

# **QGIS Aplicado al Urbanismo**



# QGIS Aplicado al Urbanismo

*Rafael R. Temes Cordovez*

*Alfonso Moya Fuero*





QGIS Aplicado al Urbanismo

© Rafael R. Temes Cordovez, Alfonso Moya Fuero

© De la edición: Ra-Ma 2021

**MARCAS COMERCIALES.** Las designaciones utilizadas por las empresas para distinguir sus productos (hardware, software, sistemas operativos, etc.) suelen ser marcas registradas. RA-MA ha intentado a lo largo de este libro distinguir las marcas comerciales de los términos descriptivos, siguiendo el estilo que utiliza el fabricante, sin intención de infringir la marca y solo en beneficio del propietario de la misma. Los datos de los ejemplos y pantallas son ficticios a no ser que se especifique lo contrario.

RA-MA es marca comercial registrada.

Se ha puesto el máximo empeño en ofrecer al lector una información completa y precisa. Sin embargo, RA-MA Editorial no asume ninguna responsabilidad derivada de su uso ni tampoco de cualquier violación de patentes ni otros derechos de terceras partes que pudieran ocurrir. Esta publicación tiene por objeto proporcionar unos conocimientos precisos y acreditados sobre el tema tratado. Su venta no supone para el editor ninguna forma de asistencia legal, administrativa o de ningún otro tipo. En caso de precisarse asesoría legal u otra forma de ayuda experta, deben buscarse los servicios de un profesional competente.

Reservados todos los derechos de publicación en cualquier idioma.

Según lo dispuesto en el Código Penal vigente, ninguna parte de este libro puede ser reproducida, grabada en sistema de almacenamiento o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro sin autorización previa y por escrito de RA-MA; su contenido está protegido por la ley vigente, que establece penas de prisión y/o multas a quienes, intencionadamente, reprodujeren o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica.

Editado por:

RA-MA Editorial

Calle Jarama, 3A, Polígono Industrial Igarza

28860 PARACUELLOS DE JARAMA, Madrid

Teléfono: 91 658 42 80

Fax: 91 662 81 39

Correo electrónico: [editorial@ra-ma.com](mailto:editorial@ra-ma.com)

Internet: [www.ra-ma.es](http://www.ra-ma.es) y [www.ra-ma.com](http://www.ra-ma.com)

ISBN: 978-84-1855-128-4

Depósito legal: M-4378-2021

Maquetación: Antonio García Tomé

Diseño de portada: Antonio García Tomé

Filmación e impresión: Safekat

Impreso en España en marzo de 2021

*A nuestras familias*



---

# ÍNDICE

<b>ACERCA DE LOS AUTORES.....</b>	<b>11</b>
RAFAEL R. TEMES CORDOVEZ .....	11
ALFONSO MOYA FUERO.....	12
<b>CAPÍTULO 1. PRÓLOGO.....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN SOBRE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....</b>	<b>19</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	20
1.2 OBJETIVOS COMPETENCIALES.....	20
1.3 DESARROLLO DE CONTENIDOS .....	20
1.3.1 ¿Qué es un SIG y para que se usa?.....	20
1.3.2 Una breve historia del SIG .....	22
1.3.3 Aplicaciones profesionales de los SIG.....	26
1.3.4 La diferencia entre un SIG y un CAD.....	30
1.3.5 La racionalización, reutilización y nueva gestión de datos espaciales en Europa .....	32
1.3.6 Tipos de datos. Datos vectoriales y datos ráster.....	33
1.3.7 Tipos de operaciones según la naturaleza de los datos.....	37
1.3.8 Formato de archivos .....	39
1.3.9 Diferentes programas SIG. Comparativa con QGIS .....	43
1.3.10 Las Infraestructuras de Datos Espaciales ( <i>IDE's</i> ) .....	45
1.3.11 Servicios cartográficos (wms, wfs, csw, wps...).....	47
1.4 RECUERDA QUE.....	48
<b>CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN A QGIS Y FORMACIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.....</b>	<b>49</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	50
2.2 OBJETIVOS COMPETENCIALES.....	50
2.3 DATOS DE PARTIDA.....	50

2.4	DESARROLLO DE CONTENIDOS .....	50
2.4.1	Introducción general a Quantum GIS (QGIS).....	50
2.4.2	Descripción de la cartografía base usada .....	53
2.4.3	La proyección cartográfica .....	54
2.4.4	Diferentes tipos de ficheros .....	56
2.4.5	Agrupación de datos para su representación .....	58
2.4.6	Carga de datos .....	59
2.4.7	Edición de datos .....	62
2.4.8	Trabajar con tablas de atributos.....	64
2.4.9	Realización de consultas .....	66
2.4.10	Procesos de simbolización de mapas .....	69
2.4.11	Realización de salidas gráficas .....	73
2.4.12	Establecimiento de un link con una hoja de cálculo .....	75
2.5	AUTOEVALUACIÓN.....	77

### **CAPÍTULO 3. CARTOGRAFÍA CATASTRAL Y EXPLOTACIÓN DE DATOS**

<b>ASOCIADOS.....</b>	<b>83</b>	
3.1	INTRODUCCIÓN .....	84
3.2	OBJETIVOS COMPETENCIALES.....	84
3.3	DATOS DE PARTIDA.....	84
3.4	DESARROLLO DE CONTENIDOS .....	84
3.4.1	Descarga de datos catastrales .....	84
3.4.2	Referencia catastral .....	89
3.4.3	Catastro de Rústica y Urbana .....	89
3.4.4	Alta y baja de elementos catastrales.....	92
3.4.5	Fichero CAT de registros catastrales.....	94
3.4.6	Servicio INSPIRE de catastro .....	99
3.4.7	Mapas temáticos.....	102
3.5	AUTOEVALUACIÓN.....	106

### **CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE ENTIDADES MÁS CERCANAS, ÁREAS DE SERVICIO CON QGIS.....**

<b>113</b>		
4.1	INTRODUCCIÓN .....	114
4.2	OBJETIVOS COMPETENCIALES.....	114
4.3	DATOS DE PARTIDA.....	114
4.4	DESARROLLO DE CONTENIDOS .....	114
4.4.1	Consideraciones previas .....	114
4.4.2	Introducción .....	121
4.4.3	Preparación de los datos de red .....	122
4.4.4	Cálculo de rutas .....	126
4.4.5	Áreas de servicio .....	130
4.4.6	Complementos de QGIS.....	135
4.4.7	Servicios de cálculo de rutas .....	137
4.5	AUTOEVALUACIÓN.....	138

<b>CAPÍTULO 5. GESTIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS DEL INE E IMPLEMENTACIÓN EN QGIS.....</b>	<b>145</b>
5.1 INTRODUCCIÓN .....	146
5.2 OBJETIVOS COMPETENCIALES.....	146
5.3 DATOS DE PARTIDA.....	146
5.4 DESARROLLO DE CONTENIDOS .....	146
5.4.1 El valor de la información .....	146
5.4.2 El Instituto Nacional de Estadística .....	150
5.4.3 El Padrón Continuo de Habitantes .....	152
5.4.4 Unión de datos y cartografía .....	161
5.4.5 El censo de población y vivienda.....	164
5.4.6 Uso de la información censal .....	170
5.5 AUTOEVALUACIÓN.....	174
<b>CAPÍTULO 6. ANÁLISIS MULTICRITERIO RÁSTER PARA LA DETERMINACIÓN DE UN PRODUCTO INMOBILIARIO.....</b>	<b>181</b>
6.1 INTRODUCCIÓN .....	182
6.2 OBJETIVOS COMPETENCIALES.....	182
6.3 DATOS DE PARTIDA.....	182
6.4 DESARROLLO DE CONTENIDOS .....	182
6.4.1 Problema y modelo planteado .....	182
6.4.2 Datos de partida.....	184
6.4.3 Factores limitantes.....	184
6.4.4 Factores de capacidad.....	211
6.4.5 Factor de vulnerabilidad.....	229
6.4.6 Aptitud y propuesta de localización .....	232
6.5 AUTOEVALUACIÓN.....	242
<b>CAPÍTULO 7. CASO PRÁCTICO. APROXIMACIÓN A LAS ÁREAS URBANAS EN DECLIVE.....</b>	<b>247</b>
7.1 INTRODUCCIÓN .....	248
7.2 OBJETIVOS COMPETENCIALES.....	248
7.3 DATOS DE PARTIDA.....	248
7.4 DESARROLLO DE CONTENIDOS .....	248
7.4.1 Problema y modelo planteado .....	248
7.4.2 Datos de partida.....	249
7.4.3 Desarrollo del ejercicio .....	250
7.4.4 Conclusiones .....	304
7.5 ANEJOS.....	304
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>335</b>
<b>MATERIAL ADICIONAL.....</b>	<b>339</b>



---

## ACERCA DE LOS AUTORES

### **RAFAEL R. TEMES CORDOVEZ**

---

*e-mail: rtemesc@urb.upv.es*

Doctor Arquitecto por la Universitat Politècnica de València (UPV) y Máster en Projectación Urbanística por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Es profesor de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia. Departamento de Urbanismo. Es Director académico del Máster en “Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Ordenación del Territorio, el Urbanismo y el Paisaje” (UPV) y Director académico del Diploma de Especialización en “Rehabilitación y Regeneración Urbana” (UPV-IVE-GV). Coordinador del Grupo de Investigación “Vlc Urban Big Data” (UPV) y miembro de los equipos de investigación “ReinvenTUR: Observatorio de la Renovación turística” (Universidad de La Laguna) y Arquitectura Open Source” (Universidad San Jorge). Entre las líneas de investigación principales destacan las centradas en los procesos de renovación urbana en los espacios residenciales y turísticos y los estudios sobre salud y calidad de vida en entornos urbanos utilizando herramientas SIG. Ha recibido el Premio de Investigación Sandalio Miguel-María Aparicio en su 16ª edición en el año 2015 por el Proyecto “R-alergo. Rutas alergosaludables” y el 1º Premio del Concurso de Accesibilidad del Laboratorio de Accesibilidad del Ayuntamiento de Valencia en su edición 2019 por el Proyecto “Sense Barreres”.

## ALFONSO MOYA FUERO

---

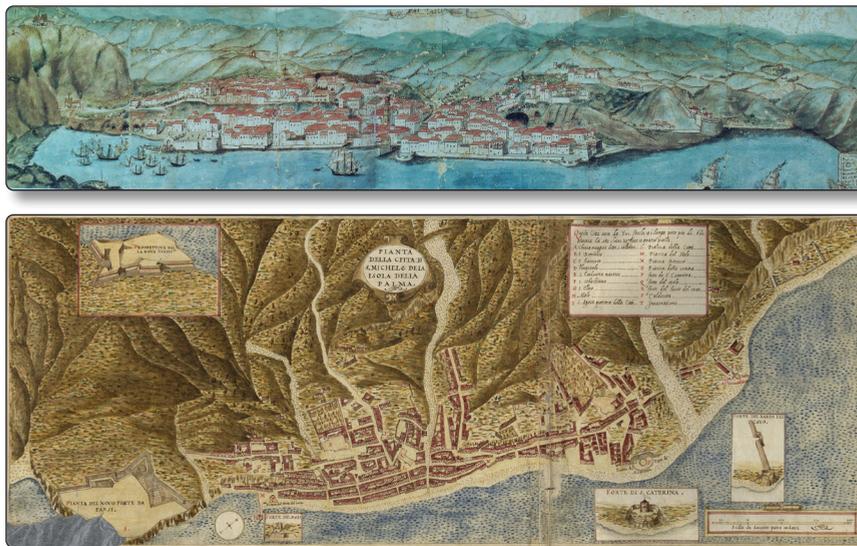
*e-mail: almofue@urb.upv.es*

Grado en Topografía y Geomática y Master en Geotecnologías Cartográficas en Ingeniería y Arquitectura por la Universidad de Salamanca y Master en Teledetección por la Universitat de València (UPV). Pertenece al Cuerpo Superior de Gestión en Geodesia y Cartografía del Institut Cartogràfic Valencià y profesor del Departamento de Urbanismo de la Universitat Politècnica de València. Es coordinador del Máster en “Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Ordenación del Territorio, el Urbanismo y el Paisaje” (UPV) y miembro del Grupo de Investigación “VlcUrbanBigData” (UPV). Entre las líneas de investigación principales que desarrolla destacan las centradas en la aplicación de la geomática y nuevas tecnologías al urbanismo, turismo y aplicaciones de salud. Ha recibido el “Premi de Cartografia i Territori Pare Tosca” otorgado por la Generalitat Valenciana por el Trabajo Final de Máster “Detección automática de nuevas construcciones a partir de ortofotos del Instituto Cartográfico Valenciano”. Ha recibido el Premio de Investigación Sandalio Miguel-María Aparicio en su 16ª edición en el año 2015 por el Proyecto “R-alergo. Rutas alergosaludables” y el 1º Premio del Concurso de Accesibilidad del Laboratorio de Accesibilidad del Ayuntamiento de Valencia en su edición 2019 por el Proyecto “Sense Barreres”.

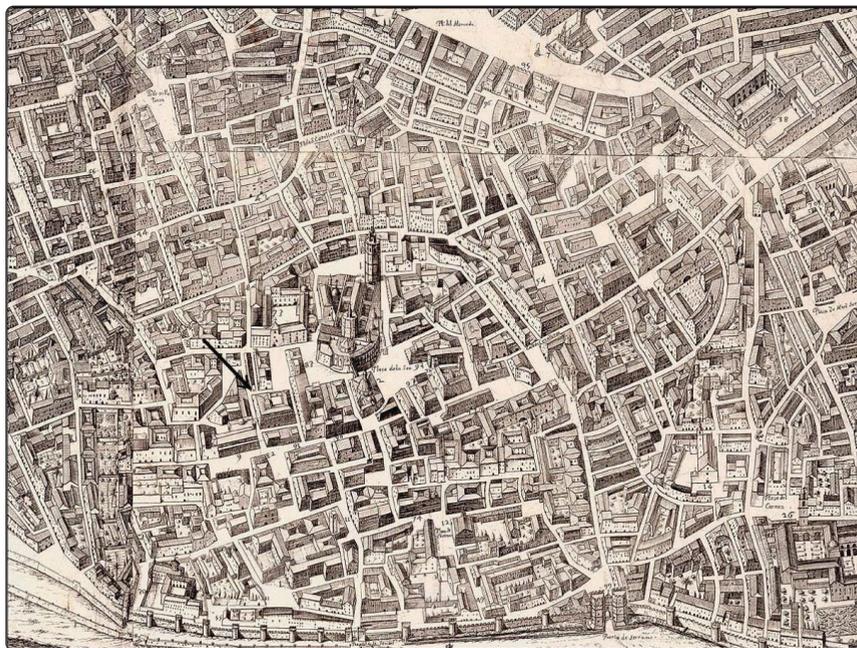
---

## PRÓLOGO

No es aventurado afirmar que en todo lo relacionado con la ciudad, los instrumentos de representación gráfica han tenido una larga tradición. Como nos comenta Monclús (2015), la representación de las ciudades es casi tan antigua como las propias ciudades. Al principio se combinaban, en diferentes lienzos, las corografías, derivada del vocablo griego *choros* (lugar), que trataban de “los detalles más pequeños de los lugares” y de “pintar una semblanza fiel de los lugares que describían”, con los mapas en planta. Las primeras, eran representaciones tridimensionales, a modo de paisajes urbanos, que mostraban con fidelidad inventarial los alzados de la ciudad desde un escogido punto de vista (Figura 01). Por su parte, los planos en planta permitían la medición precisa y acompañaban al catálogo de edificios, parcelas y calles (Figura 02). En otros casos, se combinaban ambas vistas, la ortogonal y la vista en alzado en mapas de larga tradición en la representación de ciudades (Figura 03).



