



Prácticas: Taller de SIG

Introducción a los Sistemas de Información Geográfica





INDICE.

- 1. Definición y componentes de un Sistema de Información Geográfica**
 - 2. Utilidades y funciones de los SIG.**
 - 3. Formas de Almacenamiento de datos espaciales.**
 - 4. Tipos de software de consulta.**
 - 5. Infraestructuras de datos espaciales.**
- ANEXO: Recordatorio práctico de cartografía**



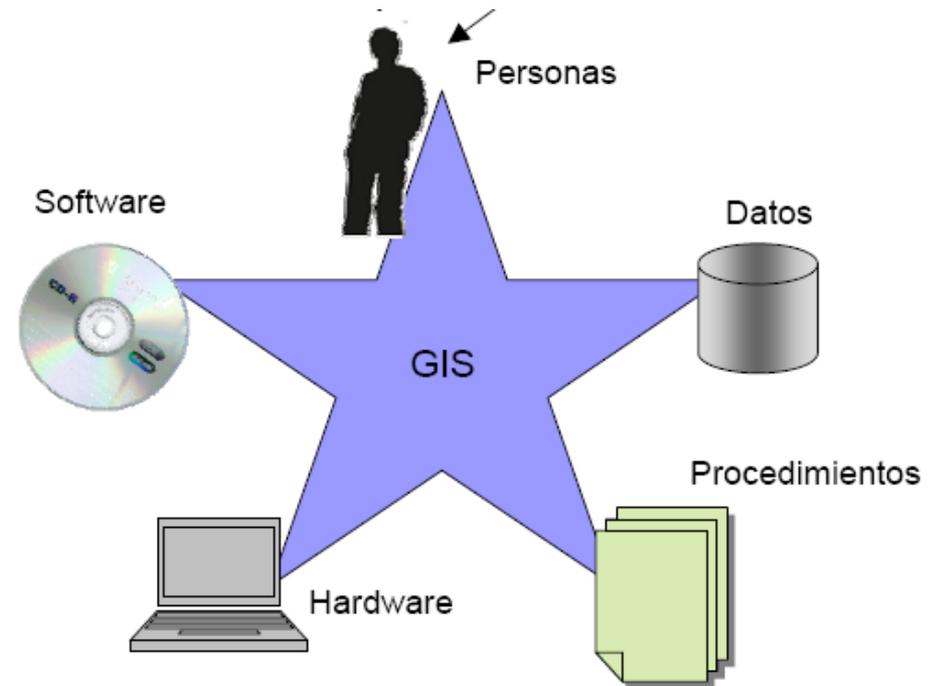
Definición

¿Qué es un Sistema de Información Geográfica?

Un Sistema de Información Geográfica, (SIG o *GIS*, en su acrónimo inglés *Geographic Information System*) , es una tecnología para gestionar datos geográficos con medios informáticos que permite el análisis, edición y geoprocésamiento de los mismo. Es un visor de datos, un programa de diseño, un sistema de análisis y una herramienta de cálculo.

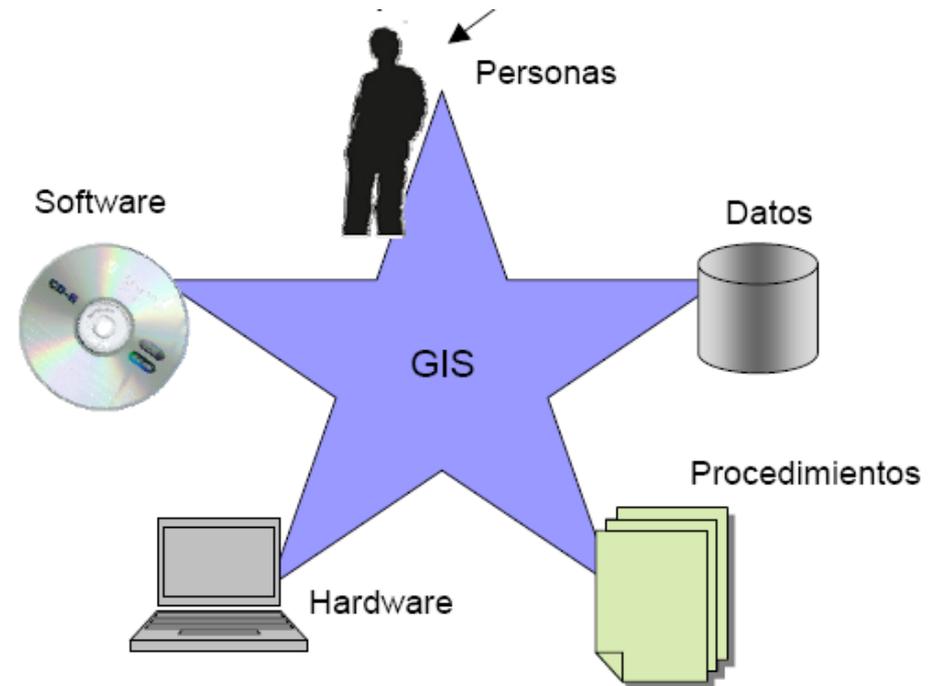
Componentes

1. **Hardware:** Computadores en los que se aloja la información geográfica y el software que la gestiona. El hardware también incluye dispositivos de almacenamiento, equipos telemáticos, medios de transmisión, etc.
2. **Software:** Conjunto de programas que permiten editar, administrar, consultar y analizar los datos geográficos del SIG.



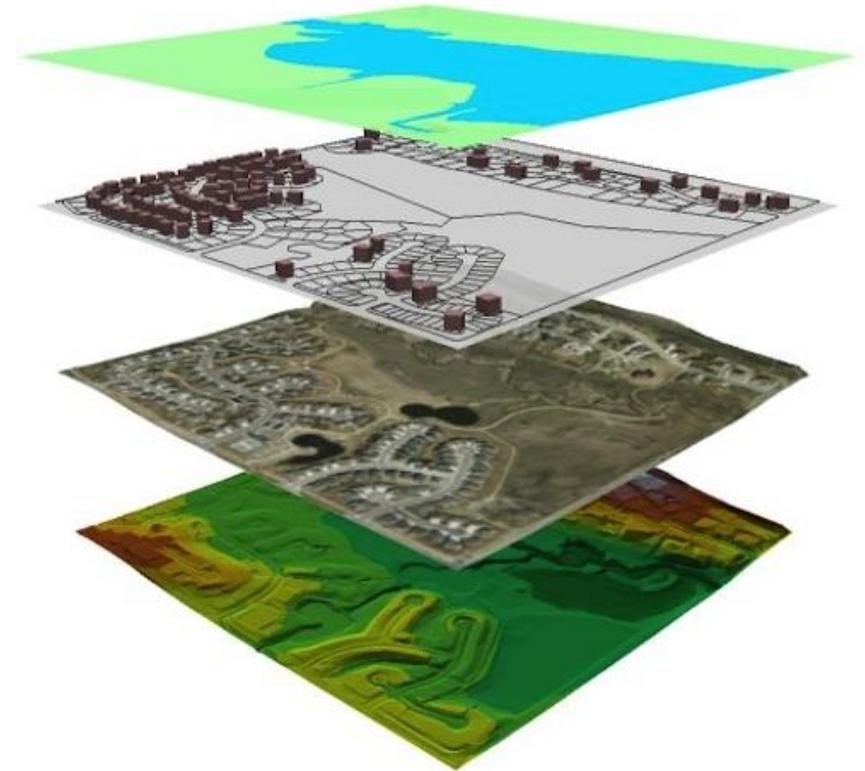
Componentes

- 3. Base de Datos Geográfica:** Integración de datos espaciales georreferenciados (identificables mediante coordenadas) y de datos temáticos (atributos de cada dato espacial).
- 4. Procedimientos:** Protocolos de actuación para el mantenimiento de la base de datos geográfica.
- 5. Equipo Humano:** Técnicos encargados de gestionar el SIG.



Componentes

La Base de Datos Geográfica (datos espaciales georreferenciados + datos temáticos) se organiza como una pila de capas superpuestas.





Componentes

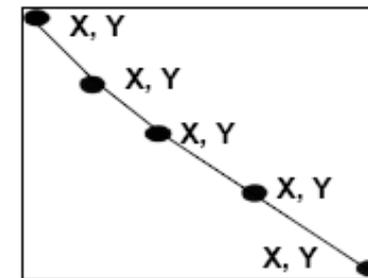
La composición de las capas es un modelo de la realidad representada. Clases de capas:

1. **Capa Vectorial:** Representación sobre un plano de un conjunto de elementos geométricos georreferenciados (puntos, líneas, polígonos) que previamente han tenido que ser dibujados mediante algún software especializado (CAD). Las capas vectoriales pueden ser capas de puntos, de líneas o de polígonos.
2. **Capa Raster:** Malla de píxeles georreferenciada correspondiente, básicamente, a una fotografía digital aérea (ortofotografía).

Componentes

• Formatos vectoriales

- Representaciones discretas acerca de la realidad



Utiliza:

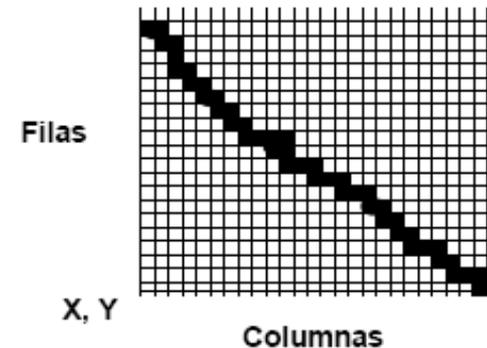
Puntos

Líneas

Polígonos

• Formatos raster

- Utiliza celdas cuadradas para modelar la realidad



Realidad (Carretera)

Componentes

3 Componentes de datos geográficos:

- Geometría es la representación física (coordenada) de entidades espaciales.
- Los atributos son la información descriptiva acerca de entidades espaciales
- El comportamiento son reglas que permiten cierta funcionalidad para entidades particulares.

Geometría

- La geometría representa las entidades asociadas con las localizaciones del mundo real
- Puntos, líneas o polígonos

Atributos

Los atributos proporcionan las características descriptivas de las entidades geográficas

Comportamiento

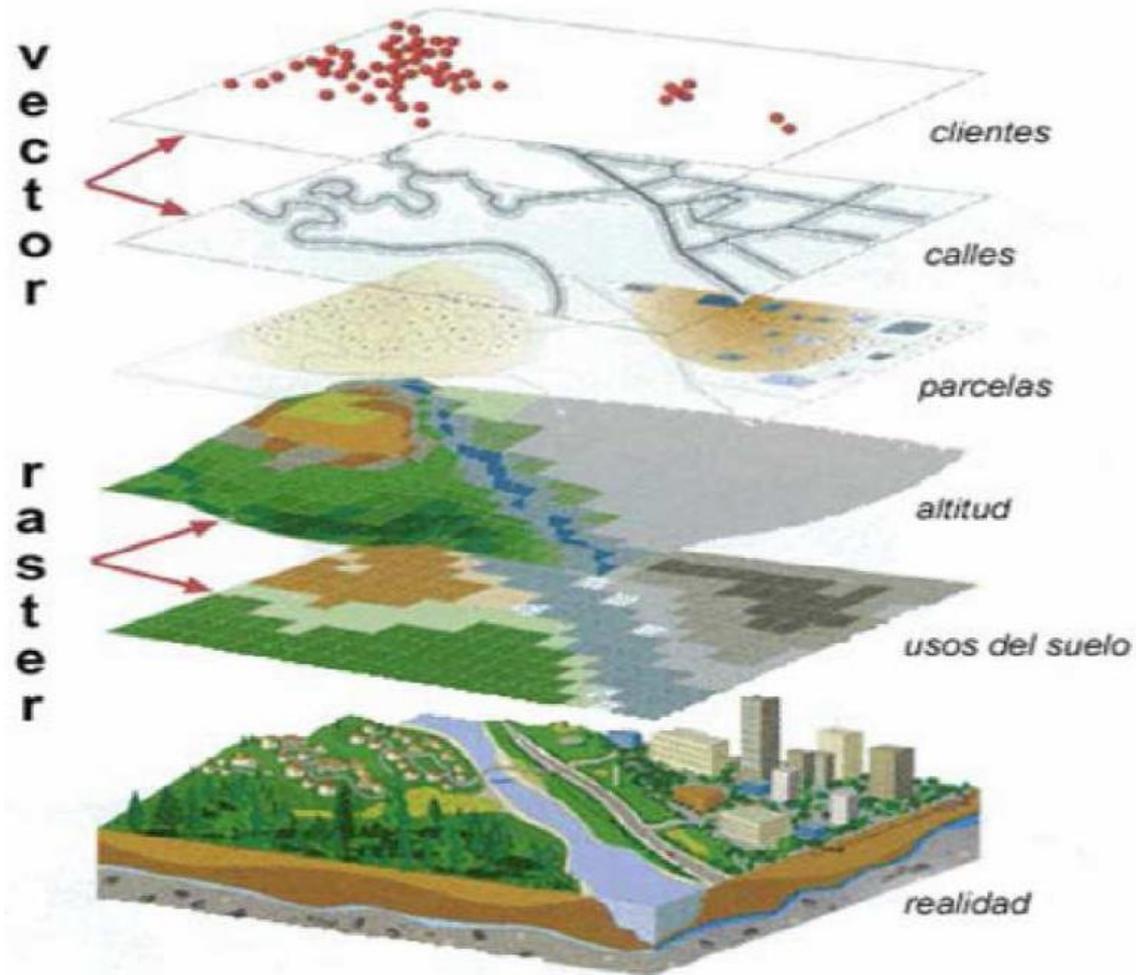
Reglas:
Las calles y Autopistas no Pueden intersectarse



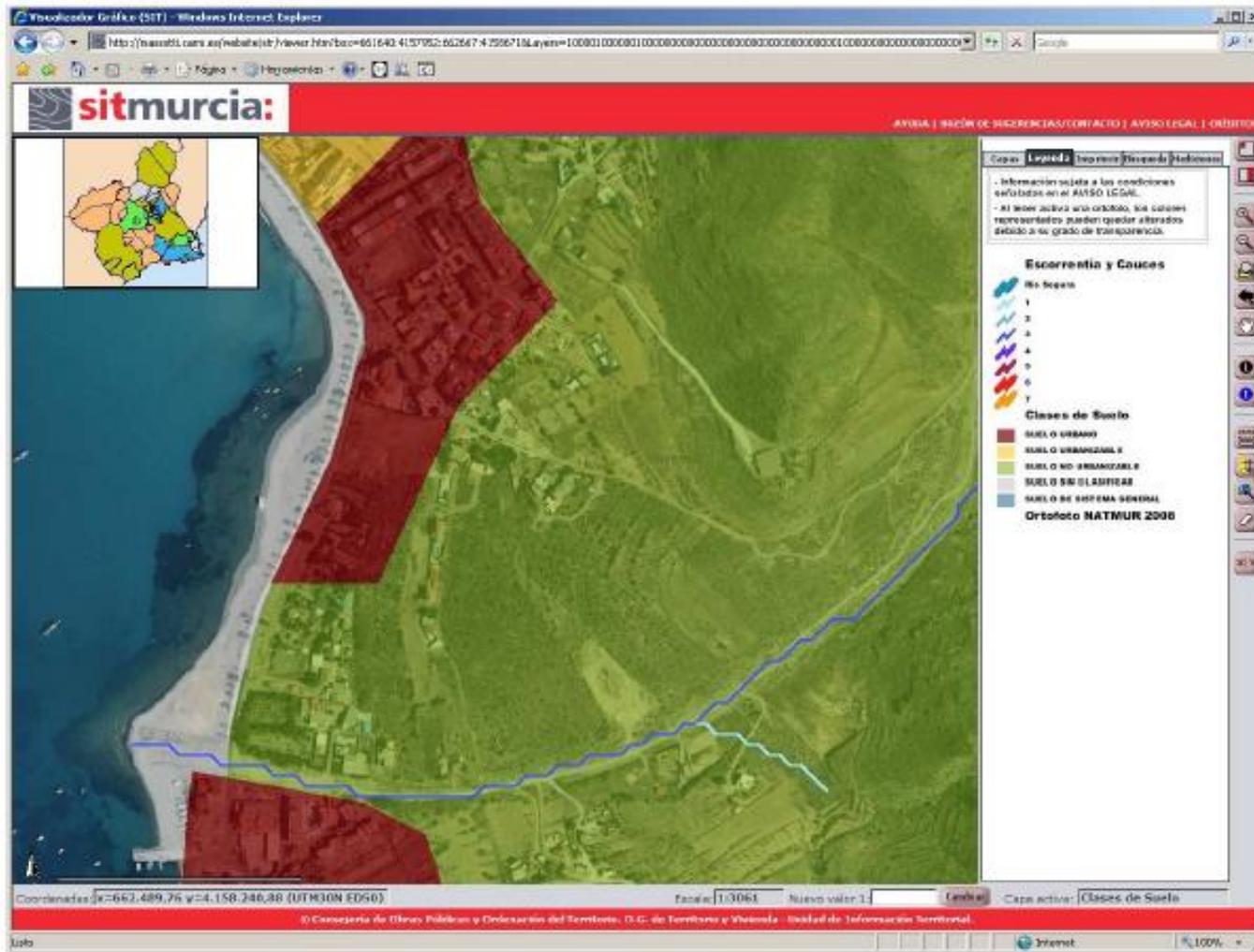
Componentes

- El orden de colocación de las capas en un SIG no es irrelevante.
- Para hacer posible una visualización simultánea de varias capas, lo adecuado es colocarlas, de abajo hacia arriba, con el siguiente orden :
 - En primer lugar, las capas raster y las capas vectoriales de polígonos, aplicando transparencias si tal funcionalidad es soportada por el SIG.
 - A continuación, las capas vectoriales de puntos y líneas.
- Aun así, es casi seguro que no todas las capas puedan mostrarse al mismo tiempo, por lo que el SIG debe permitir la visualización y ocultación de cada capa por separado.

Componentes



Componentes





Utilidades

Campos de aplicación de los SIG:

- Redes de Servicios: Carreteras, ferrocarriles, canalizaciones, líneas eléctricas, telefónicas, etc.
- Urbanismo y Ordenación del Territorio: Planeamiento urbanístico, estudios de paisaje, bienes de interés cultural, áreas protegidas, estudios de inundabilidad, etc.
- Catastro y Registro de la Propiedad: Localización de inmuebles, publicación de mapas catastrales, etc.
- Medio Ambiente: Inventario de recursos naturales, cauces, hipsometría, etc.
- Control Administrativo: Proyección espacial y temporal de estadísticas, análisis de datos, etc.
- Emergencias: Análisis de trayectos, 112, etc.
- Geología y Riesgos Naturales: Mapas sísmicos,, etc.



Funciones de SIG

Capturar

Proporcionar métodos para introducir datos geográficos y tabulares

Almacenar

Capacidad para almacenar datos geográficos raster y vector

Consultar

Utilidades para hallar entidades específicas basadas en la localización o en el valor del atributo.

Analizar

Resolución de preguntas referentes a la interacción de relaciones espaciales entre conjuntos de múltiples datos

Presentar

Herramientas para visualizar entidades geográficas utilizando una simbología diversa

Resultado

Presentación de resultados en diversos formatos como mapas, informes y gráficos

Ejemplos de aplicaciones

Búsqueda de ubicaciones óptimas para instalaciones de energías solar y eólica

Energía solar fotovoltaica

La Región de Murcia presenta niveles de radiación solar que están entre los más altos de España y esa es una de las causas de que se haya convertido en una de las principales áreas de implantación de instalaciones de este tipo. Además del potencial solar bruto, que viene determinado por las horas de sol y por la latitud, hay otros condicionantes que hay que tener en cuenta ya que pueden limitar el desarrollo de este tipo de energía: superficie disponible, proximidad a las redes de evacuación, etc.



