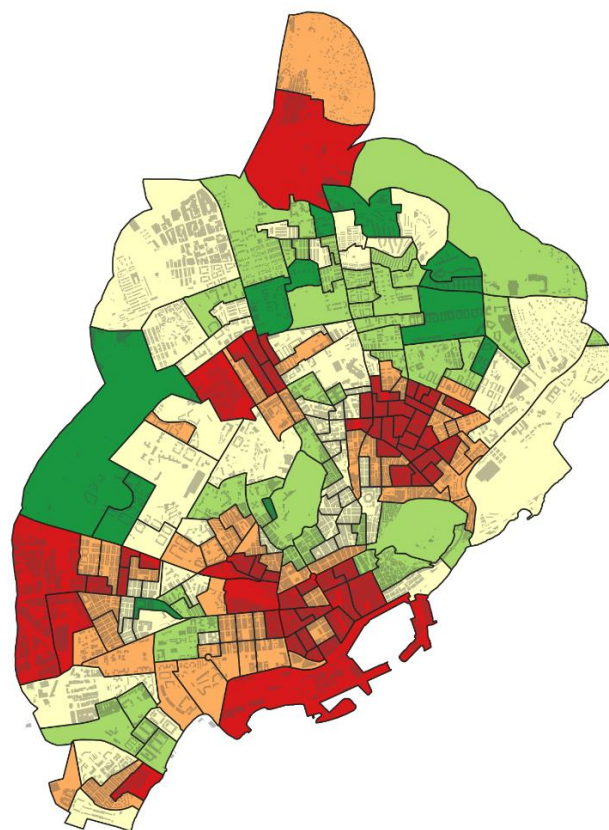


Figura 68\_ Análisis de la variable 300m de distancia máxima a un parque urbano en la ciudad de Alicante a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 300) (Fuente: Elaboración propia).



Análisis agregado de la regla 3-30-300

- < 21
- 21 - 39
- 39 - 56
- 56 - 72
- 72 - 100

Las zonas más envejecidas de la ciudad carecen de verde urbano, mientras que las áreas de nuevo desarrollo, localizadas alrededor de los parques y con rentas altas, tienen una buena presencia de verde urbano.

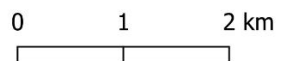


Figura 69\_ Análisis agregado de la Regla 3-30-300 en la ciudad de Alicante a nivel de sección censal (Porcentaje edificios con cumplen la regla 3-30-300) (Fuente: Elaboración propia).

### 5.3. Análisis de las variables socioeconómicas y su correlación con el verde urbano

El análisis de las variables socioeconómicas en las tres ciudades revela patrones comunes y específicos en relación con la regla 3-30-300. Las variables socioeconómicas consideradas incluyen la antigüedad de las edificaciones, los ingresos, el tamaño del hogar y otros factores sociodemográficos explicados anteriormente. En esta parte de la investigación se busca entender cómo se distribuye el verde urbano y cómo se relaciona con diferentes indicadores económicos y sociales.

Para entender cómo se distribuye el verde urbano y cómo se relaciona con diferentes indicadores económicos y sociales en las ciudades de Castellón, Valencia y Alicante, se ha realizado un análisis utilizando matrices de correlaciones. Este análisis también incluye una matriz conjunta que abarca un total de 896 secciones censales.

Las matrices de correlaciones se generan utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente mide la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables. Los valores del coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) oscilan entre -1 y 1 (siendo 1 una correlación positiva perfecta; -1, una correlación negativa perfecta; y 0, que no hay correlación lineal entre las variables)

Las matrices de correlaciones permiten identificar patrones y relaciones entre variables socioeconómicas (como la antigüedad de las edificaciones, los ingresos y el tamaño del hogar) y la presencia de verde urbano. Cada celda en la matriz representa el coeficiente de correlación entre dos variables.

- **Correlación positiva:** Un valor positivo indica que, a medida que una variable aumenta, la otra también tiende a aumentar. Por ejemplo, una correlación positiva entre los ingresos y el verde urbano sugiere que áreas con mayores ingresos tienden a tener más espacios verdes.
- **Correlación negativa:** Un valor negativo indica que, a medida que una variable aumenta, la otra tiende a disminuir. Por ejemplo, una correlación negativa entre la antigüedad de las edificaciones y el verde urbano sugiere que áreas con edificaciones más antiguas tienden a tener menos espacios verdes.

Para validar las correlaciones encontradas, se utiliza el valor  $p$ , que indica la probabilidad de que la correlación observada se deba al azar. Un valor  $p$  bajo (generalmente  $< 0.05$ ) sugiere que la correlación es estadísticamente significativa y no es resultado del azar. En otras palabras:

- **$p < 0.05$ :** La correlación es estadísticamente significativa.
- **$p \geq 0.05$ :** La correlación no es estadísticamente significativa.

A continuación, se muestran las cuatro matrices de correlaciones para cada una de las ciudades y la de las tres ciudades juntas (Tablas 7; 8; 9; y 10).

