

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

**ANÁLISIS DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA
CUANTIFICAR LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE APORTA LA
INFRAESTRUCTURA VERDE EN EL BARRIO DE ALGIRÓS
(VALENCIA)**

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor: Xavier Roses Santos

Tutor: Francisco Galiana Galán

Co-tutora: María Vallés Planells

Curso 2017/2018

Valencia, 29 de Enero de 2018

ANÁLISIS DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA CUANTIFICAR LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE APORTA LA INFRAESTRUCTURA VERDE EN EL DISTRITO DE ALGIRÓS (VALENCIA)

La infraestructura verde es una red de espacios verdes interconectados que conserva los valores y funciones naturales del ecosistema, a la vez que provee de beneficios a la población. La planificación y gestión de la infraestructura verde, actuando mediante soluciones naturales, es una herramienta eficaz que puede mejorar los beneficios ecológicos, económicos y sociales del entorno urbano.

En el ámbito de las zonas urbanas y periurbanas, estos beneficios son de gran interés, ya que permiten la adaptación al cambio climático y la mejora de la biodiversidad, además de otros beneficios relacionados con el bienestar social o la salud. El propósito final que se pretende es conseguir ciudades saludables, habitables, sostenibles y resilientes.

El objetivo de este trabajo es caracterizar la infraestructura verde del distrito de Algirós (Valencia) analizando los aspectos relacionados con los beneficios ambientales y ecosistémicos. Se establecen criterios e indicadores de sostenibilidad sustentados en la composición de las cubiertas del suelo, con la finalidad que se pueda posteriormente incorporar en la planificación y mejora de las condiciones ambientales y de calidad de vida en el ámbito del distrito urbano.

La metodología propuesta es que, a través de cartografía relacionada con los usos del suelo, se determinen unidades morfológicas en el ámbito urbano, en las que se realiza una caracterización y clasificación de la cubierta del suelo. Esta clasificación se establece, mediante una serie de muestreos aleatorios que definan los principales tipos de cubiertas y sus elementos. Finalmente, se proponen indicadores de sostenibilidad, estimados a partir de las propiedades y proporciones de la cubierta del suelo, que permitan cuantificar los servicios ambientales que la infraestructura verde proporciona en el ámbito urbano.

Palabras clave:

Sostenibilidad, infraestructura verde, urbana, ecosistema, unidades morfológicas, beneficios ambientales, Valencia

Autor: Xavier Roses Santos

Tutor: Francisco Galiana Galán

Co-tutora: María Vallés Planells

Valencia, 29 de Enero de 2018

ANALYSIS OF SUSTAINABILITY INDICATORS TO QUANTIFY THE ENVIRONMENTAL SERVICES PROVIDED BY THE GREEN INFRASTRUCTURE IN THE NEIGHBORHOOD OF ALGIRÓS (VALENCIA)

The green infrastructure is a network of interconnected green spaces that preserves the natural values and functions of the ecosystem, while providing benefits to the population. The planning and management of green infrastructure, acting through natural solutions, is an effective tool that can improve the ecological, economic and social benefits of the urban environment.

In the ambit of urban and peri-urban areas, these benefits are of great interest, as they allow adaptation to climate change and biodiversity improvement, as well as other benefits related to social welfare or health. The ultimate goal is to achieve healthy, liveable, sustainable and resilient cities.

The objective of this work is to characterize the green infrastructure of the district of Algirós (Valencia) by analyzing the aspects related to environmental and ecosystemic benefits. Sustainability criteria and indicators are established based on the composition of the land cover, so that they that can later be incorporated in the planning and improvement of environmental conditions and quality of life in the urban district.

The proposed methodology is that, through mapping related to land uses, morphological units are determined in the urban area, in which a characterization and classification of the soil cover is carried out. This classification is established by a series of random sampling that defines the main types of covers and their elements. Finally, propose sustainability indicators are proposed, estimated from the properties and proportions of the soil cover, that allow the environmental services that the green infrastructure provides in the urban area to be quantified.

Keywords:

Sustainability, green infrastructure, urban, ecosystem, morphological units, environmental benefits, Valencia

Autor: Xavier Roses Santos

Tutor: Francisco Galiana Galán

Co-tutora: María Vallés Planells

Valencia, 29 de Enero de 2018

Expresar mi enorme y sincero agradecimiento a mis tutores Paco y María por su inestimable ayuda y consejos aportados para la realización de mi TFG, además de todos los momentos y conversaciones vividas, especialmente el último año.

A mis compañeros por todo su ayuda y apoyo y grandes momentos vividos.

Muchas gracias.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	Pág. 1
1.1 Objeto del trabajo	Pág. 3
1.2 Zona de estudio	Pág. 4
1.3 Antecedentes	Pág. 7
1.3.1 Infraestructura verde	Pág. 7
1.3.2 Indicadores de sostenibilidad	Pág. 10
2. OBJETIVOS	Pág. 13
3. METODOLOGÍA	Pág. 14
3.1 Caracterización de la infraestructura verde	Pág. 15
3.1.1 Unidades morfológicas	Pág. 16
3.1.2 Tipologías	Pág. 16
3.1.3 Cubiertas del suelo	Pág. 17
3.1.4 Procedimiento	Pág. 18
3.2 Indicadores de sostenibilidad	Pág. 21
3.2.1 Superficie verde por habitante	Pág. 21
3.2.2 Heterogeneidad	Pág. 22
3.2.3 Índice de almacenamiento y secuestro de carbono	Pág. 23
3.2.4 Índice de permeabilidad del suelo o índice biótico del suelo	Pág. 23
4. RESULTADOS	Pág. 25
4.1 Infraestructura verde	Pág. 25
4.2 Indicadores de sostenibilidad	Pág. 27
4.2.1 Superficie verde por habitante	Pág. 27
4.2.2 Heterogeneidad	Pág. 29
4.2.3 Índice de almacenamiento y secuestro de carbono	Pág. 31
4.2.4 Índice de permeabilidad del suelo o índice biótico del suelo	Pág. 32
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	Pág. 34
5.1 Infraestructura verde	Pág. 34
5.2 Indicadores de sostenibilidad	Pág. 36
5.2.1 Superficie verde por habitante	Pág. 36
5.2.2 Heterogeneidad	Pág. 39
5.2.3 Índice de almacenamiento y secuestro de carbono	Pág. 41
5.2.4 Índice de permeabilidad del suelo o índice biótico del suelo	Pág. 43
6. CONCLUSIONES	Pág. 45
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pág. 46
8. ANEXOS	Pág. 49
Anejo 1: Barrios de Algirós	Pág. 49
Anejo 2: Porcentajes de cubiertas por UM	Pág. 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Diferencias ciudad-entorno rural. -----	Pág. 1
Tabla 1.2: Consecuencias degradación y pérdida de la biodiversidad. -----	Pág. 2
Tabla 1.3: Beneficios de la infraestructura verde. -----	Pág. 3
Tabla 1.4: Marco conceptual de la infraestructura verde. -----	Pág. 8
Tabla 1.5: Elementos de Infraestructura verde urbana. -----	Pág. 8
Tabla 1.6: Definiciones de infraestructura verde. -----	Pág. 9
Tabla 1.7: Funciones del modelo ABC. -----	Pág. 10
Tabla 1.8: Criterios de selección de indicadores medioambientales. -----	Pág. 11
Tabla 3.1: Tipologías de las unidades morfológicas. -----	Pág. 16
Tabla 4.1: Tipos y clasificación de las unidades morfológica. -----	Pág. 25
Tabla 4.2: Resultados porcentajes de cubiertas, puntos y errores -----	Pág. 26
Tabla 4.3: Superficie verde por UM y porcentajes de cubiertas. -----	Pág. 27
Tabla 4.4: Resultados de Heterogeneidad. -----	Pág. 29
Tabla 4.5: Cálculos de almacenamiento y secuestro de carbono. -----	Pág. 31
Tabla 4.6: Cálculos del índice biótico del suelo. -----	Pág. 32
Tabla 5.1: Resultados generales por tipología de UM. -----	Pág. 34
Tabla 5.2: Parámetros de evaluación de permeabilidad. -----	Pág. 43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Beneficios de la infraestructura verde. -----	Pág. 1
Figura 1.2: Mapa de los distritos de Valencia. -----	Pág. 4
Figura 1.3: Mapa de los barrios que componen el distrito de Algirós. -----	Pág. 4
Figura 1.4: Mapa del distrito de Algirós. -----	Pág. 5
Figura 1.5: Zona de huertas. -----	Pág. 5
Figura 1.6: Zona educacional. -----	Pág. 6
Figura 1.7: Zona residencial. -----	Pág. 6
Figura 1.8: Esquema de un perfil de isla de calor. -----	Pág. 7
Figura 1.9: Beneficios aportados por el arbolado. -----	Pág. 8
Figura 1.10: Modelo de Forman. -----	Pág. 9
Figura 1.11: Modelo PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTAS. -----	Pág. 12
Figura 3.1: Mapa de unidades morfológicas de Manchester. -----	Pág. 14
Figura 3.2: Ámbitos para un modelo urbano más sostenible. -----	Pág. 15
Figura 3.3: Plano de Usos del Suelo. -----	Pág. 16
Figura 3.4: Diferentes tipologías de cubiertas del suelo. -----	Pág. 17
Figura 3.5: Herramienta vectorial de puntos aleatorios -----	Pág. 19
Figura 3.6: Tabla de atributos -----	Pág. 19
Figura 3.7: Capa vectorial con los puntos aleatorios -----	Pág. 20
Figura 3.8: Resultados del inventario de puntos aleatorios -----	Pág. 20
Figura 4.1: Plano de las UM y su clasificación. -----	Pág. 25
Figura 5.1: Porcentajes de cubiertas por UM. -----	Pág. 35
Figura 5.2: Porcentajes de cubiertas por UM en el distrito. -----	Pág. 36
Figura 5.3: Plano del distrito con las superficies verdes (%) por UM. -----	Pág. 37
Figura 5.4: Superficie de espacios verdes por cápita. -----	Pág. 39
Figura 5.5: Plano de heterogeneidad por UM. -----	Pág. 39
Figura 5.6: Índice de evolución de las emisiones de CO ₂ -eq. -----	Pág. 41
Figura 5.7: Plano de almacenamiento de carbono por UM. -----	Pág. 42
Figura 5.8: Plano de secuestro de carbono por UM. -----	Pág. 42
Figura 5.9: Plano de permeabilidad por UM. -----	Pág. 44

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 5.1: Zonas de huertas. -----	Pág. 37
Foto 5.2: Parques urbanos. -----	Pág. 38
Foto 5.3: Zonas viales. -----	Pág. 38
Foto 5.4: UM 28 y UM 43. -----	Pág. 40
Foto 5.5: UM 40 y UM 0. -----	Pág. 40

1. INTRODUCCIÓN

Algunas de las principales razones que han motivado la realización de este trabajo son debidas al creciente aumento de las consecuencias negativas derivadas del cambio climático que se lleva produciendo desde hace algunos años. Algunas de estas consecuencias (Tabla 1.1), demuestran la causa/efecto que ha tenido el desarrollo urbanístico de las ciudades en las últimas décadas.

Debido a ello, la posibilidad de mitigar estos efectos a diferentes escalas, por ejemplo a nivel local dentro del ámbito urbano, pone de manifiesto la relevancia que deben tener los espacios verdes dentro de las ciudades.

ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS	COMPARACIÓN CON EL ENTORNO RURAL
Radiación	Global	2-10 % menor
	Ultravioleta invierno	30 % menor
	Ultravioleta verano	5 % menor
	Duración día-luz	5-15 % menor
Temperatura	Media anual	0,5-1 C ° mayor
	Días de sol	1-2 C ° mayor
	Mayor diferencia noche	10 C ° mayor
Velocidad del viento	Media anual	20-30 % menor
	Sin viento	5-20 % menor
Humedad relativa	Invierno	2 % menor
	Verano	8-10 % menor
Precipitaciones	Total	5-10 % mayor
Nubosidad	Cielo cubierto	5-10 % mayor
	Niebla en invierno	100 % mayor
	Niebla en verano	30 % mayor
Contaminación	Núcleo de condensación	10-100 % mayor
	Mezclas gaseosas	10-50 % mayor

Tabla 1.1: Diferencias ciudad-entorno rural. Fuente: *The Urban Climate* (Landsberg, 1981).

De ahí radica la importancia de conocer con que infraestructura verde se cuenta, que servicios ambientales puede aportar (Comisión Europea, 2011) y cómo desarrollar una mejor planificación a través de políticas que fomenten y desarrollen una infraestructura verde en el ámbito urbano más eficaz y productiva a nivel de servicios ambientales y ecosistémicos, además de otros servicios relacionados con el bienestar de la población (Figura 1.1).

SERVICIOS DE HÁBITAT

Protección de la biodiversidad y de las especies:

- Hábitats para especies.
- Permeabilidad para especies migratorias.
- Conectividad entre hábitats.

SERVICIOS DE REGULACIÓN

Adaptación y mitigación del cambio climático:

- Mitigación del efecto isla de calor urbana.
- Mayor resiliencia frente al cambio climático.
- Retención de agua, disminución de escorrentía y reducción del riesgo de inundación.
- Secuestro y almacenamiento de carbono.
- Promoción de la movilidad sostenible.
- Reducción del consumo de energía para calentar y enfriar edificios.

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO

Gestión del agua:

- Sistemas de drenaje sostenible.
- Reducción de escorrentías.
- Incremento de la infiltración del agua.
- Depuración de agua.

Producción alimentaria y seguridad:

- Suministro de alimentos y producción de materias primas en zonas agrícolas, huertos, etc.
- Mantenimiento de la fertilidad del suelo agrícola.
- Desarrollo de suelo y ciclo de los nutrientes.
- Prevención de la erosión del suelo.

SERVICIOS CULTURALES

Recreo, bienestar y salud:

- Actividades recreativas.
- Apreciación estética de la naturaleza.
- Aire limpio.
- Turismo/Ecoturismo.

Valor del suelo:

- Impacto positivo en el suelo y su propiedad.

Cultura y sentido de comunidad:

- Identidad local.
- Oportunidades para la educación, la formación y la interacción social.

Figura 1.1: Beneficios de la infraestructura verde de acuerdo con la clasificación de bienes y servicios de los ecosistemas. Fuente: Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. (Comisión Europea, 2011).

Los servicios que esta infraestructura verde urbana puede aportar permiten contrarrestar algunos de los principales problemas que encontramos en el interior de las ciudades como son: la pérdida o degradación de la biodiversidad (Tabla 1.2), el efecto isla de calor, la fijación de carbono (contaminación) o la gestión de las aguas pluviales. (Rizwan, A.M., et Al., 2008).

CONSECUENCIAS DE LA DEGRADACIÓN Y PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD	
Biológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Extinción de especies nativas, proliferación de especies invasoras, homogeneización biótica. • Alteración de redes polinizadoras, pérdida de alimentos para el consumo humano. • Pérdida de la calidad de agua; aumento de escorrentía superficial debido a las superficies construidas, suelos impermeables.
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la cohesión social o de actividades como ecoturismo a causa de la degradación o pérdida de espacios verdes valorados por su valor estético o por su biodiversidad. • Disminución de accesibilidad a las zonas verdes debido a su degradación.
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de calidad o cantidad de espacios verdes urbanos, menos actividad física, disminución movilidad. • Pérdida de la calidad del aire, más incidencias de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.
Económicas	<ul style="list-style-type: none"> • Menos actividades ecoturísticas (menos espacios protegidos). • Pérdida de puestos de trabajo debido a la sobreexplotación de los recursos naturales.
Energéticas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las temperaturas debido al efecto de isla de calor; ciudades poco resilientes y sin mitigación del cambio climático; más gasto energético en invierno, pérdida bienestar.

Tabla 1.2: Consecuencias de la degradación y pérdida de la biodiversidad (Fuente: Serveis ecosistèmics de la infraestructura verda de l'àrea metropolitana de Barcelona. Primera diagnosi. CREA, 2014).

1.1 Objeto del trabajo

La infraestructura verde se define como una “Red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos” (Comisión Europea, 2014).

El objeto de este trabajo es cuantificar algunos de los bienes y servicios ambientales que puede aportar la infraestructura verde en el distrito de Algirós (Valencia). Para cuantificar estos bienes y servicios, primero se analiza y caracteriza la infraestructura verde del distrito a través de cartografía relacionada con los usos del suelo (SIOSE), haciendo una clasificación de las cubiertas del suelo y dividiendo posteriormente el distrito en diferentes unidades morfológicas (Gill et Al., 2008). Una vez caracterizada la infraestructura verde, se analizan diferentes indicadores de sostenibilidad que permiten cuantificar los distintos beneficios que ésta puede aportar (Tabla 1.3).

BENEFICIOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE
Beneficios medioambientales: <ul style="list-style-type: none">• Suministro de agua limpia.• Eliminación de contaminantes del agua y del aire.• Mejora de la polinización.• Protección contra la erosión del suelo.• Retención de las aguas pluviales.• Incremento del control de plagas.• Mejora de la calidad del suelo.• Reducción de la ocupación del terreno y del sellado del suelo.
Beneficios sociales: <ul style="list-style-type: none">• Mejora de la salud y del bienestar de las personas.• Creación de puestos de trabajo.• Diversificación de la economía local.• Ciudades más atractivas y más verdes.• Mayor valor de la propiedad y distinción local.• Soluciones de energía y transporte más integradas.• Mejora de las oportunidades de ocio y turismo.
Beneficios en relación con la mitigación del cambio climático y adaptación a este: <ul style="list-style-type: none">• Mitigación de las inundaciones.• Fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas.• Almacenamiento y retención del carbono.• Mitigación de los efectos urbanos de isla térmica.• Prevención de catástrofes (como tormentas, incendios forestales, deslizamientos de tierra...).
Beneficios para la biodiversidad: <ul style="list-style-type: none">• Mejora de los hábitats para la vida silvestre.• Corredores ecológicos.• Permeabilidad del paisaje.

Tabla 1.3: Beneficios de la infraestructura verde (Comisión Europea, 2014).

1.2 Zona de estudio

La zona de estudio abarca el distrito nº 13 de la ciudad de Valencia, llamado Algirós. Este se ubica en la zona noreste de la ciudad y queda delimitado al norte con la ciudad de Alboraya, al sur con el distrito nº 12 de Camins al Grau, al este con el distrito nº 11 de Poblats Marítims y al oeste con los distritos nº 14 y nº 6 de Benimaclet y El Pla del Real (Figura 1.2).

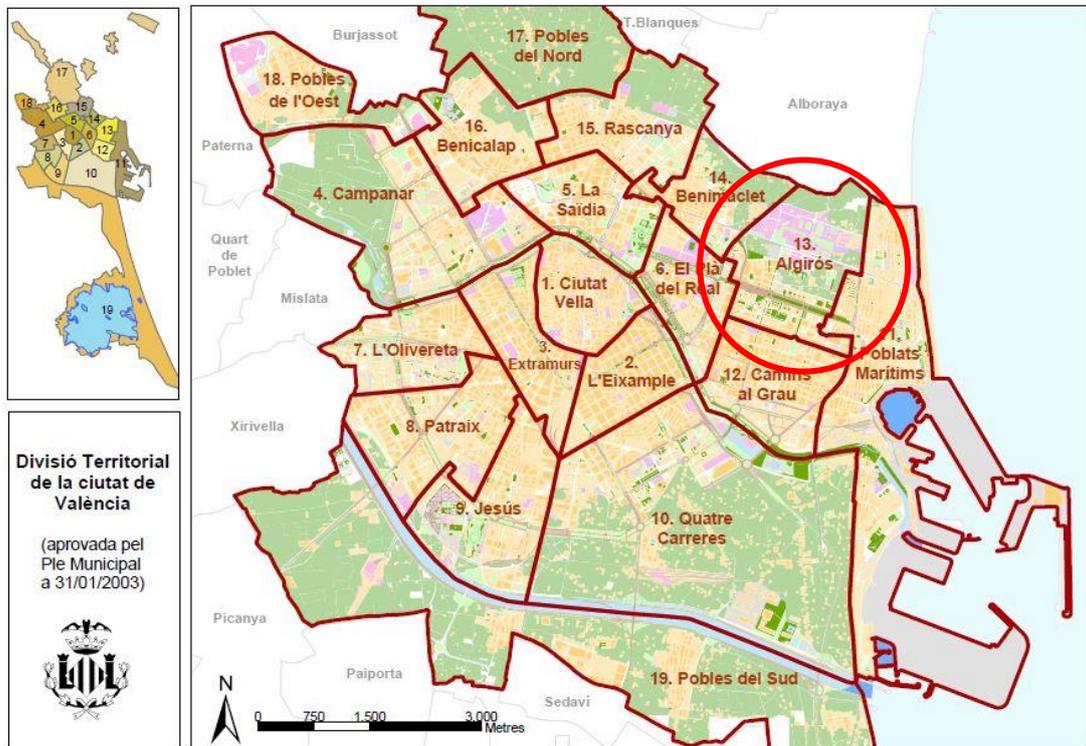


Figura 1.2: Mapa de los distritos de Valencia (Fuente: Ayuntamiento de Valencia).

Según datos del padrón aportados por el ayuntamiento de Valencia (Oficina de estadística, 2016), el distrito de Algirós cuenta con una población aproximada de 37.200 personas y ocupa una extensión aproximada de 298 hectáreas.

El distrito queda dividido en 5 barrios diferentes (Anejo nº 1), los cuales a su vez se dividen en diferentes secciones. Los barrios que componen el distrito de Algirós se muestran en la figura 1.3.

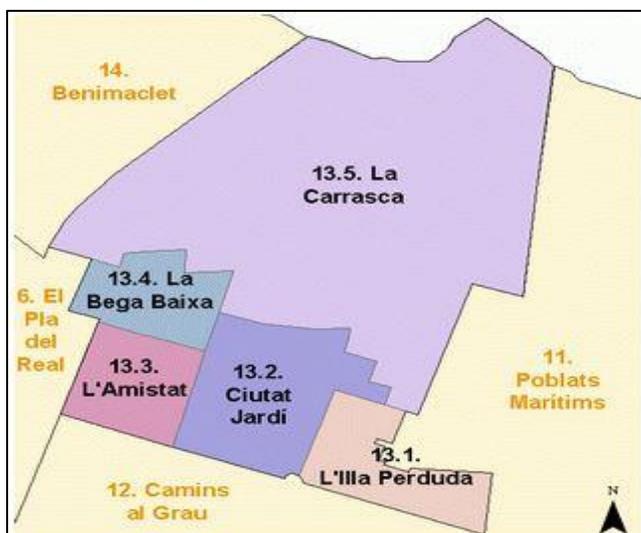


Figura 1.3: Mapa de los barrios que componen el distrito de Algirós (Fuente: Ayuntamiento de Valencia).

De forma analítica se puede apreciar una división a mayor escala del distrito (Figura 1.4). Éste se puede dividir en tres grandes zonas con unas características intrínsecas distintivas y bastante homogéneas en cuanto a su composición que muestran un gradiente entre el entramado urbano y el área periurbana de la huerta de Valencia.

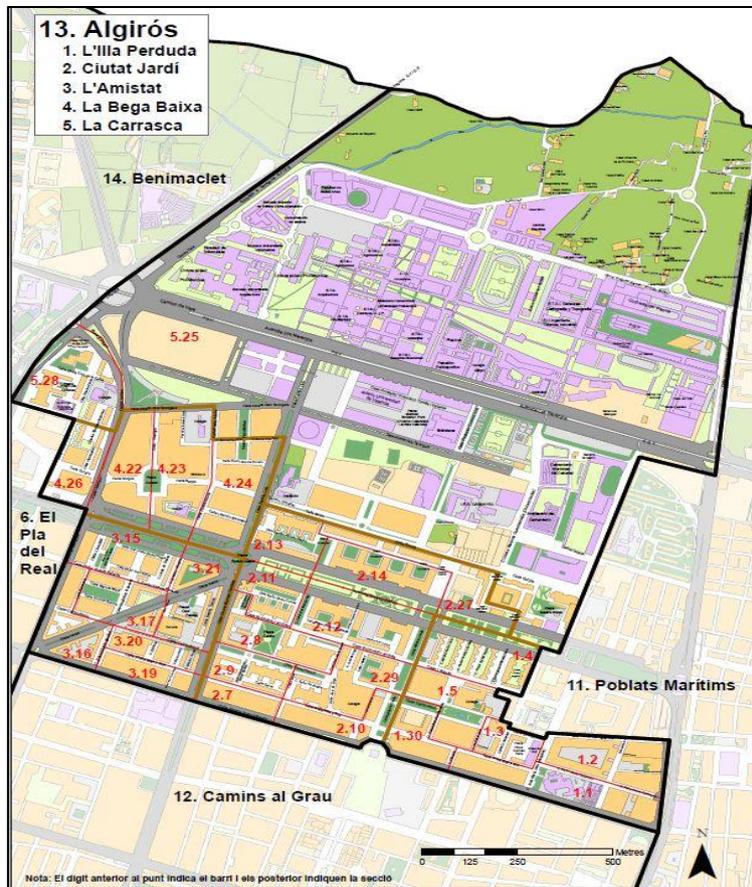


Figura 1.4: Mapa del distrito de Algirós (Fuente: Ayuntamiento de Valencia).

Al norte del distrito se encuentra la zona más agrícola (Figura 1.5), albergando una parte del conjunto de huertas y campos de cultivos de la ciudad de Valencia. Estas ocupan una extensión aproximada de 45 hectáreas.



Figura 1.5: Zona de huertas (Google Earth 2017).

Por otro lado se encuentra una zona de gran superficie ocupada por diferentes dotaciones educativas, albergando entre otros varios campus universitarios y sus diferentes instalaciones (Figura 1.6). Estos son el campus de Vera de la Universidad Politécnica de Valencia y el campus de Tarongers de la Universidad de Valencia. Esta zona ocupa una superficie aproximada de 125 hectáreas.



Figura 1.6: Zona educativa (Google Earth 2017).

Por último, al sur del distrito se encuentra la zona más urbanizada, albergando la mayoría de la dotación residencial con la que cuenta el distrito (Figura 1.7). Ésta ocupa una extensión aproximada de 117 hectáreas.



Figura 1.7: Zona residencial (Google Earth 2017).

1.3 Antecedentes

El presente trabajo es una revisión y continuación el TFG de Dña. Ana Trilles Andreo, en cuyo trabajo “CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA EN EL DISTRITO DE ALGIRÓS (VALENCIA)” se utiliza la misma metodología para caracterizar la infraestructura verde del distrito que en el presente trabajo. Debido a que los errores obtenidos no se ajustan al criterio del 5% de error máximo por unidad, se ha decidido volver a recalcular todas las unidades morfológicas con el fin de cumplir el criterio del error establecido.

1.3.1. Infraestructura verde

Fue en los años 90 cuando empiezan a cobrar mayor relevancia las cuestiones ambientales relacionadas con la planificación urbana a través de directivas europeas que inducían cambios en las legislaciones.

