



Gestió de Rutes i Geocodificació .

Memòria del Projecte

Alumne: F. Xavier Marín Sánchez
Consultor: Jordi Rovira Jofre

Universitat Oberta de Catalunya
Enginyeria en Informàtica.
Curs 2007 – 2008 (Març)

09/06/2008

A l' Elisabeth:
Sense el teu recolzament
aquest projecte simplement
no existiria.

Resum de “Gestió de Rutes i Geocodificació”

La utilització dels Sistemes d'Informació Geogràfica cada vegada és més extensa i engloba més tipologies d'aplicacions. El present PFC pretén introduir i donar les bases, tant teòriques com pràctiques, per tractar una de les possibles aplicacions d'aquests sistemes: la gestió de rutes. Més concretament, es vol establir la base per la creació d'aplicacions que permetin calcular rutes òptimes entre diferents punts georeferenciats.

La memòria es troba dividida en dues parts diferenciades. A la primera es presenta tota la base teòrica del projecte, on es defineixen tant els Sistemes d'Informació Geogràfica, com els conceptes de cartografia necessaris pel projecte. Al mateix punt es presenten els formats de fitxer per intercanviar informació geogràfica, tant en format ràster com vectorial, i es descriuen dos elements bàsics pel projecte: els carrerers i els motors de geocodificació. També es fa una introducció a les dues eines utilitzades dins del cas pràctic: Oracle Spatial com a magatzem de dades geogràfiques i gvSig com a visualitzador.

La segona part presenta el desenvolupament d'un cas pràctic, on s'implementa un procés de geocodificació d'una ruta marcada per una seqüència d'adreces postals. Posteriorment es podrà visualitzar el resultat sobre els eixos d'un carrer de la ciutat de Barcelona.

Per últim es presenta el pla de projecte seguit, així com un apartat de resultats i conclusions, on es valora de forma global tot el projecte. En aquesta valoració, es destaquen tant les problemàtiques trobades en la representació de rutes (estandardització de noms de carrers, ordre dels punts de la ruta, etc.), com la potència dels SIG per representar sobre mapes rutes amb punts georeferenciats.

Resumen de “Gestió de Rutes i Geocodificació”

La utilización de los Sistemas de Información Geográfica cada vez es más extensa y abarca más tipologías de aplicaciones. El presente PFC pretende realizar una introducción y establecer las bases, tanto teóricas como prácticas, para tratar una de las posibles aplicaciones de estos sistemas: la gestión de rutas. Concretamente se quiere establecer la base para la creación de aplicaciones que permitan calcular rutas óptimas entre diferentes puntos georeferenciados.

La memoria se encuentra dividida en dos partes diferenciadas. En la primera se presenta toda la base teórica del proyecto, donde se definen tanto los Sistemas de Información Geográfica, como los conceptos de cartografía necesarios para el proyecto. En el mismo apartado se presentan los formatos de fichero utilizados para intercambiar información geográfica, tanto en formato ráster como vectorial, y se describen dos elementos básicos para el proyecto: los callejeros y los motores de geocodificación. También se hace una introducción a las dos herramientas utilizadas en el caso práctico: Oracle Spatial como almacén de datos geográficos y gvSig como visualizador.

La segunda parte presenta el desarrollo de un caso práctico, donde se implementa un proceso de geocodificación de una ruta marcada por una secuencia de direcciones postales. Posteriormente se podrá visualizar el resultado sobre los ejes de un callejero de la ciudad de Barcelona.

Por último se presenta el plan de proyecto seguido, así como un apartado de resultados y conclusiones, donde se valora de forma global el proyecto. En esta valoración se destacan las problemáticas encontradas en la representación de rutas (estandarización de los nombres de las calles, orden de los puntos de la ruta, etc.) como la potencia de los SIG para la representación sobre mapas de rutas con puntos georeferenciados.

Summary of "Gestió de Rutes i Geocodificació"

Geographic Information Systems are getting more and more used, including more application types every day. This Project wants to make an introduction to these systems, and establish a knowledge base for using them in one specific application area: route management. With preciseness, this project wants to be the theoretical starting point for others that want to calculate optimal routes between map points.

This document is divided in two different parts. First one presents the project's theoretical base, where is defined either Geographic Information Systems or cartographic concepts needed in order to understand the project. In the same part, there is an introduction to the different file formats used to interchange geographical information, raster and vectorial. There is also an introduction to two basic elements in the project: street maps and geocodification engines. Finishing this part, there is a section about gvSig, used as visualization tool, and Oracle Spatial, used as geographical database.

Second part presents the case study, where is explained a geocodification process's implementation, where one mail addresses' sequence is translated to geographic points. Afterwards it's possible to see the results on a Barcelona City street map.

Finally a project plan is presented, and one section describing the project's result and conclusions, where the project is evaluated in a global form. From this evaluation, it's remarkable the GIS's features for displaying routes over maps, and also the problems faced to represent routes, like streets naming rules, route's points order, etc.).

Índex de Contingut

1. INTRODUCCIÓ	11
1.1 OBJECTIUS.....	11
1.2 ABAST DEL PROJECTE	11
1.3 EINES NECESSÀRIES	12
2. CONCEPTES TEÒRICS	13
2.1 INTRODUCCIÓ ALS SISTEMES SIG	13
2.1.1 Què és un SIG?	13
2.1.2 Comparació amb D'altres Sistemes.....	14
2.1.3 Funcions d'un SIG	15
2.1.4 Exemples d'Aplicacions pràctiques	15
2.2 CONCEPTES DE CARTOGRAFIA.....	17
2.2.1 La Forma de la Terra: el Geoide.....	17
2.2.2 Elipsoide : Datum	18
2.2.3 Traspàs a un pla	18
2.2.4 Projeccions	19
2.2.5 Projeccions : Exemples	21
2.2.6 Sistemes de coordenades.	22
2.3 FORMATS D'INTERCANVI D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA	24
2.3.1 Introducció	24
2.3.2 Representació Ràster	24
2.3.3 Representació Vectorial	25
2.3.4 Diferències Vectorial – Raster	25
2.3.5 Formats de fitxer	27
2.4 MODELS DE DADES VECTORIALS	29
2.4.1 Model Vectorial	29
2.4.2 Oracle Spatial.....	32
2.5 MOTORS DE GEOCODIFICACIÓ.....	37
2.5.1 Definició de motor de geocodificació	37
2.5.2 Interpolació d'Adreces	38
2.5.3 Geoetiquetatge.....	38
2.5.4 Exemples de Motors de geocodificació a Internet	39
2.6 CARRERERS.....	43
2.6.1 Tipologies de Carrerers	44
2.7 EINES UTILITZADES: GVSIG I ORACLE SPATIAL	46
2.7.1 gvSig.....	46
2.7.2 Oracle Spatial.....	57
3. TREBALL PRÀCTIC	58
3.1 INTRODUCCIÓ.....	58
3.2 OBJECTIUS.....	58
3.3 CREACIÓ DE LES TAULES A ORACLE SPATIAL	59
3.4 NORMALITZACIÓ D'ADRECES	59
3.4.1 situació idònia.....	60
3.4.2 Solució adoptada al cas pràctic	60

3.5	GEOCODIFICACIÓ.....	60
3.5.1	<i>Cerca de trams</i>	60
3.5.2	<i>Cerca del tram que conté l'adreça</i>	61
3.5.3	<i>Càlcul del punt geogràfic de l'adreça</i>	61
3.6	REPRESENTACIÓ DE DADES GEOCODIFICADES A GVSIG.....	63
3.6.1	<i>Registre de la nova taula a Oracle Spatial</i>	63
3.6.2	<i>Accions a gvSig</i>	64
3.7	FUTURES MILLORES.....	66
4.	PLA DE PROJECTE	68
4.1	PLA DE TREBALL INICIAL.....	68
4.1.1	<i>Descripció Inicial de les tasques</i>	69
4.1.2	<i>Seguiment PAC2</i>	70
4.1.3	<i>Seguiment PAC3</i>	71
4.1.4	<i>Seguiment Lliurament final</i>	71
5.	VALORACIÓ ECONÒMICA	72
6.	RESULTATS I CONCLUSIONS	73
6.1	RESULTATS.....	73
6.2	CONCLUSIONS.....	74
6.3	LÍNIES DE FUTUR : CÀLCUL DE RUTES ÒPTIMES.....	75
6.3.1	<i>Grafs i rutes</i>	75
6.3.2	<i>Algoritme de Dijkstra</i>	75
7.	REFERÈNCIES	76
8.	ANNEXOS	77
8.1	PROCEDIMENT SQL DE NORMALITZACIÓ D'ADRECES POSTALS.....	77
8.2	FUNCIÓ DE GEOCODIFICACIÓ.....	78

Índex de Figures

Figura 2-1: Representació per Capes.....	13
Figura 2-2: Risc de terratrèmols als Estats Units	16
Figura 2-3: Densitat de Població	16
Figura 2-4: Risc d'Inundació per zona Geogràfica	16
Figura 2-5: Geoide. Aproximació a la Superfície de la Terra	18
Figura 2-6: Procés de Projectió sobre un mapa	19
Figura 2-7: Tipus de Projections.....	19
Figura 2-8: Projectió Cilíndrica	20
Figura 2-9: Projectió Cònica	20
Figura 2-10: Projectió Azimutal	20
Figura 2-11: Coordenades Latitud - Longitud	22
Figura 2-12: Designació de Zones UTM	23
Figura 2-13: Representació Raster	24
Figura 2-14: Representació Vectorial	25
Figura 2-15: Comparativa Vectorial i Raster.....	26
Figura 2-16: Model Vectorial - Llista de Coordenades	29
Figura 2-17: Model Vectorial - Representació Spaghetti.....	30
Figura 2-18: Model Vectorial - Problema de L'illa.....	30
Figura 2-19: Model Vectorial - Llista de Vèrtexs.....	31
Figura 2-20: Model Vectorial - Fitxers DIME.....	31
Figura 2-21: ARC/Node.....	32
Figura 2-22 : Exemple d'inserció a una taula amb dades espacials.....	36
Figura 2-23: Exemple de geoetiquetatge.....	39
Figura 2-24: Carrer de l'Ajuntament de Barcelona	40
Figura 2-25 : Viamichelin. Selecció d'adreces.....	40
Figura 2-26: Carrer de Pàgines Grogues.....	41
Figura 2-27 : Google Maps.....	41
Figura 2-28: Guia Campsa. Localització d'una adreça a un mapa.....	42
Figura 2-29: Guia Campsa. Càlcul d'una ruta.....	42
Figura 2-30: Guia QDQ. Exemple de geoetiquetatge.....	43
Figura 2-31: Capes a un Carrer.....	43
Figura 2-32: Carrer de Barcelona Representat a gvSig.....	44
Figura 2-33 : Representació d'Eixos de Carrer.....	45
Figura 2-34: Carrer amb finques i parcel·les.....	45
Figura 2-35: Carrer d'Illes d'edificis.....	46
Figura 2-36 : Pantalla Principal gvSig	46
Figura 2-37: Tipus de documents a gvSig.....	47
Figura 2-38: Origen de dades per una capa.....	49
Figura 2-39: Representació de capa amb una taula com origen.....	49
Figura 2-40: Selecció d'elements per Atribut.....	50
Figura 2-41: gvSig – Servei de Catàleg. Cerca de dades Geogràfiques.....	51
Figura 2-42: Barra d'eines CAD a gvSig	54
Figura 2-43: gvSig - Connexió GEODB	57
Figura 3-1 : Procés de Geocodificació	58

<i>Figura 3-2 : Teorema de Thales.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 3-3: Càlcul de la posició geogràfica de l'adreça</i>	<i>62</i>
<i>Figura 3-4: Creació de la nova capa amb els punts de ruta a gvSig</i>	<i>65</i>
<i>Figura 3-5: Representació dels punts de ruta. Visió general.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 3-6: Detall de la representació de una ruta.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 3-7 : Utilització de línies per representar els punts de ruta</i>	<i>66</i>
<i>Figura 4-1: Pla de projecte previst</i>	<i>68</i>

1. INTRODUCCIÓ

Aquest projecte pretén realitzar una introducció al món dels Sistemes d'Informació Geogràfica, tractant la gestió de rutes com una de les problemàtiques més actuals en aquests tipus de sistemes. La principal aplicació d'aquests sistemes és la representació de la informació geogràfica sobre mapes. Un dels possibles usos és la ubicació geogràfica d'elements mòbils com poden ser vehicles, o determinats centres fixes com fàbriques, magatzems, etc. Aquest projecte donarà èmfasi en el tractament de les possibles rutes entre dos o més ubicacions. Servirà com a base per a futurs projectes, on l'objectiu ja no sigui la visualització de rutes, si no la realització d'estudis sobre elles i calcular els itineraris òptims a fi i efecte de minimitzar els costos i el temps de desplaçament.

El seu objectiu final és la visualització de rutes precalculades sobre un carrer de la ciutat de Barcelona, fent servir gvSig com Sistema d'Informació Geogràfica (en endavant SIG) per visualitzar les dades.

1.1 OBJECTIUS

El projecte pretén assolir els següents objectius:

- Conèixer què és un sistema SIG, com funciona i quines són les seves principals funcionalitats.
- Adquirir els coneixements teòrics necessaris, tant en cartografia com en sistemes SIG, per tal de poder representar rutes en un sistema SIG.
- Estudiar el funcionament de gvSig, i estudiar el seu ús com a plataforma SIG per la representació de les rutes.
- Obtenir rutes a partir d'adreces postals i representar-les sobre un carrer d'una gran ciutat, en el cas del present projecte serà Barcelona .
- Implementar un prototipus en el que es realitzaria una presentació real d'una ruta sobre un mapa.

1.2 ABAST DEL PROJECTE

Considerem dins de l'abast del projecte els següents punts:

- Planificar de forma acurada les tasques del projecte.
- Realitzar l'estudi previ de tots els conceptes teòrics necessaris, i conèixer les eines utilitzades per la implementació d'un SIG.
- Implementar la representació d'una ruta a un mapa mitjançant un prototipus.

- Presentació i memòria del projecte.

1.3 EINES NECESSÀRIES

Per tal de poder dur a terme el projecte, necessitarem el següent programari:

- Microsoft Word: El farem servir per redactar tots els documents del projecte, inclosa la memòria.
- Microsoft Powerpoint: Eina per realitzar la presentació del projecte.
- Adobe Acrobat Reader: El necessitarem per llegir els fitxers de documentació de gvSig i Oracle Spatial.
- gvSig: Eina SIG necessària per representar la informació geogràfica. Es tracta d'un SIG de codi lliure, desenvolupat per l'empresa IVER per encàrrec de la Conselleria d'Infraestructures i Transports de la Generalitat Valenciana.
- Oracle Spatial: Motor de base de dades per emmagatzemar les dades geogràfiques.
- SQL Developer: Eina per programar els procediments SQL del projecte.
- Microsoft Project: Gestor de planificacions de projectes.
- Windows XP Home Edition: Utilitzarem aquest Sistema Operatiu al punt de treball.

2. CONCEPTES TEÒRICS

2.1 INTRODUCCIÓ ALS SISTEMES SIG

En el present punt es realitza una introducció als SIG. En ell es tracta què és un SIG, quins són els seus principals elements i com es representa la informació geogràfica. També es realitza una comparació amb d'altres sistemes gràfics, veient les característiques que els diferencien. Per últim es mostrarà quines són les seves principals aplicacions.

2.1.1 QUÈ ÉS UN SIG?

Un Sistema d'Informació Geogràfica és un conjunt integrat de *Hardware*, *Software*, Recursos Humans i procediments predefinits, capaç de gestionar, analitzar, manipular i analitzar dades geogràfiques, amb la fi de resoldre problemes complexos de planificació i gestió. Com a dades geogràfiques podem considerar objectes amb atributs que poden ser geogràficament referenciats, és a dir, definits a sobre de la superfície terrestre sota un sistema convencional de coordenades.

Podem veure els SIG de dos formes diferents, depenent de quin dels seus components agafem com punt de vista:

- **Des del punt de vista de la base de dades:** Un SIG és un tipus únic de base de dades, basada en una estructura que descriu el món en termes geogràfics. La construcció d'una base de dades geogràfica implica un procés d'abstracció per passar de la complexitat del món real a una representació simplificada. Aquest procés d'abstracció té diferents nivells, i normalment comença amb la concepció de l'estructura de la base de dades, tal i com es presenta a la Figura 2-1: Representació per Capes, generalment en capes temàtiques.

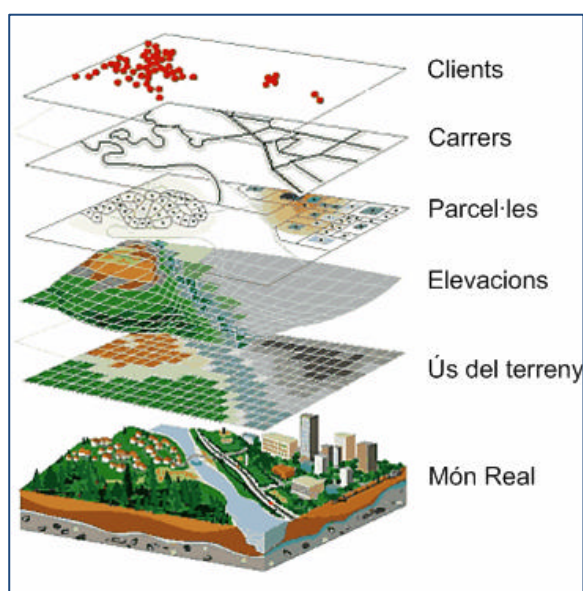


Figura 2-1: Representació per Capes

Les capes poden contenir dades de dos tipus: *raster* o *vectorsial*. A l'apartat 2.4 es presenten aquestes tipologies i es descriuen les seves principals característiques.

- **Des del punt de vista del software:** És un conjunt d'eines que permet tractar un conjunt de dades georeferenciades, analitzar-les, i generar noves dades a escriure a la base de dades del SIG.

2.1.2 COMPARACIÓ AMB D'ALTRES SISTEMES

Els SIG tenen unes característiques molt concretes que els diferencien respecte a d'altres sistemes gràfics, com poden ser els sistemes CAD (Computer Aided Design o Sistemes de Disseny Assistit per Ordinador en català). D'aquesta comparativa s'exclou als Sistemes de Bases de Dades, ja que no disposen de visualització gràfica per ells mateixos. Depenent del tipus d'aplicació que es vulgui realitzar no caldrà l'ús d'un SIG. Si es tenen clares les diferències amb els sistemes CAD, es podrà desestimar o pel contrari fer imprescindible l'ús d'un SIG. A la següent taula es mostren les principals característiques dels dos sistemes:

	SIG	CAD
Permet Visualització Gràfica?	Si	Si. N'és la seva principal funcionalitat.
Permet treballar amb atributs no gràfics?.	Si	No. Únicament treballa amb dades que es poden representar gràficament.
Permet generar noves dades?	Si. Es poden tractar amb procediments programats les dades geogràfiques existents i generar-ne de noves.	No. Únicament permet afegir dades noves sense tenir en compte les existents. Les existents es poden modificar, però sense procediments preestablerts.
Dades Georeferenciades a un sistema de projecció terrestre?	Si, totes les dades espacials es troben geogràficament referenciades a una projecció en un sistema de coordenades terrestre (Els diferents mètodes de projecció es troben explicats a l'apartat 2.2 del present document).	No.
Dades tenen topologia? (es defineixen relacions entre els elements a representar)	Si. Els components fonamentals de les dades espacials són els punts, les línies (o arcs) i polígons. Quan existeixen relacions topològiques, es poden realitzar anàlisis com poden ser, per exemple, modelar el flux de dades a través de les connexions d'una xarxa. Aquesta possibilitat serà la que permetrà posteriorment dur a terme l'objectiu de representar rutes.	No.

Atenent a la taula anterior, es pot afirmar que un SIG és un CAD afegint una base de dades amb contingut geogràfic. Mentre en un Sistema CAD la representació gràfica és la informació en si, en un SIG els gràfics resultants són una representació de les dades geogràfiques contingudes a la seva base de dades.

2.1.3 FUNCIONS D'UN SIG

Tal i com podem trobar a la wikipedia (referència 2 a l'apartat de referències) , un SIG pot realitzar les següents funcions, ordenades de major a menor complexitat:

- **Localització:** Preguntant per les característiques d'un lloc en concret.
- **Condicció:** Visualitzar l'acompliment o no per zones geogràfiques d'unes condicions imposades al sistema.
- **Tendència:** Comparació entre situacions temporals o espacials distintes d'alguna característica determinada.
- **Rutes** Càlcul de rutes òptimes entre dos punts.
- **Pautes:** Detecció de pautes espacials.
- **Models:** generació de models a partir de fenòmens o actuacions simulades.

Degut a la seva gran versatilitat, els SIG tenen un camp d'aplicació molt ampli, podent-se utilitzar a la majoria d'activitats que puguin tenir un component espacial.

2.1.4 EXEMPLES D'APLICACIONS PRÀCTIQUES

Els SIG es poden utilitzar per molts tipus d'aplicacions. A continuació es presenten una relació d'exemples d'aplicacions on es poden fer servir:

- Situar Informació.
- Mostrar quantitats.
- Visualitzar densitats.
- Mostrar relacions de proximitat.
- Canvis sobre mapes.
- Altres aplicacions.

2.1.4.1 Situar informació

Permet buscar situacions geogràfiques on es puguin produir determinades condicions o situacions. A la Figura 2-2: Risc de terratrèmols als Estats Units es presenta un mapa amb el risc de terratrèmols dins del territori dels Estats Units.

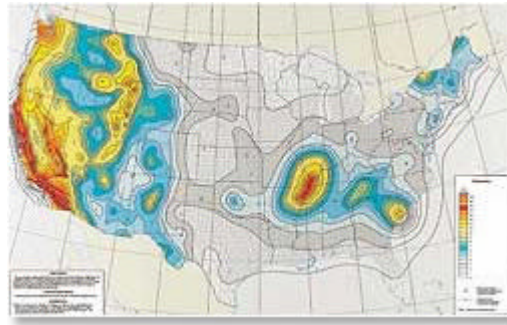


Figura 2-2: Risc de terratrèmols als Estats Units

2.1.4.2 Mostrar Quantitats

Molt útil si es volen mostrar regions de mapes on es donen més i menys freqüències de repetició d'una variable i actuar en conseqüència. Un exemple pot ser la representació del nombre de delictes per districtes en una ciutat.

