

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA EN EL DISTRITO DE ALGIRÓS (VALENCIA).

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor: **Ana Trilles Andreo**

Tutor: **María Concepción Vallés Planells**

Primer co-tutor: **Francisco Galiana Galán**

Curso 2015/2016

Valencia, 19 de Septiembre de 2016

RESUMEN

Caracterización de la infraestructura verde en el distrito de Algirós (Valencia).

La infraestructura verde es una red territorial planificada que incluye el conjunto de espacios verdes naturales y seminaturales, además de otros elementos ambientales, y está diseñada y gestionada para ofrecer una serie de servicios ecosistémicos muy variados. En el contexto urbano, se han demostrado los efectos positivos de los espacios verdes en el microclima, calidad del aire, hidrología, reducción del consumo de energía en edificios adyacentes, fijación de carbono, biodiversidad, salud y bienestar. De modo que, con el paso del tiempo, la infraestructura verde comienza a verse como un elemento necesario para la sostenibilidad de las ciudades. El objetivo de este trabajo es la caracterización de la infraestructura verde en el distrito de Algirós (Valencia) con el fin de proporcionar una cartografía de base que permita, en primer lugar, evaluar el comportamiento actual y los servicios ambientales proporcionados por la infraestructura verde y, en un futuro, realizar propuestas orientadas a mejorar las condiciones ambientales y la calidad de vida a nivel de distrito.

Basándose en cartografía relacionada con los usos del suelo de la zona, se delimitan unas unidades morfológicas en las cuales se realiza una caracterización y clasificación por tipologías. A continuación se llevan a cabo una serie de muestreos aleatorios para obtener resultados de cubierta de la superficie del suelo para cada una de las unidades, estos resultados se representan en un mapa con el fin de determinar el estado de la infraestructura verde urbana en el distrito.

Palabras clave: Infraestructura verde, cartografía, Valencia, caracterización, unidades morfológicas, tipos de cubierta.

Autor: Ana Trilles Andreo

Tutor: María Concepción Vallés Planells

Primer cotutor: Francisco Galiana Galán

Valencia, 19 de Septiembre de 2016.

ABSTRACT

Characterization of green infrastructure in the Algirós district(Valencia).

Green infrastructure is a planned regional network that includes the set of natural and semi green spaces, and other environmental elements, and is designed and operated to provide a series of varied ecosystem services. In the urban context, they have demonstrated the positive effects of green spaces in the microclimate, air quality, hydrology, reduced energy consumption in adjacent buildings, carbon sequestration, biodiversity, health and welfare. So, over time, the green infrastructure begins to be seen as a necessary element sustainability of cities. The aim of this work is the characterization of green infrastructure in the district of Algirós (Valencia) in order to provide a mapping basis for, first, assess the current behavior and environmental services provided by green infrastructure and in the future, make proposals aimed at improving environmental conditions and quality of life at the district level.

Based on mapping related to land use in the area, some morphological units in which a characterization and classification by type is performed are delimited. Then, to obtain results of soil surface cover for each of the units, a series of random samplings are carried out, these results are plotted on a map to determinate the state of urban green infraestructure in the district.

Key words: Green infraestructure, mapping, Valencia, characterization, morphological units, cover types.

Autor: Ana Trilles Andreo

Tutor: María Concepción Vallés Planells

Primer cotutor: Francisco Galiana Galán

Valencia, 19 de Septiembre de 2016.

*A mis tutores, por ayudarme y aconsejarme,
por intentar que este trabajo quede lo mejor posible hasta el último momento.
A mi familia, sobre todo a mis padres y a mi hermano, por ser mi mayor punto de apoyo
y creer en mí siempre.
A mis amigos y a mi familia forestal, por estar, por quererme y por ayudar,
en especial a Javi, Clara, Alejandra y Andrea.
Y a mis abuelos, que siempre se preocuparon por saber cómo iban mis estudios,
bien orgullosos de su nieta.*

Mis más sinceros agradecimientos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objeto del trabajo	2
1.2. Localización.....	2
1.3. Antecedentes.....	3
2. OBJETIVOS	6
3. METODOLOGÍA.....	7
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	7
3.1.1. Unidades morfológicas	7
3.1.1.1. División y tipologías	7
3.1.2. Cubiertas del suelo.....	10
3.1.2.1. Tipologías	10
3.2. PROCEDIMIENTO	11
4. RESULTADOS.....	18
5. CONCLUSIONES.....	27
6. Referencias Bibliográficas.....	28
7. Anexos	29
7.1. Tabla de cálculo de porcentajes según número de puntos.....	30
7.2. Tabla de porcentajes de cubierta por UM.....	31
7.3. Mapa de las unidades morfológicas numeradas.....	32
7.4. Mapa de porcentaje de cubierta de edificado	33
7.5. Mapa de porcentaje de cubierta de otro impermeable.....	34
7.6. Mapa de porcentaje de cubierta arbórea	35
7.7. Mapa de porcentaje de cubierta arbustiva	36
7.8. Mapa de porcentaje de cubierta de césped.....	37
7.9. Mapa de porcentaje de cubierta de cultivo	38
7.10. Mapa de porcentaje de cubierta de agua	39
7.11. Mapa de porcentaje de cubierta de suelo desnudo	40
7.12. Mapa de porcentaje de cubierta de matorral	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Barrios del distrito de Algirós.....	2
Figura 1-2: Distrito de Algirós.....	3
Figura 1-3: Tipología de UM's Manchester	4
Figura 1-4: Gráfico de porcentajes de cubierta por nº de puntos	5
Figura 1-5: Mapa del porcentaje de edificado en Manchester.....	5
Figura 3-1: Tipos de cubiertas del suelo.....	10
Figura 3-2: Mapa de UM's del distrito de Algirós	12
Figura 3-3: Ejemplo muestreo en UM de parque urbano.....	14
Figura 3-4: Gráfico de error UM nº39	15
Figura 3-5: Gráfico de porcentaje de cubierta	16
Figura 4-1: Mapa de la cubierta de edificado	22
Figura 4-2: Mapa de la cubierta de otro impermeable.....	23
Figura 4-3: Mapa de la cubierta arbórea.....	24
Figura 4-4: Mapa de la cubierta de césped	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Beneficios de la infraestructura verde de acuerdo con la clasificación de bienes y servicios de los ecosistemas.....	1
Tabla 3-1: División de las UM's por tipología.....	7
Tabla 3-2: UM's por tipo y superficie	9
Tabla 3-3: cálculo de los porcentajes según nº de puntos.....	13
Tabla 3-4: Ejemplo de cálculo de porcentajes en UM de cultivo.....	16
Tabla 3-5: ejemplo de UM's y porcentajes de cubierta	17
Tabla 4-1: Superficie de infraestructura verde por cada tipo de UM.....	19
Tabla 4-2: Porcentajes de cubierta de la superficie y porcentaje de error máximo alcanzado en cada una de las UM's	20
Tabla 4-3: Media de porcentaje de cubierta total por unidad y media de porcentaje de cubierta por cada uno de los tipos de UM's.....	20
Tabla 4-4: Superficies de cubierta y porcentaje de error máximo alcanzado en cada una de las UM's.	21
Tabla 4-5: Media de superficie de cubierta total por unidad y media de superficie de cubierta por cada uno de los tipos de UM's.....	21

1. INTRODUCCIÓN

Las razones por las cuales se ha decidido llevar a cabo este trabajo, que vienen motivadas por la serie de estudios que ya se han realizado acerca de la infraestructura verde en varias ciudades del mundo, pueden explicarse a partir de los beneficios que se obtendrían al mejorar la infraestructura verde en la ciudad, tanto económicos, como sociales y estéticos.

Por estos motivos y por la ausencia de un trabajo de este tipo en la ciudad de Valencia, se consideró un tema de interés.

En la *tabla 1-1* se comparan los beneficios que se obtienen al aumentar la proporción de infraestructura verde en las ciudades clasificados de acuerdo con los bienes y servicios de los ecosistemas.

Tabla 1-1: Beneficios de la infraestructura verde de acuerdo con la clasificación de bienes y servicios de los ecosistemas (Comisión Europea, 2011).

<i>Servicio de hábitat</i>	<i>Servicio de regulación</i>
<p><u>Protección de la biodiversidad y de las especies:</u> Hábitats para especies. Permeabilidad para especies migratorias. Conectividad entre hábitats</p>	<p><u>Adaptación y mitigación del cambio climático:</u> 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. Fomento de energías renovables.</p>
<i>Servicios de abastecimiento</i>	<i>Servicio culturales</i>
<p><u>Gestión del agua:</u> Sistemas de drenaje sostenible - Reducción de escorrentías. Incremento de la infiltración de agua. Depuración de agua.</p> <p><u>Producción alimentaria y seguridad:</u> 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.</p>	<p><u>Recreo, bienestar y salud:</u> Actividades recreativas. Apreciación estética de la naturaleza. Aire limpio. Turismo/Ecoturismo.</p> <p><u>Valor del suelo:</u> Impacto positivo en el suelo y su propiedad.</p> <p><u>Cultura y sentido de comunidad:</u> Identidad local. Oportunidades para la educación, la formación y la interacción social.</p>

1.1. Objeto del trabajo

El objeto de estudio de este trabajo es la infraestructura verde urbana en el distrito de Algirós (Valencia), entendiendo el concepto de infraestructura verde como *una red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales y otros elementos ambientales diseñados y gestionados para ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos. Incluye espacios verdes (o azules si se trata de ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos en áreas terrestres (naturales, rurales y urbanas) y marinas* (COM, 2013) ya que mejorando su situación se pueden obtener varios beneficios, además de contrarrestar algunos de los problemas que se encuentran en el interior de las ciudades como son: el efecto isla de calor, la fijación de carbono (contaminación) y la gestión de las aguas pluviales. Además de mejorar muchos aspectos como son la salud de los habitantes, la calidad del aire y la biodiversidad, tanto vegetal como animal.