Tabla 7\_Matriz de correlaciones Castellón. (Fuente: Elaboración propia)

**Castellón**

## Matriz de correlaciones

	SC3	SC30	SC300	SC3-30-300
SC3				
SC30	0,524***			
SC300	0,06	0,068		
SC3-30-300	0,620***	0,80***	0,773***	
Índice de Gini	-0,405***	-0,197	0,234*	-0,058
Distribución de la renta P80 P20	-0,443***	-0,227*	0,139	-0,153
Tamaño medio del hogar	0,377***	0,222*	-0,167	0,104
Renta neta media por hogar	0,234*	0,068	0,209*	0,270**
Edad media de la vivienda	-0,631***	-0,419***	0,008	-0,387***
% de población menor de 18 años	0,477***	0,474***	-0,166	0,225*
% de población de 65 y más años	-0,357***	-0,329**	0,273**	-0,052

Nota. \* $p < ,05$  ; \*\* $p < ,01$  ; \*\*\* $p < ,001$  correlaciones significativas

Tabla 8\_Matriz de correlaciones Valencia (Fuente: Elaboración propia)

**Valencia**

## Matriz de correlaciones

	SC3	SC30	SC300	SC3-30-300
SC3				
SC30	0,334***			
SC300	0,113**	0,217***		
SC3-30-300	0,503***	0,671***	0,821***	
Índice de Gini	-0,204***	-0,211***	-0,018	-0,158***
Distribución de la renta P80 P20	-0,191***	-0,223***	-0,061	-0,190***
Tamaño medio del hogar	0,145***	0,271***	0,094*	0,220***
Renta neta media por hogar	0,167***	0,105*	0,117**	0,173***
Edad media de la vivienda	-0,326***	-0,383***	-0,143**	-0,351***
% de población menor de 18 años	0,061	0,219***	0,053	0,145***
% de población de 65 y más años	0,117**	-0,042	0,078	0,07

Nota. \* $p < ,05$  ; \*\* $p < ,01$  ; \*\*\* $p < ,001$  correlaciones significativas

Tabla 9\_Matriz de correlaciones Alicante (Fuente: Elaboración propia)

**Alicante**

## Matriz de correlaciones

	SC3	SC30	SC300	SC3-30-300
SC3				
SC30	0,387***			
SC300	0,302**	0,211**		
SC3-30-300	0,701***	0,579***	0,843***	
Índice de Gini	-0,255***	-0,173*	0,005	-0,145*
Distribución de la renta P80 P20	-0,255***	-0,189**	0,007	-0,149*
Tamaño medio del hogar	0,357***	0,229***	0,272***	0,385***
Renta neta media por hogar	0,212**	0,159*	-0,181**	0,007***
Edad media de la vivienda	-0,337***	-0,298***	-0,024	-0,234**
% de población menor de 18 años	0,246***	0,307***	0,262***	0,358***
% de población de 65 y más años	-0,223**	-0,269	-0,280***	-0,350***

Nota. \* $p < ,05$  ; \*\* $p < ,01$  ; \*\*\* $p < ,001$  correlaciones significativas

Tabla 10\_Matriz de correlaciones Valencia, Alicante y Castellón juntas (Fuente: Elaboración propia)

**Castellón / Valencia / Alicante**

## Matriz de correlaciones

	SC3	SC30	SC300	SC3-30-300
SC3				
SC30	0,358***			
SC300	0,214***	0,215***		
SC3-30-300	0,619***	0,637***	0,823***	
Índice de Gini	-0,241***	-0,199***	0,018	-0,143***
Distribución de la renta P80 P20	-0,248***	-0,210***	-0,019	-0,175***
Tamaño medio del hogar	0,206***	0,230***	0,117***	0,233***
Renta neta media por hogar	0,263*	0,138***	0,082*	0,195***
Edad media de la vivienda	-0,204***	-0,341***	-0,057	-0,232***
% de población menor de 18 años	0,129***	0,237***	0,068*	0,176***
% de población de 65 y más años	-0,030	-0,111***	0,008	-0,045

Nota. \* $p < ,05$  ; \*\* $p < ,01$  ; \*\*\* $p < ,001$  correlaciones significativas

En todas las ciudades se observa una correlación positiva significativa entre los parámetros estudiados de la regla 3-30-300 y variables como el tamaño medio del hogar y la renta neta media por hogar. A su vez, existe una correlación negativa significativa entre los parámetros de la regla 3-30-300 y la antigüedad de las edificaciones.

Esto justifica las ideas que se planteaban anteriormente sobre la correlación entre estas variables y la situación del verde en la ciudad. En el análisis para las tres ciudades, la correlación de Pearson muestra que la disponibilidad de zonas verdes urbanas está positivamente correlacionada con mayores rentas y tamaño de hogar, mientras que la antigüedad de las edificaciones tiene una correlación negativa.

La matriz de correlación conjunta para las tres ciudades confirma estos patrones, destacando que la disponibilidad de zonas verdes urbanas está influenciada por factores económicos y de desarrollo urbano, favoreciendo a las áreas más recientes y con mayores ingresos. Estos hallazgos subrayan la necesidad de políticas urbanísticas que consideren la equidad en la distribución de espacios verdes para mejorar la calidad de vida en todas las áreas urbanas.

