

Estudis d'Informàtica i Multimèdia

TFC - Sistemes d'informació geogràfica

Construcció d'un SIG municipal aplicat a les necessitats d'una població qualsevol

Pere Tohá Raduà
(ptoha@uoc.edu)

Enginyeria Tècnica d'Informàtica de Gestió
Universitat Oberta de Catalunya

Tutor del treball
Eduard Allué Pont
(eallue@uoc.edu)

Semestre de primavera 2006

Agraïments

A la meva dona,
per tots els moments robats.

Als meus amics,
i en especial a en Sergio,
per el suport que m'han donat
al llarg de tota la carrera.

A tots els consultors,
i en especial a la Carme la tutora que
m'ha guiat en tots aquests anys,
i a l'Eduard ja que sense ell
aquest TFC no hauria estat possible.

Resum

Avui en dia, les bases de dades estan evolucionant davant l'aparició i desenvolupament de nous Sistemes d'Informació (SI), un d'ells, els Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), són els que, en els últims temps, estan tenint un creixement més espectacular.

Els SIG ofereixen suport al modelatge, obtenció, manipulació, gestió i anàlisi de dades espacialment referenciades per a resoldre problemes de planificació i gestió.

Per tant, aquest Treball fi de carrera (TFC) que esta emmarcat dintre d'aquesta àrea, pretén endinsar-se i aprofundir en el coneixement i comprensió del món dels SIG. En concret, el present TFC es centra en la implantació d'un SIG per a la gestió municipal d'una zona en concret del municipi de Tremp.

El treball queda estructurat en dues parts ben diferenciades. La primera que aprofundeix en el coneixement teòric sobre els SIG, on entre d'altres es pot trobar la seva definició i els seus principals components. També es fa una introducció a conceptes geogràfics i cartogràfics a nivell bàsic que permeten obtenir una base de coneixements necessaris per a la comprensió dels SIG.

La segona part es centra en la construcció d'un SIG, per això es tracten temes com el programari escollit per al seu desenvolupament i les eines i recursos disponibles per a la seva construcció.

Finalment, és planteja el cas pràctic de creació d'un projecte SIG, on es segueixen els passos necessaris per a la seva obtenció, així com la programació de comandes que permeten obtenir funcionalitats no implementades en el programari d'origen.

Sumari

Agraïments	2
Resum	3
Sumari	4
Índex de Taules	6
Índex de figures	7
Capítol 1: Introducció.....	8
1.1 Justificació del TFC i context en el qual es desenvolupa: punt de partida i aportació del TFC.....	8
1.2 Objectius del TFC	8
1.3 Enfocament i mètode seguit	8
1.4 Planificació del treball	9
1.5 Productes obtinguts	10
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria	10
Capítol 2: Definició i components dels SIG	12
2.1 Introducció als SIG	12
2.2 Que és un SIG?	12
2.3 Definició	13
2.4 Productes per a crear els SIG	13
2.4.1 Diferències i semblances entre un SIG i un CAD	14
2.5 Elements dels SIG	15
2.5.1 Maquinari	15
2.5.2 Programari	16
2.5.3 Dades	16
2.5.4 Recurs humà	16
2.5.5 Mètodes	17
2.5.6 El futur dels SIG.....	17
2.6 Funcions d'un SIG	18
2.7 Formats de representació de dades	19
2.7.1 Ràster	19
2.7.2 Vectorial.....	19
2.7.3 Comparació entre Ràster i Vectorial	20
Capítol 3: Georeferenciació	22
3.1 Geodèsia	22
3.2 Sistemes de Coordenades Geogràfiques.....	24
3.3 Projeccions	26
3.4 Projecció Universal Transversal de Mercator (UTM).....	28
Capítol 4: Eines i recursos per a la construcció del SIG.....	30
4.1 GeoMedia Professional	30
4.2 Programació d'aplicacions. Visual Studio . NET.....	31
4.3 Institut Català de Cartografia (ICC)	33
Capítol 5: Cas Pràctic. Construcció d'un SIG per a la gestió municipal	36
5.1 Introducció	36
5.2 Cartografia de referència	37
5.3 Visualització de la Base Municipal.....	38
5.4 Registre de les ortofotos.....	38
5.5 Ajust de la visualització.....	40
5.6 Creació de les entitats	43
5.7 Digitalització en pantalla	43
5.8 Disseny de la base de dades i atributs	46
5.8.1 Omplir les taules	47
5.8.2 Dades Cadastrals	47