Las referencias más actuales en materia de sostenibilidad urbana han ido poniendo la concreción en objetivos cada vez más específicos como son la reducción de las emisiones atmosféricas, los gases de efecto invernadero, la mejora de la biodiversidad urbana, la eficiencia en el uso de recursos como el agua y la energía y más recientemente en la adaptación y resiliencia frente al cambio climático, lo que ha ido otorgando un papel cada vez más preponderante a la naturaleza urbana y a los espacios verdes. Algunos de los beneficios antes mencionados (Tabla 1.3) muestran que la vegetación en el ámbito urbano puede actuar como reguladores térmicos y filtros para la contaminación (Figura 1.8). Se pueden conseguir reducciones de un 10% y un 20% de la contaminación respecto a una situación de ausencia de vegetación. Además, la diferencia térmica de una calle sin vegetación y otra con árboles puede variar de 2 a 4 C ° y la humedad puede llegar a ser un 10% superior.

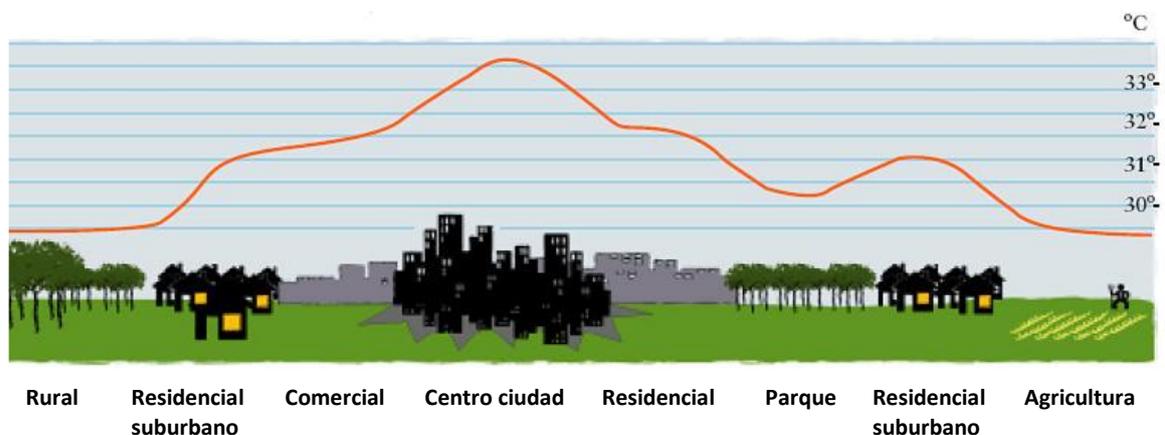


Figura 1.8: Esquema de un perfil de isla de calor. Fuente: Serveis Ecològics del Verd Urbà a Barcelona (CREAF, 2009).

Otro concepto a tener en cuenta es el beneficio económico que esta infraestructura verde puede aportar a través del arbolado urbano. Estos beneficios asociados a los árboles dependen de su masa foliar (Figura 1.9). La dimensión mínima a partir de la cual los árboles empiezan a dar beneficios es con ejemplares con una masa foliar de 8 m de altura / anchura. Los beneficios claros empiezan en árboles con copas de 12 m de altura. Los árboles pequeños no generan apenas beneficio.

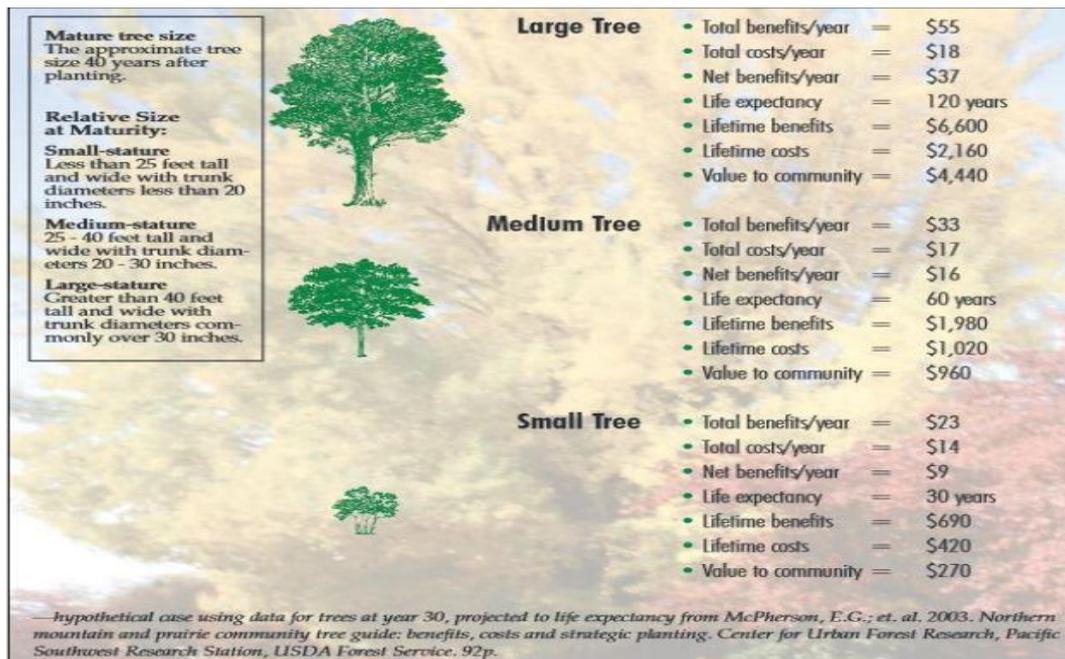


Figura 1.9: Beneficios aportados por el arbolado asociado a su masa foliar (McPherson, E. 2003).

El marco conceptual de la infraestructura verde abarca diferentes funciones y a diferentes escalas (Tabla 1.4). Estas deben basarse en el desarrollo de políticas que tengan como eje principal la integración y la compatibilidad de las distintas necesidades tanto naturales como humanas (“Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas”, MNCN-CSIC).

MULTIESCALAR	INTEGRADORA
 Europea Estatal Autonómica Local	Concepto de capital natural. Soluciones basadas en la naturaleza. Servicios ecosistémicos. Conectividad. Restauración ecológica. Resiliencia y capacidad de adaptación.

Tabla 1.4: Marco conceptual de la infraestructura verde (CSIC, 2016).

Los elementos que componen la infraestructura verde en el ámbito urbano suelen ser bastante similares aunque con algunos matices o denominaciones diferentes en función del objetivo perseguido (Tabla 1.5).

TIPOS DE ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA	
Espacios libres públicos	Parques y jardines urbanos. Plazas. Cementerios, campus y zonas deportivas. Corredores verdes.
Espacios libres privados	Patios. Espacios comunitarios.
Espacios no convencionales	Huertos urbanos. Bordes de infraestructuras, espacios vacíos o residuales.
Espacios edificados	Tejados verdes. Fachadas y muros verdes.

Tabla 1.5: Elementos de Infraestructura Verde urbana. Fuente: Infraestructuras verdes urbanas y periurbanas (CONAMA 2014).

A nivel continental, los organismos europeos han publicado diferentes trabajos desarrollando una idea de infraestructura verde integradora y multifuncional. Algunas de las definiciones que proponen vienen definidas en la tabla 1.6.

INFRAESTRUCTURA VERDE
<p>“La infraestructura verde es la red interconectada de espacios naturales, incluidos terrenos agrícolas, vías verdes, humedales, parques, reservas forestales y comunidades de plantas autóctonas, así como espacios marinos que regulan de forma natural los caudales de aguas pluviales, las temperaturas, el riesgo de inundaciones y la calidad del agua, aire y los ecosistemas”.</p> <p><i>Libro blanco (COM 2009). “Adaptación al cambio climático: hacia un marco europeo de actuación”.</i></p>
<p>“Se consideran infraestructuras verdes los bosques, los ríos, las zonas costeras, los parques, los corredores ecológicos y otros elementos naturales o seminaturales esenciales para la prestación de servicios ecosistémicos”.</p> <p><i>COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO (2011). “Contribución de la política regional al crecimiento sostenible en el marco de Europa 2020”.</i></p>
<p>“Concepto que aborda la conectividad de ecosistemas, su protección y la provisión de servicios ecosistémicos, abordando al mismo tiempo la mitigación y adaptación al cambio climático”.</p> <p><i>AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (2011).</i></p>
<p>“La infraestructura verde es una herramienta de eficacia probada que aporta beneficios ecológicos, económicos y sociales mediante soluciones naturales. Nos ayuda a comprender el valor de los beneficios que la naturaleza proporciona a la sociedad humana y a movilizar inversiones para sostenerlos y reforzarlos”.</p> <p><i>UNIÓN EUROPEA (2013). “Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa”.</i></p>

Tabla 1.6: Definiciones de infraestructura verde.

Según algunos autores como Jack Ahern (University of Massachusetts, USA), los planes para desarrollar una infraestructura verde en el ámbito urbano aplican los principios clave de la ecología del paisaje a los entornos urbanos, permitiendo un enfoque de múltiples escalas con atención explícita al patrón: relaciones de proceso y un énfasis en la conectividad (Ahern, J. 2007). A continuación se presentan las cuatro directrices propuestas para la planificación y el diseño de una infraestructura urbana basadas en los principios de la ecología del paisaje (Figura 1.10).

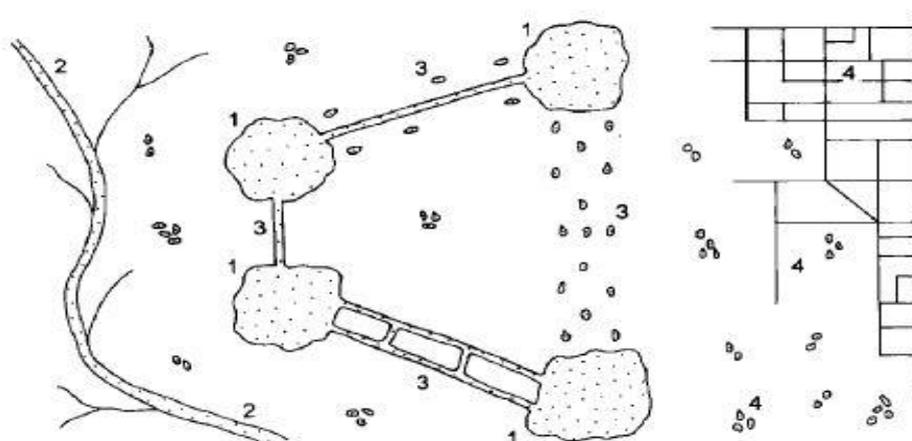


Figura 1.10: Modelo de Forman ((1) grandes parches de vegetación natural, (2) corredor río / corriente, (3) conectividad entre parches, (4) pequeños "bits de la naturaleza"). Fuente: Green infrastructure for cities: The spatial dimension (J. Ahern, 2007).

Este modelo de planificación del paisaje se le conoce como el modelo ABC (abiótico, biótico y cultural). Las funciones que componen este modelo son los siguientes (Tabla 1.7):

FUNCIONES
<p>Abióticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superficie: interacciones del agua subterránea. • Procesos de desarrollo del suelo. • Mantenimiento del régimen hidrológico. • Acomodación de regímenes de disturbancia. • Regulación del ciclo de nutrientes. • Fijación de carbono y gases de efecto invernadero. • Modificación y regulación de climas extremos.
<p>Bióticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hábitat para especies generalistas. • Hábitat para especies especialistas. • Rutas y corredores para el movimiento de especies. • Mantenimiento de regímenes de disturbancia. • Producción de biomasa. • Provisión de reservas genéticas. • Soporte de interacciones de flora y fauna.
<p>Cultural:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiencia directa de ecosistemas naturales. • Recreación física. • Experiencia e interpretación de la historia cultural. • Proporcionar un sentido de soledad e inspiración. • Oportunidades para interacciones sociales sanas. • Estímulos para expresiones artísticas y abstractas. • Educación ambiental.

Tabla 1.7: Funciones del modelo ABC.

1.3.2. Indicadores de sostenibilidad

Según el Observatorio Urbano Global para los Asentamientos Humanos (Naciones Unidas), un indicador es *“una medida que resume información de un tema en particular y señala problemas específicos, provee una respuesta razonable a necesidades y preguntas específicas requeridas por los que toman las decisiones, que muestra tendencias y provee de información cualitativa y cuantitativa”*. Un informe del World Resources Institute (1995) planteó una serie de criterios para que los indicadores puedan utilizarse como instrumentos eficaces con el fin de orientar los programas y las políticas públicas. Estos criterios son:

- Deben contener una elevada capacidad de síntesis y expresar a través de un valor cuantitativo una gran cantidad de información.
- Los indicadores deben ser accesibles y comprensibles para la gente, intentando evitar expresiones o nomenclaturas demasiado técnicas. Estos indicadores deben de ser una fuente de información que ayude a la educación y concienciación ambiental de la sociedad, llegando a permitir que esta pueda implicarse y participar en los asuntos relacionados con el medio ambiente, y por ende en el bienestar general.
- Los indicadores deben ser relevantes para las políticas públicas, intentando que estos indicadores puedan ajustarse a la realidad medioambiental de la población, ya sea a nivel local, nacional o global.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) planteó en el año 1993 una serie de criterios (Tabla 1.8) que permitieran seleccionar los indicadores medioambientales más idóneos. Estos son:

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE INDICADORES MEDIOAMBIENTALES IDÓNEOS
<p>1) Relevancia política y de utilidad de los usuarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proveer una imagen representativa de las condiciones medioambientales, presiones sobre el medioambiente o las respuestas de la sociedad. • Ser simple, fácil de interpretar y capaz de mostrar tendencias a lo largo del tiempo. • Ser sensible a los cambios en el medio ambiente y en las actividades humanas relacionadas. • Proveer una base para las comparaciones internacionales. • Ser aplicable tanto a escala nacional como a escala regional. • Tener umbrales o valores de referencia definidos con los cuales comparar el significado de los valores obtenidos.
<p>2) Bondad analítica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener buen fundamento teórico en términos técnicos y científicos. • Estar basado en estándares internacionales y con consenso internacional acerca de su valor. • Prestarse a su inclusión en modelos económicos, predictivos y sistemas de información.
<p>3) Mensurabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encontrarse disponible a un ratio de coste/beneficio razonable. • Estar adecuadamente documentado con información de calidad suficiente. • Ser actualizado en intervalos regulares de tiempo de acuerdo a procedimientos establecidos de antemano.

Tabla 1.8: Criterios de selección de indicadores medioambientales (OCDE, 1993).

Existen varios modelos de organización de los sistemas de indicadores ambientales. Hoy, el marco de análisis dominante es el denominado Presión-Estado-Respuesta (Figura 1.11), desarrollado por primera vez por Friend y Rapport (*Towards a comprehensive framework for environmental statistics: A stress-response approach, 1979*) e introducido en el conjunto de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) a raíz de los trabajos realizados por el Grupo sobre el Estado del Medio Ambiente en 1994. Este modelo se basa en el concepto de causalidad, que aplicado a este caso dice que las actividades humanas ejercen PRESIONES sobre el medio ambiente y modifican la calidad y cualidad (ESTADO) de los recursos naturales. A raíz de eso la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, macroeconómicas y sectoriales (RESPUESTAS).

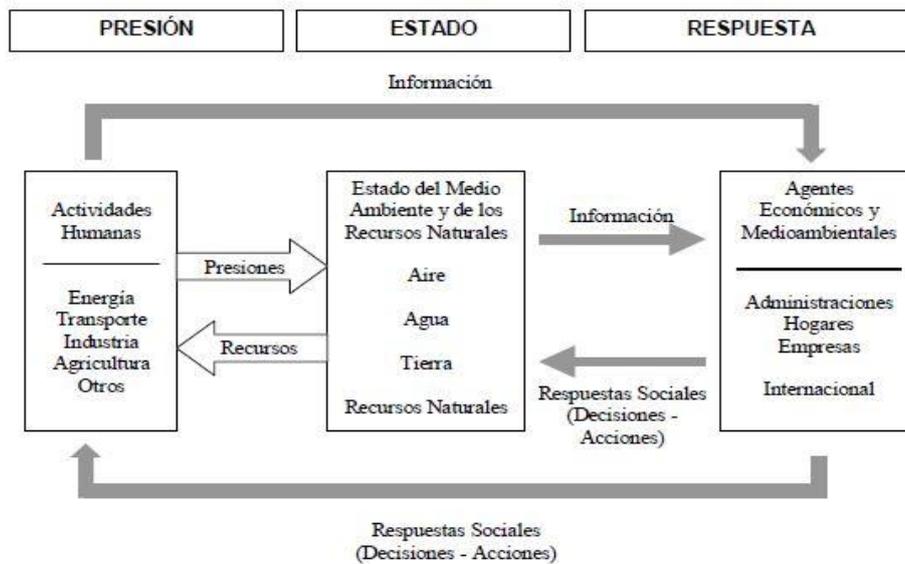


Figura 1.11: Modelo PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTAS (OCDE, 1993).

Algunas de las principales instituciones tanto a nivel nacional como internacional que han contribuido con distintas propuestas de indicadores de sostenibilidad son:

- Oficina de Estadística de la Comisión Europea (EUROSTAT).
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).
- Instituto de Bruselas para la Gestión del Medio Ambiente.
- Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible (Agenda 21).
- Organización Mundial para la salud (OMS).
- Indicadores de referencia de la Auditoría Urbana (Comisión Europea. DG. XVI).
- Indicadores de Sostenibilidad de Vitoria-Gasteiz (Agenda 21).
- Indicadores de Seattle Sostenible (Washington, EEUU).
- Visión 2020 para Hamilton-Wentworth (Ontario, Canadá).
- Iniciativa de Indicadores Ambientales y de Desarrollo Sostenible de Canadá (NRTEE 2003).
- Sistema Nacional de Indicadores Ambientales en México (SNIA).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal es analizar y cuantificar algunos de los servicios ambientales y ecosistémicos que la infraestructura verde del distrito de Algirós (Valencia) puede aportar a través del análisis de distintos indicadores de sostenibilidad.

Para ello se pretende conseguir los siguientes objetivos concretos:

- Determinar una metodología que permita obtener unos resultados realistas y con unos errores dentro de unos rangos aceptables.
- Caracterizar e identificar la infraestructura verde del distrito de Algirós a través del análisis de las cubiertas del suelo.
- Analizar distintos indicadores de sostenibilidad utilizando los porcentajes de las cubiertas obtenidos previamente.

3. METODOLOGÍA.

Lo primero que hay que realizar es la caracterización de la infraestructura verde del distrito de Alirós. Esta caracterización se va a realizar con un procedimiento basado en la interpretación visual a través de ortofotos, analizando e identificando las diferentes tipologías de las distintas cubiertas del suelo a través de un muestreo de tipo aleatorio, con el fin de determinar los principales porcentajes de las cubiertas obteniendo unas unidades de síntesis previamente definidas como unidades morfológicas (Gill et Al., 2008).

Para realizar este procedimiento se ha tenido en cuenta un artículo publicado en el año 2008 por la editorial Elsevier. Este artículo se denomina “*Characterising the urban environment of UK cities and towns: A template for landscape planning*” (Gill et al., 2008). El estudio fue realizado y publicado en la ciudad de Manchester (Reino Unido) en el año 2008. Para realizar la caracterización (figura 3.1), los autores se basaron en la teoría de que los servicios de los ecosistemas en las zonas urbanas están relacionados con el uso y la cobertura del suelo (MEA, 2005).

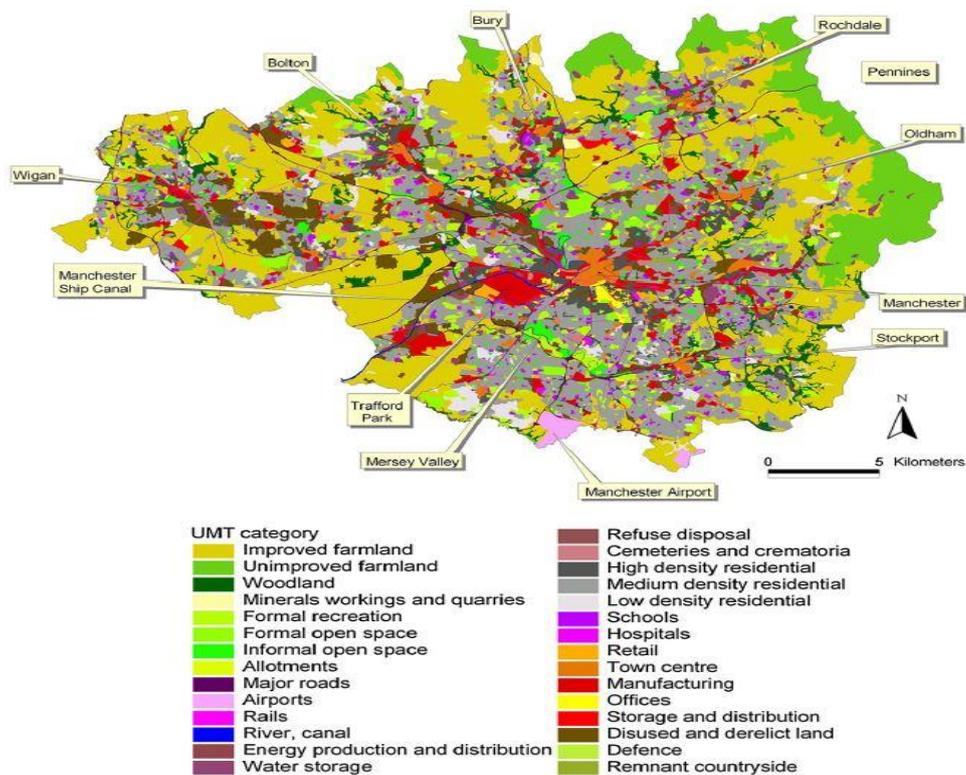


Figura 3.1: Mapa de unidades morfológicas (UM) de Manchester basado en fotografías aéreas de 1997. (Gill et al., 2008).

La finalidad del estudio fue determinar un método para cartografiar la ciudad, realizando una comparación entre los distintos usos del suelo y los tipos de cubiertas, analizando los servicios ambientales que la infraestructura verde de Manchester y su área metropolitana podría ofrecer.

Una vez caracterizada la infraestructura verde, se van a analizar algunos de los beneficios ambientales y ecosistémicos que esta infraestructura verde puede aportar. Estos se fundamentan en la prospección de los tipos de cubiertas descritos en el artículo “*City form and natural process – Indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK*” (Whitford et Al., 2001).

Para analizar estos beneficios, se van a utilizar los indicadores de sostenibilidad basados en el “Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas” desarrollado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona y La Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible. Este sistema de indicadores y condicionantes se articula en siete grupos o ámbitos (figura 3.2):



Figura 3.2: Ámbitos para un modelo urbano más sostenible (Fuente: Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas, 2010).

Estos indicadores recogen el grado de preparación hacia un modelo de ciudad compacta, compleja, eficiente y cohesionada socialmente. Estos responden a cuatro criterios básicos: la relevancia en el marco del modelo de pueblos y ciudades sostenibles, la evaluación para medir el progreso hacia los objetivos, la coordinación para la comparación entre territorios y la viabilidad en cuanto a la disposición de información de base. En cada uno de los indicadores se especifica la fase de aplicabilidad del mismo, que puede ser durante el planeamiento, la urbanización/construcción o el uso.

3.1. Caracterización de la infraestructura verde

A través de cartografía relacionada con los usos del suelo se obtienen una serie de unidades morfológicas mediante las cuales se identifican y caracterizan las cubiertas del suelo, estableciéndose éstas a partir del reconocimiento de sus componentes elementales a través de imágenes de ortofotos.

3.1.1 Unidades morfológicas

El primer paso para poder realizar la caracterización de la infraestructura verde consiste en definir y clasificar las unidades morfológicas (Figura 3.1). Estas se obtienen a través de cartografía relacionada con los usos del suelo. En este caso, se utiliza el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España, SIOSE (Generalitat Valenciana, 2015), quedando definidas estas unidades según los polígonos y superficies establecidos en la capa. Para obtener esta cartografía se usa una herramienta informática SIG (Sistema de Información Geográfica), en este caso el programa QGIS 2.14.7-Essen.

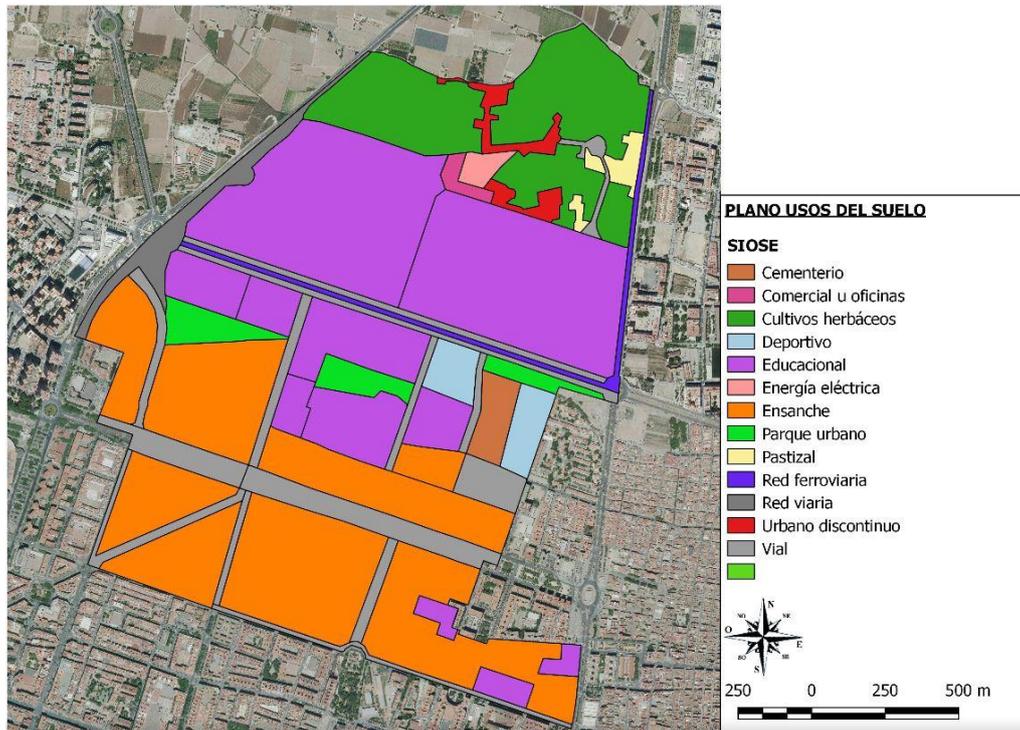


Figura 3.3: Plano de Usos del Suelo (SIOSE).

No se ha establecido ningún criterio en cuanto a tamaño o composición de las unidades, aunque de modo excepcional y por motivos de tamaño y homogeneidad entre unidades vecinas, se han agrupado algunas unidades definidas en la capa del SIOSE.

3.1.2 Tipologías

Las unidades morfológicas quedan clasificadas según las tipologías definidas en el SIOSE descritas en la tabla 3.1.