En las tres ciudades, Castellón, Valencia, y Alicante, se observa que, en relación con la distribución de los espacios verdes urbanos, las zonas con edades de las edificaciones más antiguas, como los centros históricos y los ensanches, tienden a tener menos espacios verdes debido a su estructura compacta y limitada en espacio público.

En contraste, los barrios con mayor proporción de zonas verdes están asociados a mayores ingresos, composición de hogares más grandes y edificaciones más recientes. Estos barrios, caracterizados por un diseño urbanístico que prioriza los espacios verdes, presentan menor desigualdad debido a la homogeneidad económica de sus residentes y a una menor mezcla de niveles de poder adquisitivo.



## 6. Conclusiones

La Regla 3-30-300 constituye una herramienta valiosa para la planificación urbana, pero su implementación y efectividad pueden variar significativamente según el contexto local, la metodología y los resultados que se esperan. A partir de los trabajos consultados y con el análisis propuesto, de forma general se destacan varios puntos clave:

- **Validez y pertinencia:** La regla es pertinente y válida en la mayoría de los contextos urbanos, proporcionando beneficios tanto ecológicos como sociales. Se ve reforzada por la consistencia de los resultados en diversos estudios que indican mejoras en la calidad de vida urbana.
- **Utilidad práctica:** Su aplicación práctica es factible, constituye una guía eficaz para mejorar la infraestructura verde urbana, y permite la correlación con todos los aspectos de la vida cotidiana en los que el verde urbano tiene un impacto positivo.
- **Desafíos y oportunidades:** Existen desafíos en su implementación, especialmente en áreas urbanas densas y en contextos donde los datos no están actualizados o accesibles. Al ser un tema en estado inicial, la bibliografía es escasa, también da margen a desarrollar ideas pioneras en torno a las metodologías de trabajo que se diseñan. Por otro lado, también ofrece oportunidades para abordar la desigualdad y mejorar la equidad urbana. Permite realizar estudios del punto de partida y situación actual, pero también para abordar el seguimiento de planes y proyectos a futuro, escenarios favorables y reducción de riesgos.

La metodología diseñada y aplicada en el caso de las tres capitales de provincia de la Comunitat Valenciana para evaluar la implantación de la regla 3-30-300 se destaca por su eficaz y rápida ejecución. Permite trabajar con datos abiertos disponibles en fuentes de datos públicos (catastro, SIOSE y ortofotos), lo cual hace posible extender este estudio a cualquier ciudad de España.

Como parte de la metodología implementada, se trabajó a diferentes escalas: inicialmente, se utilizó el edificio como unidad de análisis a escala de ciudad para comprobar el cumplimiento de los parámetros establecidos; luego, se agrupó toda la información generada a nivel de secciones censales. Esta estrategia permitió generalizar los resultados, obteniendo una visión macro de las tendencias y patrones a nivel de ciudad, y simplificando tanto el análisis como la presentación de los datos. Trabajar a ambas escalas garantizó la precisión en la localización y cuantificación de los problemas específicos en edificios individuales que requieren atención particular, y al mismo tiempo, promediar los datos a nivel de sección censal ayudó a identificar heterogeneidades en términos de características sociodemográficas, económicas y físicas.

Los resultados ofrecen una visión detallada tanto a nivel general de la ciudad como en cada barrio, permitiendo analizar la distribución y concentración de los elementos del verde urbano, y así diagnosticar eventuales déficits. En las tres ciudades estudiadas, el nivel de implantación de la regla varía según proporción, extensión y modelo urbano, aunque se observan patrones comunes de desequilibrios entre zonas norte-sur y centro-periferia.

En Castellón, los indicadores de cobertura verde y proximidad a parques son notablemente bajos en comparación con Valencia y Alicante. En Alicante, si bien se ha logrado un esfuerzo notable en la distribución de la masa arbórea y vegetal no arbórea, aún existen áreas de mejora en cuanto a la cobertura

verde y la proximidad a parques, especialmente en los barrios periféricos. Al aplicar esta metodología al caso concreto de la ciudad de Valencia, se obtiene un diagnóstico sobre el nivel de implementación de la regla 3-30-300 interesante que refuerza la oportunidad actual de Valencia como Capital Verde Europea 2024. Pone en evidencia a través de los mapas generados los logros y desafíos que siguen existiendo para lograr una ciudad verde capaz de mitigar los efectos del cambio climático. Queda evidente el rol del Jardín del Turia y la Huerta de Valencia, el desafío que representan los tejidos urbanos más antiguos y la importancia de la existencia de espacios verdes en las zonas de expansión de la ciudad.