Energía solar termoeléctrica

Las características climáticas de la Región de Murcia son igualmente adecuadas para este tipo de instalaciones y eso ha motivado que se haya producido un gran número de solicitudes de implantación en los últimos años. También en éstas se dan los condicionantes que hemos citado antes.

Energía eólica

Las posibilidades de la energía eólica en la zona de interés están muy limitadas por la falta de espacio derivada de su elevado nivel de ocupación urbanística. No obstante, se han realizado estudios que permiten conocer el potencial eólico de la Región.

Ejemplos de aplicaciones

Metodología

La zona de interés se divide en municipios, que contiene distintos tipos de suelo de acuerdo con sus respectivos Planes Generales de Ordenación Urbana y permiten clasificar cada zona con ese criterio. Esta información se ha obtenido de las administraciones y organismos públicos de la Región y está disponible en forma de capas vectoriales de polígonos. Los criterios limitantes o restrictivos figuran en la tabla a.1.

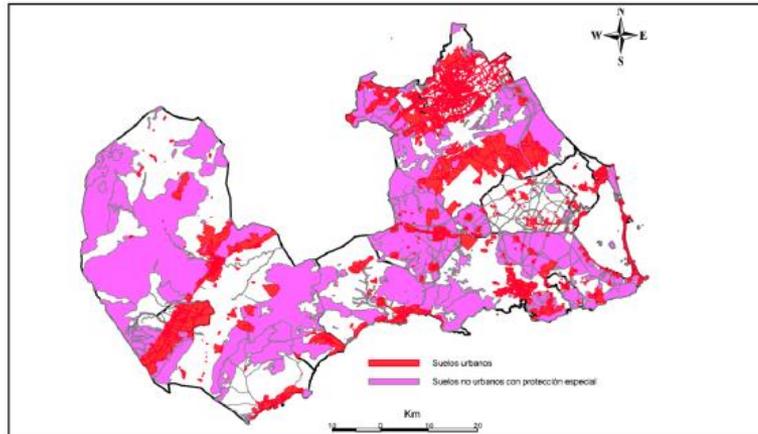
Las herramientas de selección de **gvSIG** permiten ir seleccionando las zonas cuyo uso sea incompatible con la implantación de una instalación de EERR. Las figuras a.2 y a.3 muestran algunas de las capas que se han empleado.

Nº	Denominación de la capa
1	<i>Suelos urbanos</i>
2	<i>Suelos no urbanos con protección especial</i>
3	<i>Áreas de alto valor paisajístico</i>
4	<i>Equipamientos, sistemas generales hidráulicos, servicios y vías pecuarias</i>
5	<i>Cauces y ramblas</i>
6	<i>Patrimonio arqueológico</i>
7	<i>Patrimonio paleontológico</i>
8	<i>Patrimonio cultural</i>
9	<i>Carreteras y red de ferrocarril</i>
10	<i>Lugares de Importancia Comunitaria (LICs)</i>
11	<i>Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs)</i>
12	<i>Protección costera</i>
13	<i>Montes</i>

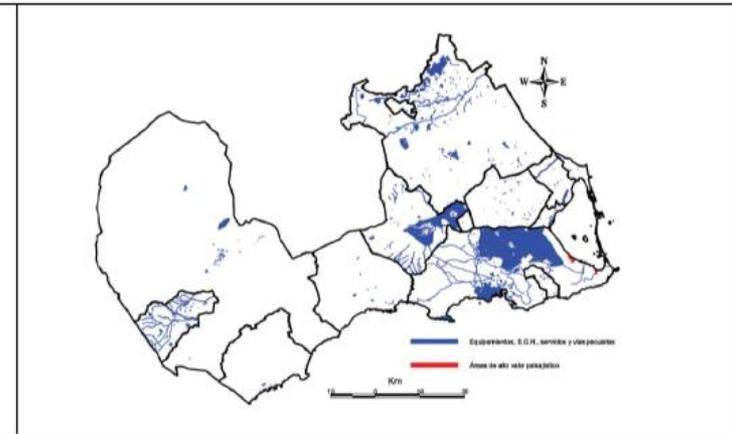
Tabla a.1

Ejemplos de aplicaciones

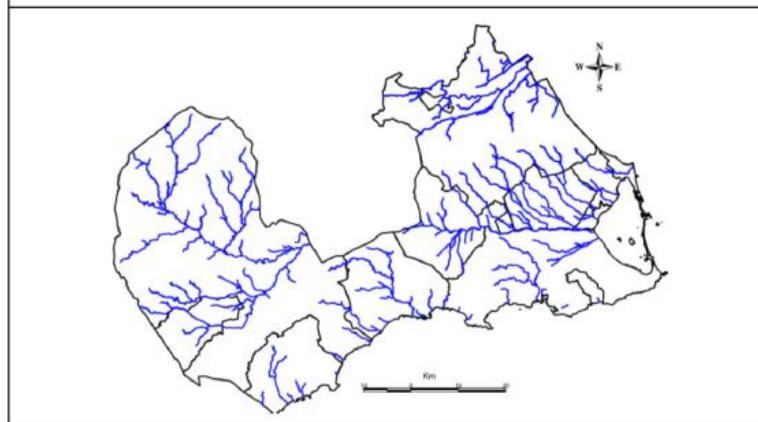
Búsqueda de ubicaciones óptimas para instalaciones de energías solar y eólica



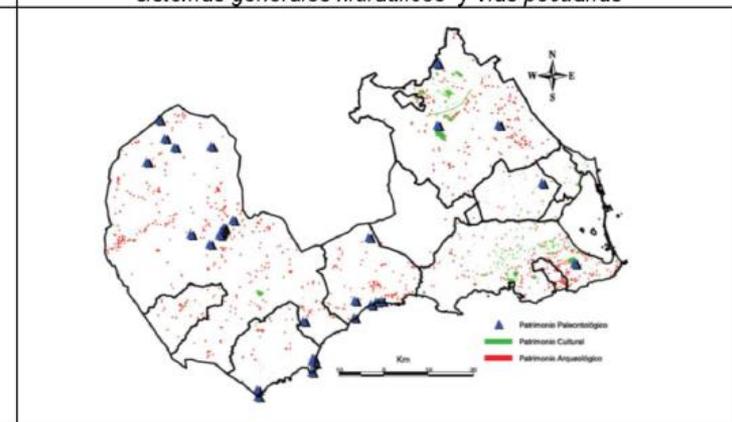
Capas 1 y 2.- Suelos urbanos y no urbanos con protección especial



Capas 3 y 4.- Áreas de alto valor paisajístico / Equipamientos, sistemas generales hidráulicos y vías pecuarias



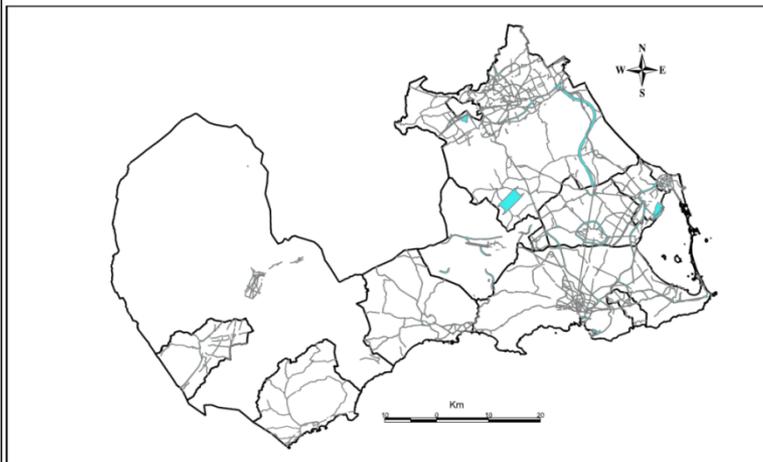
Capa 5.- Cauces y ramblas



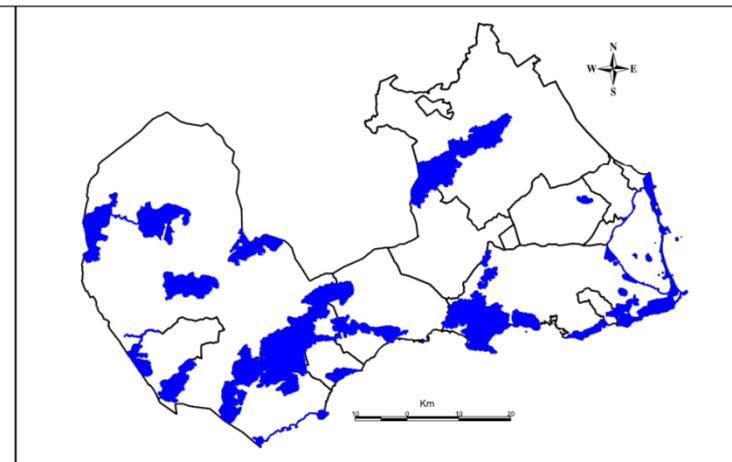
Capas 6, 7 y 8.- Patrimonios Arqueológico, Paleontológico y Cultural

Ejemplos de aplicaciones

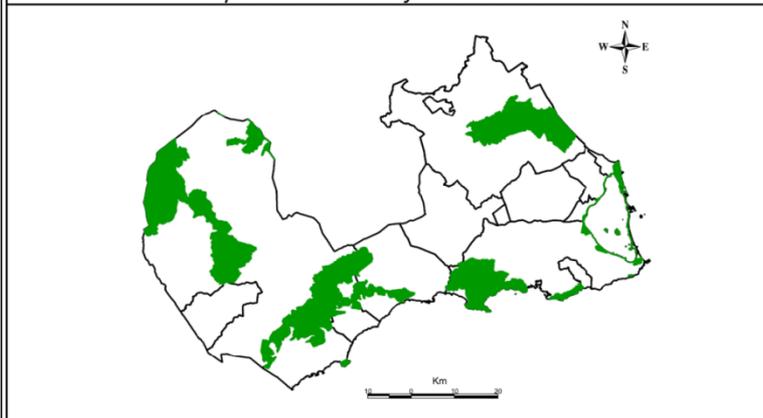
Búsqueda de ubicaciones óptimas para instalaciones de energías solar y eólica



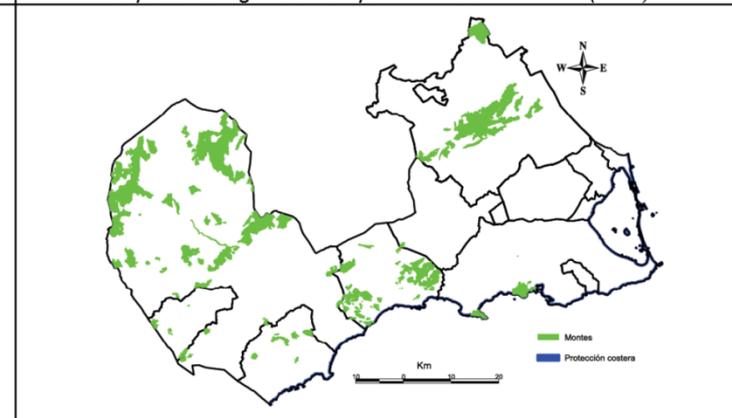
Capa 9.- Carreteras y red de ferrocarril



Capa 10.- Lugares de Importancia Comunitaria (LICs)



Capa 11.- Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs)



Capas 12 y 13.- Protección costera y Montes

Ejemplos de aplicaciones

Las herramientas de gestión de capas vectoriales de **gvSIG**, como *"Diferencia"* se emplearon para eliminar las superficies afectadas por los criterios excluyentes, de forma que se obtuviese como superficie resultante aquella que cumple con todos los requisitos.

Por otra parte, pueden generarse áreas de influencia en torno a determinados elementos y utilizar las capas vectoriales resultantes como criterios restrictivos adicionales. Además, y dependiendo del tipo de instalación que se esté analizando, pueden considerarse criterios como orientación, pendiente, altitud, etc., e incorporarlos al estudio. Son las variables de este tipo, que no son excluyentes pero sí condicionan el resultado, las que deben aplicarse de forma ponderada.

Para poder clasificar la superficie resultante en parcelas de área conocida se ha utilizado la información procedente de la Dirección General de Catastro de la Región de Murcia.

Se trata de una capa vectorial que divide la superficie en polígonos, parcelas y subparcelas. Permite conocer la superficie de cada parcela y si existe en ella alguna edificación. En la figura a.4 se muestra la capa, indicando mediante distintos colores los municipios implicados en el estudio.

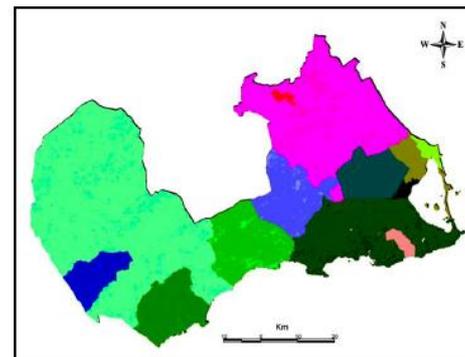


Fig. a.4

Ejemplos de aplicaciones

Resultados

Instalaciones solares fotovoltaicas

La superficie necesaria para una instalación de este tipo es relativamente pequeña (unos 300 m^2) pero, para facilitar el cálculo, se desecharon aquellas parcelas cuya superficie es inferior a 1.000 m^2 . También se desecharon las parcelas que contienen alguna edificación, por entender que éstas serán las menos indicadas para una instalación de EERR. Para eliminarlas se realizó una selección con **gvSIG** y se generó una nueva capa con las parcelas seleccionadas. La superficie ocupada por esta capa se eliminó mediante las herramientas de gestión de capas vectoriales.

La superficie obtenida supone un **17,48%** del total de la zona litoral de la Región de Murcia. La distribución de las parcelas aptas para albergar instalaciones de este tipo se muestra en la figura a.5.

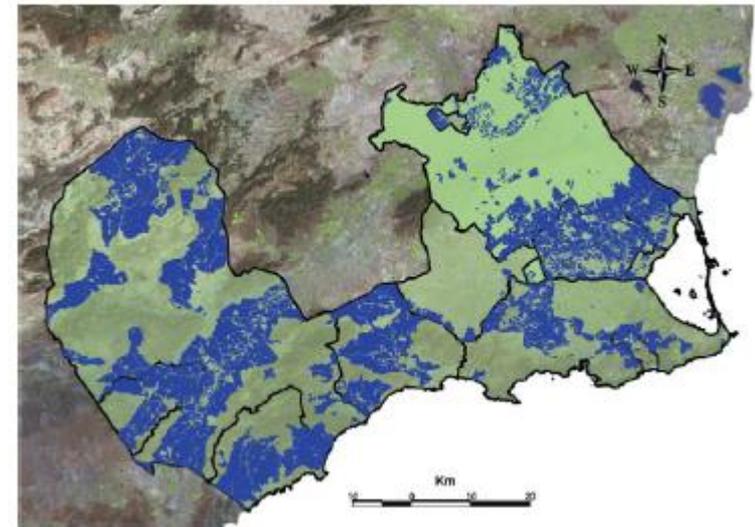


Fig. a.5

Ejemplos de aplicaciones

Instalaciones solares termoeléctricas

Las instalaciones de este tipo con vertido a red requieren superficies muy superiores a las fotovoltaicas (como mínimo, 5.000 m^2). Por lo demás, la selección se hizo de forma similar a la anterior, eliminando también las parcelas con alguna vivienda.

La superficie obtenida supone un $15,84\%$ de la zona litoral y puede verse en la figura a.6.

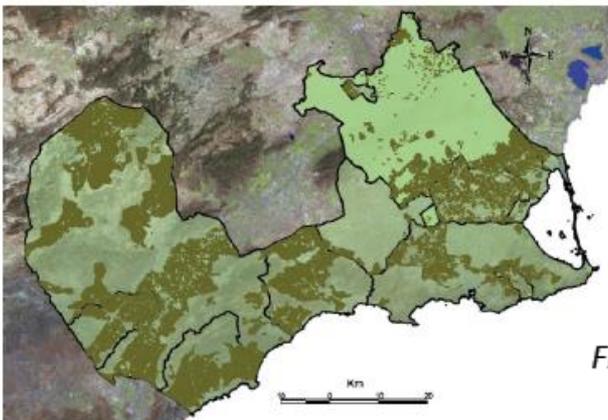


Fig. a.6

Instalaciones eólicas

En instalaciones solares, las zonas caracterizadas como montes fueron eliminadas. La razón es que las zonas con pendientes excesivas y con masa forestal dificultan la implantación de instalaciones y se consideraron poco adecuadas para ello. Este criterio restrictivo no se ha tenido en cuenta, sin embargo, en el caso de instalaciones eólicas. Para éstas, las cimas son zonas de implantación interesantes, siempre que se den otros factores como la existencia de infraestructuras próximas o de pendientes relativamente suaves.

Para parques eólicos cuya finalidad sea el vertido a red, los expertos recomiendan superficies mínimas de unos 20.000 m^2 , que permitan mantener las distancias adecuadas entre los generadores y respecto a otras infraestructuras próximas.

Ejemplos de aplicaciones

Resultados

Teniendo en cuenta estos criterios y actuando como en los casos anteriores se ha obtenido un porcentaje del 12,51% del total de la zona litoral, que se muestra en la figura a.7.