5.8.3 Impost sobre Béns Immobles (IBI).....	48
5.9 Processos automatitzats sobre GeoMedia	48
5.9.1 Apunts previs	49
5.9.1.2 Components utilitzats	49
5.9.2 Dades cadastrals	51
5.9.3 Actualització IBI	53
5.9.4 Mapes temàtics.....	55
5.9.5 Notificacions	57
Capítol 6: Treballs futurs.....	59
6.1 Aplicacions futures.....	59
6.2 Millores	59
Capítol 7: Conclusions.....	60
Glossari	61
Bibliografia.....	63

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: principals fites i tasques.....	10
Taula 2: diferències i similituds entre un CAD i un SIG ⁷	14
Taula 3: avantatges dels formats ràster i vectorial	20
Taula 4: desavantatges dels formats ràster i vectorial	21
Taula 5: principals tipus de fitxer utilitzat per emmagatzemar els formats ràster i vectorial	21
Taula 6: recursos disponibles pe l'ICC	35

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: elements d'un SIG	15
Figura 2: diferència de representació d'un mapa en format vectorial o <i>ràster</i>	19
Figura 3: representació <i>ràster</i>	19
Figura 4: representació vectorial	20
Figura 5: representació de l'el·lipsoide, el geoide i la superfície de la Terra	22
Figura 6: representació d'un esferoide o el·lipsoide	23
Figura 7: el·lipse i paràmetres d'un el·lipsoide.....	23
Figura 8: diferents representacions segons el datum escollit.....	24
Figura 9: components del sistema de coordenades Geogràfiques	25
Figura 10: representació dels arcs d'un punt qualsevol	25
Figura 11: representació del sistema de coordenades geogràfiques	26
Figura 12: diferents projeccions per desenvolupament	27
Figura 13: projeccions azimuthals	27
Figura 14: representació de la projecció UTM mitjançant un sistema cilíndric transvers	28
Figura 15: projecció UTM sobre un pla, amb els seus fusos.....	29
Figura 16: representació UTM.....	29
Figura 17: pantalla de Visual Studio.NET.....	32
Figura 18: pantalla de l'assistent de creació de comandes.....	32
Figura 19: Situació de la zona objecte del SIG.....	36
Figura 20: introducció dels paràmetres de definició del sistema de coordenades	37
Figura 21: pantalla de definició d'entitats dintre de l'esquema de servidors	38
Figura 22: pantalla de GeoMedia on s'indica la ruta de les imatges.	39
Figura 23: pantalla d'entrada de coordenades per a registrar les imatges.....	39
Figura 24: captura amb les quatre ortofotos referenciades.	40
Figura 25: visualització de tots els mapes sense cap ajust.....	40
Figura 26: relació escales de visualització segons la entitat	41
Figura 27: visualització dels mapes segons diferents escales	42
Figura 28: zona objecte de la digitalització d'entitats	44
Figura 29: creació d'entitats.....	45
Figura 30: pantalla on només es mostren les entitats digitalitzades	45
Figura 31: nous atributs de l'entitat Vivendes.....	46
Figura 32: esquema de taules i relacions de la base de dades.....	47
Figura 33: finestra amb la informació de les parcel·les tipus vivenda	52
Figura 34: recorregut per la taula de vivendes, i edició de la referència cadastral.....	52
Figura 35: pantalla de confirmació de l'edició de la referència cadastral	52
Figura 36: comanda amb un control de vista de mapa.....	53
Figura 37: pantalla d'inici de l'aplicació per a calcular el IBI.....	54
Figura 38: formulari de càlcul de l'IBI	54
Figura 39: confirmació del pagament de l'IBI	54
Figura 40: estat actualitzat del pagament.....	55
Figura 41: captura de la pantalla del SIG amb els hidrants.....	55
Figura 42: captura de pantalla on es mostrarà la zona d'influència dels hidrants	56
Figura 43: pantalla inicial selecció del tipus d'hidrant.....	56
Figura 44: visualització dels hidrants, a) No operatius i b)Operatius.....	57
Figura 45: pantalla inicial comanda generació de notifikacions.....	57
Figura 46: pantalla amb les dades seleccionades.....	58