La correlación de las tres ciudades con las variables sociodemográficas reveló una relación directamente proporcional entre el aumento de verde urbano y factores como rentas altas, edificaciones recientes y un mayor tamaño en la composición del hogar. Estos hallazgos aportan información multidisciplinaria sobre la implicación del verde urbano en la configuración de la ciudad. No obstante, la contribución de la metodología va más allá al proporcionar información valiosa sobre la equidad espacial y la distribución justa de recursos urbanos. La correlación evidente entre un mayor índice de verde urbano y la disminución del índice Gini, así como la reducción de las brechas entre los percentiles P80-P20 en la distribución de la renta, sugiere una posible contribución del verde urbano a la mitigación de la desigualdad a nivel local.

Este análisis respalda la noción de que la inversión en infraestructura verde no solo beneficia a determinados estratos sociales, sino que también puede tener un impacto positivo en la equidad urbana al fomentar un entorno más accesible y saludable para toda la comunidad. En consecuencia, estos hallazgos ofrecen oportunidades significativas para abordar la desigualdad desde una perspectiva urbanística, integrando consideraciones socioeconómicas en las estrategias de planificación y gestión urbana para lograr un desarrollo más equitativo y sostenible. Esta metodología no solo permite evaluar acciones en términos de resultados o impactos en relación con los estándares contemporáneos de sostenibilidad, sino que también resulta útil para identificar buenas prácticas y generar aprendizaje beneficioso para la planificación y gestión urbanística de las ciudades. Asimismo, contribuye a consolidar la Infraestructura Verde Urbana como una estrategia de actuación fundamental en la construcción de entornos urbanos más equitativos y sostenibles.

## Bibliografía

- Alonso, F. (2023). Valencia: Capital Verde Europea 2024. *Carta Local*, (364), 27-29.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Washington, DC: Island Press.
- Browning, M. H. E. M., Locke, D. H., Konijnendijk, C., Labib, S. M., Rigolon, A., Yeager, R., Bardhan, M., Berland, A., Dadvand, P., Helbich, M., Li, F., Li, H., James, P., Klompaker, J., Reuben, A., Roman, L. A., Tsai, W.-L., Patwary, M., O'Neil-Dunne, J., Ossola, A., Wang, R., Yang, B., Yi, L., & Zhang, J. (2024). Measuring the 3-30-300 rule to help cities meet nature access thresholds. *Science of The Total Environment*, 907, 167739. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167739>
- Calaza Martínez, P. (Dir.). (2019). *Guía de infraestructura verde municipal*. [https://redbiodiversidad.es/sites/default/files/GUIA Biodiversidad CAPITULOS1 5.pdf](https://redbiodiversidad.es/sites/default/files/GUIA_Biodiversidad_CAPITULOS1_5.pdf)
- Croeser, T., Sharma, R., Weisser, W., & Bekessy, S. (2024). The 3-30-300 rule for urban nature exposes acute canopy deficits in 8 global cities. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3960404/v1>
- Fariña, J., Higuera, E., Román, E., & Pozo, E. (2022). *Guía para planificar ciudades saludables*. Ministerio de Sanidad, FEMP. Madrid.
- Forman, R. T. T. (1995). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, England: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511525565>
- García, N., & Pérez, T. (2019). El verde urbano: indicador de sostenibilidad. Su incidencia en la calidad de vida del sancristobalense. San Cristóbal, Venezuela.
- Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2023). *Guía de urbanización sostenible en el marco del cambio climático*. Valencia.
- Gobierno de España - Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2019). *Agenda Urbana Española*.
- González, S., & Del Caz, M. R. (2024). El verde urbano desde el punto de vista ambiental, social y de la salud: políticas urbanas convergentes. *ACE: Architecture, City and Environment*, 19(55), 12129. <https://doi.org/10.5821/ace.19.55.12129>
- Grigsby-Toussaint, D., Yang, J., Rodriguez Acevedo, A., Evans, G., Johnson, A., Katz, A., Kembell-Cook, W., Nwanaji-Enwerem, U., Romero-Ramos, Y., Story, D., Ury, B., Cheol-Shin, J., Barker, D., McGeary, J., & Dunsiger, S. (2024). The 3-30-300 rule for green space exposure and sleep in elementary school children. *Sleep*, 47(Supplement\_1), A352–A353. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsae067.0822>
- GVA. (2011). *Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana*. Valencia.
- GVA. (2021). *Texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje*. Valencia.
- Hough, M. (1998). *Naturaleza y ciudad: planificación urbana y procesos ecológicos*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