1.2. Localización

La zona de estudio de este trabajo viene delimitada por la superficie del distrito número 13 de la ciudad de Valencia, distrito de Algirós. Éste limita con Alboraya por el norte, Camins al Grau al sur, Poblados Marítimos al este y con Benimaclet y El Pla del Real al oeste.

El distrito de Algirós es muy heterogéneo, ya que cuenta con una gran zona urbana, está compuesto por cinco barrios (Figura 1-1), que son L'illa Perduda, Ciutat Jardí, Amistat, La Vega Baixa y La Carrasca. El distrito tiene variedad en su estructura, hay algunas zonas más compactas y otras en la parte de la huerta que no lo están tanto, en las que además se encuentran grandes superficies cultivadas.

Otra gran parte está ocupada por las universidades, tanto el campus de la Universitat Politècnica de València, como gran parte del campus dels Tarongers de la Universitat de València. Hay que añadir, además, zonas de uso comercial, deportivo, cementerio, y varias zonas de parque y arboladas. Tiene una superficie aproximada de 300 ha y su población data en 2015 de ser de 37.210 habitantes (Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia, 2016).

En la *Figura 1-1* se observa la distribución de los barrios dentro del distrito y la dimensión que ocupan. El barrio de La Carrasca, además de ser el más grande, es el que cuenta con una gran superficie de zona de huerta y también, con ambos campus de las universidades.

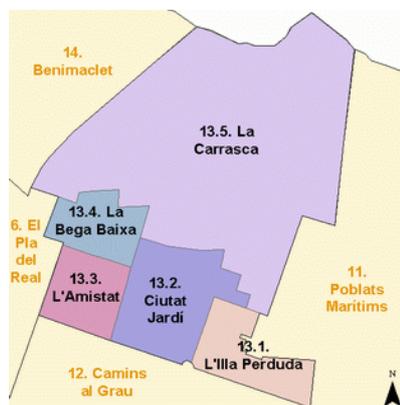


Figura 1-1: Barrios del distrito de Algirós

En la *Figura 1-2* se puede determinar la localización del distrito en la ciudad de Valencia.



Figura 1-2: Distrito de Algirós

1.3. Antecedentes

Como base para desarrollar este trabajo se ha tomado, de referencia principal, el artículo *Characterising the urban environment of UK cities and towns: A template for landscape planning* (Gill et al., 2008), artículo que apareció en una revista publicada por la editorial Elsevier.

Este estudio fue realizado y posteriormente redactado y publicado en el año 2008, en la ciudad de Manchester, Reino Unido (Figura 1-3).

Fue llevado a cabo tras plantear los problemas que se encuentran en las ciudades debidos principalmente al planeamiento urbanístico y a las características de su estructura, así como las desventajas de que hayan pocos espacios de infraestructura verde, que se podrían contrarrestar para que la ciudad sea más saludable ambientalmente, ampliando las zonas verdes y los llamados *corredores verdes*, destacando los beneficios de estas mejoras tanto para las personas como para la biodiversidad de flora y fauna; y los efectos beneficiosos en cuanto al cambio climático o la contaminación generados en los núcleos urbanos grandes.

Para poder llevar a cabo la caracterización se basaron en que *los servicios de los ecosistemas en las zonas urbanas están claramente relacionados directamente con el uso y cobertura del suelo* (MEA, 2005). *Por lo tanto, con el fin de planificar de manera efectiva para mantener los servicios de los ecosistemas y procesos naturales, la urbanización y el cambio climático dados como dos factores de cambio, se requiere una buena comprensión tanto del uso del suelo y la cubierta de superficie* (Gill et al., 2008).

El método que se desarrolló dividía la superficie de la ciudad en unidades morfológicas (UM's). Esta división realizó según el tipo de uso del suelo o la morfología, diferenciando *tierras de cultivo, aeropuertos, hospitales, ríos o canales, red ferroviaria, espacios abiertos de distintos tipos, oficinas, centro de la ciudad, colegios y distintas zonas residenciales por densidad de población*, entre otros. Besándose en la condición de que la superficie mínima fuese de 1ha.

Una vez clasificada la ciudad según el tipo de uso del suelo, se representaron los resultados, que se pueden observar en el mapa que aparece en la *Figura 1-3*.

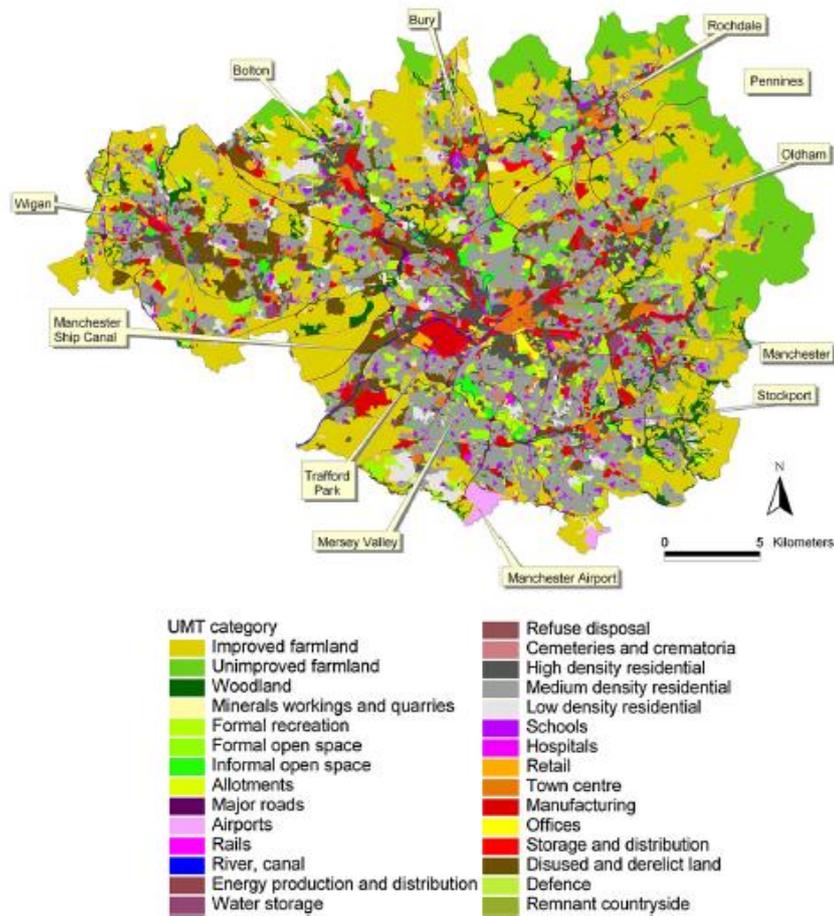


Figura 1-3: Tipología de UM's Manchester (Gill et al., 2008).

Se utilizaron principalmente fotografías aéreas para la realización de los muestreos mediante puntos aleatorios en todas las UM's. Con este método, se demostró además que a medida que aumentaba el número de puntos que se utilizan en cada muestra, el error disminuía, hasta llegar a un valor en el que los resultados eran constantes.

En la *Figura 1-4*, se observa cómo se estabilizan los resultados de porcentajes para cada tipo de cubierta a medida que aumenta el tamaño de la muestra (número de puntos en el muestreo). Y finalmente, con los resultados obtenidos se calcularon los porcentajes de cada tipo de cubierta por unidad morfológica para poder ser representados en el mapa que aparece en la *Figura 1-5*.

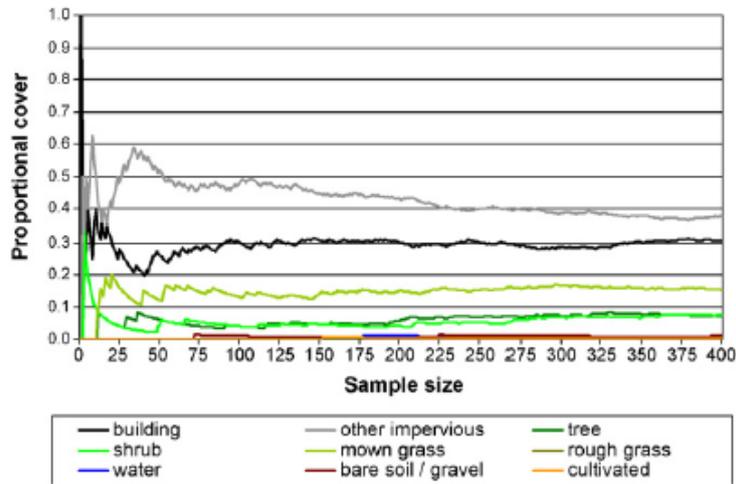


Figura 1-4: Gráfico de porcentajes de cubierta por nº de puntos (Gill et al. , 2008).

En este mapa se observan las distintas unidades morfológicas clasificadas en cuatro grupos, según el porcentaje de edificado en Manchester, variando del 0 al 20%, del 20 al 40%, del 40 al 60% y del 60 al 80%, resultado obtenido del cálculo de los porcentajes de edificado en cada una de las unidades en las que se dividió la ciudad.