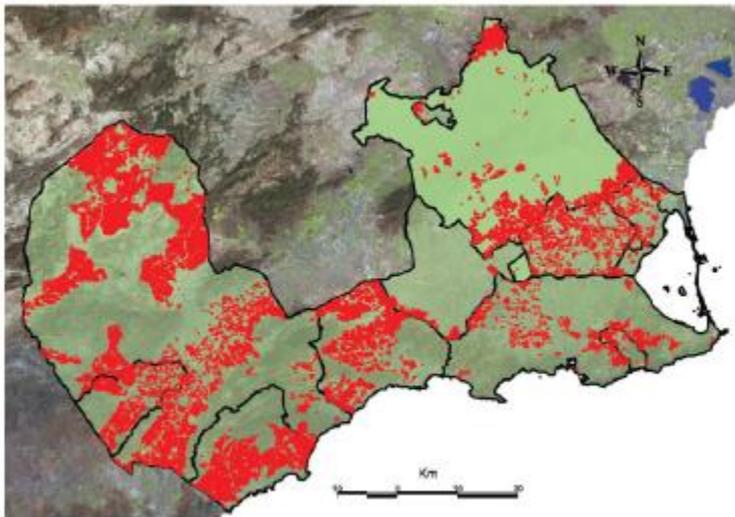
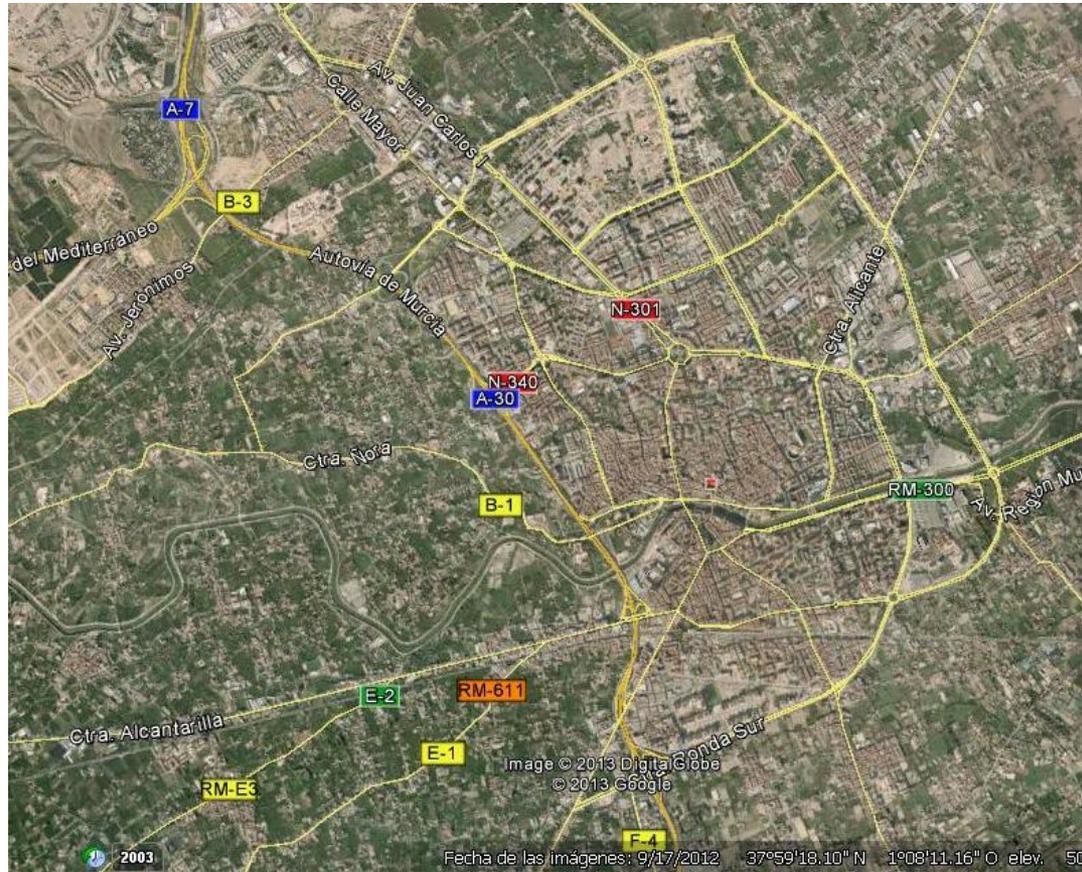


Fig. a.7

Ejemplos de aplicaciones

Reordenación del transporte público en el área metropolitana de la ciudad de Murcia

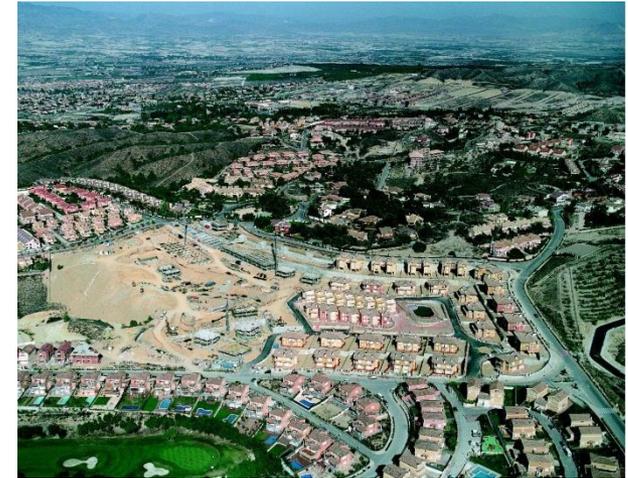
- La ciudad de Murcia cuenta en su área metropolitana con más de 500.000 habitantes
- Sin embargo casi un 60% de esta población no vive en el núcleo urbano sino en pedanías dispersas y urbanizaciones residenciales de baja densidad.



Ejemplos de aplicaciones



Mosa Trajectum resort
distance: 25 km from
Murcia city
Population: 800



Altorreal village
Distance: 18 km from
Murcia city
Population: 3.000



Alcantarilla
distance: 16 km from
Murcia city
population: 30.000

Pedanía de Lobosillo
distance: 52 km from
Murcia city
Population: 3.000



Live traffic change Slow Fast

Ejemplos de aplicaciones

Reordenación del transporte público en el área metropolitana de la ciudad de Murcia

- Este modelo urbano resulta económicamente insostenible desde el punto de vista de la gestión del transporte público por autobús.
- Esta situación conllevó en el año 2012 la reordenación de la red de transporte para optimizar los recursos públicos.



Ejemplos de aplicaciones

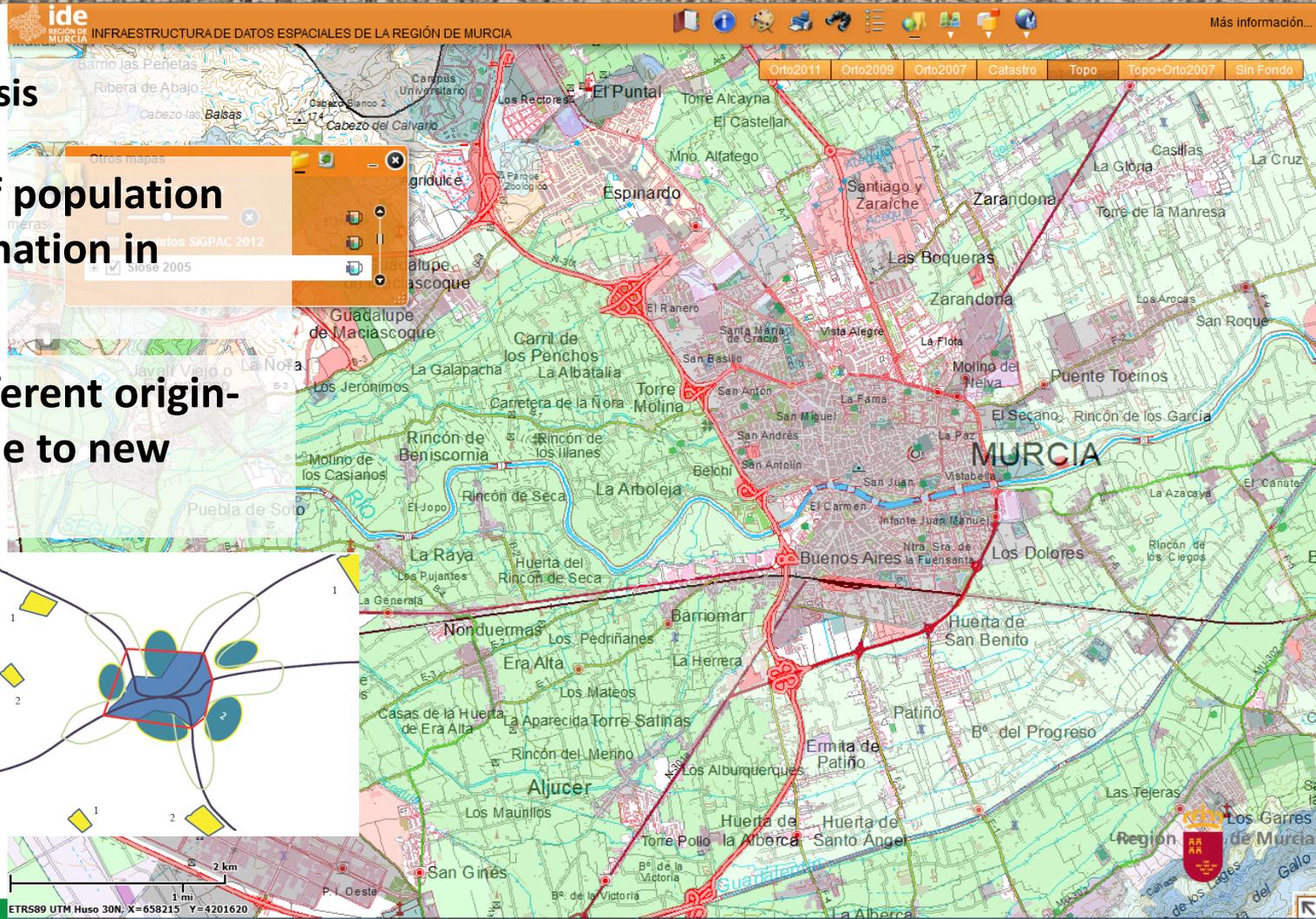
Reordenación del transporte público en el área metropolitana de la ciudad de Murcia

-Se analizó la rentabilidad individual de la totalidad de las líneas observándose que muy pocas eran rentables, y algunas eran especialmente deficitarias.

-El sistema total era muy deficitario (coste total 26,7 M€ frente a ingresos 13,3 M€), sin embargo suprimir líneas o paradas es políticamente muy controvertido.

	Direct Cost	Total Cost	Travellers	real income	Public help	Deficit
Línea 42	733 715 €	1 070 041 €	292 701	289 672 €	-	-780 369 €
Línea 43	150 318 €	214 764 €	65 908	65 226 €	-	-149 538 €
Línea 45	47 942 €	83 550 €	8 095	5 975 €	-	-77 575 €
Línea 70	814 262 €	1 105 033 €	161 601	121 201 €	-	-983 833 €
Línea 72	229 089 €	345 972 €	66 483	50 527 €	-	-295 445 €
Línea 46	40 834 €	133 488 €	12 699	9 524 €	-	-123 964 €
TOTAL MU-092-	2 016 161 €	2 952 849 €	607 487	542 126 €	-	-2 410 723 €
Línea 1	1 055 091 €	1 592 044 €	971 626	854 267 €	513 997 €	-223 780 €
Línea 6	527 879 €	799 396 €	624 269	507 244 €	346 474 €	54 322 €
Línea 7	127 385 €	186 126 €	60 662	37 142 €	54 199 €	-94 785 €
Línea 12	142 051 €	211 826 €	216 440	152 061 €	40 495 €	-19 270 €
Línea 25	117 041 €	173 501 €	86 673	45 937 €	19 239 €	-108 325 €
Línea 26	906 843 €	1 378 357 €	1 503 976	1 202 554 €	254 702 €	78 899 €
Línea 28	482 844 €	698 049 €	483 691	399 171 €	80 931 €	-217 947 €
Línea 29	542 169 €	815 692 €	732 891	565 421 €	351 587 €	101 316 €
Línea 30	632 599 €	923 514 €	773 053	658 631 €	498 191 €	233 308 €
Línea 31	881 356 €	1 285 536 €	1 135 640	955 337 €	468 872 €	138 674 €
Línea 34	129 275 €	186 438 €	49 276	35 228 €	16 019 €	-135 191 €
Línea 37	277 583 €	399 381 €	182 086	136 072 €	50 837 €	-212 472 €
Línea 39	1 104 116 €	1 775 812 €	892 219	562 098 €	405 638 €	-808 076 €
Línea 50	1 396 222 €	2 104 128 €	1 567 084	1 159 642 €	858 772 €	-85 714 €
Línea 61	243 334 €	372 015 €	203 584	157 821 €	78 550 €	-135 644 €
Línea 91	468 147 €	681 633 €	505 581	399 470 €	193 415 €	-88 748 €
Línea 92	268 957 €	402 894 €	207 802	160 468 €	112 903 €	-129 523 €
TOTAL MU-093-I	9 302 895 €	13 986 341 €	10 196 552	7 988 565 €	4 344 821 €	-1 652 956 €
Línea 21	705 749 €	1 000 509 €	617 143	607 355 €	3 215 €	-389 939 €
Línea 22	723 522 €	1 064 178 €	696 598	619 610 €	1 678 €	-442 890 €
Línea 24	266 703 €	399 497 €	156 746	83 076 €	6 021 €	-310 400 €
Línea 27	420 079 €	583 612 €	237 611	211 712 €	6 222 €	-365 678 €
Línea 36	686 590 €	1 000 686 €	525 896	486 514 €	46 948 €	-467 224 €
Línea 38	94 974 €	170 398 €	42 503	23 560 €	951 €	-145 886 €
Línea 41	655 791 €	964 422 €	442 967	438 383 €	1 689 €	-524 350 €
Línea 44	1 999 419 €	3 038 464 €	2 307 017	1 761 326 €	1 034 691 €	-242 447 €
Línea 47	78 418 €	124 141 €	58 637	32 250 €	-	-91 890 €
Línea 49	304 526 €	429 903 €	122 990	109 461 €	-	-320 442 €
Línea 52	363 120 €	624 832 €	351 538	312 869 €	-	-311 963 €
Línea 54	285 991 €	404 213 €	140 193	124 772 €	-	-279 441 €
TOTAL MU-093-II	6 584 883 €	9 804 855 €	5 699 841	4 810 888 €	1 101 415 €	-3 892 552 €
TOTAL MU-093	15 887 778 €	23 791 196 €	15 896 393	12 799 453 €	5 446 236 €	-5 545 507 €
TOTAL	17 903 939 €	26 744 045 €	16 503 880	13 341 579 €	5 446 236 €	-7 956 231 €

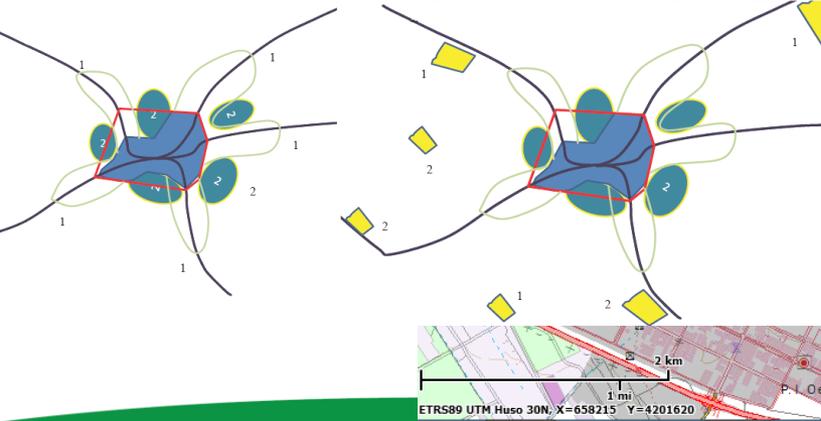
Ejemplos de aplicaciones



GIS transport analysis

- Obsolescence of population settlement information in periurban areas

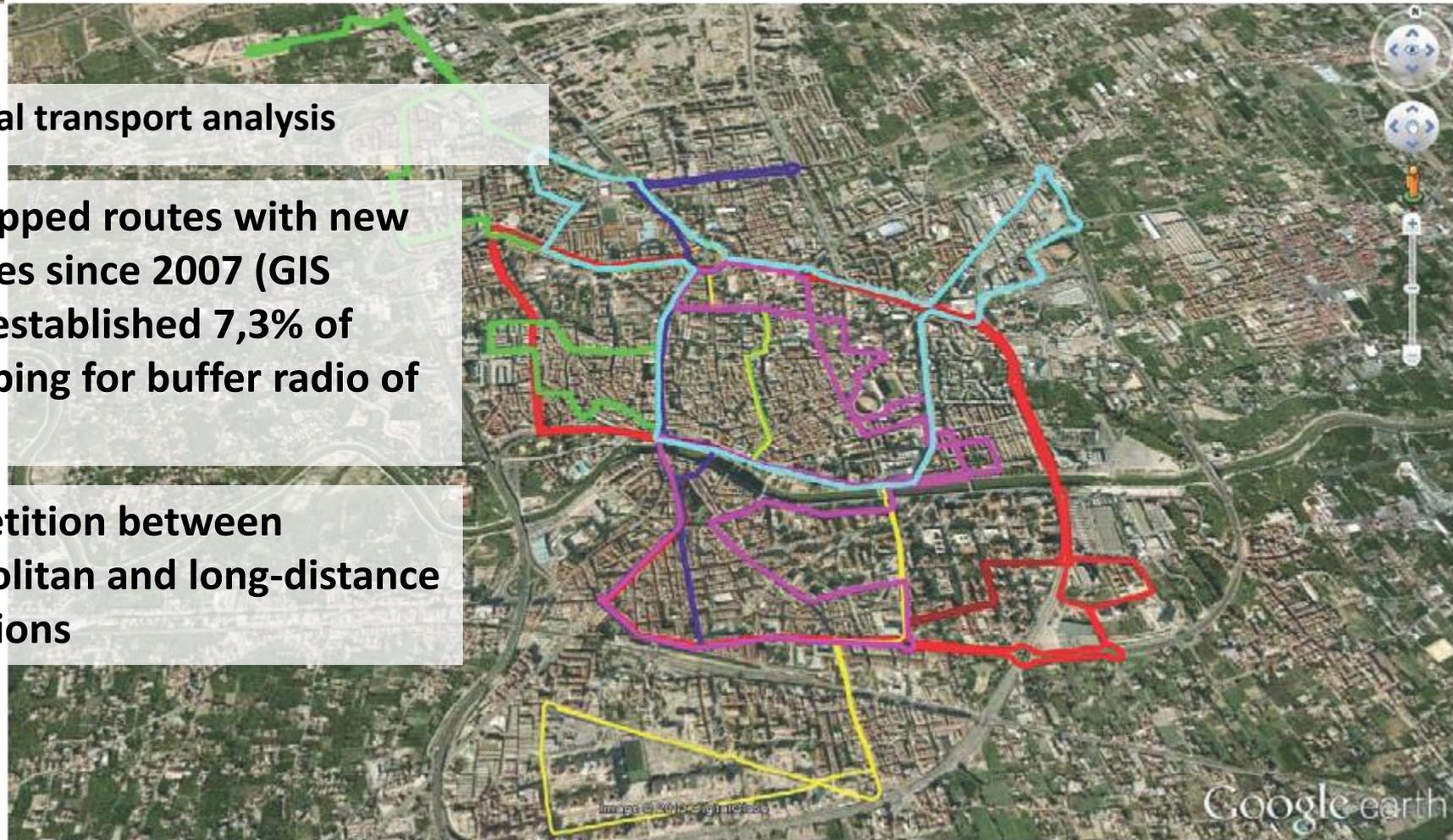
- Necessity of different origin-destiny matrix due to new activities



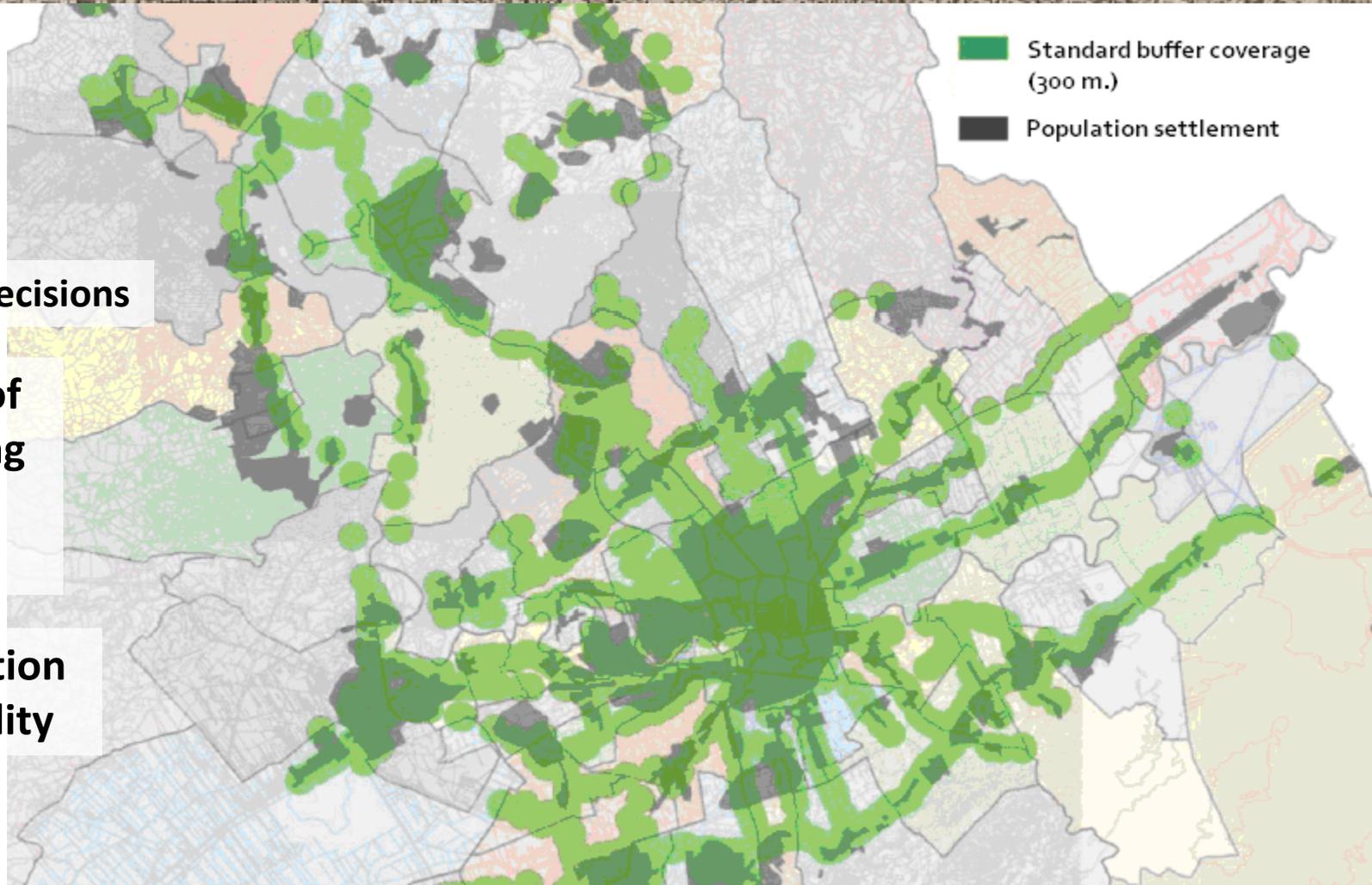
Ejemplos de aplicaciones

GIS spatial transport analysis

- Overlapped routes with new tram lines since 2007 (GIS model established 7,3% of overlapping for buffer radio of 200 m.)
- Competition between metropolitan and long-distance concessions



Ejemplos de aplicaciones



GIS transport decisions

- Integration of urban planning variables and forecasts

- Implementation of multimodality



Ejemplos de aplicaciones

Análisis cartográfico de la evolución histórica de la laguna “Almarjal”, Cartagena (España)

El objetivo de este trabajo fue documentar la evolución de la topografía de la ciudad de Cartagena desde la antigüedad, especialmente en lo que se refiere al estero o mar interior que luego se convirtió en laguna (Almarjal) y, finalmente, se rellenó y pasó a constituir una zona urbana denominada Ensanche. El estero, su comunicación con la bahía y el importante papel que ambos han jugado en la historia de la ciudad se citan en muchos textos, algunos de los cuales se remontan a la época romana.