- Konijnendijk, C. (2021). Promoting health and wellbeing through urban forests, Introducing the 3-30-300 rule. *IUCN Urban Alliance*. <https://iucnurbanalliance.org/promoting-health-and-wellbeing-through-urban-forests-introducing-the-3-30-300-rule/>
- Konijnendijk, C. C. (2022). Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *Urban Forestry & Urban Greening*, 34, 821–830. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.128956>
- Li, H., Browning, M. H. E. M., Bardhan, M., Ying, M., Zhang, X., & Cao, Y. (2024). Nature connectedness connects the visibility of trees through windows and mental wellbeing: A study on the “3 visible trees” component of the 3-30-300 rule. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. <https://doi.org/10.1080/09603123.2024.2334767>
- Maco, S. E., & McPherson, E. G. (2002). Assessing canopy cover over streets and sidewalks in street tree populations. *Journal of Arboriculture*, 28(6). <https://doi.org/10.48044/jauf.2002.040>
- Manyahuilca Gutierrez, C. A., Manta Nolasco, M. I., & Negrin Marques, T. H. (2023). 3-30-300 rule: Adaptation to a Peruvian coastal desert city. *Revista FLORESTA*. <https://doi.org/10.5380/rf.v54i1.88993>
- Martínez Zárate, N. (2018). Clasificación basada en objetos. *RStudio*. [https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/430067\\_5cc2a1aa6a9d43b0ae823514dda83135.html](https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/430067_5cc2a1aa6a9d43b0ae823514dda83135.html)
- Martín Martín, J. (2010). La jerarquía urbana del sistema de ciudades de España. *Blog de Geografía del profesor Juan Martín Martín*: <https://blogdegeografiadejuan.blogspot.com/2010/03/la-jerarquia-urbana-del-sistema-de.html>
- Nieuwenhuijsen, J., Dadvand, P., Márquez, S., Bartoll, X., Pereira Barboza, E., Cirach, M., Borrell, C., & Zijlema, W. L. (2022). The evaluation of the 3-30-300 green space rule and mental health. *Environmental Research*, 215(Part 2), 114387. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114387>
- QGIS.org. (2023). *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Rodríguez, A. (2011). Clasificación basada en objetos (Object-Based Image Analysis – OBIA).
- Röbbel, N. (s.f.). Los espacios verdes: Un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas. *Naciones Unidas. Crónica ONU*. Recuperado de <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas>
- Salvo, A. E., & García-Verdugo, J. C. (1993). *Naturaleza urbanizada. Estudios sobre el verde en la ciudad*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Sukopp, H., & Werner, P. (1991). *Naturaleza en las ciudades*. Madrid, España: Centro de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- The jamovi project. (2023). *jamovi* (Version 2.3) [Computer Software]. <https://www.jamovi.org>
- UNECE, U. N. (2021). *Advancing sustainable urban and peri-urban forestry - A green approach to resilience, health, and green recovery*. Policy brief. Geneva: Forests program.
- UN-Habitat. (2022). *Informe Mundial de las Ciudades*.

- Unión Europea, D. O. (2021). *Reglamento (UE) 2021/1058 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de junio de 2021, relativo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional y al Fondo de Cohesión.*
- Unión Europea. (2013). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones.* Bruselas.
- Urban Forestry and Woodland Advisory Committee Network (UFWACN). (2018). *England's urban forests: Using tree canopy cover data to secure the benefits of the urban forest.* [https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/02/fr\\_fc\\_treecanopydata\\_leaflet.pdf](https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/02/fr_fc_treecanopydata_leaflet.pdf)
- Whiston Spirn, A. (1984). *The granite garden: Urban nature and human design.* Nueva York, EE. UU.: Perseus Books Group.
- Zheng, Y., Lin, T., Hamm, N. A. S., Liu, J., Zhou, T., Geng, H., Zhang, J., Ye, H., Zhang, G., Wang, X., Zhang, X., & Chen, T. (2024). Quantitative evaluation of urban green exposure and its impact on human health: A case study on the 3–30-300 green space rule. *Science of The Total Environment*, 924, 171461. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171461>

## Anexos

Anexo 1\_ Resumen de los trabajos analizados como ejemplos de aplicación de la regla 3-30-300. (Fuente: Elaboración propia)