2.1.4.3 Visualitzar Densitats

Molt similar al punt anterior, amb la diferència que les quantitats visualitzades depenen d'una unitat de superfície. Un exemple de representació es pot veure a la Figura 2-3: Densitat de Població:

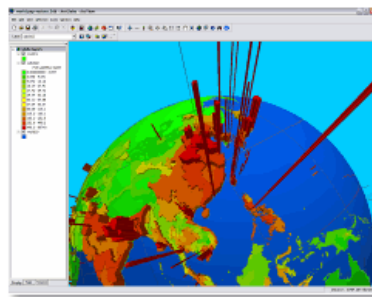


Figura 2-3: Densitat de Població

2.1.4.4 Mostrar relacions de proximitat

Permet visualitzar relacions entre variables i situacions geogràfiques determinades. La Figura 2-4: Risc d'Inundació per zona Geogràfica mostra el risc per la població de patir inundacions a una determinada regió geogràfica de l'Àsia.

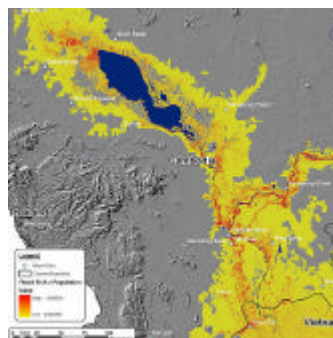


Figura 2-4: Risc d'Inundació per zona Geogràfica

2.1.4.5 Canvis Sobre Mapes

Visualitzant els canvis que s'han produït en una determinada àrea geogràfica, es poden preveure situacions futures i anticipar el seu efecte. Per exemple, si una cadena de supermercats visualitza un mapa amb l'increment de població per barris, es poden situar llocs potencials on obrir nous establiments.

2.1.4.6 Gestió de Rutes o navegació de vehicles

És l'aplicació utilitzada en aquest projecte. La representació de rutes sobre mapes, siguin urbans, carreteres, etc., és una de les aplicacions

2.1.4.7 Altres Aplicacions

Els punts anteriors són només exemples d'aplicacions dels SIG. Es poden trobar a d'altres aplicatius, com per exemple:

- Arqueologia: els SIG s'han convertit els últims deu anys en una eina molt important de treball en arqueologia, ja que aquesta és l'estudi de la dimensió espacial del comportament humà al llarg del temps, i totes les troballes arqueològiques porten un component geogràfic.
- Gestió i manteniment d'infraestructures: com poden ser xarxes de distribució elèctrica, gas, aigua, xarxes de carreteres, etc.
- SIG Històrics: Aquests sistemes són capaços d'emmagatzemar, mostrar i analitzar dades de geografies del passat, podent mostrar evolucions geogràfiques en el temps.
- Registres Cadastrals: Els registres cadastrals són bases de dades que emmagatzemen dades relatives a propietats, tant urbanes com agrícoles. Aquestes propietats tenen una ubicació geogràfica que pot ser representada a un SIG.
- Aplicacions meteorològiques: Es poden mostrar fenòmens meteorològics sobre mapes, tals com anticiclons, depressions, huracans, etc.

2.2 CONCEPTES DE CARTOGRAFIA

En el present apartat es presenten els fonaments cartogràfics necessaris pel present projecte. Es descriurà la problemàtica de representació de la superfície de la terra sobre un pla, quines són les possibles formes de transformació i com es representen.

2.2.1 LA FORMA DE LA TERRA: EL GEOIDE

Malgrat que les desviacions de la forma de la Terra respecte a l'esfera són molt petites, hi són importants en el procés d'elaboració de mapes ja que afecten a la precisió de les observacions que els cartògrafs traspassen als mapes. Aquestes desviacions venen donades per les anomalies de la gravetat degudes a la desigual repartició de la massa de la terra per l'esclafament dels pols ocasionat per la rotació terrestre. La forma de la terra doncs no és una esfera perfecta, si no que és una figura esfèrica aproximada formada per protuberàncies. Com només es dona a la Terra l'anomenarem Geoide. Es defineix tècnicament com una superfície equipotencial on la gravetat és perpendicular a tot

arreu i s'aproximaria a la forma que hi obtindríem si prolonguem el nivell del mar per sota dels continents. (veure la Figura 2-5: Geoide. Aproximació a la Superfície de la Terra).

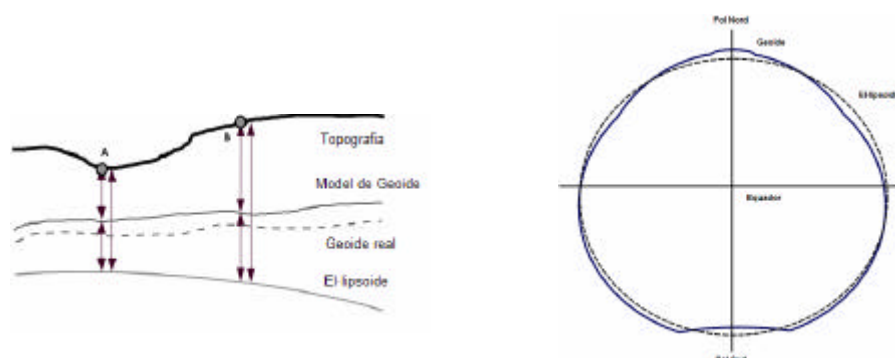


Figura 2-5: Geoide. Aproximació a la Superfície de la Terra

2.2.2 ELIPSOIDE : DATUM

Per tal de poder representar el geoide en un mapa, o el que és el mateix, sobre una superfície plana, les observacions realitzades s'han de transferir primer a una superfície geomètrica regular de referència. Aquesta figura és el denominat El·lipsoide de Referència (a la figura anterior ja s'introdueix aquesta figura geomètrica, sent la corba representada a la part inferior a l'esquerra, o la línia discontinua a la figura de la dreta). Aquest el·lipsoide és la el·lipse que més s'aproxima a la forma del geoide, ja que la major diferència que es dona entre ambdues figures és de seixanta metres. L'El·lipsoide és una figura totalment arbitrària, i fins 1924 no apareix el primer d'ús internacional. Fins a aquesta data, cada país usava el que més li convenia. La relació del geoide amb l'el·lipsoide s'estableix a partir de la cota 0 m, que és el que es coneix com a *datum*. El *datum* defineix la posició de l'esferoide o globus de referència en relació amb el centre de la terra. Cada datum ha de estar necessàriament referit a un el·lipsoide en particular: el que s'anomena el·lipsoide de referència.

2.2.3 TRASPÀS A UN PLA.

Una vegada s'ha definit la forma de la Terra i l'aproximació a l'el·lipsoide de referència, en el present punt s'explica el procediment (representat a la Figura 2-6: Procés de Projectió sobre un mapa) que es realitza per arribar a la projecció a un mapa pla.

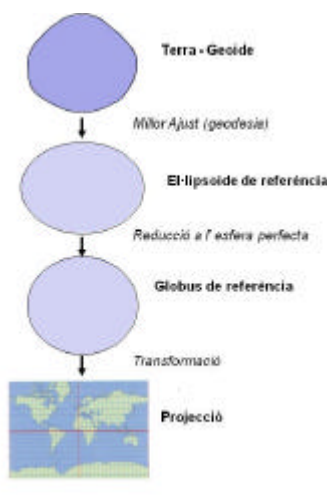


Figura 2-6: Procés de Projecció sobre un mapa

Definirem quin és l'escala per realitzar aquesta projecció. Tal i com es defineix el factor d'escala a Wikipedia, l'escala és la relació matemàtica existent entre les dimensions reals i les del mapa. Es representen en forma de fracció sense unitats, on el numerador correspon al valor del plànol i el denominador l'equivalent a la realitat.

Una vegada definida l'escala a utilitzar, es realitzarà l'aplanament de l'objecte tridimensional. S'haurà de definir quin Sistema de Projecció s'utilitza: Equatorial, Obliqua o Transversal. Aquests tipus de projeccions es representen a la Figura 2-7: Tipus de Projeccions.



Equatorial

Obliqua

Transversal

Figura 2-7: Tipus de Projeccions

A la projecció equatorial, el pla del mapa és paral·lel a un meridià. En la transversal, el pla s'estableix perpendicular a un meridià. Per últim, a la projecció obliqua es defineix el pla del mapa amb una desviació de 45 graus respecte l'eix de la Terra .

2.2.4 PROJECCIONS

Es poden classificar les projeccions en tres grups principals: Cilíndriques, Còniques i Azimutals.

- **Projeccions Cilíndriques** Es considera la superfície del mapa com un cilindre, secant o tangent a l'esfera, envoltant l'esferoide fent contacte a l'equador. Els meridians i paral·lels són línies rectes que es tallen perpendicularment entre si. El mapa resultant representa la superfície com un rectangle de línies paral·leles equidistants de longitud, i línies paral·leles de latitud amb separació desigual. Els meridians es deformen a altes latituds perquè són equidistants. Degut a la curvatura de l'esferoide terraquí, els paral·lels de latitud més pròxima als pols apareixen cada cop menys espaiats entre si. Com les formes de les àrees es van distorsionant a mida que s'apropen als pols, aquest tipus de projecció s'acostuma a

utilitzar per zones intertropicals, compreses entre els 40° N i 40° S. Per destacar latituds mitges s'acostuma a utilitzar les projeccions Mercator i Peters. Per evitar les deformacions a altituds altes s'utilitzen les projeccions pseudocilíndriques com la de Van der Grinten. A la Figura 2-8: Projecció Cilíndrica es representa una projecció cilíndrica.

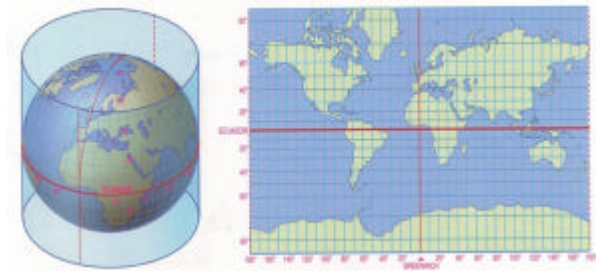


Figura 2-8: Projecció Cilíndrica

- **Pseudocilíndriques** Similar a les cilíndriques en la que els meridians són corbes i no línies rectes paral·leles.
- **Projeccions Còniques** S'obtenen al realitzar la projecció de la superfície esfèrica sobre un con tangent o secant a l'esfera. Els meridians són línies rectes que convergeixen en els pols, i els paral·lels són circumferències concèntriques amb centre en el pol. Són les que millor representen les zones entre els tròpics i els cercles polars. A la Figura 2-9: Projecció Cònica es mostra com es realitza una projecció cònica.

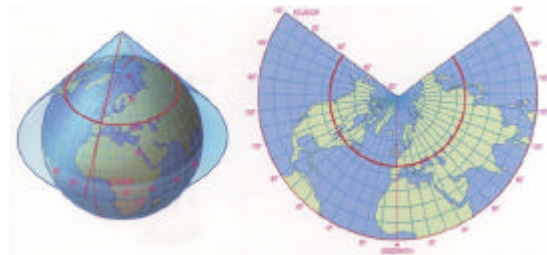


Figura 2-9: Projecció Cònica

- **Projeccions Azimutals** S'obtenen al projectar la superfície esfèrica directament sobre un pla, tal i com es presenta a la Figura 2-10: Projecció Azimutal. Poden ser polars (pla tangent al pol), equatorial (pla tangent a un punt sobre l'equador) o obliqües (pla tangent a un punt qualsevol entre el pol o l'equador). Són les que millor representen les zones polars. Les deformacions augmenten a mida que es va allunyant del punt de tangència.

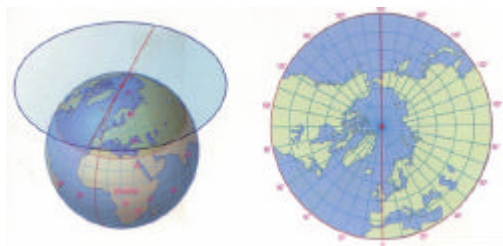


Figura 2-10: Projecció Azimutal

Altres classificacions tenen en compte l'aspecte de la retícula i la relació de la superfície esfèrica amb el pla (secant, tangent, transversal o obliqua). Per últim es pot dir que existeixen d'altres que es

defineixen en funció de la seva principal propietat o atribut, parlant així de projeccions conformes, equivalents o equidistants:

- **Projeccions conformes:** no deformen els angles entre meridians i paral·lels, és a dir, mantenen les formes de les superfícies continentals però no el seu tamany.
- **Projeccions equivalents:** les que respecten les dimensions de les superfícies però no les seves formes.
- **Projeccions equidistants:** les que conserven la distància real entre els punts del mapa.

2.2.5 PROJECCIONS : EXEMPLES

A continuació mostrem diferents exemples de projeccions utilitzades habitualment en mapes, tant en l'actualitat com històricament.

2.2.5.1 Còniques

Lambert: Projecció Cònica sovint utilitzada per mapes aeronàutics. Superposa un con sobre l'esfera de la terra, amb dos paral·lels secants a l'esfera de referència, minimitzant la distorsió al passar de tres a dues dimensions:

Albers: Projecció equivalent (manté l'àrea de les regions representades) que utilitza dos paral·lels estàndards. Encara que no es preserva l'escala ni les formes, la distorsió és mínima:

2.2.5.2 Cilíndriques

Mercator o Conforme Cilíndrica: L'extensió Nord-Sud és igual a la Est-Oest. Això provoca una distorsió excessiva a altes latituds.

Mercator Transversal: és una adaptació de la projecció mercator, amb la diferència que el cilindre es troba rotat 90° respecte a l'equador, de tal forma que la projecció queda alineada amb un meridià central:

2.2.5.3 Pseudocilíndriques

Sinusoidal: L'escala nord-sud i est-oest són la mateixa a tot el mapa, creant un mapa d'àrees iguals. Al mapa, de la mateixa forma que a la realitat, la llargada de cadascun dels paral·lels és proporcional al cosinus de la latitud. D'aquesta manera, la forma del mapa per tota la terra és igual a l'àrea entre dos cosinus simètrics rotats.

2.2.5.4 Azimutals

Gnomòniques: En aquest tipus de tipologia de projecció, la distància més curta entre dos punts es representa de la mateixa forma al mapa. Això s'aconsegueix projectant el centre de la

Terra sobre un pla tangent a la superfície i de forma perpendicular a aquesta. Existeixen tres tipus: La representació **Polar** situa el pla sobre un dels pols, l'**obliqua** situa el punt de tangència del pla en qualsevol punt que no sigui a l'equador o als pols, mentre que l'**equatorial** situa el punt de tangència a qualsevol punt sobre l'equador:

2.2.6 SISTEMES DE COORDENADES.

Un Sistema de Coordenades, tal i com indica la definició trobada a Wikipedia, és un conjunt de valors que permeten definir inequívocament la posició de qualsevol punt d'un espai euclidià. En un SIG, un Sistema de Coordenades permetrà situar un punt geogràfic en un mapa. Un sistema de referència ve donat per un punt origen de referència i un sistema de coordenades. A continuació es mostren els més representatius als sistemes SIG.

2.2.6.1 Latitud - Longitud.

És el Sistema bàsic per situar un punt qualsevol sobre la superfície de la terra. La **latitud** proporciona la localització al nord o al sud respecte al equador. S'expressa en mides angulars en graus, i van des dels 0° (sobre l'equador) fins als 90° als pols. La **longitud** dona la posició a l'est o a l'oest respecte a un meridià de referència. També s'expressa en graus, i van des dels 0° al meridià de referència (meridià de Greenwich) fins als 180° a la línia internacional de canvi de data. A la Figura 2-11: Coordenades Latitud - Longitudes mostra la graella que divideix el mapa de la Terra amb la representació de les diferents Latituds i Longituds.

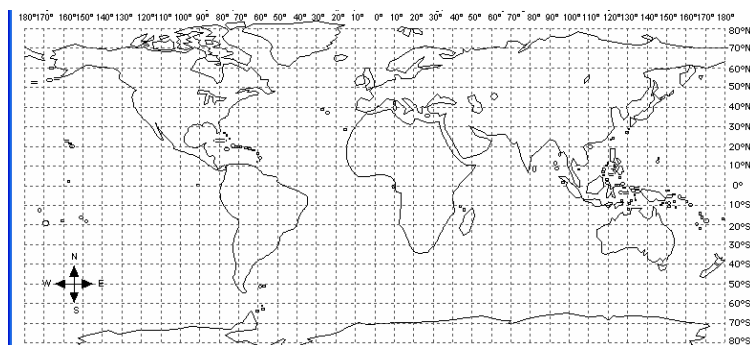


Figura 2-11: Coordenades Latitud - Longitud

2.2.6.2 Mercator (UTM)

El Sistema UTM (Universal Transversa Mercator) es fa servir habitualment donada la seva gran importància militar. El Departament de Defensa dels Estats Units el va estandaritzar a la dècada de 1940. Fa servir com a base la projecció cilíndrica MERCATOR Transversal (al punt 2.2.5 d'aquest document ja es fa menció a aquesta projecció), canviant la seva referència: en lloc de fer-la tangent a l'equador, es fa tangent a un meridià. A la Figura 2-12: Designació de Zones UTMes presenta la graella de zones UTM:

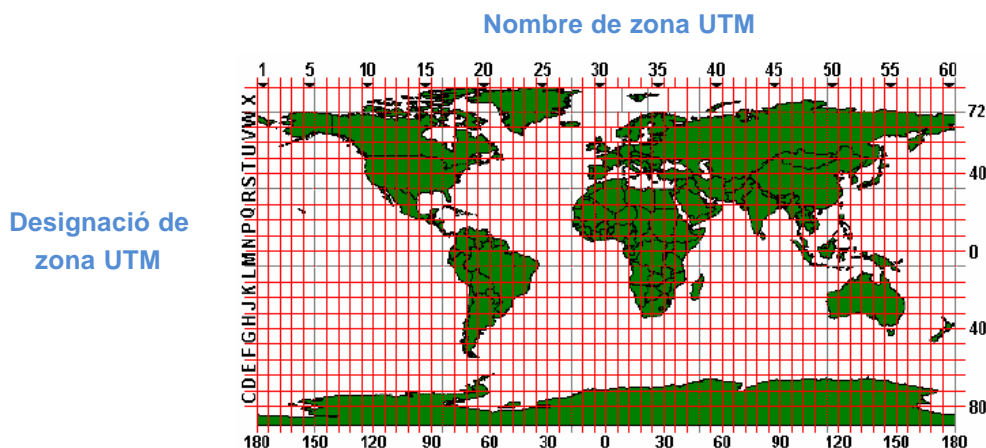


Figura 2-12: Designació de Zones UTM

La quadrícula UTM s'expressa segons el sistema decimal i utilitza com a unitat de mida el metre (m) o bé els seus múltiples com el kilòmetre, o divisions com el centímetre. En el sistema UTM la superfície terrestre compresa entre els 84° de latitud nord i els 80° de latitud sud (s'exclouen les zones polars, que es troben referenciades per les coordenades UPS o Universal Polar Stereographic) es troba dividida en :

- 60 bandes o fusos numerades en direcció nord – sud, o el que és el mateix, columnes de un ample de 6°.
- 20 files direcció est – oest de 8° de latitud, denominades per lletres consecutives començant pels 80° sud. De la lletra C a la M corresponen a l'hemisferi sud, i les que van de la N a X a l'hemisferi Nord.

Cadascun dels quadrilàters es troba referenciat per una lletra i un nombre. A la referència dels fusos i zones s'afegeixen unes xifres sempre senars: les primeres sempre indiquen la longitud (eix X) i les últimes, la latitud (eix Y), tenint aquesta última sempre un dígit més que la longitud. Per una resolució d'un metre hi haurà sis dígits de longitud i 7 de latitud; per una resolució d'un kilòmetre: tres dígits per la coordenada X i quatre per la coordenada Y.

UTM no dona les coordenades d'un punt, si no que sempre es refereix a una quadrícula. Ara bé, aquesta quadrícula pot tenir una mida de kilòmetres o be reduir-se fins al nivell de centímetres o inclús inferior. Amb això s'aconsegueix l'equivalència a un punt concret. Per detallar el tamany d'una quadrícula al màxim basta amb precisar tot el possible les referències numèriques. Per exemple, la coordenada UTM 30T 445 ens indica una quadrícula enorme de cent mil metres de costat útil. El primer quatre és la referència de la longitud dins de la quadrícula 30T (fus 30, zona T), i el 45 és la latitud. Per precisar una posició dins d'aquesta quadrícula s'haurà de detallar millor la referència de la coordenada fins obtenir una quadrícula de, per exemple un metre, a més d'especificar el datum (origen espacial del sistema de coordenades; per exemple la cartografia espanyola fa servir el datum europeu ED-50).

La coordenada 30T 4279034502331 representarà al punt $X = 427.903$ m, $Y = 4.502.331$ m. S'ha afegit a la longitud 4 de l'exemple anterior cinc xifres a la longitud, i a la latitud 45 sis. Aquest és el nivell de precisió que acostuma a donar el Sistema de Posicionament Global o GPS.

2.3 FORMATS D'INTERCANVI D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

2.3.1 INTRODUCCIÓ

En aquest punt fem una presentació de com s'emmagatzema i s'intercanvia la informació geogràfica. Es presenten quins tipus de dades poden contenir i quins són els principals formats de fitxer utilitzats. Les dades geogràfiques es poden representar mitjançant dos models bàsics: **Format Raster i Vectorial**. Aquesta dualitat Raster – Vectorial també marca les funcionalitats que hi podem sobre aquests fitxers.

A l'apartat 2.3.4 de la present memòria es mostren les diferències bàsiques entre els dos formats, veient quines operacions són aplicables a cadascun d'ells.