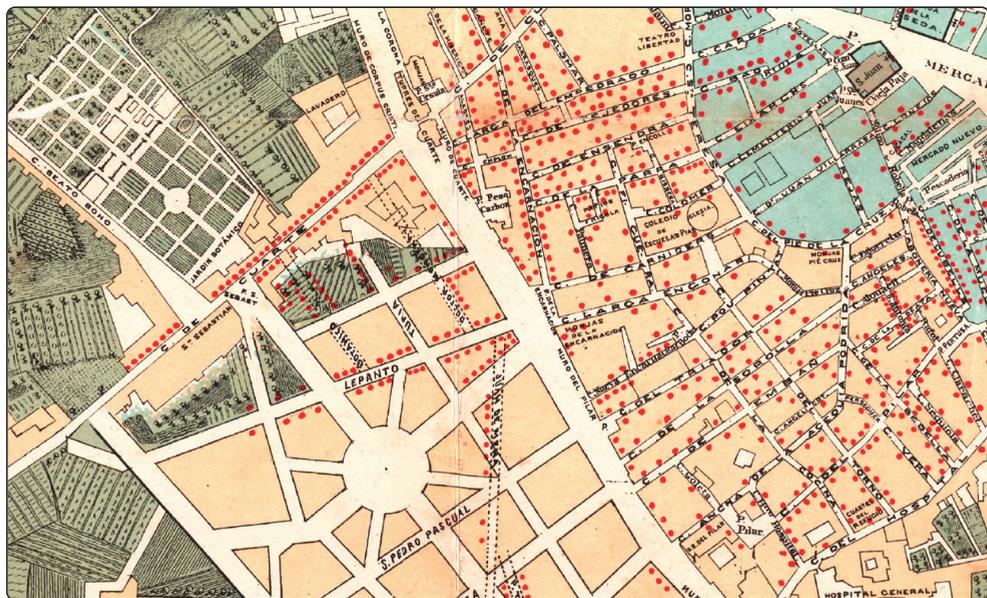
**Figura 1 y 2.** Novilissima Palmaria Civitas”, acuarela anónima del S.XVIII, Sociedad Cosmológica. Santa Cruz de La Palma; Descrittione et historia del regno de l’isole Canarie gia dette le Fortvnate. Santa Cruz de La Palma, Leonardo Torriani, 1592



**Figura 3.** Detalle del Valentia edetanorum aliis contestanorum, vulgo del Cid. Ichnographice delineata a Dre. Thoma Vincentio Tosca Congreg. Oratorij Presbytero. Anno 1704.

Su misión era doble: por un lado, eran documentos necesarios para la defensa militar de las plazas y por otro, servían para planificar los crecimientos y disponer de incipientes catastros para el pago de impuestos o simple inventario de bienes. La gestión de lo urbano, desde antiguo, ha necesitado de la vinculación entre la representación espacial de la forma urbana y la información asociada a la misma.

Por otro lado, no es tampoco nuevo descubrir el potencial uso que el posicionamiento de los datos, hoy diríamos georreferenciados, ha tenido para la detección de patrones. Más allá del caso del Dr. Johan Snow (1854), pionero de la epidemiología, del que daremos cuenta más adelante, en Valencia se hace una curiosa representación gráfica del proyecto del ensanche de 1858, esta vez en 1886 (Gomez *et al.*, 1886). Como comenta Taberner (2014) el plano presenta la singularidad de situar sobre las calles de la ciudad, de acuerdo con sus domicilios, el total de fallecidos a causa de la epidemia de cólera de 1885. Como se indica al pie del plano “cada punto rojo indica un fallecido por la epidemia” pudiéndose constatar que son los barrios más insalubres los que presentan mayor número de víctimas (Figura 04). Ejemplos pioneros como este, muestran la utilidad que la gestión simultanea de fuentes y posicionamiento espacial han tenido en la administración urbana. Sin embargo, no es menos cierto decir que el uso de instrumentos específicos que generalizaran el uso de datos con capacidad de representación espacial en el urbanismo, es algo relativamente reciente.



**Figura 4.** Detalle del Plano topográfico de la ciudad de Valencia del Cid con la distribución por calles y barrios de la mortalidad colérica. (ca. 1885).



---

En esta misma línea, en los últimos años, ha vuelto a resurgir con fuerza la revisión de los patrones a partir de la arquitectura y el urbanismo paramétrico. El término paramétrico proviene de las matemáticas y se refiere al uso de variables que permiten manipular o alterar el resultado final de una ecuación o sistema. A partir del parámetro, una determinada circunstancia puede entenderse o situarse en perspectiva. Así, se denomina diseño paramétrico a un proceso de diseño basado en un esquema de algoritmos, que permite expresar parámetros y reglas que definen, codifican y aclaran la relación entre los requerimientos del diseño y el diseño resultante (Jabi, 2013). De esta forma el urbanismo paramétrico, es aquel basado en patrones o rutinas de crecimiento y evolución predefinidas, que pueden combinarse y adaptarse de manera lógica a cada una de las geometrías que se propongan. Esto facilita la exploración de múltiples alternativas en 3D, generando todo un rango de posibles soluciones. En tal sentido, la aplicación de estas técnicas de base SIG permiten reducir esfuerzos, eliminando tareas repetitivas para valorar diferentes escenarios (Temes y Moya, 2019). La emergencia de las técnicas de Modelado de Información de la Edificación (BIM) ha impulsado también el interés por la búsqueda de una adecuada integración con los SIG, lo que permite transitar entre escalas en apariencia muy distantes, así como gestionar la información de carácter urbano y arquitectónica a la vez.

Si bien los Sistemas de Información Geográfica (SIG) fueron desarrollado a finales de los sesenta, al principio muy pocos departamentos de planificación y urbanismo hicieron uso de ellos por el prohibitivo costo de los hardware y la limitada capacidad de los softwares (Yeh A G-O, 1999). Con el descenso de precios y el mayor desarrollo de la informática, el uso del SIG emerge en el urbanismo en los años noventa. Treinta años después se ha avanzado mucho, tanto en la mejora de los softwares de apoyo como en el uso de los SIG en el campo del urbanismo, si bien no podemos decir que se trate de un empleo generalizado ni frecuente. Rota la inercia tecnológica, el obstáculo mayor que ha lastrado durante estos años el empleo más extendido de los SIG ha sido la dificultad de contar con datos y fuentes de información libres y adaptadas para el usos o implementación con estas herramientas. Sin embargo, en los últimos 10 años, gracias entre otras cosas al nuevo marco de referencia europea establecido por la iniciativa INSPIRE (2007), dicho escollo parece haberse salvado en la mayor parte de las administraciones públicas con competencias en la ciudad, disponiendo hoy de repositorios libres con información de interés para la planificación urbana. Este importante avance, junto con la generalización en el uso de cartografías, tanto por personas expertas como por otros ciudadanos, hace pensar en una proyección positiva en el uso de los SIG en los próximos años en este campo (Temes, 2020).

Quisiéramos agradecer a la Editorial Ra-Ma ([www.ra-ma.es](http://www.ra-ma.es)) la confianza depositada en nosotros para la redacción de este manual práctico. Ese agradecimiento

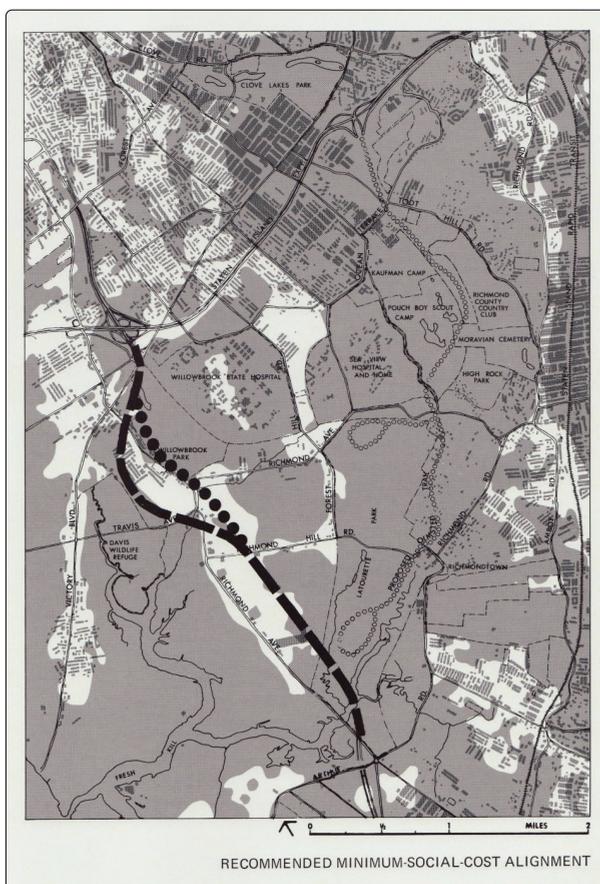
se hace extensivo a la Universitat Politècnica de València y más concretamente al Departamento de Urbanismo, donde desarrollamos a diario nuestra docencia e investigación.

Especialmente queremos destacar la ayuda prestada por Ruth De León Rodríguez, Beatriz Martín Guillén y Beatriz Menéndez Pulido en el proceso de preparación y revisión de este libro. También queremos agradecer el apoyo del Máster en Sistemas de Información Geográfica aplicadas a la Ordenación del Territorio, el Urbanismo y el Paisaje ([www.cursosigupv.es](http://www.cursosigupv.es)), que tras 8 ediciones se ha consolidado, al menos en el panorama nacional, como una formación de postgrado especializada que pone su acento en la vinculación entre los SIG y el urbanismo. A todos los alumnos, compañeros y profesores que de una u otra manera han impulsado, estimulado y facilitado esta línea de trabajo basada en el uso de los SIG y sus aplicaciones en el campo del urbanismo, gracias.

*Valencia, noviembre 2020*

Rafael Temes y Alfonso Moya

# INTRODUCCIÓN SOBRE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



Superposición de factores sociales y medioambientales: Ruta recomendada. Fuente: McHarg, (2020)

## 1.1 INTRODUCCIÓN

---

El objetivo de este primer capítulo es el de entender qué es un SIG y para qué se puede utilizar. Así mismo se introduce al lector en las diferencias que existe entre los *softwares* dedicados al dibujo asistido por ordenador (CAD) y los *softwares* SIG. También se ofrece una descripción de los principales *softwares* libres y bajo licencia usados hoy en día para trabajar con SIG. A partir de esta introducción el lector tendrá una primera aproximación que le permitirá, en el Capítulo 2 introducirse al *software QGIS*.

## 1.2 OBJETIVOS COMPETENCIALES

---

Esta primera parte del libro tiene como objetivo realizar un breve resumen y antecedentes sobre los orígenes de los Sistemas de Información Geográfica, sus utilidades en diferentes disciplinas, diferencias con otras herramientas de análisis y principales *softwares* desarrollados para su empleo. El lector será capaz de:

- Explicar qué es un SIG y para que se usa.
- Identificar las diferencia entre un *software* SIG y un *software* CAD.
- Esquematar y explicar para que sirve una IDE.
- Identificar las diferencia entre un archivo ráster y un archivo vectorial.

## 1.3 DESARROLLO DE CONTENIDOS

---

### 1.3.1 ¿Qué es un SIG y para que se usa?

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son, al mismo tiempo, una herramienta tecnológica y una síntesis conceptual producto de varias décadas de desarrollo teórico en cuanto a la forma de mirar, pensar y construir conocimiento acerca de la realidad socio-espacial [Buzai, 2013]. Antes de entrar en la discusión específica de la definición de un SIG de acuerdo con los diferentes autores, parece sensato introducir previamente unos conceptos básicos que nos ayuden a situarnos respecto a dicha definición.

La Tierra, el espacio geográfico, o el lugar donde ocurre algo, pueden ser representados a través de dos grandes componentes. Por un lado, las entidades que se encuentran distribuidas con localizaciones espaciales específicas, y por el otro, los atributos que estas entidades tienen. Las entidades serán normalmente representadas de forma abstracta a partir de una geometría simple (punto, línea o polígono), mientras que los atributos serán los datos e información asociada que queramos

añadir a dicha entidad o que tengamos sobre su naturaleza (superficies, número de plantas, tipo de suelo...).

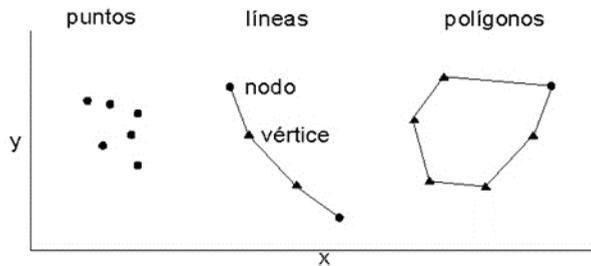


Figura 1.1. Primitivas básicas

A nivel informático, esta situación se resuelve mediante la creación de bases de datos gráficas que gestionan formas, y bases de datos alfanuméricas que gestionan datos. Sin embargo, como dice Buzai [2013], tuvo que pasar mucho tiempo para que los trabajos realizados con cada una de ellas se integraran. Normalmente, quienes trabajaban con las formas, lo hacían con *software* de diseño y dibujo (p.ej. *AutoCAD*, *Adobe Illustrator*), y quienes se interesaban por los atributos, lo hacían con bases de datos, hojas de cálculo o programas de análisis estadístico (p.ej. *Access*, *Excel*, *SSPS*). Los SIG ingresaron en este panorama informático para actuar de nexo entre ambas formas de sistematización de datos. La finalidad de un SIG, entonces, es la de combinar las bases de datos gráficas (cartografía digital con la localización de cada entidad) con las bases de datos alfanuméricas (atributos textuales y numéricos medidos en cada unidad espacial) para representarlos dentro de un sistema de coordenadas geográficas y realizar un tratamiento espacial de los datos a fin de obtener información significativa.