Capítol 1: Introducció

El TFC és una assignatura que està pensada per a realitzar un treball de síntesi dels coneixements adquirits en altres assignatures de la carrera i que requereix posar-los en pràctica conjuntament en un treball concret.

Aquest TFC està emmarcat dins l'àrea de SIG.

1.1 Justificació del TFC i context en el qual es desenvolupa: punt de partida i aportació del TFC.

Actualment, les bases de dades estan evolucionant davant l'aparició i desenvolupament de nous SI, un d'ells, els SIG, són els que, en els últims temps, estan tenint un creixement més espectacular.

Els SIG ofereixen suport al modelatge, obtenció, manipulació, gestió i anàlisi de dades espacialment referenciades per a resoldre problemes de planificació i gestió. Per tant, en aquesta àrea de TFC es pretén endinsar-se i aprofundir en el coneixement i comprensió del món dels SIG.

En concret, el present TFC es centrarà en la implantació d'un SIG per a la gestió municipal d'una zona en concret del municipi de Tremp. A més de la implantació es farà una descripció dels SIG, per a conèixer-ne les característiques principals.

1.2 Objectius del TFC

Els objectius concrets que es pretenen assolir són:

- Conèixer les característiques fonamentals del SIG.
- Saber plantejar un projecte SIG.
- Saber utilitzar les eines que proporcionen els SIG per resoldre un problema concret.
- Aprendre a realitzar una aplicació SIG sobre un programa d'ús general.

1.3 Enfocament i mètode seguit

L'enfocament d'aquest TFC es pot dividir en dos parts ben diferenciades:

- Teòrica: on es pot trobar la definició dels SIG i els seus components, així com una descripció de les eines necessàries per a la construcció d'un SIG.
- Pràctica: on es troba un cas pràctic d'implantació d'un SIG.

Els mètodes seguits en ambdós casos per al seu desenvolupament, són la consulta de llibres, revistes, manuals i documents que queden indicats a la bibliografia, així com consultes al tutor.

1.4 Planificació del treball

La planificació del TFC ha estat marcada per les fites de lliurament de les parts parcials del propi document.

Durant tot el quadrimestre¹ s'han fet tres lliuraments parcials oficials, els quals han permès al tutor d'aquest TFC, fer un seguiment de la seva evolució.

- PAC 1: lectura de l'enunciat i creació de la planificació del TFC.
- PAC 2: confecció de la part teòrica de la memòria.
- PAC 3: confecció de la part pràctica de la memòria.

A més d'aquests també s'han fet lliuraments parcials que han estat corregits pel tutor.

A continuació s'identifiquen les principals tasques que s'han dut a terme per assolir el lliurament final d'aquest TFC.

- Lectura de l'enunciat
- Recerca d'informació i lectura de la bibliografia recomanada.
- Lectura d'altres TFC i Projectes fi de carrera (PFC) obtinguts en la biblioteca.
- Aprenentatge del programari a emprar en la part pràctica.
- Disseny i creació del SIG.
- Programació de les noves comandes.

A continuació es mostra una taula resum amb les principals tasques i fites del present TFC amb les dates i la dedicació en dies².

Títol	Descripció	Dedicació	Data lliurament
PAC 1	Planificació del TFC		13 de març de 2006
	Lectura de l'enunciat	1	
	Lectura dels Plans de treball d'exemple.	2	
	Confecció del lliurament	4	
PAC 2	Part teòrica de la memòria		20 d'abril de 2006
	Recerca d'informació i lectura de la bibliografia recomanada.	30	
	Lectura d'altres TFC i PFC	10	
	Confecció del lliurament	10	

¹ **quadrimestre** m. Espai de quatre mesos. (Institut d'Estudis Catalans)

² la dedicació assignada s'expressa en dies, i per cada dia s'ha dedicat una mitjana de dues hores.