TIPOLOGÍAS
<p>Pastizales: Son comunidades herbáceas permanentes y espontáneas dependientes del clima, que se utilizan para pastoreo. Suelen ser antiguos terrenos de cultivo, aunque se diferencian de estos por la presencia de leñosas.</p>
<p>Cultivos herbáceos: Superficies labradas y cultivadas de manera regular.</p>
<p>Urbano discontinuo: Corresponde a la zona urbana situada en el extrarradio de la ciudad y que contacta a través de una vía de comunicación, más o menos consolidada. Incluye las urbanizaciones.</p>

Comercial u oficinas: Superficies del sector económico como centros comerciales, parques empresariales, polígonos comerciales o recintos feriales. Forman parte también sus accesos y exteriores.
Red ferroviaria: Red de líneas de ferrocarril tanto de tren, tranvía y metro.
Red viaria: En general, se incluyen las carreteras de tipo autopista, autovía, del estado o autonómicas (1er orden). Incluye arcenes, terraplenes y áreas asociadas como estaciones de servicio o peajes.
Viales: Bulevares, avenidas o calles incluidas en el área urbana.
Energía eléctrica: Instalaciones de producción y transformación, incluyendo los terrenos asociados.
Educacional: Edificaciones o zonas destinadas a la enseñanza, como colegios, institutos o campus universitarios.
Cementerio: Perímetros destinados a sepultura, incluye capillas, velatorios y tanatorios.
Parque urbano: Zonas de vegetación artificial (plantada, ordenada o de jardinería) incluidas en el área urbana.
Ensanche: Se caracteriza por tener una distribución bastante regular con viales anchos, se diferencia del casco urbano por tener mayor superficie de zonas verdes. Las edificaciones son principalmente viviendas, sin tener que formar manzanas compactas.
Deportivo: Instalaciones para práctica de cualquier deporte, como son polideportivos, campos, pistas y piscinas (cubiertos o no), excluye los campos de golf.

Tabla 3.1: Tipologías de las unidades morfológicas (SIOSE, 2015).

3.1.3 Cubiertas del suelo

Una vez obtenidas las unidades morfológicas, el siguiente paso es identificar las cubiertas del suelo que forman estas unidades morfológicas. Para ello se utiliza la tipología de cubiertas que vienen definidas por Gill y sus colaboradores (2008). Éstas se clasifican en nueve tipos diferentes de cubiertas, las cuales se clasifican de la siguiente manera (Figura 3.4):



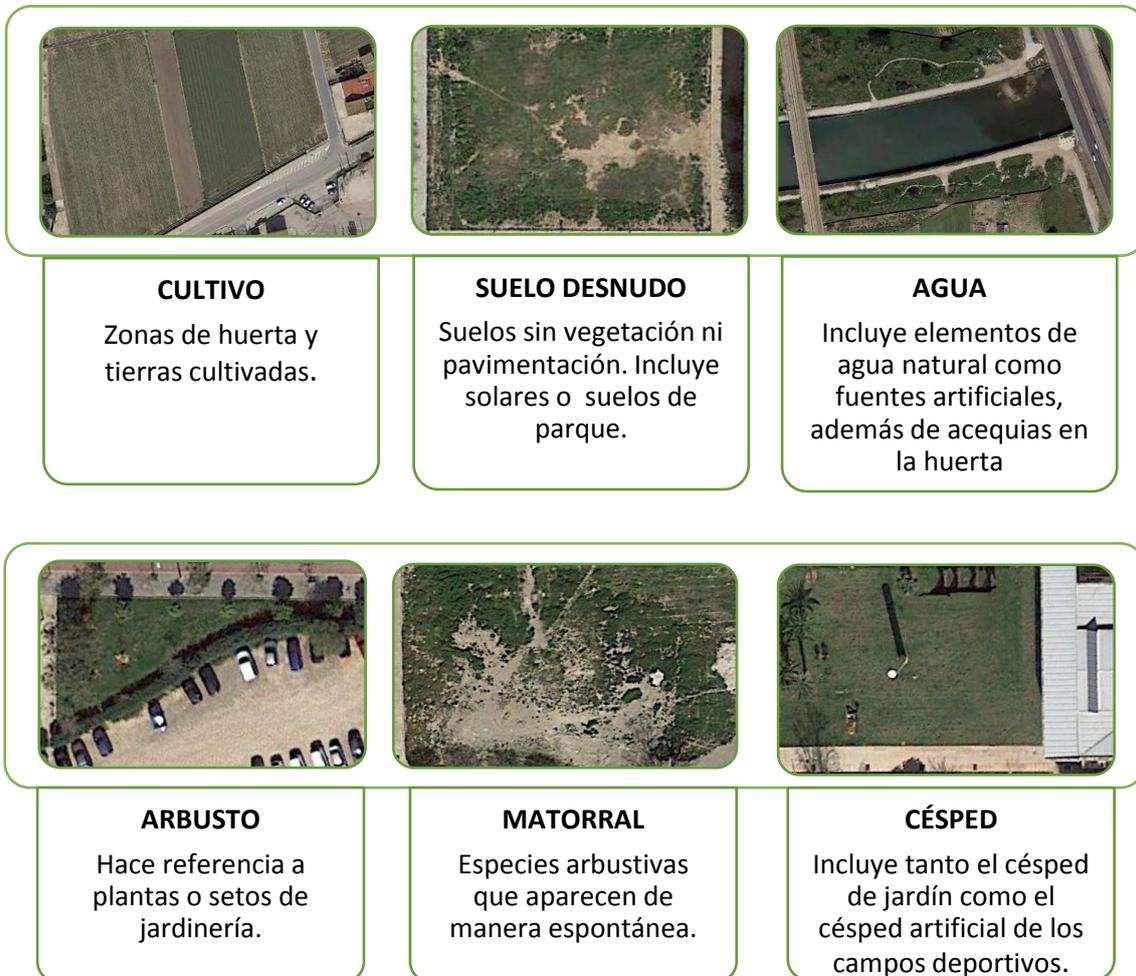


Figura 3.4: Diferentes tipologías de cubiertas del suelo.

3.1.4 Procedimiento

Una vez obtenida la cartografía de las unidades morfológicas a través del programa QGIS 2.14.7-Essen, se han calculado los porcentajes de las cubiertas antes descritas en cada una de las unidades. Para ello se ha realizado una serie de muestreos con puntos aleatorios.

Para realizar este muestreo se optó por seguir la metodología descrita en el trabajo desarrollado por Gill y sus colaboradores (2008). En dicho documento, se utilizó un muestreo de 400 puntos en cada una de las unidades, observándose que a partir del punto 81 y hasta el punto 100 se estabilizaban los errores, obteniendo en la mayoría de cubiertas un error menor al 5%.

$$\text{Error estándar} = \sqrt{\frac{P * q}{n}}$$

En la fórmula, **P** representa el porcentaje de cubierta para cada tipología, **q** representa (100-P) y **n** es el número de puntos empleados en el muestreo.

En este trabajo se ha establecido un muestreo aleatorio sobre cada unidad morfológica de forma que se establezca una densidad de puntos apropiada en función de un error menor o igual al 5%. Se hace una primera estimación del error aplicando un criterio de 10 puntos por hectárea con el fin de obtener los primeros datos de porcentajes de cubiertas y error. Una vez obtenidas

los porcentajes de cubiertas, se recalculan mediante la fórmula del error estándar los puntos necesarios para obtener un error final menor o igual al 5%.

$$Puntos (5\%) = \frac{(100 - cubierta\ máx. (\%)) * cubierta\ máx. (\%)}{5^2}$$

El procedimiento para obtener las cubiertas es:

1. En la capa utilizada del SIOSE, se abre la tabla de atributos y se selecciona conmutar edición. Una vez abierta la opción de editar, se crea una nueva columna y se añaden el número de puntos previamente calculados para cada unidad.
2. Con la herramienta vectorial de investigación, se selecciona la opción de puntos aleatorios (Figura 3.5). Una vez seleccionada, se crea una nueva capa seleccionando el valor de campo de entrada previamente creado (columna de nº de puntos).

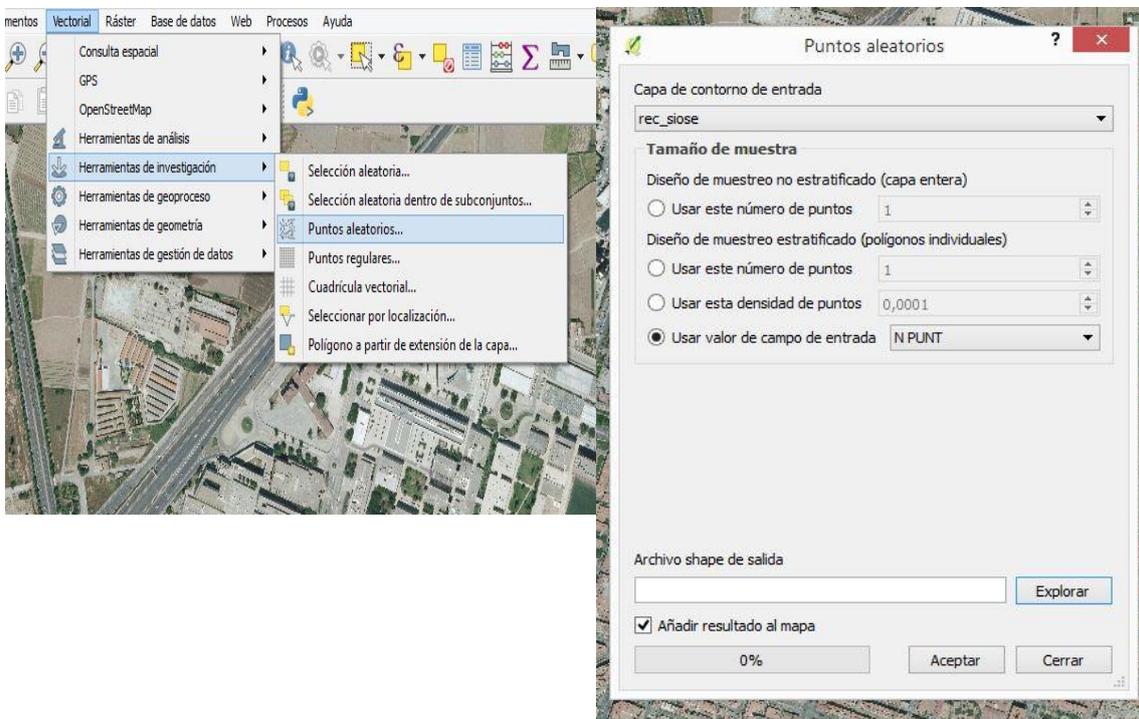


Figura 3.5: Herramienta vectorial de puntos aleatorios (Qgis).

3. Con la capa creada, se abre la tabla de atributos (Figura 3.6) y con la conmutación activada se crean las columnas con los diferentes tipos de cubiertas antes descritas

CID	edificio	otro_imp	arbol	arbusto	cesped	cultivo	agua	suelo_des	matorral
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Figura 3.6: Tabla de atributos (Qgis).

- El siguiente paso consiste en clasificar cada punto en función de su cubierta, analizando la imagen ortofoto. Para ello se utiliza el sistema binario de 1 y 0, utilizando el 1 en la columna correspondiente al tipo cubierta observada en la ortofoto.

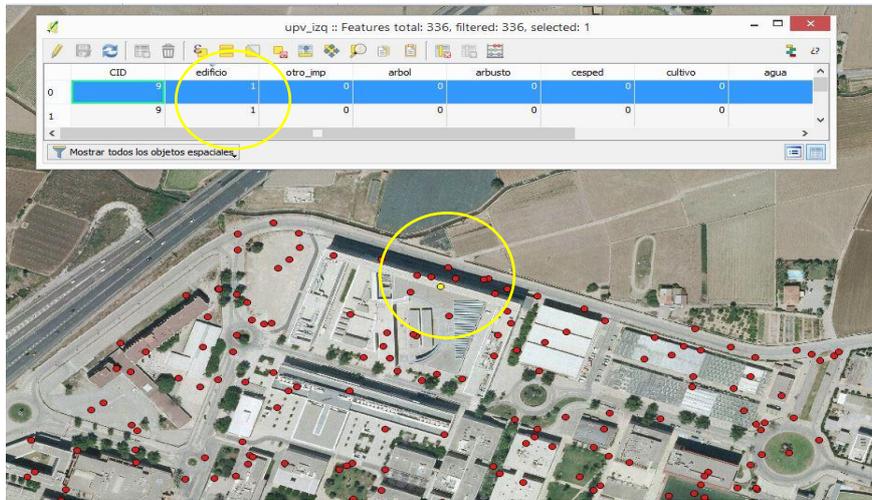


Figura 3.7: Capa vectorial con los puntos aleatorios (Qgis).

- Con los datos obtenidos se suman los puntos de cada columna y se obtienen los porcentajes totales (Anejo 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Punto	edificio	otro_imp	arbol	arbusto	cesped	cultivo	agua	suelo_d	matorral	PUNTOS					
76	74	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
77	75	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					
78	76	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1					
79	77	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
80	78	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
81	79	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1					
82	80	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
83	81	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1					
84	82	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
85	83	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
86	84	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
87	85	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
88	86	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1					
89	87	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
90	88	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
91	89	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1					
92	90	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
93	91	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
94	92	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
95	93	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
96	94	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
97	95	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1					
98	96	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
99	97	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
100	98	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1					
101	99	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1					
102	nº	0	62	31	0	0	0	0	7	0	100					
103																
104	%	0	62	31	0	0	0	0	7	0	100					
105																
106																
107	Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Nº pts	E máx %	Puntos	E máx %
108	Parque	12	1,82	0	61	33	0	0	0	0	6	0	18	11	18	11
109				0	52	44	0	0	0	0	4	0	25		10	
110				0	56	38	0	0	0	0	6	0	50		7	
111				0	61	33	0	0	0	0	5	0	75		6	
112				0	62	31	0	0	0	0	7	0	100		5	

Figura 3.8: Resultados del inventario de puntos aleatorios (EXCEL).

3.2. Indicadores de sostenibilidad

Como ya se ha indicado anteriormente, se van a analizar una serie de indicadores que permitan obtener una serie de datos objetivos con los cuales poder evaluar la funcionalidad y los beneficios que la infraestructura verde puede aportar dentro de los entornos urbanos así como analizar diferentes aspectos como pueden ser la resiliencia, la biodiversidad o la conectividad ecológica.

Para ello primero se va a determinar si el distrito cuenta con suficiente superficie verde por habitante. Una vez se parte de esta base, se analizarán distintos indicadores relacionados con parámetros ecológicos, los cuales son esenciales para el desarrollo de la biodiversidad urbana y el desarrollo y mejora de los ecosistemas urbanos. Para ello se analizará el índice de permeabilidad del suelo y la heterogeneidad del distrito, analizando aspectos relacionados con la biodiversidad.

Por último, se va a estudiar como de resilientes puede ser el distrito de cara a poder combatir algunos de los efectos derivados del cambio climático. Para ello se va a analizar como el arbolado urbano puede ser esencial en reducir las emisiones de CO2 provocadas por las actividades humanas, analizando el secuestro y almacenamiento de carbono que el arbolado puede ofrecer.

3.2.1 Superficie verde por habitante

Uno de los principales objetivos a la hora de planificar la infraestructura verde de una ciudad es conseguir una dotación mínima de espacio verde por habitante. Estas superficies verdes reportan una serie de beneficios para las personas, ya sean físicos o emocionales, además de jugar un papel importante para el medio ambiente y la biodiversidad urbana.

La superficie verde urbana se define como “la superficie de parques y jardines y otros espacios públicos dotados de cobertura vegetal (> 50 % de su superficie) en el ámbito urbano en relación al número de habitantes” (Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad).

Este indicador mide la extensión de las zonas verdes y las áreas de esparcimiento existentes y la relación con el número de habitantes.

Para el cálculo de este indicador se han utilizado los porcentajes de cubiertas del suelo obtenidas previamente, así como los datos de población del distrito de Algirós (Oficina de estadística del Ayuntamiento de Valencia). Para obtener este indicador se ha procedido de la siguiente manera:

1. Se obtiene el porcentaje de superficie verde en cada UM, sumando los porcentajes de las siguientes coberturas:

$$\text{Árbol (\%)} + \text{arbusto (\%)} + \text{matorral (\%)} + \text{césped (\%)} + \text{cultivo (\%)} = \text{Superficie verde (\%)}$$

2. Se obtiene la superficie verde en hectáreas de cada UM de la siguiente manera:

$$(\text{Superficie Total (Ha)} * \text{superficie verde (\%)}) / 100 = \text{Superficie verde (Ha)}$$

3. Se utilizan los datos del padrón de los diferentes barrios que componen el distrito de Algirós. Se obtiene el número total de población así como la superficie.
4. Se procede a calcular el indicador de la siguiente forma:

$$(\text{Superficie verde (Ha)} / \text{población}) * 10.000 = \text{Zona verde por habitante (m2)}$$

5. Se comparan los datos obtenidos con los parámetros de evaluación establecidos para ver si el distrito de Algirós está dentro de los rangos recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

3.2.2 Heterogeneidad

La biodiversidad es “la variabilidad entre los organismos vivos, incluyendo ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los cuales forman parte: esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de ecosistemas” (Rio de Janeiro, 1992).

Algunos de los factores que influyen a la hora de no conseguir frenar la pérdida de la biodiversidad son:

- Pérdida y fragmentación de áreas de hábitats
- Cambios en los usos del suelo
- Cambio climático

En los grandes núcleos urbanos, el efecto que tiene la urbanización sobre la biodiversidad es bastante elevado y complejo. La actual forma de desarrollar el planeamiento urbano de las ciudades, mediante la edificación y urbanización de estas, provoca un efecto de aislamiento de pequeñas islas verdes dentro de las ciudades. Esto también provoca un efecto de alteración de los ecosistemas urbanos, con lo que se producen una serie de hábitats diferentes. Por eso, tanto la diversidad dentro de los hábitats (diversidad alfa) como la diversidad entre los diferentes hábitats (diversidad beta), será alterada (Forman, 1995).

Para analizar la heterogeneidad dentro de la infraestructura verde del distrito de Algirós, se utiliza el índice de Shannon-Wiener.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

- S --> número de especies (riqueza de especies).
- P_i --> proporción de individuos de la especie / respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie): $\frac{n_i}{N}$
 - n_i --> número de individuos de la especie.
 - N --> número de todos los individuos de todas las especies.

Este índice mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad ‘extensa’ de la que se conoce el número total de especies (S).

Para hacer los cálculos necesarios, se utilizan los diferentes tipos de cubiertas obtenidas a través del SIOSE.

Una vez obtenidas estas cubiertas, se procede a reclasificarlas en 5 tipos de cubiertas:

- a) Suelo desnudo o descubierto y céspedes (suelo desnudo + césped).
- b) Praderas y herbazales (cultivos + pastizales).
- c) Matorrales o arbustos (arbustos + matorrales).
- d) Árboles (árboles).
- e) Edificaciones, superficies asfaltadas o pavimentadas (edificio + otro impermeable).

Una vez clasificados los diferentes tipos de usos del suelo, se usan los datos de los porcentajes de cada tipo de cubierta provenientes del inventario de puntos aleatorios. Tras obtener estos porcentajes, se realizan los cálculos necesarios para obtener la heterogeneidad (H) a través del índice de Shannon-Wiener.

3.2.3 Índice de almacenamiento y secuestro de carbono

El problema actual del cambio climático es una de las principales razones de preocupación de la sociedad actual. Este se produce en forma de un calentamiento atmosférico producido por un incremento importante de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en especial de CO₂. Este fenómeno hace que el arbolado urbano adquiera una gran importancia a la hora de luchar contra este fenómeno.

Los árboles a lo largo de su vida almacenan carbono y lo secuestran activamente a medida que crecen. En este proceso los árboles ayudan reducir la cantidad de CO₂ que llega a la atmósfera, disminuyendo en parte el problema, a la vez que liberan oxígeno (O₂).

Otros aspectos a considerar de los árboles urbanos es que también contribuyen a la reducción de emisiones de CO₂ por sus características termorreguladoras y su capacidad de generar sombra, lo que produce una bajada en el uso de climatización por parte de las edificaciones circundantes, especialmente en verano.

Se calcula el almacenamiento de carbono, estimando previamente que el peso seco de los árboles de hoja ancha y conífera es de entre el 46 y 60 % de peso fresco respectivamente y que el almacenamiento de carbono es el 45% de la biomasa de peso total (Wenger, 1984). Esto se reduce para dar la siguiente fórmula:

$$\text{Almacenamiento de carbono (toneladas } Ha^{-1}) = 1,063 * \text{Cubierta de árbol (\%)}$$

Este Índice de Almacenamiento de Carbono está expresado en toneladas por hectárea, y se obtiene como resultado empírico de multiplicar el coeficiente de 1,063 % por la cobertura vegetal, que se obtiene de la suma de los porcentajes de cubiertas consideradas verdes. En este caso se utiliza el porcentaje del arbolado.

Para obtener las tasas de secuestro de carbono, se estima la productividad primaria neta a través de la metodología utilizada por Rowntree y Novak en el estudio de los árboles urbanos de la ciudad de Chicago (EEUU) en 1991. Estos utilizaron las relaciones de edad y diámetro derivadas de Flemming (1988) para estimar el crecimiento anual de todas las diferentes clases de tamaño de árboles. Usando las distribuciones de diámetro apropiadas, se pudo estimar la acumulación de biomasa y, en general, calcular el carbono que se acumula cada año. Ésta se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Secuestro de carbono (toneladas } Ha^{-1} * \text{ año)} = 8,275 * 10^{-3} * \text{Cubierta de árbol (\%)}$$

En este caso también se suma los porcentajes de cubiertas verdes, utilizando el porcentaje del arbolado.

3.2.4 Índice de permeabilidad del suelo o índice biótico del suelo

En los grandes núcleos de población encontramos grandes zonas urbanizadas que provocan el sellado y la impermeabilización del suelo. Este suelo impermeable provoca que no puedan desarrollarse ecosistemas que permitan un desarrollo más eficaz de la biodiversidad urbana. El objetivo es conseguir suelos permeables que puedan garantizar la continuidad de las zonas

verdes y la creación de buenas estructuras que faciliten un buen desarrollo de los ecosistemas naturales.

El Índice biótico del suelo indica la relación entre las superficies funcionalmente significativas en el ciclo natural del suelo y la superficie total del área de estudio. Para analizar este índice se asigna un factor a cada pieza de suelo según el grado de naturalidad y de permeabilidad (Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas, 2010). Estos se clasifican en:

Suelos con superficies permeables (1)

Se encuentran en estado natural, sin compactar. Mantienen todas sus funciones naturales. Disponen de vegetación u ofrecen condiciones para que se pueda desarrollar. Se suelen encontrar en parques, jardines, parterres, tierras agrícolas, bosques, etc. Los lagos y los ríos se los considera permeables.

Suelos con superficies semipermeables (0,5)

Suelos que sin estar en estado natural mantienen parcialmente sus funciones. Se trata, en general, de superficies y pavimentos que permiten el paso de aire y de agua. Han perdido total o parcialmente la función biológica. Por ejemplo, solares y terrenos descampados.

Suelos de las cubiertas verdes (0,3)

Sustratos vegetales incorporados a las cubiertas de los edificios. De tipo extensivo o intensivo.

Suelos impermeables (0)

Pueden ser edificados o no. Sin estructura ni funciones naturales asociadas.

Una vez definidos los factores que se van a utilizar, se procede a reclasificar los tipos de usos del suelo según su grado de naturalidad y permeabilidad. En este caso no hay cubiertas verdes.

- Superficie permeable (árbol + arbusto + matorral + cultivo + césped + agua)
- Superficie semipermeable (suelo desnudo)
- Superficie impermeable (edificio + otro impermeable)

Para realizar los cálculos, se aplica la siguiente fórmula:

$$Ibs (\%)= ((factor\ de\ permeabilidad\ del\ suelo * \acute{a}rea\ UM) / \acute{a}rea\ total)) * 100$$

Una vez hechos los cálculos, los datos obtenidos se comparan con los parámetros de evaluación establecidos para ver si el distrito de Alirós está dentro de los rangos recomendados.

4. RESULTADOS

4.1 Infraestructura verde

La caracterización de la infraestructura verde en el distrito de Algirós permite dividir el distrito en un total de 51 unidades morfológicas (figura 4.1 y tabla 4.1), según el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España SIOSE (Generalitat Valenciana, 2015).

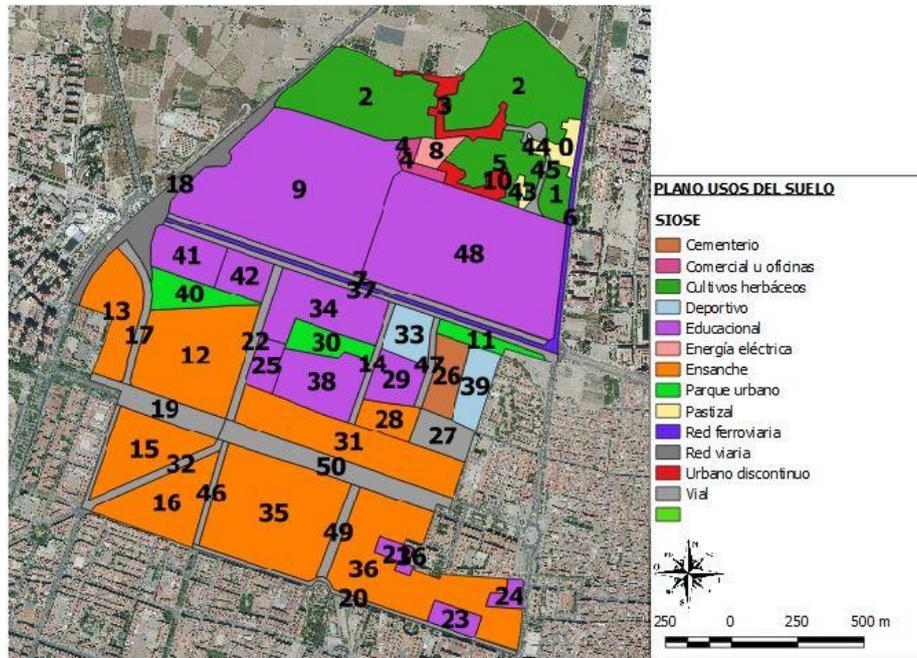


Figura 4.1: Plano de las UM y su clasificación.

TIPOS DE UM	UNIDADES
Cementerio	26
Comercial u oficinas	4
Cultivos herbáceos	1 2 5
Deportivo	33 39
Educativo	9 21 23 24 25 27 29 34 38 41 42 48
Eléctrica	8
Ensanche	12 13 15 16 28 31 35 36
Red ferroviaria	6
Parque urbano	11 30 40
Pastizal	0 43 44
Red viaria	18
Urbano discontinuo	3 10
Viales	7 14 17 19 20 22 32 37 45 46 47 49 50

Tabla 4.1: Tipos y clasificación de las unidades morfológicas.

Los resultados de los porcentajes de las diferentes cubiertas en cada una de las unidades, así como los puntos utilizados en el muestreo para determinar estos porcentajes y los errores obtenidos se muestran en la tabla 4.2.