A la transformación del estero en laguna contribuyeron tanto los aportes de sedimentos de una rambla que desembocaba en él como los vertidos antrópicos, que se realizaron desde antiguo con el fin de ganar nuevos espacios

al mar. La construcción del Arsenal Militar, terminado en 1782, supuso el desvío de la rambla y la transformación del estero en una zona pantanosa, ya que se le privó de su salida natural al mar, además de incrementar los riesgos de inundación en la ciudad.

En el texto del *Proyecto de Ensanche, Reforma y Saneamiento* de la ciudad, de 1896, se achaca a la construcción del Arsenal buena parte de los problemas de salubridad de la zona. La desecación y posterior urbanización del Almarjal, que no se completó hasta el siglo XX, permitió resolver dichos problemas, además del de la demanda de suelo, y dotar a Cartagena de su traza definitiva.

La reconstrucción del perfil de la costa en la bahía y el estero a lo largo de los siglos solo había podido hacerse de forma aproximada, a partir de las descripciones de los autores antiguos y de los planos realizados para servir de base a la construcción de obras militares. Faltaba información planimétrica y altimétrica contrastada y bien referenciada que documentase las distintas etapas por las que ha pasado la historia de la ciudad y que pudiera ser utilizada como base en estudios históricos y arqueológicos.

Ejemplos de aplicaciones

B.1. Cartografía empleada

Se empezó por recopilar toda la documentación disponible, no solo la información cartográfica sino también la de otros tipos, sobre la topografía de la ciudad a lo largo de su historia. Se disponía de planos antiguos, algunos de los cuales mostraban la situación del Almarjal en distintas épocas, y de cartografía actual para que sirviera de referencia. La cartografía seleccionada fue la siguiente:

Cartografía antigua:

- *Proyecto de Ensanche, Reforma y Saneamiento de Cartagena* (Ramos, García y Oliver, 1896). Incluye un plano de la Bahía de Cartagena con curvas de nivel.
- *Estudios Gráfico-Históricos de Cartagena* (Manuel Fernández-Villamarzo, 1907). Contiene planos de la ciudad de Cartagena de la época púnico-romana, siglo XVI, siglo XVIII y siglo XIX.

Los planos elegidos no incluyen sistema alguno de coordenadas ni información sobre su escala o su orientación y, a priori, es difícil saber si son precisos o no.

Cartografía moderna:

- Cartografía actual de Cartagena disponible en la web de la Sede Electrónica del Catastro. Con información de cotas de puntos, manzanas, parcelas y construcciones.
- Web del Proyecto NATMUR-08 y web de CARTOMUR. Entre otros muchos datos, están disponibles las ortofotos de la ciudad de Cartagena desde 1928 hasta 2009, la cartografía digital y el modelo digital de elevaciones.

Cartografía geológica y geotécnica:

- Mapa de zonificación geotécnica (Manteca y Rodríguez Estrella, 2007) de la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transporte de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- Mapa Geológico de España, hoja 977 (Cartagena) del Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 2004).

Ejemplos de aplicaciones

B.2. Metodología

Para poder utilizar los planos del libro *Estudios Gráfico-Históricos de Cartagena* junto con la cartografía actual, comparándolos y extrayendo información fidedigna sobre la topografía antigua de la ciudad, se decidió georreferenciarlos con **gvSIG** una vez digitalizados. De las dos opciones posibles se eligió georreferenciar con cartografía de referencia, ya que la mejor manera de hacerlo consiste en identificar una serie de puntos de apoyo que aparezcan bien diferenciados tanto en el plano como en la cartografía actual. Para ello se eligió la ortofoto más moderna de las disponibles, que data de 2009 y está georreferenciada en el sistema ED50, cargándola en **gvSIG** junto con el plano del siglo XIX. Aunque el proceso de georreferenciación puede funcionar con solo tres puntos de apoyo, se consideró necesario conseguir al menos seis, bien distribuidos por toda la superficie del plano.

Es importante señalar que, dadas las circunstancias y teniendo en cuenta que los elementos identificables en cada uno de los planos han ido modificándose a lo largo de la historia, la georreferenciación hubo de realizarse “hacia atrás”, de forma que cada plano se georreferenciaba a partir del anterior y no todos ellos a partir de la ortofoto. En efecto, es muy difícil identificar elementos comunes y utilizables entre los planos que representan épocas más antiguas y la ortofoto pero sí ha sido posible encontrar al menos seis puntos de apoyo entre cada par de planos consecutivos.

Así, a partir de la ortofoto se pudo georreferenciar el plano que representa la ciudad en el siglo XIX (fig. b.1), éste sirvió para georreferenciar el correspondiente al siglo XVIII y así sucesivamente hasta llegar al plano de la época púnico-romana (fig. b.2). La calidad de cada ajuste se pudo comprobar mediante los errores medios

cuadráticos (RMS) y por superposición con la ortofoto de cada plano ya procesado.

La superposición del último plano con la cartografía actual (fig b.3) muestra la situación originaria del estero y de su canal de desagüe. Puesto que cada plano se ha georreferenciado a partir del anterior los errores obtenidos se habrán ido acumulando, de manera que los mayores estarán en el último plano. Éste corresponde a la época más antigua (siglo III a. C.) y, por tanto, cabe esperar que la información que contiene sea menos precisa que la de otros posteriores, pues se basará más en descripciones de autores antiguos que en mediciones topográficas.

Ejemplos de aplicaciones

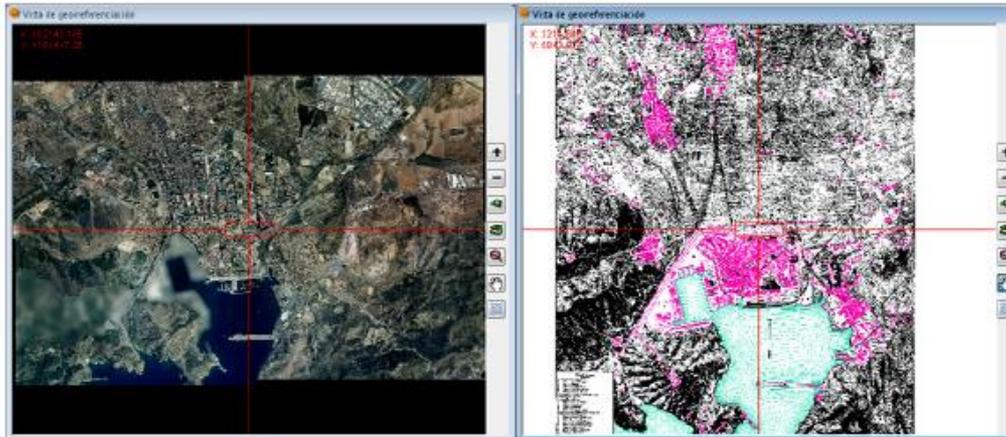


Fig. b.1

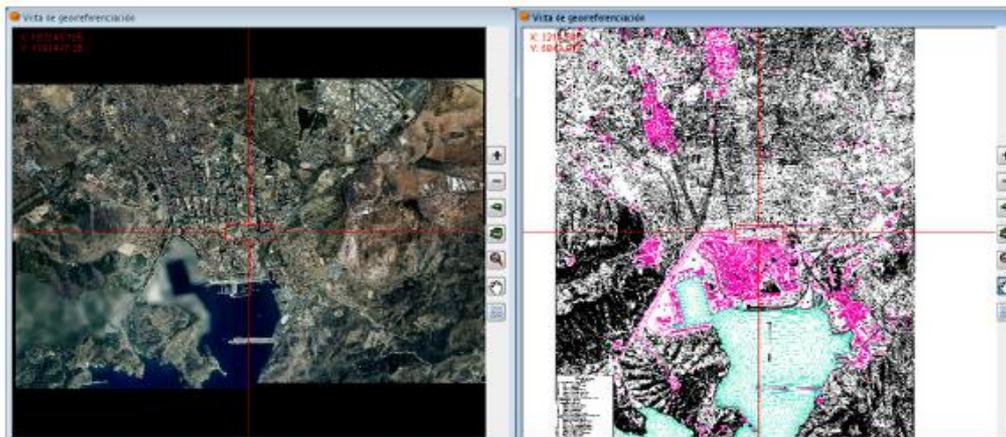


Fig. b.2



Fig. b.3

Ejemplos de aplicaciones

La traza de la bahía es precisa, tal como se aprecia en la figura b.3, pero no podemos asegurar que lo sea también la situación del estero. Para comprobarlo se procedió a superponer el último de los planos con la cartografía geológica y geotécnica. El Mapa de zonificación geotécnica de la región permitió comprobar que la localización obtenida para el estero corresponde, casi al 100%, a arcillas blandas y fangos, lo que resulta coherente.

La superposición con el mapa geológico (fig. b.4) confirma que la superficie del Almarjal en la época púnico-romana coincidía con la del *lagoon* que está marcada en dicho mapa. En rojo figura el límite del Almarjal en la época púnico-romana, en negro el límite del lagoon y en azul la superficie común. De esta forma se

ha podido comprobar la calidad de la cartografía creada por Fernández-Villamarzo a principios del siglo XIX.



Fig. b.4

Ejemplos de aplicaciones

Los planos anteriores no disponen de información altimétrica. Por eso se georreferenció también el plano de avenamiento contenido en el *Proyecto de Ensanche, Reforma y Saneamiento de Cartagena*, que representa la topografía de la ciudad en el siglo XIX e incluye curvas de nivel. Este plano (fig. b.5) ha permitido reconstruir la topografía del fondo de la laguna en la época previa al relleno definitivo del Almarjal y obtener un modelo digital de elevaciones inicial. La cartografía actual ha proporcionado la situación final y la comparación entre ambas ha servido para determinar las diferencias y estimar la cantidad de materiales de relleno que se necesitó emplear.

La topografía del Almarjal en aquella época (siglo XIX) era diferente a la de la época púnico-romana, pues el antiguo mar



Fig. b.5

interior ya se estaba colmatando desde antiguo. Nuestros cálculos se refieren, por tanto, solo al material de relleno correspondiente al periodo transcurrido desde finales del siglo XIX hasta la actualidad.

Ejemplos de aplicaciones

Para crear el MDE inicial se procedió a digitalizar las curvas de nivel del plano de avenamiento, cuya equidistancia es de 0,50 m. A partir de ahí se realizó la rasterización de la capa vectorial y se generaron los valores intermedios por el método de splines. El MDE actual se obtuvo descargando de la página web del proyecto NATMUR-08 dos modelos de alturas del terreno de las hojas 1:5.000, que abarcan la zona de estudio y que se unieron en un único modelo. Los dos MDE, siglo XIX y actual, se recortaron con la capa contorno que corresponde a los límites de la zona ocupada por el Almarjal en la época representada por el primero (fig. b.6). El cálculo de volumen se hizo por diferencia de superficies entre ambos, empleando el MDE actual como superficie superior y el del siglo XIX como superficie inferior.

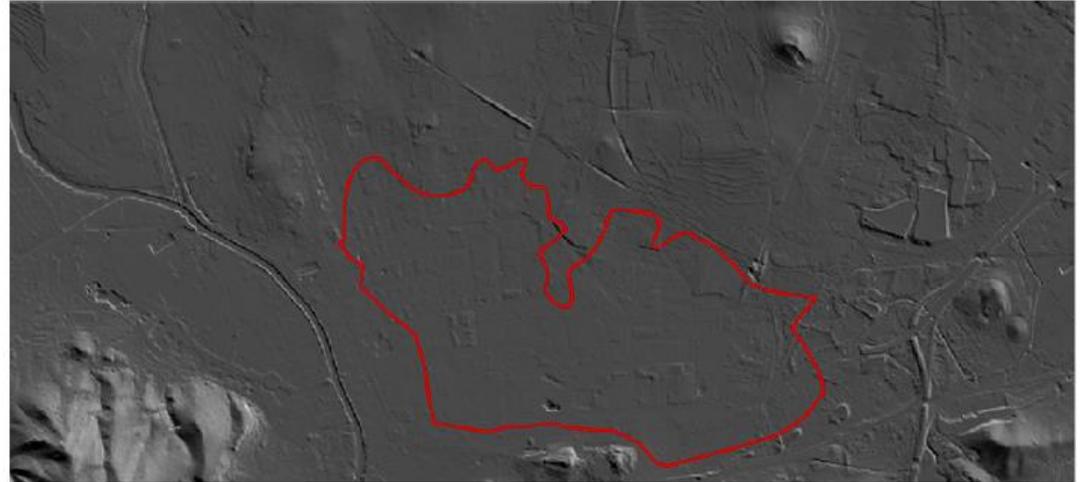


Fig. b.6

B.3. Conclusiones

La superposición de los planos georreferenciados mediante **gvSIG** con la situación actual ha permitido comprobar la calidad de la cartografía empleada, que fue realizada a principios del siglo XX. Los elementos que permanecen en la actualidad, como una buena parte de la



Ejemplos de aplicaciones

B.3. Conclusiones

línea de costa, las colinas y algunos elementos antrópicos, coinciden bien con su representación en los planos. Los errores obtenidos en el proceso de georreferenciación son razonables, dadas las circunstancias.

Se ha podido trasladar a un sistema de referencia actual la situación de los elementos geográficos desaparecidos, especialmente el estero y su comunicación con el mar. Dado que existían dudas sobre la precisión con la que se trazaron sus límites en los planos que se refieren a épocas más antiguas, se procedió a contrastarla con la información disponible en la cartografía geológica y geotécnica. La conclusión es que dicha información confirma que la situación del estero en los planos es correcta. Por tanto, la cartografía de Fernández-Villamarzo, una vez georreferenciada, puede emplearse como base para futuros trabajos de tipo histórico

o para ubicar posibles restos arqueológicos relacionados con la actividad que pudo desarrollarse en torno al estero.

Se ha generado un MDE a partir del plano de avenamiento de la ciudad perteneciente al *Proyecto de Ensanche, Reforma y Saneamiento* fechado en 1896. Este MDE ha permitido, junto con el actual y empleando **gvSIG**, cuantificar la variación volumétrica en la zona del Almarjal desde el siglo XIX a la actualidad. El análisis de los registros históricos y los sondeos, tanto geotécnicos como realizados con fines arqueológicos, ayudarán a determinar la naturaleza y el origen de los materiales de relleno utilizados.

El empleo de herramientas como los SIG, además de contribuir a dotar de referencias comunes a toda la cartografía disponible, permitirá que toda la información geográfica generada en este tipo de estudios pueda gestionarse y consultarse de forma unificada y fácil.

Ejemplos de aplicaciones

Determinación de la riesgo sísmico de la trama urbana en la ciudad de Lorca

¿Riesgo sísmico?

- Grado de pérdidas esperadas en las estructuras durante su vida útil
- Dos variables interrelacionadas en su evaluación:

Peligrosidad sísmica

Probabilidad de ocurrencia, en un período dado, de un movimiento sísmico de una determinada severidad

➤ **Vulnerabilidad sísmica**

Predisposición intrínseca de la estructura a sufrir daño ante la ocurrencia de un determinado sismo



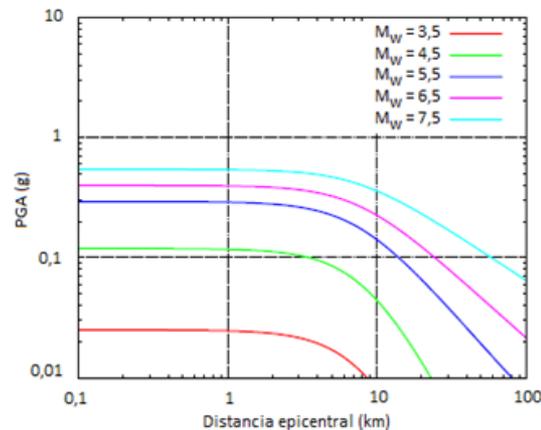
$$S = H \otimes V$$

Ejemplos de aplicaciones

Peligrosidad sísmica

Caracterización de la sismicidad a escala regional

- I. Zonas o fuentes sismogénicas (e.g. Martín, 1984; IGN, 1991; Mezcua, Rueda & García-Blanco, 2011; García-Mayordomo et al., 2012).
- II. Modelo de atenuación del movimiento sísmico (e.g. López-Casado et al., 2000; Ambraseys et al., 2005; García-Blanco, 2009)



Fuente: Mezcua, Rueda & García-Blanco (2011)

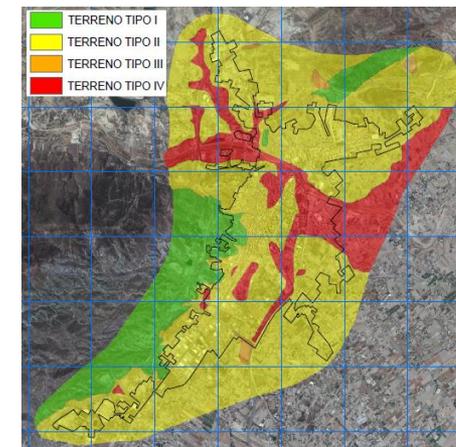
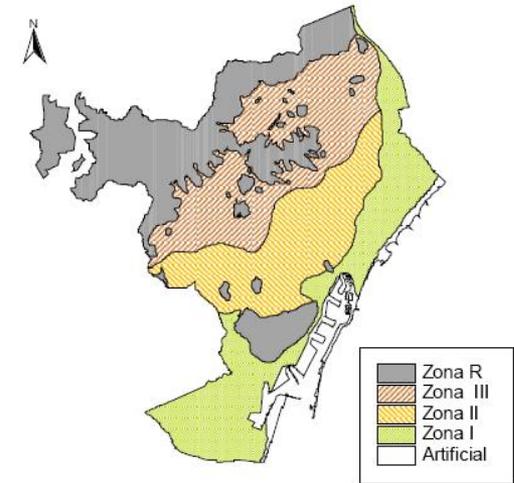
Fuente: Crespo (2011)