PAC 3	Part pràctica de la memòria		24 de maig de 2006
	Aprenentatge del programari a emprar en la part pràctica.	5	
	Disseny i creació del SIG.	20	
	Programació de les noves comandes.	10	
Lliurament final			19 de juny de 2006
	Confecció de la presentació virtual	3	
	Preparació del lliurament	1	

Taula 1: principals fites i tasques

1.5 Productes obtinguts

Els productes obtinguts queden emmarcats dintre del que es demana en l'enunciat del treball, es a dir:

- La memòria: document on es desenvolupa la part teòrica sobre els SIG i els seus components, així com una descripció sobre la creació d'un SIG de gestió municipal.
- La presentació virtual: presentació en format MS PowerPoint que acompanya el present document.
- El SIG: obtingut del desenvolupament de l'enunciat del treball.
- Llibreries, executables i el codi font obtinguts en la programació de les noves funcionalitats.

1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

Tal com s'ha plantejat el TFC, aquest es divideix en una part teòrica on existeix una descripció dels SIG i de la seva aplicació a la gestió municipal amb un breu anàlisi de requeriments, i una part pràctica amb el disseny e implementació d'un SIG de gestió municipal.

Així doncs, la descripció dels diferents capítols és la següent:

- Definició i components dels SIG: en aquest capítol es coneixerà què és un SIG, així com les seves característiques principals. A més s'aprofundirà en el coneixement dels seus components principals: maquinari, programari, dades, recurs humà i mètodes.
- Georeferenciació: en aquest capítol es pot trobar la descripció dels sistemes de representació, així com una breu descripció dels principals conceptes geodèsics, els sistemes de coordenades i les projeccions.

- Eines i recursos per a la construcció d'un SIG: en aquest capítol s'analitzarà el programari escollit per desenvolupar el SIG, així com els recursos i les fonts d'informació emprats.
- Cas pràctic d'un SIG municipal: en aquest punt es pot trobar el disseny i la implementació del SIG objecte del treball, així com la part de programació.
- Treballs futurs: en aquest capítol es fa una descripció de les possibles aplicacions futures del programari desenvolupat, així com de les millores que no ha estat possible implementar.
- Conclusions: capítol on es pot trobar les conclusions finals després del desenvolupament del TFC.

Capítol 2: Definició i components dels SIG

2.1 Introducció als SIG

En un curt període de temps, els SIG han conegut una ampla difusió, tant dintre dels camps propis de la geografia, com en els camps en els quals el component espacial o territorial és un aspecte clau, com ara altres estudis de caire tècnic. Cada vegada es més generalitzat el seu ús en les activitats de gestió territorial, tant d'organismes oficials com en empreses.

En aquest capítol s'introduiran alguns aspectes bàsics sobre els SIG, que permetran tenir una visió sobre la seva implantació, ús i desenvolupament:

- **Que és un SIG:** descripció general dels SIG com a SI.
- **Definició:** definicions de diferents autors sobre els SIG
- **Elements dels SIG:** components fonamentals que formen els SIG i donen totes les funcionalitats establertes.
- **Funcions d'un SIG:** funcions bàsiques d'un SIG, des de la captura de dades fins a la representació, tractament i anàlisi d'aquestes.

2.2 Que és un SIG?

Generalment, un SI consisteix en la unió de la informació i les eines informàtiques necessàries per al seu anàlisi. En un SIG, la informació amb que es treballa inclou la posició d'objectes en la Terra.

Per tant, un SIG és una eina per a la gestió, anàlisi, visualització i estudi d'objectes georeferenciats (veure capítol 3)

La base d'un SIG es compon d'una sèrie de capes d'informació espacial que representen diferents variables del model que s'ha de representar, o bé capes que representen objectes. A tots ells els corresponen diverses entrades en una base de dades relacional.

Els SIG s'han desenvolupat a partir de la unió de diversos tipus d'aplicacions informàtiques: la cartografia automàtica tradicional, els sistemes de gestió de bases de dades, les eines d'anàlisi digital de les imatges, els sistemes d'ajuda a la presa de decisions i les tècniques de modelització física.