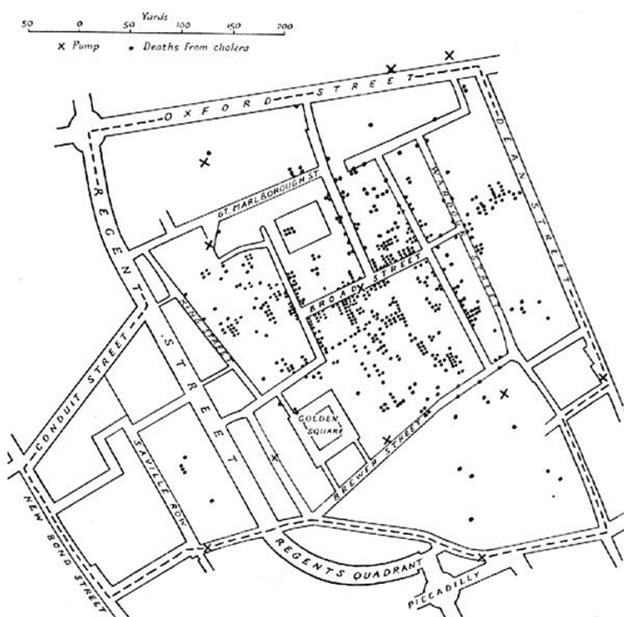
A partir de aquí, hay muchas definiciones que tratan de concretar lo que es un SIG, prestando atención a su estructura, sus componentes o sus funcionalidades. No es el objetivo de este libro presentar una lista interminable de definiciones acerca de los SIG, más bien, nos interesa identificar algunas de las definiciones que, a nuestro juicio, mejor describen sus características:

- Una de las primeras definiciones dada a mediados de la década de 1960, es la expresada por el geógrafo canadiense Michael Dacey, quien afirma que un sistema de información geográfica es “cualquier cosa que funciona como un mapa, al comunicar geográficamente la información solicitada por los usuarios del sistema” [Dacey, 1970].

- El *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA) de los Estados Unidos, establece la definición: “Un SIG es un sistema de información compuesto por *hardware*, *software* y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación” [1990].
- El Departamento de Medioambiente Británico indica que: “Un SIG es un sistema para capturar, almacenar, validar, integrar, manipular, analizar y representar datos referenciados sobre la Tierra” [1987].
- El profesor Bosque Sendra [1997] lo define como “un sistema de *hardware*, *software*, datos y usuarios que permite capturar, almacenar, desplegar, cartografiar, analizar, etc. información geográfica y con ello ayudar a la toma de decisiones”.
- “Una base de datos especializada que contiene objetos geométricos” [Cebrián, 1992].
- Por su parte, el profesor Antonio Moreno [2008] nos dice que, “en sentido restringido, se identifica con frecuencia a los SIG como unos programas de ordenador. En realidad, un sistema tal, capaz de dar el servicio que se espera de él, debe conjugar cuatro componentes: una serie de dispositivos (máquinas electrónicas), unos programas (SIG), un conjunto de datos geográficos (la base de datos espaciales) y unos expertos en el manejo de los tres elementos previos”.
- Según el profesor Ángel Felicísimo [1994], “un SIG es un sistema de gestión de base de datos con herramientas específicas para el manejo de información espacial y sus propiedades. Los tipos de propiedades que un SIG debe poder analizar, tanto independiente como conjuntamente, son tres: métricas, topológicas y atributivas”.

### 1.3.2 Una breve historia del SIG

Es frecuente aludir, cuando hablamos de los orígenes de los SIG, al caso del pionero de la epidemiología, el Dr. John Snow, quien, en 1854, proporcionó un primer ejemplo de lo que podríamos llamar el ‘protoSIG’: a partir del levantamiento y cartografía de las incidencias de los casos de cólera en un mapa del distrito de Soho en Londres, Snow localizó con precisión un pozo de agua contaminado como fuente causante del brote.



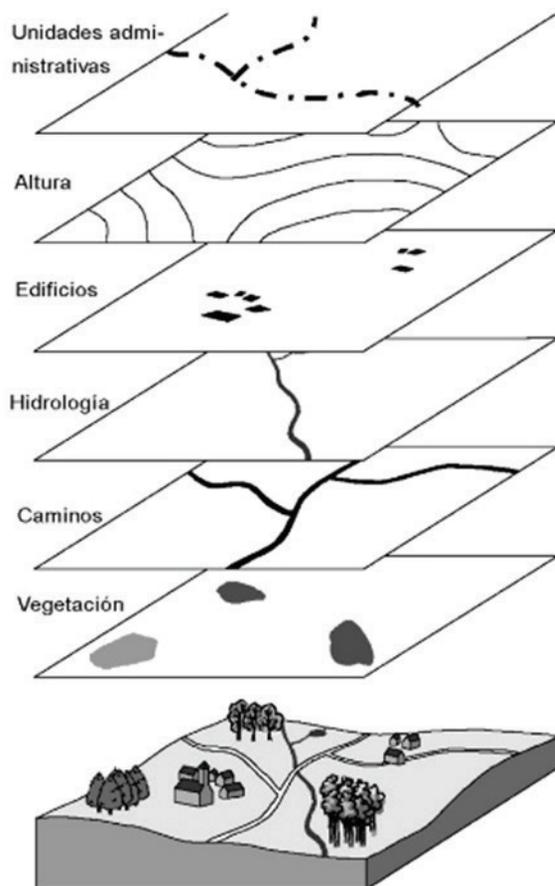
**Figura 1.2.** Los puntos muestran la localización de las personas afectadas por beber agua de los pozos (cruces). Casos de cólera (1854 Londres). Mapa original (Dr. John Snow 1813-1858).

Si bien esto podríamos entenderlo como una de las primeras aplicaciones que demuestra la utilidad de los SIG, si se trata de autoría sobre el primer SIG, se suele aludir a Roger Tomlinson, quien, en Canadá, a principios de los 60, en el Departamento Federal de Energía y Recursos, desarrolló un sistema denominado CGIS (*Canadian Geographical Information Systems*) que tenía como objetivo manejar los datos geográficos de Canadá y realizar análisis sobre el suelo rural. En ese momento se acuña el término SIG y Tomlinson es conocido como el ‘padre del SIG’.

Como apunta Pérez Navarro [2011], más tarde, Howard Fisher, un arquitecto norteamericano, empezó a trabajar con sistemas de mapas informatizados y estableció el primer Laboratorio de Gráficos Informatizados y Análisis Espacial en la Universidad de Harvard. En 1969, dos estudiantes de ese laboratorio de Harvard (Jack Dangermond y su esposa), formaron la empresa ESRI, dando paso a una de las mayores compañías de desarrollo de tecnología SIG.

En esa misma década los trabajos del arquitecto Ian McHarg anticipan una forma de operar con los datos geográficos que más adelante va a convertirse en una constante del trabajo dentro de los SIG: la técnica del *over layer* o superposición de cartografías temáticas (*Mapping Overlay System*), que constituirá uno de los análisis

clásicos habitualmente empleados, y que McHarg definía a partir del principio de las 4 M de la superposición de capas: *Measurement*, *Mapping*, *Monitoring* and *Modeling*. Con su innovador libro “*Design with Nature*” [1969] planteará, a partir de varios casos, una metodología original para el análisis del medio ambiente que será la base de muchas de las técnicas de valoración de impactos ambientales.



**Figura 1.3.** Esquema de superposición de capas de información básico en los análisis SIG. Fuente: Sastre, (2010)

Es a partir de los años 80 cuando se produce, con el abaratamiento de los ordenadores, el despliegue de los SIG. Como comenta Pérez Navarro [2011], los primeros clientes serán empresas forestales y relacionadas con el medio ambiente, para luego ir extendiéndose a otros campos como el urbanismo, la planificación, etc. Desde aquí hasta la actualidad, el fuerte desarrollo de las tecnologías de la información

no ha hecho más que ir dando mayor protagonismo a estos sistemas, gracias a la gran demanda desde diferentes campos de uso de información georreferenciada y gestión de grandes cantidades de datos y atributos. En pocas palabras, y como resumen, el campo de los SIG ha recorrido sucesivas etapas hasta nuestros días (Figura 1.4), evolucionando muy rápidamente ante la influencia de numerosos factores externos:

- La evolución del SIG como disciplina: Cómo ha cambiado la presencia social de los SIG y su relación con otras disciplinas científicas, tanto influenciándolas como siendo influenciado por ellas.
- La evolución de la tecnología: Cómo ha variado el *software* SIG, así como los ordenadores, periféricos y elementos informáticos de los que depende para su funcionamiento.
- La evolución de los datos: Cómo ha cambiado la generación de datos, su almacenamiento, y cómo esto ha condicionado el desarrollo de nuevas soluciones para su manejo.
- La evolución de las técnicas y formulaciones: Desde los elementos básicos de la cartografía cuantitativa, cómo se han desarrollado nuevos conceptos, enfoques, teorías o ramas de conocimiento de nueva aparición, que han dejado su huella en la evolución de los SIG.

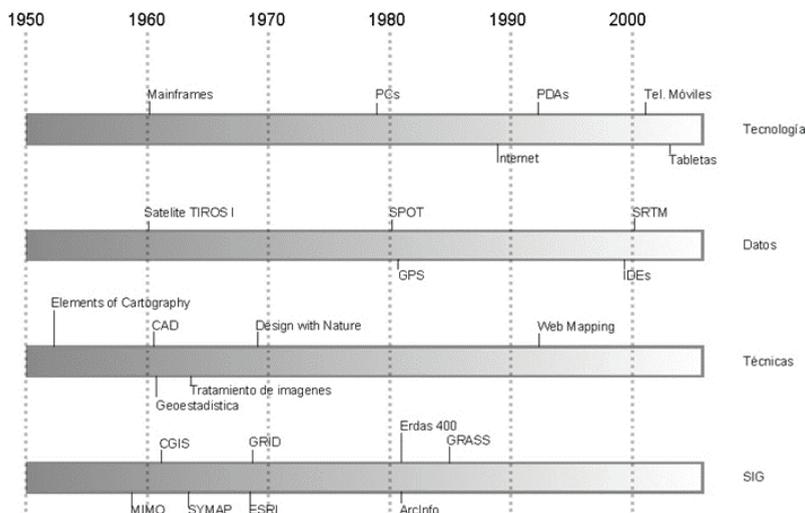


Figura 1.4. Esquema temporal de evolución de los SIG. Fuente: Olaya (2020)

### 1.3.3 Aplicaciones profesionales de los SIG

La realidad es que los SIG, como herramienta de análisis y gestión de datos, constituye un potente instrumento al servicio de prácticamente cualquier profesional. Hoy en día posiblemente más del 70% de la información que manejamos en cualquier disciplina tiene un posicionamiento espacial y, por tanto, el lugar donde ocurre constituye una variable imprescindible en el análisis de la información. Es por ello que no es abarcable contestar de manera exhaustiva al título de este apartado. Sin embargo, podemos centrarnos en algunos de los campos profesionales donde los SIG han ido teniendo a lo largo del tiempo una mejor acogida, y se han demostrado como herramienta imprescindible en la gestión de sus fuentes de información.

Si bien los principios de los SIG no fueron fáciles, al considerarse éstos como un mero espejismo tecnológico [Buzai, 2013; Ruiz Almar, 2010], lo cierto es que los debates producidos sobre todo en las décadas de los 80 y los 90, fueron consolidando el paradigma geotecnológico producto de una *revolución teórica* y una *revolución intelectual* [Buzai y Baxendale, 2006]. Ahora bien, su potente impulso no se limitó al campo de la geografía, sino que ha contribuido y se ha integrado en muchas otras disciplinas, convirtiéndose en una herramienta interdisciplinar. Veamos algunas de ellas:

#### 1.3.3.1 GEOGRAFÍA

Como apunta Buzai [2013], en el ámbito de la geografía como ciencia, se están produciendo, al mismo tiempo, una revolución teórica y una revolución intelectual. La primera revolución se encuentra relacionada con nuevos procedimientos metodológicos y técnicos para el tratamiento de datos espaciales; y la segunda, con la forma de pensar la realidad en apoyo a un mayor desarrollo del pensamiento espacial de las nuevas generaciones. En ambas revoluciones los SIG tienen un papel protagonista. En realidad, el pensamiento geográfico ha ido evolucionado encontrando tres hitos en cuanto a las construcciones teóricas fundamentales que hoy identificamos en el interior de los SIG [Buzai, 2013]. Por un lado, a finales de los 30, aparece una postura racionalista como postura de actualización de la geografía tradicional de vertiente regional. A mediados de 1950, se promueve un gran apoyo a las ciencias fisicomatemáticas y éstas impactan en la geografía: es el momento de la aparición de la llamada geografía cuantitativa. A inicios de la década de 1980, surge una nueva perspectiva basada en la automatización digital de los procedimientos geográficos, denominada geografía automatizada. En esta evolución, los SIG han encontrado un papel protagonista en la última etapa: estudios de carácter territorial, valoración de impactos, evolución de la naturaleza y usos en el territorio, etc., son algunos de los diversos trabajos desarrollados desde la geografía, donde estas herramientas se convierten en instrumentos imprescindibles.

### 1.3.3.2 CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES

De la misma manera que en algunas disciplinas preocupadas por el territorio, propiamente dicho, como objeto de estudio, los SIG se ofrecen como un instrumento válido para trabajar con la componente espacial, en otras, como es el caso de las ciencias sociales y humanidades, el acento se pone en los sucesos o acontecimientos que ocurren en un determinado lugar. También aquí la vinculación de lo que sucede y dónde sucede, requiere de instrumentos que permitan una gestión simultánea. Los SIG constituyen una vez más una herramienta útil para este tipo de análisis.

Dentro de este grupo en el que se encuadran diversas disciplinas (historia, demografía, lingüística, turismo, arqueología, ...) hemos seleccionado dos en las que hemos detectado un uso más intenso de los SIG en los últimos años:

#### ▀ Arqueología

En el campo de la arqueología, como comentan Zamora y Baena [2010], el empleo de los SIG se ha visto enormemente facilitado por el desarrollo previo de lo que se ha venido a llamar “*New Archaeology*”, o “Nueva Arqueología”, corriente de la que se nutre la arqueología espacial. A partir de ahí, nuevos planteamientos teóricos han venido a validar o cuestionar, según el caso, la forma y posibilidades que estas herramientas y su aplicación tienen dentro de estos estudios. En la práctica, entre las aplicaciones más comunes, tenemos la gestión y documentación del patrimonio arqueológico, los modelos predictivos, los estudios territoriales o de paisaje dirigidos a la identificación de patrones de asentamiento y posibilidades de explotación de los recursos del medio natural, o los análisis de visibilidad y rutas óptimas.