Ejemplos de aplicaciones

Peligrosidad sísmica

Caracterización de la sismicidad a escala local

- ✓ Metodología **recientemente** desarrollada, durante la primera década del s. XXI
- ✓ **Microzonificaciones** en las ciudades de Barcelona (Cid, 1998; Cid et al., 2001), Málaga, Granada, Cádiz o Lorca (Goded, 2010; Schmidt, 2010; Navarro et al. 2006, 2014; CARM, 2014), así como en diversas regiones de Andorra y los Pirineos Orientales (Coral, 2002; Moncayo, 2002; Macau, 2008)



Fuente: Cid (1998);
CARM (2014)

Ejemplos de aplicaciones

Vulnerabilidad sísmica

Configuraciones arquitectónicas

Diversas configuraciones arquitectónicas y urbanísticas condicionan el comportamiento sísmico de las edificaciones

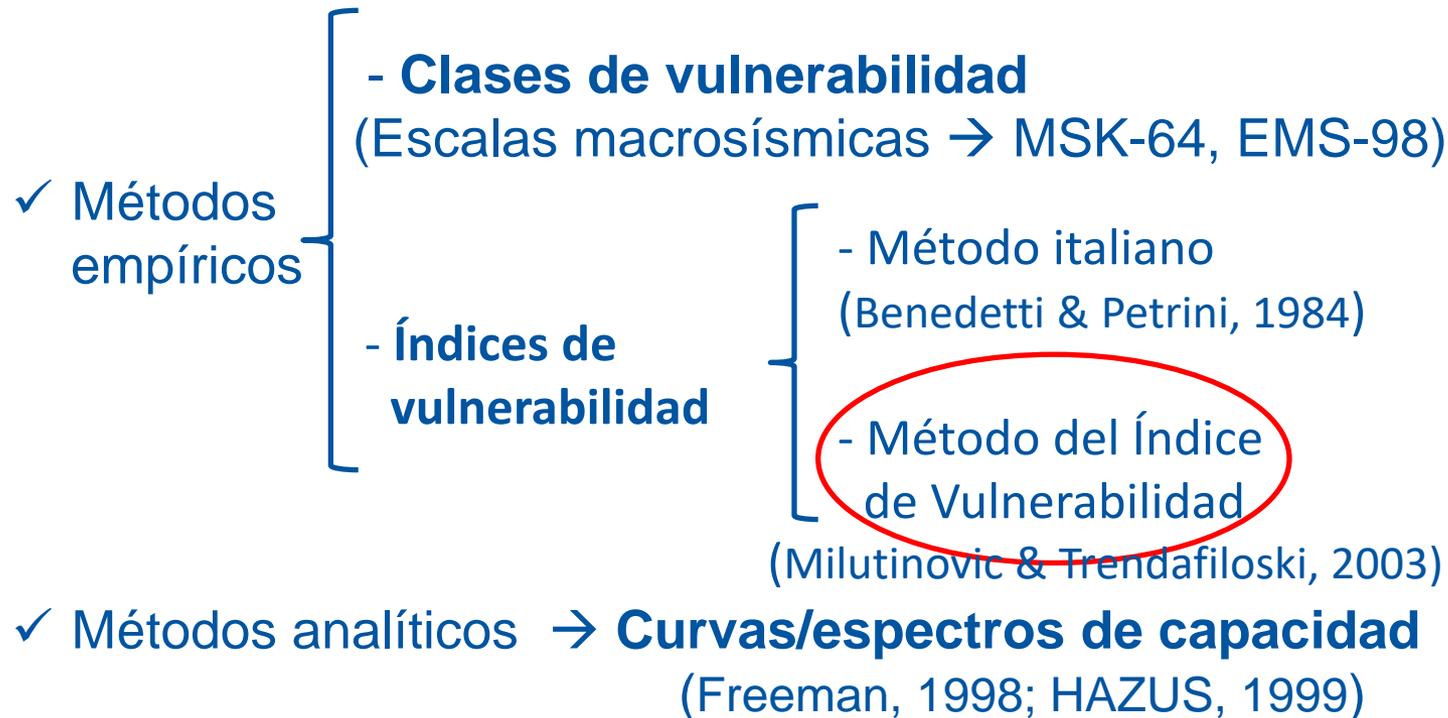
- ✓ Pilares cortos
- ✓ Pilares cautivos
- ✓ Configuraciones irregulares
- ✓ Elementos no estructurales
- ✓ Plantas blandas
- ✓ Efecto golpeteo



Ejemplos de aplicaciones

Vulnerabilidad sísmica

Clasificación metodologías para evaluación vulnerabilidad



Ejemplos de aplicaciones

Revisiones del método del índice de vulnerabilidad

- ✓ Obtención del índice de vulnerabilidad:

$$I_{v_ed} = I_{v_tipología} + \Sigma M_{Ci} + \Delta M_R$$

- ✓ Factores modificadores de comportamiento:

- Propuesta inicial de **Milutinovic & Trendafiloski (2003)**
- Revisiones de **Giovinazzi (2005)**, **Lantada (2007)**, **Feriche (2012)**, **Martínez-Cuevas & Gaspar-Escribano (2016)**

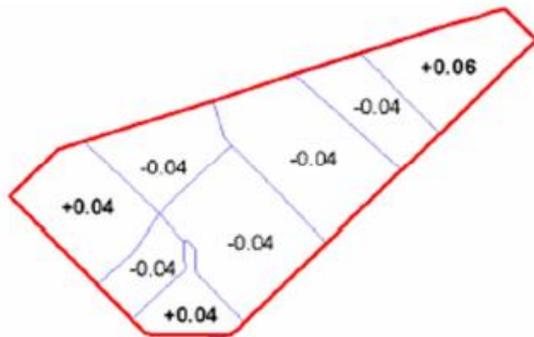
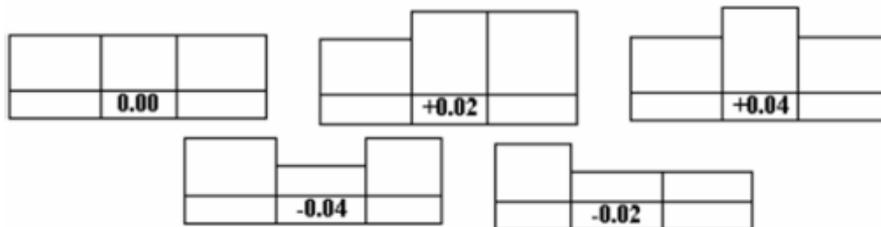
- Edificaciones de mampostería no reforzada
- Edificaciones aporricadas de **hormigón armado**

Ejemplos de aplicaciones

Revisiones existentes del método MIV

Modificadores de comportamiento

III. Lantada (2007)



Factores de comportamiento	Valoraciones del modificador M_c según el nivel de diseño sismorresistente		
	Código de nivel bajo (Pre or Low Code)	Código de nivel medio (Medium Code)	
Estado de conservación	Bueno	-0,04	-0,04
	Deficiente	0,04	0,04
Altura o número de plantas	0 a 3	-0,04	0
	4 a 7	0	0
	≥ 8	0,08	0
<u>Irregularidad en planta</u>		0,04 si $RC < 0,5$ 0,02 si $0,5 > RC > 0,7$	
<u>Irregularidad vertical</u>		0,04 si $\delta > 3$ 0,02 si $1 < \delta \leq 3$	
<u>Edificios adyacentes: posición en manzana</u>	Intermedio	-0,04	-0,04
	Esquina	0,04	0,04
	Terminal	0,06	0,06
<u>Edificios adyacentes: diferencia de altura entre edificios</u>		[-0,04, 0,04] $f(h_{relat})$	

Ejemplos de aplicaciones

Planteamiento y metodología de trabajo

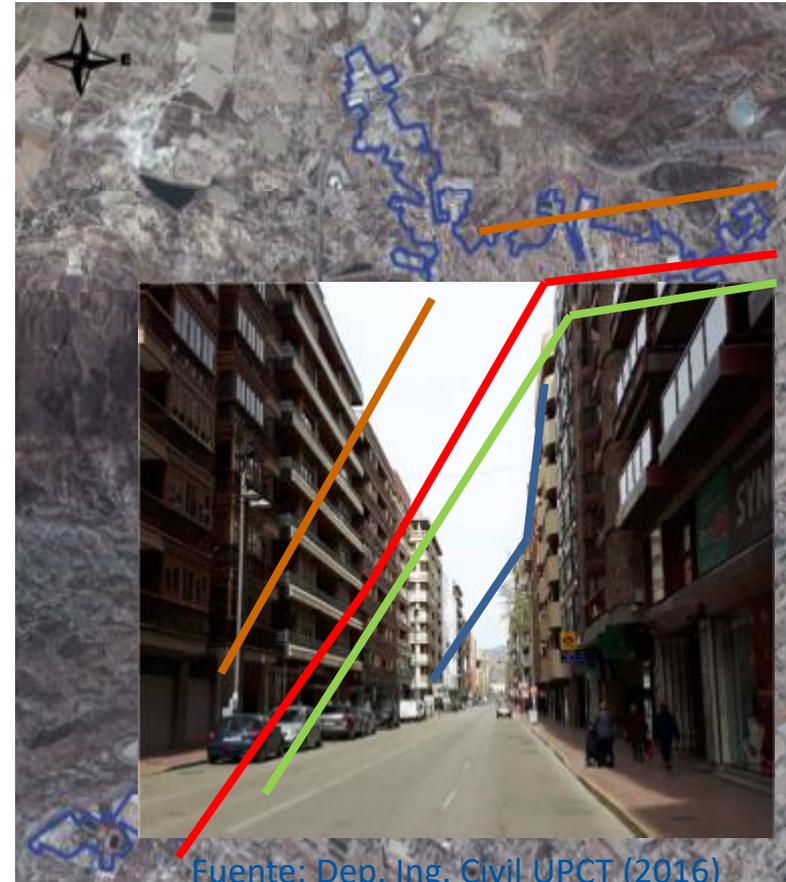
- ✓ Necesidad de comprobar el ajuste de la propuesta realizada a un caso real → **sismo de Lorca de 2011**
- ✓ Disponibilidad de **observaciones reales**:
 - Campañas de campo Departamento Ing. Civil UPCT
 - Inspecciones post-sismo **Consejería Obras Públicas de la Región de Murcia**:
- ✓ Comparación:
 - **Grado de daño calculado** según metodología LM1 RISK-UE
 - **Grado de daño real** observado en el sismo de Lorca 2011
- ✓ Muestra: **1.050 edificaciones** → **364 casos** homogéneos

Ejemplos de aplicaciones

Marco de actuación

La ciudad de Lorca

- ✓ Desarrollo urbanístico
- ✓ Gran variedad de tipologías edificatorias



Fuente: Dep. Ing. Civil UPCT (2016)

Fuente: Dep. Ing. Civil UPCT
(2016)

Ejemplos de aplicaciones

4.3. Implementación de la base de datos

Estructura de la base de datos

A. DATOS GENERALES

DE LAS EDIFICACIONES

INFORMACIÓN GENERAL							
FID	REFCAT	DIRECCIÓN	COORD. X	COORD. Y	SUPERFICIE	Nº PLANTA	AÑO
0	4495001XG1649E	Ctra. Granada, 1	614360	4169461	109	1	1960
1	4707909XG1740F	C/Granero, 3	614630	4170560	254	4	1984
4	4699125XG1649H	C/Jerónimo de Santa Fe, 42	614516	4169773	518	4	2008
5	4699125XG1649H	C/Puerto Lumbreras, 39	614501	4169773	518	2	2008
6	4505218XG1740F	C/Soledad, 3	614435	4170396	198	2	2007
7	5212017XG1751A	C/Carril de Caldereros, 33	615113	4170921	247	3	1977
8	4600907XG1740B	C/José Mouliá, 48	614535	4169837	343	4	1981
9	4706024XG1740F	C/Narciso Yepes, 2	614604	4170327	264	4	1986
10	4500021XG1740B	C/Salado, 3	614385	4169800	159	2	2003
11	6015811XG1761E	C/Galicia, 1	615900	4171358	506	4	1995
12	4395803XG1649E	C/Guitarrista Cano, 17	614197	4169328	180	2	1956
13	5414703XG1751C	C/Huerca Overa, 2	615325	4171173	139	4	1962
14	4915909XG1741F	C/Eulogia Periago, 38	614842	4171337	61	4	1997
15	4704614XG1740D	Avda. Portugal, 9	614623	4170207	149	4	1960
16	4799021XG1649H	C/Ministro Pérez de Meca, 6	614618	4169702	109	4	2009
17	6317008XG1761E	C/Francisco Salzillo, 4	616135	4171535	912	3	1972
18	5395005XG1659E	Alameda de Cervantes, 85	615186	4169286	167	3	1980
19	4804013XG1740D	C/Abenhalaj, 7	614680	4170186	299	4	1968
20	4697013XG1649F	C/Jerónimo de Santa Fe, 49	614408	4169525	674	4	1978

Ejemplos de aplicaciones

Implementación de la base de datos

B. GRADO DE DAÑO OBSERVADO SEGÚN ESCALA EMS-98

Grado de daño EMS-98	Descripción
$\mu_D = 1$	Fisuras en tabiquería interior y cerramientos de albañilería.
1,5	
$\mu_D = 2$	Fisuras en pilares y vigas. Grietas en tabiquerías y cerramientos. Desconchados y caída de elementos no estructurales
2,5	
$\mu_D = 3$	Grietas en bases de pilares y en nudos estructurales con caída de recubrimiento de hormigón y pandeo de las armaduras. Grandes grietas en tabiquerías y muros de cerramiento.
$\mu_D = 4$	Daños graves en elementos estructurales. Posibilidad de fallo de pilares colapso general de la estructura

Ejemplos de aplicaciones

Implementación de la base de datos

C. CARACTERIZACIÓN DE LOS MODIFICADORES

OBTENCIÓN MODIFICADORES DE COMPORTAMIENTO M_c							
FID	MC_PLT_MIL03	MC_PLT_GIO05	MC_PLT_LAN07	MC_PLT_FER12	MC_PLT_ROD17	MC_IRP_MIL03	MC_IRP_LAN07
137	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0	0,02
138	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0,06	0,02
139	0	0	0	0	0	0	0
140	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0	0
141	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0	0
142	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0	0
143	-0,04	-0,02	0	-0,04	0,04	0	0
144	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0,04	0,02
145	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0	0,02
146	0	0	0	0	0	0,04	0,02
147	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0	0
148	0,08	0,04	0,08	0,08	-0,04	0,04	0,02
149	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0	0
150	0	0	0	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	0
152	-0,04	-0,02	0	-0,04	0,04	0	0
154	-0,04	-0,02	0	-0,04	0,04	0	0,02
155	0	0	0	0	0	0	0
156	0	0	0	0	0	0	0
157	-0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,04	0	0
159	0	0	0	0	0	0	0

Ejemplos de aplicaciones

Implementación de la base de datos

D. OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES									
FID	I_V^* ED_GIOS	I_V^{\max} ED_GIOS	I_V^{\min} ED_LAN07	I_V^* ED_LAN07	I_V^* ED_LAN07	I_V^{\max} ED_LAN07	I_V^{\min} ED_FER12	I_V^* ED_FER12	
263	0,620	0,840	0,098	0,288	0,598	0,818	0,260	0,450	0,4
264	0,640	0,860	0,118	0,308	0,618	0,838	0,260	0,450	0,4
265	0,740	0,960	0,363	0,553	0,863	1,083	0,500	0,690	0,4
266	0,720	0,940	0,263	0,453	0,763	0,983	0,180	0,370	0,4
267	0,720	0,940	0,058	0,248	0,558	0,778	0,260	0,450	0,4
268	0,720	0,940	0,138	0,328	0,638	0,858	0,300	0,490	0,4
269	0,720	0,940	0,363	0,553	0,863	1,083	0,340	0,530	0,4
270	0,700	0,920	0,098	0,288	0,598	0,818	0,260	0,450	0,4
271	0,660	0,880	0,018	0,208	0,518	0,738	0,220	0,410	0,4
272	0,660	0,880	0,018	0,208	0,518	0,738	0,220	0,410	0,4
273	0,720	0,940	0,058	0,248	0,558	0,778	0,300	0,490	0,4
274	0,760	0,980	0,178	0,368	0,678	0,898	0,360	0,550	0,4
275	0,620	0,840	0,178	0,368	0,678	0,898	0,200	0,390	0,4
276	0,760	0,980	0,263	0,453	0,763	0,983	0,300	0,490	0,4
278	0,660	0,880	0,078	0,268	0,578	0,798	0,260	0,450	0,4
280	0,660	0,880	0,038	0,228	0,538	0,758	0,180	0,370	0,4
281	0,660	0,880	0,138	0,328	0,638	0,858	0,260	0,450	0,4
282	0,720	0,940	0,218	0,408	0,718	0,938	0,380	0,570	0,4
283	0,720	0,940	0,158	0,348	0,658	0,878	0,360	0,550	0,4
284	0,680	0,900	0,018	0,208	0,518	0,738	0,220	0,410	0,4
285	0,680	0,900	0,038	0,228	0,538	0,758	0,240	0,430	0,4
286	0,700	0,920	0,328	0,518	0,828	1,048	0,260	0,450	0,4
287	0,660	0,880	0,078	0,268	0,578	0,798	0,180	0,370	0,4

Ejemplos de aplicaciones

Implementación de la base de datos

E. ESTIMACIÓN GRADO DE DAÑO SEGÚN MÉTODO LM1

a) $I_{EMS-98} = VII$

b) $I_{EMS-98} = VIII$

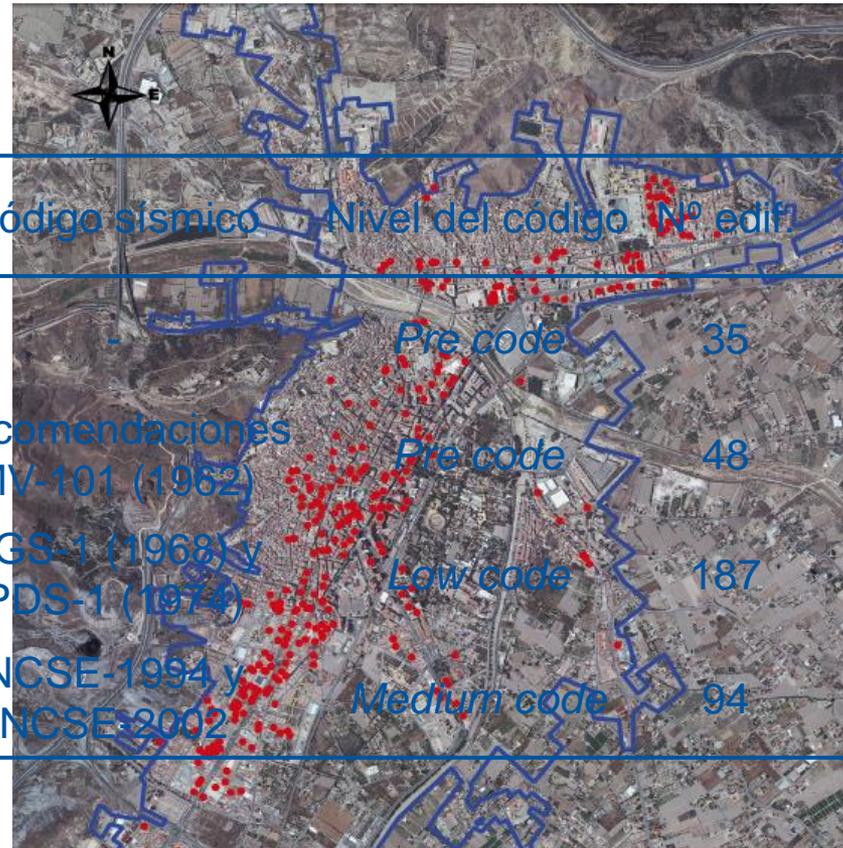
GRADO DE DAÑO MEDIO LM1 RISK-UE									
FID	μD^+_{GIO05} (I = VII)	μD^{max}_{GIO05} (I = VII)	μD^{min}_{LAN07} (I = VII)	μD^-_{LAN07} (I = VII)	μD^*_{LAN07} (I = VII)	μD^+_{LAN07} (I = VII)	μD^{max}_{LAN07} (I = VII)	μD^{min}_{FER12} (I = VII)	μD^-_{FER12} (I = VII)
352	0,83	1,99	0,05	0,14	0,32	0,69	1,72	0,15	0,41
353	0,83	1,99	0,05	0,14	0,32	0,69	1,72	0,15	0,41
354	0,76	1,86	0,10	0,28	0,59	1,20	2,55	0,11	0,30
355	0,69	1,74	0,02	0,07	0,15	0,35	0,99	0,07	0,20
356	0,91	2,12	0,11	0,31	0,65	1,30	2,68	0,14	0,37
357	0,69	1,74	0,04	0,10	0,23	0,52	1,38	0,09	0,24
358	0,91	2,12	0,06	0,18	0,39	0,83	1,98	0,19	0,50
359	0,83	1,99	0,09	0,25	0,54	1,10	2,41	0,07	0,20
360	0,91	2,12	0,22	0,57	1,14	2,04	3,48	0,17	0,45
361	0,83	1,99	0,05	0,14	0,32	0,69	1,72	0,21	0,55
362	1,09	2,39	0,08	0,22	0,48	0,99	2,24	0,23	0,60
363	1,39	2,80	0,12	0,33	0,70	1,38	2,78	0,29	0,73
364	0,76	1,86	0,06	0,16	0,35	0,75	1,85	0,10	0,27
365	0,83	1,99	0,03	0,08	0,19	0,42	1,17	0,09	0,24
366	0,91	2,12	0,13	0,34	0,72	1,40	2,82	0,10	0,27
367	0,83	1,99	0,06	0,16	0,35	0,75	1,85	0,10	0,27
368	0,76	1,86	0,03	0,08	0,19	0,42	1,17	0,05	0,15
370	1,00	2,26	0,10	0,28	0,59	1,20	2,55	0,07	0,20
371	0,69	1,74	0,04	0,10	0,23	0,52	1,38	0,07	0,20
372	0,76	1,86	0,03	0,09	0,21	0,47	1,27	0,11	0,30
373	0,91	2,12	0,14	0,38	0,80	1,55	2,98	0,11	0,30
375	0,83	1,99	0,05	0,13	0,29	0,63	1,60	0,19	0,50
376	0,69	1,74	0,05	0,14	0,32	0,69	1,72	0,14	0,37