La característica més visible d'un SIG és que permet crear mapes, és a dir, models de la realitat geogràfica, per a la seva interpretació i coneixement, aquest fet comporta que, un SIG és també un model de la realitat del qual es pot extreure informació, analitzar els objectes i les relacions entre els seus elements.

Els SIG tenen com antecessor el mapa que són una representació simplificada d'una realitat geogràfica. Un SIG és un mapa digital amb moltes capes o temes, en cada una es recull un aspecte de la realitat d'una zona geogràfica, com poden ser rius, infraestructures,

etc. Aquest mapa intel·ligent permet consultar les dades associades a cada element del mapa, també permet estudiar les relacions que hi ha entre els seus elements.³

En resum, es pot dir que en un SIG no només es situen objectes sobre un mapa, sinó que, a aquests se'ls hi pot associar atributs, permetent que es puguin fer consultes combinant tant les dades geogràfiques com les que no ho són.

2.3 Definició

Els SIG es poden definir com una tecnologia integradora que uneix varies disciplines amb l'objectiu comú de l'anàlisi, creació, adquisició, emmagatzemament, edició, transformació, visualització, distribució, etc. d'informació geogràfica⁴

Altres definicions que es poden trobar són:

- Un SIG és una base de dades computeritzada que conté informació espacial⁵
- Un SIG és conjunt d'eines per a reunir, emmagatzemar, recuperar, transformar i representar dades espacials del món real per a un grup particular de propòsits⁶
- Un SIG és una tecnologia informàtica per a gestionar i analitzar informació espacial⁷

2.4 Productes per a crear els SIG

Existeixen en el mercat diferents categories de productes que possibiliten la creació d'un SIG, entre d'altres hi han⁸:

- SIG: són els productes per excel·lència alhora de crear un SIG, ja que han estat creats per aquesta funció.
- *Desktop Mapping* (DM): productes de preu i prestacions reduïdes, que permeten però, també crear SIG.
- *Computer Assisted Design* (CAD): són sistemes especialitzats en el disseny i dibuix amb ordinador:
- *Image Processing* (IP): són sistemes especialitzats en el tractament i anàlisi d'imatges aèries, de satèl·lit, etc.
- *Computer Assisted Engineering* (CAE): són sistemes especialitzats en l'enginyeria civil.

³ **Moldes, F.J.** (2002)

⁴ **Goodchild, M** (2000)

⁵ **Cebrián, J** (1988)

⁶ **Burrough, P** (1986)

⁷ **Bosque, J** (1997)

⁸ **Moldes, F. J** (2002)

De totes aquestes categories els SIG i els DM, són els que s'utilitzen per a crear un SIG. Existeix però, un nou grup de productes anomenats *CAD Mapping Systems*, que utilitzen les funcionalitats dels productes CAD per a implementar eines que permeten la creació de SIG, un exemple d'aquesta nova família de productes és el programa *AutoCad Map* de la casa *Autodesk*

2.4.1 Diferències i semblances entre un SIG i un CAD

La frontera entre un sistema SIG i un CAD mai ha estat clara, generalment s'utilitza com a referència el seu origen per a marcar les diferències. Així, un sistema CAD està concebut per a dissenyar el que no existeix, es a dir, el que es projecta, i un sistema SIG ho està per a representar la realitat existent.⁹

Una de les principals diferències entre els dos sistemes és la quantitat i diversitat d'informació amb la que tracten, a més dels mètodes d'anàlisi existents en els sistemes SIG, i que els sistemes CAD no tenen implementats.