Tipo	UM	Sup.(Ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error máximo %
Pastizal	0	1,54	6	9	8	0	6	0	45	0	26	89	5
Cultivo	1	2,08	0	6	2	0	0	0	90	0	0	48	4
Cultivo	2	28,93	2	6	2	1	1	0	78	2	8	289	2
Urbano discontinuo	3	2,53	23	28	13	0	0	0	22	2	13	95	5
Comercial	4	1,26	38	37	23	2	0	0	0	0	0	95	5
Cultivo	5	5,77	2	9	3	0	0	0	81	0	5	58	5
Red Ferroviaria	6	4,37	0	93	0	7	0	0	0	0	0	44	4
Vial	7	3,07	0	73	23	4	0	0	0	0	0	75	5
Eléctrica	8	1,46	6	90	4	0	0	0	0	0	0	78	3
Educacional	9	33,60	45	35	7	0	0	8	0	0	5	336	3
Urbano discontinuo	10	1,65	48	20	12	0	0	0	7	0	12	97	5
Parque urbano	11	1,82	0	62	31	0	0	0	0	0	7	100	5
Ensanche	12	14,72	69	23	7	0	0	0	0	0	1	147	4
Ensanche	13	6,96	46	37	15	2	0	0	0	0	0	100	5
Vial	14	1,19	2	57	40	0	0	0	0	0	1	100	5
Ensanche	15	7,74	55	36	9	0	0	0	0	0	3	99	5
Ensanche	16	8,15	56	38	6	0	0	0	0	0	0	82	5
Vial	17	1,79	3	72	14	3	0	0	0	0	7	69	5
Red viaria	18	6,47	0	89	3	0	0	2	0	3	3	64	4
Vial	19	3,78	1	41	44	1	0	10	0	0	4	98	5
Vial	20	1,97	4	66	22	0	0	9	0	0	0	93	5
Educacional	21	1,18	49	40	11	0	0	0	0	0	0	75	5
Vial	22	2,04	4	57	38	0	0	0	0	0	1	99	5
Educacional	23	1,64	31	38	24	0	0	0	0	0	6	94	5
Educacional	24	1,07	38	52	9	0	0	0	0	0	1	99	5
Educacional	25	2,04	14	34	24	0	0	0	7	0	20	75	5
Cementerio	26	3,50	35	39	18	0	0	5	0	0	2	99	5
Educacional	27	3,01	30	49	15	0	0	0	0	0	6	100	5
Ensanche	28	2,65	0	27	12	0	12	0	8	0	42	26	4
Educacional	29	3,55	25	27	15	0	0	1	0	0	32	75	5
Parque urbano	30	2,86	0	35	36	5	0	5	0	0	19	100	5
Ensanche	31	12,80	39	37	18	0	0	0	0	0	6	128	5
Vial	32	2,35	3	76	13	1	0	0	0	0	6	68	5
Deportivo	33	3,01	8	31	23	0	0	38	0	0	0	96	5
Educacional	34	8,44	25	48	15	2	0	10	0	0	0	84	5
Ensanche	35	19,32	50	35	13	1	0	0	0	1	2	200	4
Ensanche	36	17,28	54	36	7	0	0	0	0	0	3	173	4
Vial	37	2,98	3	87	10	0	0	0	0	0	0	39	5
Educacional	38	6,81	7	43	11	3	0	0	0	0	35	97	5
Deportivo	39	3,42	14	60	2	4	0	20	0	0	0	99	5
Parque urbano	40	3,62	1	42	32	5	0	5	0	0	15	85	5
Educacional	41	4,34	0	90	10	0	0	0	0	0	0	43	3
Educacional	42	3,00	33	53	13	0	0	0	0	0	1	30	5
Pastizal	43	0,46	20	13	7	4	0	0	30	0	26	96	5
Pastizal	44	0,36	8	2	15	2	0	0	49	0	24	100	5
Vial	45	1,18	3	51	0	0	1	0	21	2	22	97	5
Vial	46	0,93	4	47	49	0	0	0	0	0	0	100	5
Vial	47	0,88	1	68	23	0	0	0	0	0	8	75	5
Educacional	48	32,05	32	44	3	0	0	16	0	0	5	320	3
Vial	49	1,42	6	52	34	0	0	0	0	0	7	99	5
Vial	50	6,70	0	28	30	9	0	3	0	0	30	67	5

Tabla 4.2: Resultados porcentajes de cubiertas, puntos y errores por UM (E = edificio, O = otro impermeable, A = árbol, AR. = arbusto, M. = matorral, C = césped, Cu = cultivo, S = suelo desnudo, Sup. = superficie).

Estas unidades morfológicas quedan clasificadas en un total de 13 tipologías, obteniendo unidades con variabilidad en cuanto a superficies. Estas van desde las 0,39 hectáreas de la UM 44 (pastizal) hasta las 33,6 hectáreas de la UM 9 (educacional). Se ha realizado una media de 90 puntos de muestreo y con una media de 4,59 % de error.

4.2 Indicadores de sostenibilidad

4.2.1 Superficie verde por habitante

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.3. Estos resultados se expresan en porcentaje y superficie respecto al total del distrito.

Tipo	UM	S (Ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	A	S	Sup.ver (%)	Sup.ver (Ha)
Pastizal	0	1,54	6	9	8	0	6	0	45	0	26	59	0,91
Cultivo	1	2,08	0	6	2	0	0	0	90	0	0	92	1,91
Cultivo	2	28,93	2	6	2	1	1	0	78	2	8	82	23,63
Urbano discontinuo	3	2,53	23	28	13	0	0	0	22	2	13	35	0,89
Comercial	4	1,26	38	37	23	2	0	0	0	0	0	25	0,32
Cultivo	5	5,77	2	9	3	0	0	0	81	0	5	84	4,87
Red Ferroviaria	6	4,37	0	93	0	7	0	0	0	0	0	7	0,30
Vial	7	3,07	0	73	23	4	0	0	0	0	0	27	0,83
Eléctrica	8	1,46	6	90	4	0	0	0	0	0	0	4	0,06
Educacional	9	33,60	45	35	7	0	0	8	0	0	5	7	2,30
Urbano discontinuo	10	1,65	48	20	12	0	0	0	7	0	12	19	0,31
Parque urbano	11	1,82	0	62	31	0	0	0	0	0	7	31	0,56
Ensanche	12	14,72	69	23	7	0	0	0	0	0	1	7	1,10
Ensanche	13	6,96	46	37	15	2	0	0	0	0	0	17	1,18
Vial	14	1,19	2	57	40	0	0	0	0	0	1	40	0,47
Ensanche	15	7,74	55	36	9	0	0	0	0	0	3	9	0,70
Ensanche	16	8,15	56	38	6	0	0	0	0	0	0	6	0,50
Vial	17	1,79	3	72	14	3	0	0	0	0	7	17	0,30
Red viaria	18	6,47	0	89	3	0	0	2	0	3	3	3	0,21
Vial	19	3,78	1	41	44	1	0	10	0	0	4	45	1,71
Vial	20	1,97	4	66	22	0	0	9	0	0	0	22	0,43
Educacional	21	1,18	49	40	11	0	0	0	0	0	0	11	0,13
Vial	22	2,04	4	57	38	0	0	0	0	0	1	38	0,78
Educacional	23	1,64	31	38	24	0	0	0	0	0	6	24	0,39
Educacional	24	1,07	38	52	9	0	0	0	0	0	1	9	0,10
Educacional	25	2,04	14	34	24	0	0	0	7	0	20	31	0,63
Cementerio	26	3,50	35	39	18	0	0	5	0	0	2	18	0,63
Educacional	27	3,01	30	49	15	0	0	0	0	0	6	15	0,45
Ensanche	28	2,65	0	27	12	0	12	0	8	0	42	31	0,82
Educacional	29	3,55	25	27	15	0	0	1	0	0	32	15	0,53
Parque urbano	30	2,86	0	35	36	5	0	5	0	0	19	41	1,17
Ensanche	31	12,80	39	37	18	0	0	0	0	0	6	18	2,30
Vial	32	2,35	3	76	13	0	0	0	0	0	6	13	0,31
Deportivo	33	3,01	8	31	23	0	0	38	0	0	0	23	0,69
Educacional	34	8,44	25	48	15	2	0	10	0	0	0	18	1,51
Ensanche	35	19,32	50	35	13	1	0	0	0	1	2	13	2,51
Ensanche	36	17,28	54	36	7	0	0	0	0	0	3	7	1,20
Vial	37	2,98	3	87	10	0	0	0	0	0	0	10	0,30
Educacional	38	6,81	7	43	11	3	0	0	0	0	35	14	0,95
Deportivo	39	3,42	14	60	2	4	0	20	0	0	0	6	0,21
Parque urbano	40	3,62	1	42	32	5	0	5	0	0	15	37	1,34

Educacional	41	4,34	0	95	5	0	0	0	0	0	0	5	0,22
Educacional	42	3,00	33	52	13	0	0	0	0	0	1	13	0,39
Pastizal	43	0,46	20	13	7	4	0	0	30	0	26	41	0,19
Pastizal	44	0,36	8	2	15	2	0	0	49	0	24	66	0,24
Vial	45	1,18	3	51	0	0	1	0	21	2	22	22	0,26
Vial	46	0,93	4	47	49	0	0	0	0	0	0	49	0,46
Vial	47	0,88	1	68	23	0	0	0	0	0	8	23	0,20
Educacional	48	32,05	32	44	3	0	0	16	0	0	5	3	1,10
Vial	49	1,42	6	52	34	0	0	0	0	0	7	34	0,48
Vial	50	6,70	0	28	30	9	0	3	0	0	30	39	2,61

Tabla 4.3: Superficie verde por UM y porcentajes de cubiertas (E = edificio, O = otro impermeable, A = árbol, AR. = arbusto, M. = matorral, C = césped, Cu = cultivo, S = suelo desnudo, Sup.ver = superficie verde).

La superficie total que ocupa el distrito de Algirós es de 295,75 hectáreas.

Superficie total= 295,75 hectáreas

En cuanto a la superficie verde, esta ocupa una extensión de 66,59 hectáreas.

Superficie verde = 66,59 hectáreas

Del total de la extensión que ocupa el distrito, la superficie verde ocupa un 22,5 % del total.

$$\text{Superficie verde (Ha)} * 100 / \text{superficie total (Ha)} = \text{superficie verde (\%)}$$

Superficie verde = 22,5 %

Para el cálculo final se van a utilizar los datos de población de los distintos barrios que conforman el distrito de Algirós. Datos del Padrón a 01/01/2016:

13.1. l'Illa Perduda		
Personas	Superficie	Densidad de población
8.759	23,2	377,5
13.2. Ciutat Jardí		
Personas	Superficie	Densidad de población
11.949	36,4	328,3
13.3. l'Amistat		
Personas	Superficie	Densidad de población
7.252	20,7	350,3
13.4. la Bega Baixa		
Personas	Superficie	Densidad de población
5.709	19,4	294,3
13.5. la Carrasca		
Personas	Superficie	Densidad de población
3.522	198,1	17,8

Parámetros de cálculo	
Fórmula de cálculo	Superficie verde/población total
Unidad	m ² / habitante

Población total = 37.191 personas

Los parámetros a calcular son los siguientes:

$$\text{Zona verde por habitante} = (66,59 \text{ ha} / 37,191 \text{ personas}) / 10.000 = 18 \text{ m}^2$$

El distrito de Algirós cuenta con una superficie verde por habitante de 18 m²

4.2.2 Heterogeneidad

La tabla 4.4 muestra los distintos cálculos realizados para obtener la heterogeneidad de cada una de las unidades morfológicas del distrito de Alirós.

UM	C1	C2	C3	C4	C5	N	P1	P2	P3	P4	P5	log2 p1	log2 p2	log2 p3	log2 p4	log2 p5	P1.log2 P1	P2.log2 P2	P3.log2 P3	P4.log2 P4	P5.log2 P5	H
0	26	45	6	8	15	100	0,260	0,450	0,060	0,080	0,150	-1,943	-1,152	-4,059	-3,644	-2,737	-0,505	-0,518	-0,244	-0,292	-0,411	1,9693
1	0	90	0	0	10	100	0,000	0,905	0,000	0,000	0,095	0	-0,144	0	0	-3,392	0,000	-0,131	0,000	0,000	-0,323	0,4537
2	8	78	1	2	10	100	0,083	0,779	0,014	0,024	0,104	-3,590	-0,361	-6,175	-5,368	-3,268	-0,298	-0,281	-0,085	-0,130	-0,339	1,1340
3	8	19	4	12	58	100	0,077	0,192	0,038	0,115	0,577	-3,700	-2,379	-4,700	-3,115	-0,794	-0,285	-0,457	-0,181	-0,359	-0,458	1,7401
4	0	0	0	31	69	100	0,000	0,000	0,000	0,308	0,692	0	0	0	-1,700	-0,531	0,000	0,000	0,000	-0,523	-0,367	0,8905
5	5	81	0	3	10	100	0,052	0,810	0,000	0,034	0,103	-4,273	-0,303	0	-4,858	-3,273	-0,221	-0,246	0,000	-0,168	-0,339	0,9730
6	0	0	7	0	93	100	0,000	0,000	0,068	0,000	0,932	0	0	-3,874	0	-0,102	0,000	0,000	-0,264	0,000	-0,095	0,3591
7	0	0	0	29	71	100	0,000	0,000	0,000	0,290	0,710	0	0	0	-1,784	-0,495	0,000	0,000	0,000	-0,518	-0,351	0,8691
8	0	0	0	4	96	100	0,000	0,000	0,000	0,040	0,960	0	0	0	-4,644	-0,059	0,000	0,000	0,000	-0,186	-0,057	0,2423
9	13	0	0	7	80	100	0,128	0,000	0,003	0,065	0,804	-2,966	0	-8,392	-3,933	-0,316	-0,380	0,000	-0,025	-0,258	-0,254	0,9156
10	12	7	0	12	68	100	0,120	0,070	0,000	0,120	0,680	-3,059	-3,837	0	-3,059	-0,556	-0,367	-0,269	0,000	-0,367	-0,378	1,3810
11	7	0	0	31	62	100	0,070	0,000	0,000	0,310	0,620	-3,837	0	0	-1,690	-0,690	-0,269	0,000	0,000	-0,524	-0,428	1,2199
12	1	0	0	7	92	100	0,007	0,000	0,000	0,075	0,918	-7,200	0	0	-3,740	-0,123	-0,049	0,000	0,000	-0,280	-0,113	0,4417
13	2	0	0	10	87	100	0,020	0,000	0,000	0,103	0,870	-5,644	0	0	-3,280	-0,201	-0,113	0,000	0,000	-0,338	-0,175	0,6253
14	1	0	0	40	59	100	0,010	0,000	0,000	0,400	0,590	-6,644	0	0	-1,322	-0,761	-0,066	0,000	0,000	-0,529	-0,449	1,0443
15	3	0	0	13	84	100	0,026	0,000	0,000	0,130	0,844	-5,267	0	0	-2,945	-0,244	-0,137	0,000	0,000	-0,382	-0,206	0,7256
16	0	0	0	6	94	100	0,000	0,000	0,000	0,061	0,939	0	0	0	-4,036	-0,091	0,000	0,000	0,000	-0,246	-0,085	0,3313
17	6	0	11	6	78	100	0,056	0,000	0,111	0,056	0,778	-4,170	0	-3,170	-4,170	-0,363	-0,232	0,000	-0,352	-0,232	-0,282	1,0975
18	4	0	0	3	92	100	0,040	0,000	0,000	0,033	0,920	-4,644	0	0	-4,931	-0,120	-0,186	0,000	0,000	-0,162	-0,111	0,4581
19	18	0	1	42	38	100	0,179	0,000	0,013	0,423	0,385	-2,478	0	-6,285	-1,241	-1,379	-0,445	0,000	-0,081	-0,525	-0,530	1,5806
20	9	0	0	22	70	100	0,090	0,000	0,000	0,220	0,700	-3,474	0	0	-2,184	-0,515	-0,313	0,000	0,000	-0,481	-0,360	1,1534
21	0	0	0	11	89	100	0,000	0,000	0,000	0,110	0,890	0	0	0	-3,184	-0,168	0,000	0,000	0,000	-0,350	-0,150	0,4999
22	1	0	0	38	61	100	0,010	0,000	0,000	0,380	0,610	-6,644	0	0	-1,396	-0,713	-0,066	0,000	0,000	-0,530	-0,435	1,0319
23	6	0	0	24	69	100	0,060	0,000	0,000	0,240	0,690	-4,059	0	0	-2,059	-0,535	-0,244	0,000	0,000	-0,494	-0,369	1,1070
24	1	0	0	9	90	100	0,010	0,000	0,000	0,090	0,900	-6,644	0	0	-3,474	-0,152	-0,066	0,000	0,000	-0,313	-0,137	0,5159
25	20	0	10	5	65	100	0,200	0,000	0,100	0,050	0,650	-2,322	0	-3,322	-4,322	-0,621	-0,464	0,000	-0,332	-0,216	-0,404	1,4166
26	11	0	11	3	74	100	0,114	0,000	0,114	0,029	0,743	-3,129	0	-3,129	-5,129	-0,429	-0,358	0,000	-0,358	-0,147	-0,319	1,1804
27	6	0	0	15	79	100	0,060	0,000	0,000	0,150	0,790	-4,059	0	0	-2,737	-0,340	-0,244	0,000	0,000	-0,411	-0,269	0,9227

28	42	8	12	12	27	100	0,423	0,077	0,115	0,115	0,269	-1,241	-3,700	-3,115	-3,115	-1,893	-0,525	-0,285	-0,359	-0,359	-0,510	2,0383
29	17	0	8	3	72	100	0,167	0,000	0,083	0,028	0,722	-2,585	0	-3,585	-5,170	-0,469	-0,431	0,000	-0,299	-0,144	-0,339	1,2123
30	59	0	10	31	0	100	0,586	0,000	0,103	0,310	0,000	-0,771	0	-3,273	-1,688	0	-0,452	0,000	-0,339	-0,524	0,000	1,3142
31	6	0	0	18	76	100	0,063	0,000	0,000	0,180	0,758	-4,000	0	0	-2,476	-0,400	-0,250	0,000	0,000	-0,445	-0,303	0,9982
32	4	0	4	13	78	100	0,043	0,000	0,043	0,130	0,783	-4,524	0	-4,524	-2,939	-0,354	-0,197	0,000	-0,197	-0,383	-0,277	1,0534
33	40	0	0	17	43	100	0,400	0,000	0,000	0,167	0,433	-1,322	0	0	-2,585	-1,206	-0,529	0,000	0,000	-0,431	-0,523	1,4824
34	10	0	2	15	73	100	0,095	0,000	0,024	0,155	0,726	-3,392	0	-5,392	-2,692	-0,462	-0,323	0,000	-0,128	-0,417	-0,335	1,2033
35	2	0	1	13	86	100	0,015	0,000	0,005	0,125	0,855	-6,059	0	-7,644	-3,000	-0,226	-0,091	0,000	-0,038	-0,375	-0,193	0,6973
36	3	0	0	7	90	100	0,029	0,000	0,000	0,069	0,902	-5,113	0	0	-3,850	-0,149	-0,148	0,000	0,000	-0,267	-0,135	0,5494
37	0	0	0	10	90	100	0,000	0,000	0,000	0,100	0,900	0	0	0	-3,322	-0,152	0,000	0,000	0,000	-0,332	-0,137	0,4690
38	41	0	0	4	54	100	0,412	0,000	0,000	0,044	0,544	-1,280	0	0	-4,503	-0,878	-0,527	0,000	0,000	-0,199	-0,478	1,2035
39	23	0	3	3	71	100	0,230	0,000	0,030	0,030	0,710	-2,120	0	-5,059	-5,044	-0,494	-0,488	0,000	-0,152	-0,153	-0,351	1,1431
40	39	0	3	28	31	100	0,389	0,000	0,028	0,278	0,306	-1,363	0	-5,170	-1,848	-1,710	-0,530	0,000	-0,144	-0,513	-0,523	1,7095
41	0	0	0	10	90	100	0,000	0,000	0,000	0,095	0,905	0	0	0	-3,392	-0,144	0,000	0,000	0,000	-0,323	-0,131	0,4537
42	0	0	0	3	97	100	0,000	0,000	0,000	0,033	0,967	0	0	0	-4,907	-0,049	0,000	0,000	0,000	-0,164	-0,047	0,2108
43	26	30	4	7	33	100	0,260	0,300	0,040	0,070	0,330	-1,943	-1,737	-4,644	-3,837	-1,599	-0,505	-0,521	-0,186	-0,269	-0,528	2,0085
44	24	49	2	15	10	100	0,240	0,490	0,020	0,150	0,100	-2,059	-1,029	-5,644	-2,737	-3,322	-0,494	-0,504	-0,113	-0,411	-0,332	1,8540
45	22	21	1	0	56	100	0,220	0,210	0,010	0,000	0,560	-2,184	-2,252	-6,644	0	-0,837	-0,481	-0,473	-0,066	0,000	-0,468	1,4883
46	0	0	0	49	51	100	0,000	0,000	0,000	0,490	0,510	0	0	0	-1,029	-0,971	0,000	0,000	0,000	-0,504	-0,495	0,9997
47	5	0	8	8	79	100	0,051	0,000	0,077	0,077	0,795	-4,285	0	-3,700	-3,700	-0,331	-0,220	0,000	-0,285	-0,285	-0,263	1,0523
48	21	0	0	3	76	100	0,206	0,000	0,003	0,031	0,759	-2,278	0	-8,322	-5,000	-0,397	-0,470	0,000	-0,026	-0,156	-0,302	0,9536
49	0	0	0	14	86	100	0,000	0,000	0,000	0,143	0,857	0	0	0	-2,807	-0,222	0,000	0,000	0,000	-0,401	-0,191	0,5917
50	31	0	12	12	46	100	0,308	0,000	0,115	0,115	0,462	-1,700	0	-3,115	-3,115	-1,115	-0,523	0,000	-0,359	-0,359	-0,515	1,7570

Tabla 4.4: Resultados de H (Heterogeneidad) tras la aplicación de la fórmula de Shannon-Wiener. C1 (% Suelo desnudo o descubierto y céspedes), C2 (% Praderas y herbazales), C3 (% Matorrales o arbustos), C4 (% Árboles), C5 (% Edificaciones, superficies asfaltadas o pavimentadas).

El distrito tiene una heterogeneidad media de 1,03

4.2.3 Índice de almacenamiento y secuestro de carbono

Los resultados de almacenamiento de carbono se expresan en toneladas por hectárea mientras que los de secuestro de carbono se expresan en toneladas por hectárea y año.

UM	E	O	A	Ar	M	C	Cu	A	S	C1	C2	C3	C4	C5	Almacenamiento de carbono	Secuestro de carbono
0	6	9	8	0	6	0	45	0	26	26	45	6	8	15	9	0,66
1	0	6	2	0	0	0	90	0	0	0	90	0	2	6	2	0,17
2	2	6	2	1	1	0	78	2	8	8	78	1	2	10	3	0,20
3	23	28	13	0	0	0	22	2	13	13	22	0	13	53	14	1,08
4	38	37	23	2	0	0	0	0	0	0	0	2	23	75	24	1,90
5	2	9	3	0	0	0	81	0	5	5	81	0	3	10	4	0,29
6	0	93	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	0	93	0	0,00
7	0	73	23	4	0	0	0	0	0	0	0	4	23	73	24	1,90
8	6	90	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	96	4	0,33
9	45	35	7	0	0	8	0	0	5	13	0	0	7	80	7	0,54
10	48	20	12	0	0	0	7	0	12	12	7	0	12	68	13	0,99
11	0	62	31	0	0	0	0	0	7	7	0	0	31	62	33	2,57
12	69	23	7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7	92	8	0,62
13	46	37	15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	15	83	16	1,24
14	2	57	40	0	0	0	0	0	1	1	0	0	40	59	43	3,31
15	55	36	9	0	0	0	0	0	3	3	0	0	9	91	10	0,74
16	56	38	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	94	6	0,50
17	3	72	14	3	0	0	0	0	7	7	0	3	14	75	15	1,16
18	0	89	3	0	0	2	0	3	3	5	0	0	3	92	3	0,27
19	1	41	44	1	0	10	0	0	4	14	0	1	44	42	47	3,64
20	4	66	22	0	0	9	0	0	0	9	0	0	22	70	23	1,82
21	49	40	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	89	12	0,91
22	4	57	38	0	0	0	0	0	1	1	0	0	38	61	40	3,14
23	31	38	24	0	0	0	0	0	6	6	0	0	24	69	26	1,99
24	38	52	9	0	0	0	0	0	1	1	0	0	9	90	10	0,74
25	14	34	24	0	0	0	7	0	20	20	7	0	24	48	26	1,99
26	35	39	18	0	0	5	0	0	2	7	0	0	18	74	19	1,49
27	30	49	15	0	0	0	0	0	6	6	0	0	15	79	16	1,24
28	0	27	12	0	12	0	8	0	42	42	8	12	12	27	12	0,95
29	25	27	15	0	0	1	0	0	32	33	0	0	15	52	16	1,24
30	0	35	36	5	0	5	0	0	19	24	0	5	36	35	38	2,98
31	39	37	18	0	0	0	0	0	6	6	0	0	18	76	19	1,49
32	3	76	13	0	0	0	0	0	6	6	0	0	13	79	14	1,08
33	8	31	23	0	0	38	0	0	0	38	0	0	23	39	24	1,90
34	25	48	15	2	0	10	0	0	0	10	0	2	15	73	16	1,28
35	50	35	13	1	0	0	0	1	2	2	0	1	13	86	13	1,03
36	54	36	7	0	0	0	0	0	3	3	0	0	7	90	7	0,57
37	3	87	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	90	11	0,83
38	7	43	11	3	0	0	0	0	35	35	0	3	11	50	12	0,91
39	14	60	2	4	0	20	0	0	0	20	0	4	2	74	2	0,17
40	1	42	32	5	0	5	0	0	15	20	0	5	32	43	34	2,65
41	0	95	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	95	5	0,41
42	33	52	13	0	0	0	0	0	1	1	0	0	13	85	14	1,08
43	20	13	7	4	0	0	30	0	26	26	30	4	7	33	7	0,58
44	8	2	15	2	0	0	49	0	24	24	49	2	15	10	16	1,24
45	3	51	0	0	1	0	21	2	22	22	21	1	0	56	0	0,00
46	4	47	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	51	52	4,05

47	1	68	23	0	0	0	0	0	8	8	0	0	23	69	24	1,90
48	32	44	3	0	0	16	0	0	5	21	0	0	3	76	3	0,26
49	6	52	34	0	0	0	0	0	7	7	0	0	34	58	36	2,81
50	0	28	30	9	0	3	0	0	30	33	0	9	30	28	32	2,48

Tabla 4.5: Cálculos de almacenamiento y secuestro de carbono (AC (T/Ha) y SC (T/Ha) *año) por tipos de usos (E = edificio, O = otro impermeable, A = árbol, AR. = arbusto, M. = matorral, C = césped, Cu = cultivo, S = suelo desnudo, C1 (% Suelo desnudo o descubierto y céspedes), C2 (% Praderas y herbazales), C3 (% Matorrales o arbustos), C4 (% Árboles), C5 (% Edificaciones, superficies asfaltadas o pavimentadas).