#### ▀ Turismo

En el campo del turismo las posibilidades de los SIG son también amplias, pues no en vano el turismo es una actividad cuyo desarrollo sólo puede entenderse asociado a un lugar. La planificación turística requiere mucha recolección y procesamiento de datos espaciales, en los que los SIG y las tecnologías compatibles con ellos pueden aportar calidad, seguridad y eficiencia en el funcionamiento de dicha industria. Algunas oportunidades de aplicación de SIG pueden deducirse de los trabajos de Farsari y Prastacos [2004] en los que encontramos inventarios de recursos turísticos, impacto del turismo sobre el territorio o los destinos de ocio, detección de patrones, localización de rutas o zonas con especial valor para el turismo, y análisis sobre la obsolescencia de los destinos turísticos maduros.

### 1.3.3.3 ARQUITECTURA E INGENIERÍA

En el caso de la arquitectura y la ingeniería, disciplinas con una estructural base espacial, los SIG han encontrado un espacio propio para el impulso y desarrollo de los trabajos más habituales dentro de estas profesiones. La representación científica de las formas del territorio ha visto acrecentar su capacidad y precisión de manera espectacular en las últimas décadas, al hilo del desarrollo de la tecnología informática, de los sistemas de posicionamiento geográfico y de la capacidad de adquisición de datos mediante técnicas cada vez más sofisticadas. Como ya dijimos en una publicación anterior [Temes, Moya y Giménez, 2008] hoy parecería más posible que nunca, aquella paradoja borgiana que nos relataba la calamidad de los topógrafos de un imaginario reino que, en su afán de exactitud y servicio, llegaban a representar a escala uno es a uno el territorio.

Sin embargo, la incorporación al uso de los SIG desde la ingeniería y desde la arquitectura no ha sido tan vanguardista como en otras disciplinas. Ello contrasta con el hecho de que uno de los considerados padres de los SIG, Ian MacHarg, era arquitecto y fue el fundador de departamento de Arquitectura del Paisaje de la Universidad de Pensilvania. La realidad es que, como comenta la profesora García Almirall [2011], hoy por hoy, las administraciones, especialmente las locales encargadas de la gestión de las ciudades, generan un importante volumen de información casi en su totalidad con referencia a su territorio: unas bases de información sobre la población (padrón), el territorio (licencias de obra, planeamiento urbanístico, infraestructura viaria, redes alumbrado, equipamientos...) y su economía (Impuesto de Actividades Económicas, Impuesto de Bienes Inmuebles, etc.). Desde el momento en que un ayuntamiento dispone de una base gráfica digital, posee un denominador común de los datos anteriormente mencionados. Los SIG aportan, indudablemente, por su capacidad de análisis y manejo de datos, un conocimiento exhaustivo de la ciudad y su funcionamiento: una información valiosa en la planificación y gestión de los procesos de transformación urbana; una manera más precisa de conocer el estado del municipio en tiempo real y visualizar sus cambios [Temes y Moya, 2019].

Para mostrar las aplicaciones más destacadas que hoy los SIG tienen en el campo del urbanismo, la gestión urbana, la ordenación territorial y el planeamiento, podemos hacer una síntesis a partir de dos clasificaciones. Por un lado, emplearemos la clasificación que propone García Almirall, fruto de la experiencia de trabajo en el CPSV, centro de prestigio y pionero en España en el uso de los SIG para el análisis urbano. Por otro lado, nuestra propia experiencia desde el Departamento de Urbanismo de la *Universitat Politècnica de València* (UPV) en torno al Grupo de Investigación “*VlcUrbanBigData*” nos permite establecer una clasificación complementaria. A partir de ambas, proponemos de forma sintética 8 campos temáticos que pueden resumir las áreas que consideramos con mayor potencial en el uso de los SIG dentro de estas disciplinas [Temes, 2020]

- Estudios de caracterización y análisis urbanos en SIG, donde se plantean métodos integrados de estudio geoespacial de la ciudad incorporando datos sociales, económicos y urbanos, sobre la base de cartografías urbanas, mapas con datos elaborados del catastro y bases de datos municipales, entre otras. Cálculo de indicadores y valoración del comportamiento según los índices establecidos.
- Estudios encaminados a la gestión de información urbanística municipal: el inventario y gestión de patrimonios de suelo, su potencial edificable, de vivienda, así como los procesos de gestión de suelo y la representación tridimensional [Temes y Moya, 2019].
- Estudios y análisis sobre el potencial de renovación urbana, estado de conservación y/o grados de obsolescencia de los distintos tejidos de la ciudad.
- Estudios de valoración e integración paisajística, muy frecuentes por su naturaleza territorial.
- Estudios de sistematización en SIG del inventario y catálogo de protección de patrimonio edificado.
- Análisis de aptitud territorial para la acogida de determinadas actividades, como paso previo para la toma de decisiones en la ordenación territorial o planificación.
- Desarrollo de aplicaciones móviles (App) en las que el posicionamiento de variables en los entornos urbanos resulta útil para mejorar la calidad de vida, informar de forma más precisa o permitir tomar decisiones de manera más efectiva.
- Estudios de movilidad y de redes de transporte dentro de los entornos urbanos.



**Figura 1.5.** Evolución urbana de la ciudad de Valencia. 1944-1972. Fuente: R Temes (2007)

### 1.3.4 La diferencia entre un SIG y un CAD

Entre los técnicos y profesionales que tienen su campo de trabajo principalmente sobre el territorio y las ciudades, suele ser más frecuente y extendido el uso y conocimiento del *software* CAD (*Computer-Aided Design*, diseño asistido por ordenador) que del *software* SIG. Cuando se viene de este conocimiento inicial, suele caerse en el error de pensar que un SIG es un CAD avanzado, o un *software* que permite hacer salidas gráficas más rápidas y eficaces; pero la realidad es que hay notables diferencias.

Las aplicaciones CAD nos permiten dibujar con mucha precisión diferentes elementos tanto del mundo industrial, como de la ingeniería civil o de la arquitectura. Es frecuente, en este último caso, el empleo de *software* CAD en el dibujo de los planos necesarios para la construcción de un edificio o, por parte de diseñadores industriales, para la definición de piezas o prototipos. Se puede trabajar con *software* CAD tanto de forma bidimensional como tridimensional y, en su momento, supusieron una verdadera revolución en los procesos gráficos de representación de modelos. Según Almazán et al. [2009]) y Olaya [2020], las principales diferencias entre los SIG y el *software* CAD se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El objeto del SIG es reflejar la realidad, mientras que el del CAD es diseñar algo que no existe todavía.
- La creación es el elemento fundamental en el CAD, mientras que el estudio de una realidad ya creada constituye la base del SIG.
- El almacenamiento de datos es diferente debido al distinto enfoque. En los SIG se da mayor peso a la gestión de los datos, mientras que en el CAD la parte visual es preponderante, y el almacenamiento así lo refleja. Un dato SIG se almacena como un dato geográfico complejo, mientras que en un CAD se almacena básicamente como un “dibujo”, pues es ese el enfoque fundamental de trabajo.
- El volumen de datos en un SIG es de órdenes de magnitud mayor, y ello implica una gestión de datos distinta y unas necesidades más elevadas en ese sentido.
- La escala de trabajo también alcanza dimensiones mayores, ya que, mientras que con ambas herramientas puede trabajarse en una extensión limitada, un CAD no está pensado para gestionar datos de una superficie como la de un país, un continente o el planeta entero.

- **Línea:** Se define como el conjunto de pares de coordenadas ordenados que representan la forma de entidades geográficas suficientemente finas para ser visualizadas como superficies a la escala dada (curvas de nivel, ejes de calles o ríos), o entidades lineales sin área (límites administrativos). Los objetos lineales se representan por una sucesión de puntos donde el ancho del elemento lineal es despreciable respecto a la magnitud de su longitud, con este tipo de objetos se modelan y definen las carreteras, las líneas de transmisión de energía, la red de alcantarillado, etc.
- **Polígono:** Se define como la entidad utilizada para representar superficies. Un polígono se define por las líneas que forman su contorno y por un punto interno que lo identifica. Los polígonos tienen atributos que describen al elemento geográfico que representan. Los objetos de tipo área (polígono) se representan de acuerdo con un conjunto de líneas y puntos cerrados para formar una zona perfectamente definida, a la que se le puede aplicar el concepto de perímetro y longitud. Con este tipo de objeto se modelan las superficies tales como áreas de estudios socioeconómicos de una población, construcciones, etc.

En el caso concreto de los modelos de representación vectorial, hemos de prestar atención a lo que entendemos por la topología. Como afirma Olaya [2020], en términos matemáticos la topología estudia las características de los objetos geométricos que no varían al aplicar una transformación topológica tal como, por ejemplo, una transformación afín. Si tomamos un mapa y lo distorsionamos, los ángulos, las superficies y las distancias se ven afectadas. Sin embargo, otras propiedades tales como la adyacencia entre elementos o las relaciones entre estos se conservan. Por ejemplo, si una ciudad está dentro de una determinada provincia en un determinado mapa, no existe forma de distorsionarla para lograr que se encuentre fuera de la provincia.

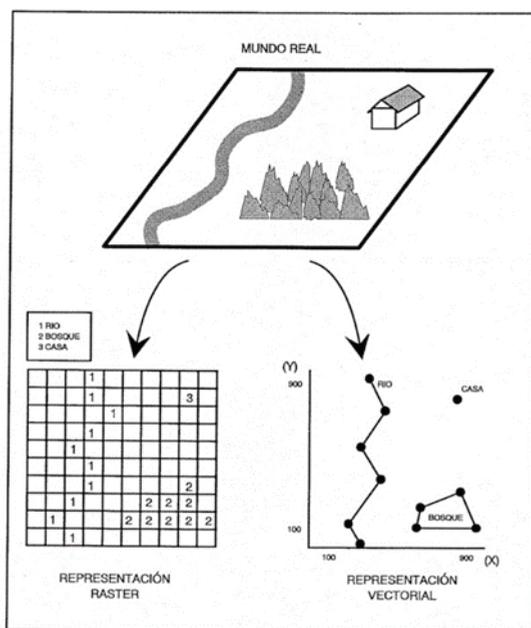
En el ámbito de los SIG, se entiende la topología desde un punto de vista menos estricto y más funcional. En general, se dice que una capa de información tiene topología si en ella se almacenan de algún modo las relaciones entre los distintos elementos que la componen. En caso contrario, la capa es de tipo puramente cartográfico. Disponer de topología en una capa vectorial es de gran importancia a la hora de llevar a cabo ciertos tipos de análisis. Por ejemplo, a la hora de realizar análisis de redes es importante contar con una topología adecuada en la red, que os informa sobre si un tramo se puede recorrer en los dos sentidos o no.

## **Modelo ráster**

En el caso de almacenamiento de los datos en modelo ráster, la información espacial queda distribuida en un conjunto de unidades regulares constituido por

celdillas o píxeles, en forma de mosaico. Este formato, por tanto, cubre la totalidad del espacio y permite obtener valores de forma inmediata para cualquier punto del mismo. Una de la característica principal del modelo ráster es su carácter sistemático. La división del espacio se lleva a cabo de acuerdo con algún patrón, de tal modo que existe una relación implícita entre las celdas, ya que estas son contiguas entre sí, cubren todo el espacio, y no se solapan. Por tanto, la posición de una celda depende de la de las restantes, para así conformar en conjunto toda la malla regular que cumple las anteriores características. Normalmente en el modelo ráster la unidad mínima donde se albergan los datos es el píxel. Igual que en una imagen convencional cada píxel alberga información sobre el color y la suma de los píxeles y su continuidad conforman el mosaico que representa la imagen, en el caso de los modelos ráster para albergar información, en cada píxel existe información sobre una variable concreta que es representativa de su posición geográfica.

Por ejemplo, podemos tener una imagen que cubra la superficie de un municipio, cada píxel representar una dimensión de 10x10 metros y albergar en su interior información sobre la altura del terreno. En este último ejemplo la relación 10x10 metros es conocida como tamaño de celda o tamaño de píxel que, en definitiva, expresa la resolución. Un tamaño de celda mayor implica una menor resolución y, por tanto, menos precisión. Esto muestra la importancia de trabajar con capas ráster de un tamaño de celda adecuado para el tipo de análisis o tarea que quiera desarrollarse.



**Figura 1.7.** Esquema de archivos ráster y vectorial. Fuente: Sastre (2010)

## Ventajas e inconvenientes entre modelos ráster y modelos vectoriales

Siempre han existido diferencias entre ambos tipos de almacenamiento de datos. Su filosofía, su manera de cubrir la superficie y la forma de identificar los elementos de la realidad son bien distintos en cada caso. Durante mucho tiempo hubo aplicaciones de *software* SIG que sólo manejaban modelos ráster o vectoriales pero que no trabajaban con ambos de forma simultánea. Hoy, la mayoría de los *softwares* estándar, son capaces de utilizar los dos modelos sin problemas. Ahora bien, es cierto que la realización de algunos cálculos es más efectiva al emplear uno u otro modelo de almacenamiento. Tal y como nos sugiere Peña Llopis [2006] y Olaya [2020]:

- **Planteamiento.** Íntimamente ligados con los modelos conceptuales del espacio geográfico, los planteamientos de los modelos de representación ráster y vectorial son diferentes en su naturaleza. El modelo ráster hace más énfasis en aquella característica del espacio que analizamos (qué y cómo), mientras que el modelo vectorial da prioridad a la localización de dicha característica (dónde).
- **Precisión.** El modelo ráster tiene su precisión limitada por el tamaño de celda. Las entidades menores que dicho tamaño de celda no pueden recogerse, y la variación espacial que sucede dentro del espacio de la celda tampoco. Asimismo, existe una imprecisión en las formas. El detalle con el que puede recogerse la forma de una entidad geográfica según el modelo vectorial es, en la práctica, ilimitado, mientras que el perímetro de una entidad geográfica estará compuesto por líneas horizontales o verticales exclusivamente y, además, su longitud y la superficie que encierra serán respectivamente múltiplos del tamaño de celda y el área de dicha celda. Esta es la principal razón por la cual, si el uso principal que se le va a dar a una capa es su representación gráfica, deba optarse por el modelo vectorial.
- **Volumen de almacenamiento.** El número de elementos a almacenar es, en general, muy superior en el caso del modelo ráster. Esto es así debido a que toda la superficie a recoger se divide en las mismas unidades, independientemente de la complejidad de la variable en cada punto o de la necesidad de estudiarla con mayor o menor detalle en unos puntos que en otros. Para variables que se conciben mejor según un modelo conceptual de entidades discretas, el modelo vectorial resulta más adecuado, ya que todas las zonas sin entidades no es necesario registrarlas de modo explícito, mientras que en el modelo ráster éstas deben registrarse de igual modo que aquellas en las que sí existe información relevante.

- **Complejidad.** La regularidad y sistematicidad de las mallas ráster hacen sencillo el implementar algoritmos de análisis, muy especialmente aquellos que implican el uso combinado de varias capas. Cuando estas capas están en formato ráster y existe coincidencia entre sus mallas de celdas, el análisis conjunto de éstas resulta inmediato. Por el contrario, la irregularidad espacial de las capas vectoriales hace que la implementación de los mismos algoritmos sea sumamente más compleja si se trabaja con estas capas. La sencillez de las capas raster, tanto en su concepto como en su implementación, se ve apoyada además por el hecho de que una capa ráster se puede asemejar a una matriz, y por tanto aplicar sobre ella una serie de herramientas y elementos matemáticos en muchos casos bien conocidos y de fácil comprensión.