A continuació es pot veure una taula amb les principals característiques de cada sistema:

CAD	SIG
Concebuts per projectar el que no existeix	Concebuts per a representar la realitat existent
Els objectes es mostren en funció dels atributs gràfics propis o de capa, com per exemple el color, gruix, tipus, etc.	Els objectes es mostren en funció dels valor continguts en la base de dades
Els objectes actuen individualment o formant figures compostes.	Els objectes estan associats entre ells formant xarxes en la que s'estableixen relacions.
Es poc freqüent l'ús d'una base de dades.	L'ús d'una base de dades es una de les característiques principals d'un SIG.
Normalment utilitzen sistemes de coordenades cartesianes de referència local.	Utilitzen sistemes globals de coordenades geogràfiques.
Les funcions de selecció lògica són poc freqüents. Les consultes es limiten a seleccions per capes, individuals, o amb una finestra de captura.	Les funcions de selecció lògica en funció dels atributs, són una part important en el treball amb els SIG.

Taula 2: diferències i similituds entre un CAD i un SIG⁷

⁹ **Moldes, F. J** (2002)

2.5 Elements dels SIG

Un SIG està format per cinc elements fonamentals, els quals permeten realitzar totes les operacions possibles.

Tal i com es pot veure en la figura 1, els elements que componen un SIG són els següents^{10,11}:

- **maquinari:** són els ordinadors sobre els quals operen els SIG, amb els seus perifèrics tals com tauletes digitalitzadores, impressores, etc.
- **programari:** són els programes que componen els SIG, entre d'altres es té la base de dades, els programes de captura, els programes d'anàlisi i consulta, etc.
- **dades:** són les fonts d'informació que contenen entre d'altres les dades geogràfiques, les dades alfanumèriques, etc.
- **recursos humans:** existeixen diferents tipus d'usuaris des dels administradors i tècnics que dissenyen el sistema i el mantenen fins als usuaris finals dels seus productes.
- **mètodes:** són els procediments que permeten la entrada, gestió, manteniment i anàlisi de les dades.



Figura 1: elements d'un SIG

2.5.1 Maquinari

Representa la part física sobre la que el SIG opera, donat el gran avanç que està patint el maquinari tant a nivell tecnològic com econòmic, permet als SIG córrer sobre ordinadors personals, cosa que n'optimitza el cost ja que no són necessaris grans estacions de treball ni grans plataformes.

A més un conjunt de perifèrics com ara, tauletes digitalitzadores, *plotters*, escàners, etc. són necessaris per a poder desenvolupar tota la potencia operativa dels SIG.

¹⁰ Maguire, D. (1991)

¹¹ Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable – Ministerio de Salud y Ambiente - Argentina (<http://www.medioambiente.gov.ar/?idarticulo=548>)

2.5.2 Programari

El programari és l'encarregat de realitzar les operacions sobre les dades.

Existeixen en el mercat diferents paquets de SIG, tots ells tenen parts en comú, però cadascun d'ells presenta aspectes particulars pel que fa al model de dades espacials que utilitza, operacions que pot efectuar, manera d'emmagatzemar les dades, capacitat de processament, etc.

Així, es pot fer una classificació dels SIG segons els següents paràmetres:

- Tipus de dades: on es pot distingir entre el model ràster (veure capítol 2.7.1), el vectorial (veure capítol 2.7.2) i els que treballen amb els dos formats, com ara GeoMedia.
- Organització del treball: basats en interfícies gràfiques o en línia de comandes.
- Filosofia: on es troben els comercials, els gratuïts o semigratuïts i els oberts.
- Sistema operatiu: on es poden trobar per a les diferents plataformes existents, com ara Windows, Unix, etc.

2.5.3 Dades

Una de les parts més importants dels SIG, ja que sobre elles son realitzades totes les operacions possibles; a més, és l'aspecte d'un SIG que requereix un esforç més gran per a la seva implementació. Aconseguir un conjunt de dades operatives per a un SIG pot arribar a un 70% del cost total d'un projecte¹².

Quan es planteja un projecte, un element a tenir molt en compte és la disponibilitat de la informació, així com la proporció de la mateixa en format digital. En aquest sentit es pot optar per diferents solucions, com ara:

- realitzar la digitalització de manera autònoma
- adquisició des d'organismes públics
- adquisició des d'empreses privades
- etc.

Un dels principals inconvenients es la heterogeneïtat de les dades que s'obtenen. A més hi ha d'altres factors com ara el d'inexistència de dades fa que el procés d'obtenir una base de dades operativa sigui una tasca molt difícil i crítica en molts casos.