El almacenamiento de carbono obtenido en el distrito es de 865 toneladas por hectárea

El secuestro de carbono obtenido en el distrito es de 67,34 toneladas por hectárea al año

4.2.4 Índice de permeabilidad del suelo o índice biótico del suelo

Los parámetros a calcular son los siguientes:

Parámetros de cálculo	
Fórmula de cálculo	$Ibs (\%) = [\sum (\text{factor de permeabilidad del suelo} * \text{área}) / \text{área total}]$
Unidad	%

UM	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	SP	SS	SI	AP	AS	AI	IBS 1	IBS 0,5	IBS 0,3	IBS 0	Σ IBS
0	6	9	8	0	6	0	45	0	26	59	26	15	0,91	0,40	0,23	59	13	0	0	72
1	0	6	2	0	0	0	90	0	0	92	0	6	1,91	0,00	0,12	92	0	0	0	92
2	2	6	2	1	1	0	78	2	8	84	8	8	24,23	2,40	2,40	84	4	0	0	88
3	23	28	13	0	0	0	22	2	13	37	13	51	0,94	0,33	1,29	37	7	0	0	44
4	38	37	23	2	0	0	0	0	0	25	0	75	0,32	0,00	0,95	25	0	0	0	25
5	2	9	3	0	0	0	81	0	5	84	5	10	4,87	0,30	0,60	84	3	0	0	87
6	0	93	0	7	0	0	0	0	0	7	0	93	0,30	0,00	4,07	7	0	0	0	7
7	0	73	23	4	0	0	0	0	0	27	0	73	0,83	0,00	2,24	27	0	0	0	27
8	6	90	4	0	0	0	0	0	0	4	0	96	0,06	0,00	1,40	4	0	0	0	4
9	45	35	7	0	0	8	0	0	5	15	5	80	5,00	1,60	27,00	15	2	0	0	17
10	48	20	12	0	0	0	7	0	12	19	12	68	0,31	0,20	1,12	19	6	0	0	25
11	0	62	31	0	0	0	0	0	7	31	7	62	0,56	0,13	1,13	31	4	0	0	35
12	69	23	7	0	0	0	0	0	1	7	1	92	1,10	0,10	13,52	7	0	0	0	8
13	46	37	15	2	0	0	0	0	0	17	0	83	1,18	0,00	5,78	17	0	0	0	17
14	2	57	40	0	0	0	0	0	1	40	1	59	0,47	0,01	0,70	40	1	0	0	41
15	55	36	9	0	0	0	0	0	3	9	3	91	0,70	0,20	7,04	9	1	0	0	10
16	56	38	6	0	0	0	0	0	0	6	0	94	0,50	0,00	7,65	6	0	0	0	6
17	3	72	14	3	0	0	0	0	7	17	7	75	0,30	0,13	1,34	17	4	0	0	21
18	0	89	3	0	0	2	0	3	3	8	3	89	0,53	0,19	5,76	8	2	0	0	10
19	1	41	44	1	0	10	0	0	4	55	4	42	2,08	0,15	1,59	55	2	0	0	57
20	4	66	22	0	0	9	0	0	0	31	0	70	0,61	0,00	1,38	31	0	0	0	31
21	49	40	11	0	0	0	0	0	0	11	0	89	0,13	0,00	1,05	11	0	0	0	11
22	4	57	38	0	0	0	0	0	1	38	1	61	0,78	0,02	1,24	38	1	0	0	39
23	31	38	24	0	0	0	0	0	6	24	6	69	0,39	0,10	1,13	24	3	0	0	27
24	38	52	9	0	0	0	0	0	1	9	1	90	0,10	0,01	0,96	9	1	0	0	10
25	14	34	24	0	0	0	7	0	20	31	20	48	0,63	0,41	0,98	31	10	0	0	41
26	35	39	18	0	0	5	0	0	2	23	2	74	0,80	0,07	2,59	23	1	0	0	24
27	30	49	15	0	0	0	0	0	6	15	6	79	0,45	0,18	2,38	15	3	0	0	18
28	0	27	12	0	12	0	8	0	42	31	42	27	0,82	1,12	0,71	31	21	0	0	52

29	25	27	15	0	0	1	0	0	32	16	32	52	0,57	1,14	1,85	16	16	0	0	32
30	0	35	36	5	0	5	0	0	19	46	19	35	1,31	0,54	1,00	46	10	0	0	56
31	39	37	18	0	0	0	0	0	6	18	6	76	2,30	0,80	9,70	18	3	0	0	21
32	3	76	13	1	0	0	0	0	6	14	6	79	0,33	0,14	1,85	14	3	0	0	17
33	8	31	23	0	0	38	0	0	0	61	0	39	1,83	0,00	1,17	61	0	0	0	61
34	25	48	15	2	0	10	0	0	0	27	0	73	2,31	0,00	6,13	27	0	0	0	27
35	50	35	13	1	0	0	0	1	2	14	2	85	2,61	0,29	16,42	14	1	0	0	14
36	54	36	7	0	0	0	0	0	3	7	3	90	1,20	0,50	15,59	7	1	0	0	8
37	3	87	10	0	0	0	0	0	0	10	0	90	0,30	0,00	2,68	10	0	0	0	10
38	7	43	11	3	0	0	0	0	35	14	35	50	0,95	2,38	3,41	14	18	0	0	32
39	14	60	2	4	0	20	0	0	0	26	0	74	0,89	0,00	2,53	26	0	0	0	26
40	1	42	32	5	0	5	0	0	15	42	15	43	1,52	0,54	1,56	42	8	0	0	50
41	0	90	10	0	0	0	0	0	0	10	0	90	0,41	0,00	3,93	10	0	0	0	10
42	33	53	13	0	0	0	0	0	1	13	1	86	0,39	0,03	2,58	13	1	0	0	14
43	20	13	7	4	0	0	30	0	26	41	26	33	0,19	0,12	0,15	41	13	0	0	54
44	8	2	15	2	0	0	49	0	24	66	24	10	0,24	0,09	0,04	66	12	0	0	78
45	3	51	0	0	1	0	21	2	22	24	22	54	0,28	0,26	0,64	24	11	0	0	35
46	4	47	49	0	0	0	0	0	0	49	0	51	0,46	0,00	0,47	49	0	0	0	49
47	1	68	23	0	0	0	0	0	8	23	8	69	0,20	0,07	0,61	23	4	0	0	27
48	32	44	3	0	0	16	0	0	5	19	5	76	6,11	1,60	24,34	19	3	0	0	22
49	6	52	34	0	0	0	0	0	7	34	7	58	0,48	0,10	0,82	34	4	0	0	38
50	0	28	30	9	0	3	0	0	30	42	30	28	2,80	2,01	1,90	42	15	0	0	57

Tabla 4.6: Cálculos del índice biótico del suelo (E = edificio, O = otro impermeable, A = árbol, AR. = arbusto, M. = matorral, C = césped, Cu = cultivo, Ag= agua, S = suelo desnudo, SP = % superficie permeable, SS = % superficie semipermeable, SI = % superficie impermeable, AR = área superficie permeable, AS = área superficie semipermeable, AI = área superficie impermeable, IBS = % índice biótico del suelo).

Haciendo la media se obtiene que el distrito tiene un índice de permeabilidad del 33 %.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Infraestructura verde

Analizando la metodología empleada y los resultados obtenidos se pueden analizar distintos aspectos. El primero de ellos está relacionado con el método elegido para caracterizar la infraestructura verde. El inventario de puntos aleatorios permite utilizar un método de fácil aplicación donde poder manejar una gran cantidad de información de un modo sencillo y práctico. Utilizando la cartografía relacionada con los usos del suelo más utilizado habitualmente en nuestro territorio, como es la de la cartografía SIOSE, se puede dividir el distrito en diferentes unidades morfológicas. En la tabla 5.1 y figura 5.1 se resumen las principales características de la UM.

TIPO	Sup. (ha) [Máx. – Mín.]	Nº unidades	Nº Puntos	Error (%)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S
Cementerio	3,50	1	99	5	35	39	18	0	0	5	0	0	2
Comercial	1,26	1	95	5	38	37	23	2	0	0	0	0	0
Cultivo	[28,93 – 2,08]	3	132	4	1	7	3	0	0	0	83	1	4
Deportivo	[3,42 – 3,01]	2	98	5	11	46	13	2	0	29	0	0	0
Educacional	[33,60 – 1,07]	12	119	5	27	46	13	0	0	3	1	0	9
Eléctrica	1,46	1	78	3	6	90	4	0	0	0	0	0	0
Ensanche	[19,32 – 2,65]	8	119	5	46	34	11	0	1	0	1	0	7
Red ferroviaria	4,37	1	44	4	0	93	0	7	0	0	0	0	0
Parque urbano	[3,62 – 1,82]	3	95	5	0	46	33	3	0	3	0	0	14
Pastizal	[1,54 – 0,36]	3	95	5	11	8	10	2	2	0	41	0	25
Red viaria	6,47	1	64	4	0	89	3	0	0	2	0	3	3
Urbano discontinuo	[2,53 – 1,65]	2	96	5	36	24	13	0	0	0	15	1	13
Viales	[6,70 – 0,88]	13	83	5	3	60	26	1	0	2	2	0	7

Tabla 5.1: Resultados generales por tipología de UM. (E = edificio, O = otro impermeable, A = árbol, AR. = arbusto, M.= matorral, C = césped, Cu = cultivo, S = suelo desnudo).

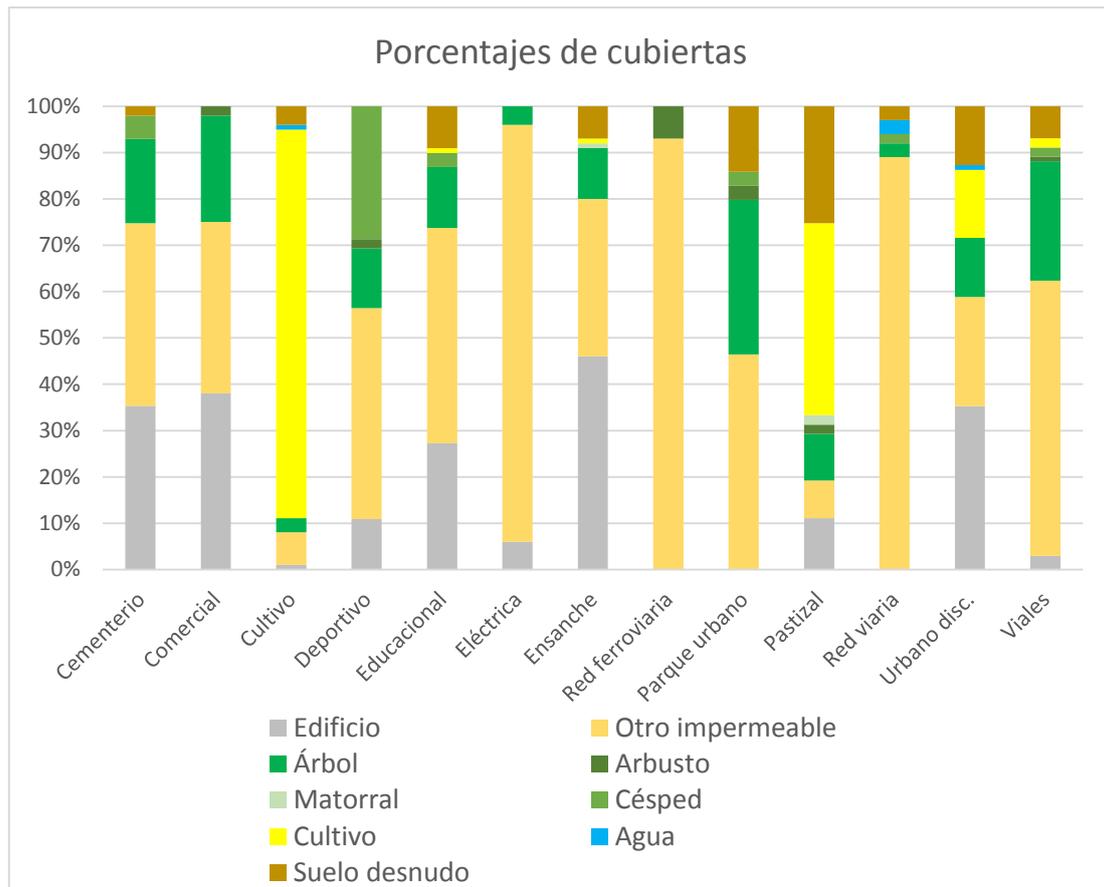


Figura 5.1: Porcentajes de cubiertas por Unidades Morfológicas.

La mayoría de las unidades se componen mayoritariamente por tres tipos de cubiertas como son “Otro impermeable” (mayoritariamente viales asfaltados como calles o carreteras), “Edificios” y “Árboles”. Esta composición es bastante definitoria de lo que se entiende que puede ser un distrito urbanizado de una gran urbe, como puede ser este caso. En cuanto a las cubiertas verdes, cabe destacar que no ocupan grandes porcentajes, por lo que a la hora de definir futuras estrategias de planeamiento urbano se debería tener en cuenta. Como ejemplo a destacar, la composición de los parques urbanos, los cuales no llegan al 40 % de superficie verde.

Respecto al conjunto del distrito, se puede observar (figura 5.2) que casi la mitad del distrito (48 %) está compuesto por “Otro impermeable”. En cuanto al resto, destacar que la siguiente cubierta corresponde a edificios (17 %) y que la primera cubierta verde se corresponde con el arbolado (13%). El total de la cubierta verde es del 28 % contando con los cultivos.

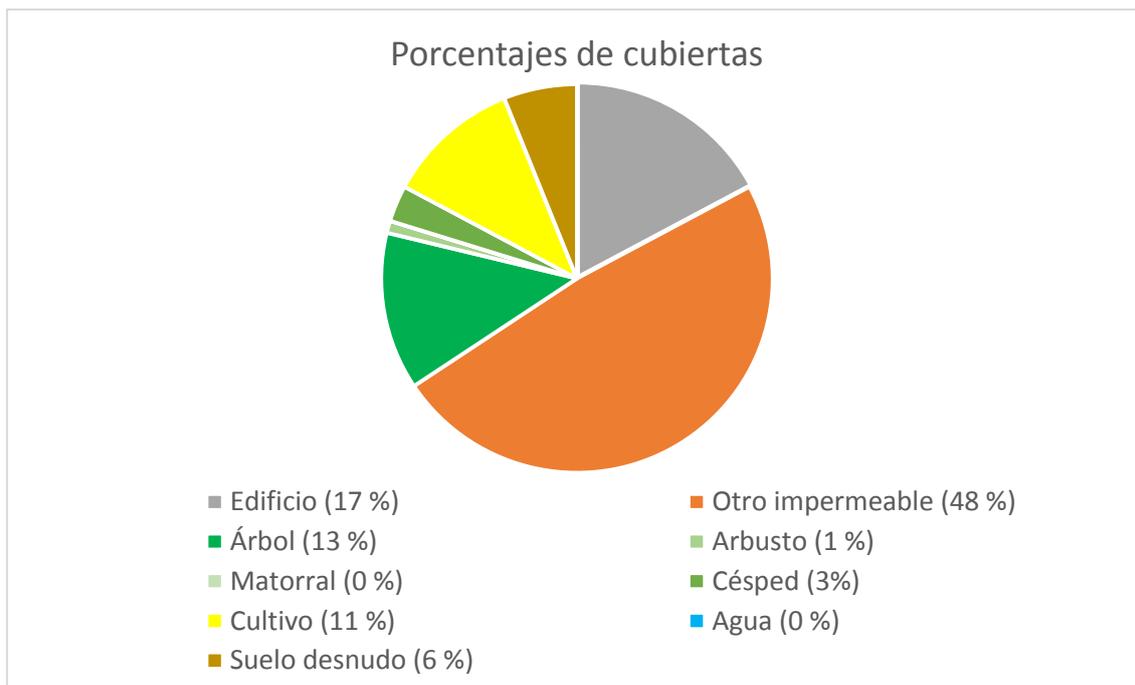


Figura 5.2: Porcentajes de cubiertas por UM en el conjunto del distrito

Estos datos deben hacer reflexionar sobre el planeamiento urbanístico actual que se está llevando a cabo en las grandes ciudades, y como se debería fomentar y poner en valor cada vez más la necesidad de contar con una infraestructura verde más eficaz y productiva, primando no solo la estética del paisaje sino también la productividad de bienes y servicios ambientales que ayuden a aumentar la resiliencia de las grandes urbes frente al cambio climático y sus nefastas consecuencias. Como ejemplo, en un distrito como Algirós, que ocupa una extensión de 298 hectáreas, solo el 28 % del suelo (83 hectáreas) está ocupado por elementos verdes.

5.2. Indicadores de sostenibilidad

5.2.1 Superficie verde por habitante

En España, la media de las ciudades más importantes es de 4,5 m²/hab, ello a pesar de que la Ley del Suelo (BOE, 2015) es muy explícita en este contexto y especifica la necesidad de que los Planes Generales de Ordenación Urbana reserven una dotación mínima de espacios verdes de 5 m²/hab, a lo que hay que añadir los 18 m²/vivienda o los 100 m² de edificación residencial, que se establece en los Planes Parciales que determinan el Plan General.

Una vez analizado el indicador, se puede decir que el distrito de Algirós cuenta con una dotación de zonas verdes por habitante (18 m²/habitante) por encima de los parámetros deseables establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Parámetros de evaluación	
Objeto mínimo	> 10
Deseable	> 14

Esto hace indicar que, pese al gran volumen de zonas edificadas con las que cuenta el distrito, no existe un gran déficit de zonas verdes. Evidentemente, la heterogeneidad del distrito hace que estos valores tengan algunos matices a tener en cuenta.

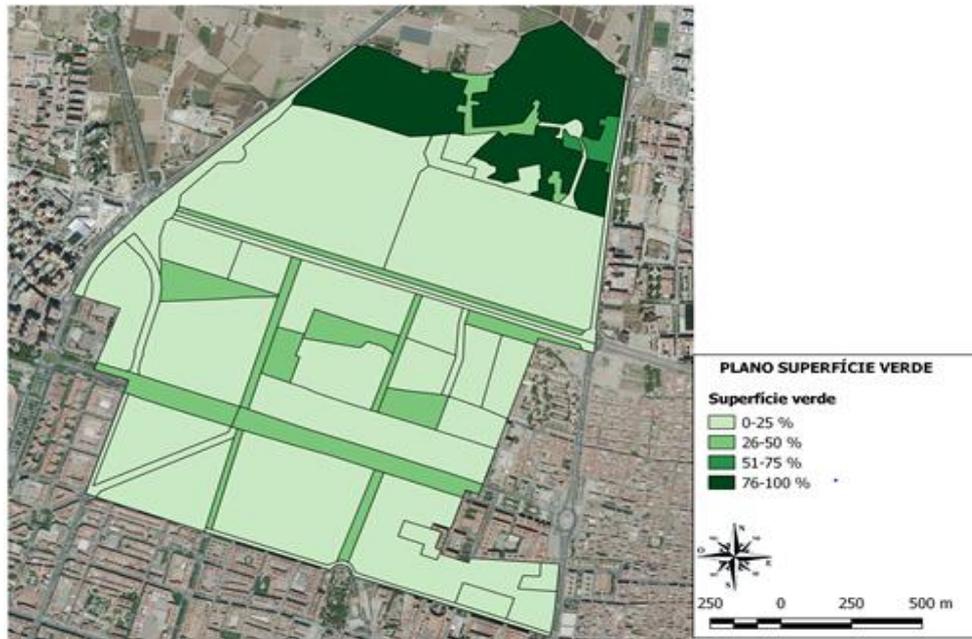


Figura 5.3: Plano del distrito con las superficies verdes (%) por UM.

Analizando los porcentajes de superficie verde por UM (Figura 5.3), se puede destacar claramente que las zonas donde hay mayor presencia de superficie verde son las zonas al norte del distrito, las cuales se corresponden con las unidades de cultivos y pastizales (Foto 5.1). Primero habría que analizar si estas unidades deben incluirse dentro de los parámetros clásicos que definen las zonas verdes, ya que no se enclavan dentro de la definición tradicional de zona verde, como pueden ser los parques, jardines, plazas ajardinadas, etc...



Foto 5.1: Zonas de huertas (Google Earth, 2017).

Aunque estas zonas no aporten un beneficio directamente relacionado con el bienestar social o de la salud de las personas, sí que juegan un papel importante a la hora de aportar servicios de abastecimiento o regulación. Habría que analizar si estas zonas pueden clasificarse como huertos urbanos, teniendo en cuenta que estos cada vez más adquieren mayor importancia y relevancia en las políticas sociales y medioambientales de las grandes urbes, apostando cada vez más por darle un uso a parcelas abandonadas, utilizando estas como huertos urbanos o ecológicos. En este caso concreto, la mayoría son parcelas con un uso activo agrícola.

Otras unidades con porcentajes elevados de superficie verde se corresponden con los parques urbanos (Foto 5.2). A pesar de tener solamente definidos 3 parques urbanos en el distrito, estos no llegan a tener una superficie verde del 50 % de superficie total. Esto hace replantearse como

están siendo definidos y diseñados los parques urbanos actuales, qué función se pretende que tengan y cómo se debería focalizar a la hora de urbanizar o hacer el planeamiento de una ciudad. Hay que tener en cuenta no solo la estética del paisaje, sino la función ambiental y ecosistémica que estos parques pueden y deben tener.



Foto 5.2: Parques urbanos (Google Earth, 2017).

Finalmente, otras grandes zonas con grandes superficies verdes se corresponden con los viales (Foto 5.3). Principalmente son las grandes avenidas y bulevares donde se encuentra la mayor presencia de elementos vegetales, especialmente de tipo arbolado y setos de especies arbustivas. Teniendo en cuenta estos datos, una de las opciones más importantes a la hora de obtener grandes zonas verdes, es fomentar un diseño más ecológico de estos grandes viales que discurren a través de las grandes ciudades. Unas avenidas y unos bulevares mejor diseñados pueden permitir plantear y ejecutar una estrategia que permita desarrollar corredores ecológicos dentro de los núcleos urbanos, consiguiendo una conectividad ecológica que fomente y desarrolle la biodiversidad y los ecosistemas urbanos.



Foto 5.3: Zonas viales (Google Earth, 2017).

Si analizamos los datos globales de la ciudad de Valencia, ésta cuenta aproximadamente con 6 m²/habitante de superficie verde. Si se comparan los datos obtenidos con otras grandes ciudades del mundo (Figura 5.4), podemos extrapolar que Algirós cuenta con una superficie verde por cápita (18 m²/habitante) bastante aceptable teniendo en cuenta todos los condicionantes antes mencionados, ya que en el caso de no considerar superficie verde las zonas de huertos y cultivos, el dato del distrito bajaría a 9 m²/habitante, estando en el límite deseable por la OMS.

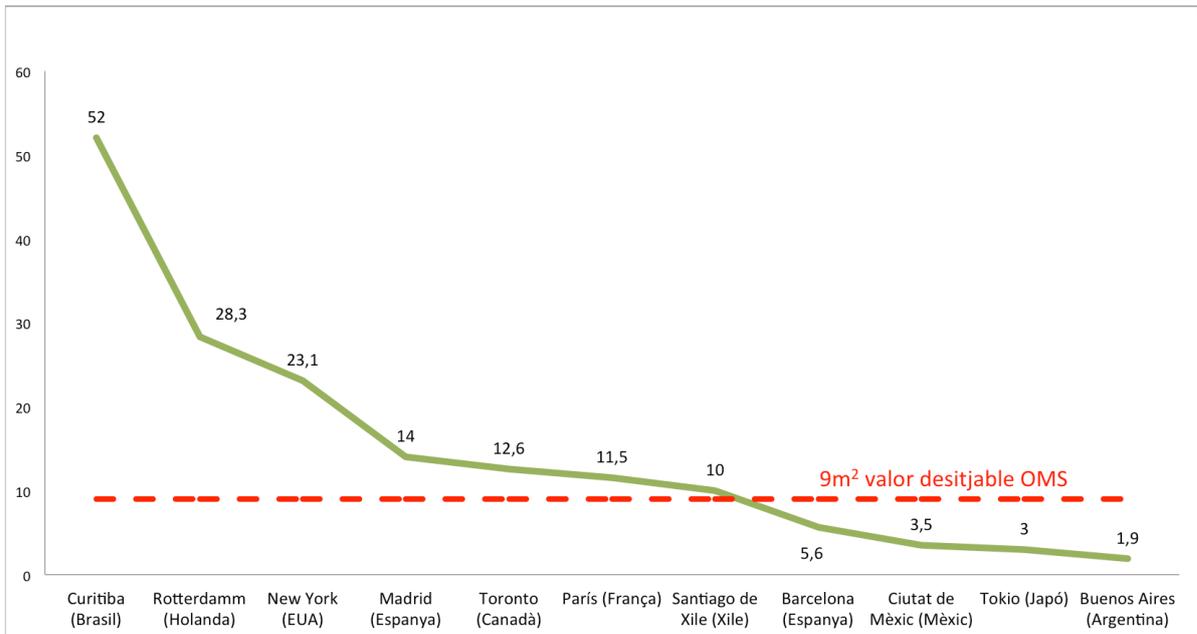


Figura 5.4: Superfície de espais verds per càpita en diferents ciutats del món (m²/hab): Fuente: Espais verds en el planteament urbanístic: el punt débil de la ciutat de Barcelona (Alba Vidal-Preixats. 2003).

5.2.2 Heterogeneïtat

El anàlisi de este indicador veïe fundamentat en la idea de aplicar la heterogeneïtat com a indicador de la biodiversitat i aplicada a hàbitats. Les zones verdes en el àmbit urbà alberguen nombroses espècies de oves, insectes i petits mamífers que contribueixen a la diversitat. Altres aspectes que influeixen són la qualitat sonora i estètica de la vegetació que afecten també molt positivament en la percepció del paisatge urbà.

Analizant el indicador de heterogeneïtat, se pot veure una gran varietat en quant a els resultats (Figura 5.5).

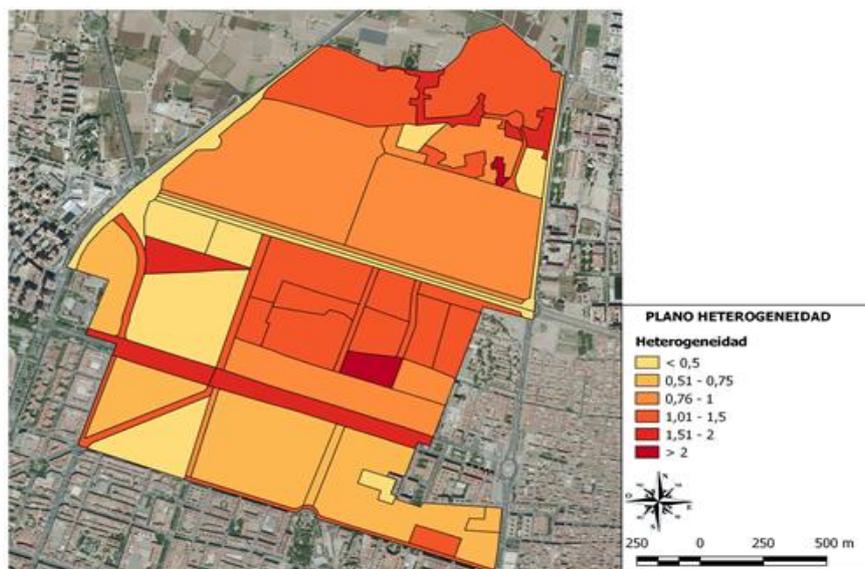


Figura 5.5: Plano de heterogeneïtat per UM.