2.3.2 REPRESENTACIÓ RÀSTER

El model *raster* és un sistema de representació i visualització de dades geogràfiques, on cadascuna de les superfícies a representar es divideix en una matriu regular de files i columnes. Cada cel·la de la malla ha de ser rectangular, encara que no necessàriament quadrada. En ella es guarda un identificador, que servirà per la seva localització, i un valor temàtic o atribut. Els identificadors de cadascuna de les cel·les es calcula implícitament depenent directament de l'ordre que ocupa a la malla. El conveni que s'utilitza per tal de numerar les cel·les és fila a fila, des de la part superior a la inferior, i d'esquerra a dreta. La Figura 2-13: Representació Raster mostra com funciona una representació *raster*:

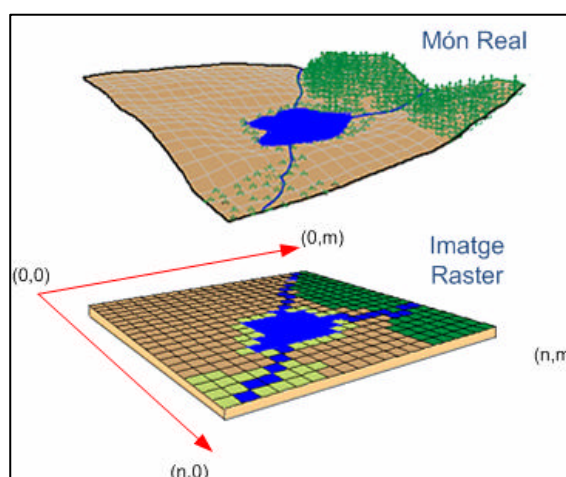


Figura 2-13: Representació Raster

Una imatge en format *raster* pot ser generada mitjançant l'ús de escàners, càmeres digitals, o fins i tot amb elements de teledetecció com poden ser sensors d'infraroigs.

La imatge es dividirà en cel·les. La quantitat de cel·les o divisions dependrà de dos factors:

1.- De la resolució que hi disposem en el dispositiu captador. Si la resolució és baixa, no hi podem realitzar més divisions que les marcades pel propi dispositiu

2.- De l'espai que ocupi la imatge i de la informació necessària: si la resolució de la imatge és molt elevada, podríem arribar a tenir moltes més celes de les que realment són necessàries, fent que els fitxers ocupin molt espai. En aquest cas es pot optar per reduir la resolució per tal d'arribar a un equilibri entre el tamany de fitxer i informació.

A cada cel·la li assignarem un valor o atribut en funció de les dades a representar: temperatura, altitud, quantitat de precipitació, etc. Si a una cel·la li pot ser assignat més d'un valor, li assignarem un únic en base a :

- 1.- Valor del centre de la cel·la : mètode del centroide.
- 2.- Valor predominant.
- 3.- Valor de la característica que es consideri més important.

2.3.3 REPRESENTACIÓ VECTORIAL

Els gràfics vectorials, a diferència dels format *raster*, no tracten tots els punts de la imatge per separat. Utilitzen línies, punts i polígons inclosos dins d'un sistema de coordenades per tal de representar les dades reals. A la Figura 2-14: Representació Vectorial es mostra com és aquesta representació:

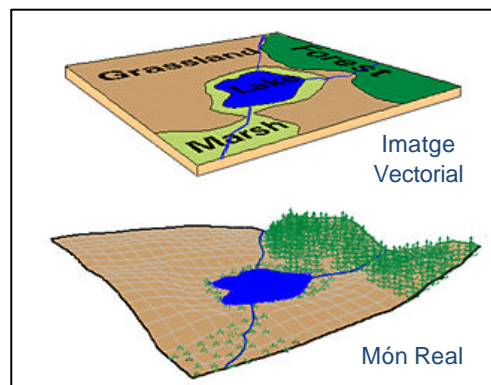


Figura 2-14: Representació Vectorial

En un gràfic vectorial es representa un esquema de la realitat.

2.3.4 DIFERÈNCIES VECTORIAL – RASTER

A la Figura 2-15 es pot veure la mateixa realitat representada en formats vectorial i *raster*.

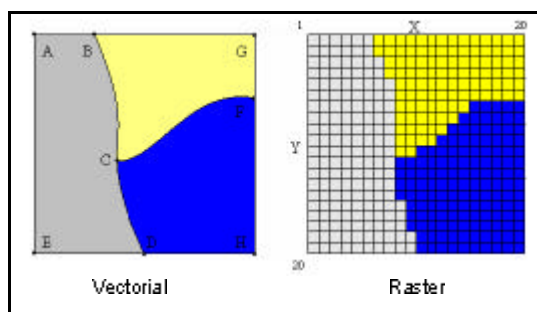


Figura 2-15: Comparativa Vectorial i Raster

A continuació es presenta una taula amb els avantatges i inconvenients de ambdós formats gràfics:

Raster	Vectorial
Avantatges	
Estructura de dades Senzilla.	Estructura de dades compacta. Ocupa poca memòria.
L'operació de superposició (Overlay) es realitza de forma senzilla.	Codifica de forma eficaç les relacions entre elements.
Representa millor la variabilitat espacial (perfecte per dades contínues i de densitat elevada).	Representa de forma eficient dades disperses.
	Perfecte per treballar amb dades delimitades amb polígons.
Inconvenients	
Ocupen més memòria. La resolució de la malla s'ha de seleccionar prèviament.	Estructura de dades més complexa.
Relacions topològiques són difícils de representar.	Operació de superposició més complexa.
Ineficient quan tracta dades disperses.	Representació de Mapes amb elevada variabilitat és ineficient.
No recomanat per treballar amb dades lineals.	Operacions sobre les dades vectorials poden necessitar algorismes molt sofisticat (temps de procés elevat).

2.3.5 FORMATS DE FITXER

2.3.5.1 Formats Raster

Format	Nom	Descripció
ADRG	Arc Digitized Raster Graphics	ADRG és un format creat per l'exèrcit dels Estats Units per guardar mapes en format Raster.
BIL	Band Interleaved by Line	Format Raster que emmagatzema totes les bandes de les dades capturades en una única imatge.
BIP	Band Interleaved by Pixel	En les imatges BIP, cadascuna de les línies es guarda de forma seqüencial: línia 1 amb totes les seves bandes, línia 2 i les seves bandes, etc.
BSQ	Band Sequential	Format que guarda cadascuna de les bandes de les dades d'un satèl·lit en una única imatge per totes les línies escanejades.
DEM	Digital Elevation Model	Creat pel USGS (US Geological Survey) per guardar dades d'elevació.
.dem,.hdr	DEM ArcInfo	ArcINFO:s (ESRI) format de representació d'elevacions.
GTOPO30	Global 30 Arc Second Elevation Data Set	GTOPO30 és un model de format global digital d'elevació amb un tamany horitzontal de cel·la d'aproximadament 1 km (30 segons).
GeoTIFF	GeoTIFF	GeoTIFF és una tipologia de TIFF (Tag Image File Format) per dades <i>raster</i> georeferenciades.
GRIB	GRid In Binary	GRIB és l'estàndard de l'Organització Meteorològica Mundial (WMO) per dades meteorològiques basades en una matriu.
PCX	PC Paintbrush Exchange	PCX és un format <i>raster</i> comú trobat en molts escàners i programes gràfics.
SDTS	Spatial Data Transfer Standard	Format per transferir informació geogràfica dissenyat especialment per dades <i>raster</i> .
TIFF	Tagged Image File Format	Com PCX, TIFF és un format comú utilitzat per programes gràfics i escàners. Dóna un tamany de fitxer molt gran, però comprimeix la informació sense perdre dades.

2.3.5.2 Formats Vectorials

Format	Nom	Descripció
ARC	ESRI Generate Line	Format Ascii Simple. Pot tractar punts i línies.
DGN	MicroStation Design	Format intern de MicroStation, Programa CAD.

Format	Nom	Descripció
	Files	
DLG	Digital Line Grafics	Format usat pel US Geological Survey.
DWG	Autodesk Drawing Files	Format intern d'AutoCAD (Autodesk).
DXF	Autodesk Drawing eXchange Format	Format d'intercanvi d'informació per dades vectorials. Suportat per la gran majoria de programes grafics.
E00	ARC/INFO interchange file	E00 es un format de transferència que pot estar disponible tant en format ASCII com Binari. Utilitzat per intercanviar fitxers entre diferents versions de ARC/INFO.
GML	Geography Markup Language	Estàndard XML per intercanvi i emmagatzemament de dades geogràfiques vectorials. Utilitzat pel Open GIS Consortium.
KF85	Kommunförbundets transfereringsformat (ISOK)	Pot tractar informació de punts, línies i polígons, així com text i símbols, però no és possible convertir ni intercanviar dades d'atributs.
MIF/MID	MapInfo Interchange Format	MIF/MID és el format estàndard de MapInfo's, però d'altres programes també poden llegir-lo. Pot tractar tres tipus d'informació: Geometria, atributs i visualització.
SDTS	Spatial Data Transfer System	Format de transferència desenvolupat als Estats Units dissenyat per tractar tot tipus de dades geogràfiques.
SHP	ESRI shapefile	Es el format intern d' ArcView's per dades vectorials. Associat al fitxer Shape (*.shp), existeix un fitxer per treballar amb atributs (*.dbf) i un fitxer index (*.shx). La gran majoria de programes SIG poden importar aquest format.
SVG	Scalable Vector Graphics	Estàndard XML per la representació de vectors a Internet. Format aprovat pel World Wide Web Consortium.
TIGER	Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing Files	TIGER és un format de transferència ASCII realitzat per el US Census Bureau per guardar mapes de carretera . Conté coordenades geogràfiques completes i és bast en línies.
VPF	Vector Product Format	Format binari realitzat per l' US Defense Mapping Agency. Conté dades geomètriques i informació d'atributs, però no té dades de visualització.
VXP	Idrisi32 ASCII vector export format	Format d'exportació de dades vectorials en ASCII.
WMF	Microsoft Windows Metafile	WMF és un fitxer vectorial pels sistemes operatius Windows de Microsoft. Són de fet una recopilació de GDI's (Graphics Device Interface).

2.4 MODELS DE DADES VECTORIALS

En el present punt es presenta un apropament a l'emmagatzemament de dades geogràfiques a una base de dades. Es tracta el principal model de representació: **El model vectorial**. Aquest apartat pretén detallar les característiques principals dels models vectorials, ja que molts carrers tenen un model que pot arribar a ser molt complex.

2.4.1 MODEL VECTORIAL

El model vectorial és una estructura utilitzada per emmagatzemar dades espacials. Està compost per línies o arcs, definits per punts d'inici i final (nodes o vèrtexs). Les localitzacions d'aquests nodes i la estructura topològica es troba guardada habitualment de forma explícita. Existeixen diferents mètodes per guardar aquesta informació, presentats a continuació:

2.4.1.1 Llista de coordenades

Es guarden els parells de coordenades que defineixen un segment recte. Tal i com es mostra a la Figura 2-16, es guarda un identificador per cadascun dels vèrtexs, el nombre de vèrtexs que es guarden i les seves dues coordenades X Y que determinen la seva posició espacial.

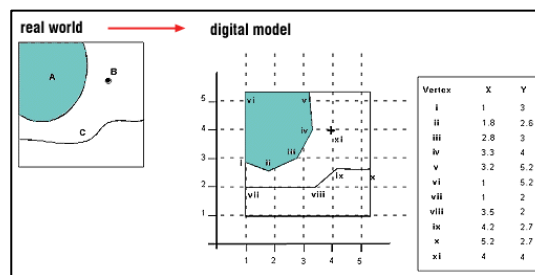


Figura 2-16: Model Vectorial - Llista de Coordenades

Els elements que es poden veure a la figura anterior són els següents:

- Coordenada : parell de punts X Y que representen una posició a l'espai.
- Punt: Objecte abstracte de dimensió 0 representada per una coordenada.

És la manera més senzilla de representar dades vectorials, encara que té inconvenients:

- No es representa de manera explícita la topologia de dades espacials, només es registra la localització i la seva forma geomètrica.
- Molts vèrtexs es poden trobar duplicats i fins i tot triplicats. Això pot provocar que el mateix vèrtex es representi en diferents posicions per cadascun dels elements rectes en els que formi part. Aquests problemes venen donats per errors a l'hora de realitzar la digitalització de dades: manca de precisió al dispositiu digitalitzador, errors a l'entrada manual, etc.

2.4.1.2 Representació vectorial simple: "spaghetti"

La representació "spaghetti" és una estructura de dades molt senzilla i fàcil de fer servir. No guarda informació topològica i són utilitzades per programes de disseny. Aquesta manca de dades topològiques és la que determina la impossibilitat d'utilitzar aquesta representació a un SIG. El model de dades d'aquesta representació es pot veure a la Figura 2-17.

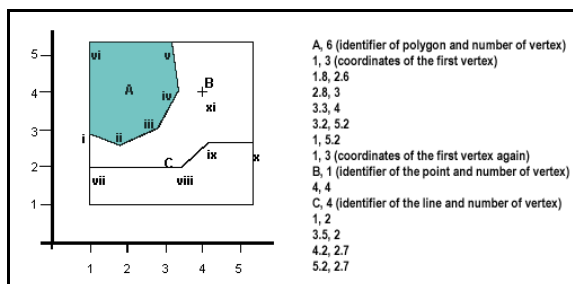


Figura 2-17: Model Vectorial - Representació Spaghetti.

Aquesta representació té molts inconvenients, principalment per l'impossibilitat de contemplar dades topològiques. No disposa d'estructures per guardar dades de veïnatge, i segon, no pot enfrontar-se a la representació de polígons illa o forats.

Respecte al veïnatge, mentre les línies donen sensació de estar representant una xarxa quan es visualitzen, internament no tenim definida aquesta relació a l'estructura de dades. El mateix passa amb els polígons. Amb aquesta mancança no es poden realitzar qüestions sobre la posició relativa entre els diferents elements continguts a la base de dades.

El problema de l'illa es pot representar a la Figura 2-18.

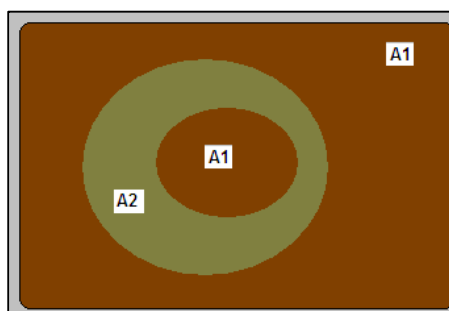


Figura 2-18: Model Vectorial - Problema de L'illa.

La representació "spaghetti" pot arribar a presentar la figura, però no pot guardar la relació entre el cercle central i l'àrea exterior. Treballar amb Illes i forats d'aquest tipus requereixen tenir una informació topològica completa.

2.4.1.3 Llista de Vèrtex

En aquesta representació es registra cadascun dels vèrtexs una única vegada. Es crea una primera llista amb tots els vèrtex del mapa. En una segona llista o diccionari de vèrtex es guarden els polígons, línies i punts del mapa, fent referència als vèrtex definits prèviament. La Figura 2-19 mostra el model de dades de la Llista de Vèrtexs.

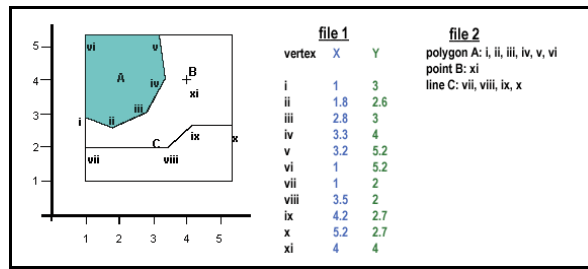


Figura 2-19: Model Vectorial - Llista de Vèrtexs.

S'eliminen els problemes de duplicitat, però encara no tenim possibilitat de guardar dades de topologia.

2.4.1.4 Fitxers DIME

Va ser creat per l'oficina del cens dels Estats Units. Els fitxers DIME són dels primers fitxers en els que es representen les relacions topogràfiques de forma complerta. Tenen com a punt fort la representació de polígons. El model de dades es pot veure a la Figura 2-20. Els formen els següents components:

- Llista de vèrtex amb els seus noms i coordenades.
- Llista de segments rectes que delimiten els polígons. Es guarda el punt d'inici, punt final, el polígon que té a l'esquerra i el polígon que té a la dreta.
- Per últim es guarda una llista amb els polígons, amb el grup de segments que el delimiten.

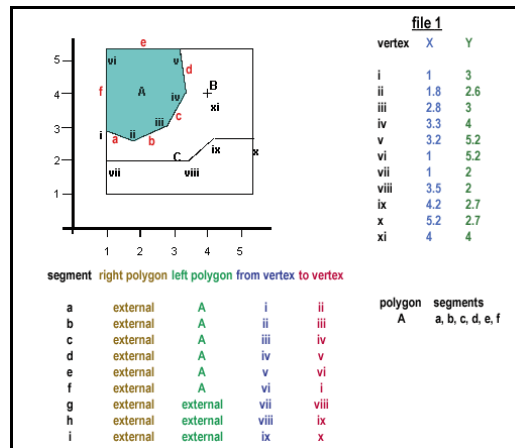


Figura 2-20: Model Vectorial - Fitxers DIME.

2.4.1.5 Fitxers TIGER

Els fitxers TIGER (Topologically, Integrated, Geographic, Encoding, Referencing) són una evolució dels fitxers DIME, també creats per l'Oficina del Cens dels Estats Units. En ells s'integra tota la informació espacial referent a la divisió administrativa del país : vials de comunicació, carreteres principals, carrers de les ciutats més importants, etc. També es guarda les

coordenades (latitud i longitud) d'inici i final dels trams rectes dels carrers. El format de fitxer és molt similar al denominat com "Arc/Node".

2.4.1.6 Arc / Node o POLYVRT

Els dos formats de representació anteriors són molt útils en el cas de representar objectes amb fronteres senzilles, com els que es poden donar en regions artificials com districtes a ciutats, parcel·les de terreny, etc. Si el que es vol representar té una complexitat major, com pot ser el cas de zones naturals, fronteres de països, etc., és molt costós codificar totes les fronteres en trams rectes per tal d'intentar aproximar al màxim el contorn del mapa a la realitat.

El format "Arc/Node" o POLYVRT va ser creat per la Universitat de Harvard per tractar la dificultat anterior. No té com a element base el segment recte, sinó la cadena o arc format per la successió d'elements rectes. També té com a segon element base el node, que serà o bé el punt inicial o final d'una línia o arc, o bé el punt on es creuen tres o més arcs. El funcionament d'aquest format es pot veure més clar al següent exemple (Veure la Figura 2-21 i les taules adjacents).

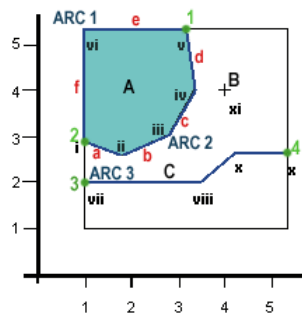


Figura 2-21: ARC/Node

Fitxer 1: Coordenades pels nodes i vèrtexs dels arcs			
ARC	F_node	Vèrtex	T_node
1	3,2, 5,2	1, 5,2	1,3
2	1,3	1,8,2,6 2,8,3 3,3,4	3,2, 5,2
3	1,2	3,5,2 4,2,2,7	5,2,2,7

Fitxer 2. Topologia dels arcs				
ARC	Node Origen	Node Final	Polígon dreta	Polígon Esquerre
1	1	2	Extern	A
2	2	1	A	Extern
3	3	4	Extern	Extern

Fitxer 3. Topologia dels Polígons	
Polígon	Arcs
A	1, 2

Fitxer 4. Topologia de nodes	
Node	Arcs
1	1,2
2	1,2
3	3
4	4
5	5

2.4.2 ORACLE SPATIAL

Oracle Spatial serà l'eina utilitzada al cas pràctic com a eina d'emmagatzemament de dades geogràfiques. En el present punt es mostren quins són els seus elements principals, a més de fer una breu explicació de com s'hi guarda la informació geogràfica a les taules. Per aquesta

explicació es mostra breument quins són els atributs del tipus de dades SDO_GEOMETRY propi d'Oracle Spatial.

2.4.2.1 Components

Oracle Spatial proveeix un esquema SQL anomenat per defecte com "MDSYS" (on "MD" respon a les sigles "Multi Dimensional") i funcions que faciliten l'emmagatzemament, recuperació, actualització i consulta de col·leccions de característiques espacials a una base de dades Oracle. Les seves principals parts són:

- Un esquema que descriu l'emmagatzemament, sintaxi i semàntica dels tipus de dades geomètriques.
- Un sistema d'indexació espacial.
- Operadors, funcions i procediments per realitzar operacions d'anàlisi espacial.
- Funcions i procediments d'anàlisi de rendiment sobre la base de dades.
- Un model de dades topològic per treballar amb dades relatives a nodes, fronteres i cares sobre una topologia.
- Un model de dades en xarxa que permet treballar amb nodes i enllaços a una xarxa.
- Un servei GeoRaster que permet emmagatzemar, indexar i analitzar dades *raster* i els seus corresponents atributs.

A partir de la versió 11g, suporta la gestió de dades en tres dimensions. A més, disposa de serveis web per visualitzar dades geogràfiques per Internet.

2.4.2.2 El tipus de dades SDO_GEOMETRY

La informació geogràfica emmagatzemada a oracle spatial, es guarda a les taules en una columna de tipus SDO_GEOMETRY. Es a dir, a la taula de base de dades tindrem una sèrie de camps que defineixen el registre, incloent la seva clau primària, i addicionalment s'afegeix una columna del tipus esmentat on s'emmagatzemarà la seva informació geogràfica. Al present projecte, per exemple, es disposarà d'una taula amb els eixos dels carrers de la ciutat de Barcelona, on es tindrà els seus atributs com poden ser el nom del carrer, numeració per l'esquerra, numeració per la dreta, etc., a més de tenir una taula que guardarà la informació geogràfica de cadascun dels trams.

Un element d'aquest tipus té el següents atributs:

- SDO_GTYPE: Tipus de geometria.
- SDO_SRID: Sistema de coordenades.
- SDO_ELEMENT_INFO: Serveix per interpretar el camp SDO_ORDINATES.
- SDO_POINT: Punt espacial.
- SDO_ORDINATES: Matriu de longitud variable que guarda les fronteres d'un objecte espacial.

2.4.2.3 Tipus de geometria: SDO_GTYPE.

La tipologia d'un element de tipus SDO_GEOMETRY es guarda a un atribut del tipus SDO_GTYPE. Aquest atribut és un nombre de 4 díigits en format *dltt*, on:

- *d* : identifica el nombre de dimensions (2 a 4).
- *l* : Identifica la mida de referència lineal per un sistema de referència lineal de tres dimensions (*LRS* o *Linear Referencing System*).
- *tt* : Identifica el tipus de geometria.