2.5.4 Recurs humà

¹² Rowley, J. Gilbert, P. (1989)

Tot i que les dades són una part fonamental en tot SIG, el recurs humà es pot considerar l'element més important.

Aquest recurs representa les persones encarregades del disseny, implementació i ús del SIG. Aquestes persones són les que han de gestionar i desenvolupar les possibilitats que ofereixen els SIG, per així produir resultats, solucions, anàlisis, etc. a partir de les bases de dades espacials.

2.5.5 Mètodes

Tot allò que permet operar un SIG, són les eines i recursos que permeten obtenir les funcionalitats esperades dels SIG.

2.5.6 El futur dels SIG.

Tot i que ara per ara no es considera un element que forma part dels SIG, no es pot deixar de banda la importància que està assolint Internet en l'ús dels SIG.

Internet no s'ha convertit només en una font de dades, sinó que la difusió de resultats a través seu s'està convertint en l'opció més utilitzada. De fet, ja existeixen eines en el mercat desenvolupades pels creadors de SIG comercials, que permeten l'ús de certes funcions d'aquests sistemes a través de la xarxa. Alguns exemples són:

- ArcIMS de la casa ESRI
- GeoMedia WebMap de la casa Intergraph

2.6 Funcions d'un SIG

Dintre de les funcions d'un SIG, es poden descriure les següents funcions bàsiques:

- captura de la informació, que es pot obtenir mitjançant processos de digitalització, processament d'imatges de satèl·lit, fotografies, treball de camp, bases de dades, etc.
- representació de la informació: la representació bàsica d'un SIG esta basada en tipus d'objectes com ara el punt, la línia i l'àrea.
 - punt: per representar objectes puntuals, com ara un arbre, un fanal, etc.¹³
 - línia: per representar objectes lineals com ara les carreteres, línies elèctriques, rius, etc.
 - àrea: representen zones definides, i es formen d'acord a un conjunt de línies i punts tancats. Un exemple serien boscos, edificacions, etc.
- creació de mapes: és la unitat bàsica d'informació dels SIG un cop processats els dos punts anteriors. En ells s'obté una representació dels objectes dels quals es té informació, a més d'aconseguir una agrupació d'aquests objectes.
- sortida de la informació: tot objecte té associats uns atributs, que permeten obtenir la informació desitjada i que poden ser:
 - gràfics: com ja s'ha vist punts, línies o àrees.
 - no gràfics o alfanumèrics: com ara la descripció, característiques, etc.

¹³ Aquests exemples depenen sempre de l'àmbit de treball. Un arbre pot ser un àrea si s'estudia la seva composició interna. En canvi, un poble sencer, si s'estudia el mapa de Catalunya, que pot ser representat per un punt.

2.7 Formats de representació de dades

Tal i com es pot veure en la figura 2, la informació geogràfica amb la qual treballen els SIG, pot trobar-se en els següents tipus de formats: *ràster* i *vectorial*.

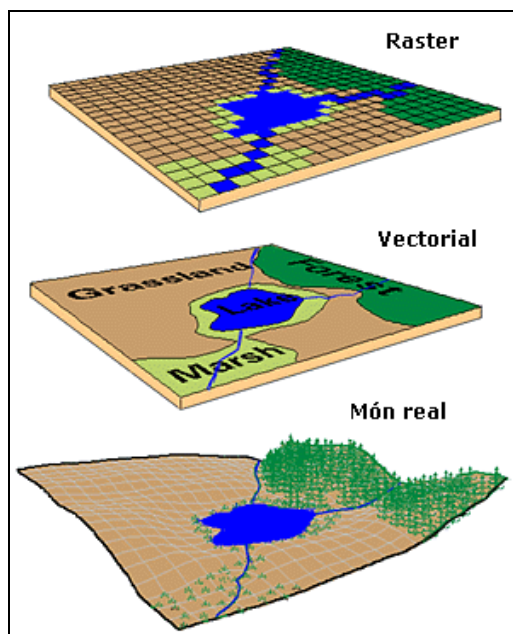


Figura 2: diferència de representació d'un mapa en format vectorial o *ràster*.