La màxima heterogeneïtat dels hàbitats en funció de les cobertes principals està localitzada en unes unitats que a priori no haurien de tenir la major heterogeneïtat. Aquestes corresponen amb les UM 28 (Ensanche) i UM 43 (Pastizal) (Foto 5.4).



Foto 5.4: UM 28 (arriba) y UM 43 (abajo). (Google Earth, 2017).

Otras UM con gran diversidad se corresponden con unidades con mayor superficie de cubierta verde y diversidad de especies. Algunos viales como la avenida Blasco Ibáñez (UM 19 Y 50) o el parque de la Carrasca (UM 40) (Foto 5.5) obtienen también una gran heterogeneidad, además de otras unidades de la huerta que corresponden a pastizales (UM 44 Y 0) (Foto 5.6).



Foto 5.5: UM 40 (arriba), UM 0 (abajo). (Google Earth 2017).

Es importante tomar conciencia y empezar a romper la división existente entre el medio urbano y la biodiversidad y tomar conciencia de que la biodiversidad urbana puede ser un indicador importante de calidad de vida en el medio urbano. Las ciudades deben participar de forma más

activa en el fomento de la biodiversidad tanto por los beneficios que obtiene la propia ciudad como por empezar a revertir la imagen negativa que han jugado hasta el momento las zonas urbanizadas y todo lo que esto conlleva en el proceso de pérdida global de biodiversidad que sufre nuestro planeta a consecuencia del cambio climático.

5.2.3 Índice de almacenamiento y secuestro de carbono

Una vez analizado este índice, lo primero que hay que reseñar es la utilización de una metodología basada en los porcentajes de cubiertas del arbolado. Esto significa que los datos utilizados no especifican la tipología ni las características morfológicas de los árboles, por lo que hay que poner de manifiesto que los resultados obtenidos reflejan datos generales, no específicos, de almacenamiento y secuestro de carbono.

Según un estudio realizado en el año 2002 por D.J. Nowak y colaboradores, (*Effects of Urban Tree Management and Species Selection on Atmospheric Carbon Dioxide*), los árboles secuestran y almacenan carbono en sus tejidos en cantidades y velocidades diferentes según su tamaño en la madurez, longevidad y velocidad de crecimiento. Esto hace que haya especies que sean más eficientes que otras en la reducción del CO₂ atmosférico. El mismo estudio concluye que los factores más determinantes en el secuestro neto de CO₂ son la longevidad del árbol y su tamaño en madurez dejando la velocidad de crecimiento en último lugar.

Todo esto pone de manifiesto la importancia que tiene la infraestructura verde, y más concretamente el arbolado urbano, en la lucha contra el cambio climático, ya que la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero tanto en nuestro territorio como en el conjunto del país sigue en aumento (Figura 5.6). Planificar y gestionar el arbolado urbano debe ser fundamental a la hora de desarrollar ciudades sostenibles y resilientes.

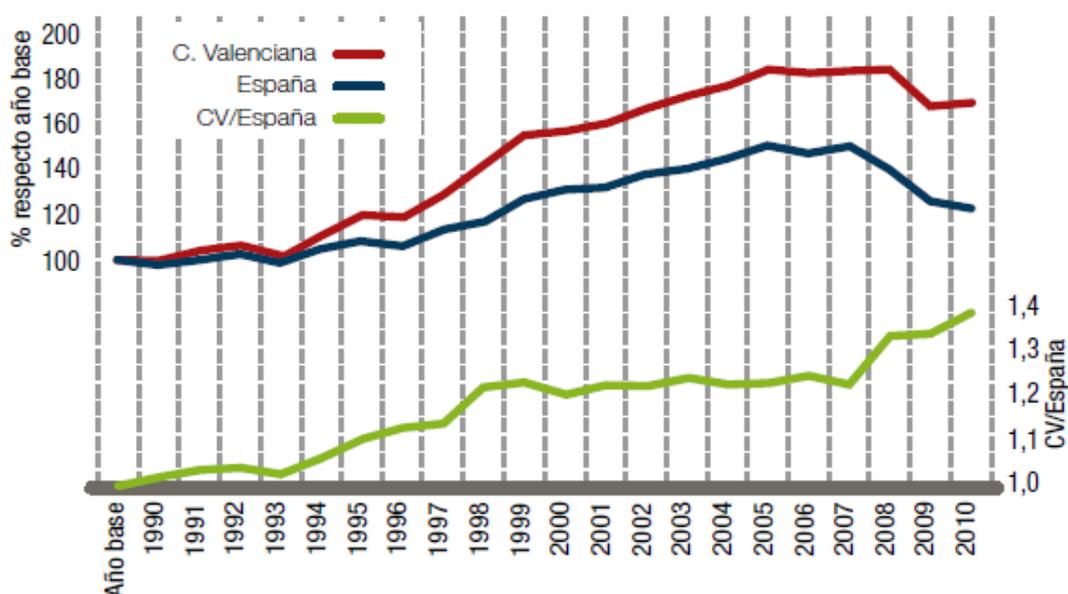


Figura 5.6: Índice de evolución de las emisiones de CO₂-eq en la Comunitat Valenciana y en el conjunto de España. (Fuente: Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático 2013-2020, Generalitat Valenciana).

Analizando los resultados del distrito (Figura 5.7 y 5.8), se observa que algunas unidades morfológicas como los viales, cuando contienen zonas amplias de arbolado y bien establecidas, pueden representar las cubiertas más importantes a la hora de obtener buenos resultados para la infraestructura verde.

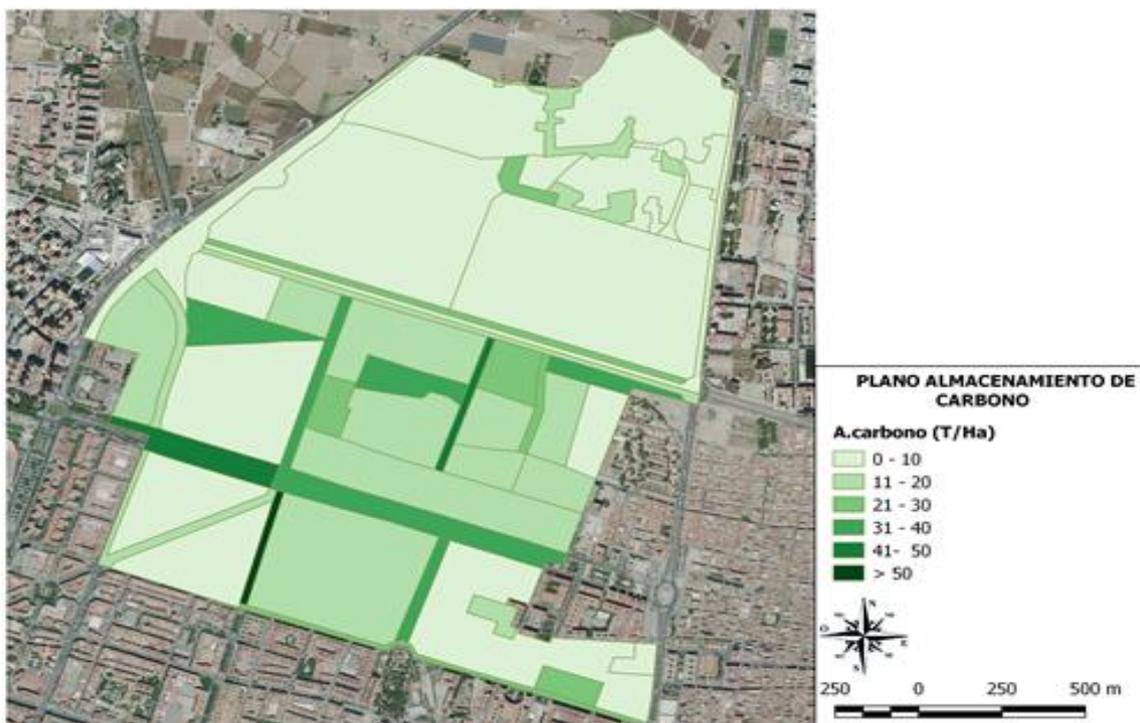


Figura 5.7: Plano de almacenamiento de carbono por UM.

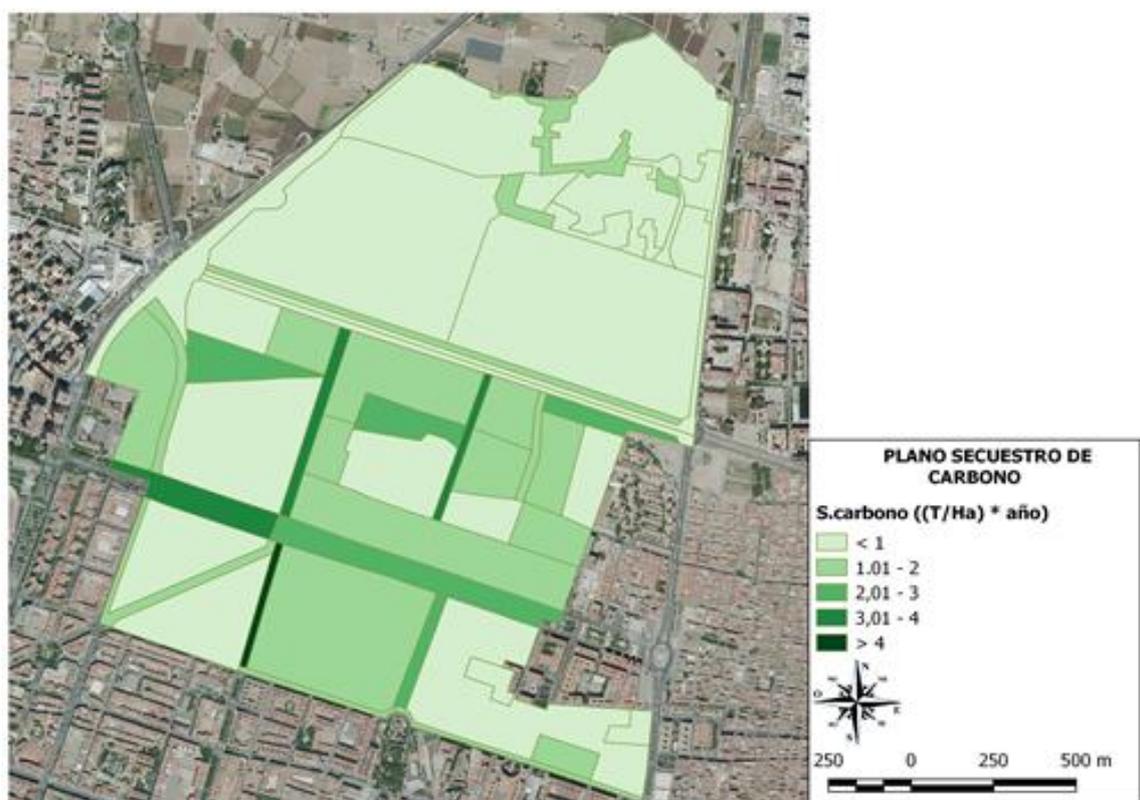


Figura 5.8: Plano de secuestro de carbono por UM.

Además de las grandes avenidas como Blasco Ibáñez y viales como Ramón Llull o Manuel Candela, los tres parques urbanos con los que cuenta el distrito son las unidades con mayor almacenamiento y secuestro de carbono. También a destacar el caso de la zona del campus universitario de la Universidad de Valencia, que al contar con diferentes zonas verdes con

presencia de arbolados diferentes hace que en su conjunto el campus de Tarongers cuente con buenos resultados.

Un estudio realizado en el año 2009 por el Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales de la Universidad Autónoma de Barcelona (*Ecological Services of Urban Forest in Barcelona*) analizó la cantidad de toneladas de carbono almacenadas por los árboles urbanos según el uso del suelo. En total los árboles almacenaron 113,44 toneladas de carbono al año, y el carbono neto secuestrado (después de extraer el carbono liberado por descomposición) fue de 5,42 T/año. Comparado con el distrito de Algirós, donde el secuestro de carbono obtenido es de 67,34 toneladas por hectárea al año, los resultados demuestran que a grandes rasgos el distrito está dentro de unos parámetros aceptables. Evidentemente habría que comparar los resultados de Barcelona con los resultados globales de la ciudad de Valencia para poder hacer una comparación realista.

Decir que la metodología utilizada mediante los porcentajes de las cubiertas del suelo no permite realizar un estudio pormenorizado de almacenamiento y secuestro de carbono, ya que los datos utilizados no son suficientemente concretos y específicos como para obtener unos resultados suficientemente realistas para poder sacar unas conclusiones objetivas.

5.2.4 Índice de permeabilidad del suelo o índice biótico del suelo

Este indicador permite diferenciar las diferentes zonas del distrito según el grado de permeabilidad. Normalmente las zonas con un valor de permeabilidad bajo suelen coincidir con los núcleos más urbanizados, aunque como se puede observar en el plano de la figura 5.8, no siempre suele ser así. El suelo impermeable disminuye la posibilidad de una vida vegetada y sus organismos dependientes, además influye en diferentes variables como son los microclimas, el confort urbano, la isla de calor o el ciclo hidrológico. A nivel de autosuficiencia hídrica, la presencia de suelos permeables y semipermeables favorece la infiltración de las aguas pluviales hacia el suelo, contribuyendo al ciclo hídrico natural y reduciendo la escorrentía superficial que en ocasiones puede causar inundaciones.

Respecto a los datos obtenidos en el distrito de Algirós, estos concluyen que el distrito tiene un índice de permeabilidad del 33 %. Este dato entra dentro de los parámetros establecidos como recomendables (Tabla 5.2), lo que pone en relieve que, a pesar de contar con una gran parte del distrito edificado, las zonas agrícolas y las unidades con gran presencia de zonas verdes compensan esta gran compactación de suelos impermeables, estableciendo que el distrito tiene un índice de permeabilidad adecuado.

Parámetros de evaluación	
Objeto mínimo	> 30
Deseable	> 35

Tabla 5.2: Parámetros de evaluación de permeabilidad.

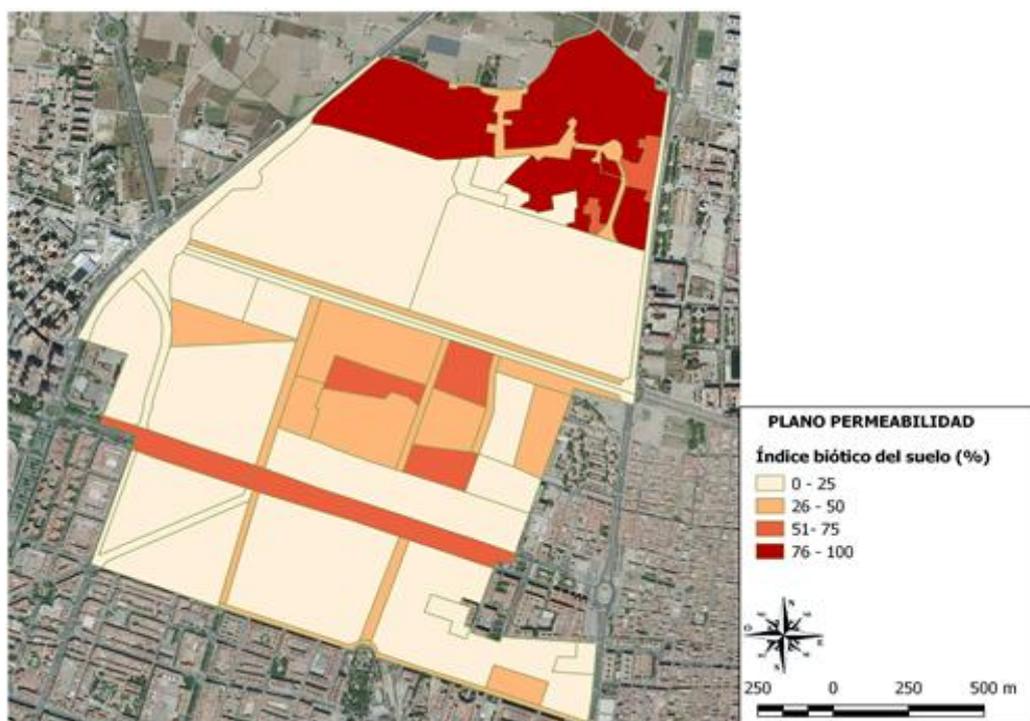


Figura 5.9: Plano de permeabilidad por UM.

Analizando los resultados se observa que las zonas más edificadas, las unidades de ensanche, presentan valores de permeabilidad inferiores al 25 %, coincidiendo con la parte más compacta del distrito (Figura 5.9). Curiosamente en la zona educacional, correspondiente a los campus universitarios, encontramos una gran diferencia entre las dos universidades, siendo el de la Universidad de Valencia el que más permeabilidad tiene, situándose en la franja del 25-75 %. Las unidades morfológicas con mayor cubierta verde permitan obtener valores de permeabilidad más altos, contrarrestando los valores menos positivos de las zonas más compactas. Este equilibrio es el que permite que el distrito de Algirós cuente con unos valores de permeabilidad dentro de los rangos establecidos como adecuados.

Como se ha comentado anteriormente, el valor global del indicador para el distrito de Algirós es del 33 %, con lo que se llega al valor mínimo establecido de 30%. En el caso de que solo se tuviese en cuenta la zona urbanizada, el valor de permeabilidad sería mucho menor, con lo que pone de manifiesto el frágil equilibrio que hay en este caso concreto. Si no tenemos en cuenta las zonas de huertas y cultivos, el distrito tendría una permeabilidad del 22%, con lo que el distrito no contaría con suficientes zonas permeables, un problema que seguramente podremos encontrar en algunos de los diferentes distritos con los que cuenta la ciudad de Valencia.

Por último, las grandes avenidas, bulevares y vías son ejes fundamentales a la hora de planificar y desarrollar estrategias que permitan mitigar algunos de los efectos negativos derivados del cambio climático. No solo demuestran que son infraestructuras fundamentales a la hora de diseñar la infraestructura verde de las ciudades, también demuestran que pueden aportar grandes beneficios ecológicos, como en este caso, ya que son unidades con una permeabilidad bastante elevada, con unos valores que van desde el 26% hasta el 75 %.

El proceso de impermeabilización, mediante la edificación y la pavimentación de los núcleos urbanos, no permiten el desarrollo de ecosistemas, ya que la producción primaria en estas condiciones es nula. Esto hace que se destruye su estructura e impida la infiltración de las aguas, pudiendo llegar a producir respuestas imprevisibles como por ejemplo posibles inundaciones.

6. CONCLUSIONES

El método aplicado para la determinación de la importancia de la infraestructura verde en el distrito de Almirante, a través el uso de porcentajes de las cubiertas del suelo y del muestreo de puntos aleatorios frente a inventarios de campo pie a pie para trabajos de grandes superficies, tiene como ventajas la utilización de un procedimiento sencillo y práctico, y la capacidad para manejar una gran cantidad de información de las cubiertas del suelo que permite realizar una estimación de la situación de los espacios verdes para un territorio urbano concreto.

El distrito de Almirante, de acuerdo con los resultados obtenidos (18 m²/h), cuenta con unos valores de superficie verde por habitante por encima de lo recomendable por la OMS, con lo que se puede afirmar que constituye una buena base donde empezar a planificar y desarrollar unos espacios verdes cada vez más eficaces y productivos con un mayor grado de conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, de forma que se realicen propuestas de mejora respecto a la calidad ambiental y de vida en el distrito.

El resto de indicadores empleados da una idea general de las condiciones y funcionalidad del distrito y cómo su infraestructura verde aporta beneficios y herramientas en la lucha contra algunas de las consecuencias del cambio climático.

Una buena base para saber el grado de funcionalidad del distrito es saber si éste cuenta con suficiente suelo permeable. La permeabilidad obtenida (33%) indica que el distrito cuenta con una superficie permeable dentro de unos valores aceptables, lo que es un primer paso para el desarrollo de biodiversidad a través del desarrollo de vida vegetada y sus organismos dependientes.

La metodología empleada solo permite establecer mediciones y una comparación que se adapta a las decisiones de planeamiento, por las comparaciones que se puedan hacer entre las unidades morfológicas del distrito respecto de otras partes de la ciudad. Es preciso profundizar más en la obtención de valoraciones por el tipo de infraestructura verde con métodos específicos. Así, como se ha discutido anteriormente, para el índice de almacenamiento y secuestro de carbono haría falta obtener datos propios de las estructuras de la vegetación según la tipología de especies, diámetros de tronco y copas, edad, etc.

Finalmente se puede decir que el procedimiento llevado a cabo para determinar los componentes de las cubiertas del suelo de las áreas urbanas demuestra que es posible caracterizar y valorar indicadores de sostenibilidad que puedan representar la funcionalidad de la infraestructura verde urbana. Para ello, es necesario que las administraciones públicas incorporen estos aspectos ecológicos a la hora de planificar y desarrollar zonas urbanizables dentro de las grandes ciudades.

7. Referencias Bibliográficas

- Agència d'ecologia urbana de barcelona, 2011. Aplicación y valoración de los resultados del sistema municipal de indicadores de sostenibilidad en cuatro municipios. Anejo 1: Sistemas Municipales de Indicadores de Sostenibilidad en los cuatro municipios. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Barcelona. <http://bit.ly/2DuTLgU>
- Ahern, J., 2007, Green infrastructure for cities: The spatial dimension. In: Novotny, V. and Brown P., Eds. Cities of the Future Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management. IWA Publishing, London. pp. 267–283. <http://bit.ly/2muDPTS>
- Ayuntamiento de Valencia, 2015. Análisis de vulnerabilidad al cambio climático del municipio de Valencia, Anexo II. <http://bit.ly/2muXVgU>
- BOE, 2015. Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana. Ministerio de Fomento. Madrid. <http://bit.ly/2DMmFwF>
- Calaza Martínez, P., 2017. Infraestructura verde, Sistema natural de salud pública. Madrid: Mundi-Prensa.
- Castro Bonaño, J.M y Salvo Tierra, E., 2001. Bases para un Sistema de Indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. <http://bit.ly/2D9Ee9l>
- CEA, 2014. La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Documento de propuesta. Centro de Estudios Ambientales. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. <http://bit.ly/2FGulbA>
- Chaparro L, Terradas J., 2009. Serveis Ecològics del Verd Urbà a Barcelona. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions. Ajuntament de Barcelona. Barcelona. <http://bit.ly/25PIAcv>
- COMISIÓN EUROPEA, 2011. Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. Comisión Europea. Bruselas. <http://bit.ly/2FEC7rH>
- COMISIÓN EUROPEA, 2014. Construir una infraestructura verde para Europa. Comisión Europea. Bruselas. <http://bit.ly/2D4UxQO>
- COMISIÓN EUROPEA. 2013. Comunicación de la Comisión titulada «Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa». Comisión Europea. Bruselas. <http://bit.ly/2DkJRky>
- CONAMA, 2014. Infraestructuras verdes urbanas y periurbanas: documento final del Grupo de Trabajo. <http://bit.ly/2lQWyuf>
- CREAM, 2014. Serveis ecosistèmics de la infraestructura verda de l'àrea metropolitana de Barcelona. Primera diagnosi. <http://bit.ly/2mKn9sH>
- CSIC, 2016. “Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

- European Environment Agency (EEA), 2011. Urban atlas. Data and maps. Comisión Europea. Bruselas. <http://bit.ly/2myOH3e>
- European Environment Agency (EEA), 2012. Urban adaptation to climate change in Europe. Retrieved from European Environment Agency. Comisión Europea. Bruselas. <http://bit.ly/2raMW1x>
- EUROSTAT, 1997. Indicators of sustainable Development. A pilot study following the methodology of the United Nations Commission on Sustainable Development. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg.
- Fleming, L.E., 1988. Growth estimation of street trees in central New Jersey. MS thesis. Rutgers University, New Brunswick, NJ. Forestals
- Forman, R.T.T., 1995. Land mosaics: The Ecology of Landscape and Regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Friend, A. and Rapport, D., 1981. Towards a comprehensive framework for environmental statistics: a stress-response approach.
- Generalitat valenciana, 2012. Terrasit. Ortofotografía. Instituto Cartográfico Valenciano. València. <http://bit.ly/2mFLpvS>
- Generalitat Valenciana, 2013. Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático 2013-2020 y documentos de seguimiento. València. <http://bit.ly/2reilR1>
- Generalitat valenciana, 2015. SIOSE. Orto fotogrametría, cartografía y manual de fotointerpretación. www.gva.es. Consellería de vivienda, obras públicas y vertebración del territorio. València.
- Gill, S.E.; Handley, J.F.; Roland Ennos, A.; Pauleit, E.; Theuraya, N. And Lindleya, S.J., 2008. Characterising the urban environment of UK cities and towns: A template for landscape planning. Elsevier, 87: 210-222. <http://bit.ly/2r61lqp>
- Gómez Lopera, F., 2005. Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. Ciudad y territorio estudio territoriales, XXXVII(144). <http://bit.ly/29Sdt6l>
- Hammond, A.; Adriaanse, A.; Rodenburg, E.; Bryant, D.; Woodward, R., 1995. Environmental indicators. A systematic Approach to measuring and reporting on environmental policy Performance in the Context of Sustainable Development. World Resources Institute. <http://bit.ly/2gCn5JR>
- Handley, J.F., 1988. Nature in the urban environment. In: GROVE, CRESSWELL (Eds.), City Landscape. Butterworths, London, pp. 47-59.
- Lansberg, G. H., 1981. The Urban Climate, New York Academic Press, 275.
- McPherson, E., 2003. Northern mountain and prairie community tree guide. Davis, CA: Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. <http://bit.ly/2myjaOM>

- MEA, 2005. Ecosystems and Human Well-Being, Synthesis. Island Press, London. <http://bit.ly/2FDMZGp>
- Nowak, D.J., Crane De., 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States. Environ. Poll. 116(3). <http://bit.ly/2D4g38j>
- Nowak, D.J., Stevens, J.C., Sisinni, S.M., Luley, C.J., 2002b. Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide. J. Arboric.28, 113–122. <http://bit.ly/2D2Wltx>
- OCDE, 1991. Environmental indicators. A preliminary set. París.
- OCDE, 1993. Naturaleza y uso de los indicadores ambientales. París.
- Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia, 2016. Estadística por territorio: Distritos 2017. <http://bit.ly/2D6jzio>
- Pino J, Başnou C., 2013. Diagnosi de l'estat de conservació de la biodiversitat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Informe inèdit, Barcelona Regional i mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. <http://bit.ly/2jZ6kaK>
- Pino J, Başnou C., 2014. Anàlisi de les pressions sobre la biodiversitat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i de les seves tendències futures. Informe inèdit. Barcelona Regional i MMAMB. <http://bit.ly/2mwfME6>
- Río de Janeiro, 1992. Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas, Brasil.
- Rizwan, A., Dennis, L. and Liu, C., 2008. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. Journal of Environmental Sciences, 20(1). : 120-128. <http://bit.ly/2DyMXit>
- Rowntreem R.A., Nowak, D., 1991. Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide. J. Arbor. 17, 269-275.
- SIOSE, 2015. Manual de Fotointerpretación. Versión 3.1. <http://bit.ly/2DyDLdN>
- Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas., 2010. Ministerio de Medio Ambiente, y Rural y Marino. Madrid.
- Vidal-Preixats, A., 2003. Espacios verdes en el planteamiento urbanístico: el punto débil de la ciudad de Barcelona.
- Wenger, K. F., 1984. Forestry handbook. New York. NY: John Wiley and Sons.
- Whitford, V.; Ennos, A.R. and Handley, J. F., 2000. City form and natural process – indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. Elsevier, 57: 91-103. <http://bit.ly/2FHGNgl>
- World Resources Institute, 1995. Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy and Performance in the Context of Sustainable Development. Bruxelles.