### 1.3.7 Tipos de operaciones según la naturaleza de los datos

Según el tipo de almacenamiento de los datos (vectorial o ráster), son frecuentes unos tipos de operaciones u otros con las entidades geográficas discretas (vectorial) o continuas (ráster). En el caso de las operaciones vectoriales podemos distinguir dos tipos principalmente:

- Operaciones de atributo.
- Operaciones de distancia/localización.

Entre las operaciones de atributo más destacadas tenemos:

- **Operaciones lógicas:** El álgebra booleana utiliza operaciones lógicas del tipo verdadero o falso (0 ó 1) como resultado de la unión, intersección, negación y exclusión de 2 o más mapas. La aplicación de operaciones lógicas puede realizarse para todos los tipos de datos (booleano, nominal, ordinal, escalar o direccional). Estas relaciones simples con frecuencia se suelen representar visualmente en la forma de diagramas de Venn.
- **Operaciones aritméticas:** Nuevos atributos como resultado de la adición, resta, multiplicación, división, etc. Las operaciones aritméticas pueden ser muy simples o muy complicadas, pero en todos los casos se calcula un nuevo atributo como resultado de datos existentes.

Una de las aplicaciones más importantes de estas operaciones son los métodos de evaluación multicriterio. La evaluación multicriterio se define en términos generales como el conjunto de operaciones espaciales para la adopción de decisiones, teniendo en consideración simultáneamente varios criterios o condicionantes [Barredo, 1996]. En una evaluación multicriterio se realiza, por tanto, la combinación de una serie de requisitos o características que sirven de base para la

- 
- **Shapefile (.shp):** Es sin duda el formato más extendido y popular a pesar de que es un formato propietario de ESRI. Es extraño encontrar un *software SIG* incapaz de leer dicho formato. Podríamos decir que, en paralelo al mundo CAD, sería equivalente a .dwg, que es propiedad de Autodesk. Realmente al hablar de *shapefile* (.shp) deberíamos siempre hacerlo en plural, pues un *shapefile* se compone de varios archivos que un cliente *SIG* lee como uno único. El mínimo requerido es de tres: el .shp almacena las entidades geométricas, el .shx almacena el índice de las entidades geométricas, y el .dbf es la base de datos, en formato *dBASE*. Opcionalmente puede tener un .prj, .sbn, .sbx, .fbn, .fbx, .ain, .aih, .shp.xml.
    - **.shp:** Archivo ESRI que representa la geometría de la entidad. Cada archivo de forma tiene su propio archivo .shp que puede representar puntos, líneas y polígonos en un mapa.
    - **.shx:** Archivo ESRI y de AutoCAD. Es un archivo de índice para buscar la información para su representación.
    - **.dbf:** Archivo de base de datos estándar utilizado para almacenar los datos de atributos y los ID de objeto. Estos archivos se pueden abrir en Microsoft Access o Excel.
    - **.prj:** Este fichero contiene los metadatos asociados con los archivos de forma de coordenadas y el sistema de proyección. Si no existe este archivo, aparecerá el error “sistema de coordenadas desconocido”. Para solucionar este error, la función “definir proyección” genera archivos .prj.
    - **.xml:** Este fichero contiene los metadatos asociados con el archivo de formas. Eliminar este archivo, supone eliminar esencialmente los metadatos. Este tipo de archivo (.xml) se puede abrir y editar en cualquier editor de texto.
    - **.sbn:** Archivo de índice espacial que optimiza las consultas espaciales. Este tipo de archivo se guarda junto con un archivo .sbx. Estos dos archivos conforman un índice que sirve para acelerar las consultas espaciales.
    - **.sbx:** Similar a .sbn, este tipo de archivo acelera los tiempos de carga. Funciona con archivos .sbn para optimizar las consultas espaciales.
  - **DWG/DXF/DGN.** Los archivos .dwg son propietarios de Autodesk y se ha convertido en el estándar de los formatos CAD. Para exportar y facilitar la lectura por otros programas se utilizó un archivo de intercambio: el DXF (*Drawing eXchange File*). Los archivos .dgn son la competencia del formato .dwg de Autodesk. DGN es el nombre que se utiliza para

- **CSV/GeoCSV:** Los archivos CSV (del inglés *comma-separated values*) son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas (o punto y coma según el país) y las filas por saltos de línea. Los campos que contengan una coma, un salto de línea o una comilla doble deben ser encerrados entre comillas dobles. Los servicios para publicar mapas en la nube están admitiendo cada vez más los archivos CSV para crear información espacial y representar su geometría. La ventaja es que estos ficheros ocupan poco espacio y es fácil compartirlos. Al igual que el *shapefile*, puede tener archivos auxiliares como CSVT, PRJ, CSVZ, lo que puede ser una desventaja para este nuevo formato, así como que solo almacene una capa por archivo o que no sea apto para grandes conjuntos de datos.

### 1.3.9 Diferentes programas SIG. Comparativa con QGIS

En los últimos años muchos son los *softwares* SIG que han ido apareciendo en el mercado y que permiten realizar análisis de datos alfanuméricos asociados a una componente espacial y/o realizar operaciones sobre imágenes existentes. La diferencia principal entre ellos es su condición de *software* libres (no pago por licencia) y *software* propietario (pago por licencia). Más allá de esta importante distinción y basándonos en una encuesta realizada hace unos años desde la web *GIS Geography* (<http://gisgeography.com/>) a profesionales, usuarios e investigadores que empleaban herramientas *SIG* para sus trabajos habituales, hemos hecho una clasificación más reducida. De la encuesta original basada en el análisis de 30 *softwares* (<http://gisgeography.com/mapping-out-gis-software-landscape/>), hemos hecho una relación de los 6 que en el entorno latino tienen una mejor respuesta.

Dicha clasificación se realizó en base a los siguientes criterios de peso:

- El 40% corresponde a los *software* SIG cuyo manejo fue más demandado en listados de ofertas de trabajo.
- El 20% corresponde a los principales *software* SIG empleados en trabajos de investigación y publicaciones.
- El 20% se basó en las búsquedas realizadas en Google acerca de *software* *SIG*, cuantificadas usando *Google Trends*.
- El 20% se basó en los *software* SIG más comentados en los foros ‘*GIS Subreddi*’ y ‘*Gis Stack Exchange*’.

De forma resumida y desatancando aquellos *softwares* que a nuestro juicio son más próximos en el contexto latino hacemos el siguiente extracto:

---

## 2.1 INTRODUCCIÓN

---

Es objeto de este capítulo introductorio tratar de hacer un primer acercamiento práctico al uso de *QGIS*, deteniéndonos en sus herramientas básicas y en las utilidades principales que nos puede ofrecer. Como argumento de acompañamiento a la exposición del entorno de trabajo de *QGIS*, aprenderemos a realizar una cartografía temática y obtendremos una salida impresa de la misma.

---

## 2.2 OBJETIVOS COMPETENCIALES

---

El objetivo de este capítulo es conocer y utilizar el entorno básico del *software SIG*, *Quantum GIS (QGIS)*, para ser capaz de realizar mapas temáticos agregando y seleccionando convenientemente la información, distinguiendo los diferentes sistemas de selección de objetos, y conociendo los distintos sistemas de clasificación de los datos para una correcta representación.

Al final del capítulo el lector cuenta con un breve ejercicio de autoevaluación para poder comprobar si ha retenido las principales ideas expuestas en la sección, así como un apartado de recordatorio y de recursos complementarios donde poder profundizar más sobre lo tratado.

---

## 2.3 DATOS DE PARTIDA

---

Los ficheros que contienen la información para realizar los ejercicios de ejemplo que se desarrollan en este capítulo se encuentran en la carpeta denominada *CAPÍTULO\_02*, descargable desde la web del libro en [www.ra-ma.es](http://www.ra-ma.es)

---

## 2.4 DESARROLLO DE CONTENIDOS

---

### 2.4.1 Introducción general a Quantum GIS (QGIS)

Lo primero que vamos a ver en este capítulo, es una breve introducción al *software Quantum GIS*, al que llamaremos a partir de ahora por su nombre abreviado *QGIS*, útil no sólo para este capítulo, sino también para los siguientes.

Los lectores de este libro seguro que son conocedores de las posibilidades de las herramientas CAD, sobre todo del uso de *AutoCAD*. Pues bien, *QGIS* es un *software SIG* compatible y complementario plenamente con ese *software*.

Así, *Quantum GIS*, o como ya hemos mencionado antes, *QGIS*, se define como un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre, siendo uno de los primeros ocho proyectos de la Fundación *OSGeo* (*Open Source Geospatial Foundation*), una organización no gubernamental cuya misión es dar soporte y promover el desarrollo colaborativo de tecnologías geoespaciales y datos abiertos.

Las diferencias principales entre un *software* de SIG y un *software* de dibujo como *AutoCAD* son:

- Es un *software* de análisis y no de dibujo.
- Funciona por defecto en modo ‘no edición’.
- Trabaja con mapas y no con planos.



- |  |   |
|--|---|
| • QGIS no es un software de dibujo sino de análisis. | • Autocad no es un software de análisis sino de dibujo. |
| • QGIS funciona por defecto en modo “no edición”.    | • Autocad funciona por defecto en modo “edición”.       |
| • QGIS trabaja con mapas y no con planos.            | • Autocad trabaja con planos y no con mapas.            |

**Figura 2.1.** Diferencias principales entre QGIS y AutoCAD

### 2.4.1.1 ¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE MAPAS Y PLANOS?

Una de las diferencias más significativas entre *QGIS* y un *software* de dibujo como *AutoCAD* es que el primero trabaja con mapas y el segundo con planos. Cuando hablamos de un mapa tenemos en cuenta la curvatura terrestre, y cuando trabajamos con superficies muy grandes como planos territoriales, al pasar esta realidad a una hoja plana, se producen deformaciones. Al trabajar con mapas, *QGIS* se tiene en cuenta esta curvatura, siendo capaz de utilizar múltiples proyecciones cartográficas para representar la realidad.

### 2.4.1.2 ¿CUÁLES SON LAS HERRAMIENTAS BÁSICAS DE QGIS?

Al instalar *QGIS* nos habremos dado cuenta de que existen distintas aplicaciones dentro del *software* y que nos resultarán de utilidad dependiendo del uso que vayamos a darle al programa. Dentro de estas aplicaciones la que vamos a utilizar, y la que nos permite acceder a la mayoría de las funciones principales, es *QGIS*.

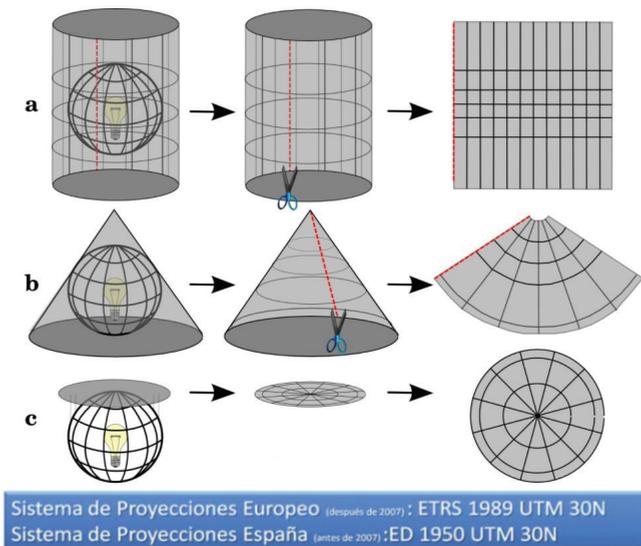


Figura 2.6. Tipos de sistemas de proyecciones. Fuente: QGIS. Documentation

Podemos encontrar diferentes representaciones para un mismo plano dependiendo del sistema de proyección escogido, de tal forma que, a pesar de variar ligeramente en su forma, si hacemos una medición el resultado será el mismo, pues la medición la realizará en proyección.

¿Qué proyección elegir? ¿Cuáles son las proyecciones más utilizadas y difundidas en el mundo?

Sistema de coordenadas	Observaciones
WGS84 Lat Lon	Sistema mundial para dispositivos GPS.
WGS84 Web Mercator ó WGS84 Pseudo-Mercator <sup>1</sup>	Creado por Google a principios 2005 para su Google Maps, es utilizado también por otros principales servicios de cartografía por Internet: OpenStreetMap, Bing Maps, etc. A veces referenciado como 900913 (denominado así inicialmente y de manera no oficial por el proyecto OpenLayers), 41001 (codificado así por OSGeo mientras desarrollaba la especificación Tile Map Service), 3785 (código EPSG obsoleto) o 3587 (de manera equivocada, probablemente por un error de transcripción de EPSG:3857). <sup>2</sup>
UTM ETRS89 29T	Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989 referido al huso 29.
UTM ETRS89 30T	Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989 referido al huso 30.
UTM ETRS89 31T	Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989 referido al huso 31.
UTM ED50 29T	Antiguo sistema geodésico de referencia local español European Datum 1950 referido al huso 29.
UTM ED50 30T	Antiguo sistema geodésico de referencia local español European Datum 1950 referido al huso 30.
UTM ED50 31T	Antiguo sistema geodésico de referencia local español European Datum 1950 referido al huso 31.

Figura 2.7. Códigos EPSG (Sistema de IdentifiCADor de Referencia Espacial) de uso común.

Desde el 29 de agosto de 2007, un Real Decreto regula la adopción en España del sistema de referencia geodésico global ETRS89, sustituyendo al sistema geodésico de referencia regional ED50, oficial hasta entonces en el país y sobre el que actualmente se está compilando toda la cartografía oficial en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares, permitiendo así una completa integración de la cartografía oficial. El sistema UTM ETRS89 viene impuesto por la directiva inspire de 2007, de modo que todos los países de la Unión Europea tienen el mismo sistema de representación y únicamente cambiaremos el uso, dependiendo de la zona cartográfica a estudiar. En el caso de trabajar con cartografía del Archipiélago Canario, el sistema de proyección que empleamos sería RECGAN95 28N.

Otro sistema muy común es WGS84 que utiliza latitud y longitud como coordenadas y es el utilizado por los GPS.

En *QGIS*, para ver rápidamente la proyección en la que estamos trabajando, nos dirigiremos al panel inferior de información. Para poder cambiar esta proyección, haremos doble clic sobre la proyección o desde el menú de “Propiedades del proyecto” en la pestaña “SRC”.

En este proyecto vamos a trabajar con una cartografía de la Comunidad Valenciana, por lo que hemos escogido como sistema de representación ETRS 89 zona 30N.