Ejemplos de aplicaciones

Implementación de la base de datos

Resumen

Periodo de construcción	Código sísmico	Nivel del código	Nº edif	%
Anterior a 1963		Pre code	35	9,6
1963-1970	Recomendaciones MV-101 (1962)	Pre code	48	13,2
1971-1995	PGS-1 (1968) y PDS-1 (1974)	Low code	187	51,4
Posterior a 1995	NCSE-1994 y NCSE-2002	Medium code	94	25,8

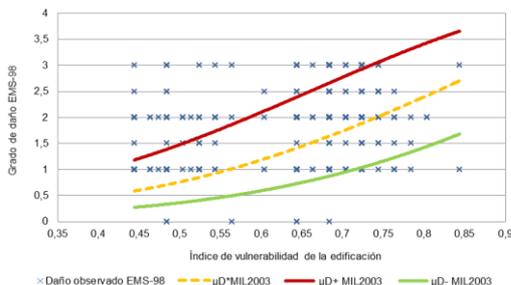


Ejemplos de aplicaciones

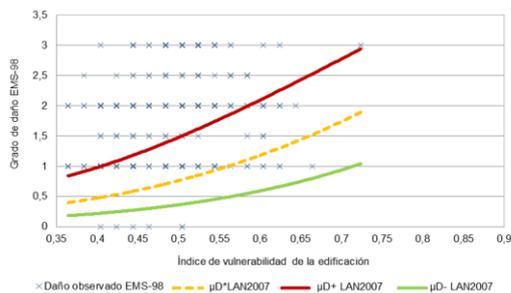
Resultados

Comparación entre
daño real y daño
estimado ($I_{EMS-98} =$
VIII)

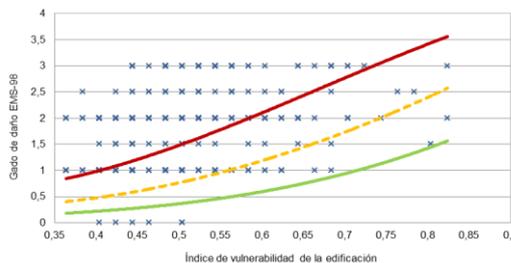
MIL-03



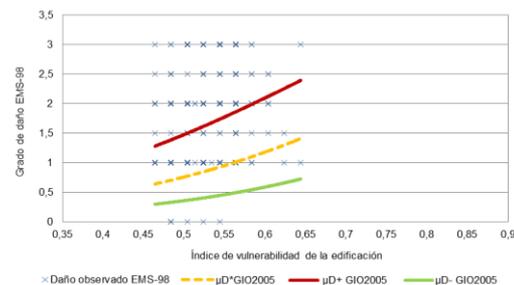
LAN-07



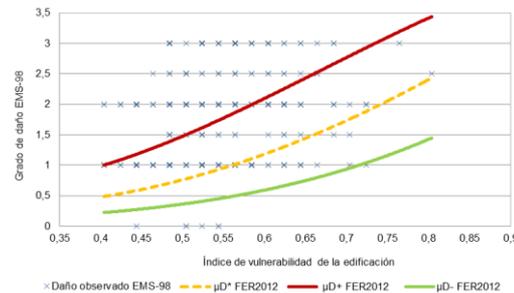
MAN-16



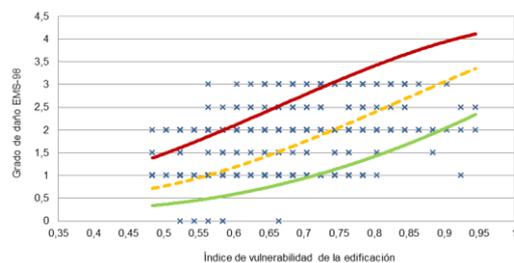
GIO-05



FER-12



ROD-17



Ejemplos de aplicaciones

Resultados

Tratamiento estadístico de los datos

- ✓ **364 casos** {
- Daño observado en sismo de Lorca 2011
 - Daño estimado según método LM1

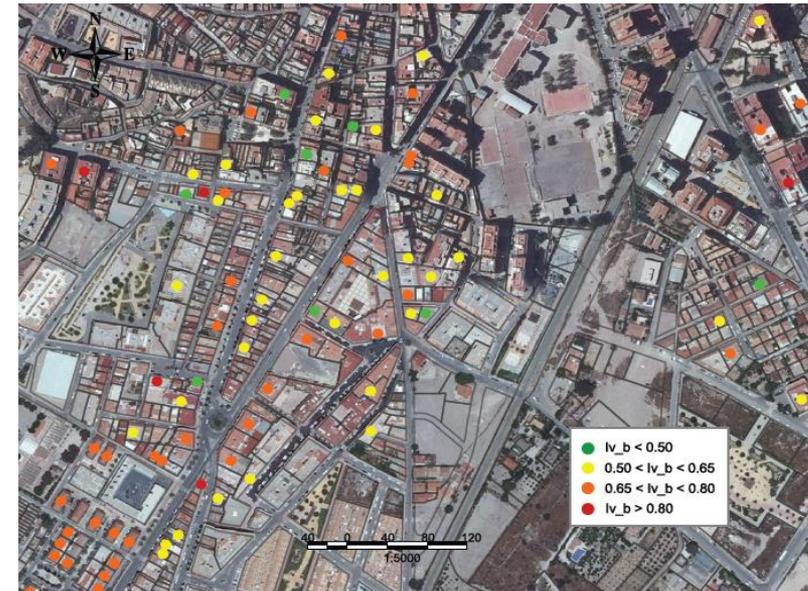
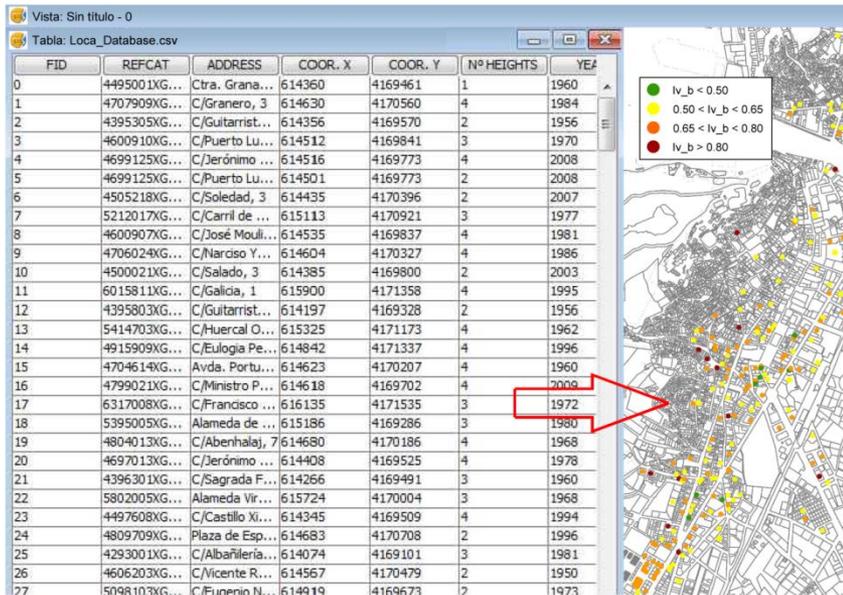
¿La diferencia entre daño observado y calculado según la nueva propuesta **es menor** que la diferencia resultante con las versiones anteriores del método MIV?

↳ **Contraste de igualdad** de tendencia central

Ejemplos de aplicaciones

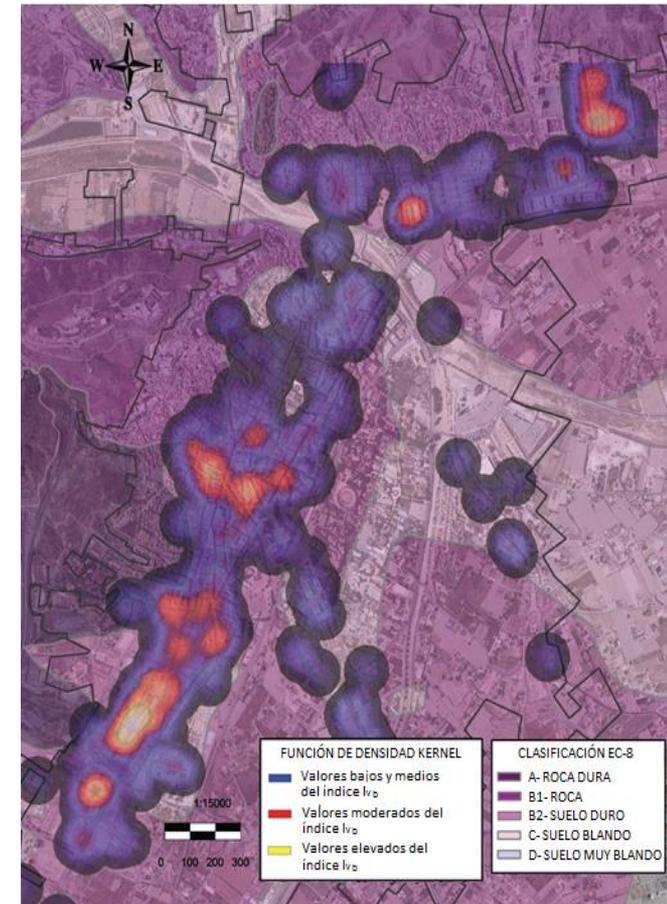
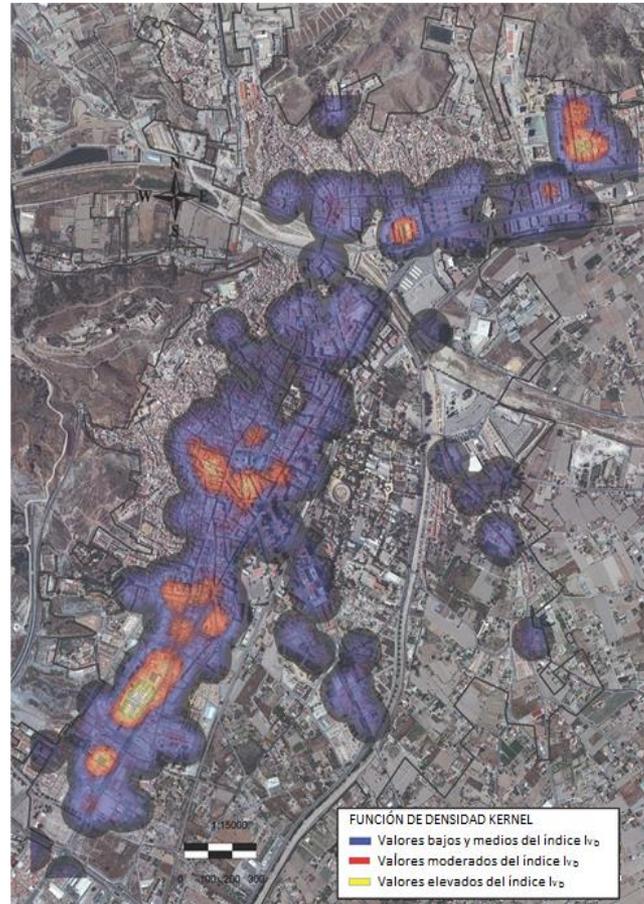
Aplicación a la planificación y gestión de emergencias. Técnicas SIG

- ✓ Servicio de Catastro → Implementación sencilla y estandarizada
- ✓ Escala detallada → Evaluación pormenorizada



Ejemplos de aplicaciones

Aplicación a la planificación y gestión de emergencias. Técnicas SIG



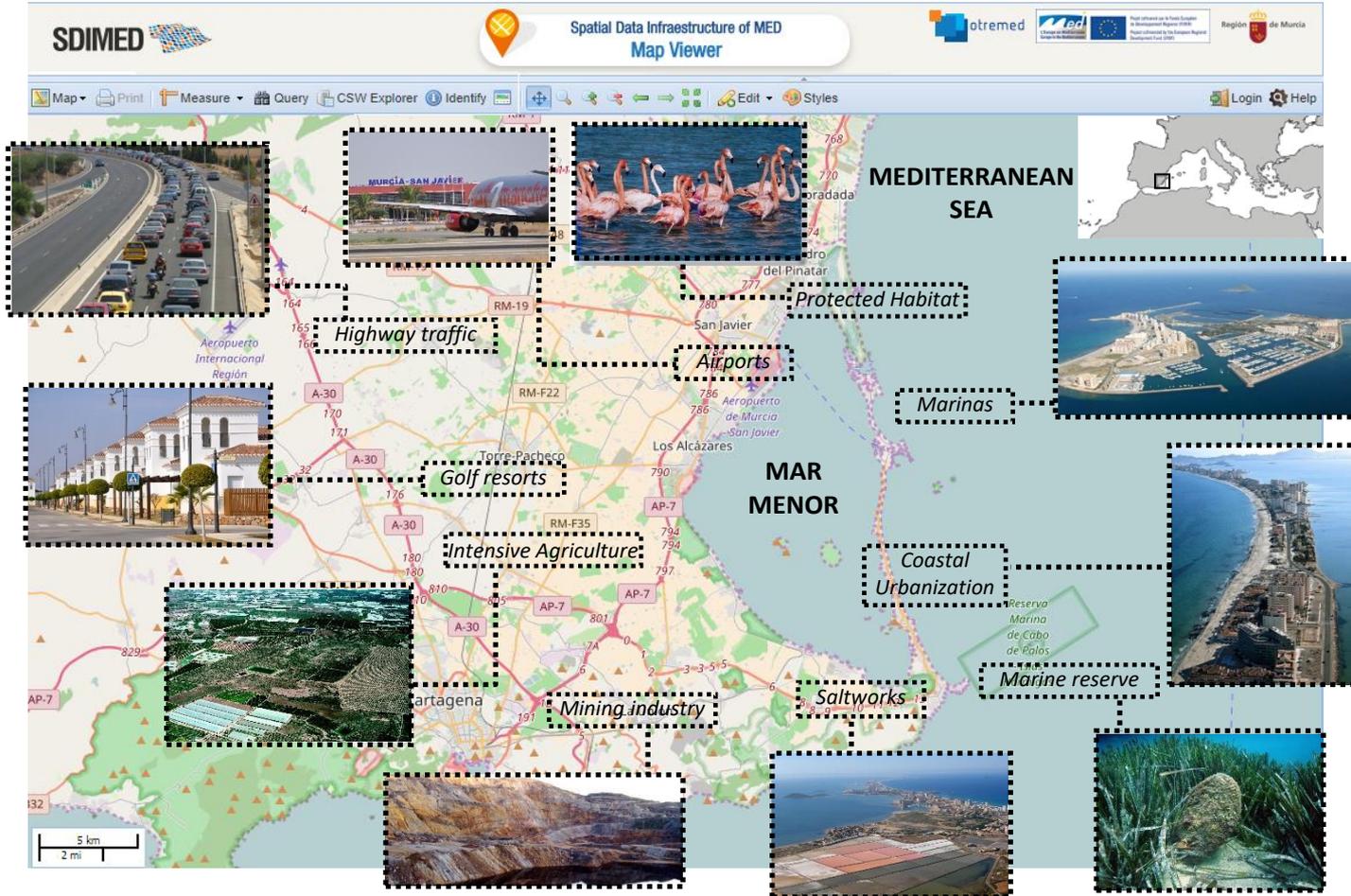
Ejemplos de aplicaciones

ITI Mar Menor

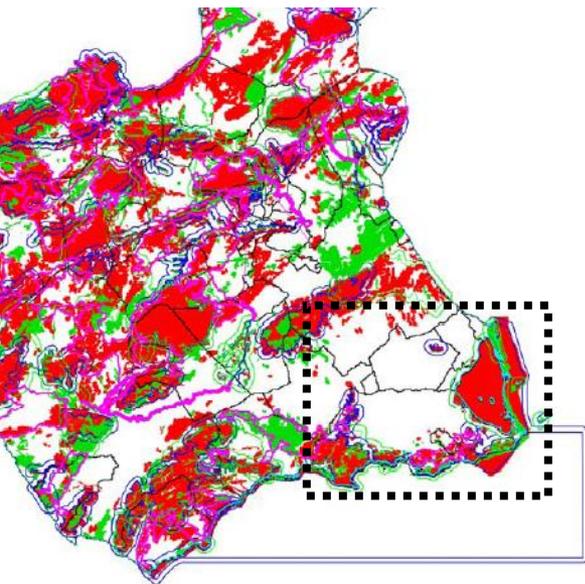
- 3 Espacios Naturales protegidos regionales
- Áreas de Protección de Fauna Silvestre
- 2 áreas de protección internacional RAMSAR y ZEPIM
- Espacio de la Red Natura 2000: 5 Lugares de Interés Comunitario (LIC) y 4 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)