Anejo 1: Barrios de Alirós

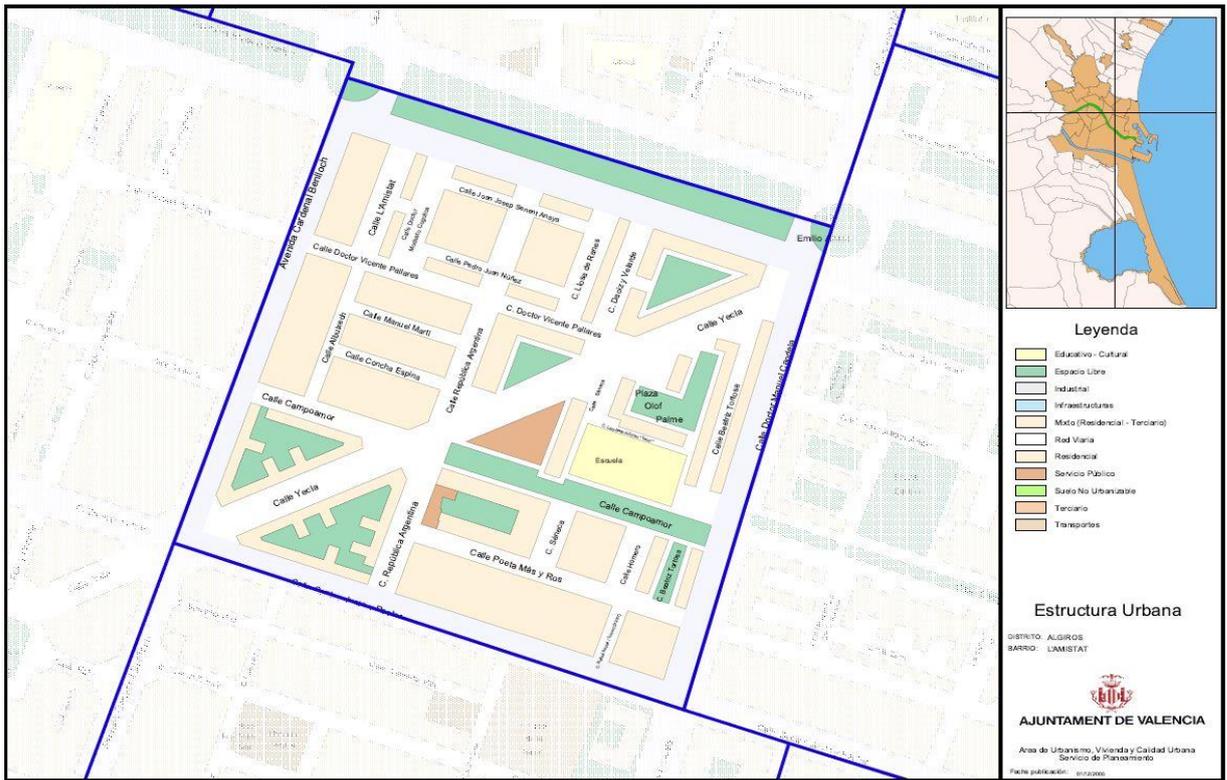


Figura 7.3: Barrio nº3 (Amistat)



Figura 7.4: Barrio nº4 (La Vega Baixa)

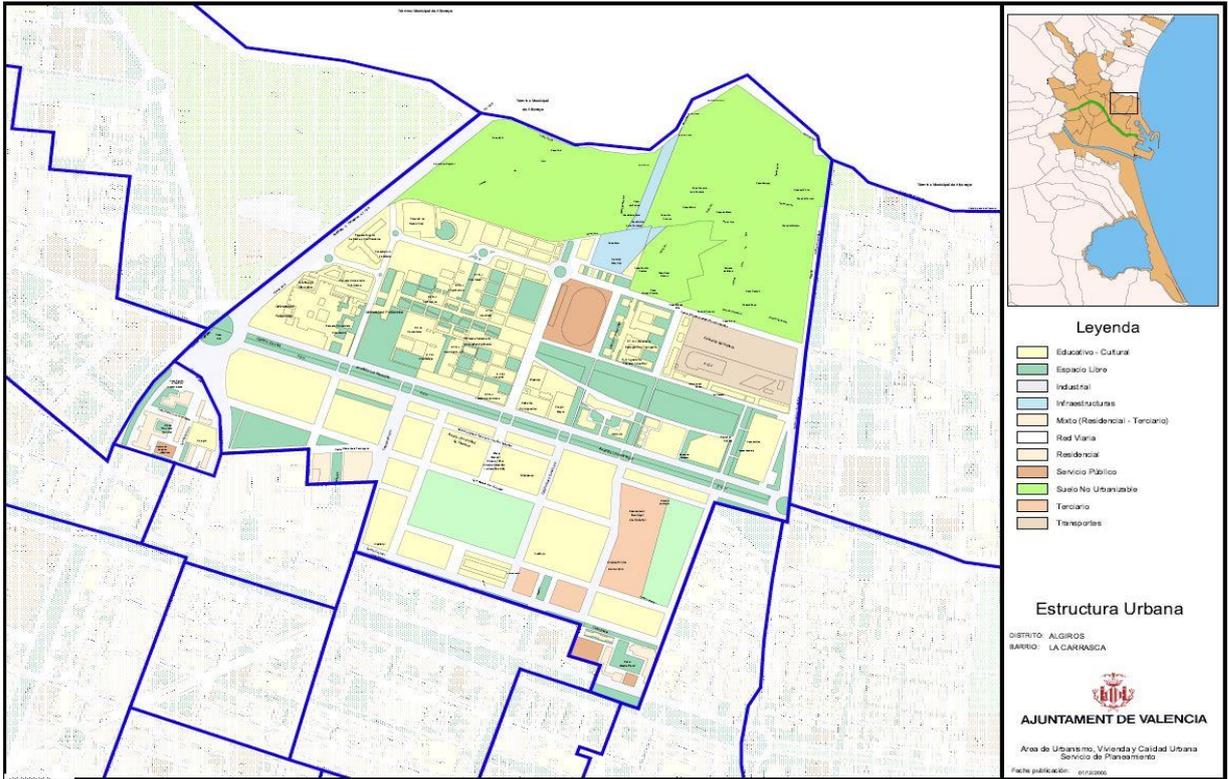


Figura 7.5: Barrio nº5 (La Carrasca)

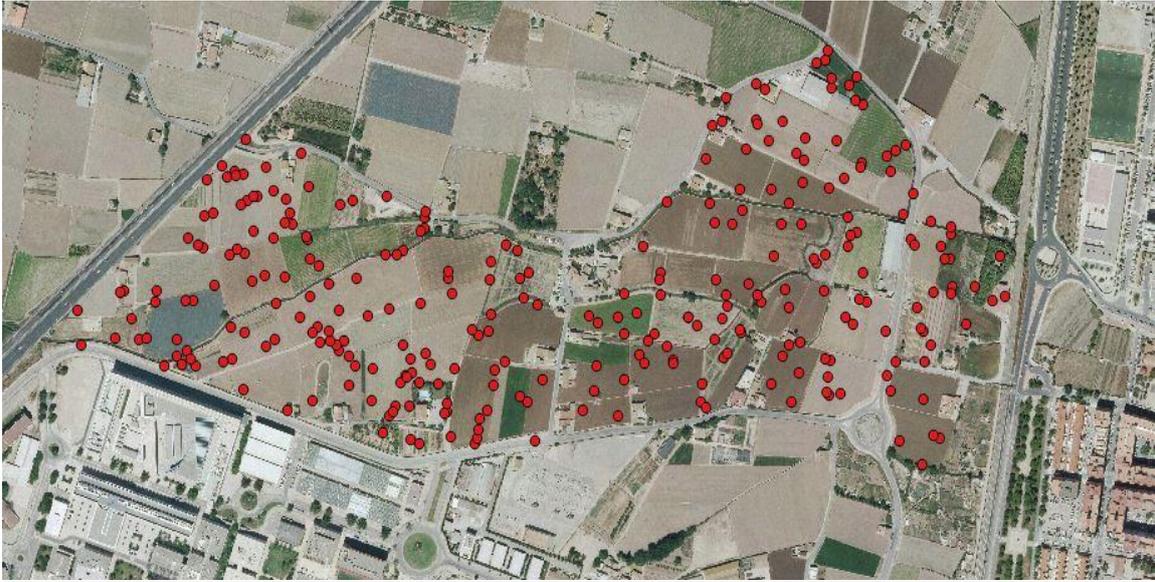
Anejo 2: Porcentajes de cubiertas por UM



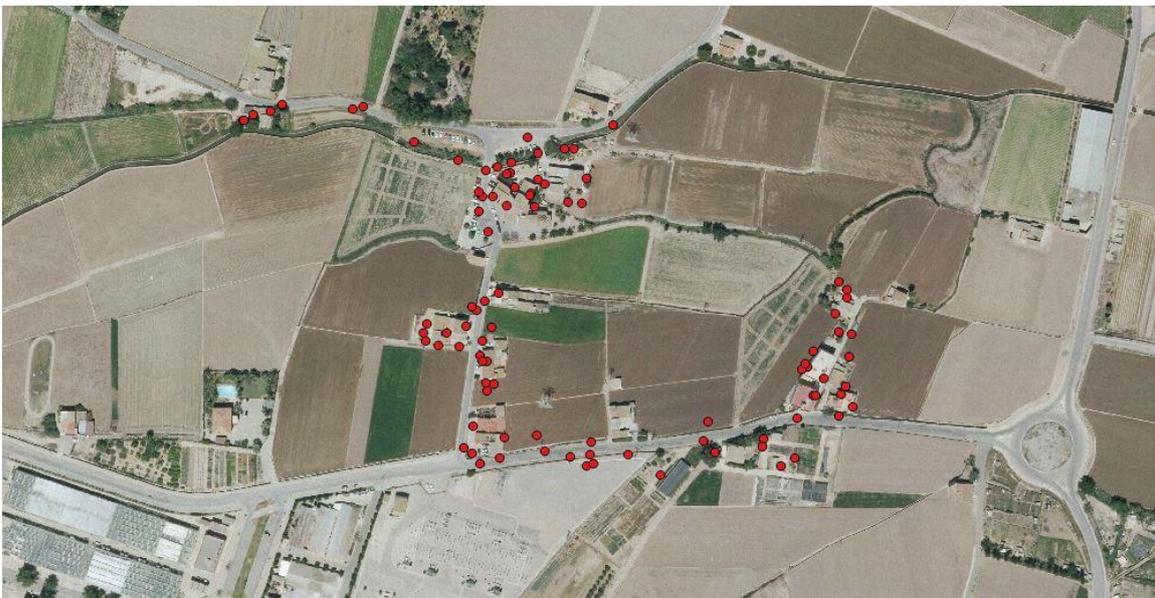
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Pastizal	0	1,54	7	20	13	0	0	47	0	13	0	15	13
			4	20	8	0	0	48	0	16	4	25	10
			6	10	8	0	0	44	0	24	8	50	7
			7	8	9	0	0	44	0	25	7	75	6
			6	9	8	0	0	45	0	26	6	89	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %	
Cultivo	1	2,08	0	10	5	0	0	0	86	0	0	21	8	
			0	12	4	0	0	0	0	84	0	0	25	7
			0	6	2	0	0	0	0	90	0	0	48	4



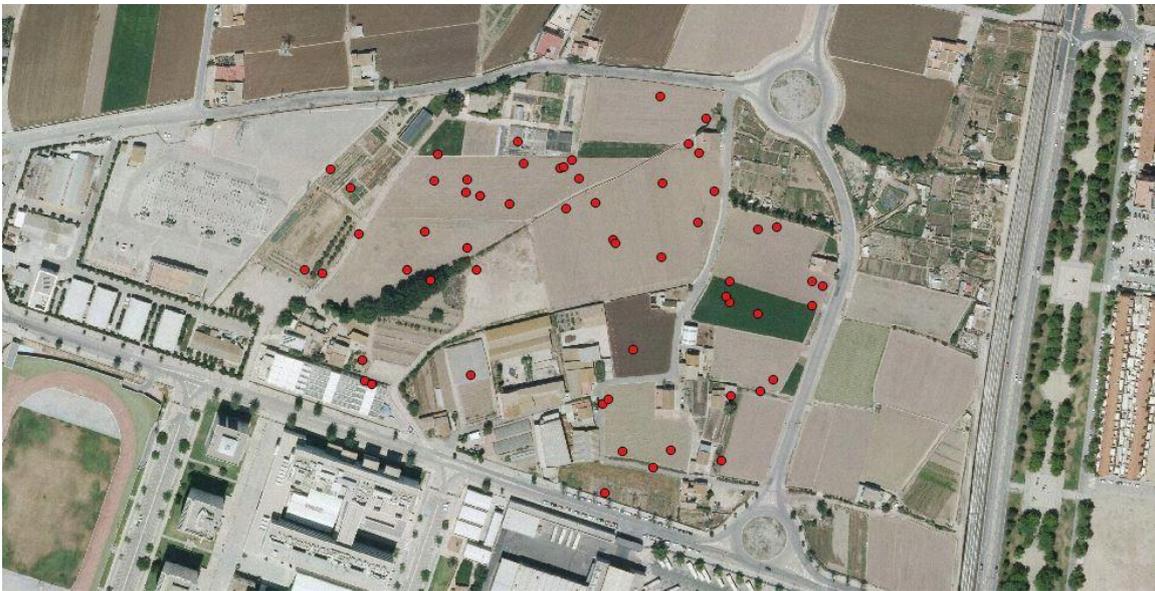
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Cultivo	2	28,93	2	6	2	1	1	0	78	2	8	289	2



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Urbano discontinuo	3	2,53	19	36	16	0	0	12	4	16	0	25	10
			22	30	12	0	0	22	4	10	0	50	6
			23	28	13	0	0	19	3	15	0	75	5
			23	28	13	0	0	22	2	13	0	95	5



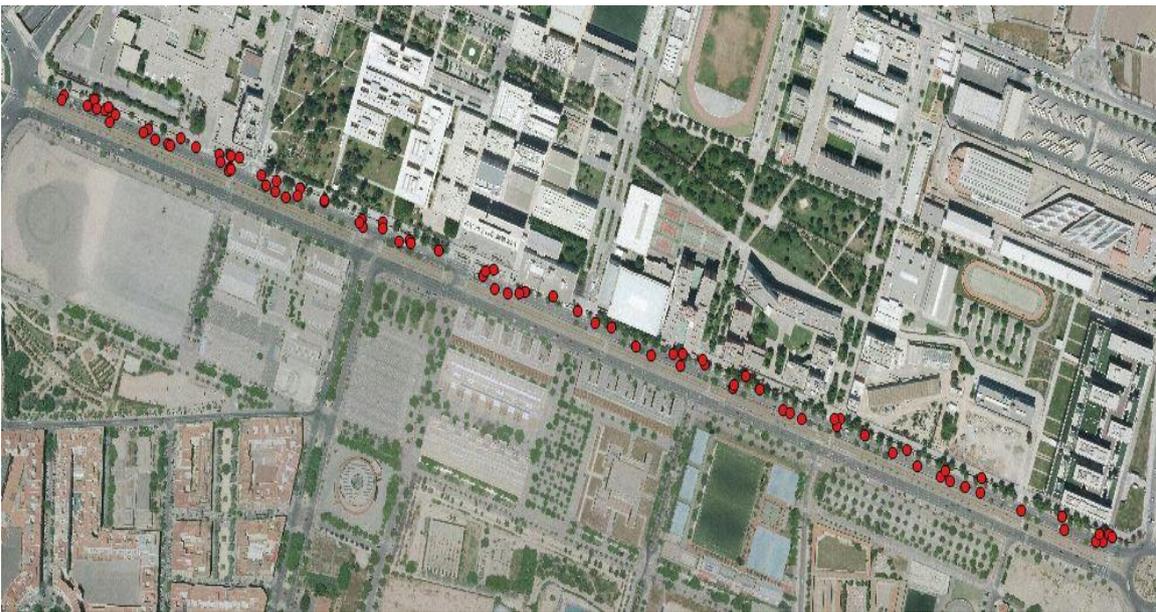
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %	
Comercial	4	1,26	23	54	23	0	0	0	0	0	0	13	14	
			32	44	24	0	0	0	0	0	0	25	10	
			44	34	20	2	0	0	0	0	0	0	50	7
			36	40	23	1	0	0	0	0	0	0	75	6
			38	37	23	2	0	0	0	0	0	0	95	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Cultivo	5	5,77	2	9	3	0	0	0	81	0	5	58	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Ferrovial	6	4,37	0	93	0	7	0	0	0	0	0	44	4



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Viales	7	3,07	0	84	10	6	0	0	0	0	0	31	7
			0	72	22	6	0	0	0	0	0	50	6
			0	73	23	4	0	0	0	0	0	75	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %	
Eléctrica	8	1,46	7	87	0	0	0	0	0	0	0	15	9	
			8	88	4	0	0	0	0	0	0	0	25	6
			4	92	4	0	0	0	0	0	0	0	50	4
			5	91	4	0	0	0	0	0	0	0	75	3



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Educacional	9	33,60	45	35	7	0	0	8	0	0	5	336	3



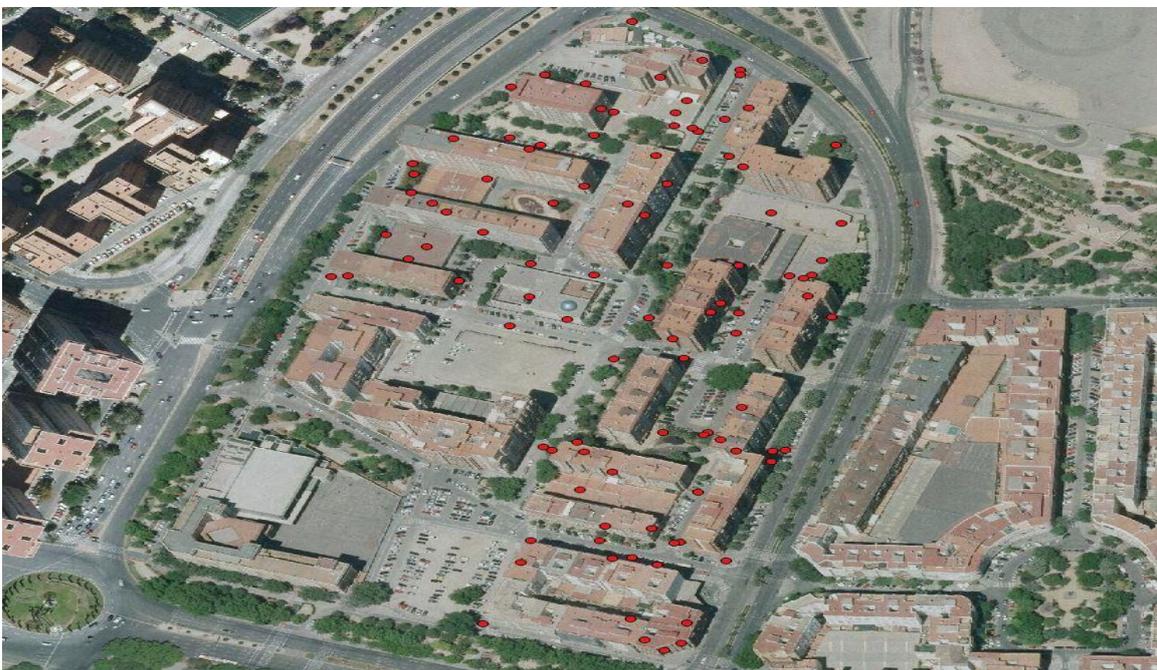
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Urbano discontinuo	10	1,65	24	35	24	0	0	6	0	12	0	17	12
			24	36	20	0	0	8	0	12	0	25	10
			42	28	14	0	0	6	0	10	0	50	7
			47	23	13	0	0	7	0	11	0	75	6
			48	20	12	0	0	7	0	12	0	97	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Parque urbano	11	1,82	0	61	33	0	0	0	0	6	0	18	11
			0	52	44	0	0	0	0	4	0	25	10
			0	56	38	0	0	0	0	6	0	50	7
			0	61	33	0	0	0	0	5	0	75	6
			0	62	31	0	0	0	0	7	0	100	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Ensanche	12	14,72	69	23	7	0	0	0	0	0	1	147	4



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Ensanche	13	6,96	44	36	20	0	0	0	0	0	0	25	10
			48	32	18	2	0	0	0	0	0	50	7
			49	31	17	3	0	0	0	0	0	70	6
			47	33	17	3	0	0	0	0	0	75	6
			46	37	15	2	0	0	0	0	0	100	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %	
Viales	14	1,19	8	50	42	0	0	0	0	0	0	12	14	
			4	56	40	0	0	0	0	0	0	0	25	10
			2	62	36	0	0	0	0	0	0	0	50	7
			1	60	39	0	0	0	0	0	0	0	75	6
			2	57	40	0	0	0	0	0	0	1	0	100



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %		
Ensanche	15	7,74	48	48	4	0	0	0	0	3	0	25	10		
			52	42	6	0	0	0	0	0	3	0	50	7	
			53	40	7	0	0	0	0	0	0	3	0	75	6
			54	40	7	0	0	0	0	0	0	3	0	77	6
			55	36	9	0	0	0	0	0	0	3	0	99	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Ensanche	16	8,15	56	38	6	0	0	0	0	0	0	82	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Viales	17	1,79	11	72	11	0	0	0	0	6	0	18	11
			8	72	16	0	0	0	0	4	0	25	9
			4	68	18	2	0	0	0	8	0	50	7
			3	72	14	3	0	0	0	7	0	69	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Red viaria	18	6,47	0	89	3	0	0	2	0	3	3	64	4



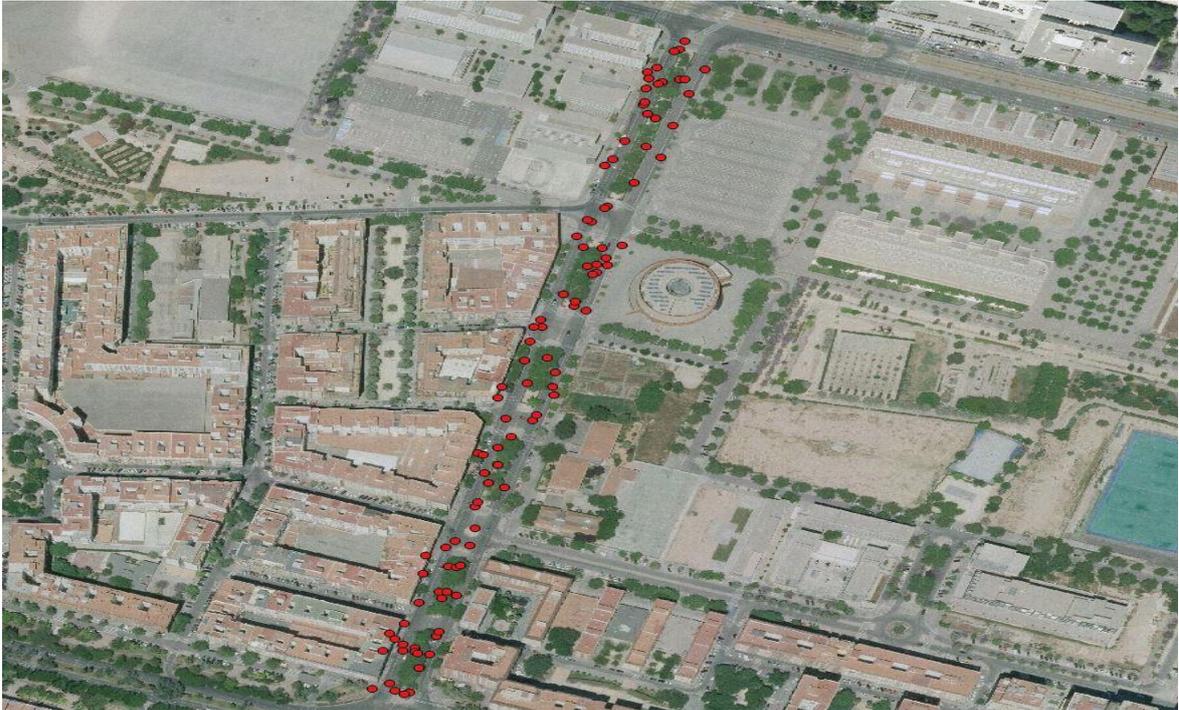
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Viales	19	3,78	3	47	42	0	8	0	0	3	0	38	8
			2	40	42	0	14	0	0	4	0	50	7
			1	39	45	1	12	0	0	3	0	75	6
			1	41	44	1	10	0	0	4	0	98	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Viales	20	1,97	0	74	26	0	5	0	0	0	0	19	10
			0	72	24	0	4	0	0	0	0	25	9
			0	72	24	0	4	0	0	0	0	50	6
			1	67	23	0	9	0	0	0	0	75	5
			4	66	22	0	9	0	0	0	0	93	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Educativa	21	1,18	58	33	8	0	0	0	0	0	0	12	14
			44	48	8	0	0	0	0	0	0	25	10
			48	44	8	0	0	0	0	0	0	50	7
			49	40	11	0	0	0	0	0	0	75	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %	
Viales	22	2,04	0	55	45	0	0	0	0	0	0	20	11	
			4	52	44	0	0	0	0	0	0	25	10	
			4	54	40	0	0	0	0	0	2	0	50	7
			4	56	39	0	0	0	0	0	1	0	75	6
			4	57	38	0	0	0	0	0	1	0	99	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Educativa	23	1,64	44	13	25	0	0	0	0	19	0	16	12
			48	12	28	0	0	0	0	12	0	25	10
			36	30	28	0	0	0	0	6	0	50	7
			32	37	23	0	0	0	0	7	0	75	6
			31	38	24	0	0	0	0	6	0	94	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Educativa	24	1,07	27	55	9	0	0	0	0	9	0	11	15
			24	68	4	0	0	0	0	4	0	25	9
			28	64	6	0	0	0	0	2	0	50	7
			33	58	8	0	0	0	0	1	0	75	6
			38	52	9	0	0	0	0	1	0	99	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Educativa	25	2,04	20	35	20	0	0	0	5	10	20	20	11
			16	36	16	0	0	0	8	0	24	25	10
			10	34	28	0	0	0	6	0	22	50	7
			14	34	24	0	0	0	7	0	20	75	5