Trabajo	Palabras clave	Resumen	Metodos	Resultados
1_La regla 3-30-300 para la exposición a espacios verdes y el sueño en niños de escuela primaria (Grigsby-Toussaint et al., 2024)	Fenotipo Evaluación comparativa Sueño Espacios verdes Promoción de la salud	En 2015, las Naciones Unidas establecieron el objetivo de lograr acceso universal a espacios verdes y públicos seguros, inclusivos y accesibles para 2030. Sin embargo, existen pocas directrices para mejorar equitativamente el acceso a espacios verdes de calidad que promuevan la salud. Utiliza el punto de referencia 3-30-300 para la exposición a espacios verdes, para determinar si estas métricas están asociadas con los fenotipos del sueño en niños de escuela primaria.	Se aplicó la regla "3-30-300" en un estudio con niños de primaria en Rhode Island, utilizando GPS y acelerómetros durante siete días para evaluar su exposición a espacios verdes y su impacto en el sueño. La regla "3-30-300" incluye ver al menos tres árboles desde casa, tener un 30% de copa de árbol en un radio de 200 m, y estar a menos de 300 m de un espacio verde de al menos 50 m².	No se encontraron diferencias significativas en las medidas de sueño entre los niños que cumplían con los estándares de la regla "3-30-300" y aquellos que no. Las medidas de sueño analizadas fueron el tiempo total de sueño, la eficiencia del sueño y el tiempo de vigilia después del inicio del sueño.
2_Uso de la regla 3-30-300 para evaluar el acceso y las preferencias a los bosques urbanos en Florida (Estados Unidos) (Koeser et al., 2024)	Gestión forestal urbana Regla 3-30-300 Bosques urbanos Espacios verdes Participación pública	Se necesita la participación pública para asegurar que los esfuerzos de gestión forestal urbana se alineen con los valores de los residentes. Este estudio evaluó el acceso actual y deseado a los bosques urbanos de los residentes de Florida utilizando los criterios de la regla 3-30-300.	Se encuestó a 1,716 residentes de Florida para evaluar la cobertura de dosel y el acceso a espacios verdes, preguntándoles si el acceso actual era suficiente y sus percepciones sobre los beneficios y desventajas de los árboles urbanos, así como cualquier interacción negativa previa con los árboles.	El 37,3% de los residentes cumplían con los tres criterios de la regla 3-30-300, pero la mitad preferiría más árboles en sus vecindarios. Los beneficios más comunes citados fueron sombra, belleza y atracción de vida silvestre, mientras que los inconvenientes incluían riesgo de daños a la propiedad, hojas/escombros y temores sobre tormentas y huracanes. Los residentes valoran sus bosques urbanos y desean que se mantengan o mejoren.
3_La "regla 3-30-300" para la naturaleza urbana expone agudos déficits de dosel en 8 ciudades del mundo (Croeser et al., 2024)	Servicios de ecosistema Equidad ambiental Planificación Manejo forestal urbano Cobertura arbórea	La "regla 3-30-300" establece estándares mínimos de acceso a la naturaleza urbana para el bienestar humano, especificando que las casas, escuelas y lugares de trabajo deben tener vista a tres árboles, estar en un vecindario con más del 30% de cobertura arbórea y estar a 300 metros de un parque. Un análisis global de más de 2,5 millones de edificios en ocho ciudades mostró que la mayoría no cumple con estos estándares debido a una cobertura arbórea inadecuada. Las ciudades deben mejorar las condiciones de plantación y la gestión de árboles para cumplir con estos criterios.	Se calculó el índice 3-30-300 para múltiples ciudades en cinco pasos: recopilación de datos abiertos, análisis de datos para evaluar el cumplimiento del punto de referencia, adaptación del proceso a los datos específicos de cada ciudad, experimentación con sistemas de puntuación y examen de correlaciones entre las métricas de las pruebas. También se estudió la distribución de la edad y densidad de plantación de árboles en Seattle y Nueva York para entender las variaciones en los resultados.	Las ciudades mostraron un rendimiento variable en las pruebas de infraestructura verde, con la regla "30" siendo la más problemática y la "300" muy irregular. Seattle tuvo la mejor tasa de éxito, pero más del 80% de sus edificios no cumplieron las pruebas. Las correlaciones entre las métricas mostraron relaciones débiles, indicando que el éxito en una prueba no predice el éxito en las demás. Las variaciones en los resultados reflejan diferencias en estrategias urbanas y condiciones locales.
4_Medir la regla 3-30-300 para ayudar a las ciudades a alcanzar los umbrales de acceso a la naturaleza (Browning et al., 2024)	3-30-300 Espacio verde urbano Sistema de información geográfica (SIG) Equidad ambiental Planificación urbana	Implementar los parámetros de la regla 3-30-300 requiere métodos exhaustivos de medición y seguimiento, pero actualmente hay poca orientación disponible. Para superar esta brecha, se utilizó un enfoque de consenso basado en expertos para revisar las formas disponibles de medir la regla 3-30-300, así como las fortalezas y debilidades de cada medida.	El consenso de expertos organizó la medición de la regla 3-30-300 en siete categorías: índices de vegetación, análisis a nivel de calles, inventarios de árboles, cuestionarios, análisis de vistas de ventanas, mapas de cobertura del suelo y mapas de espacios verdes urbanos. Se utilizaron datos de imágenes satelitales, LiDAR y Street View, analizados con visión por computadora y aprendizaje profundo.	Los datos se organizaron en siete categorías principales. Las técnicas de visión por computadora permitieron evaluar la visibilidad de los árboles, y los datos de LiDAR y satelitales proporcionaron mapas precisos de copas de árboles. Los inventarios de árboles brindaron información sobre la diversidad y el estado de los árboles urbanos. Los cuestionarios y análisis de vistas de ventanas revelaron la percepción de los residentes sobre la proximidad a los espacios verdes. Los mapas de cobertura del suelo mostraron la distribución de la vegetación con alta resolución, identificando áreas que cumplen con la regla 3-30-300. Sin embargo, se destacó que estas categorías no son completamente exhaustivas ni mutuamente excluyentes, reflejando el desarrollo desigual de las técnicas de medición del verde urbano.