A la següent taula es veuen valors correctes per un camp de tipus SDO_GTYPE, sense tenir en compte el nombre de dimensions (*d*) ni la referència lineal (*l*):

Valor	Tipus de Geometria	Descripció
dl00	UNKNOWN_GEOMETRY	Spatial Ignora aquesta geometria.
dl01	PUNT	La geometria únicament conté un punt.
dl02	LINE o CURVE	Conté una cadena de línies que pot contenir alhora trams rectes de línia o segments amb arcs.
dl03	POLYGON	Conté un polígon amb o sense forats.
dl04	COLLECTION	La geometria conté una col·lecció d'elements heterogènia. És un supertipus que conté a la resta de tipus.
dl05	MULTIPOINT	La geometria conté un o més punts. És un supertipus del tipus POINT.
dl06	MULTILINE o MULTICURVE	Conté una o més cadenes de línies. És un supertipus de LINE o CURVE.
dl07	MULTIPOLYGON	Pot tenir n polígons disjunts. Es un supertipus de POLYGON.

Taula 2-1: Valors possibles Tipus SDO_GTYPE.

2.4.2.4 Sistema de coordenades: SDO_SRID

Serveix per identificar un sistema de coordenades o sistema de referència espacial. Si el seu contingut és nul, la geometria no té referència espacial. De tenir-ne valor, ha de tenir un valor contingut a la taula SDO_COORD_REF_SYS de Oracle Spatial, on es defineixen els sistemes de referència possibles.

2.4.2.5 Tipus SDO_ELEMENT_INFO.

Està definit per una matriu de longitud variable de nombres. Serveix per interpretar l'atribut SDO_ORDINATES. Cada element de la matriu està compostat per tres nombres:

- SDO_STARTING_OFFSET: Indica el desplaçament dins de SDO_ORDINATES on es troba guardat la primera ordenada per aquest element.

- SDO_ETYPE: Indica el tipus d'element. Els valors possibles es presenten a la taula 2.2 del present capítol
- SDO_INTERPRETATION: Té dos significats possibles, depenent del tipus entrat a SDO_ETYPE:
 - Si és un tipus compost (4, 1005 o 2005) especifica quantes tripletes consecutives de nombres componen l'element.
 - Si és un tipus simple determina com s'interpreta la seqüència d'ordenades. Per exemple, en el cas d'una cadena de línies ens indicarà que són segments enllaçats un darrere de l'altre.

SDO_ETYPE	SDO_INTERPRETATION	Descripció
0	Qualsevol valor numèric.	Tipus 0. Usat per modelar tipologies no suportades per Oracle Spatial.
1	1	Punts
1	0	Orientació per un punt.
1	n>1	Grup de punts amb n punts.
2	1	Cadena de línies rectes.
2	2	Cadena de línies amb segments que són arcs.
1003 ó 2003	1	Polígon simple amb connexió de vèrtexs per segments lineals.
1003 ó 2003	2	Polígon tancat fet amb una connexió de segments circulars.
1003 ó 2003	3	Rectangle.
1003 ó 2003	4	Cercle.
4	n>1	Cadena de línies amb segments rectes i arcs.
1005 ó 2005	n>1	Polígon compost amb vèrtexs connectats per segments rectes i amb segments que són arcs.

Taula 2-2: Valors possibles tipus SDO_ELEMENT_INFO

2.4.2.6 SDO_POINT

Si els atributs SDO_ELEMENT_INFO i SDO_ORDINATES són ambdós nuls, llavors es considera les coordenades de SDO_POINT com coordenades de geometria. Això és així per optimitzar el rendiment. Si únicament es pretén guardar geometries de punts, és millor fer-ho a SDO_POINT per optimitzar l'accés a la informació geogràfica.

2.4.2.7 Exemple d'inserció d'un camp geomètric

Per veure amb claredat com es guarda informació dins d'una base de dades geogràfica, en el present punt es mostra un petit exemple de com s'insereix un registre a una taula amb un camp amb informació geogràfica.

Suposem que es disposa d'una taula a Oracle Spatial, creada amb la següent instrucció SQL:

```
CREATE TABLE cola_markets (
  mkt_id NUMBER PRIMARY KEY,
  name VARCHAR2(32),
  shape SDO_GEOMETRY);
```

El camp "shape" és el que contindrà la informació relativa a dades espacials. La Figura 2-22 representa les figures que se s'insereixen a la taula del present exemple.

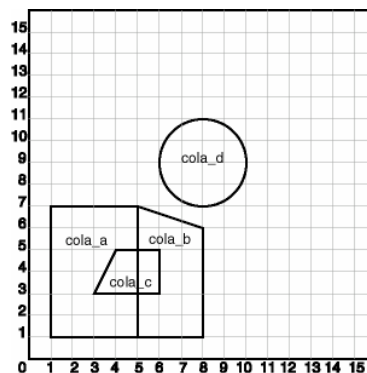


Figura 2-22 : Exemple d'inserció a una taula amb dades espacials

A continuació es realitzarà la inserció del primer element amb descripció "cola_a", que serà un polígon de dos dimensions:

```
INSERT INTO cola_markets VALUES(
  1,
  'cola_a',
  SDO_GEOMETRY(
    2003, -- polígon amb dues dimensions
    NULL,
    NULL,
    SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1,1003,3), -- un rectangle (1003 = exterior)
    SDO_ORDINATE_ARRAY(1,1, 5,7) -- només es necessiten dos punts per
    -- definir el rectangle (esquerre inferior
    -- i superior dret) amb dades expressades
    -- en coordenades cartesianes.
  )
);
```

A continuació es presenta una inserció d'un polígon que no és un rectangle:

```
INSERT INTO cola_markets VALUES(
  2,
  'cola_b',
  SDO_GEOMETRY(
    2003, -- Polígon 2D
    NULL,
    NULL,
    SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1,1003,1), -- Polígon (definit pel perímetre
    exterior)
    SDO_ORDINATE_ARRAY(5,1, 8,1, 8,6, 5,7, 5,1) -- Coordenades
  )
);
```

La inserció del polígon amb descripció "cola_c" es realitzarà amb una instrucció molt semblant a l'anterior. La inserció del cercle serà la següent:

```
INSERT INTO cola_markets VALUES(
  4,
  'cola_d',
  SDO_GEOMETRY(
    2003, -- també es tracta d'un polígon 2D
    NULL,
    NULL,
    SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1,1003,4), -- Cercle definit per tres punts
    del perímetre
    SDO_ORDINATE_ARRAY(8,7, 10,9, 8,11)
  )
);
```

2.5 MOTORS DE GEOCODIFICACIÓ

En el present punt es presenta la definició d'un motor de geocodificació, explicant en què consisteix el concepte de geocodificació i quins problemes es poden trobar a l'hora d'implementar-ne un. També es parla de la georeferenciació i de la seva funció dins del procés de geocodificació.

S'introdueix també el concepte de geoetiquetatge, mitjançant el qual és possible assignar dades geogràfiques a arxius multimèdia com poden ser imatges, vídeos, etc.

En un apartat del present punt també es presenten exemples de motors de geocodificació trobats a Internet de forma gratuïta.

2.5.1 DEFINICIÓ DE MOTOR DE GEOCODIFICACIÓ

Com a geocodificació s'entén el procés d'assignar coordenades geogràfiques, com poden ser per exemple la latitud i longitud, a punts del mapa com adreces, punts d'interès, etc. A diferència de la georeferenciació, la geocodificació necessita d'una transformació prèvia per obtenir les coordenades geogràfiques del objecte a situar. Podem dir que la georeferenciació serà el pas

següent a la geocodificació: primer s'obtenen les dades geogràfiques i després es posicionen mitjançant la georeferenciació.

Com a georeferenciació doncs, s'entén el procés de posicionament al qual es defineix la localització d'un objecte espacial (sigui un punt, vector, àrea o volum) a un sistema de coordenades i datum determinat (el concepte de datum s'ha explicat al punt 2.2.2 de la present memòria). Les coordenades resultants del procés de geocodificació poden ser utilitzades posteriorment per localitzar la situació al mapa dins d'un SIG.

Vistes les dues definicions anteriors, es pot afirmar que un motor de geocodificació és un conjunt de processos que realitzen aquesta conversió entre adreces o dades postals i dades geogràfiques.

El tractament de la informació geogràfica que fan aquests motors depèn del model de dades utilitzat. És per això que la seva integració dins d'un SIG sigui molt difícil de trobar feta. L'objectiu final de la part pràctica d'aquest projecte és l'elaboració d'un motor de geocodificació. Es partirà d'un carrer conegut (es farà servir un carrer d'eixos de carrer), i s'haurà de dissenyar un procediment que sigui capaç de traduir adreces postals a localitzacions geogràfiques.

2.5.2 INTERPOLACIÓ D'ADRECES

El principal problema a l'hora de representar les adreces sobre els carrers és el de situar exactament l'adreça sobre la seva ubicació, si aquesta informació no es troba emmagatzemada amb exactitud al carrer. En aquest cas és necessari implementar un mètode d'aproximació a la situació exacta.

Un dels mètodes més comuns és el de marcar certs punts al carrer i assumir que les adreces entre els dos punts són equidistants. En el cas pràctic implementat al projecte aquests dos punts inicials són els d'inici i de fi de tram de carrer (el procediment seguit està detallat al punt 3.5.3 de la present memòria). El principal avantatge d'aquest mètode és la seva simplicitat i el seu baix cost, encara que presenta problemes:

- En general, els carrers acostumen a portar els nombres parells i senars en costats oposats, però no sempre és així. Si no s'acompleix això, és molt complicat fer l'aproximació.
- Si el tram de carrer no és recte, el punt resultant del procés d'interpolació té moltes probabilitats de sortir fora del carrer.
- En la realitat, els nombres de carrer no es troben repartits de forma equidistant.

Al tractar-se d'un sistema inexacte, aquest mètode s'acostuma a utilitzar a sistemes de geocodificació per aplicacions que no són vitals. A sistemes com poden ser els utilitzats pels serveis d'emergència (ambulàncies, bombers, policia, etc.) el mètode d'interpolació no s'utilitza.

2.5.3 GEOETIQUETATGE

Tal i com es podrà veure al punt següent, existeixen motors de geocodificació a Internet que a més de donar la posició exacta de l'adreça al carrer, és possible obtenir una imatge de l'adreça cercada. Això es realitza mitjançant un procés de geoetiquetatge. Es defineix aquest procés com el resultant de l'agregació de dades geogràfiques a les metadades dels arxius multimèdia, com imatges, vídeos, etc.

Existeixen molts mètodes per afegir aquesta informació als arxius multimèdia, però el més comú és l'ús de càmeres amb un sistema GPS incorporat. A la Figura 2-23 es pot veure un exemple d'etiquetatge inclòs a les metadades d'una imatge (etiquetes marcades amb el descriptiu GPSInfo).



Figura 2-23: Exemple de geotiquetatge.

Al punt 2.5.4.6 del present document es mostra un carrer que utilitza la tècnica de geotiquetatge: la guia QDQ.

2.5.4 EXEMPLES DE MOTORS DE GEOCODIFICACIÓ A INTERNET

A continuació es presenten exemples de motors de geocodificació disponibles a Internet. Cal aclarir que a tots els exemples només es té accés al servei, sent impossible accedir al motor.

2.5.4.1 Ajuntament de Barcelona

Aquest servei permet obtenir sobre un mapa de Barcelona la ubicació de una determinada adreça postal amb només introduir-la. La Figura 2-24 mostra una captura de pantalla de la web de l'Ajuntament de Barcelona, amb la presentació d'una adreça sobre un carrer de la ciutat. També es poden afegir al mapa els punts d'interès propers a l'adreça introduïda, com aparcaments, benzineres, etc. Un altre servei molt interessant és la possibilitat de realitzar el càlcul de la ruta entre dos adreces fent servir transport públic.



Figura 2-24: Carrer de l'Ajuntament de Barcelona

2.5.4.2 Viamichelin

Viamichelin permet realitzar la cerca per adreces postals a tota Europa i a certs països del món. També es poden realitzar consultes de rutes entre dos adreces postals. A la Figura 2-25 es mostra la pantalla de selecció a Viamichelin, on es pot triar els dos punts on seleccionar la ruta (part esquerra) i la localització d'una única adreça postal (dreta).

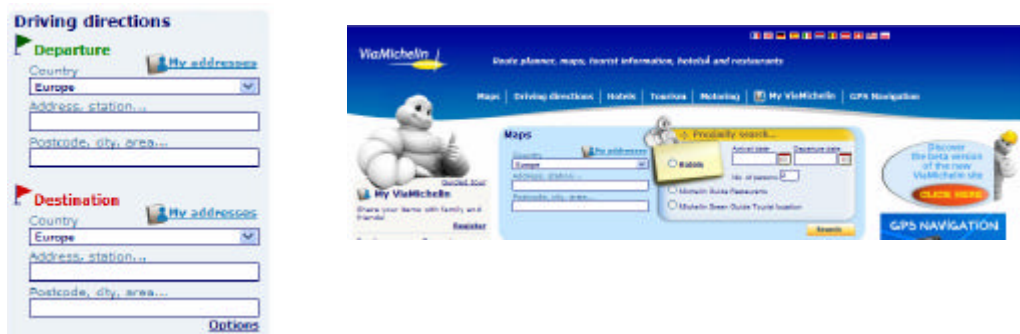


Figura 2-25 : Viamichelin. Selecció d'adreces.

2.5.4.3 pàgines grogues

El carrer de les pàgines grogues funciona d'una forma molt similar als presentats anteriorment. Permet triar tant en localitzar d'una adreça en particular, com a cercar la ruta entre dos punts del mapa. La gran diferència amb Viamichelin és que la ruta només pot ser calculada a punts del mateix nucli urbà, i aquest ha de ser a Espanya. A la figura Figura 2-26 es mostra la pantalla de selecció del carrer:

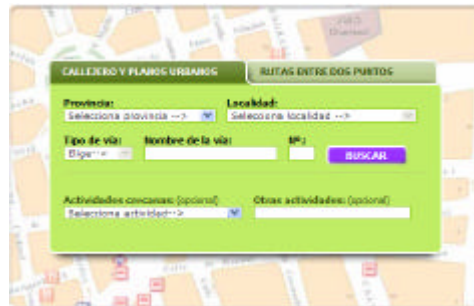


Figura 2-26: Carrerer de Pàgines Grogues.

2.5.4.4 Google Maps

Google també té un servei de geocodificació d'adreces, on es pot visualitzar una adreça sobre un mapa. Respecte als motors mostrats anteriorment, té la novetat de poder mostrar l'adreça sol·licitada sobre una fotografia presa per satèl·lit. La Figura 2-27 mostra una captura de pantalla de google maps, amb la representació de l'adreça sobre una fotografia real de la ciutat.

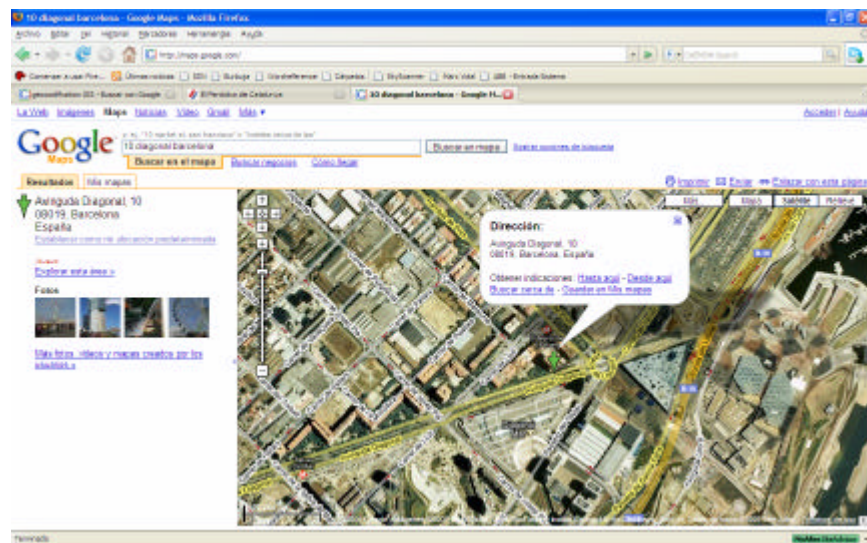


Figura 2-27 : Google Maps

La cerca de l'adreça es pot realitzar mitjançant l'entrada d'una única cadena de caràcters, que pot tenir una aproximació del nom del carrer, la ciutat, el nombre de la finca a buscar, etc. En el cas d'existir més d'un resultat possible, es mostraran a la part esquerra de la pantalla.

2.5.4.5 Guia Campsa

Campsa també té un servei de geocodificació a la seva pàgina web. Permet localitzar adreces postals sobre el carrerer de qualsevol ciutat espanyola, a més de ser capaç de calcular rutes entre dues adreces, estiguin o no a la mateixa població. La Figura 2-28 mostra el resultat de la cerca d'una adreça postal al carrerer de Barcelona.

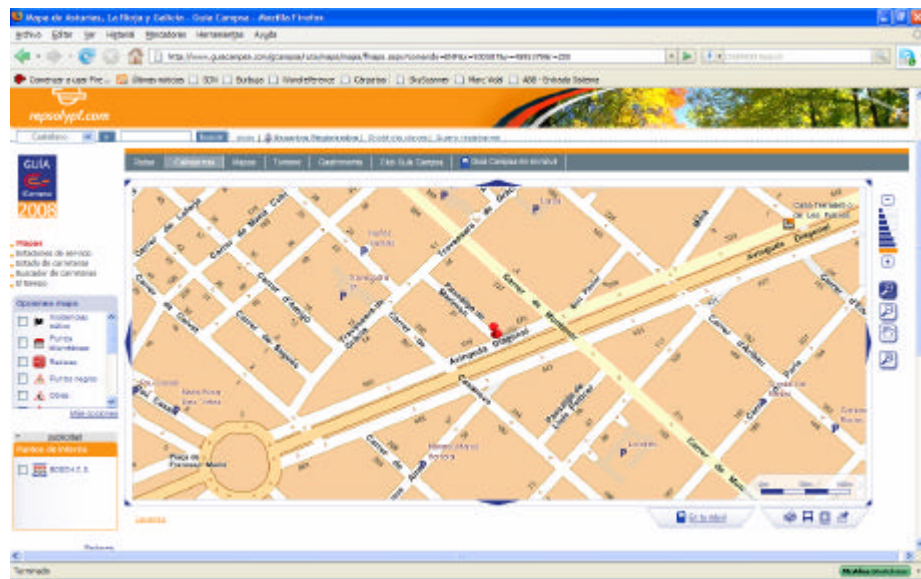


Figura 2-28: Guia Campsa. Localització d'una adreça a un mapa.

És possible presentar al mateix mapa punts d'interès com poden ser benzineres, restaurants, etc. La Figura 2-29 mostra el resultat del càlcul d'una ruta entre dues adreces postals.

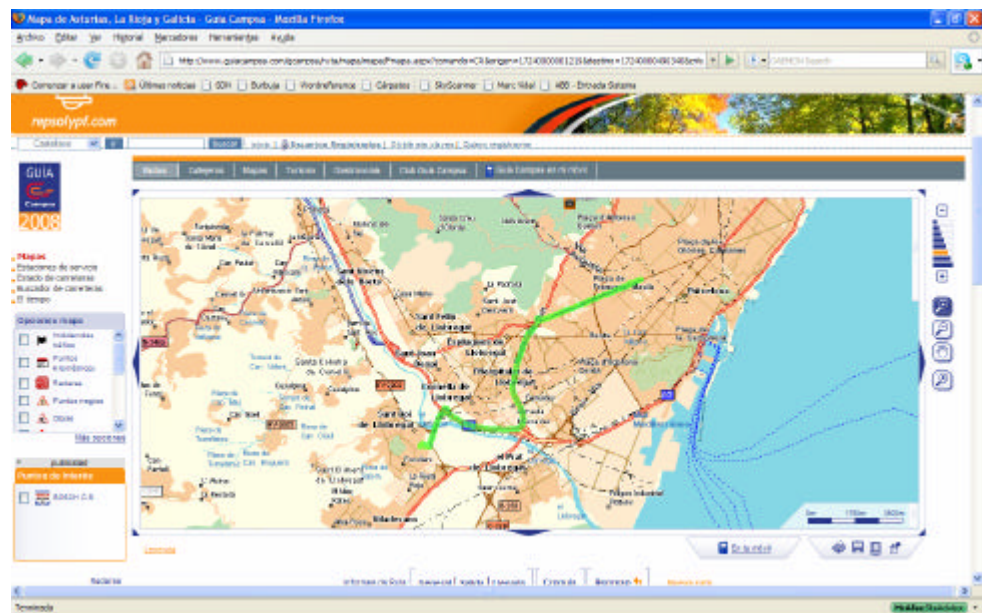


Figura 2-29: Guia Campsa. Càlcul d'una ruta.

2.5.4.6 Guia QDQ

Aquesta guia té una novetat respecte a les mostrades amb anterioritat. Utilitza tècniques de geotiquetatge (explicat al punt 2.5.3) per tal de mostrar, a més de la ubicació sobre el mapa de l'adreça postal, fotografies amb la façana de l'edifici. Es pot veure amb detall a la Figura 2-30.



Figura 2-30: Guia QDQ. Exemple de geoetiquetatge

2.6 CARRERERS

Un carrerer és una estructura de dades que conté informació dels carrers i numeracions dels mateixos. També pot incloure informació com els sentits de circulació dels carrers, punts d'interès de diferents tipus, etc. La representació d'aquestes dades es realitza de la mateixa forma que qualsevol altre tipus de mapa representat en un SIG: organitzada per capes temàtiques. Aquesta representació es pot veure a la Figura 2-31.

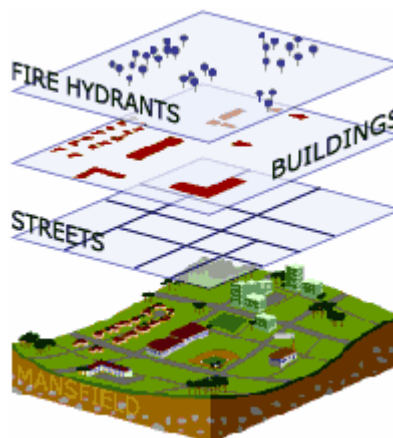


Figura 2-31: Capes a un Carrer.