#### 2.4.4 Diferentes tipos de ficheros

Los formatos principales con los que vamos a trabajar dentro de *QGIS*, y que encontramos en la mayoría de aplicaciones SIG, serán los mostrados en la *Figura 2.9*. Si bien los esenciales de trabajo están en formato vectorial, siendo los más extendidos los *Shapefile*, que, como hemos explicado anteriormente, están formados por múltiples archivos que contienen información relacionada.

##### Vector Data Model

- **Shapefile** (.shp, .shx & .dbf)
- Geography Markup Language **GML** (.gml)
- Personal Geodatabase (.mdb)
- **File Geodatabase** (.gdb)

##### Raster Data Model

- Enhanced Compressed Wavelet **ECW** (.ecw)
- **GeoTIFF** = TIFF file with GeoReference (.tif)
- MultiResolution Seamless Image Database **MrSID** (.sid)
- **JPEG2000** = JPEG file with GeoReference (.jpg)

**Figura 2.8.** Tipos de archivos válidos en entornos SIG

## 2.4.5 Agrupación de datos para su representación

Es muy importante entender el concepto de “Capas” y su funcionamiento para poder utilizar correctamente *QGIS*, ya que, aunque en *AutoCAD* existe también una clasificación por capas, no siguen el mismo funcionamiento.

Así, en *QGIS* el “Panel de capas” se encuentra en una ventana a la izquierda de la interfaz, cuya misión es la de funcionar como una carpeta virtual donde agrupamos la información necesaria (que serán las capas) para nuestro proyecto. En el mismo proyecto podremos tener tantas capas como consideremos oportunas, así como crear “Grupos de capas” para facilitar la navegación a través de nuestro proyecto.

La forma de representar las “Capas” en pantalla es jerárquica, es decir, aparecerán por encima las que están al principio del “Panel de capas” y por debajo lo que esté al final. Es por ello que deberemos de tener cuidado a la hora de ordenar nuestros datos, de la forma que, si ponemos en la parte superior un *Shape* de polígonos, no nos dejará visualizar los *Shapes* que estén por debajo.

Como norma general se ponen arriba del todo los datos que usan como primitiva los puntos, después los que usan líneas, y al final, los que usan polígonos. Si empleamos datos ráster como ortofotos, fotografías aéreas, fotos de satélite, etc., éstas se colocarán en el nivel más bajo de todos.

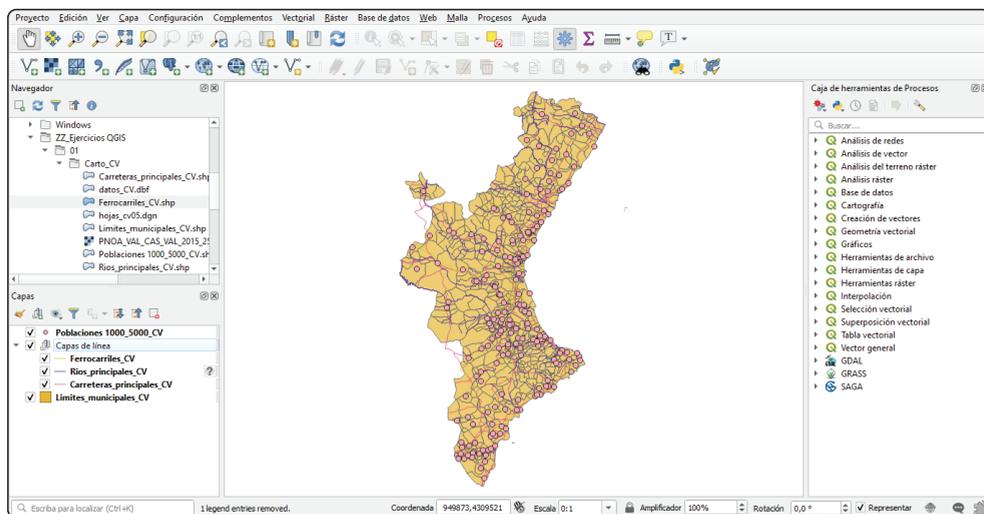


Figura 2.10. Interfaz de QGIS. Panel de capas en la franja izquierda

Por ejemplo, en la imagen anterior hemos introducido una serie de capas en nuestro proyecto y agrupado las capas “Ríos principales CV”, “Carreteras principales CV” y “Ferrocarriles CV” en un grupo llamado “Capas de línea”. Además, para

poder visualizar todos los elementos, hemos colocado la capa de puntos “Poblaciones 1000\_5000” en la parte superior y la capa de polígonos “Límites municipales CV” en la parte más baja del panel. Por otro lado, al agrupar las capas podemos activar y desactivar los datos conjuntamente.

Otro aspecto que nos llama la atención es la representación gráfica o cromática que hace *QGIS* cuando introducimos un dato dentro de su entorno. En principio, el programa le asigna un color por defecto, que además normalmente será distinto y aleatorio cada vez que lo introduzcamos. Luego, podremos personalizar perfectamente su color, relleno, grosor y tipo de línea, etc. Esta información se podrá almacenar y guardar para sesiones futuras.

## 2.4.6 Carga de datos

Al iniciar la aplicación *QGIS* se abre directamente un nuevo proyecto en blanco. Lo primero que tenemos que hacer para crear un mapa nuevo es añadir los datos, que, como hemos dicho anteriormente, se irán cargando en el “Panel de capas”.

Para añadir nuevos datos a nuestro proyecto vamos a utilizar la barra de herramientas “Administrar capas” que encontramos a la izquierda de la interfaz. Anteriormente hemos visto como cargar una capa vectorial. A continuación, añadiremos una nueva capa en formato ráster que se corresponde con una ortofoto de la ciudad de Valencia en formato ECW. Cargamos una imagen en formato ECW, seleccionamos el sistema de coordenadas que queremos utilizar, y aplicamos un zoom extensión a la capa para poder localizarla rápidamente.

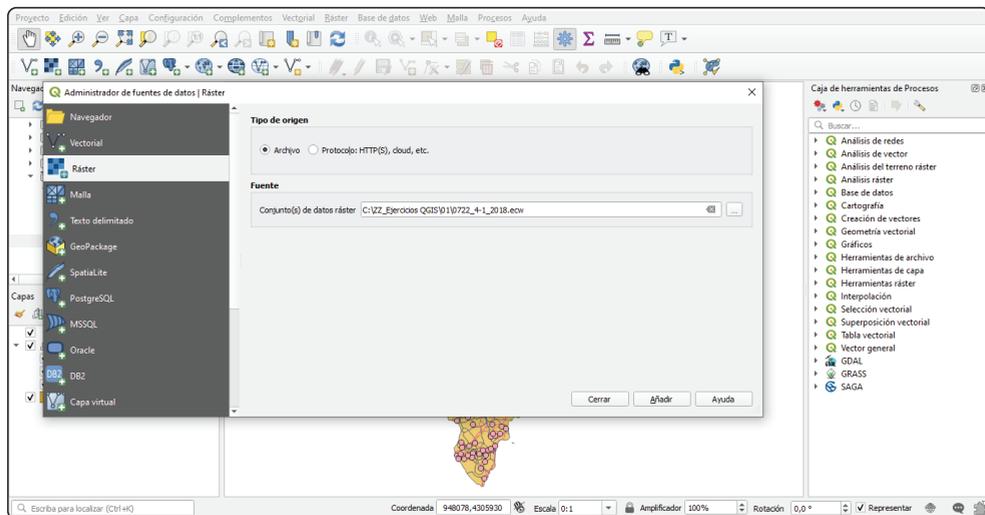


Figura 2.11. Introducir capas según “Administrar capas”.

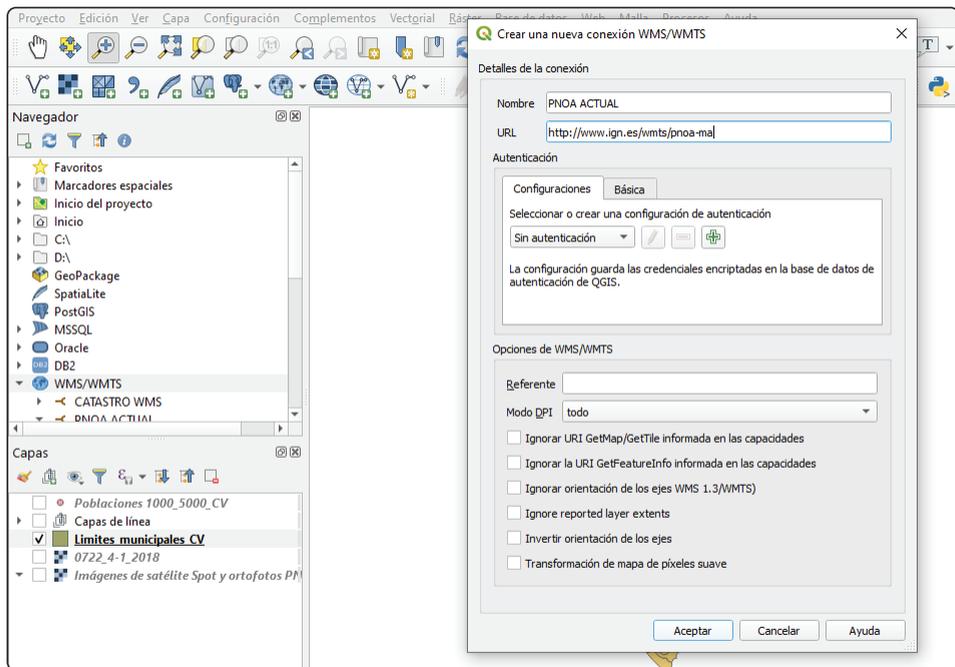


Figura 2.13. Conexión WMTS

Este servicio muestra más o menos detalle dependiendo del zoom que hagamos sobre la capa. Esto nos permite tener toda la cartografía de un área muy grande y a todas las escalas.

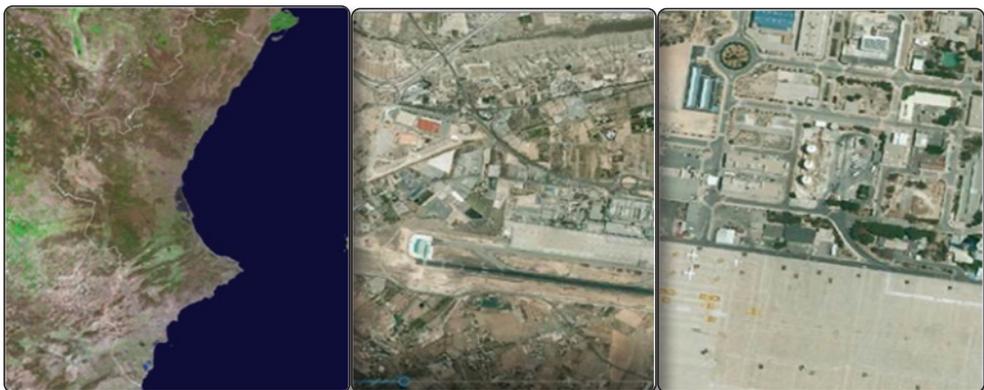


Figura 2.14. Vistas cartográficas según zoom

## 2.4.7 Edición de datos

Como comentamos anteriormente, *QGIS* trabaja por defecto en modo visualización o modo no edición, es decir, al cargar los datos puedo visualizarlos, pero no puedo cambiar, borrar o añadir datos nuevos. Para poder realizar alguno de estos cambios, debemos activar el modo edición. Esto es necesario tanto si queremos modificar o dibujar una nueva geometría, como si cambiamos algún dato de la tabla de atributos. Para conocer un poco más acerca de la edición de datos vamos a realizar un ejemplo a través de la cartografía “Ríos principales CV”, creando un nuevo río y modificando alguna de sus propiedades en la tabla de atributos.

Presionamos con el botón derecho sobre la capa que queremos editar y hacemos clic sobre “Conmutar edición”. Automáticamente, al entrar en modo edición, en el menú superior se han activado una serie de herramientas relacionadas con este proceso y se han activado los vértices de la capa a editar. Es muy importante haber seleccionado previamente la capa que deseamos editar, ya que al entrar en modo edición, no se convierten todas las capas del proyecto en editables.

Para crear una nueva geometría, presionamos sobre “Añadir objeto espacial”, y en este caso, dibujamos la polilínea que forma el nuevo río. Una vez hallamos terminado, hacemos clic con el botón derecho para terminar de dibujar, y a continuación nos aparecerá un menú para completar todos los campos a completar relacionados con la tabla de atributos de la capa.

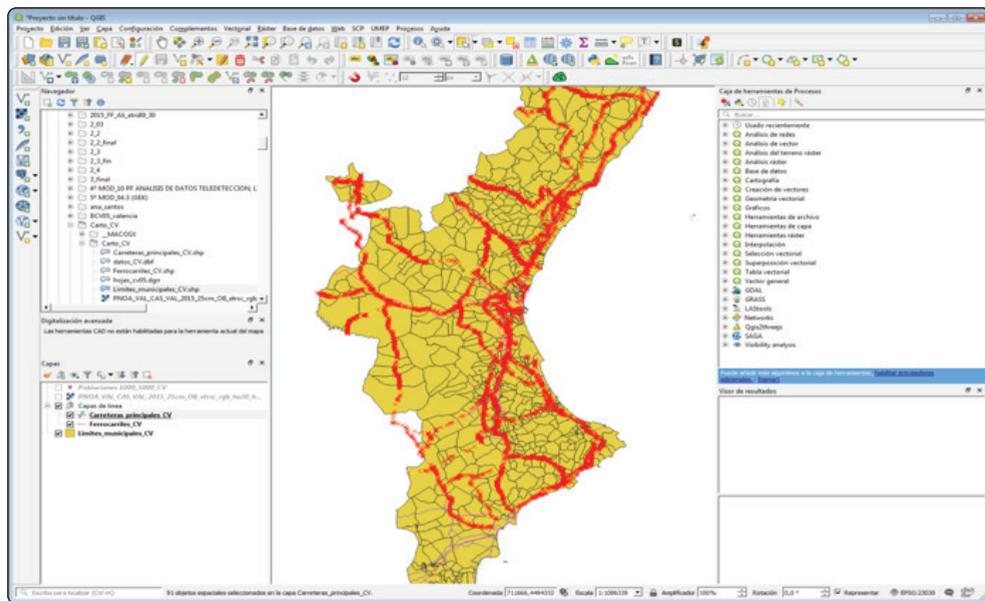


Figura 2.15. Activación de la capa y conmutar edición

Para guardar los cambios tenemos que volver al modo no edición haciendo de nuevo clic sobre “Conmutar edición”. Automáticamente nos pregunta si queremos guardar cambios, a lo que responderemos sí en caso de tener finalizada correctamente la modificación de la cartografía. También podemos modificar el texto de cualquier campo de la tabla de atributos pinchando directamente sobre un campo. En las siguientes figuras se ve la edición de los nodos o vértices.