Ejemplos de aplicaciones

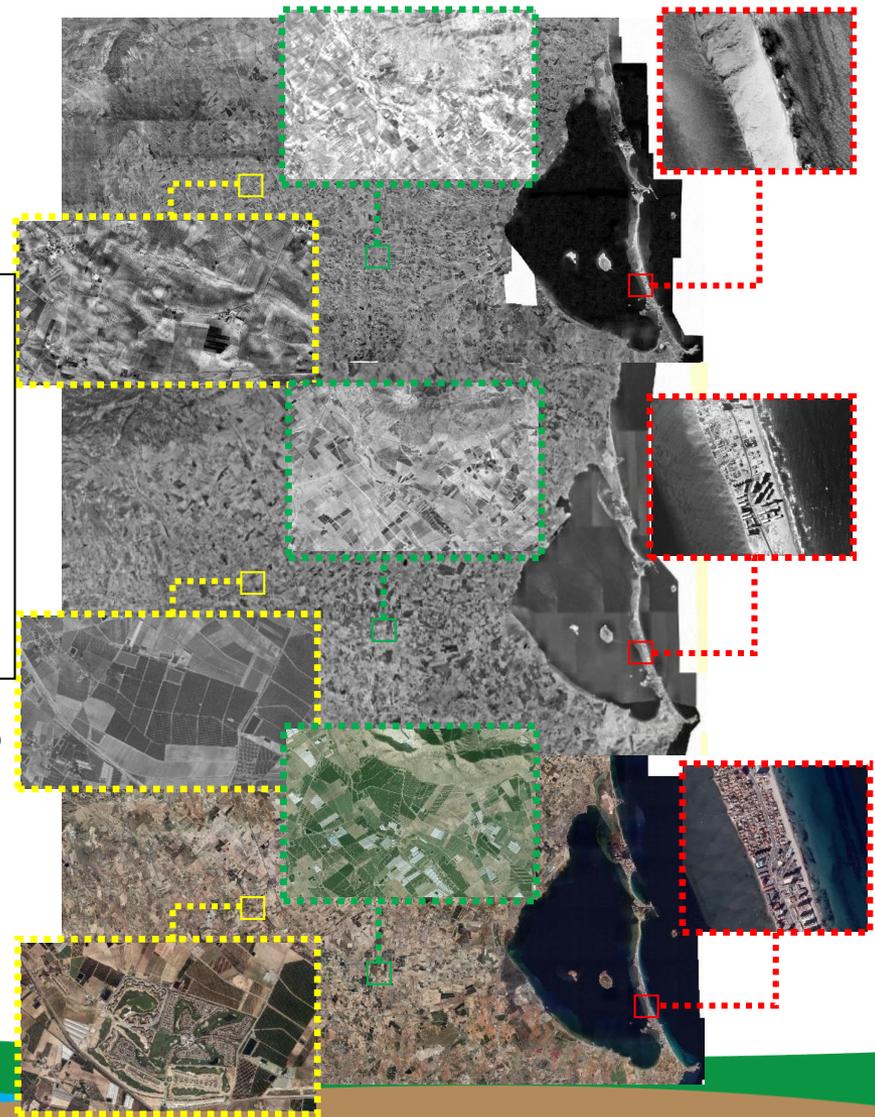


Ejemplos de aplicaciones

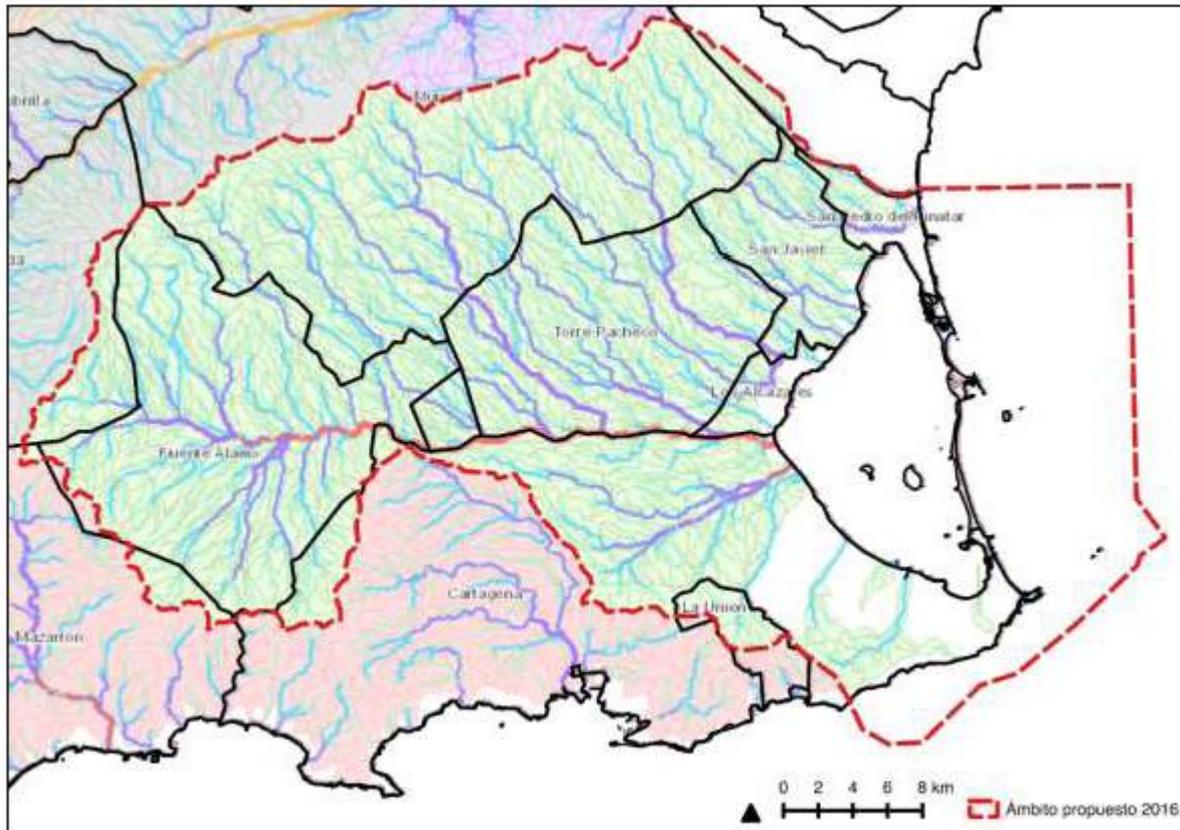


- SCI area
- SCI amplified +1000 m.
- SPA area
- SPA amplified +1000 m.
- Wildlife corridor
- Wildlife corridor amplified
- Habitats
- Priority Habitats

Mar Menor and Campo de Cartagena area



Ejemplos de aplicaciones



Ejemplos de aplicaciones

Sección 2.ª Normas de aplicación a la Zona 1

Artículo 4. Obligación de implantación de estructuras vegetales de barrera y conservación.

1. Las explotaciones agrícolas situadas en la Zona 1 que incluyan tierras de cultivo, deberán establecer en ellas estructuras vegetales de conservación destinadas a la retención y regulación de aguas, control de escorrentías, absorción de nitratos y protección frente a la erosión del suelo.

Estas consistirán en estructuras de barrera, así como agrupaciones de arbolado en las zonas no productivas o marginales de las explotaciones, o áreas destinadas a este fin.

El titular de la explotación deberá realizar las labores de mantenimiento de las estructuras y elementos mencionados en este artículo.

2. El anexo II establece las normas técnicas que deben seguirse para el diseño de las estructuras vegetales mencionadas.

Artículo 5. Laboreo del suelo y erosión.

Todas las operaciones de cultivo, incluyendo preparación del terreno y plantación o siembra, seguirán las curvas de nivel según la orografía del terreno, quedando prohibido el laboreo y cultivo a favor de pendiente. Quedan exentas de la aplicación de estas actuaciones los invernaderos y plantaciones leñosas en riego localizado ya establecidas, siempre y cuando tiendan al no laboreo.

Artículo 6. Limitación de la actividad agrícola en terrenos próximos al dominio público marítimo terrestre.

1. Se prohíbe la aplicación de todo tipo de fertilizantes en la zona de servidumbre de protección del dominio público marítimo terrestre (100 metros medidos tierra a dentro desde el límite interior de la ribera del mar). En consecuencia, no es posible en dicha zona la existencia de cultivos, excepto los invernaderos y leñosos ya implantados.

2. Esta franja se considera especialmente idónea para la implantación de las estructuras vegetales a que se refiere el artículo anterior.

Artículo 7. Prohibición de apilamiento temporal de estiércol.

Se prohíbe el apilamiento temporal de estiércol u otros materiales orgánicos con valor fertilizante por un periodo superior a 72 horas, teniendo que incorporarse inmediatamente tras su distribución en la parcela. Dichas labores no se realizarán en el caso de presencia de vientos superiores a 3 m/s.

Artículo 8. Cultivos abandonados.

Al objeto de reducir la presencia de insectos vectores (como la mosca blanca y trips) que transmitan enfermedades víricas a plantaciones colindantes, y una vez finalizada la vida útil del cultivo tras su recolección, los restos de cultivo existentes se eliminarán en el plazo máximo de 7 días. Este plazo se extenderá a 15 días cuando se utilicen sistemas de aprovechamiento por el ganado.





Almacenamiento

Cabe distinguir dos formas de almacenar los datos espaciales:

1. Como archivos independientes.
2. Como tablas integradas en una geodatabase.

Los SIG utilizan geodatabases como método de almacenamiento de datos espaciales. Los archivos independientes no tienen normalmente esa finalidad, sino más bien la de “encapsular” de un modo sencillo capas por separado, de modo que éstas sean fácilmente portables entre equipos y usuarios.

Por lo común, los programas informáticos que gestionan geodatabases permiten la importación a la geodatabase de una capa que originariamente está en un archivo independiente, y también la operación recíproca, o sea, exportar a un archivo independiente una capa que forme parte de la geodatabase.



Almacenamiento

- **Archivos independientes**

- SHP: Formato ideado por Esri. Aparte del archivo principal, con extensión “shp”, existen otros 6 archivos con el mismo nombre y extensiones diferentes (“dbf”, “prj”, “sbn”, “sbx”, “shx” y “xml”). Cada “shapefile” admite una única capa, que además ha de ser de tipo vectorial.
- DWG: Formato nativo de AutoCAD. Cada archivo DWG permite la inclusión de varias capas vectoriales y raster.
- DXF: Evolución del formato DWG. Cada archivo DXF también admite la integración de varias capas vectoriales y raster.



Almacenamiento

- **Geodatabases**

- Oracle: Gestor de bases de datos capaz de administrar geodatabases de gran tamaño (en Oracle 11, 4.000 TB -1 TB = 1.024 GB-) y con un elevado número de usuarios conectados al mismo tiempo (del orden de varios miles).
- PostGis: Gestor de bases de datos de código abierto (gratuito). Puede manejar bases de datos de hasta 400 GB y cientos de conexiones simultáneas.



TIPOS DE SOFTWARE DE CONSULTA

Aplicaciones de Escritorio vs Aplicaciones web

Existen, tanto en el ámbito de los SIG como en el del resto del software de propósito general, dos grandes grupos de aplicaciones informáticas:

Los programas de escritorio y las aplicaciones web.

TIPOS DE SOFTWARE DE CONSULTA

Los programas de escritorio son aplicaciones que cada usuario tiene que instalar en su propio ordenador.

Los hay de código abierto, pero la mayoría son de pago.

Las aplicaciones de escritorio habitualmente tienen una funcionalidad más avanzada que las aplicaciones web (mejor usabilidad, capacidades de edición más elaboradas, etc).

Ejemplos:

gvSIG: Este cliente de escritorio dispone de licencia gratuyita, es el resultado de un desarrollo informático cofinanciado por la Generalidad Valenciana y la Unión Europea

ArcGIS Desktop: comercializado por la multinacional estadounidense ESRI



TIPOS DE SOFTWARE DE CONSULTA

Las aplicaciones web no necesitan ser instaladas; sólo requieren para su funcionamiento un navegador web (que ya suele venir incorporado en el sistema operativo o que, en todo caso, se puede descargar de Internet libremente) y suelen ser gratuitas.

Las aplicaciones web, respecto a los programas de escritorio, cuentan con una gran ventaja: para poder hacer uso de ellas no es necesario instalar nada.

Ejemplos de Geoportales

SITMurcia, Cartomur, GoolZoom: Geoportal que integra ortofotografías y capas catastrales



IDE

Una “Infraestructura de Datos Espaciales” (IDE) es la integración en un geoportal de servicios de mapas estándar que proceden de orígenes diversos.

Estos servicios estándar de mapas son URL (o sea, direcciones de Internet) que se introducen en el geoportal.

Existen varios tipos de servicios estándar de mapas. Los más importantes son los denominados “servicios WMS”.

Un servicio WMS es un conjunto de capas temáticas que es ofrecido desde un servidor remoto, ajeno totalmente al geoportal desde el que se visualiza (de hecho, un mismo servicio WMS puede ser “consumido” por un número ilimitado de geoportales).

IDE

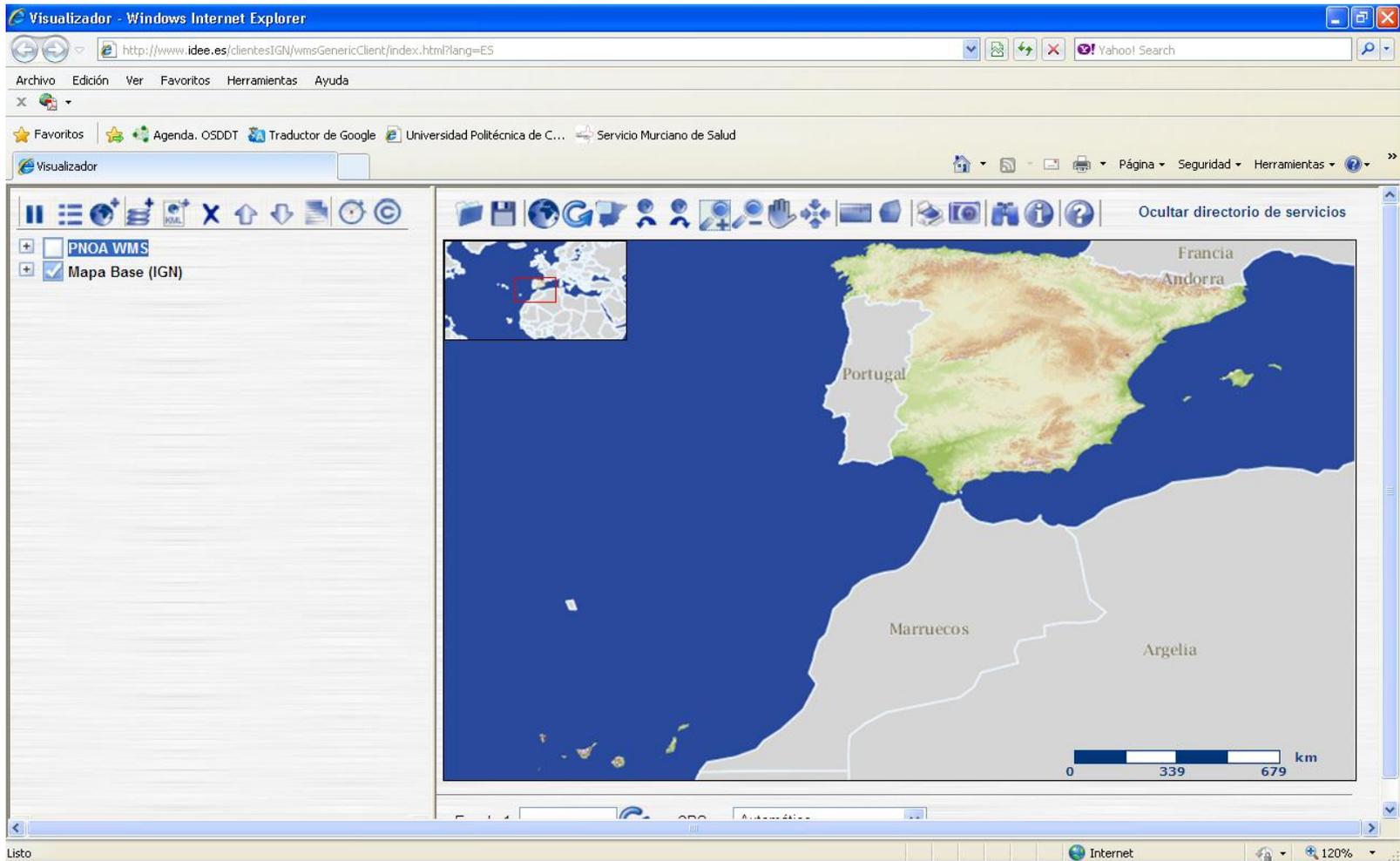
Ejemplos de geoportales capaces de mostrar las capas de una IDE: IDEE, OSE.

Ejemplos de clientes de escritorio capaces de mostrar las capas de una IDE: gvSig, ArcMap.

The screenshot shows the homepage of the IDEE website. At the top, there is a navigation bar with multilingual options: Bienvenido, Benvingut, Ongi etorri, Benvido, Bem-vindo, Bienvenu, and Welcome. To the right are links for 'Acerca de', 'FAQ', and 'Contacto'. Below this is a banner for the 'Consejo Superior Geográfico' and 'Infraestructura de Datos Espaciales de España', with the tagline 'El portal de acceso a la información geográfica de España'. The banner includes the Spanish flag and logos for the 'GOBIERNO DE ESPAÑA' and 'MINISTERIO DE FOMENTO'. A main navigation menu contains 'Inicio', 'Mundo IDE', and 'Servicios Web'. Under 'Inicio', there is a breadcrumb 'IDEE → Inicio' and three sub-menus: 'Estatal', 'Autonómico', and 'Local'. The main content area features a large map of Spain on the left. On the right, there are three sections: 'Visualizador' (describing cartographic visualization), 'Destacamos' (a list of recent updates with dates from 2013), and 'Catálogo de datos y servicios' (describing a search for geographic data and services). The website is displayed in a browser window with a taskbar at the bottom showing 'Internet' and a 120% zoom level.

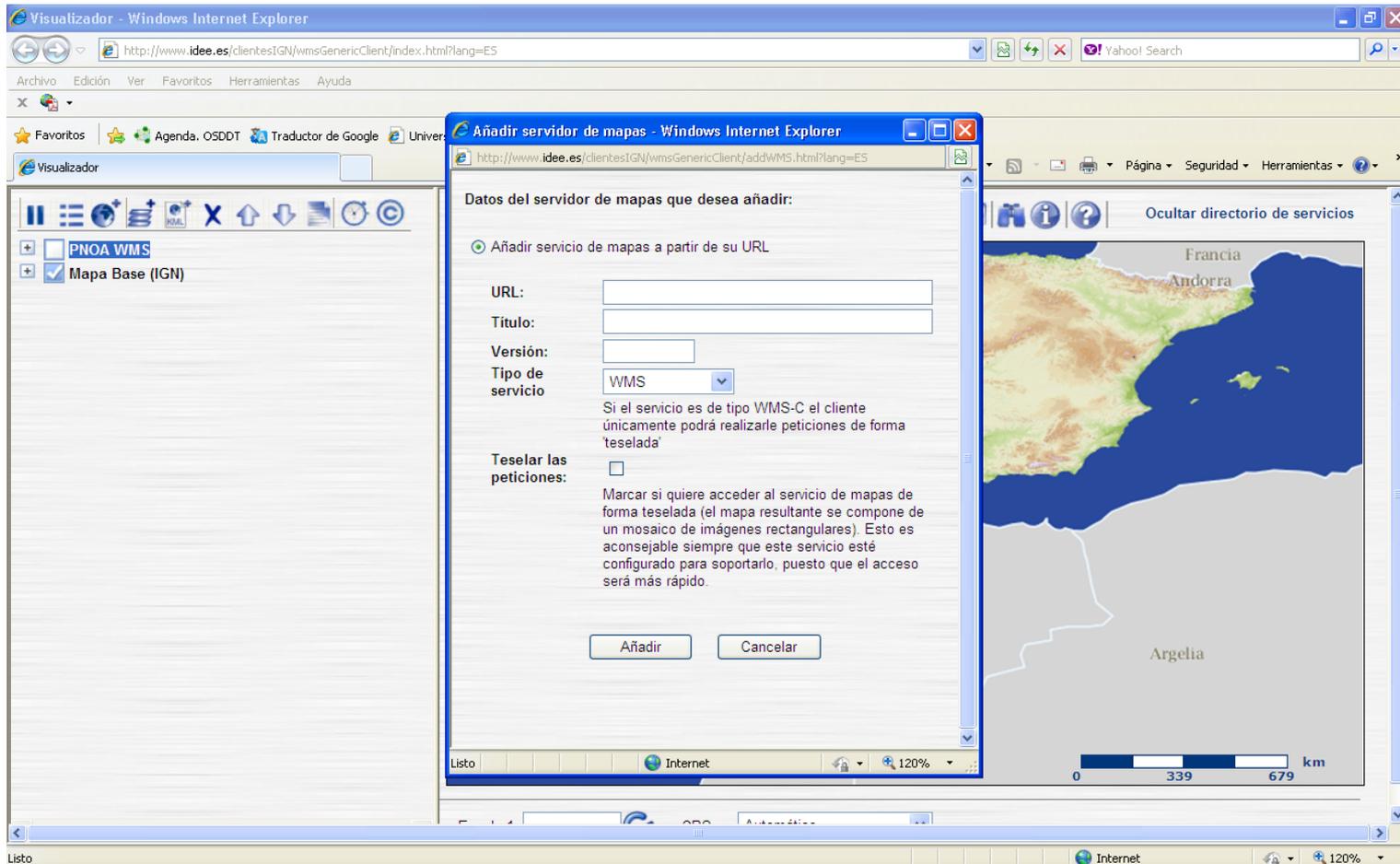
IDE

Ejemplos de geoportales capaces de mostrar las capas de una IDE: IDEE, OSE.
Ejemplos de clientes de escritorio capaces de mostrar las capas de una IDE: gvSig, ArcMap.