En el present projecte s'utilitzarà com a base un carrerer de la ciutat de Barcelona. És tracta d'un carrerer gratuït en format Shapefile d'Arcview (esmentat al punt 2.3 del present document), amb dades de 1997 cedit per l'empresa ESRI-Espanya. Es troba disponible a la adreça web <http://www.aesig.org/cat/infosig/infosig.htm>. En ell es representen tres tipus de dades: Carrers amb els seus sentits de circulació, illes urbanes i seccions censals. Les dades dels carrers

s'emmagatzemaran dins d'una base de dades d'Oracle Spatial. El detall de l'estructura de dades del projecte es presenta a l'apartat 3 de la memòria del projecte.

A la Figura 2-32 es pot veure com GVSig obté la informació del carrer emmagatzemada a Oracle, representant-la de forma visual sobre un mapa.

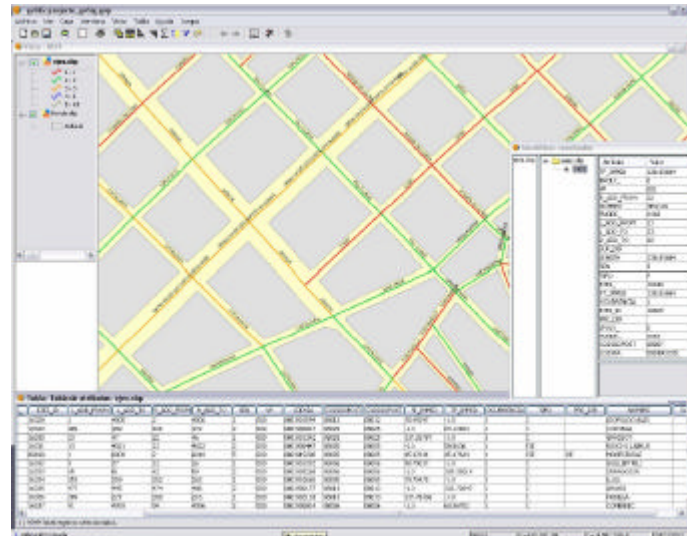


Figura 2-32: Carrer de Barcelona Representat a gvSig.

La representació d'illes és recomanada per la representació de superfícies sobre el carrer. Són recomanables, per exemple, als registres cadastrals de propietats (comentats breument al punt 2.1.4.7 de la memòria), ja que poden mostrar superfícies de parcel·les i finques.

2.6.1 TIPOLOGIES DE CARRERERS

Existeixen diferents tipologies de carrerers depenent de la informació que mostren. Per mostrar gràficament què representa cada tipus de carrer, aquest punt es basarà en captures de pantalla de la web del IDEC (Infraestructura de Dades Espacials de Catalunya: www.geoportal-idec.net). Aquesta pàgina conté, entre d'altres serveis, un servei de visor de mapes en format WMS (com es va veure al punt 2.7.1.3, gvSig té la possibilitat d'obtenir les dades geogràfiques d'un servidor a internet amb informació en format WMS. L'IDEC té un servidor de dades en aquest format a la web, a més d'un visualitzador de mapes que es pot fer servir en el mateix navegador d'internet). Es podrien classificar en els següents tipus:

- **Eixos de Carrer:**

La representació dels eixos de carrer es pot utilitzar per la representació de rutes, que és el principal objectiu del projecte. Als eixos es pot emmagatzemar tant el sentit de circulació (útil per fer el càlcul de rutes en vehicles a motor), com el cost que suposa anar d'un extrem a l'altre. Aquest últim punt pot ser expressat amb un valor numèric, representant per exemple la possible pendent del tram del carrer, el possible risc d'embús de trànsit, etc. La utilització dels eixos de carrer no és recomanada per la ubicació de superfícies de parcel·les o finques, ja que amb ells només es poden situar adreces de portals sobre l'eix del carrer, no sent possible representar superfícies. A la Figura 2-33 : Representació d'Eixos de Carreres mostra una visualització d'un carrer d'eixos de carrer (IDEC).

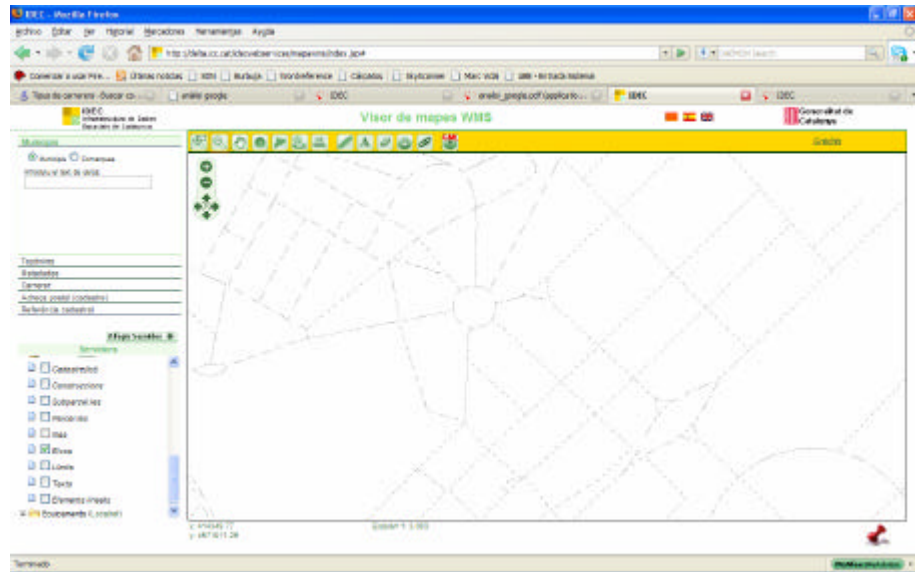


Figura 2-33 : Representació d'Eixos de Carrer

- Parcel·les :

Un carrer on es situen les parcel·les existents a un nucli urbà o rural, és molt indicat per bases de dades cadastrals. A la Figura 2-34 es mostra un exemple extret de la web del IDEC. A diferència de la representació d'eixos de carrer, on es representen línies, en aquest tipus de carrer es representen superfícies.

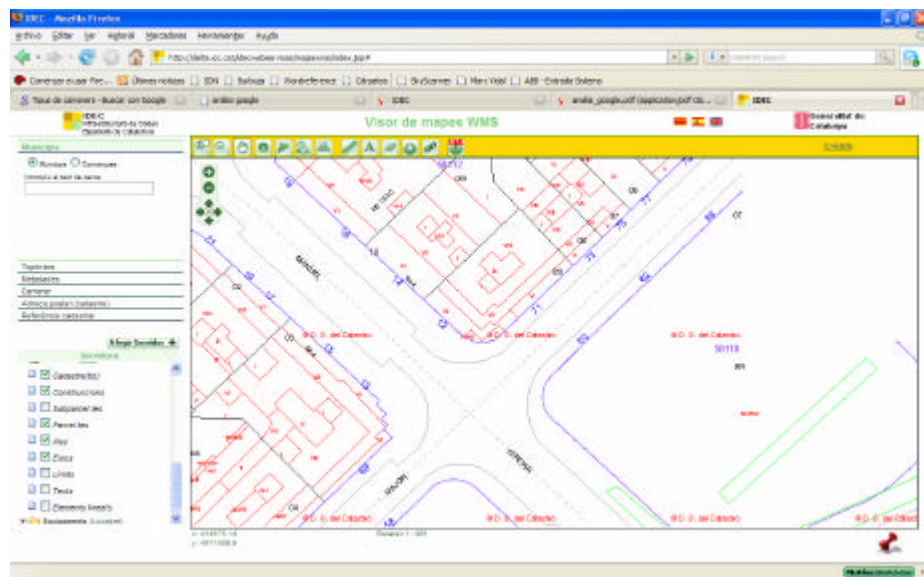


Figura 2-34: Carrer amb finques i parcel·les.

- Illes d'edificis :

Aquesta tipologia de carrer també mostra superfícies, però únicament delimita les illes d'edificis i no les finques que es troben al seu interior. És molt útil per la gestió urbanística de poblacions. A la Figura 2-35 es mostra el mateix tram de carrer visualitzat als dos punts anteriors, però amb la única representació de les illes d'edificis.

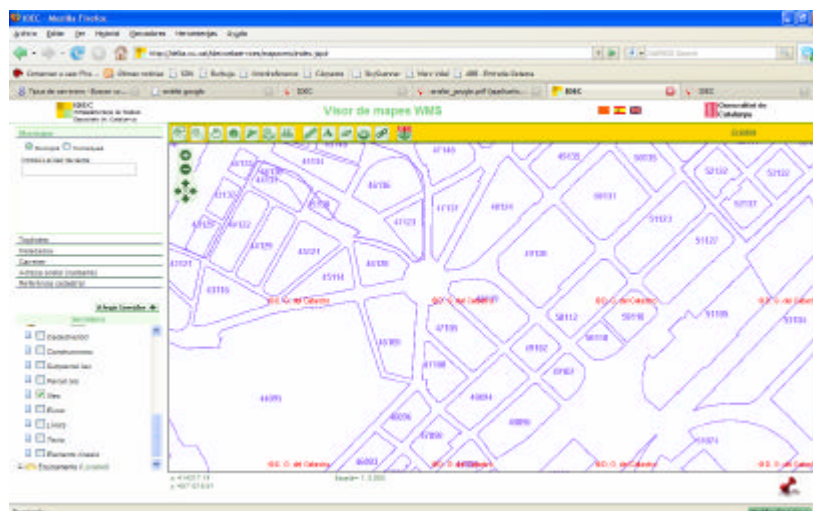


Figura 2-35: Carrer d'Illes d'edificis

2.7 EINES UTILITZADES: GVSIG I ORACLE SPATIAL

Aquest apartat presenta les funcionalitats bàsiques d'una de les eines utilitzades per l'elaboració del projecte: gvSig. Serà l'eina utilitzada com a visualitzador de dades. Oracle Spatial s'utilitzarà com a motor de Geocodificació i magatzem de dades geogràfiques. En aquest punt només es realitzarà una breu introducció, ja que es troba explicat amb més detall al punt 2.4.2 del present document.

2.7.1 GVSIG

gvSig és una eina SIG de codi lliure desenvolupada per *IVER Tecnologías de la Información, S.A.*, a partir d'una iniciativa de la Conselleria d'Infraestructures i Transport de la Generalitat Valenciana. És troba orientat a la manipulació d'informació geogràfica, caracteritzant-se per la seva interfície senzilla i per la seva capacitat de treballar amb els formats més usats de dades de tipus *raster* i vectorial.

2.7.1.1 Interfície d'usuari

L'interfície d'usuari és molt senzilla. Inicialment es disposa per treballar de la pantalla representada a la Figura 2-36.

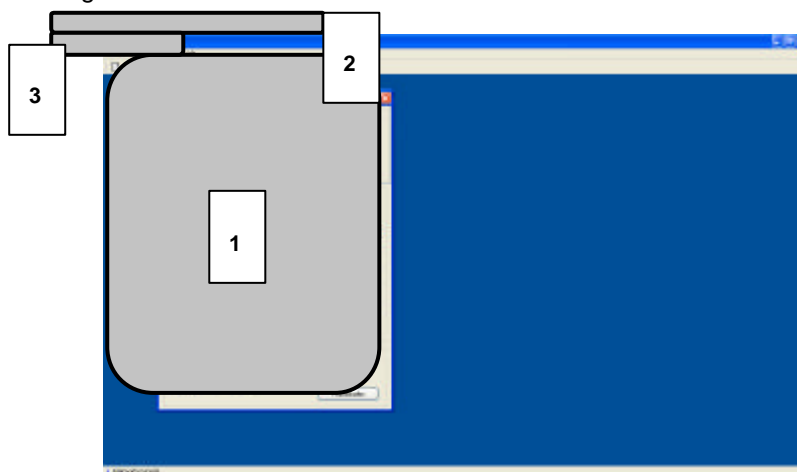


Figura 2-36 : Pantalla Principal gvSig

El programa disposa d'una finestra principal per la gestió de projectes (1), una barra de menús (2) i una barra d'eines (3).

2.7.1.2 Gestió de Projectes.

Totes les activitats a gvSig es realitzen a un projecte, format alhora per diferents documents. Els documents a gvSig poden ser de tres tipus: Vistes, Taules i Mapes. Es poden observar a la Figura 2-37.



Figura 2-37: Tipus de documents a gvSig.

Les Vistes són documents on es treballa amb dades gràfiques. Les Taules són documents on es treballen amb dades alfanumèriques. Per últim, els Mapes són documents que permeten inserir els diferents elements cartogràfics que formen un plànol: vistes, escales, llegendes, etc.

Els projectes són arxius amb extensió “.GVP”. Aquest arxiu no guarda directament les dades espacials i atributs, si no que guarda referències al lloc on s' emmagatzemen les fonts de dades. Això és important, ja que si la font de dades canvia, es reflectirà a tots els projectes on s'hi faci referència.

2.7.1.3 Gestió de Vistes

A un mateix projecte es poden tenir tantes vistes com es desitgi, cadascuna amb el seu propi origen de dades. Per cadascuna d'elles es poden configurar les següents opcions:

- Unitat de mida: És la unitat base que s'utilitza per mesurar distàncies i àrees.
- Unitats del mapa: Unitat en la que es troba representat el mapa. No té perquè ser la mateixa que l'anterior.
- Sistema de Referència: a partir de la versió 0.3 de gvSig, cada vista pot tenir el seu propi sistema de referència de coordenades i la seva projecció. Es pot triar entre el WGS84, ED50/UTMZone30N i ED50/UTMZone31N (veure la projecció Mercator UTM al punt 2.2.6.2 d'aquesta memòria).
- Color de fons.

ORIGEN DE DADES A LES CAPES

Una vista pot estar formada per diferents capes. Cadascuna d'elles pot tenir una font de dades diferent, podent ser dels següents tipus:


- **Dades SIG:** El format estàndard dels sistemes SIG és el *shape* (també conegut com arxiu de formes), que guarda tant dades espacials com atributs dels mateixos. Un arxiu de formes, encara que es tracta com un únic arxiu al sistema SIG, està format per tres o més arxius amb el mateix nom i extensions diferents:
 - **.dbf:** Taula d'atributs.
 - **.shp:** dades espacials.
 - **.shx:** índex de les dades espacials.

Des de la versió 0.5 de gvSig es suporta l'accés a dades ubicades a bases de dades espacials com MySQL Spatial o PostGIS.

A partir de la versió 1.0.2 de gvSig existeix l'extensió geoBD que també permet accedir a Bases de Dades Oracle Spatial. Aquesta serà la font de dades utilitzada per l'elaboració del cas pràctic del present projecte. El punt 2.7.1.8 de la present memòria parla d'aquesta extensió.

- **Dades CAD:** Els programes CAD són programes de dibuix vectorial. Els formats que gvSig suporta són DXF – DWG (Autodesk) i DGN (Microstation). Aquests fitxers contenen informació de punts, línies, polígons i textos.
- **Dades WMS (Web Mapping Service):** Amb gvSig és possible accedir a dades que es troben disponibles a Internet.
- **Dades WFS (Web Featured Service):** A partir de la versió 0.5 és possible la descàrrega de capes vectorials WFS des de servidors a internet que compleixin amb els criteris del OGC (En endavant Open Geospatial Consortium).
- **Dades WCS (Web Coverage System):** a partir de la versió 0.4, és possible recuperar dades vectorials remotes segons el protocol WCS del OGC.
- **Dades GML (Geography Markup Language):** A partir de la versió 1.0, gvSig permet visualitzar i exportar dades en format GML. Aquest format és un XML per intercanviar informació geogràfica dissenyat a partir de les especificacions del OGC.
- **Imatges gràfiques:** Es poden importar i exportar imatges *raster* (tiff, jpg, ecw, mrsid, etc.).

AFEGIR UNA NOVA CAPA

Per poder crear una nova capa és necessari haver creat prèviament una vista. S'haurà de seleccionar el botó que conté aquesta funció a la barra d'eines: . A partir d'aquest punt es visualitzarà una nova pantalla on es podrà triar de tots els orígens de dades explicats al punt anterior. A continuació es presenta a la Figura 2-38 com es pot triar l'origen de la informació geogràfica.

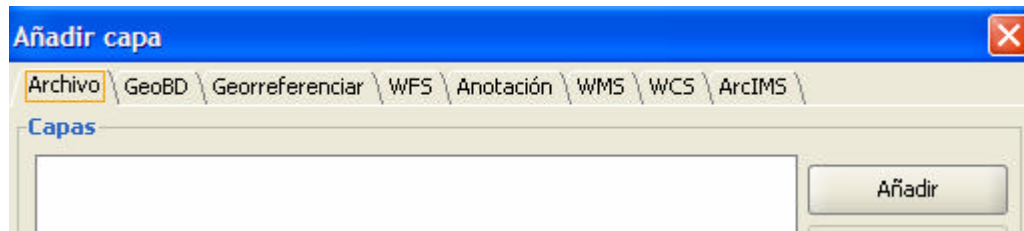


Figura 2-38: Origen de dades per una capa.

Una vegada afegida la capa, es pot triar si es visualitza o no. En un mateix projecte es poden tenir definides moltes capes, però només visualitzar alhora unes poques.

AFEGIR CAPES D'EVENTS.

A gvSig és possible crear una nova capa en base a les dades emmagatzemades a una taula. Aquesta possibilitat serà de gran utilitat per la implementació del cas pràctic presentat al present projecte: Mitjançant un programa es generaran en base a unes adreces postals, una taula amb les dades geogràfiques a les quals hi tenen correspondència. Amb aquesta taula resultat, es crearà amb aquesta opció una nova capa a gvSig per poder ser visualitzades.

Per poder crear una capa d'aquest tipus és necessari, o bé crear una nova taula en blanc, o tenir-ne una creada prèviament (veure apartat de creació de taules al punt 2.7.1.4 de la present memòria).

A la Figura 2-39 es veu la presentació d'una capa creada en base a una taula amb dades geogràfiques de punts. El resultat és molt semblant al que sortirà de la implementació del cas pràctic:

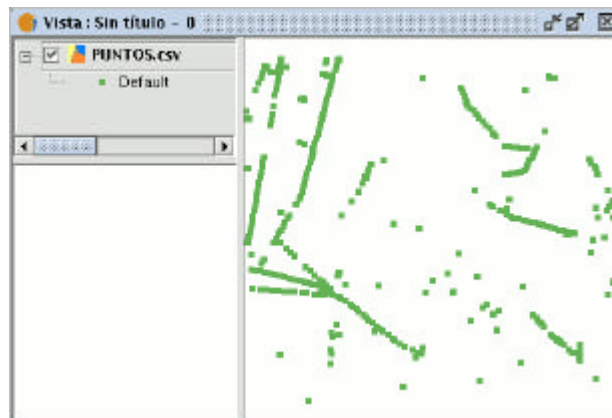


Figura 2-39: Representació de capa amb una taula com origen.

EINES DE CONSULTA

gvSig té incorporades eines que ens permeten consultar dades de les capes representades. En el present punt s'expliquen les funcionalitats de les esmentades eines.

- **Informació:** Retorna la informació dels atributs dels elements seleccionats.
- **Mesura d'àrees:** Aquesta funcionalitat retornarà l'àrea d'un polígon dibuixat sobre la capa directament amb el ratolí de l'ordinador.

- **Mesura de distàncies:** Retorna la distància entre dos punts. Tant per la funcionalitat de mesura d'àrees com per aquesta de distàncies, s'ha d'haver configurat prèviament la unitat de mesura de la vista.

EINES DE SELECCIÓ

Es poden seleccionar elements d'una capa mitjançant els següents mètodes:

- **Per punt:** únicament polsant sobre un dels elements.
- **Per rectangle:** permet seleccionar els elements que es trobin parcial o totalment dins d'un rectangle.
- **Per polígon:** funciona de la mateixa forma que el punt anterior, però seleccionant per un polígon complex.
- **Per capa:** selecciona tots els elements d'una determinada capa, basant-se en la selecció d'una altra capa.
- **Per atributs:** Permet realitzar seleccions complexes basant-se en els valors dels atributs dels elements de la capa. A la Figura 2-40 es mostra un exemple de selecció al plànol de Barcelona, on seleccionem la Gran Via de les Corts:

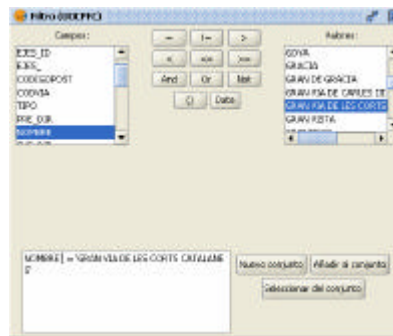


Figura 2-40: Selecció d'elements per Atribut.

- **Localitzador per Atribut:** Permet fer zooms sobre zones d'una capa a partir del valor d'un determinat atribut.

CATÀLEG: CERCA DE DADES GEOGRÀFIQUES.

És una utilitat que no serà necessària per l'elaboració del cas pràctic del present projecte. Es necessitarà una connexió amb un servidor de catàleg. El servei de catàleg permet realitzar cerques de dades geogràfiques per Internet. Per realitzar la connexió s'hauran d'introduir els següents paràmetres:

- Adreça web on es troba el servidor.
- Protocol que suporta. Pot ser un dels tres:
 - **Z39.50:** És un protocol general de recuperació d'informació. Z39.50 és un protocol client-servidor per cerca i recuperació d'informació de bases de dades remotes. És troba cobert per l'estàndard ANSI/NISO Z39.50 i la norma ISO 23950. Suporta accions al contingut de la base de dades que

inclouen la cerca, recuperació, ordenació i visualització d'informació. La sintaxi del protocol permet realitzar cerques molt complexes.

- **SRU/SRW:** Variant del Z39.50. És un servei que utilitza una interfície SOAP per recuperar les dades de la base de dades remota. SOAP respon a les singles en anglès *Simple Object Acces Protocol*, sent un protocol estàndard que defineix com dos objectes en diferents processos poden arribar a comunicar-se mitjançant intercanvi de dades codificades en XML (eXtensible Markup Language). Les consultes en aquest protocol es realitzen utilitzant el llenguatge CQL (Common Query Language), que és un llenguatge formal per la realització de consultes utilitzat, per
 - CSW: Protocol de catàleg definit pel OGC a l'especificació "*Catalog Interface 2.0*".
 - Nom de la base de dades. Aquest valor és únicament obligatori al protocol Z39.50. A la resta es connectarà a la base de dades per defecte.