5_La evaluación de la regla de espacios verdes 3-30-300 y la salud mental (Nieuwenhuijsen et al., 2022)	Verdor Cobertura arbórea 3-30-300 Salud mental Uso de medicamentos	Los espacios verdes urbanos ofrecen múltiples beneficios para la salud, aunque la cantidad necesaria para mejorar la salud no está clara. Se ha propuesto la regla 3-30-300 para la ecologización urbana, pero sus beneficios para la salud no han sido evaluados. El estudio evaluó la relación entre esta regla y la salud mental.	Se realizó un estudio transversal con una muestra de 3145 personas de Barcelona, España, que participaron en la Encuesta de Salud de Barcelona (2016-2017). Se crearon indicadores 3-30-300 usando datos de cuestionarios, SIG, sensores remotos y mapas de cobertura terrestre. La salud mental se evaluó con el Cuestionario de Salud General de 12 ítems (GHQ-12), además del uso de tranquilizantes/sedantes o antidepresivos y visitas a psiquiatras o psicólogos. Los análisis se efectuaron mediante modelos de regresión logística de efectos mixtos, ajustados por covariables relevantes.	Se encontró que los habitantes de Barcelona tenían poca exposición a espacios verdes, ya sea a través de ventanas, vegetación en su área o acceso a un espacio verde significativo. Solo el 4,7% cumplió con la regla 3-30-300. El verdor en áreas residenciales se asoció significativamente con una mejor salud mental, menor uso de medicamentos y menos visitas a psicólogos o psiquiatras. Cumplir la regla completa 3-30-300 se asoció con mejor salud mental y menos uso de medicamentos y visitas a psicólogos o psiquiatras, pero solo la combinación de estos últimos mostró una asociación estadísticamente significativa (Odds ratio = 0,31, IC del 95%: 0,11, 0,91).
6_La conexión con la naturaleza conecta la visibilidad de los árboles a través de las ventanas y el bienestar mental: un estudio sobre el componente "3 árboles visibles" de la regla 3-30-300 (Li et al., 2024)	Visibilidad de árboles Bienestar mental Conexión con la naturaleza 3-30-300 Espacios verdes urbanos	El estudio investigó cómo la visibilidad de los árboles desde las ventanas influye en el bienestar mental y cómo la conexión con la naturaleza mediatiza esta relación. Los resultados mostraron que ver al menos tres árboles desde las ventanas se asocia con mayores niveles de conexión con la naturaleza y bienestar mental, aunque la mediación de la conexión con la naturaleza tiene un efecto limitado. Este hallazgo respalda el componente "3" de la regla 3-30-300 para el acceso equitativo a espacios verdes urbanos.	Para examinar el papel mediador de la conexión con la naturaleza entre la visibilidad de los árboles desde las ventanas y el bienestar mental, se realizó una encuesta por cuestionario. Se examinó el efecto de mediación utilizando modelos de mediación transversales y semilongitudinales. La conexión con la naturaleza se evaluó con la escala de Inclusión de la Naturaleza en Uno Mismo (INS) y la Escala de Conexión con la Naturaleza (CNS), mientras que el bienestar mental se midió con el índice de bienestar OMS-5.	Los resultados mostraron que los participantes que podían ver al menos tres árboles desde sus ventanas reportaron niveles más altos de conexión con la naturaleza y bienestar mental en comparación con aquellos sin esa visibilidad. La conexión con la naturaleza medió significativamente la relación entre la visibilidad de los árboles desde las ventanas y el bienestar mental, aunque con un efecto limitado. El estudio proporciona evidencia adicional que respalda el componente "3" de la regla 3-30-300 para el acceso equitativo a los espacios verdes en las ciudades.
7_Regla 3-30-300: Adaptación a una ciudad desierta costera peruana (Manyahuilca Gutierrez et al., 2023)	Ciudades sostenibles Árbol urbano Ciudades verdes Justicia ambiental Indicadores ambientales	Evaluar la distribución de espacios verdes y arbolado urbano es un desafío en las ciudades latinoamericanas debido a la falta de personal técnico o recursos económicos. La "Regla 3-30-300" es un enfoque europeo diseñado para evaluar rápidamente la oferta de vegetación urbana. Este estudio adaptó esta regla a una ciudad en el desierto costero peruano para monitorear de manera ágil y económica el verde urbano.	La metodología se probó en el distrito de Barranco, Lima, adaptando los tres indicadores de la regla según las características físicas del tejido urbano y el contexto climático. Se propuso un sistema de puntuación para identificar cuantitativamente las áreas con mayor déficit de verde urbano.	Los resultados sugieren que la "Regla 3-30-300" puede adaptarse al distrito de Barranco debido a su flexibilidad para ajustarse a diferentes contextos espaciales y climáticos, y a sus bajos requerimientos técnicos y financieros para su cálculo. El principal desafío sigue siendo la disponibilidad de datos de calidad para replicar el procedimiento a lo largo del tiempo.