IDE

Ejemplos de geoportales capaces de mostrar las capas de una IDE: IDEE, OSE.
Ejemplos de clientes de escritorio capaces de mostrar las capas de una IDE: gvSig, ArcMap.





IDE

Servicio WMS (Web Map Service)

- Descrito por la norma ISO 19128.
- Identificable mediante una URL.
- Posibilidad de activar o desactivar cada capa por separado, con o sin transparencias, y con o sin leyenda.
- Admite tanto capas vectoriales como capas raster.
- Permite obtener información temática de cada punto.
- Permite extraer información general de cada capa (“metadatos”, descritos por la norma ISO 19115).
- Ejemplos de servicios WMS:
 - SITMurcia:
<http://massotti.carm.es/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/wms?>
 - Catastro:
<http://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx>



IDE

Servicio WFS (Web Feature Service)

- Específicamente diseñado para servir capas vectoriales, con las que se podrán realizar operaciones de geoprocésamiento.
- Identificable mediante una URL.

Servicio WCS (Web Coverage Service)

- Específicamente diseñado para servir capas raster; se puede acceder a los atributos de los píxeles.
- Identificable mediante una URL.

Servicio de Catálogo

- Permite la búsqueda de capas adscritas a servicios IDE, según diferentes criterios. Ejemplo de programa que lo implementa: GeoNetwork (gratuito).

Servicio de Nomenclátor

- Buscador de información geográfica por topónimos o por metadatos.



REPASO / CARTOGRAFÍA

GEORREFERENCIACIÓN

Justificación

La cartografía debe, con la ayuda de herramientas matemáticas y geodésicas, idear un sistema de representación que permita identificar geográficamente cada punto de La Tierra. Esta identificación, o “georreferenciación”, siempre se basa en algún sistema de coordenadas bidimensional.

Datum (= representación volumétrica nuestro planeta).

Un “datum” es un modelo del elipsoide formado por la Tierra. Existen varios datums, todos ellos muy semejantes entre sí (aunque sus pequeñas diferencias repercuten en los sistemas de referencia elaborados a partir de ellos)



REPASO / CARTOGRAFÍA

Los datums más utilizados en Europa son los siguientes:

1. **ED50** (European Datum 1950): Se apoya en el Elipsoide de Hayford de 1909, que modeliza a nuestro planeta como un elipsoide cuyo semieje mayor mide 6.378.388 metros.

2. **ETRS89** (European Terrestrial Reference System 1989): Introduce pequeñas variaciones sobre el ED50, tomando en consideración la parte estable de la placa continental europea. El elipsoide resultante es muy parecido, pero no idéntico, al de Hayford, lo que supone un cambio de varios cientos de metros entre cada par de coordenadas tomadas con ambos datums.

En España tradicionalmente toda la cartografía oficial se ha obtenido en base al datum ED50.

No obstante, desde el 2007 el gobierno español estableció como nuevo datum de referencia, mediante Real Decreto, el ETRS89, lo que obliga a todas las administraciones a migrar sus mapas a este datum, si bien se permite la coexistencia de ambos hasta el año 2015.



REPASO / CARTOGRAFÍA

Coordenadas Geográficas

Una coordenada geográfica es la intersección de una latitud y de una longitud.

La latitud representa un paralelo terrestre (paralelos = líneas horizontales), y la longitud un meridiano (meridiano = líneas verticales).

La Tierra se encuentra dividida geográficamente en 180 paralelos y 360 meridianos.

Existe un paralelo de referencia, denominado “Ecuador”, al que se hace corresponder la latitud 0. Por encima del Ecuador (hemisferio norte) hay 90 paralelos, y por debajo (hemisferio sur) otros 90. También existe un meridiano de referencia, el “Meridiano de Greenwich”, asociado a la longitud 0. Hay 180 meridianos hacia el este del Meridiano de Greenwich y otros 180 al oeste.

Tanto la latitud como la longitud vienen expresadas en grados, correspondiendo cada grado, respectivamente, a un paralelo o a un meridiano. Por lo tanto, la coordenada geográfica de cada punto de la superficie terrestre es una pareja de valores expresados en grados, indicando el primero la latitud (paralelo) y el segundo la longitud (meridiano).



REPASO / CARTOGRAFÍA

La forma de numerar los paralelos y los meridianos es la siguiente:
Sabiendo que el Ecuador es el paralelo 0, todos aquellos paralelos que estén por encima de él se numeran con el grado respectivo (de 0 a 90) más una “N” que indica “Norte”; análogamente, todos aquellos paralelos que estén por debajo del Ecuador se numeran con el grado respectivo (de 0 a 90) más una “S” para indicar “Sur”.

En lo relativo a los meridianos, todos aquellos que se encuentren a la derecha del Meridiano de Greenwich se numeran con el grado respectivo (de 0 a 180) seguido de una “E” que indica “Este”, y los que estén a su izquierda se numeran con el grado respectivo (de 0 a 180) seguido de una “O” que indica el “Oeste”.

REPASO / CARTOGRAFÍA

Así, las coordenadas geográficas de, por ejemplo, la ciudad de Cartagena serían:

$37^{\circ} 36' 20''$ N - $0^{\circ} 59' 31''$ O.

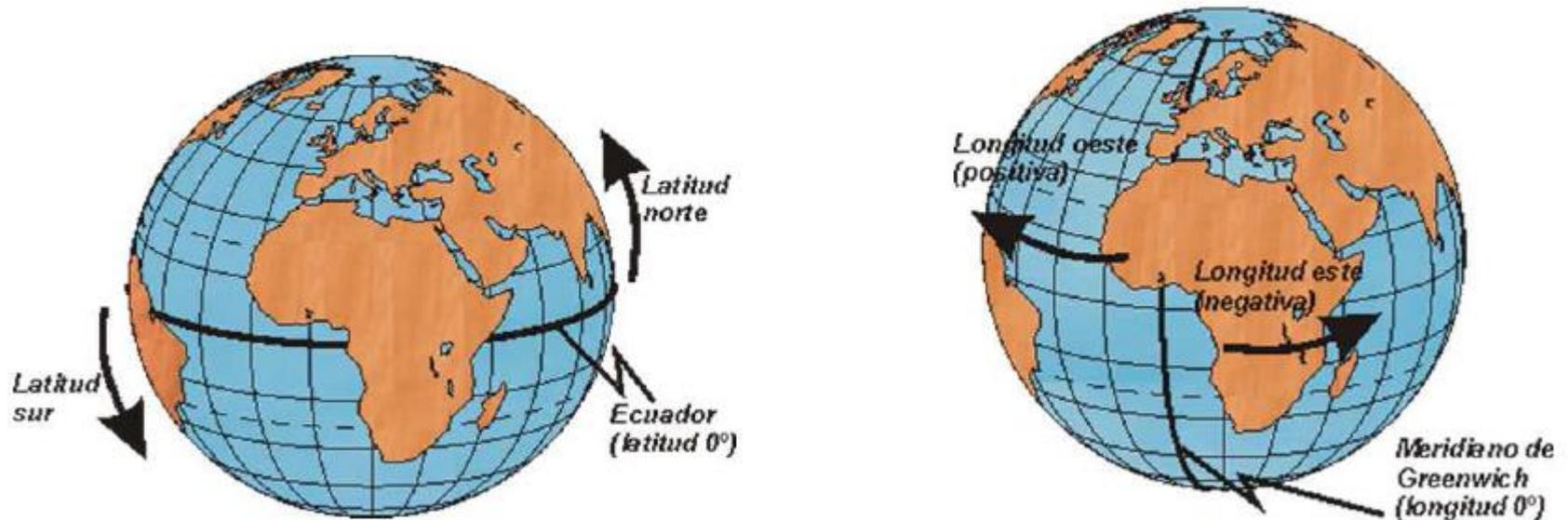


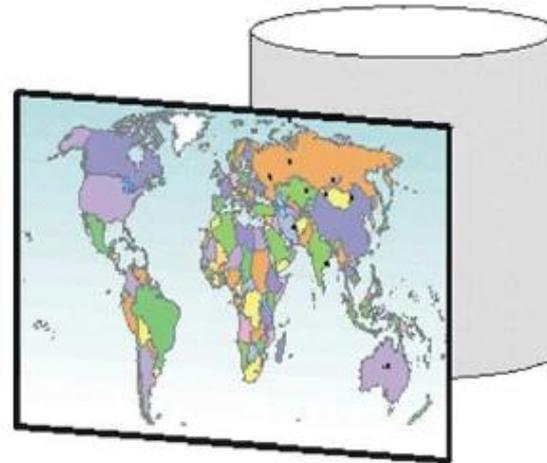
Fig. 10: Ejemplos de representación de paralelos y meridianos

REPASO / CARTOGRAFÍA

Coordenadas UTM

Las coordenadas UTM (“Universal Transverse Mercator”) se componen de un “huso”, que se corresponde con un determinado “gajo” de La Tierra (suponiendo que esta fuese una “gigantesca naranja”), y un par de valores, “x” e “y”, que indican la ubicación del punto referenciado dentro de ese “gajo”.

Las coordenadas UTM son un sistema que proyecta la superficie de La Tierra sobre la superficie de un cilindro



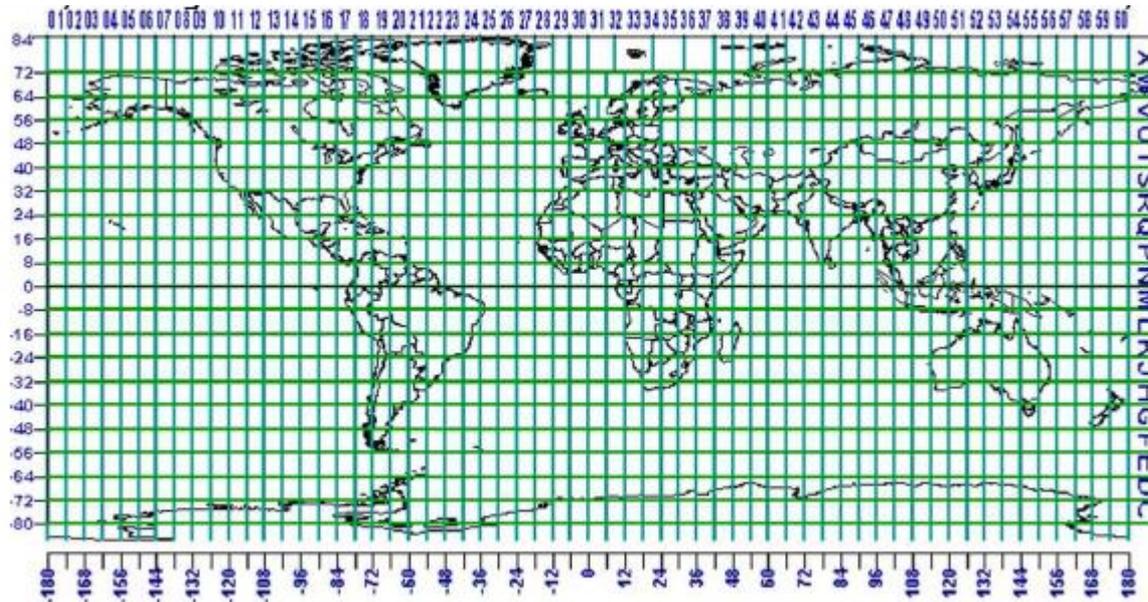
Resultado de la proyección cilíndrica característica de las coordenadas UTM

REPASO / CARTOGRAFÍA

Esta proyección no es totalmente exacta, ya que La Tierra no es un cilindro, sino un elipsoide.

El sistema UTM divide la superficie de La Tierra en 60 husos, numerados de 0 a 60 (el 0 coincide con la parte más occidental de Alaska).

Además, cada huso está dividido en 20 zonas, identificadas de la C a la X (de la N hacia arriba en el hemisferio norte)



Husos y zonas UTM



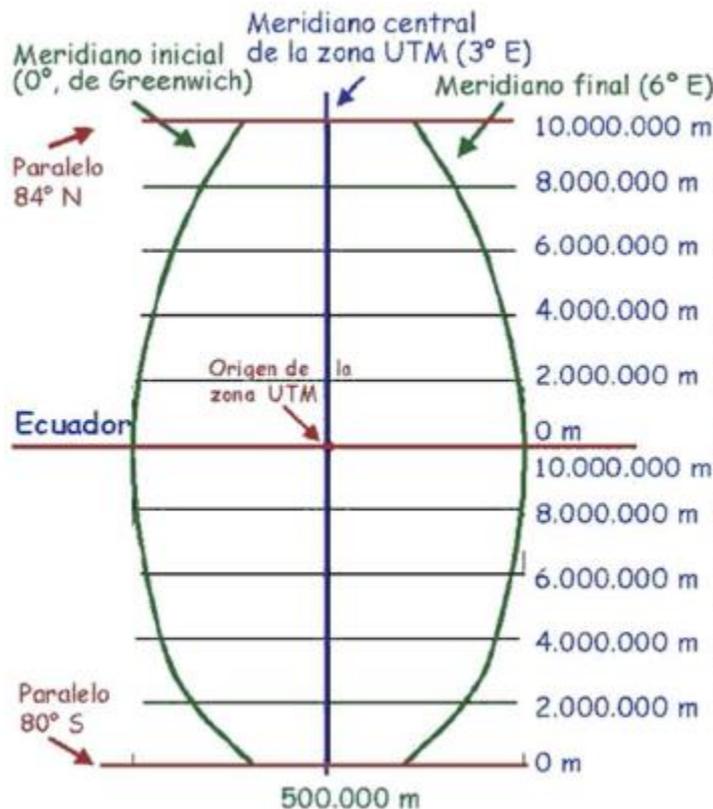
REPASO / CARTOGRAFÍA

Cada huso comprende 6° ($6^\circ \times 60$ husos = 360° de la esfera terrestre).

España se encuentra dentro de varios husos: las Islas Canarias están en los husos 27 y; Galicia, aproximadamente, está en el huso 29 ; *la mayor parte de España, exceptuando Cataluña y las Islas Baleares, está en el huso 30 (de 6° O a 0°); y Cataluña y las Islas Baleares están en el huso 31.*

Una vez establecido el huso, es necesario indicar los valores de las coordenadas “x” e “y” (en metros), que determinan una ubicación concreta dentro de ese huso. El primer número es el desplazamiento horizontal dentro del huso, suponiendo que el desplazamiento horizontal 0 es la posición de la arista izquierda del rectángulo del huso (la anchura del rectángulo son 1000 km). La segunda coordenada UTM es el desplazamiento vertical dentro del huso, suponiendo que el desplazamiento vertical 0 es la posición del Ecuador, si el punto a ubicar está en el hemisferio norte; si estuviese en el hemisferio sur, el desplazamiento 0 estaría en la latitud 80° S.

REPASO / CARTOGRAFÍA



Características de la zona UTM 31

- Los límites de una zona UTM coinciden con dos meridianos separados 6°.
- El centro de la zona coincide con un meridiano, el meridiano central, que señala al norte.
- El origen de la coordenada UTM es la intersección del meridiano central con el ecuador. A este Origen se le da un valor relativo 0 km Norte, 500 km Este para el hemisferio norte, y 10.000 km norte y 500 km Este para el hemisferio sur. Así no hay números negativos.
- Las zonas UTM se extienden desde el paralelo 84° N hasta el 80° S. Hay 60 zonas UTM, con 6° cada una, que completan los 360° de la Tierra.

Ejemplo de coordenadas UTM (Cartagena): 30S 678.133, 4.167.647 (huso 30, zona S, 678.133 metros al este de la longitud 6° O y 4.164.647 metros al norte del Ecuador).

REPASO / CARTOGRAFÍA

SISTEMAS DE REFERENCIA GEODÉSICA

Existe una codificación estándar para cada tipo de sistemas de coordenadas, que toma en consideración tanto la naturaleza del mismo (geográficas o proyectadas) como su datum y, en el caso de las coordenadas UTM, el huso y la zona.

Esta codificación se denomina EPSG (“European Petroleum Survey Group”). En este contexto, cada uno de los códigos EPSG es un “sistema de referencia geodésica”.

La tabla siguiente muestra algunos de estos sistemas de referencia geodésica:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
EPSG:4230	Coordenadas geográficas ED50
EPSG:4258	Coordenadas geográficas ETRS89
EPSG:4326	Coordenadas geográficas WGS84
EPSG:23030	Coordenadas UTM ED50 huso 30N
EPSG:25830	Coordenadas UTM ETRS89 huso 30N
EPSG:32630	Coordenadas UTM WGS84 huso 30N

REPASO / CARTOGRAFÍA

The screenshot shows the 'cartomur' web application interface. At the top, there is a header with the 'cartomur' logo and 'cartoteca' text. Below the header, there is a navigation menu on the left with categories like 'Servicios RMS', 'CARTOMUR', 'Imágenes', and 'Mapa de situación'. The main area displays a map of a region with various geographical features. A 'Herramientas' (Tools) toolbar is visible above the map. A small 'Información' (Information) window is open over the map, showing cartographic data. A red arrow points from this window to a larger, detailed version of the same information window on the right side of the slide.

EJEMPLO

Information

Datum: ETRS89
Proyección: UTM - Huso 30
X: 479769.7
Y: 4251927.65
Escala: 1:2361530

Información cartográfica

REPASO / CARTOGRAFÍA

geocatálogo

Región de Murcia

Navegación por categorías

Buscar:

Resultados por página

- Geocatálogo
- Ámbitos de gestión
- Ámbitos Territoriales
- Clasificación por temas
- Formatos de información
- Tipos de Geodatos

Formato	Recurso	
WMS	Acuíferos Cuenca Segura Confederación Hidrográfica del Segura, Ministerio de Medio Ambiente	EJEMPLO
SHP	Acuíferos Cuenca Segura (Web) Confederación Hidrográfica del Segura, Ministerio de Medio Ambiente	
SHP	Arboles Monumentales Dirección General del Medio Natural, CARM	
WMS	Atlas Climatológico Península Universitat Autònoma de Barcelona	

Página 1 de 12

Resultados 1 - 25 de 298

Información del recurso

Arboles Monumentales

Identificador: A.CAT.0000000670

Descripción: Localización de los árboles monumentales de la Región de Murcia. Los sistemas de referencia espaciales (SRS) son European Datum 1950 y ETRS89 para UTM 30N.

Productor: Dirección General del Medio Natural, CARM

URL: ftp://meristemum.carm.es/descargas/elementos_mediofisico_natural/Biota/ArbolesMonumentales/ArbolesMonumentales2009.zip