Per realitzar la cerca s'haurà d'omplir una pantalla com la que es presenta a la part esquerra de la Figura 2-41. A la part de la dreta es mostra com s'obtenen les dades geogràfiques trobades al catàleg

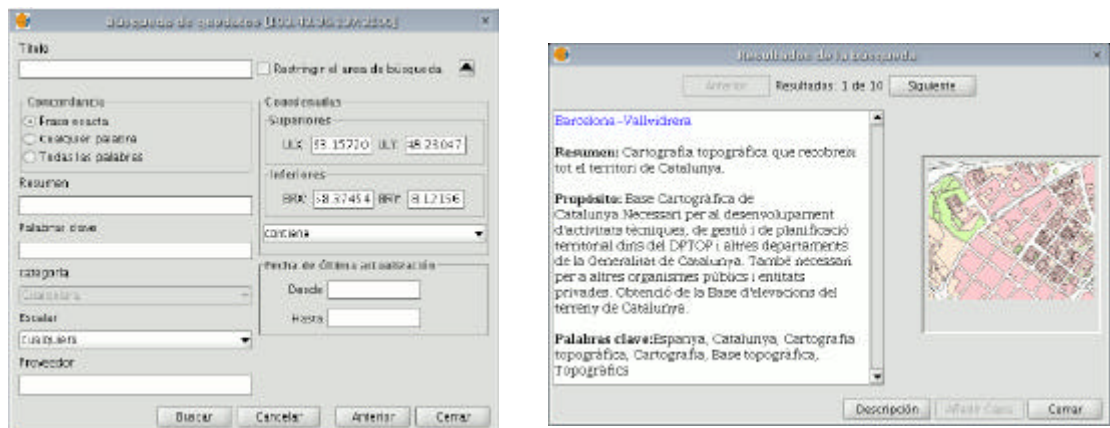


Figura 2-41: gvSig – Servei de Catàleg. Cerca de dades Geogràfiques.

NOMENCLATOR

Un nomenclàtor és un conjunt de dades en les que s'estableix una relació entre un topònim i les coordenades geogràfiques a les que es troba, o el que és el mateix, es tracta d'un motor de geocodificació.

gvSig disposa d'un client de catàleg que permet realitzar cerques per topònims i centrar la vista a un punt desitjat. Per poder realitzar aquestes cerques es necessita una connexió amb un servidor, especificant la seva adreça i el protocol suportat. Els protocols que es poden utilitzar en cerques per nomenclàtor són:

- WFS-G: Protocol de cerques de topònims definit pel OGC.
- WFS: Encara que definit per altres finalitats, pot fer-se servir per la cerca de topònims.

- ADL: Protocol especificat per la llibreria digital Alexandria.
- IDEC/SOAP: Protocol que permet realitzar cerques al servei web de nomenclàtor de l' Institut Cartogràfic de Catalunya.

CAPES D'ANOTACIONS

Aquesta utilitat de gvSig permet realitzar anotacions avançades a una capa nova de manera senzilla. Aquesta nova capa tindrà per atributs únicament els camps referits al text de les anotacions: Text, Font, Color, Alçada i Rotació. Sempre serà en format *shape* (tractat al punt 2.3.5.2 del present document) independentment del format de la capa origen.

EXPORTAR CAPES

gvSig permet exportar capes a la gran majoria de formats de fitxer que suporta. Permet exportar capes a format *shape*, dxf d'Autocad, a bases de dades PostGis i Oracle / Oracle Spatial, gml, a imatge (jpg, bmp o png) i Web Map Context.

TRACTAMENT DE CAPES RÀSTER

gvSig permet exportar qualsevol porció d'una capa en format *raster* de forma georeferenciada. Aquesta opció demanarà primerament les coordenades d'un requadre inicial per realitzar la selecció. A partir d'aquí, es poden utilitzar tres mètodes per afinar la selecció:

- Escala: Introduint una escala i la resolució, automàticament es calcula l'alçada i l'amplada de la imatge generada.
- Mts/Píxel.
- Tamany: Es calcularà l'escala i la resolució a partir del tamany d'imatge seleccionat.

També es pot realitzar la georeferenciació d'una imatge *raster* qualsevol, fent servir cartografia base, utilitzant punts de control. Per poder realitzar-se, prèviament s'haurà de carregar la cartografia base georeferenciada (en format *raster*, vectorial o ambdós) sobre una vista de gvSig. En segon lloc es carregarà la imatge a referenciar. Per últim, representarem els punts de control sobre la imatge *raster*.

2.7.1.4 Taules

Les taules són documents que contenen informació alfanumèrica. Són compostades per files o registres que representen cadascun dels elements de la base de dades, i per columnes, que defineixen els diferents atributs de cada element.

Es poden carregar taules, o bé des d'un fitxer, o bé exportant les dades procedents de les taules d'atributs d'una de les vistes del projecte. També és possible realitzar la importació de dades procedents d'una taula de base de dades connectada amb JDBC.

CREACIÓ DE TAULES A PARTIR DE VISTES

La creació d'una taula a partir de les dades contingudes a una vista és molt senzilla. La única operació a realitzar és visualitzar la taula d'atributs de la vista, amb l'opció "Ver taula d' atributs" del menú "Capa". La taula s'agrega automàticament a la llista de taules que es poden visualitzar a la pantalla de gestió del projecte.

FILTRES I ESTADÍSTIQUES

Es poden filtrar registres de taules en base a criteris de selecció especificats a filtres. El mètode de selecció de registre és idèntic a l'especificat a l'apartat de selecció d'elements de les vistes al punt 0 del present document.

També es poden realitzar càlculs estadístics a camps o atributs numèrics d'una taula. Per fer això, únicament haurem de seleccionar la columna i seleccionar la opció "estadística" dins del menú taula. Aquesta opció ens tornarà els següents resultats:

- Suma de tots els valors.
- Recompte: Contador d'elements.
- Mitjana.
- Valor màxim.
- Valor mínim.
- Àmbit.
- Variància.
- Desviació típica.

UNIONS I ENLLAÇOS ENTRE TAULES

Es poden realitzar unions de dues taules a partir d'un camp que tinguin en comú. Per realitzar aquesta operació s'indica en ordre les següents dades:

- Taula Destinació sobre la que es farà la unió.
- Camp de la primera taula a utilitzar.
- Segona taula a unir.
- Camp de la segona taula comú a la primera.

L'eina Enllaç permet realitzar un vincle entre dues taules també a partir d'un camp que tinguin en comú, de tal forma que tots els canvis realitzats a una d'elles, es reflectiran a la segona.

CALCULADORA DE CAMPS

La calculadora de camps permet realitzar diferents càlculs sobre els camps d'una taula. Per poder fer-la servir és necessari crear una sessió d'edició en una nova capa o bé en una capa existent. Permet realitzar càlculs d'àrees, perímetres, canvi de graus a radians a camps, etc.

2.7.1.5 Eines d'Edició

Com a introducció a les eines d'edició a gvSig, hem de destacar que existeixen dos tipus d'edició:

- Edició gràfica: consisteix en la creació, modificació i esborrat d'elements gràfics.
- Edició alfanumèrica: consisteix en la creació, edició i esborrat de les dades associades als elements.

EDICIÓ GRÀFICA

L'extensió CAD inclosa a gvSig permet treballar amb elements gràfics a partir d'elements bàsics com poden ser línies, cercles o polígons entre d'altres. Accions com copiar o rotar permeten duplicar entitats o fer modificacions sobre aquestes a voluntat de l'usuari. Per la realització d'aquestes operacions s'ha de tenir en compte amb quin tipus de capa s'està editant. Depenent del tipus, es podran realitzar diferents tipologies d'operacions. A continuació es presenta la barra d'eines de dibuix (Figura 2-42). La barra superior és l'obtinguda a l'edició d'una capa de punts, mentre que la inferior és la resultant de treballar amb una capa de línies.



Figura 2-42: Barra d'eines CAD a gvSig

EDICIÓ ALFANUMÈRICA.

L'edició alfanumèrica està relacionada amb l'edició de les dades de les taules. Es pot realitzar una distinció entre dos tipus de taules: les "internes" o taules que són pròpies d'una capa d'informació i es troben incloses al mateix fitxer, o les "externes", que es poden afegir al projecte de gvSig.

A tot dos tipus de taules es poden realitzar les següents operacions: Edició de registres (Afegir, modificació i eliminació) i modificar l'estructura de la taula (Afegir, modificar i esborrar camps).

2.7.1.6 Eines de Geoprocament

L'extensió de geoprocament de gvSig permet aplicar una sèria de processos estàndard sobre les capes d'informació vectorial, donant com a resultat noves capes d'informació vectorial. El format de sortida de la capa resultant serà el mateix que els suportats per escriptura a gvSig (de moment és .SHP). A la primera versió d'aquesta extensió s'han implementat els següents processos:

- Àrea d'influència (buffer): aquest procés genera zones d'influència al voltant de les geometries dels elements de la capa d'entrada, siguin punts, línies o polígons. Retornarà una capa amb polígons. Un exemple d'aplicació seria la senyalització de zones amb risc d'inundacions al voltant dels rius.
- Retallar (clip): Permet limitar l'àmbit de treball d'una capa vectorial, traient una zona d'interès.
- *Dissolve* (agrupar per adjacència i criteris alfanumèrics): Actua únicament sobre una sola capa d'entrada que forçosament ha de ser de polígons. Analitza els polígons de la capa d'entrada i els fusiona en un de sol si adquireixen un valor en concret per un atribut especificat.
- Fusionar (*merge*): actua sobre una o més capes vectorials d'entrada, generant una nova capa que unifica totes les geometries de la capa d'entrada. La capa resultant d'aquest procés conservarà els atributs de la capa d'entrada especificada per l'usuari. De la resta de capes no seleccionades, es conservaran aquells atributs pels qui el nom i tipus de dada coincideixi amb algun de la capa seleccionada.
- Intersecció (o AND espacial): Actua sobre dos capes que forçosament han de ser de polígons. Per cada polígon de la primera capa d'entrada, calcula el solapament amb els elements de la segona capa, originant un element per cada intersecció. Aquest nou element agafarà tots els atributs dels dos elements originals.
- Unió: Retorna la unió entre els elements de dos capes.
- Enllaç espacial : Permet transferir els atributs espacials d'una capa a una altra, basant-se en una característica comú.
- *Convex Hull* (mínim polígon convex) : Retorna el polígon convex de menor àrea que agrupa tots els elements seleccionats.
- Diferència (o NOT espacial): Funciona de manera similar a la intersecció. El polígon resultant retorna les zones que es troben a una capa i falten a la segona.
- Translació 2D: Genera un desplaçament sobre tots els elements d'una capa d'entrada.
- Reprojecció: Aquest procés permet canviar la projecció geodèsica dels elements d'una determinada capa. És de gran utilitat per fer concordar cartografies en un mateix projecte que tenen diferents projeccions.

2.7.1.7 Mapes

Els documents de tipus Mapa permeten dissenyar i combinar a una mateixa pàgina tots els elements que vulguin aparèixer de forma impresa.

PROPIETATS DELS MAPES

Un mapa pot tenir les següents propietats:

- Malla Activada / desactivada: La malla és una utilitat que en cas de ser activa, força que qualsevol element introduït al mapa s'ajustarà a ella. S'haurà de configurar quin serà l'espai horitzontal i vertical entre els punts de la malla.

- Activar / Desactivar la regla: Es pot utilitzar una malla que serveixi com element d'ajuda de dibuix.
- Editable: Podem protegir el mapa de modificacions si marquem el mapa com no editable.

INSERIR ELEMENTS A UN MAPA

Es poden inserir els següents elements dins d'un mapa:

- Vistes.
- Imatges.
- Barres d'escala.
- Llegendes.
- Objectes gràfics.
- Indicador del Nord geogràfic.
- Textos.
- Caixetins amb informació.

2.7.1.8 Extensió GEODB

Aquesta extensió permet a l'usuari accedir a bases de dades geogràfiques de forma senzilla i unificada per diferents proveïdors. Actualment gvSig suporta els següents sistemes gestors de Bases de Dades:

- PostGIS.
- MySQL
- HSQLDB.
- Oracle Spatial.

La construcció del cas pràctic d'aquest projecte es basarà en aquesta extensió, fent servir Oracle Spatial com a base de dades.

Aquest controlador permet accedir a qualsevol taula tant d'una instal·lació de Oracle Spatial com de Oracle Locator que tingui emmagatzemada a una de les columnes geometries del tipus SDO_GEOMETRY. Només llistarà les taules que tinguin les seves metadades geogràfiques a la vista USER_SDO_GEOM_METADATA.

TIPUS DE DADES SUPORTATS

Es suporten dades en 2 i 3 dimensions dels següents tipus:

- Punt i multipunt.
- Línia i multilínia.

- Polígon i multipolígon.
- Colecció.

CREACIÓ D'UNA CAPA GEODB

La creació d'una nova capa que tingui com origen una taula d'una base de dades es realitza des del Gestor de Projectes. El procés de creació serà el mateix que per capes amb altres tipus d'origen de dades, seleccionant com a font una connexió de dades GEODB creada amb anterioritat. A la Figura 2-43 es mostra les dades necessàries per realitzar una nova connexió:

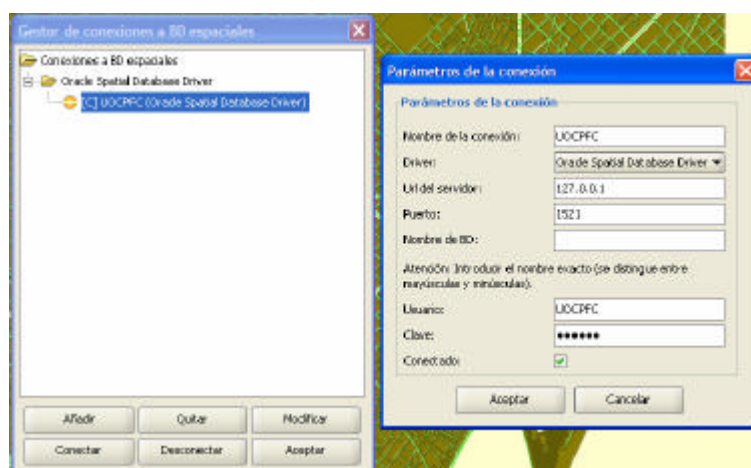


Figura 2-43: gvSig - Connexió GEODB

Bàsicament són necessaris la URL del servidor, el port, i les dades de l'usuari amb el que es realitzarà la connexió. Una vegada configurada la connexió, podem utilitzar-la per definir la capa, fent servir una de les taules de la base de dades com font d'informació.

2.7.2 ORACLE SPATIAL

Oracle Spatial serà l'eina utilitzada al cas pràctic com a eina d'emmagatzemament de dades geogràfiques. És un component amb llicència separada de la resta de la base de dades d'Oracle. Ajuda als usuaris a treballar amb dades geogràfiques i de localització, fent servir una tipologia de dades pròpia dins de la base de dades Oracle. Es pot trobar explicat amb més detall al punt 2.4.2 del present document.

3. TREBALL PRÀCTIC.

3.1 INTRODUCCIÓ

Una vegada definida tota la base teòrica del projecte, al present punt es detalla la implementació del cas pràctic. Com hem vist en d'altres punts, el cas pràctic presentat es centra a la representació de rutes sobre un carrer de la ciutat de Barcelona. El punt de partida és una taula de base de dades a Oracle Spatial, que conté un conjunt d'adreces postals que representen els punts de la ruta. L'objectiu final serà que aquestes adreces es representin com a punts a sobre del carrer. Els passos següents són els següents:

- Creació de la taula origen amb totes les adreces a representar.
- Normalització dels noms dels carrers.
- Creació de la taula amb les coordenades geogràfiques dels punts.
- Procediment de Geocodificació: Traducció d'adreça postal a coordenada.
- Creació de la nova capa amb coordenades dins de gvSig.

A la Figura 3-1 es presenta de forma gràfica el procediment seguit:

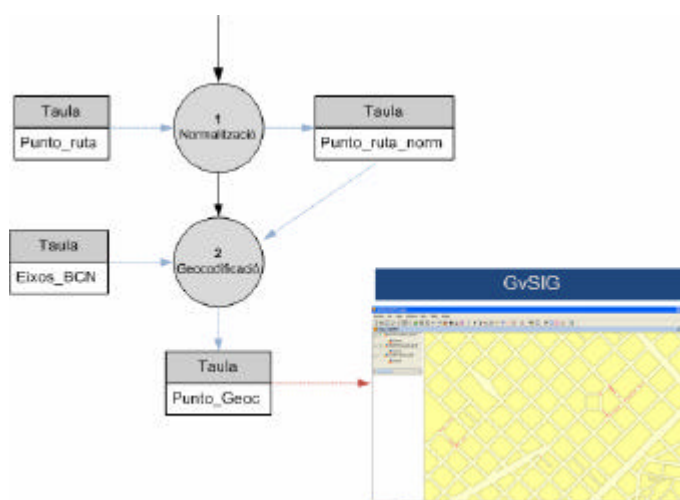


Figura 3-1 : Procés de Geocodificació

3.2 OBJECTIUS

El principal objectiu d'aquest cas pràctic és la representació dels punts d'una ruta sobre un carrer amb la representació dels carrers i illes d'edificis de la ciutat de Barcelona. La representació de les rutes es realitzarà sobre els eixos dels carrers.

3.3 CREACIÓ DE LES TAULES A ORACLE SPATIAL

El primer pas a realitzar serà la creació de les taules a Oracle Spatial. Primer es necessita crear una taula que serà l'origen de dades pel procediment de geocodificació. Aquesta taula contindrà les adreces postals a geocodificar sense normalitzar. S'anomenarà 'punto_ruta', i es crearà mitjançant la següent sentència SQL :

```
create table UOCPFC.punto_ruta (
  ID_RUTA NUMBER (10),
  ORDEN NUMBER (10),
  CALLE VARCHAR2(32),
  FINCA VARCHAR2(8),
  PORTAL VARCHAR2(8),
  CODIGO_FINCA VARCHAR2(32),
  CODIGOB VARCHAR2(32),
  constraint pk_ptorta primary key (ID_RUTA,ORDEN)
);
```

La taula amb els noms de carrers normalitzats tindrà la mateixa estructura de camps. La sentència utilitzada per la seva creació serà la següent:

```
create table uocpfc.punto_ruta_norm as
select * from uocpfc.punto_ruta;
```

Per últim es crearà la taula que contindrà les dades geocodificades. La sentència SQL utilitzada per la seva creació serà la següent:

```
create table UOCPFC.punto_geoc (
  ID_RUTA NUMBER (10),
  ORDEN NUMBER (10),
  CALLE VARCHAR2(32),
  FINCA VARCHAR2(8),
  PORTAL VARCHAR2(8),
  CODIGO_FINCA VARCHAR2(32),
  CODIGOB VARCHAR2(32),
  geometry SDO_GEOMETRY,
  constraint pk_pgeoc primary key (ID_RUTA,ORDEN)
);
```

Les dades geogràfiques s'emmagatzemaran al camp 'geometry' de la taula. Aquest camp és del tipus SDO_GEOMETRY propi d'oracle Spatial. Les característiques d'aquesta tipologia de camp s'han descrit al punt 2.4.2.2 del present document.

3.4 NORMALITZACIÓ D'ADRECES

S'entén com a procés de normalització d'adreces aquell procés que, mitjançant l'aplicació de regles, permet identificar i corregir redundàncies i incoherències sobre les adreces dels registres a geocodificar. És molt comú trobar a la mateixa base de dades diferents descriptius que fan referència a la mateixa via o carrer, sobre tot si el contingut és el resultat d'una entrada manual

de dades per part d'un usuari. En el present punt es presenta quina seria la situació idònia per salvar aquest problema, així com la solució adoptada al cas pràctic del projecte.

3.4.1 SITUACIÓ IDÒNIA

El més idoni seria la utilització d'una base de dades ja normalitzada i de manteniment centralitzat, com pot ser en el cas del present projecte el propi Ajuntament de Barcelona. Tots els canvis a nivell de carrer (canvis a numeracions, sentits dels carrers, obres, etc.) són competència del propi Ajuntament, i per tant, és el primer organisme que disposa d'informació actualitzada. Tots els departaments de l'Ajuntament ja disposen del mateix carrer actualitzat. Per facilitar la feina d'empreses de serveis, o d'empreses que s'encarreguen de digitalitzar carrers per sistemes de navegació, seria molt interessant que aquesta informació fos pública i accessible d'una forma automatitzada.

L'accés a aquestes bases de dades centralitzades es podria realitzar mitjançant connexions a servidors de catàleg disponibles a Internet. En el cas del SIG utilitzat al present projecte, gvSig, és possible la creació d'una capa que pot recuperar les dades directament d'un servidor de catàleg. Aquesta possibilitat s'ha explicat al punt 2.7.1.3, al subapartat de capes de catàleg.

3.4.2 SOLUCIÓ ADOPTADA AL CAS PRÀCTIC

Cal tenir en compte que el cas pràctic presentat al present projecte és un prototipus amb unes funcionalitats molt limitades. Per solucionar aquests problemes inicials de normalització de dades, s'ha aplicat un petit procediment SQL a les dades d'entrada, mitjançant el qual s'han modificat aquells noms de carrer amb errors que poden ser la existència de caràcters erronis al nom, tipus de carrer (carrer, plaça, avinguda, etc.) inclosos al nom del carrer, etc. El codi d'aquest procediment es mostra a l'apartat d'annexos del projecte, al punt 8.1 del present document.

3.5 GEOCODIFICACIÓ

En aquest punt es presenta el procés de geocodificació implementat al cas pràctic. Aquest és el procés encarregat de traduir les adreces postals en les seves corresponents posicions geogràfiques dins del carrer de la ciutat. Per cadascuna de les adreces a posicionar, cal realitzar el següent procés:

- 1.- Buscar els trams de carrer existents a la taula EIXOS_BCN pel carrer de l'adreça a cercar.
- 2.- Localitzar quin dels trams seleccionats al punt anterior conté el nombre de finca o portal de l'adreça a posicionar.
- 3.- Una vegada localitzat el tram, calcular el desplaçament des de l'origen de tram corresponent a l'adreça.
- 4.- Una vegada es troba la posició geogràfica de l'adreça, s'insereix un nou registre a la taula que servirà com a font de dades per la nova capa a gvSig. A l'annex 8.2 es presenta el codi del procediment implementat en SQL.