8_Promoción de la salud y el bienestar a través de los bosques urbanos: introducción de la regla 3-30-300 (Konijnendijk, 2021)	Bosques urbanos Regla 3-30-300 Salud mental Espacios verdes Cobertura de dosel de árboles	El texto subraya la importancia de los bosques urbanos para enfrentar desafíos globales como el cambio climático, la degradación ambiental y la pandemia de COVID-19. Propone la regla 3-30-300 para la silvicultura urbana. Esta regla busca mejorar la salud, el bienestar y la resiliencia urbana.	Para desarrollar directrices de silvicultura urbana, se revisaron investigaciones recientes sobre la relación entre la visibilidad de la naturaleza y el bienestar, así como estudios que vinculan la cobertura de dosel de árboles con beneficios como el enfriamiento urbano y la salud física y mental. Además, se consideraron recomendaciones de la OMS y políticas exitosas de ciudades como Barcelona y Vancouver. Estas evidencias respaldan la formulación de la regla 3-30-300, la cual se basa en criterios prácticos y medibles para mejorar el entorno urbano.	La implementación de la regla 3-30-300 puede mejorar significativamente la calidad de vida en las ciudades. La visibilidad de al menos tres árboles desde las casas contribuye a la salud mental y al bienestar, especialmente durante confinamientos como los de la pandemia de COVID-19. Una cobertura de dosel del 30% en cada barrio promueve mejores microclimas, salud física y mental, y reduce la contaminación. Finalmente, garantizar que cada ciudadano esté a 300 metros del parque más cercano facilita el acceso a espacios verdes, promoviendo la recreación y la interacción social, lo que se traduce en una mayor resiliencia urbana.
9_Directrices basadas en evidencia para vecindarios más verdes, saludables y resilientes: introducción de la regla 3-30-300 (Konijnendijk, 2022)	Adaptación climática Lineamientos Salud pública Árboles urbanos Silvicultura urbana	El artículo enfatiza la importancia de los árboles urbanos y los espacios verdes para mitigar el cambio climático y promover la salud pública. Se discuten directrices que fomentan los beneficios de ver, vivir y tener acceso a áreas verdes para el uso recreativo. Se destaca que la presencia de árboles y vegetación visible desde el hogar, trabajo o escuela mejora la salud mental y el rendimiento, y que la cobertura de copas de árboles contribuye al enfriamiento urbano. La proximidad a espacios verdes públicos promueve su uso regular, beneficiando la salud física, mental y social. Se propone la "regla 3-30-300" para la silvicultura urbana como guía para mejorar el entorno urbano.	El estudio se basó en un análisis exhaustivo de directrices existentes sobre espacios verdes urbanos y revisión de investigaciones previas sobre los beneficios de los árboles y espacios verdes. Se evaluó la visibilidad de la vegetación desde diferentes entornos (hogares, trabajo, escuelas), la cobertura de copas de árboles en barrios y la proximidad a espacios verdes públicos. Se desarrolló la guía "3-30-300" estableciendo umbrales específicos para árboles visibles, cobertura de copas y accesibilidad a espacios verdes públicos. Se evaluaron los pros y contras de su implementación.	El estudio encontró que la visibilidad de árboles y vegetación desde diferentes entornos mejora significativamente la salud mental y el rendimiento. La cobertura de copas de árboles contribuye al enfriamiento urbano y la moderación climática. La proximidad a espacios verdes públicos se relaciona con un mayor uso, mejorando la salud física, mental y social de los residentes. La guía "3-30-300" propuesta puede proporcionar acceso equitativo a los beneficios de los espacios verdes urbanos, aunque se identificaron desafíos en su aplicación.
10_Evaluación cuantitativa de la exposición al verde urbano y su impacto en la salud humana: un estudio de caso sobre la regla de espacios verdes 3-30-300 (Zheng et al., 2024)	3-30-300 Salud física Salud mental Salud social Exposición verde	Los espacios verdes urbanos ofrecen varios beneficios para la salud, pero el impacto de criterios integrales de exposición verde en la salud multidimensional sigue sin estar clara. La regla de espacios verdes 3-30-300 representa los indicadores de exposición verde con umbrales específicos. Este estudio tiene como objetivo evaluar cuantitativamente la exposición al verde urbano en ciudades y puede apoyar la investigación de su relación con la salud humana.	Se llevó a cabo un estudio transversal con 902 personas de 11 a 95 años en 261 localidades residenciales de Xiamen. Se utilizó la regla 3-30-300 para calcular la exposición al verde urbano mediante datos de campo, SIG y API de Baidu Maps. Se evaluó la salud física con el Índice de Estrés Ocupacional (OSI)-2, la salud mental con el Cuestionario de Salud General de 12 ítems (GHQ-12) y la salud social con un cuestionario autoconstruido. Se emplearon análisis estadísticos como la regresión ponderada geográficamente y la regresión logística ponderada geográficamente para evaluar los efectos globales y locales de la exposición al verde en la salud multidimensional.	Solo el 3,55% (32/902) de los participantes cumplían plenamente con la regla 3-30-300 en Xiamen. A nivel global, cumplir con al menos un 30% de cobertura vegetal se asoció significativamente con mejores condiciones físicas ( $\beta$ : 0,76, $p < 0,01$ ) y salud social ( $\beta$ : 0,5, $p < 0,01$ ). Los análisis globales de regresión logística mostraron que ver al menos tres árboles desde casa y cumplir uno o dos componentes de la regla 3-30-300 estaban significativamente asociados con menos visitas médicas y hospitalizaciones. Los análisis locales indicaron que una cobertura vegetal del 30% se relacionó positivamente con mejor salud social en todos los lugares. Cumplir con dos indicadores de la regla también contribuyó a mejorar la salud social.