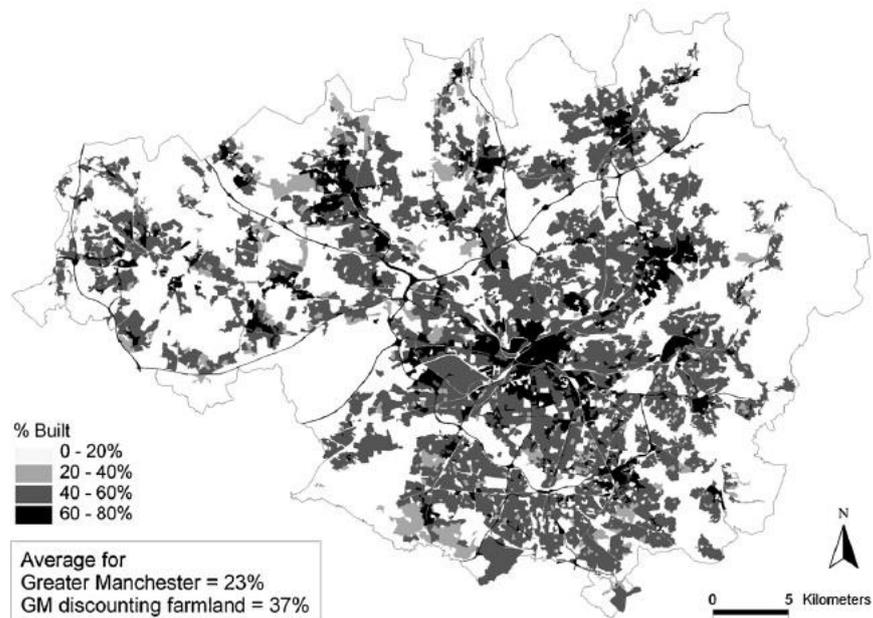


Figura 1-5: Mapa del porcentaje de edificado en Manchester (Gill et al. , 2008).

El fin del estudio fue exactamente ese, encontrar un método de cartografiar la ciudad de Manchester, para poder realizar una comparación entre usos del suelo y tipos de cubiertas de la superficie y analizar los servicios ambientales que ofrece y así, poder realizar un mejor planeamiento a la hora de diseñar y edificar en la ciudad, para poder mejorar todos los aspectos posibles de ésta y obtener beneficios ambientales.

2. OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es la caracterización de la infraestructura verde urbana en el distrito de Algirós (Valencia) por medio de valoraciones visuales directas sobre imágenes de la trama urbana, con la intención de probar métodos de inventario que puedan ser extendidos a una escala urbana mayor.

Para ello se tendrán en cuenta los siguientes criterios o procedimientos:

- Realizar un muestreo del distrito de Algirós lo más cercano posible a la realidad y con un margen de error relativamente pequeño.
- Obtener una cartografía de cada tipo de cubierta del suelo por unidad morfológica que sea representativa de la realidad.
- Obtener un análisis actual del estado de la infraestructura verde en el distrito de Algirós.

3. METODOLOGÍA

3.1. Caracterización de la zona de estudio

Para poder explicar el procedimiento que se ha seguido para alcanzar los resultados obtenidos en este trabajo primero se definirán algunos aspectos principales, como son las unidades en las que se ha dividido el distrito y los tipos de cubierta a los que se ciñe el muestreo.

3.1.1. Unidades morfológicas

Las unidades morfológicas (UM's) son las distintas zonas en las que se ha dividido el distrito para su caracterización. Estas unidades son muy similares a las divisiones que da el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE), pero algunas han sufrido modificaciones para facilitar alcanzar los objetivos del trabajo.

La norma principal para la división de unidades ha sido que la superficie de estas sea mayor a 1 ha, apareciendo eventualmente algunas excepciones.

3.1.1.1. División y tipologías

El distrito queda dividido en 56 UM's (Tabla 3-1). Teniendo la de mayor superficie unas 33.6 ha y la de menor 0.14 ha.

Tabla 3-1: División de las UM's por tipología

TIPO	Nº
Pastizal	3
Cultivos herbáceos distintos de arroz	3
Urbano discontinuo	2
Comercial u oficinas	1
Red ferroviaria	1
Red viaria	2
Vial	15
Energía eléctrica	1
Cementerio	1
Educacional	13
Parque urbano	3
Ensanche	9
Deportivo	2

Dentro de la división del SIOSE, en este apartado se explican los tipos que se incluyen en este trabajo, que son los siguientes:

COBERTURA SIMPLE

Cultivos

- Cultivos herbáceos: superficies labradas y cultivadas de manera regular.
 - Cultivos herbáceos distintos de arroz: excluyen los cultivos que provienen del arroz, comprendiendo el resto de cultivos (cereales, hortalizas, plantas aromáticas...)
- Pastizal: son comunidades herbáceas permanentes y espontáneas que dependen de la climatología, se utilizan para pastoreo. Normalmente son antiguos terrenos de cultivo, se diferencia de estos por presencia de leñosas. Quedan excluidos de esta categoría los barbechos, posíos, rastrojeras y campos de espacios deportivos o recreativos.

ARTIFICIAL COMPUESTO

Urbano mixto

- Ensanche: se caracteriza por tener una distribución bastante regular con viales anchos, se diferencia del casco por tener mayor superficie de zonas verdes. Las edificaciones son principalmente viviendas, sin tener que formar manzanas compactas.
- Discontinuo: corresponde a la zona urbana que se sitúa en el extrarradio de la ciudad y que contacta por una vía de comunicación, más o menos consolidada, incluye urbanizaciones y colonias.

Terciario

- Comercial y oficinas: superficies del sector económico como centros comerciales, parques empresariales, polígonos comerciales o recintos feriales. Forman parte también sus accesos y exteriores.

Equipamiento dotacional

En esta categoría se incluyen las zonas destinadas al uso público. Se encuentran distintas tipologías como son:

- Educación: incluye las edificaciones o zonas destinadas a la enseñanza, como son colegios, institutos o campus universitarios.
- Deportivo: instalaciones para práctica de cualquier deporte, como son polideportivos, campos, pistas y piscinas (cubiertos o no), excluye los campos de golf.
- 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

Infraestructuras

Incluye las infraestructuras que proveen servicios de comunicación y abastecimiento.

-Transporte:

- Vial: bulevares, avenidas o calles, por lo general mayores de 1ha, incluidas en el área urbana, normalmente las de superficie menor no se dividen de la unidad de mayor tamaño para facilitar el muestreo.

- Red viaria: en general, las incluidas en este trabajo son carreteras de tipo autopista, autovía, del Estado o autonómicas (1er orden). Incluye arcenes, terraplenes y áreas asociadas como estaciones de servicio o peajes.
- Energía:
- Energía eléctrica: instalaciones de producción y transformación, incluye terrenos asociados.

A continuación se muestra, en la *tabla 3-2*, todas las unidades morfológicas en las que se ha dividido el distrito, agrupadas por tipos y con la superficie que ocupa cada una.

Se puede observar que hay algunas unidades menores a una hectárea de distintas tipologías, esto es debido a que marcaban una diferencia significativa en la unidad a la que pertenecían en cuanto al análisis de la infraestructura verde, y para poder tener cierto nivel de detalle se ha considerado más conveniente separarlas.

Tabla 3-2: Um's por tipo y superficie

UM	Tipo	S (ha)	UM	Tipo	S(ha)
0	Pastizal	1,54	29	Cementerio	3,50
49	Pastizal	0,36	9	Educativa	33,60
48	Pastizal	0,46	53	Educativa	32,05
1	Cultivos herbáceos distintos de arroz	2,08	24	Educativa	1,18
5	Cultivos herbáceos distintos de arroz	5,77	26	Educativa	1,64
2	Cultivos herbáceos distintos de arroz	28,93	27	Educativa	1,07
3	Urbano discontinuo	2,53	28	Educativa	2,04
10	Urbano discontinuo	1,65	30	Educativa	3,01
4	Comercial u oficinas	1,26	32	Educativa	3,55
6	Red Ferroviaria	4,37	38	Educativa	8,44
11	Red viaria	0,43	42	Educativa	6,81
21	Red viaria	6,04	44	Educativa	2,21
17	Vial	1,19	46	Educativa	2,17
7	Vial	3,07	47	Educativa	3,00
20	Vial	1,79	12	Parque urbano	1,44
22	Vial	7,80	33	Parque urbano	2,86
23	Vial	1,93	45	Parque urbano	3,62
25	Vial	2,04	39	Ensanche	19,32
35	Vial	2,35	13	Ensanche	0,37
36	Vial	0,14	14	Ensanche	14,72
41	Vial	3,86	16	Ensanche	6,82
50	Vial	1,18	18	Ensanche	7,74
51	Vial	0,93	19	Ensanche	8,15
52	Vial	3,86	31	Ensanche	2,65
54	Vial	1,42	34	Ensanche	12,80
55	Vial	2,68	40	Ensanche	17,28
15	Vial	0,14	43	Deportivo	3,31
8	Energía eléctrica	1,46	37	Deportivo	3,01

3.1.2. Cubiertas del suelo

Las cubiertas en las que se ha basado el muestreo para la caracterización del distrito de Alirós son las que vienen propuestas por Susannah E. Gill.

3.1.2.1. Tipologías de las cubiertas del suelo

Se diferencian 9 tipos de cubiertas distintos que son:

Edificio: hace referencia a cualquier tipo de edificio o pavimento edificado.

Otro impermeable: incluye calzadas, aceras u otro tipo de cubiertas impermeables como pueden ser aparcamientos.

Árbol.

Arbusto: hace referencia a plantas o setos de jardinería, que es la principal diferencia con la cubierta de tipo "matorral".

Césped: incluye tanto el césped de jardín como el césped artificial de los campos deportivos.

Cultivo: zonas de huerta y cultivadas.