3.5.1 CERCA DE TRAMS

Primer es busca a la taula EIXOS_BCN quins trams de carrer tenen com a nom el mateix de l'adreça buscada. Com la cerca es realitza pel camp que conté el nom, és molt important que

prèviament s'hagi realitzat el procediment de normalització comentat al punt 3.4 del present document. La sentència SQL utilitzada per realitzar la cerca serà la següent:

```
select * from EIXOS_BCN where NOMBRE = carrer;
```

Per tal d'accelerar la cerca a aquesta taula, seria recomanable crear un índex no únic a la taula EIXOS_BCN pel camp NOMBRE. Aquesta sentència, inclosa dins d'un cursor SQL, retornarà tots els trams existents a la taula d'eixos pel carrer buscat. El següent pas a realitzar és trobar quin tram conté el nombre cercat.

És possible que no es trobi cap tram a la taula pel carrer cercat. Això indicaria que a la taula d'entrada existeixen carrers no inclosos al carrerer. Aquestes adreces no s'inseriran a la taula amb els resultats geocodificats. Seria possible crear una nova taula on s'afegirien tots els registres corresponents a carrers no trobats al carrerer, per a facilitar així un hipotètic tractament posterior.

3.5.2 CERCA DEL TRAM QUE CONTÉ L'ADREÇA

En aquest punt es detalla el procediment de selecció del tram que conté l'adreça a geocodificar. De la llista de trams seleccionada al punt anterior, s'ha de seleccionar aquell en el que estigui inclosa l'adreça buscada. Per fer-ho, s'ha de tenir en compte el rang de numeracions que té el tram tant al costat esquerre com al dret. El procediment serà el següent:

- Primer s'ha de determinar si l'adreça buscada és parell o senar.
- Per cadascun dels trams es verifica:
 - Quin costat, esquerre o dret, conté els nombres senars i parells.
 - Si el nombre a buscar és parell, es valida si el rang d'adreces parell del tram conté l'adreça buscada.
 - Si l'adreça és senar, es realitzarà la mateixa validació amb el rang d'adreces senars incloses al tram.

Els camps de la taula EIXOS_BCN que contenen els rangs de numeracions per cada tram són R_ADD_FROM -i R_ADD_TO (Inici i fi pel costat dret) i L_ADD_FROM - L_ADD_TO (Inici i fi pel costat esquerre).

3.5.3 CÀLCUL DEL PUNT GEOGRÀFIC DE L'ADREÇA

Una vegada trobat el tram de carrer que conté l'adreça, es disposarà de tota la seva informació. Pel present cas pràctic es necessiten únicament els següents tres valors (Taula 3-1), a més dels rangs de numeració de finques utilitzats al punt anterior:

Camp	Descripció
Punt inicial	Coordenades geogràfiques del inici de tram.
Punt final	Coordenades geogràfiques del fi de tram.
Longitud	Llargada en metres del tram.

Taula 3-1 : Tram de carrer - Dades necessàries pel càlcul de l'adreça

Amb aquestes tres dades i amb el nombre portals existents al tram, es podrà realitzar el càlcul de la posició geogràfica de l'adreça. Per aquest càlcul s'utilitzarà el primer teorema de Thales. Aquest teorema, representat a la Figura 3-2Figura 3-1 : Procés de Geocodificació, afirma que si es disposa de dues rectes (d) i (d') concurrents a un punt O, i existeixen dos punts A i A' sobre la recta (d) i altres dos B i B' sobre la recta (d'), si s'acompleix el quocient indicat a la figura, llavors les rectes que passen pels punts AB i A'B' són paral·leles.

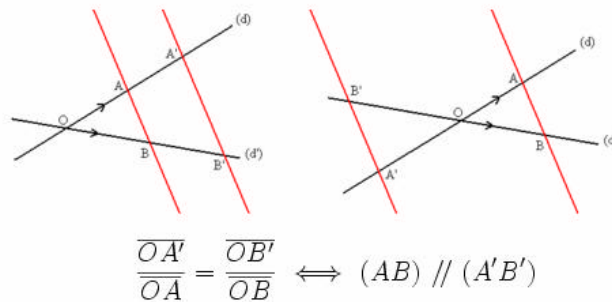


Figura 3-2 : Teorema de Thales

Aquest teorema es pot aplicar al càlcul de la posició geogràfica de l'adreça, ja que hi disposem del triangle representat a la Figura 3-3:

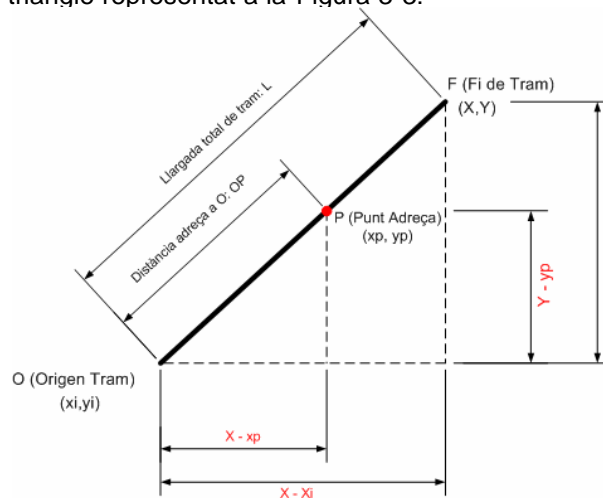


Figura 3-3: Càlcul de la posició geogràfica de l'adreça

Primer és necessari calcular la distància des de l'adreça buscada fins l'origen del tram (segment OP). Aquest càlcul no es pot realitzar de forma exacta, ja que no es té cap dada que indiqui la distància que separa els portals entre si o amb l'origen del tram. Això obliga a realitzar una suposició: totes les adreces es troben repartides de forma equidistant sobre el tram de carrer.

La distància constant entre els portals (DP) del tram serà resultat de la següent operació:

$$DP = (\text{Nombre Final del tram} - \text{Nombre Inicial}) / L$$

On L serà la llargada total del tram. El nombre final i inicial serà el corresponent a la numeració del costat esquerre o dret, depenent de si l'adreça buscada és parell o senar. Prèviament s'ha de validar quin costat conté els nombres parells i quin els senars.

La distància de l'adreça buscada a l'origen del tram (OP) serà el resultat del següent càlcul:

$$\text{Distància OP} = (\text{Nombre adreça buscada} - \text{Nombre inici de tram}) * DP.$$

Una vegada calculada la distància OP, pel teorema de Thales exposat anteriorment, es poden calcular les coordenades de l'adreça a buscar (xp, yp) amb les següents operacions:

$$\frac{X - xp}{OP} = \frac{X - xi}{L}$$

$$\frac{Y - yp}{OP} = \frac{Y - yi}{L}$$

La posició es retornarà amb una variable de tipus SDO_GEOMETRY, utilitzant el següent mètode constructor:

```
MDSYS.SDO_geometry( 2001,
                    NULL,
                    SDO_POINT_TYPE(V_XP, V_YP, 0),
                    null,
                    null);
```

El detall de tipus SDO_GEOMETRY es troba detallat al punt 2.4.2.2.

3.6 REPRESENTACIÓ DE DADES GEOCODIFICADES A GVSIG

Una vegada fet el posicionament de totes les adreces postals, es crearà una nova capa a gvSig que les mostrarà sobre el plànol de Barcelona. S'hauran de realitzar uns passos previs a Oracle Spatial per poder realitzar la connexió. En aquest punt es detallen quins són aquests passos.

3.6.1 REGISTRE DE LA NOVA TAULA A ORACLE SPATIAL

Per poder utilitzar una nova taula d'Oracle Spatial com a font de dades a gvSig, primer s'ha d'incloure dins d'una vista pròpia de la base de dades que té incloses aquelles taules definides amb, com a mínim, una columna amb dades geogràfiques. Concretament inclou la informació de metadades per totes aquelles taules espacials on l'usuari té el permís de lectura. Aquesta vista és la declarada amb el nom ALL_SDO_GEOM_METADATA. Per cada taula declarada dins de la vista haurà d'existir un nou registre, de tal forma que al final de la implementació del present cas pràctic, existiran tres: un pels eixos dels carrers, un per les illes d'edificis, i per últim, un últim registre per la taula de punts de ruta geocodificats.

La vista té els camps presentats a la Taula 3-2:

Nom del Camp	Tipus	Descripció
TABLE_NAME	Varchar(32)	Nom de la taula
COLUMN_NAME	Varchar(32)	Nom del camp amb informació geogràfica.
DIMINFO	SDO_DIMARRAY	Conté la informació per cadascuna de les dimensions utilitzades al camp amb la informació geogràfica. És una matriu d'elements de tipus SDO_DIM_INFO, descrit al punt 2.4.2.5 del present document.
SRID	NUMBER	Sistema de coordenades utilitzada. En el present cas pràctic inserirem un valor nul.

Taula 3-2: Camps vista ALL_SDO_GEOM_METADATA

3.6.1.1 Autorització per afegir registres a la vista

Primer de tot és necessari donar privilegis a l'usuari UOCPFC per inserir nous registres a la taula ALL_SDO_GEOM_METADATA. Es realitzarà amb una senzilla instrucció GRANT de SQL:

```
grant UPDATE on MDSYS.ALL_SDO_GEOM_METADATA to UOCPFC;
```


3.6.1.2 Inserció de la taula a la vista

El procediment d'inserció del nou registre a la vista es realitzarà amb un petit procediment implementat en SQL. Es podria realitzar mitjançant una única instrucció INSERT a la base de dades, però s'ha optat per realitzar una selecció prèvia a la pròpia vista, a fi efecte de recuperar el contingut del camp DIMINFO per la taula d'eixos del projecte. D'aquesta forma ambdues taules es trobaran definides amb la mateixa informació relativa a dimensions. El petit codi del procediment es presenta a continuació:

```
declare
  v_diminfo SDO_DIM_ARRAY;
begin
  select diminfo into v_diminfo
  from mdsys.all_sdo_geom_metadata
  where table_name = 'EIXOS_BCN';

  insert into MDSYS.USER_SDO_GEOM_METADATA
  values ('PUNTO_GEOC',
         'GEOMETRY',
         v_diminfo
         , null );
end;
```

El nou registre adquirirà el valor del camp propietari (owner) de l'usuari que executi el procediment. S'ha de tenir molt en compte. A la Taula 3-3 es presenta el contingut definitiu de la vista:

	Owner	Table Name	Column Name	DIMINFO	SRID
1	UOCPFC	EIXOS_BCN	GEOMETRY		
2	UOCPFC	ILLES_BCN	GEOMETRY		
3	UOCPFC	PUNTO_GEOC	GEOMETRY		

Taula 3-3 : Contingut Vista ALL_SDO_GEOM_METADATA

3.6.1.3 Creació de l'índex Espaiat

L'últim pas a realitzar a Oracle Spatial serà la creació d'un nou índex espacial per la nova taula creada PUNTO_GEOC. Aquest índex és necessari per tal d'optimitzar l'accés a les dades espacials emmagatzemades a la taula. gvSig obliga a la creació d'un índex espacial per totes aquelles taules que es vulguin enllaçar amb l'extensió GeoDB. La sentència SQL de creació de l'índex és la següent:

```
CREATE INDEX "UOCPFC"."IDX_PUNTO_GEOC"          /* Nom de l'índex */
  ON "UOCPFC"."PUNTO_GEOC" ("GEOMETRY")       /* Taula i camp */
  INDEXTYPE IS "MDSYS"."SPATIAL_INDEX"        /* Tipus d'índex */
  PARAMETERS ('sdo_indx_dims=2');            /* Paràmetres 2D */
```

3.6.2 ACCIONS A GVSIG

Una vegada executat el procés de geocodificació, i la nova taula de base de dades es troba correctament configurada a Oracle Spatial, es poden realitzar les accions pertinents a gvSig per

tal de representar la nova capa amb els punts de ruta sobre el carrer de Barcelona. En el present punt es presenten aquestes accions.

Únicament serà necessari afegir una nova capa de tipus GeoDB al projecte. La opció de gvSig d'addició d'una nova capa s'explica al punt 0 del present document. Es seleccionarà que la nova capa s'alimentarà des de la mateixa connexió de base de dades utilitzada per representar els eixos i illes dels carrers. Es pot comprovar a la Figura 3-4 que ara ja es pot seleccionar la nova taula PUNTO_GEOC com a origen de dades.

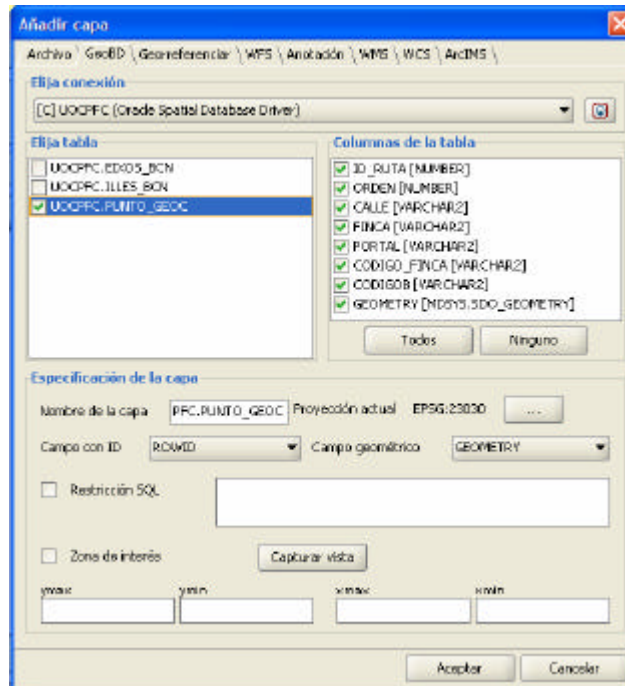


Figura 3-4: Creació de la nova capa amb els punts de ruta a gvSig

A l'afegir la nova capa, es seleccionen tots els camps de la taula i és el propi gvSig qui detecta quin és el camp que conté les dades geogràfiques a representar.

Una vegada s'introdueixen els atributs bàsics de la nova capa, s'accepten i ja es pot comprovar el resultat dins dels carrers de la ciutat. A la

Figura 3-5 es poden veure dues de les capes representades alhora: en groc es poden apreciar les illes, i en vermell es poden veure els punts de ruta resultants del procés de geocodificació.

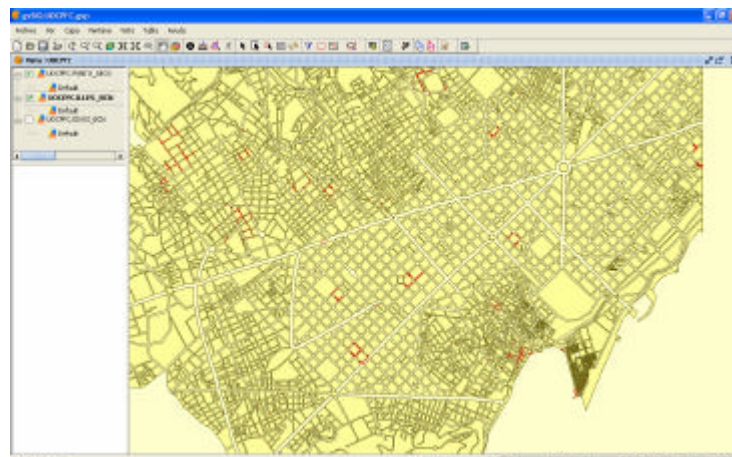


Figura 3-5: Representació dels punts de ruta. Visió general.

A la Figura 3-6, es poden veure les tres capes representades alhora, afegint en verd els eixos dels carrers. Aquesta figura correspon al un detall de punts de ruta corresponents als carrers Calàbria, Diputació, Rocafort, Consell de Cent i Gran via de les Corts Catalanes.



Figura 3-6: Detall de la representació de una ruta.

3.7 FUTURES MILLORES

Aquest treball pràctic és només una primera aproximació a la problemàtica de la representació de rutes òptimes dins d'un sistema SIG. En els següents punts es presenten possibles punts de millora realitzables al cas pràctic

- **Càlcul de rutes òptimes:** Una de les millores més importants a realitzar seria la inclusió d'un algorisme de càlcul de rutes òptimes, inserint els punts geocodificats en un ordre que identifiqui unívocament a la ruta.
- **Utilització de línies per representar les rutes** La representació en punts no serveix per representar rutes, ja que no mostren l'ordre a seguir per anar d'un punt a l'altre. Encara que no entrava a l'abast inicial del projecte, s'han realitzat les modificacions necessàries al procediment i funció SQL del cas pràctic per realitzar aquesta representació. Com es pot veure a la Figura 3-7 es tracta d'una millora que no és immediata, ja que es poden observar segments rectes que passen per sobre de les illes dels edificis, sense respectar els eixos dels carrers. El fet que n'hi hagi més d'una línia per grup de rutes indica que l'ordre dels punts de ruta no és el correcte. Si totes les adreces estiguessin ordenades de forma correlativa, només existirien salts entre els diferents grups d'adreces. D'això es pot concloure que aquesta millora implica tenir la primera (càlcul de rutes òptimes) realitzada.



Figura 3-7 : Utilització de línies per representar els punts de ruta

- **Representació de les adreces sobre la vorera correcta:** al prototipus presentat es representen les adreces al centre de l'eix del carrer. Al procediment de geocodificació es podria incloure un petit procediment de projecció de l'adreça sobre la vorera corresponent.

4. PLA DE PROJECTE

En aquest apartat es presenta el pla de treball seguit pel desenvolupament del projecte.

4.1 PLA DE TREBALL INICIAL

A la Figura 4-1 es presenta el pla de treball planificat inicialment per tal de seguir per l'elaboració de projecte:

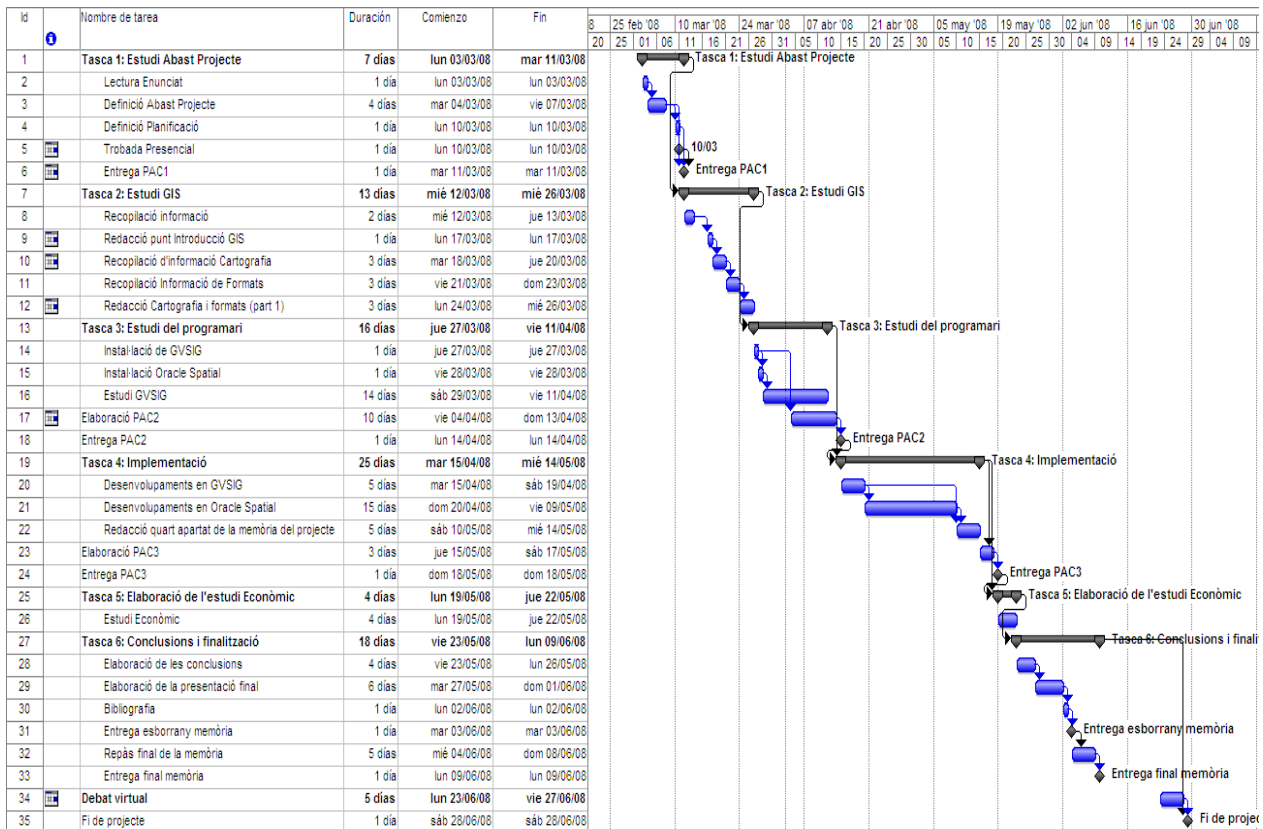


Figura 4-1: Pla de projecte previst

4.1.1 DESCRIPCIÓ INICIAL DE LES TASQUES

4.1.1.1 Estudi de Abast del projecte

03/03/2008 – 03/04/2008:

En aquesta tasca es llegirà l'enunciat i es definirà quin és l'abast del projecte, definint la planificació a seguir. Es presentarà la PAC1 amb aquesta planificació.

4.1.1.2 Estudi GIS

12/03/2008 – 26/03/2008:

Aquesta tasca servirà per començar a fer un estudi teòric de les possibilitats i funcionalitats dels SIG. A més, es farà un estudi de tota la teoria necessària en conceptes cartogràfics i es resumirà a l'apartat dos (conceptes teòrics) de la memòria del projecte.

Es presentarà al mateix apartat de la memòria un resum dels formats de fitxer existents per tal de intercanviar i emmagatzemar informació geogràfica.

4.1.1.3 Estudi del programari

27/03/2008 – 11/04/2008:

Es realitzarà la instal·lació del programari necessari per implementar el projecte. Es configurarà gvSig i Oracle i serà el pas previ per començar la implementació del projecte. Una vegada realitzada la instal·lació, es procedirà a fer un estudi de gvSig per conèixer com funciona. En paral·lel es començarà l'elaboració de la PAC2, sent una entrega prèvia de la memòria del projecte.