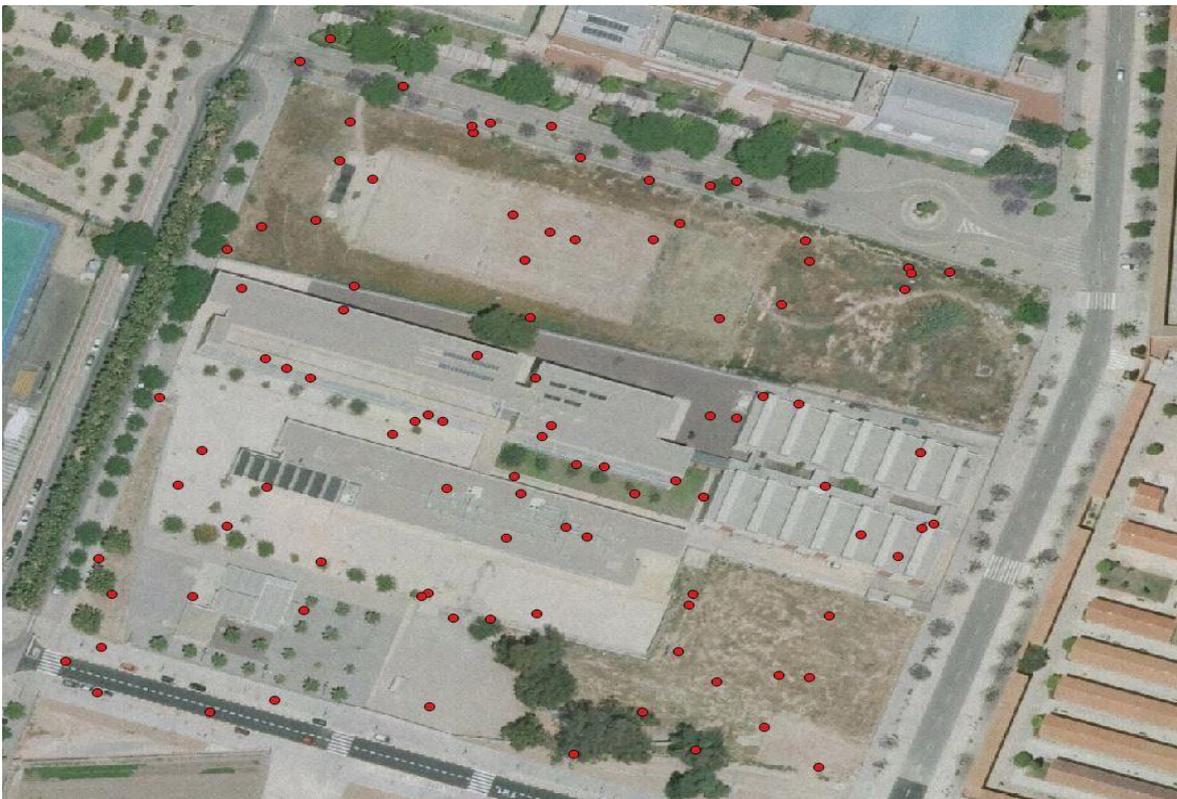
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Cementerio	26	3,50	40	40	11	0	0	6	0	0	3	35	8
			40	36	18	0	0	4	0	0	2	50	7
			32	41	20	0	0	5	0	0	1	75	6
			35	39	18	0	0	5	0	0	2	99	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Educativa	27	3,01	33	50	13	0	0	0	0	3	0	30	9
			34	42	22	0	0	0	0	2	0	50	7
			29	47	17	0	0	0	0	7	0	75	6
			30	49	15	0	0	0	0	6	0	100	5



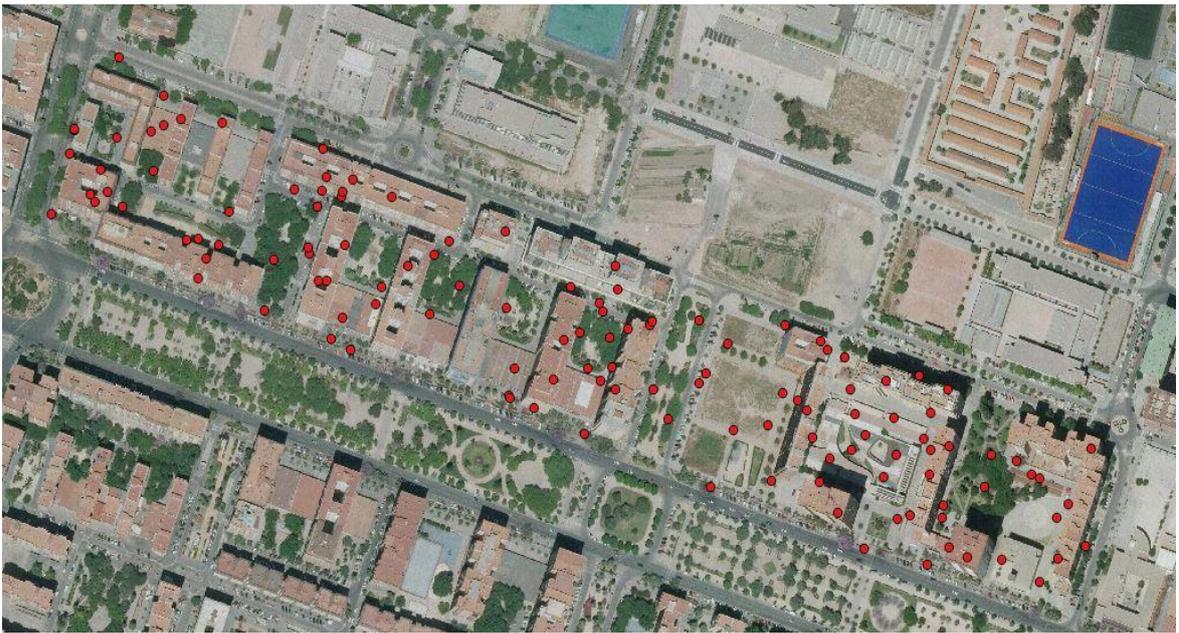
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Ensanche	28	2,65	0	27	12	0	12	0	8	0	42	26	4



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Educativa	29	3,55	25	47	11	0	0	3	0	0	28	36	8
			28	32	10	0	0	2	0	0	28	50	7
			25	27	15	0	0	1	0	0	32	75	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Parque urbano	30	2,86	0	31	34	14	0	7	0	0	14	29	9
			0	36	34	8	0	6	0	0	16	50	7
			0	33	40	5	0	4	0	0	17	75	6
			0	35	36	5	0	5	0	0	19	100	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Ensanche	31	12,80	39	37	18	0	0	0	0	0	6	128	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Viales	32	2,35	0	91	0	0	0	0	0	0	9	23	6
			0	84	8	0	0	0	0	0	8	25	7
			2	72	18	0	0	0	0	0	8	50	6
			3	76	13	1	0	0	0	0	6	68	5



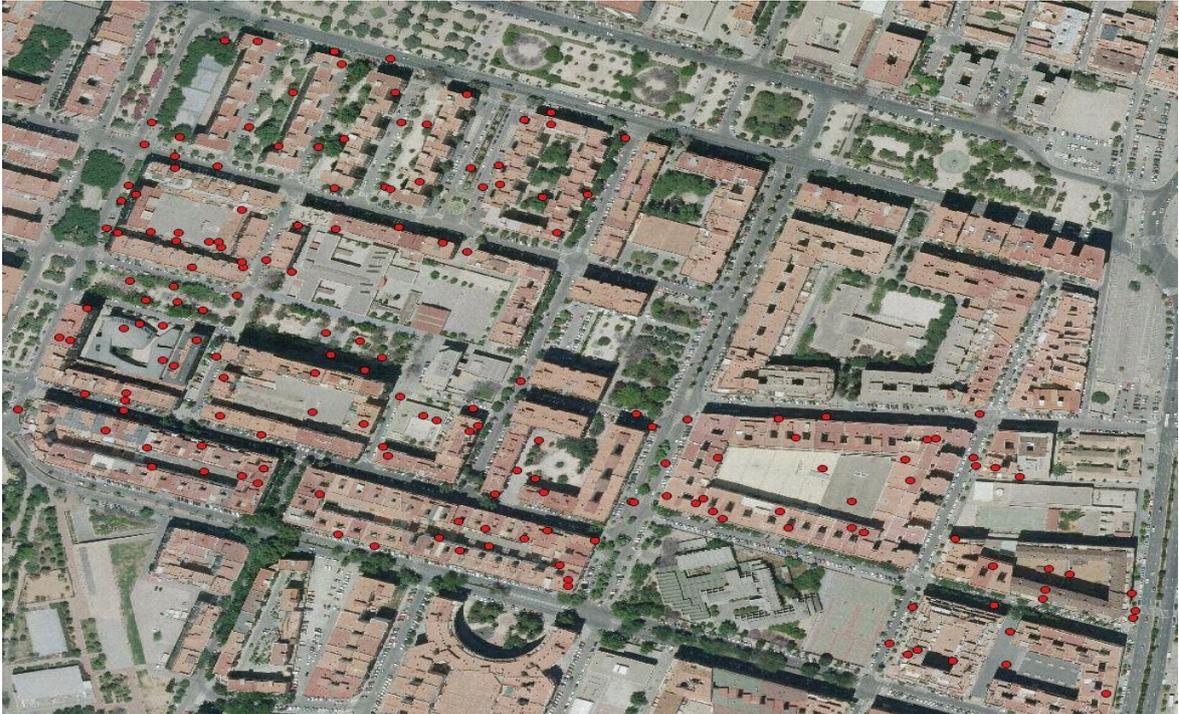
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Deportivo	33	3,01	7	40	27	0	0	27	0	0	0	30	9
			6	40	20	0	0	34	0	0	0	50	7
			9	33	19	0	0	39	0	0	0	75	6
			8	31	23	0	0	38	0	0	0	96	5



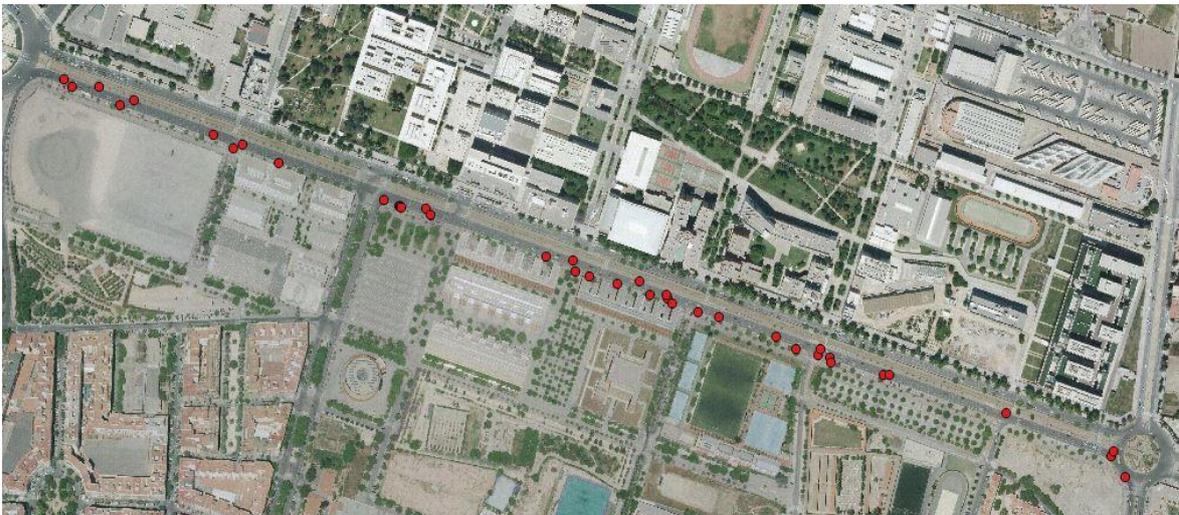
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Educacional	34	8,44	25	48	15	2	0	10	0	0	0	84	5



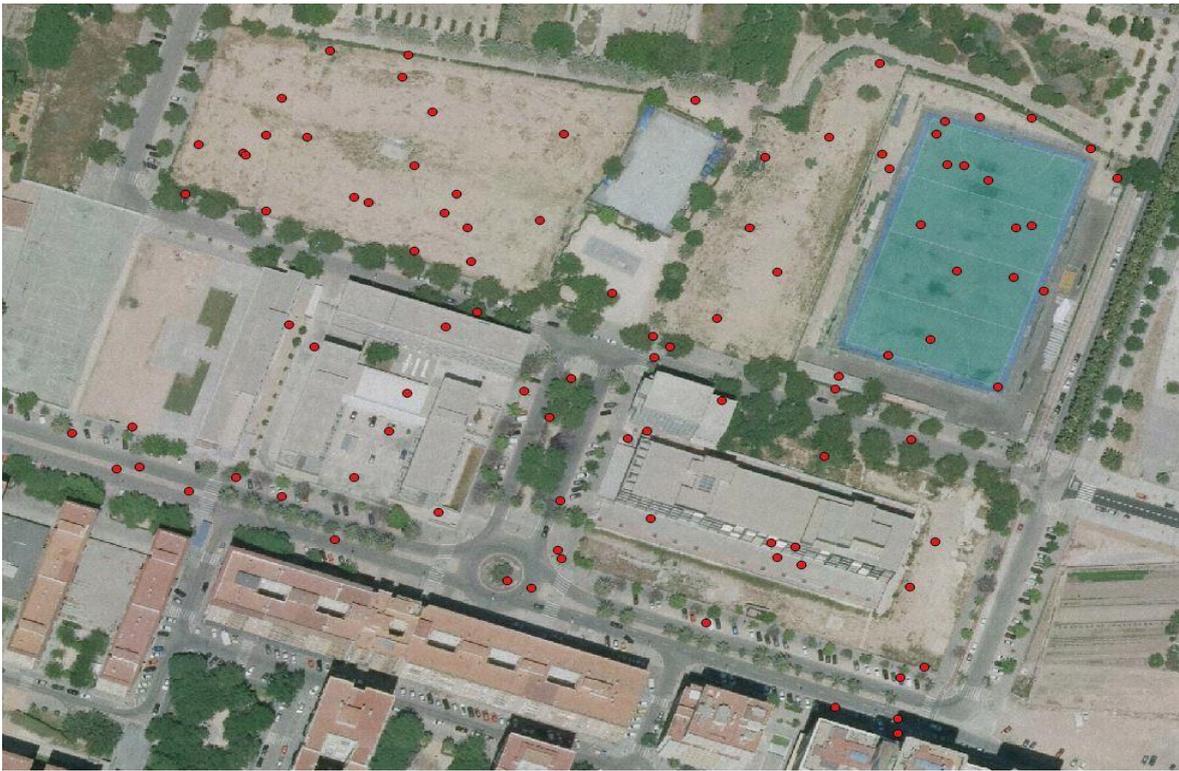
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Ensanche	35	19,32	50	35	13	1	0	0	0	1	2	200	4



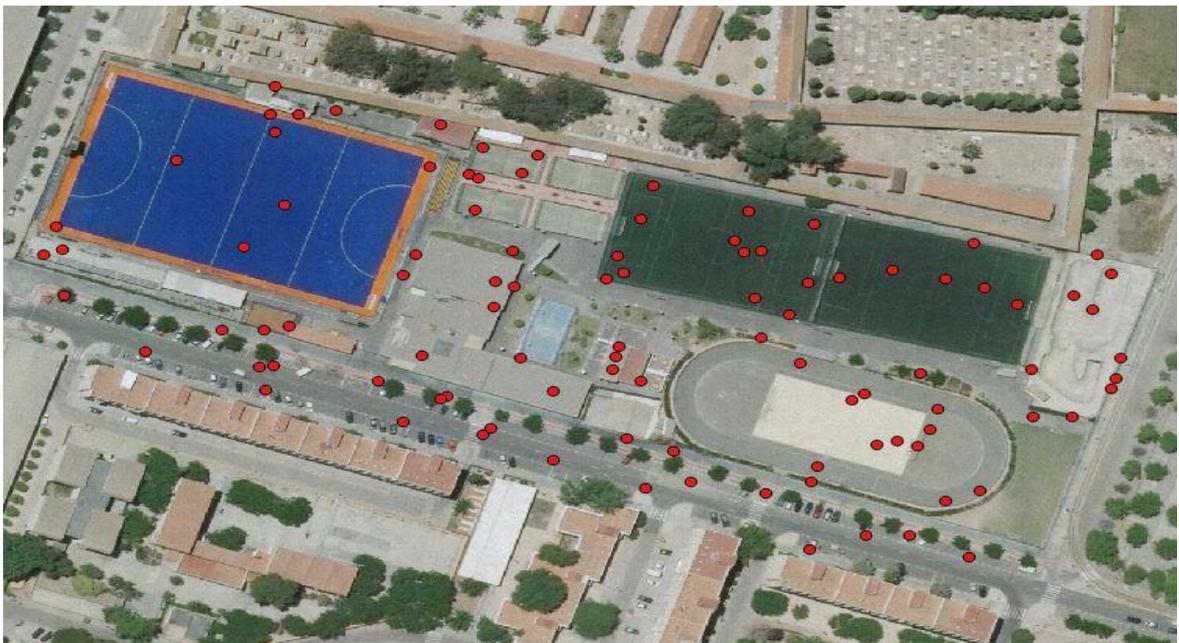
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Ensanche	36	17,28	54	36	7	0	0	0	0	0	3	173	4



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Viales	37	2,98	3	87	10	0	0	0	0	0	0	39	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %	
Educacional	38	6,81	12	24	16	4	0	0	0	0	0	44	25	10
			10	40	10	4	0	0	0	0	0	36	50	7
			9	46	9	4	0	0	0	0	0	32	68	6
			8	45	11	4	0	0	0	0	0	32	75	6
			7	43	11	3	0	0	0	0	0	35	97	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Deportivo	39	3,42	17	54	3	0	0	26	0	0	0	35	8
			14	62	2	0	0	22	0	0	0	50	7
			15	60	1	4	0	20	0	0	0	75	6
			14	60	2	4	0	20	0	0	0	99	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Parque urbano	40	3,62	0	50	25	0	0	3	0	0	22	36	8
			0	44	30	2	0	2	0	0	22	50	7
			1	40	33	4	0	5	0	0	16	75	6
			1	42	32	5	0	5	0	0	15	85	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Educacional	41	4,34	0	90	10	0	0	0	0	0	0	43	3



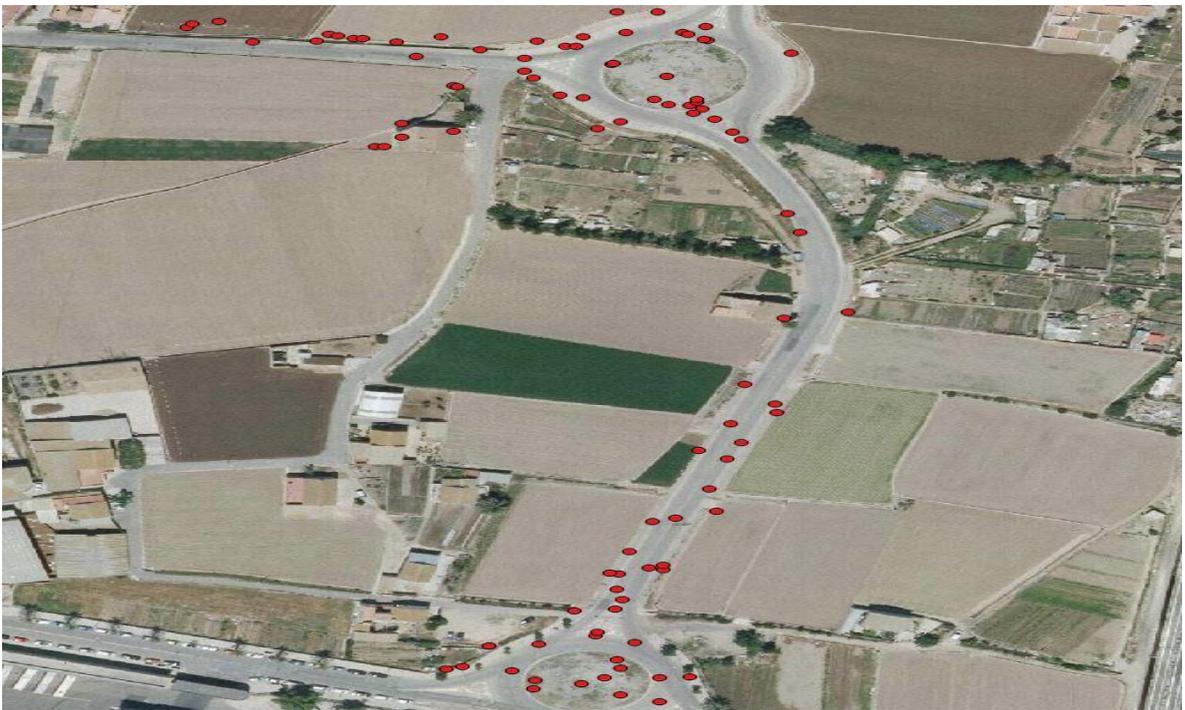
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %		
Educativa	42	3,00	33	53	10	0	0	0	0	0	0	3	30	9	
			36	46	16	0	0	0	0	0	0	0	2	50	7
			35	51	13	0	0	0	0	0	0	0	1	75	6
			33	53	13	0	0	0	0	0	0	0	1	93	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Pastizal	43	0,46	20	12	4	4	0	48	0	12	0	25	10
			22	12	4	4	0	38	0	20	0	50	7
			20	12	5	4	0	33	0	25	0	75	5
			20	13	7	4	0	30	0	26	0	96	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Pastizal	44	0,36	0	0	0	0	0	100	0	0	0	4	0
			16	0	12	0	0	56	0	16	0	25	10
			12	2	14	0	0	48	0	24	0	50	7
			9	3	16	0	0	49	0	23	0	75	6
			8	2	15	2	0	49	0	24	0	100	5



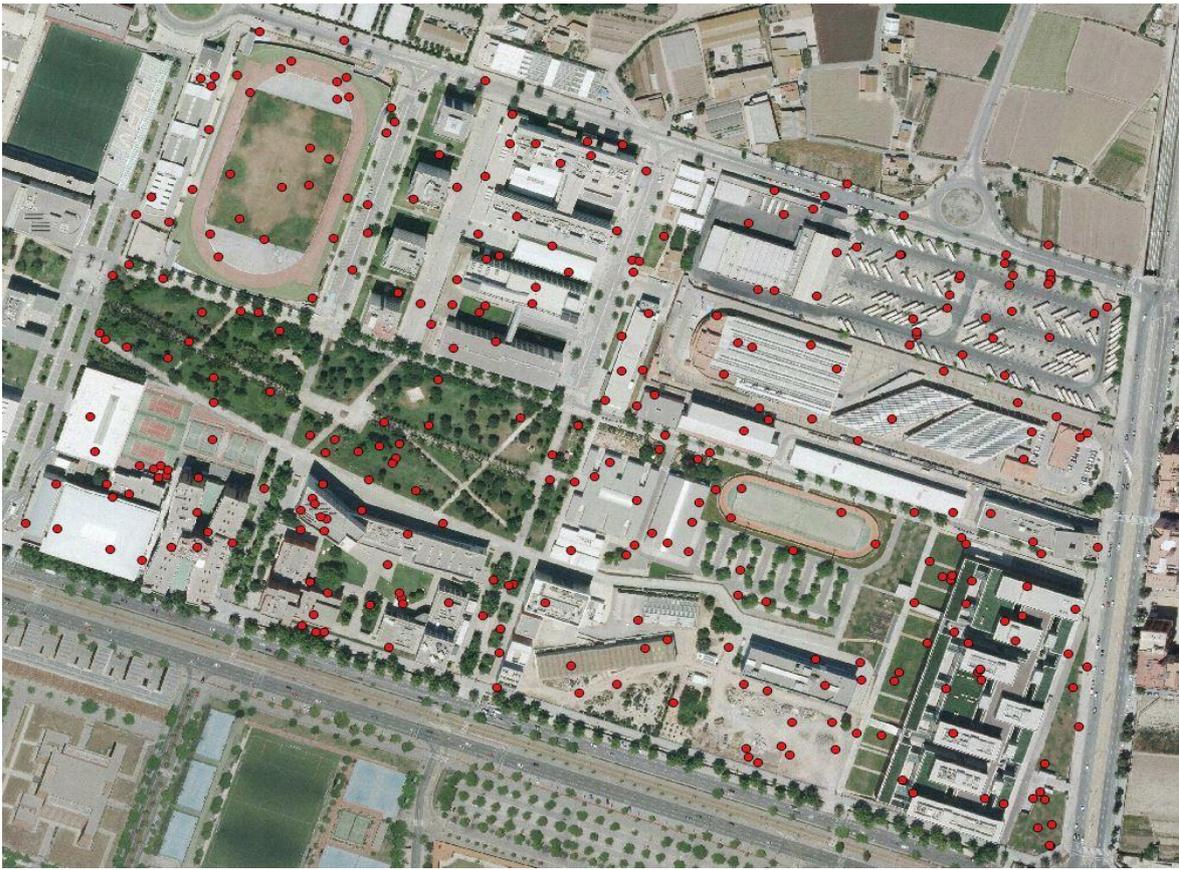
Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %
Viales	45	1,18	17	50	0	0	0	8	0	25	0	12	14
			8	52	0	0	0	20	0	20	0	25	10
			4	52	0	0	0	20	4	20	0	50	7
			3	51	0	0	0	21	3	23	0	75	6
			3	51	0	0	0	21	2	22	1	97	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Puntos	Error %		
Viales	46	0,93	10	60	30	0	0	0	0	0	0	10	15		
			4	68	28	0	0	0	0	0	0	0	25	9	
			4	58	38	0	0	0	0	0	0	0	0	50	7
			5	53	41	0	0	0	0	0	0	0	0	75	6
			4	47	49	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %	
Viales	47	3,86	0	56	33	0	0	0	0	0	11	9	17	
			0	68	24	0	0	0	0	0	0	8	25	9
			0	66	24	0	0	0	0	0	0	10	50	7
			1	68	23	0	0	0	0	0	0	0	8	75



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Educacional	48	32,05	32	44	3	0	0	16	0	0	5	320	3



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %	
Viales	49	1,42	0	36	50	0	0	0	0	0	14	14	13	
			0	48	44	0	0	0	0	0	0	8	25	10
			2	50	40	0	0	0	0	0	0	6	50	7
			5	47	37	0	0	0	0	0	0	9	75	6
			6	52	34	0	0	0	0	0	0	0	7	99



Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	M	C	Cu	Ag	S	Puntos	Error %
Viales	50	6,70	0	28	30	9	0	3	0	0	30	67	5