Agua: incluye tanto fuentes de agua natural como pueden ser acequias en el caso del distrito, como fuentes artificiales dentro del área urbana.

Suelo desnudo: suelos sin vegetación ni pavimentación. Incluye solares o suelos de parques.

Matorral: especies que aparecen de manera espontánea tanto en laderas, zonas no pavimentadas o antiguas zonas de cultivo que ahora están en desuso.

A continuación, en la *Figura 3-1*, se muestran algunos ejemplos de imagen aérea de cada tipo de cubierta.

Para la cubierta tipo "árbol", imagen aérea de una zona arbolada, para "césped" y "cultivo" un caso similar, para la cubierta de tipo "edificio", una manzana vista desde arriba, para "oro impermeable" un aparcamiento, en "suelo desnudo" se observa un descampado, en "agua" una rotonda con una fuente, en "arbusto" los setos de un parque y para "matorral", especies herbáceas sobre suelo desnudo.



Figura 3-1: Tipos de cubiertas del suelo

3.2. Procedimiento

El procedimiento que se ha seguido para llegar a los resultados obtenidos (cartografía por tipo de cubiertas y análisis de la infraestructura verde del distrito) ha sido el que se explica a continuación:

En primer lugar se analizó la cartografía del SIOSE sobre la ortofoto del distrito para comprobar que las clasificaciones eran adecuadas para el propósito.

Una vez modificada, se tomaron las divisiones resultantes, clasificadas por tipos de uso de suelo, como unidades morfológicas (UM's).

Los tipos de uso de suelo, coincidentes con los tipos de UM's, que se han utilizado para cartografiar Algirós han sido los explicados anteriormente en el apartado 3.1.1. (Ensanche, educacional, deportivo, comercial u oficinas, energía eléctrica, red ferroviaria, red viaria, vial, parque urbano, pastizal, urbano discontinuo, cultivos herbáceos distintos de arroz y cementerio).

En la *Figura 4-1* se observa el distrito de Algirós dividido por unidades morfológicas y clasificadas por tipologías. Se observa que los tipos que ocupan mayor superficie son "ensanche" y "educacional" (debido a los campus universitarios).

Estas unidades se han dividido, por lo general, en superficies mayores a 1ha. No obstante, se encuentran algunas excepciones ya que carecía de sentido su unión a otras colindantes, teniendo en cuenta que el fin del trabajo ha sido caracterizar la infraestructura verde.

Mapa de las unidades morfológicas



Figura 3-2: Mapa de UM's del distrito de Algirós

Una vez obtenida la cartografía de las unidades morfológicas, mediante una herramienta informática SIG (Sistema de Información Geográfica), en este caso ArcMap, se ha realizado una serie de muestreos con puntos aleatorios (un muestreo por unidad), lo que suma un total de 56 muestreos que se han ceñido a la norma de 10 puntos/ha.

Se optó por seguir la directriz de 10/ha tras los cálculos realizados en una de las unidades de tipo "ensanche" (UM nº39), que fue tomada como prueba, en la que se muestrean 200 puntos. En primer lugar se realizaron cálculos para ver como variaban los porcentajes de cubierta según el número de puntos.

En la *tabla 4-1* se muestran los resultados obtenidos en los cálculos realizados para 100, 150 y 200 puntos tomados consecutivamente. La unidad 39 tiene una superficie de 19,3 ha, por lo que entre estos tres niveles de muestras se observó que no variaba el resultado de manera significativa y para evidenciar la variación del error con el tamaño de la muestra, se decidió realizar el cálculo para cada punto añadido y representarlo en un gráfico (Figura 4-2).

Tabla 3-3: Cálculo de los porcentajes según nº de puntos

100	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	48	34	16	1	0	0	1	0	0
MEDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	48	34	16	1	0	0	1	0	0
150	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	75	53	20	1	0	0	1	0	0
MEDIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0
%	50	35	13	1	0	0	1	0	0
200	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	99	69	25	1	0	0	1	0	3
MEDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	50	35	13	1	0	0	1	0	2

El método utilizado para calcular el error punto por punto fue el que propone Susannah E. Gill. La fórmula empleada ha sido:

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

Dónde:

P: porcentaje de cubierta

q: 100 – P

n: nº de puntos

En este cálculo se observó que, a partir del punto 81 y hasta el punto 100, se estabilizaba el error y en la mayoría de cubiertas era menor al 5%.

En el gráfico de la *Figura 4-2* se observa como a medida que aumenta el número de puntos del muestreo disminuye el porcentaje de error, hasta alcanzar un valor (aproximadamente en el nº100) en el que el gráfico se estabiliza.

Por lo que tras ver los resultados y por intentar minimizar el error ya que las unidades son muy distintas entre sí, se decidió aplicar esta directriz de 10 puntos/ha que viene de las aproximadamente 20 ha de la unidad 39 (ensanche) y los 200 puntos que se utilizaron para el muestreo (200 puntos/20 ha = 10 puntos/ha).

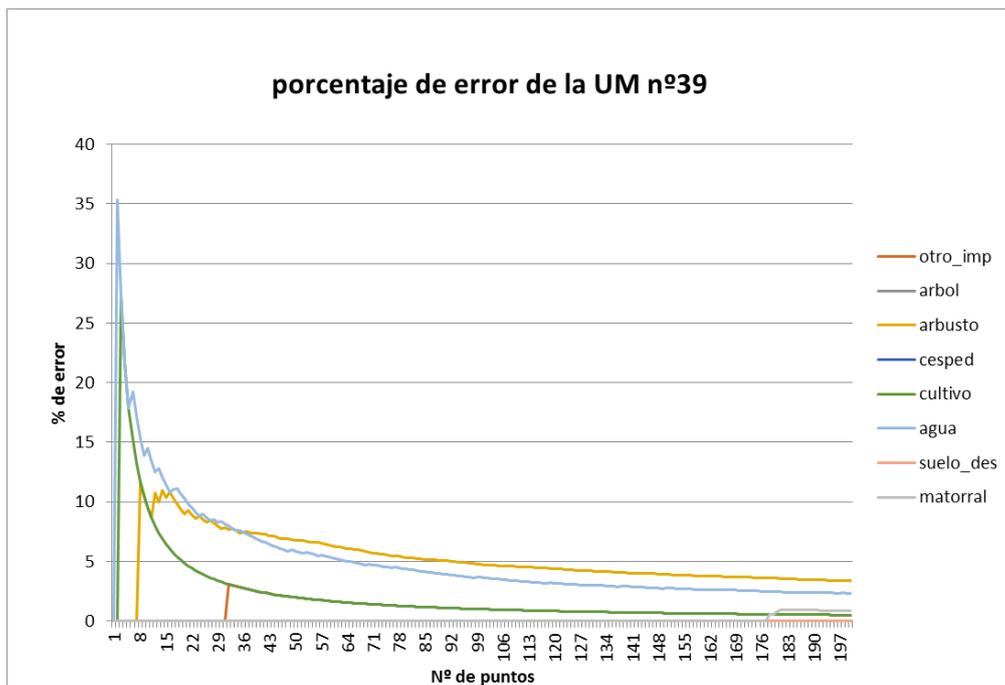


Figura 3-3: Gráfico de error UM nº39

A pesar de seguir este método, en unidades muy pequeñas, con pocos puntos de muestreo, o en unidades muy heterogéneas, con mucha variabilidad en la cubierta de la superficie, el error obtenido ha sido variable y distinto al de la media.

El muestreo se realiza, una vez creados los puntos aleatorios indicando sobre que unidad morfológica y con cuántos puntos en la herramienta de ArcMap, editando la tabla de atributos de la unidad.

En la tabla de atributos se añade una columna por cada tipo de cubierta del suelo.

Los tipos de cubiertas del suelo que se han utilizado han sido los explicados anteriormente (apartado 3.2. cubiertas del suelo), ordenados bajo el criterio de artificial-natural como: edificio, otro impermeable, árbol, arbusto, césped, cultivo, agua, suelo desnudo y matorral (se incluyen algunas excepciones que alterarían el orden de la clasificación, como sería una fuente artificial de agua).

En la *Figura 3-4* se observa un ejemplo de muestreo en una de las unidades morfológicas de tipo "parque urbano".

Se aprecian los puntos aleatorios y numerados que le correspondían a la unidad por superficie, se trata de la unidad 12, y como se puede comprobar en la "tabla 2", tiene una superficie de 1.4 ha, por lo que le corresponden 14 puntos (comenzando a numerar desde el 0).



Figura 3-4: Ejemplo muestreo en UM de parque urbano

La imagen aérea utilizada ha sido la del año 2012, y para comprobar que lo que se veía era lo más actual o para evitar errores (por ejemplo las copas de los árboles camufladas con las sombras de los edificios) en los caso en los que había duda, se ha utilizado también la imagen aérea que proporciona el servidor de Google Maps.

Una vez realizado el muestreo, con los datos obtenidos, se calculaba, utilizando la herramienta Excel, los porcentajes de cada tipo de cubierta en cada una de las unidades y el error que se alcanzaba en cada uno de los puntos muestreados, para ir comprobando que el nº de puntos para la superficie de cada unidad era adecuado y no se cometía un error excesivamente grande.

En la *Figura 3-5* se observan representados por puntos los porcentajes de cubierta del suelo de la unidad morfológica 12 (parque urbano), en esta unidad se observa que predominan las cubierta *otro impermeable* y *árbol*.

Este gráfico se obtuvo para cada una de las unidades y con él se pudo observar que los resultados correspondían con las características correspondientes al tipo de unidad morfológica.