4.1.1.4 Implementació

15/04/2008 – 14/05/2008:

Es realitzaran els desenvolupaments en Oracle i GVSig per assolir els objectius d'implementació del projecte. Al finalitzar la implementació, es desenvoluparà l'informe d'implementació al quart apartat de la memòria, explicant amb detall tots els desenvolupaments.

4.1.1.5 Elaboració i lliurament de la PAC3

15/05/2008 – 18/05/2008:

S'afegirà a la memòria del projecte el quart apartat amb el detall de la implementació del projecte, informant de totes les tasques desenvolupades.

4.1.1.6 Elaboració de l'estudi econòmic

19/05/2008 – 22/05/2008:

Es realitzarà un estudi econòmic en el que s'estimaria quin serà el cost d'elaboració del projecte, des del seu anàlisi fins a la seva implementació.

4.1.1.7 Conclusions i finalització

23/05/2008 – 09/06/2008:

En aquesta tasca s'elaboraran les següents subtasques:

- Elaboració de les conclusions (23/05/2008 – 26/05/2008): Es detallarà les principals conclusions resultants de l'elaboració del projecte.
- Elaboració de la presentació final (27/05/2008 – 01/06/2008): S'elaborarà una presentació resum per elaborar la presentació del projecte final de carrera.
- Elaboració de la Bibliografia (02/06/2008): S'inclourà dins de la memòria totes les referències bibliogràfiques, tant escrites com electròniques, utilitzades per l'elaboració del projecte.
- Entrega preliminar i repàs final de la memòria (03/06/2008 – 08/06/2008): Es realitzarà una entrega preliminar per la revisió del consultor. Una vegada revisada, es realitzaran aquells ajustos necessaris per realitzar l'entrega final de la memòria.
- Entrega final de la memòria (09/06/2008).

4.1.1.8 Debat virtual i fi de projecte

23/06/2008 – 28/06/2008

Es realitzarà un debat al campus de la UOC on es resoldran qüestions i dubtes dels temes abordats al projecte. La data final de projecte serà el 28/06/2008.

4.1.2 SEGUIMENT PAC2

En Aquest apartat es presenta el seguiment de tot el treball realitzat des del inici del projecte fins l'elaboració i entrega de la PAC2.

Fins a la data de presentació d'aquesta PAC2, s'ha anat treballant segons el calendari previst, havent-ne desenvolupat tots els apartats de la memòria que es preveïen inicialment, realitzant totes les instal·lacions de software necessàries pel desenvolupament del cas pràctic.

S'ha trobat força documentació on fonamentar tot l'estudi teòric del projecte. De fet ha estat complicat descartar molta de la informació trobada per tal de no excedir l'espai previst per molts dels apartats. Això ha succeït per tots els conceptes teòrics menys a dos: Els carrerers i Motors de Geocodificació. Com només es volia donar una petita introducció, s'han definit tots dos punts i s'ha explicat breument quines són les seves funcions.

4.1.3 SEGUIMENT PAC3

Aquest apartat mostra un petit resum de seguiment del treball realitzat durant tota l'elaboració de la PAC3. Com a la PAC2, s'ha treballat segons el calendari previst. Fins i tot inicialment s'ha anat desenvolupant el cas pràctic en menys temps del previst, fins a trobar incompatibilitats entre un nou client VPN instal·lat a l'estació de treball i Oracle Spatial. Aquests problemes han provocat que tres dels dies avançats al calendari previst inicialment es perdessin. Per sort aquests problemes no han provocat retards sobre la previsió inicial. La única solució trobada per aquests problemes ha estat la des instal·lació del client VPN.

El desenvolupament dels processos SQL ha estat força ràpid, ja que no es tractaven de procediments complexos. Respecte al fet de treballar amb els tipus de dades propis d'Oracle Spatial, el fet de que hagi estat la primera vegada que s'hi treballava amb ells no ha suposat cap problema, ja que s'han trobat força exemples a Internet que explicaven com utilitzar-los.

4.1.4 SEGUIMENT LLIURAMENT FINAL

Aquest punt mostra el seguiment del treball realitzat des de l'entrega de la PAC3 fins l'entrega final de la memòria del projecte. Durant aquest període s'ha treballat en els apartats que restaven pendents a la memòria, com són l'estudi econòmic, l'explicació de les conclusions i els resultats obtinguts al projecte. Per últim, s'ha realitzat la presentació final del projecte.

Totes les tasques s'han desenvolupat en línia a la previsió inicial prevista. S'ha hagut de dedicar un temps no previst per la realització d'ampliacions als apartats de la memòria dedicats als carrerers i als motors de geocodificació. Aquestes ampliacions no han suposat desviaments a la planificació inicial.

5. VALORACIÓ ECONÒMICA

En el present apartat es presenta la valoració econòmica per l'elaboració del projecte. A la Taula 5-1 es presenten tant de programari i maquinari, com els costos de desenvolupament. Com a comentari relatiu al cost final es pot afirmar que és baix, primer, degut a que gvSig és una eina de software lliure i per tant gratuïta.

En segon lloc, Oracle habitualment és una eina que es troba implantada a les empreses. En cas de no ser el cas, la llicència depèn del nombre de processadors del servidor, tipus de llicència, etc., el que faria necessari que es realitzés un estudi propi pel projecte.

<i>Descripció</i>	<i>Import (I.V.A Inclòs)</i>
Maquinari i Programari	
Ordinador de Sobretaula. (inclosa la llicència del sistema operatiu Windows XP Home Edition).	1.000 €
gvSig (No té Cost. Eina de codi Lliure i gratuïta).	0 €
Oracle Express (No té cost. Considerem que ja es troba implantat a l'empresa)	0 €
Desenvolupament	
Analista – Programador SQL.	4.500 €
** Es suposen 300 € per jornada treballada, sent 15 dies els dedicats per la implementació. (tasca 21 de la planificació. Veure Figura 4-1)	
Consultor	2.250 €
** Es suposen 450 € per jornada treballada, sent 5 dies els dedicats per la implementació. (tasca 20 de la planificació. Veure Figura 4-1).	
Total:	7.750 €

Taula 5-1 : Valoració Econòmica

6. RESULTATS I CONCLUSIONS

En el present punt es presenten els resultats obtinguts en la realització del projecte en funció dels objectius inicials que es van marcar. A més s'extreuen les conclusions derivades del procés d'elaboració del projecte final de carrera.

6.1 RESULTATS

A l'elaboració del present projecte s'han assolit tots els objectius plantejats inicialment. El detall dels resultats per objectius és el següent:

1. Conèixer què és un SIG i conèixer les seves principals funcionalitats.

Aquest objectiu s'ha aconseguit plenament. S'ha observat, però, que els SIG són eines molt complexes i s'ha d'aprofundir molt si es vol ser un expert en la seva utilització.

2. Adquirir els coneixements teòrics necessaris per tal de representar rutes en un SIG.

És potser una de les tasques que més ha costat elaborar. S'ha investigat teoria tant a nivell de cartografia general, com teoria específica de les eines SIG. Com el volum de teoria estudiat ha estat tant gran, no s'ha pogut aplicar al 100% en el present projecte. El nivell de coneixement marcat com a objectiu inicialment s'ha aconseguit plenament.

3. Estudiar el funcionament de gvSig, i estudiar el seu ús com a plataforma SIG per la representació de les rutes.

S'ha aconseguit per complert. El cas pràctic desenvolupat al projecte ho demostra.

4. Obtenir rutes a partir d'adreces postals i representar-les sobre d'un carrer d'eixos de carrer.

Aquest punt correspon a la implementació del procés de geocodificació del cas pràctic. També ha estat aconseguit íntegrament.

5. Implementar un prototipus en el que es realitzaria una presentació real d'una ruta sobre un mapa.

Objectiu aconseguit plenament. A més de realitzar aquest prototipus, s'han proposat millores per futures evolucions del projecte.

6.2 CONCLUSIONS

El desenvolupament del present projecte ha permès realitzar una introducció a un entorn tecnològic del qual no es tenien coneixements previs, com són els SIG. Aquest desconeixement ha permet alhora conèixer de primera mà la dificultat que presenta crear de nou un projecte en aquesta situació de desconeixement.

A més del desconeixement a l'àrea tecnològica, ha calgut realitzar un esforç addicional per tal de conèixer tota la base teòrica prèvia necessària, principalment en el relatiu a conceptes bàsics de cartografia.

Aquest projecte ha permès conèixer què és un SIG, les parts que el formen, els usos que pot tenir i els camps als que es pot aplicar. A més, s'ha tractat què són les bases de dades geogràfiques i com es treballa amb elles, fent èmfasi a la base de dades utilitzada al cas pràctic (Oracle Spatial).

El projecte ha permès realitzar una introducció als carrerers, estudiant les diferents tipologies i explicant quines aplicacions poden tenir cadascun d'ells. S'ha arribat a la conclusió que els carrerers d'eixos de carrer són els més indicats per realitzar la representació de rutes dins d'un nucli urbà.

El desenvolupament del cas pràctic ha permès realitzar una aplicació pràctica a tots els conceptes teòrics explicats amb anterioritat, focalitzant l'esforç en la representació de rutes. S'ha trobat la necessitat de poder disposar d'una base de dades normalitzada, on tots els carrers es troben referenciats de forma unívoca, evitant duplicitats i possibles resultats erronis en el procés de geocodificació.

Encara que sortia de l'abast inicial del projecte, s'ha implementat una millora que permetia visualitzar les rutes amb línies en lloc de punts. Una vegada implementada, s'ha vist que l'ordre d'inclusió d'adreces a les rutes influeix a la representació, ja que provoca que existeixin múltiples línies que van saltant entre els diferents grups d'adreces. Aquesta implementació ha constatat la complexitat trobada a la representació de rutes, on no afecta únicament el procés de geocodificació dels punts de la ruta, si no el ordre de tractament dels mateixos.

Respecte al tractament de rutes, s'ha après que entre dos punts poden haver moltes rutes possibles, sent necessari un procés previ de càlcul per tal d'obtenir aquella que sigui la que més s'aproxima a la ruta ideal (depenent d'uns requeriments inicials, com per exemple el medi de transport, podria ser que la ruta ideal no fos la més curta).

En quant al programari tractat al projecte, tant gvSig com Oracle Spatial s'han mostrat eines molt vàlides pels objectius del projecte, tant en funcionalitat com en cost.

6.3 LÍNIES DE FUTUR : CÀLCUL DE RUTES ÒPTIMES

Aquest projecte ha servit com a introducció a la representació de rutes utilitzant un SIG. En el present punt es presenta la que probablement sigui la principal línia de futur: càlcul i representació de rutes òptimes entre dos punts.

A l'apartat de millores del cas pràctic (apartat 3.7 de la memòria del PFC) ja s'ha proposat com a millora. Si es tracta amb profunditat es pot comprovar que pot arribar a donar per un projecte sencer. Serà necessari aprofundir a la branca de la matemàtica encarregada d'estudiar la teoria de grafs.

Junt amb aquesta millora, es poden realitzar les modificacions pertinents al prototipus implementat al cas pràctic, de tal forma que sigui possible representar les rutes amb línies i no només amb punts.

6.3.1 GRAFS I RUTES

Veient l'estructura dels carrers de qualsevol població, es pot considerar un nucli urbà com un immens graf, on cada intersecció de carrers es consideraria un vèrtex. La mateixa consideració pot ser realitzada per una xarxa de carreteres, de ferrocarrils, etc. Si a aquest graf imaginari se li afegeixen dos vèrtex nous, un pel punt inicial de la ruta i un altre pel punt final, es pot aplicar tota la teoria de grafs per realitzar càlculs de ruta.

6.3.2 ALGORITME DE DIJKSTRA

El càlcul del camí òptim es podrà realitzar utilitzant l'adaptació de l'algorisme de Dijkstra. Aquest algorisme permet realitzar el càlcul del camí mínim entre dos vèrtexs d'un graf dirigit i amb pesos a cada aresta o tram de carrer. Les direccions entre els vèrtexs poden ser els sentits dels carrers, i els pesos servien per quantificar el cost d'anar d'un vèrtex a l'altre. Aquests pesos no han de ser per força constants, i poden variar en base al tràfic registrat en un carrer a una determinada franja horària.

7. REFERÈNCIES

En el present punt es presenten les referències utilitzades per l'elaboració del projecte. Totes les referències han estat digitals, ja que a Internet existeix molta més informació que la estrictament necessària per realitzar el present projecte. Les webs consultades són les següents:

1. www.gisuser.com : Formats de Fitxers d'intercanvi.
2. <http://es.wikipedia.org/wiki/GIS>: Definició de Sistemes GIS.
3. <http://www.giscentrum.lu.se/english/whatisgisFileFormat.htm>
4. http://es.wikipedia.org/wiki/Teorema_de_thales : Teorema de Thales.
5. http://www.geom.unimelb.edu.au/gisweb/GISModule/GIST_Vector.htm
(Estructura de dades vectorial)
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/Z39.50> : Protocol Z39.50 per recuperació d'informació relativa a catàlegs d'informació geogràfica a Internet.
7. http://en.wikipedia.org/wiki/Search/Retrieve_Web_Service : Variant del protocol Z39.50 vist al punt anterior.
8. www.aesig.org: Secció Catalana de l'Associació Espanyola de Sistemes d'Informació Geogràfica. (AESIG).
9. <http://members.shaw.ca/quadibloc/maps/mapint.htm>: web personal de John Savards (canadà) on explica les diferents projeccions de mapes.
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Map_projection: pàgina de Wikipedia dedicada a les projeccions de mapes.
11. <http://es.wikipedia.org/wiki/Geoetiquetado>: pàgina de Wikipedia referent al geoetiquetatge.
12. http://download-east.oracle.com/docs/cd/B10501_01/appdev.920/a96630/sdo_objrelschem.htm : Pàgina d'Oracle que explica els tipus de dades espacials utilitzats a Oracle Spatial.
13. <http://www.geoportal-idec.net> : Infraestructura de dades espacials de Catalunya.
14. <http://www.icc.es> : Institut Cartogràfic de Catalunya.

8. ANNEXOS

8.1 PROCEDIMENT SQL DE NORMALITZACIÓ D'ADRECES POSTALS

En aquest punt es presenta el procediment SQL referenciat al punt 8.1 del present document, utilitzat per normalitzar les adreces postals a geocodificar en el cas pràctic. A partir del punt indicat al codi com "Insercions noves", es presenten els canvis afegits després de la primera execució del procediment i anàlisi dels resultats.

```

create table uocpfc.punto_ruta_norm as select * from uocpfc.punto_ruta;
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='DIAGONAL' where calle='AV DIAGONAL';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='MARE DE DEU DE MONTSERRAT' where
  calle='AV MARE DEU DE MONTSERRAT';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='COMTE D'URGEL' where calle='COMTE
  D'URGELL';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='CIRCUMVAL-LACIO' where calle='CRA
  CIRCUNVAL.LACIO';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='DALMAU' where calle='DALMAU DE
  CREIXELL';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='FLUVIA' where calle='DEL FLUVIA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='ESPERANÇA' where calle='ESPERANÃA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='FRANÇA' where calle='FRANÃA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='GRAN VIA DE LES CORTS CATALANES' where
  calle='GRAN VIA LES CORTS CATALANE';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='JOSE DE AGULLO' where calle='JOSE
  AGULLO';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='MOLL DE DIPOSIT' where calle='LUG MOLL
  DE DIPOSIT';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='MOLL ESPANYA' where calle='LUG MOLL
  ESPANYA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='MALLOFRE' where calle='MOSSEN QUINTI
  MALLOFRE';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='PATI DE LA LLIMONA' where calle='PAT
  LLIMONA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='DOMENECH' where calle='PERE TERRE I
  DOMENECH';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='BONANOVA' where calle='PG BONANOVA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='COLOM' where calle='PG COLOM';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='FONT D'EN FARGAS' where calle='PG FONT
  D'EN FARGAS';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='JOAN DE BORBO' where calle='PG JOAN
  BORBO COMTE BARCELO';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='MARAGALL' where calle='PG MARAGALL';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='CANADELL' where calle='PGE CANADELL';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='MARIMON' where calle='PGE MARIMON';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='ALFONS EL SAVI' where calle='PL ALFONS
  EL SAVI';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='ANTONIO LOPEZ' where calle='PL ANTONIO
  LOPEZ';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='BEATES' where calle='PL BEATES';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='DOCTOR LETAMENDI' where calle='PL
  DOCTOR LETAMENDI';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='MAR' where calle='PL MAR';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='SARRIA' where calle='PL SARRIA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='PROVENÇA' where calle='PROVENÃA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='CATALUNYA' where calle='RBL CATALUNYA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='GENERAL MITRE' where calle='RDA GENERAL
  MITRE';

```

```

update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='GUINARDO' where calle='RDA GUINARDO';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='GRACIA' where calle='TRV GRACIA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='AUGUSTA' where calle='VIA AUGUSTA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='LAIETANA' where calle='VIA LAIETANA';

/* Insercions noves */
-----
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='PROVENÇA' where calle='PROVENÇA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='ESPERANÇA' where calle='ESPERANÇA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='FRANÇA' where calle='FRANÇA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='DOCTOR CARARACH MAURI' where calle='PL
  DOCTOR CARARACH MAURI';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='ONZE DE SETEMBRE' where calle='PG ONZE
  DE SETEMBRE';
update uocpfc.punto_ruta_norm set calle='MARIA LLIMONA' where calle='PGE MARIA
  LLIMONA';
update uocpfc.punto_ruta_norm set finca = '0001' where finca = 'SN';
update uocpfc.punto_ruta_norm set finca = '0001' where finca = 'S/N';
update uocpfc.punto_ruta_norm set finca = '0005' where finca = '5-8';
commit;

```

8.2 FUNCIÓ DE GEOCODIFICACIÓ

En aquest punt es presenta la funció SQL creada per tal d'obtenir la posició geogràfica d'una determinada adreça. La funció té com a paràmetres d'entrada el nom del carrer i el nombre de portal, retornant un punt geogràfic de tipus SDO_GEOMETRY (explïtact al punt 2.4.2.2 del present document).

```

create or replace function retorna_posicio(carrer varchar, num number)
return MDSYS.sdo_geometry
is posic sdo_geometry;

p_eixos EIXOS_BCN%ROWTYPE;
v_nportals number(5) := 0; /* Nombre de portals per tram */
v_distpor number(8,3) := 0; /* Distància mitja per portal */
v_distorig number(6,3) := 0; /* Dist des de l'origen */
v_entityid number := 0; /* Identificador de tram seleccionat */
v_norig number(6):= 0; /* Adreça inicial del tram */
v_factor number(10,4) := 0; /* Factor càlcul Teorema Thales: L / l */
V_X1 number := 0;
V_Y1 number := 0;
v_x number := 0;
v_y number := 0;
V_X2 number := 0;
v_Y2 number := 0;
v_difx number := 0;
v_dify number := 0;
v_xp number := 0;
v_yp number := 0;
v_npunts number(2) := 0; /* nombre de punts que determinen el tram */
v_rownum number(3) := 0;
v_par number := 0;
v_paresq number := 0;
v_pardre number := 0;

begin

V_XP := 0;
V_YP := 0;

/* Controlem si el nombre es parell o senar */

```



```

v_par := num mod 2;

for p_eixos in (select * from EIXOS_BCN where nombre = carrer order by
l_add_from, r_add_from) loop
/* Si el nombre de l'adreça es troba entre el rang
d'adreces del costat esquerre o dret del tram
es tracta del tram on es troba l'adreça postal */

v_paresq := p_eixos.l_add_from mod 2;
v_pardre := p_eixos.r_add_from mod 2;

if ( ( ( num >= p_eixos.l_add_from and num <= p_eixos.l_add_to) and
(v_paresq = v_par))
or
( ( num >= p_eixos.r_add_from and num <= p_eixos.r_add_to) and
(v_pardre = v_par))) then

v_entityid := p_eixos.ENTITYID;
/* 1.- Calculem el nombre de portals al tram */
if (num >= p_eixos.l_add_from and num <= p_eixos.l_add_to) then
v_nportals := p_eixos.l_add_to - p_eixos.l_add_from;
v_norig := p_eixos.l_add_from;
else
v_nportals := p_eixos.r_add_to - p_eixos.r_add_from;
v_norig := p_eixos.r_add_from;
end if;

/* 2.- Calculem la distància per portal. Dividim el nombre de portals
per la distància total del tram */
if (v_nportals > 0) then
v_distpor := p_eixos.length / v_nportals;
end if;
/* 3.- Calculem la distància des de l'origen del tram al portal
seleccionat */
v_distorig := ( num - v_norig ) * v_distpor;

/* 4.- Agafem el primer i l'últim punt del tram */

SELECT count (*) into v_npunts
FROM EIXOS_BCN, TABLE (SDO_UTIL.GETVERTICES(eixos_bcn.geometry)) T
WHERE entityid = v_entityid;

for v_sal in ( select T.X, T.Y, rownum
FROM EIXOS_BCN, TABLE
(SDO_UTIL.GETVERTICES(eixos_bcn.geometry)) T
WHERE entityid = v_entityid ) loop
if (v_sal.rownum = 1) then
v_x1 := v_sal.X;
v_y1 := v_sal.Y;
end if;
if (v_sal.rownum = v_npunts) then
v_x2 := v_sal.X;
v_y2 := v_sal.Y;
end if;
end loop;

/* 5.- Calculem les coordenades del punt pel teorema de THALES */

if (v_x2 < v_x1) then

v_xp := v_x1;
v_yp := v_y1;
v_x1 := v_x2;
v_y1 := v_y2;
v_x2 := v_xp;
v_y2 := v_yp;
v_distorig := p_eixos.length - v_distorig;

```

```
end if;

if (v_distorig = 0) then v_factor := 1;
else
  v_factor := p_eixos.length / v_distorig;
end if;

v_XP := ((( V_X2 - V_X1 ) * v_distorig ) / p_eixos.length ) + v_X1;
v_yp := ((( V_Y2 - V_Y1 ) * v_distorig ) / p_eixos.length ) + v_Y1;

exit;

end if;

end loop;

posic := MDSYS.SDO_geometry(3001,
                            NULL,
                            SDO_POINT_TYPE(V_XP, V_YP, 0),
                            null,
                            null);

return posic;
end;
```