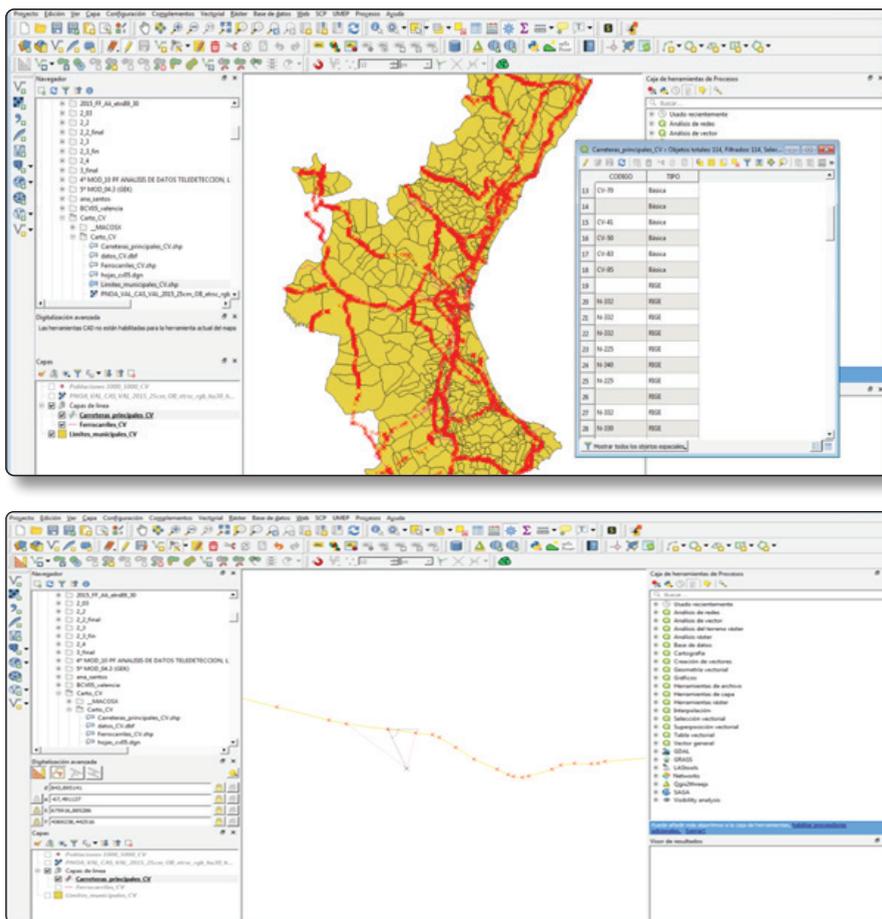


Figura 2.16. Edición de nodos o vértices desde la tabla de atributos.

Para modificar la geometría de cualquier objeto podemos utilizar la “Herramienta de nodos” y mover cualquier vértice de la cartografía. Al finalizar la edición presionamos botón derecho “Conmutar edición” y guardar cambios. Hay que ser cauteloso porque no se puede deshacer la edición. Una vez se han guardado los datos se sobrescribe el archivo y no se puede volver al archivo original. Por ello

A continuación, vamos a ver cómo podemos crear nuevos campos y automatizar la escritura de datos. Para poder cambiar los valores de la Tabla, es decir, los contenidos de textos de las columnas y filas, tenemos que activar previamente el modo edición, pulsando con el botón derecho del ratón sobre el nombre de la Capa, “Conmutar edición”. A continuación, mediante los botones de la parte superior de la Tabla creamos un “Campo nuevo”, y automáticamente aparecerá un cuadro de diálogo donde seleccionar el tipo de campo, de tipo numérico, tipo texto o tipo fecha.

Para este primer ejemplo vamos a crear un campo tipo texto que contenga la información unificada de dos de los campos existentes. Al crear un nuevo campo tipo texto tenemos que definir la longitud del mismo, es decir, el número de caracteres máximo que vamos a utilizar, para este ejercicio seleccionamos 25.

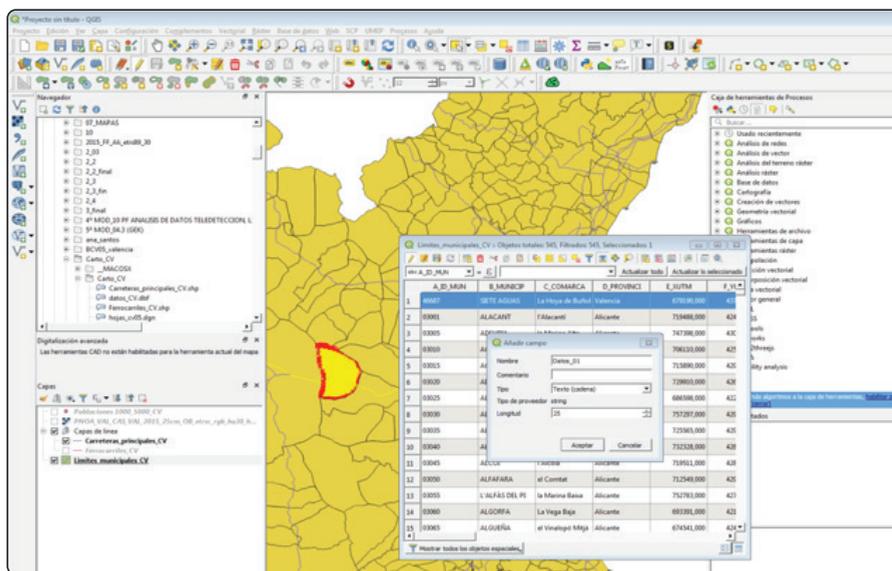


Figura 2.18. Creación de un “campo nuevo”

A continuación, vamos a realizar la operación de automatización que nos va a permitir completar los nuevos campos creados. Para ello presionamos sobre el icono de “Abrir calculadora de campo”. Dentro del menú de la calculadora debemos marcar “Actualizar campo existente” y seleccionar el campo que hemos creado anteriormente. En la parte inferior de la calculadora tenemos tres columnas, en la primera de ellas escribiremos la fórmula que generará los nuevos resultados (el lenguaje de estas fórmulas tiene cierta similitud con las fórmulas de Excel), la columna central alberga tanto funciones que podemos utilizar como información acerca de la capa y en la columna de la derecha encontramos el cuadro de información de cada una de estas funciones.

## 2.4.10 Procesos de simbolización de mapas

Antes de pasar a hablar sobre las formas de representar los datos en *QGIS* es necesario que aclaremos las distintas naturalezas de las variables, atributos o fuentes de información. En la tabla siguiente se muestra de forma resumida:

VARIABLES CUALITATIVAS/ CATEGÓRICAS		VARIABLES CUANTITATIVAS	
Son las variables que expresan distintas cualidades, características o modalidad. Cada modalidad que se presenta se denomina atributo o categoría y la medición consiste en una clasificación de dichos atributos.		Son las variables que se expresan mediante cantidades numéricas.	
Dicotómicas	Politómicas	Variable discreta	Variable continua
Toman dos valores posibles como <i>sí y no</i> , <i>hombre y mujer</i> , etc.	Toman tres o más valores.	Presenta separaciones o interrupciones en la escala de valores que puede tomar, indicando la ausencia de valores entre los distintos valores específicos que la variable pueda asumir, como, por ejemplo, el número de hijos (1, 2, 3, 4, 5).	Puede adquirir cualquier valor dentro de un intervalo especificado de valores. Por ejemplo, la masa (2,3 kg, 2,4 kg, 2,5 kg, ...) o la altura (1,64 m, 1,65 m, 1,66 m, ...) que solamente está limitado por la precisión del aparato medidor, en teoría permiten que siempre exista un valor entre dos variables, también puede ser el dinero o un salario dado.
Cualitativa ordinal o Cuasicuantitativa	Cualitativa nominal		
Toma distintos valores ordenados, siguiendo una escala establecida. No es necesario que sea uniforme, por ejemplo: <i>leve, moderado, grave</i> ; los grados de protección de los edificios en un centro histórico: <i>Protección I, Protección II, Protección III</i> , etc.	Los valores no pueden ser sometidos a un criterio de orden. Por ejemplo, los colores; el lugar de residencia; las tipologías edificatorias, etc.		

Tabla 2.1. Tipos de variables

En *QGIS* la “Simbología” hace referencia a las distintas formas de representación gráfica que se pueden experimentar a partir de los atributos. Para ello contamos con un menú muy completo que queda organizado en función de la naturaleza de las variables o datos de atributos con los que trabajemos. Dependiendo de si la información es cualitativa o cuantitativa, la forma de representar la misma funciona bien de una manera u otra. En la siguiente imagen reproducimos un esquema orientativo para ello:

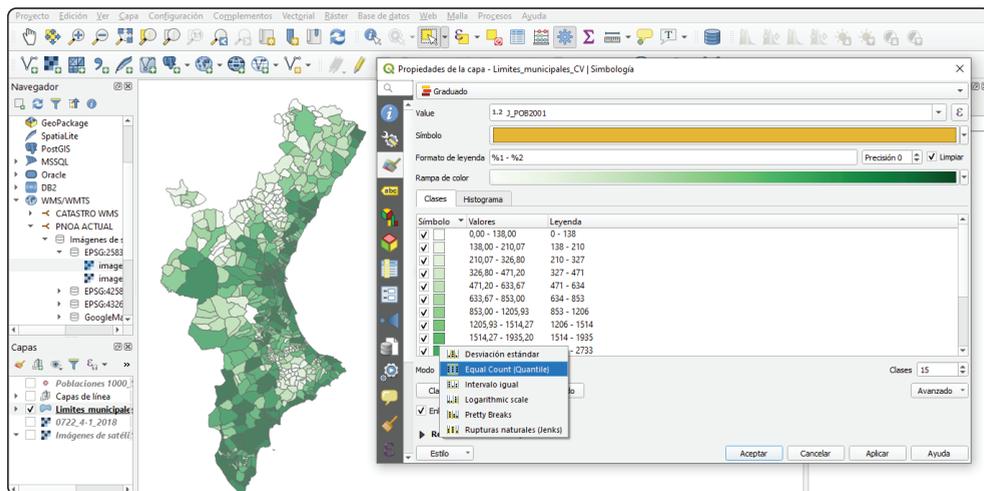


Figura 2.26. Visualización categorizada (Cuantil - 15 intervalos).

## 2.4.11 Realización de salidas gráficas

Hasta ahora hemos visto nuestro proyecto en la ventana principal del programa, que se corresponde con el espacio de trabajo del mismo, pero que no permite realizar la exportación de mapas. Para esta tarea debemos entrar en el modo de impresión, dentro del menú “Proyecto”, “Nueva composición de impresión”. A continuación, asignamos un nombre al diseño y aparecerá una nueva ventana desde donde vamos a componer los mapas a exportar.

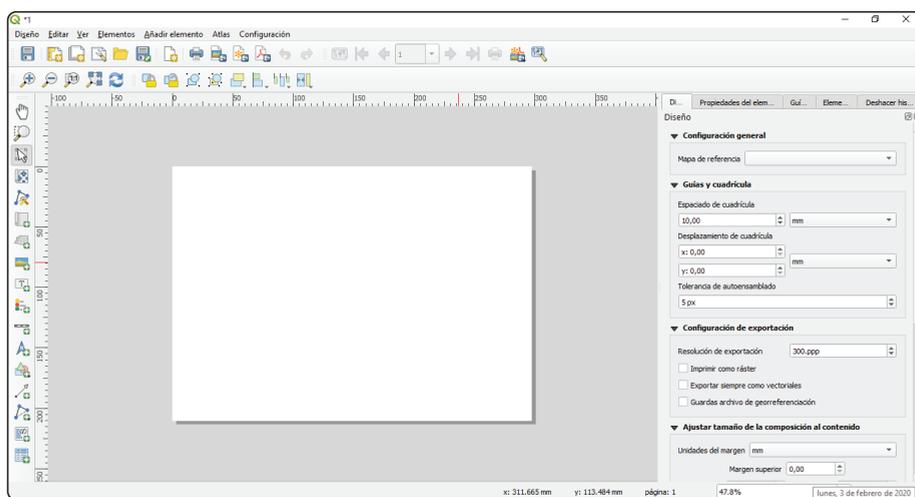


Figura 2.27. Interfaz modo impresión

Dentro del nuevo diseño tenemos que prestar especial atención a la barra de herramientas de la izquierda, la cual nos permite añadir mapas, imágenes, encuadrar el contenido, etc.

Por otro lado, desde el menú lateral derecho podemos personalizar las propiedades de cada elemento que vamos añadiendo al plano en la ventana de “Propiedades del elemento”, así como las características de la página en la venta “Diseño”.

Por ejemplo, desde la ventana de “Propiedades del elemento”, al seleccionar uno de los mapas que hemos añadido, podemos definir la escala de visualización, posición relativa, rotación, tamaño, etc.

Al introducir un nuevo mapa, con una simbología determinada, este queda bloqueado, y aunque efectuemos cambios en el espacio de trabajo, no se refleja directamente en el plano. Sin embargo, aunque no visualicemos los cambios al realizar la exportación, los datos aparecerán con la misma representación que en el espacio de trabajo, por ello es recomendable desde el panel de “Propiedades del elemento” actualizar la vista preliminar.

Si lo que queremos es añadir varios mapas dentro de un mismo plano con escalas o una simbología diferente, podemos configurar el primer plano y marcar “Bloquear capas” y “Bloquear los estilos”, de esta forma, aunque modifiquemos las propiedades de simbología para la elaboración de un segundo mapa, este quedará con la representación bloqueada.

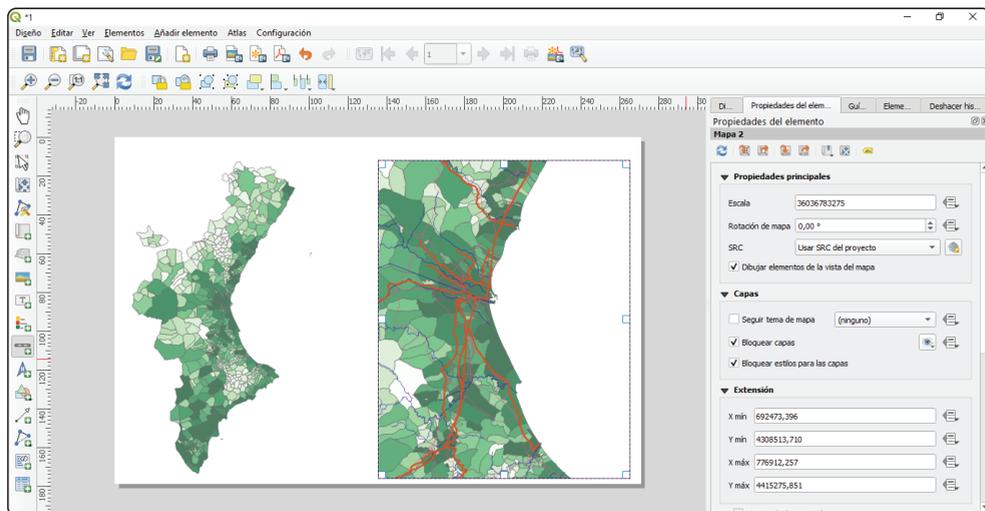


Figura 2.28. Interfaz modo impresión. Planos bloqueados

## ¿Qué otros elementos se pueden insertar?

Hay una serie de elementos cartográficos que podemos añadir para confeccionar nuestra presentación y que resultan imprescindibles para realizar una correcta lectura del mismo. Estos se incluyen desde la barra de herramientas de la izquierda y se pueden configurar el estilo de visual de cada uno de ellos desde las “Propiedades del elemento”.