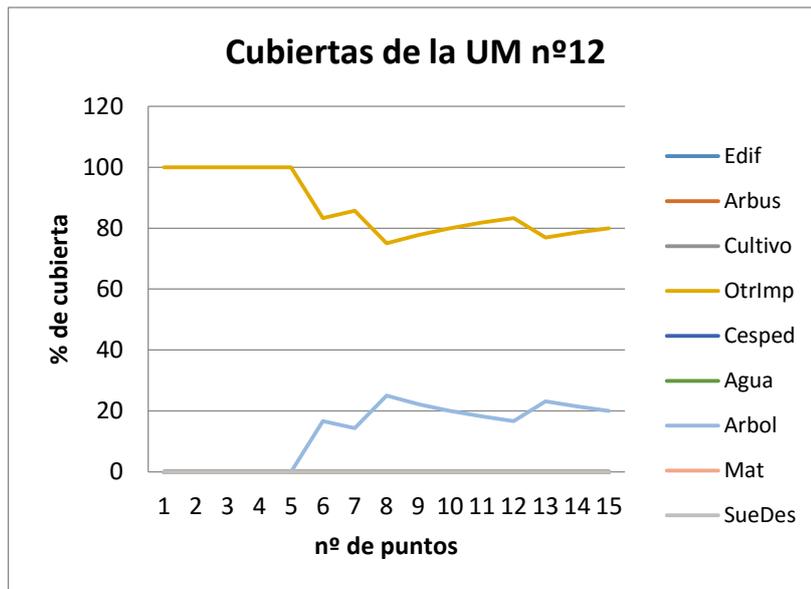


Figura 3-5: Gráfico de porcentaje de cubierta en la UM nº12

En la *Tabla 3-4* se observa cómo se han realizado los cálculos para todas las unidades.

Tabla 3-4: Ejemplo de cálculo de porcentajes en UM de cultivo

Punto	edificio	otro	arbol	arbust	cesped	cultivo	agua	suelo	mator	CONTA
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
17	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
18	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	0	2	0	0	0	19	0	0	0	21
%	0	10	0	0	0	90	0	0	0	100

Una vez realizados los 56 muestreos completos y calculados todos los porcentajes, se pasaban a otro Excel, en el que se identificaban las unidades y los porcentajes de cada tipo de cubierta de cada una.

En la *Tabla 3-5* se observan algunas de las unidades morfológicas con sus correspondientes porcentajes de cada tipo de cubierta del suelo.

Tabla 3-5: Ejemplo de UM's y porcentajes de cubierta

UM	% edificio	% otro_imp	% arbol	% arbusto	% cesped	% cultivo	% agua	% suelo_des	% matorral
0	13	7	13	0	0	67	0	0	0
49	25	50	25	0	0	0	0	0	0
48	20	0	0	0	0	60	0	20	0
1	0	10	0	0	0	90	0	0	0
5	2	9	3	0	0	81	0	5	0
2	2	6	2	1	0	78	2	8	1
3	19	38	12	4	0	19	0	8	0
10	18	18	41	0	0	0	0	24	0
4	62	8	31	0	0	0	0	0	0
6	0	93	0	7	0	0	0	0	0

La tabla Excel completa se introdujo en la tabla de atributos de las unidades morfológicas.

Una vez completada la tabla en ArcMap se elaboró un mapa por cada tipo de cubierta para representar los porcentajes en todas las unidades morfológicas, resultado al que se quería llegar mediante este trabajo para poder evaluar el estado de la infraestructura verde.

4. RESULTADOS

Aplicando el criterio de densidad establecido (10 puntos/ha), se obtiene un muestreo de 3007 puntos aleatorios en el conjunto del distrito de Algirós. El error alcanza de forma puntual un valor máximo de 35%, en el caso particular de una unidad muy pequeña en la que sólo se muestrearon 2 puntos.

Por lo general, las unidades más grandes o más homogéneas son en las que se alcanza un menor porcentaje de error, aunque en unidades pequeñas y homogéneas, como puede ser el tipo *vial*, se alcanza un 0% de error. Se debería considerar en las no homogéneas y de menor tamaño, que son las que mayor porcentaje de error se alcanza normalmente, tomar un número mínimo de puntos a muestrear.

Cabe destacar que en las coberturas con poca incidencia como son *arbusto*, *agua* y *matorral*, la representación que aparece en el mapa puede que resulte menos ajustada que las demás. Esto se debe a que al ser un muestreo aleatorio y las unidades ser relativamente de gran superficie, existe la posibilidad de que los puntos no sean del todo representativos, en el supuesto de que por ejemplo, en una unidad aparezca muy poca cubierta arbustiva y sobre ella no se encuentre ningún punto, es decir, el muestreo se realiza con éxito aunque no resulte representativo, ya que el arbusto está presente y no ha sido muestreado.

En primer lugar los resultados obtenidos se han sintetizado en porcentajes por unidades y cubiertas, así como el error máximo cometido en cada una de ellas (tabla 4-1) y las medias de cada porcentaje de cubierta por cada tipo de unidad morfológica (tabla 4-2).

Se observa que la cubierta predominante en el distrito es la de *otro impermeable* (media del 50%) seguida por *edificado* y *arbolado* (17% y 13% respectivamente). Si se tiene en cuenta lo que se consideraría infraestructura verde, en la que se incluye árboles, arbustos, césped, cultivo, agua y matorral, se tiene una media de un 31% en el distrito (en el cual se considera la urbana y periurbana) y un 17% de infraestructura verde urbana, en la que quedaría excluido el porcentaje de cultivo, agua y matorral.

La superficie ocupada que representan cada uno de los tipos de cubierta se muestra en las tablas 4-3 y 4-4. La correspondiente al tipo de cubierta *otro impermeable* es de 119 ha, la de *edificado* de 84 ha y la de *arbolado* de 29 ha.

Si se comparan los resultados con los obtenidos en la ciudad de Manchester (Gil et al., 2008), y teniendo en cuenta que se trata de distintas escalas de superficie, se observa que el distrito cuenta con un 28% de edificado y un 9,6% de arbolado, mientras que en Manchester, la zona del centro urbano y algunas zonas periféricas residenciales son las que mayor porcentaje de cubierta de edificado presentan, oscilando entre el 60% y el 80%. Más concretamente, la zona del centro urbano cuenta con un 20% de residencial y un 5% de árboles.

La cubierta verde del distrito ocupa una superficie total de 44 ha, lo que supone un porcentaje del 14,75% de la superficie total, si se incluye la zona periurbana se contaría con 78 ha y un 26%.

Es importante diferenciar las pequeñas zonas de cobertura vegetal que se encuentran en las unidades de tipo ensanche o vial con las grandes unidades que por sí solas constituyen un perímetro, de dimensiones mayores, que son infraestructura verde urbana como tal.

La superficie de infraestructura verde urbana que ocupa cada tipo de unidad se puede observar en la *tabla 4-1*. Las unidades que mayor porcentaje de cubierta vegetal aportan, es principalmente la zona de cultivos, ya que ocupa 30,98 ha. Esto se debe a que en las unidades de tipo *pastizal*, destaca la cobertura vegetal, bien por cultivos o por árboles dispersos, además a esto se suma la cobertura de tipo *agua* debida a la acequia que atraviesa la huerta. No obstante, el hecho de que las unidades morfológicas de un mismo tipo presentan diferencias notables en cuanto a los porcentajes de cada tipo de cubierta, hace que estos datos varíen en cada una de ellas (datos que quedan contrastados en las tablas 4-2, 4-3, 4-4 y 4-5).

Como se puede observar en estas tablas, algunas de las diferencias son significativas y podrían cuestionar en cierto modo el uso que se le ha dado al suelo, ya que por ejemplo, la unidad 20 de tipo *pastizal*, no cuenta con porcentaje de *cultivo*, mientras que en la unidad 3, de tipo *urbano discontinuo*, el porcentaje de *cultivo* es significativo (19%).

Las zonas de educacional ocupan 15,85 ha. En este tipo de unidad cabe destacar las zonas verdes de los campus universitarios.

En las unidades de ensanche se suma un total de 10,23 ha de cobertura “verde”, a causa de las zonas ajardinadas que se incluyen en el área residencial. Las zonas de vial también aportan 9,6 ha y las de parque urbano 3,17 ha.

Tabla 4-1: superficie de infraestructura verde (IV) por cada tipo de UM.

Tipo	IV(ha)
Pas	1,60
Cult	30,98
Urb dis	1,56
Com	0,39
Ferrov	0,30
Viaria	0,50
Vial	9,60
Elec	0,19
Cem	0,90
Educ	15,85
Parque	3,17
Ensan	10,23
Depor	2,71

Pas: pastizal, Cult: cultivo, Urb dis: urbano discontinuo, Com: comercial y oficinas, Ferrov: red ferroviaria, Viaria: red viaria, Vial: vial, Elec: energía eléctrica, Cem: cementerio, Educ: educacional, Parque: parque urbano, Ensan: ensanche, Depor: deportivo.

Si bien se analiza el distrito y se tienen en cuenta estos grandes espacios verdes como infraestructura verde urbana por definición, se tendrían 5 grandes unidades morfológicas, 3 de parque urbano y 2 de tipo vial (Avenida Blasco Ibáñez). Éstas ocupan una superficie de 18,40 ha del total, resultado que sería comparable a las 17,36 ha que aporta el Ayuntamiento de Valencia (Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia, 2014) para el distrito de Algirós. Esta diferencia respecto a las 78 ha totales que se han obtenido con el muestreo se debe a la mayor precisión del método ya que se suman los espacios verdes de la ciudad por cada tipo de cubierta (se incluye una mayor cantidad de elementos verdes).

En cuanto a la infraestructura verde urbana que debe haber en las ciudades o zonas residenciales, se considera un mínimo de 9 m²/habitante y un ideal de 50 m²/habitante (World Health Organization, 2010). Si se calculan los m² por habitante que le corresponden al distrito, se cuenta con 20,95 m²/habitante y si se contase solo la infraestructura verde urbana

(excluyendo cultivos, agua y matorral de la zona periurbana) con 11,88 m2/habitante, ambos resultados son aceptables y permanecen dentro del rango citado.

Tabla 4-2: Porcentajes de cubierta de la superficie y porcentaje de error máximo alcanzado en cada una de las UM's.

Tipo	UM	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Nº pts	E máx %
Pas	0	13	7	13	0	0	67	0	0	0	15	12
Pas	49	25	50	25	0	0	0	0	0	0	4	25
Pas	48	20	0	0	0	0	60	0	20	0	5	22
Cult	1	0	10	0	0	0	90	0	0	0	21	6
Cult	5	2	9	3	0	0	81	0	5	0	58	5
Cult	2	2	6	2	1	0	78	2	8	1	289	2
Urb dis	3	19	38	12	4	0	19	0	8	0	25	10
Urb dis	10	18	18	41	0	0	0	0	24	0	17	12
Com	4	62	8	31	0	0	0	0	0	0	13	13
Ferrov	6	0	93	0	7	0	0	0	0	0	44	4
viaria	11	0	100	0	0	0	0	0	0	0	5	0
viaria	21	0	87	3	0	2	0	3	5	0	61	4
Vial	17	0	42	50	8	0	0	0	0	0	12	14
Vial	7	3	68	29	0	0	0	0	0	0	31	8
Vial	20	0	78	6	11	0	0	0	6	0	18	10
Vial	22	1	37	42	1	4	0	0	14	0	78	6
Vial	23	5	63	26	0	5	0	0	0	0	19	11
Vial	25	0	55	45	0	0	0	0	0	0	20	11
Vial	35	0	78	13	4	0	0	0	4	0	23	9
Vial	36	0	100	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Vial	41	0	100	0	0	0	0	0	0	0	39	0
Vial	50	0	42	0	0	0	8	0	17	33	12	14
Vial	51	0	100	0	0	0	0	0	0	0	10	0
Vial	52	0	79	8	8	0	0	0	5	0	39	6
Vial	54	0	86	14	0	0	0	0	0	0	14	0
Vial	55	0	46	12	12	4	0	0	27	0	27	10
Vial	15	0	50	50	0	0	0	0	0	0	2	35
Elec	8	13	73	13	0	0	0	0	0	0	15	11
Cem	29	29	46	3	9	11	0	0	0	3	35	8
Educ	9	45	35	7	0	8	0	0	5	0	336	3
Educ	53	32	44	3	0	16	0	0	5	0	320	3
Educ	24	75	25	0	0	0	0	0	0	0	12	13
Educ	26	25	38	25	13	0	0	0	0	0	16	12
Educ	27	55	45	0	0	0	0	0	0	0	11	15
Educ	28	10	55	5	0	10	0	0	10	10	20	9
Educ	30	33	47	10	0	0	0	0	10	0	30	11
Educ	32	25	47	3	0	0	0	0	17	8	36	8
Educ	38	25	48	15	2	10	0	0	0	0	84	5
Educ	42	16	38	4	0	0	0	0	41	0	68	6
Educ	44	0	100	0	0	0	0	0	0	0	22	0
Educ	46	0	90	10	0	0	0	0	0	0	22	6
Educ	47	33	63	3	0	0	0	0	0	0	30	9
Parque	12	0	80	20	0	0	0	0	0	0	14	10
Parque	33	0	0	31	7	10	0	0	48	3	29	9
Parque	45	0	31	28	3	8	0	0	31	0	36	8
Ensan	39	50	35	13	1	0	0	1	2	0	200	4
Ensan	13	0	100	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Ensan	14	69	23	7	0	0	0	0	1	0	147	0
Ensan	16	38	51	10	0	0	0	0	0	0	68	6
Ensan	18	56	29	13	0	0	0	0	3	0	77	6
Ensan	19	56	38	6	0	0	0	0	0	0	82	4
Ensan	31	0	27	12	0	0	8	0	42	12	26	4
Ensan	34	39	37	18	0	0	0	0	6	0	128	5
Ensan	40	54	36	7	0	0	0	0	3	0	173	10
Depor	43	18	52	3	3	24	0	0	0	0	33	9
Depor	37	3	40	17	0	40	0	0	0	0	30	9

Tabla 4-3: Media de porcentaje de cubierta total por unidad y media de porcentaje de cubierta por cada uno de los tipos de UM's.

Tipo	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M
Media	17	50	13	2	3	7	0	4	1
Pas	19	19	13	0	0	42	0	7	0
Cult	1	8	2	0	0	83	1	4	0
Urb dis	12	6	14	0	0	0	0	8	0
Com	62	8	31	0	0	0	0	0	0
Ferrov	0	93	0	7	0	0	0	0	0
Viaria	93	2	0	1	0	2	2	0	31
Vial	1	68	20	3	1	1	0	5	2
Elec	13	73	13	0	0	0	0	0	0
Cem	29	46	3	9	11	0	0	0	3
Educ	29	52	7	1	3	0	0	7	1
Parque	0	37	26	3	6	0	0	26	1
Ensan	40	42	10	0	0	1	0	6	1
Depor	11	46	10	2	32	0	0	0	0
MÁX	93	93	31	9	32	83	2	26	31
MÍN	0	2	0	0	0	0	0	0	0

E: edificio, O: otro impermeable, A: árbol, Ar: arbusto, C: césped, Cu: cultivo, Ag: agua, M: matorral, S: suelo desnudo; Pas: pastizal, Cult: cultivo, Urb dis: urbano discontinuo, Com: comercial y oficinas, Ferrov: red ferroviaria, Viaria: red viaria, Vial: vial, Elec: energía eléctrica, Cem: cementerio, Educ: educacional, Parque: parque urbano, Ensan: ensanche, Depor: deportivo.

Tabla 4-4: Superficies de cubierta y porcentaje de error máximo alcanzado en cada una de las UM's.

Tipo	UM	S(ha)	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M	Nº pts	Error máx.
Pas	0,00	1,54	0,21	0,10	0,21	0,00	0,00	1,03	0,00	0,00	0,00	15,00	12,00
Pas	49,00	0,36	0,09	0,18	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	25,00
Pas	48,00	0,46	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,09	0,00	5,00	22,00
Cult	1,00	2,08	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	21,00	6,00
Cult	5,00	5,77	0,10	0,50	0,20	0,00	0,00	4,68	0,00	0,30	0,00	58,00	5,00
Cult	2,00	28,93	0,70	1,70	0,70	0,20	0,00	22,53	0,60	2,40	0,20	289,00	2,00
Urb dis	3,00	2,53	0,49	0,97	0,29	0,10	0,00	0,49	0,00	0,19	0,00	25,00	10,00
Urb dis	10,00	1,65	0,29	0,29	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	17,00	12,00
Com	4,00	1,26	0,78	0,10	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,00	13,00
Ferrov	6,00	4,37	0,00	4,07	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,00	4,00
viaria	11,00	0,43	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00
viaria	21,00	6,04	0,00	5,25	0,20	0,00	0,10	0,00	0,20	0,30	0,00	61,00	4,00
Vial	17,00	1,19	0,00	0,49	0,59	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	14,00
Vial	7,00	3,07	0,10	2,08	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,00	8,00
Vial	20,00	1,79	0,00	1,39	0,10	0,20	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	18,00	10,00
Vial	22,00	7,80	0,10	2,90	3,30	0,10	0,30	0,00	0,00	1,10	0,00	78,00	6,00
Vial	23,00	1,93	0,10	1,22	0,51	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00	11,00
Vial	25,00	2,04	0,00	1,12	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	11,00
Vial	35,00	2,35	0,00	1,84	0,31	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	23,00	9,00
Vial	36,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00
Vial	41,00	3,86	0,00	3,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,00	0,00
Vial	50,00	1,18	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,20	0,39	12,00	14,00
Vial	51,00	0,93	0,00	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00
Vial	52,00	3,86	0,00	3,07	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	39,00	6,00
Vial	54,00	1,42	0,00	1,22	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	0,00
Vial	55,00	2,68	0,00	1,24	0,31	0,31	0,10	0,00	0,00	0,72	0,00	27,00	10,00
Vial	15,00	0,14	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	35,00
Elec	8,00	1,46	0,19	1,07	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	11,00
Cem	29,00	3,50	1,00	1,60	0,10	0,30	0,40	0,00	0,00	0,00	0,10	35,00	8,00
Educ	9,00	33,60	15,20	11,80	2,20	0,00	2,70	0,00	0,00	1,60	0,10	336,00	3,00
Educ	53,00	32,05	10,22	14,12	1,00	0,10	5,01	0,00	0,00	1,60	0,00	320,00	3,00
Educ	24,00	1,18	0,88	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	13,00
Educ	26,00	1,64	0,41	0,61	0,41	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	12,00
Educ	27,00	1,07	0,58	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	15,00
Educ	28,00	2,04	0,20	1,12	0,10	0,00	0,20	0,00	0,00	0,20	0,20	20,00	9,00
Educ	30,00	3,01	1,00	1,41	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	30,00	11,00
Educ	32,00	3,55	0,89	1,68	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,30	36,00	8,00
Educ	38,00	8,44	2,11	4,02	1,31	0,20	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	84,00	5,00
Educ	42,00	6,81	1,10	2,60	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	0,00	68,00	6,00
Educ	44,00	2,21	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,00	0,00
Educ	46,00	2,17	0,00	1,97	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,00	6,00
Educ	47,00	3,00	1,00	1,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	9,00
Parque	12,00	1,44	0,00	1,15	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	10,00
Parque	33,00	2,86	0,00	0,00	0,89	0,20	0,30	0,00	0,00	1,38	0,10	29,00	9,00
Parque	45,00	3,62	0,00	1,11	1,00	0,10	0,30	0,00	0,00	1,11	0,00	36,00	8,00
Ensan	39,00	19,32	9,66	6,76	2,42	0,10	0,00	0,00	0,10	0,29	0,00	200,00	4,00
Ensan	13,00	0,37	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
Ensan	14,00	14,72	10,12	3,41	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	147,00	0,00
Ensan	16,00	6,82	2,61	3,51	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	6,00
Ensan	18,00	7,74	4,32	2,21	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	77,00	6,00
Ensan	19,00	8,15	4,57	3,08	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	82,00	4,00
Ensan	31,00	2,65	0,00	0,71	0,31	0,00	0,00	0,20	0,00	1,12	0,31	26,00	4,00
Ensan	34,00	12,80	5,00	4,70	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	128,00	5,00
Ensan	40,00	17,28	9,29	6,29	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	173,00	10,00
Depor	43,00	3,31	0,60	1,70	0,10	0,10	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	33,00	9,00
Depor	37,00	3,01	0,10	1,20	0,50	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	9,00
TOTAL		300	84	119	29	3	12	31	1	13	2	3007	456