- **Cuadros de texto.** Normalmente los utilizamos para agregar el título o información adicional a los mapas.
- **Leyenda.** Al introducir la leyenda automáticamente se genera una leyenda de todas las capas que tenemos en nuestro proyecto. Se pueden desactivar la visualización de capas inactivas o personalizar la interfaz visual desde el menú de Propiedades.
- **Escala.** La escala se añade en forma de menú dinámico y podemos configurar sus opciones para verla en formato gráfico o numérico. Se recomienda siempre adjuntar ambas escalas a los planos que vamos a exportar.

Se pueden añadir también imágenes, formas y flechas para hacer cajetines, e incluso tablas de atributos. Una vez acabada nuestra composición del plano, podemos exportarla desde el menú superior tanto en formato imagen (PGN, JPG, BMP, etc.), en formato vectorial SVG o en PDF.

### 2.4.12 Establecimiento de un link con una hoja de cálculo

Por último, vamos a vincular a una cartografía una tabla con información adicional, en este caso a la cartografía de “Límites municipales” vamos a añadirle la información de densidades que tenemos en una hoja de cálculo en formato DBF.

Para ello primero cargamos la hoja de cálculo en el “Panel de capas”, tenemos que tener en cuenta que al tratarse de un archivo de información alfanumérica carece de representación. A continuación, accedemos al panel de Propiedades de la capa a la que queremos vincular los datos, y en la pestaña “Uniones” presionamos el botón +.

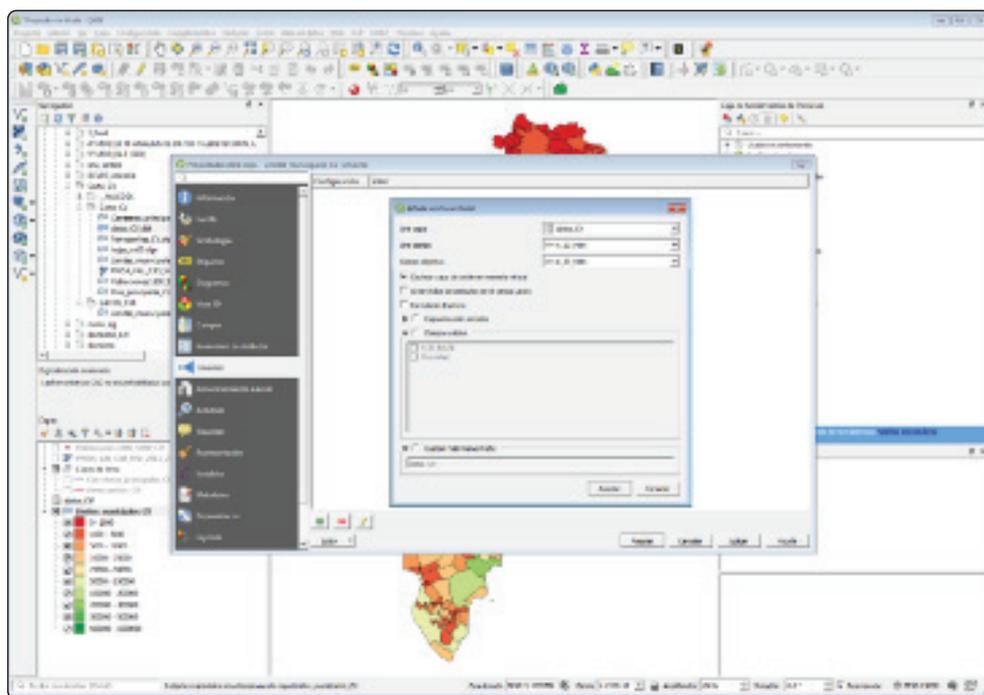


Figura 2.29. Vinculación de una tabla de datos.

Dentro del menú de “Añadir unión vectorial”, seleccionamos la capa que queremos unir, pudiéndose unir tanto tablas de atributos de otras capas vectoriales, como hojas de cálculo. A su vez marcamos sobre los campos en que se basará la unión. Es muy importante tener en cuenta que para realizar una unión deben existir campos coincidentes entre sí en las dos capas que vamos a juntar. Para este caso utilizaremos como campo de unión el ID del municipio.

Una vez realizada la unión si accedemos a la tabla de atributos podemos ver como los nuevos datos se han añadidos en las columnas finales y podemos utilizarlos para crear un nuevo mapa temático.

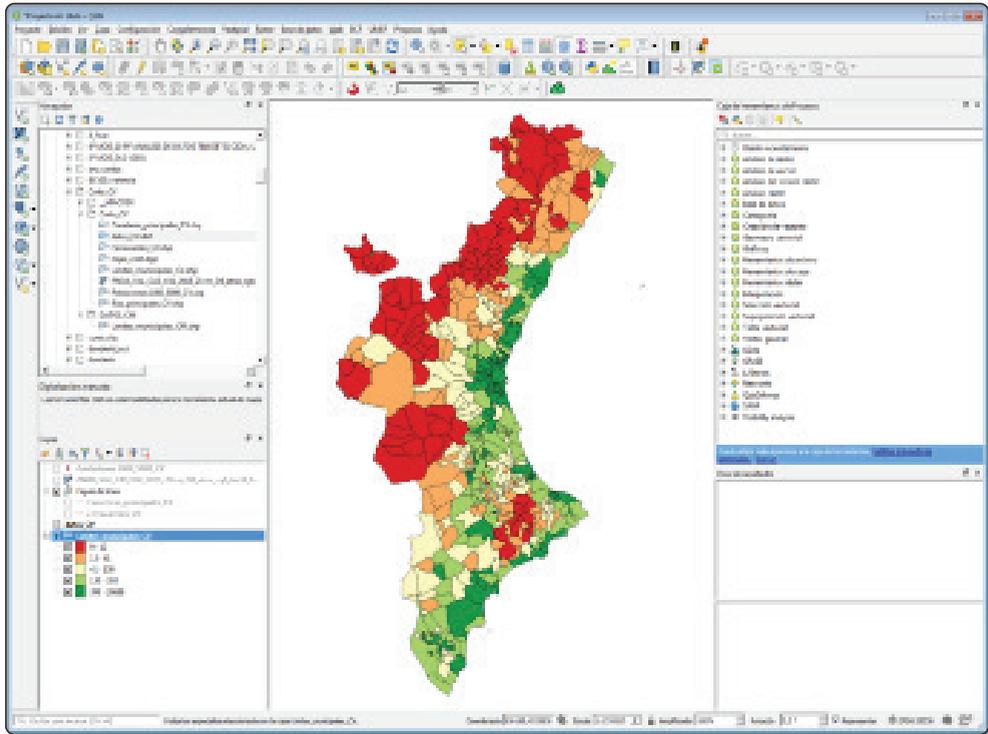


Figura 2.30. Nuevo mapa temático según uniones realizadas.

## 2.5 AUTOEVALUACIÓN

Los ejercicios de autoevaluación tienen como objetivo que el lector repase algunos de los conceptos tratados en este capítulo y que es necesario que retenga. Para ello se plantea una batería de 10 preguntas tipo test que el lector deberá contestar.

### Cuestión 01:

*La cartografía catastral, en la sede virtual del catastro se puede...*

- A) Únicamente visualizar.
- B) No está disponible, tienes que personarte físicamente en las delegaciones de catastro para poder visualizarla.
- C) Se puede descargar en formato shape (con historia y sin historia) tanto de rústica como de urbana, así como los listados de bienes e inmuebles en formato .cat.

**Cuestión 02:**

*La caja de herramientas de procesos es...*

- A) Una herramienta optativa que normalmente no se usa en *QGIS*.
- B) Una herramienta para el trazado de geometrías planas.
- C) Un conjunto de herramientas de gran utilidad para la realización de geoprocesos.

**Cuestión 03:**

*Los archivos nativos de QGIS:*

- A) Son los *shape*, que al igual que los archivos *.dwg* están formados por un único archivo.
- B) Son los *shape*, que se dividen por primitivas ya que no se pueden mantener en un único archivo.
- C) Son los archivos *DGN*.

**Cuestión 04:**

*Existen varios tipos de proyecciones. De manera general podemos decir que son:*

- A) Atendiendo a la deformación que producen podemos citar las proyecciones conformes, que conservan las formas; equivalentes, que conservan las áreas; equidistantes, que mantienen sin distorsión las distancias desde el punto de contacto.
- B) Atendiendo a la deformación que producen podemos citar las proyecciones equivalentes, que conservan las formas; conformes, que conservan las áreas; equidistantes, que mantienen sin distorsión las distancias desde el punto de contacto.
- C) Atendiendo a la deformación que producen podemos citar las proyecciones equidistantes, que conservan las formas; conformes, que conservan las áreas; equivalentes, que mantienen sin distorsión las distancias desde el punto de contacto.

**Cuestión 05:**

*¿A qué denominamos atributos?*

- A) Son un conjunto de reglas que hace más estable el funcionamiento del programa.
- B) Son un conjunto de datos alfanuméricos que quedan asociados a la información gráfica.
- C) Son un conjunto de datos alfanuméricos, no editables, y por tanto no modificables que quedan asociados a la información gráfica.

**Cuestión 06:**

*¿Que consideramos fundamental para poder vincular una tabla de atributos a un shape?*

- A) Evidentemente, que estén a la misma escala.
- B) Que estén a la misma escala y tengan información alfanumérica en ambos casos.
- C) Que en la tabla que queremos unir y en la tabla de atributos del .shp, exista una columna que sea común en ambos.

**Cuestión 07:**

*Al conjunto de variables: Leve, moderado, grave, ¿Qué denominación le podemos dar?*

- A) Cualitativa ordinal o cuasicualitativa.
- B) Cuantitativa discreta.
- C) Continua.

**Cuestión 08:**

*Al conjunto de variables: 1500 habitantes; 2500 habitantes; 3500 habitantes, ¿Qué denominación le podemos dar?*

- A) Cualitativa ordinal o cuasicualitativa.
- B) Cuantitativa discreta.

C) Continua.

### Cuestión 09:

*Si tuviésemos que representar un mapa con la superficie de las parcelas de un municipio, ¿Qué tipo de simbología emplearíamos?*

- A) Categórica de único valor.
- B) Cuantitativa.
- C) De símbolo único.

### Cuestión 10:

*¿Qué es el texto dinámico?*

- A) Un tipo de texto que cambia automáticamente dependiendo de los atributos.
- B) Un tipo de texto que cambia automáticamente dependiendo de los metadatos.
- C) Un tipo de texto que cambia automáticamente dependiendo de la escala.

## SOLUCIONES

Las soluciones a las cuestiones se especifican en el cuadro siguiente:

PREGUNTA		SOLUCIÓN
1	C	Se puede descargar en formato <i>shape</i> (con historia y sin historia) tanto de rústica como de urbana, así como los listados de bienes e inmuebles en formato CAT.
2	C	Un conjunto de herramientas de gran utilidad para la realización de geoprocesos.
3	B	Son los <i>shape</i> , que se dividen por primitivas ya que no se pueden mantener en un único archivo.
4	A	Atendiendo a la deformación que producen podemos citar las proyecciones conformes, que conservan las formas; equivalentes, que conservan las áreas; equidistantes, que mantienen sin distorsión las distancias desde el punto de contacto.
5	B	Son un conjunto de datos alfanuméricos que quedan asociados a la información gráfica.

6	C	Que en la tabla que queremos unir y en la tabla de atributos del .shp, exista una columna común.
7	A	Cualitativa ordinal o cuasicualitativa.
8	C	Continua.
9	B	Cuantitativa.
10	A	Un tipo de texto que cambia automáticamente dependiendo de los atributos.

**Tabla 2.2.** Respuestas de la autoevaluación

## COMENTARIOS A LAS CUESTIONES

A continuación, se desarrollan los conceptos para aclarar las cuestiones.

### Comentario 01:

El único requisito necesario es disponer de un DNI electrónico o una firma digital expedida por la FNMT. Se puede descargar toda la cartografía por municipios, de toda la geografía española.

### Comentario 02:

Recuerda que la Caja de herramientas es el principal elemento de procesamiento de *QGIS*, y el que más se suele usar en el trabajo diario. Muestra un listado de todos los algoritmos disponibles agrupados en diferentes bloques, y es el punto de acceso para ejecutarlos, bien haciéndolo como un proceso único o bien como un proceso por lotes que realice varias ejecuciones del mismo algoritmo con diferentes conjuntos de entradas.

### Comentario 03:

Recuerda que, aunque nos parezca algo raro al principio, en *QGIS* no se pueden tener líneas, puntos y polígonos, en un mismo archivo, por lo que divide su información en archivos sueltos que luego se invocan conjuntamente para poder representar el contenido. En el fondo es un sistema que permite agilizar el trabajo con la información.

**Comentario 04:**

Existen más proyecciones, pero estas son las principales. Dos archivos sólo se pueden visualizar si se encuentran en la misma proyección. De otra forma es imposible.

**Comentario 05:**

Los atributos que por defecto nos da *QGIS* son descriptivos de la naturaleza de los datos. Si queremos introducir información útil, lo debemos hacer nosotros. Por ejemplo, si tenemos un parcelario, podremos colocar como atributos, la superficie de las parcelas, el nombre de los propietarios, el tipo de usos, ...

**Comentario 06:**

Recuerda que la filosofía básica para realizar un *join* es que tengamos dos columnas idénticas en las tablas de atributos de los elementos que queremos unir.

**Comentario 07:**

Para aclarar las dudas, revisad, la *Tabla 1 Tipos de variables* sobre variables cualitativas/catóricas y variables cuantitativas.

**Comentario 08:**

Para aclarar las dudas, revisad, la *Tabla 1 Tipos de variables* sobre variables cualitativas /catóricas y variables cuantitativas.

**Comentario 09:**

Debes recordar la nomenclatura que ofrece la ventana de “Simbología”. En ella aparece el apartado cuantitativo, que hace referencia a las variables numéricas.

**Comentario 10:**

Este tipo de textos es muy útil por ejemplo para poner las fechas actualizadas, la dirección en la que se encuentra un archivo, o para numerar hojas de un proyecto. Más adelante veremos otras posibilidades que abre este tipo de textos.