Tabla 4-5: Media de superficie de cubierta total por unidad y media de superficie de cubierta por cada uno de los tipos de UM's.

Tipo	E	O	A	Ar	C	Cu	Ag	S	M
Media	2	2	1	0	0	1	0	0	0
Pas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cult	0	1	0	0	0	10	0	1	0
Urb dis	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Com	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ferrov	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Viaria	3	0	0	0	0	0	0	0	31
Vial	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Elec	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cem	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Educ	3	3	0	0	1	0	0	1	0
Parque	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Ensan	5	3	1	0	0	0	0	0	0
Depor	0	1	0	0	1	0	0	0	0
MÁX	3	4	0	0	1	10	0	1	31
MÍN	0	0	0	0	0	0	0	0	0

E: edificio, O: otro impermeable, A: árbol, Ar: arbusto, C: césped, Cu: cultivo, Ag: agua, M: matorral, S: suelo desnudo; Pas: pastizal, Cult: cultivo, Urb dis: urbano discontinuo, Com: comercial y oficinas, Ferrov: red ferroviaria, Viaria: red viaria, Vial: vial, Elec: energía eléctrica, Cem: cementerio, Educ: educacional, Parque: parque urbano, Ensan: ensanche, Depor: deportivo.

Como resultado de los muestreos se ha obtenido un mapa que representa los porcentajes por unidad morfológica, para cada uno de los tipos de cubierta. A continuación, y basándose en los más significativos, se caracteriza la infraestructura verde urbana en el distrito.

El mapa de la *Figura 5-1* muestra los resultados de las cubiertas correspondientes a la columna de edificado de la *tabla 4-1*, con el muestreo se obtienen 84 ha y una media de 17% de porcentaje de cubierta por unidad. Esto supone un total de aproximadamente 512 puntos (todos los puntos de los 56 muestreos sobre edificado).

Se observa que gran parte del distrito está en niveles altos de edificado (entre el 46 y el 75%), debido a las grandes manzanas de UM's tipo *ensanche* como la UM 40, por ejemplo (Anexo 7.3), en las que se concentra la zona residencial.

Por otra parte, hay grandes zonas (unidades morfológicas) con edificación baja (del 0 al 10%) ya que el distrito cuenta con algunas avenidas tipo *boulevard*, que ocupan bastante superficie y, además, con otras periurbanas y muchas hectáreas de terrenos dedicados al cultivo en la parte cercana a Alboraya. También destacan en este intervalo las zonas de parque urbano.

El resto de unidades se incluyen en porcentajes de edificado medias de entre el 11% y el 25% y el 26% y el 45% (en el que destacan los campus universitarios, por ejemplo las UM 9 y 53, coincidentes con el campus de la Universitat Politècnica de València, debido a que tienen superficies pavimentadas o con césped y son unidades más heterogéneas).



Figura 4-1: Mapa del grado o porcentaje de cubierta del suelo de edificado de las diferentes unidades morfológicas del barrio de Algirós en Valencia.

En el mapa de cubierta de la superficie del uso del suelo de *otro impermeable* (Figura 5-2), se observa que, exceptuando las zonas de cultivos en la huerta y algunas unidades que no están edificadas o tienen superficies con suelo desnudo (que se incluyen en el intervalo del 0 al 18%, y oscilando los demás del 19 al 42%, del 43 al 68% y del 69 al 100%), la gran mayoría del distrito tiene una superficie pavimentada.

La cartografía viene dada por los 1504 puntos que han caído sobre superficies pavimentadas en cada uno de los 56 muestreos, que suponen una superficie de 119 ha del distrito.



Figura 4-2: Mapa del grado o porcentaje de cubierta del suelo de otro impermeable de las diferentes unidades morfológicas del barrio de Algirós en Valencia.

En el mapa de la *Figura 5-3* queda cartografiada la cubierta de superficie arbórea del distrito. Surge de los 391 puntos del muestreo aleatorio que han caído sobre un árbol en cada una de las 56 unidades y ocupa una superficie total de 29 ha.

Este mapa es una buena referencia para observar el estado de la infraestructura verde urbana, ya que destacan de manera muy clara las zonas en las que mayor arbolado se encuentra dentro de la ciudad, como es el caso de la avenida Blasco Ibáñez (UM 22 y 55) y las zonas de parques urbanos (como la UM 45), que se incluyen en el intervalo alto de cubierta arbórea (del 32 al 50%) variando los demás de muy bajo a bajo y medio (0 al 7%, del 8 al 20% y del 21 al 31%). Se incluyen los casos que coinciden con suelos desnudos, sin pavimentar.



Figura 4-3: Mapa del grado o porcentaje de cubierta arbórea de las diferentes unidades morfológicas del barrio de Algirós en Valencia.

El mapa de cubierta de césped, en la *Figura 5-4*, también es representativo para caracterizar la infraestructura verde. La clasificación oscila en intervalos del 0 al 2%, del 3 al 8%, del 0 al 16% y del 17 al 40%. Y viene dada por los 91 puntos de los muestreos que han caído sobre césped, suman una superficie de 12 ha del total del distrito y se distribuyen con una media del 3% por unidad.

Se observa un porcentaje bastante elevado en las zonas de "parque urbano", en los campus universitarios, y en alguna unidad más, como son por ejemplo las de tipo *deportivo* debido a los campos de fútbol, etc. (UM 37 y 43, campus de la Universitat de Valencia) o la avenida Blasco Ibáñez que tiene superficie cubierta con césped en las partes e jardín.



Figura 4-4: Mapa del grado o porcentaje de cubierta de césped de las diferentes unidades morfológicas del barrio de Algirós en Valencia.

Comparando los resultados representados en éstos mapas, y si a esto se añade que en los resultados representados en el mapa de cubierta arbustiva (Anexo), en el cual se observa que la mayor parte del distrito carece, de acuerdo con éste, de zonas con setos o arbustos, que abarcan 3 ha del total (sólo los que se pueden encontrar en zonas de parque urbano o zonas de parque incluidas en avenidas, así como los utilizados para delimitar red viaria, red ferroviaria o viales), se puede deducir que la superficie ocupada por infraestructura verde en el distrito de Algirós es bastante reducida.

Esto también viene dado por el porcentaje de cubierta de edificado principalmente, que como se ha visto anteriormente, es muy elevado, por lo que en algunas unidades morfológicas no sería viable que hubiese una mayor cobertura de tipo natural o vegetal.

Por otra parte hay algunas zonas de suelo desnudo que podrían ser aprovechadas para zonas verdes o huertos urbanos, pudiendo así mejorar y aumentar la proporción de infraestructura verde para que el distrito tuviese mayores beneficios.

Las aplicaciones que pueden tener el trabajo y el método que se ha desarrollado pueden ser varias, principalmente se trata de una forma sencilla y rápida de valorar las cubiertas del suelo para determinar la influencia o participación de la infraestructura verde en el entramado urbano.

La cartografía en la que se representan los porcentajes de las cubiertas puede ayudar en planeamiento urbanístico y diseños futuros para aumentar la proporción de infraestructura verde ya no solo en el distrito, sino a nivel de ciudad o de área metropolitana.

Una aplicación de especial interés es el cálculo, de manera sencilla, del almacenamiento de carbono según el porcentaje de infraestructura verde, así como el cálculo de la escorrentía, la evapotranspiración y la biodiversidad (Whitford et al., 2000).

Además puede ser aplicado en otros ámbitos para buscar los sitios de interés, teniendo en cuenta para cada situación que es lo que se pretende y poder planificar la estructura urbana (por ejemplo una zona residencial tranquila, con zonas verdes alrededor).

No obstante a todas las aplicaciones y al ánimo por mejorar la infraestructura verde *como advierte el Comité Económico y Social Europeo (Dictamen 2014/C 67/31), la infraestructura verde no es sólo responsabilidad de los municipios, para su eficacia han de involucrarse en su mantenimiento y mejora los promotores privados de infraestructuras, empresas, constructores, organizaciones medioambientales, y los ciudadanos.* (Cantó, 2014)

5. Conclusiones

El método desarrollado presenta algunos problemas en cuanto al error mínimo por unidad morfológica, que podría ser ajustado, como se ha explicado anteriormente, según las características de las unidades a muestrear.

En cuanto a la superficie de las unidades, se debería tener en cuenta durante el muestreo asociarlas a otras colindantes o del mismo tipo y conseguir así no sobrepasar un cierto valor de error.

No obstante, habiendo comparado los datos que reflejan la proporción de infraestructura verde con los proporcionados por otras fuentes, la caracterización se ha realizado con éxito y se ha conseguido llegar a demostrar cuales son efectivamente los puntos de mayor interés del distrito, que son los tres parques urbanos y la Avenida Blasco Ibáñez. Además al comparar la fotografía aérea proporcionada por Terrasit del año 2012, que ha sido la utilizada durante el muestreo, con la proporcionada por el servidor de Google Maps para evitar confusiones o dudas, los datos han sido actuales.

El objetivo principal de este trabajo era la caracterización de la infraestructura verde urbana en el distrito de Alirós, el cual se ha alcanzado con éxito.

6. Referencias Bibliográficas

- COM (2013). Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe’s Natural Capital. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions, Bruselas*. 249 final.
- COMISIÓN EUROPEA (2011). Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems.
- 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.
- CANTÓ, M^a TERESA (2014). La ordenación de la infraestructura verde en el sudeste Ibérico (Comunidad Valenciana, España). *Cuadernos de Biodiversidad*, 45: 10-22.
- MEA (2005). *Ecosystems and Human Well-Being, Synthesis*. Island Press, London.
- OFICINA DE ESTADÍSTICA DEL AYUNTAMIENTO DE VALENCIA, 2014. Estadística por temas: medio ambiente.
<http://www.valencia.es/ayuntamiento/catalogo.nsf/IndiceAnuario?readForm&lang=1&capitulo=12&tema=4&bdOrigen=ayuntamiento/estadistica.nsf&idApoyo=58FB3C7A3D56E414C1257DD40057EB6C>
- OFICINA DE ESTADÍSTICA DEL AYUNTAMIENTO DE VALENCIA, 2016. Estadística y territorio: Distritos 2015.
- SIOSE (2015). Manual de Fotointerpretación. Versión 3.1.
- TERRASIT (2012). Instituto Cartográfico Valenciano.
- 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.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2010). *Urban Planning, Environment and Health: From Evidence to Policy Action*.

7. ANEXOS

7.1. Tabla de cálculo de porcentajes según número de puntos.

50	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	19	18	11	1	0	0	1	0	0
MEDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	38	36	22	2	0	0	2	0	0
100	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	48	34	16	1	0	0	1	0	0
MEDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	48	34	16	1	0	0	1	0	0
150	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	75	53	20	1	0	0	1	0	0
MEDIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0
%	50	35	13	1	0	0	1	0	0
200	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	99	69	25	1	0	0	1	0	3
MEDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	50	35	13	1	0	0	1	0	2
125	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	62	44	17	1	0	0	1	0	0
MEDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	50	35	14	1	0	0	1	0	0
75	edificio	otro_imper	arbol	arbusto	césped	cultivo	agua	matorral	suelo_desn
TOTAL	33	27	14	1	0	0	1	0	0
MEDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	44	22	11	1	0	0	1	0	0

7.2. Tabla de porcentajes de cubierta por UM.

UM	TIPO	% edificio	% otro_imp	% arbol	% arbusto	% cesped	% cultivo	% agua	% suelo_des	% matorral
0	Pastizal	13	7	13	0	0	67	0	0	0
49	Pastizal	25	50	25	0	0	0	0	0	0
48	Pastizal	20	0	0	0	0	60	0	20	0
1	C.H. dist arroz	0	10	0	0	0	90	0	0	0
5	C.H. dist arroz	2	9	3	0	0	81	0	5	0
2	C.H. dist arroz	2	6	2	1	0	78	2	8	1
3	Urb dis	19	38	12	4	0	19	0	8	0
10	Urb dis	18	18	41	0	0	0	0	24	0
4	Comercial u oficinas	62	8	31	0	0	0	0	0	0
6	Red Ferroviaria	0	93	0	7	0	0	0	0	0
11	Red viaria	0	100	0	0	0	0	0	0	0
21	Red viaria	0	87	3	0	2	0	3	5	0
17	Vial	0	42	50	8	0	0	0	0	0
7	Vial	3	68	29	0	0	0	0	0	0
20	Vial	0	78	6	11	0	0	0	6	0
22	Vial	1	37	42	1	4	0	0	14	0
23	Vial	5	63	26	0	5	0	0	0	0
25	Vial	0	55	45	0	0	0	0	0	0
35	Vial	0	78	13	4	0	0	0	4	0
36	Vial	0	100	0	0	0	0	0	0	0
41	Vial	0	100	0	0	0	0	0	0	0
50	Vial	0	42	0	0	0	8	0	17	33
51	Vial	0	100	0	0	0	0	0	0	0
52	Vial	0	79	8	8	0	0	0	5	0
54	Vial	0	86	14	0	0	0	0	0	0
55	Vial	0	46	12	12	4	0	0	27	0
15	Vial	0	50	50	0	0	0	0	0	0
8	Energia electrica	13	73	13	0	0	0	0	0	0
29	Cementerio	29	46	3	9	11	0	0	0	3
9	Educacional	45	35	7	0	8	0	0	5	0
53	Educacional	32	44	3	0	16	0	0	5	0
24	Educacional	75	25	0	0	0	0	0	0	0
26	Educacional	25	38	25	13	0	0	0	0	0
27	Educacional	55	45	0	0	0	0	0	0	0
28	Educacional	10	55	5	0	10	0	0	10	10
30	Educacional	33	47	10	0	0	0	0	10	0
32	Educacional	25	47	3	0	0	0	0	17	8
38	Educacional	25	48	15	2	10	0	0	0	0
42	Educacional	16	38	4	0	0	0	0	41	0
44	Educacional	0	100	0	0	0	0	0	0	0
46	Educacional	0	90	10	0	0	0	0	0	0
47	Educacional	33	63	3	0	0	0	0	0	0
12	Parque urbano	0	80	20	0	0	0	0	0	0
33	Parque urbano	0	0	31	7	10	0	0	48	3
45	Parque urbano	0	31	28	3	8	0	0	31	0
39	Ensanche	50	35	13	1	0	0	1	2	0
13	Ensanche	0	100	0	0	0	0	0	0	0
14	Ensanche	69	23	7	0	0	0	0	1	0
16	Ensanche	38	51	10	0	0	0	0	0	0
18	Ensanche	56	29	13	0	0	0	0	3	0
19	Ensanche	56	38	6	0	0	0	0	0	0
31	Ensanche	0	27	12	0	0	8	0	42	12
34	Ensanche	39	37	18	0	0	0	0	6	0
40	Ensanche	54	36	7	0	0	0	0	3	0
43	Deportivo	18	52	3	3	24	0	0	0	0
37	Deportivo	3	40	17	0	40	0	0	0	0

7.3. Mapa de unidades morfológicas numeradas.

Mapa de las unidades morfológicas



0 75 150 300 450 600
Meters



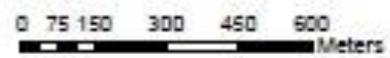
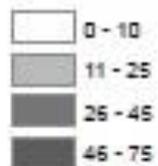
Tipos de unidades morfológicas

 Cementerio	 Comercial u oficinas
 Urbano discontinuo	 Deportivo
 Parque urbano	 Energía eléctrica
 Cultivos herbáceos distintos de arroz	 Red Ferroviaria
 Pastizal	 Red viaria
 Ensanche	 Vial
 Educatonal	

7.4. Mapa de la cubierta de edificado



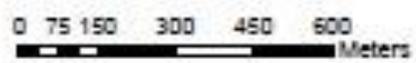
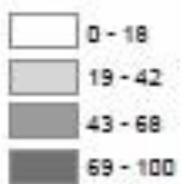
Porcentaje de edificado



7.5. Mapa de la cubierta de otro impermeable



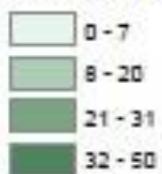
Porcentaje de otro impermeable



7.6. Mapa de la cubierta de arbolado



Porcentaje de arbol

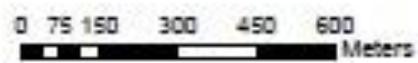
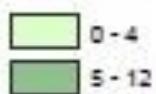


0 75 150 300 450 600
Meters

7.7. Mapa de la cubierta arbustiva



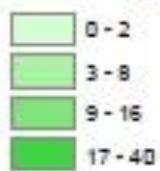
Porcentaje de arbusto



7.8. Mapa de la cubierta de césped



Porcentaje de césped

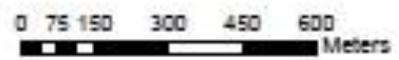
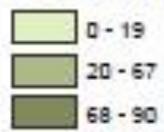


0 75 150 300 450 600
Meters

7.9. Mapa de la cubierta de cultivo



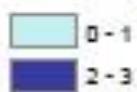
Porcentaje de cultivo



7.10. Mapa de la cubierta de agua



Porcentaje de agua

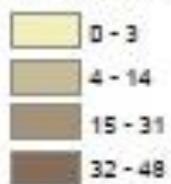


0 75 150 300 450 600
Meters

7.11. Mapa de la cubierta de suelo desnudo



Porcentaje de suelo desnudo



0 75 150 300 450 600
Meters

7.12. Mapa de la cubierta del suelo de matorral



Porcentaje de matorral