2.7.1 Ràster

El format *ràster* consisteix en la divisió de l'espai en una xarxa de cel·les, generalment quadrades, tal com es pot veure en la figura 3. Cada cel·la representa la unitat mínima d'informació i s'anomena *píxel*. Els *píxels* estan associats a un únic valor d'una variable determinada. En cas de que en un mateix espai geogràfic es donin diferents variables, aquestes seran representades en mapes o capes diferents.

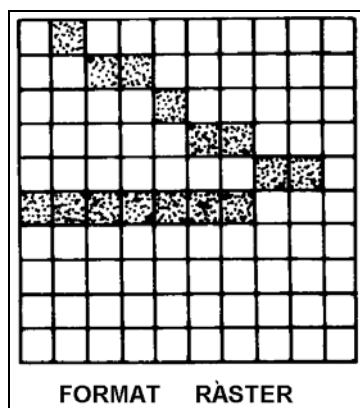


Figura 3: representació ràster

2.7.2 Vectorial

En el format vectorial la informació es representa mitjançant segments de rectes o vectors, veure figura 4. D'aquesta manera un mapa queda reduït a una sèrie de parells de coordenades, utilitzats per a representar punts, línies i superfícies.

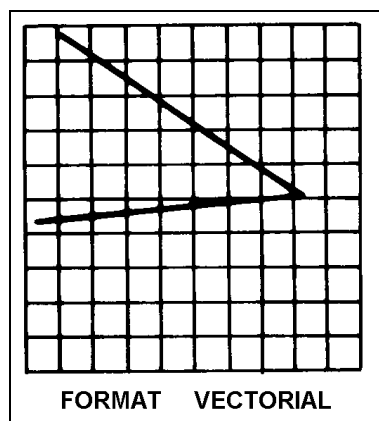


Figura 4: representació vectorial

2.7.3 Comparació entre Ràster i Vectorial

En les següents taules es pot veure els principals avantatges i desavantatges dels dos formats de representació de dades.¹⁴

Avantatges	
Ràster	Vectorial
És una estructura de dades simple.	Genera una estructura de dades més compacta que el model ràster.
Les operacions de superposició de mapes s'implementen de forma més ràpida i eficient	Genera una codificació eficient de la topologia i, consegüentment, una implementació més eficient de les operacions que requereixen informació topològica, com l'anàlisi de xarxes.
Quan la variació espacial de les dades és molt alta el format ràster és una forma més eficient de representació.	El model vectorial és més adequat per a generar sortides gràfiques que s'aproximen molt als mapes dibuixats a mà.
El format ràster és requerit per a un eficient tractament i realç de les imatges digitals.	

Taula 3: avantatges dels formats ràster i vectorial

Desavantatges	
Ràster	Vectorial
L'estructura de dades ràster és menys compacta. Les tècniques de compressió de dades poden superar freqüentment aquest problema	És una estructura de dades més complexa que el model ràster
Certes relacions topològiques són més difícils de representar.	Les operacions de superposició de mapes són més difícils d'implementar.

¹⁴ Sistemas de Información Geográfica y ARC/INFO (<http://www.turismo.uma.es/alumnos/arcinfo/Default.htm>)

La sortida de gràfics resulta menys estètica, ja que els límits entre zones tendeixen a presentar l'aparença de blocs en comparació de les línies suavitzades dels mapes dibuixats a mà. Això pot solucionar-se utilitzant un nombre molt elevat de cel·les més petites, però llavors poden resultar fitxers inacceptablement grans.	Resulta poc eficient quan la variació espacial de les dades és molt alta.
	El tractament i realç de les imatges digitals no pot ser realitzat de manera eficient en el format vectorial.

Taula 4: desavantatges dels formats ràster i vectorial

Els principals fitxers que s'utilitzen per emmagatzemar cada tipus de format es poden veure en la taula 5.

Tipus de fitxer utilitzat ¹⁵	
Ràster	Vectorial
JPEG: és un algorisme dissenyat per a comprimir imatges amb 24 bits de profunditat o en escala de grises. JPEG és també el format de fitxer que utilitza aquest algorisme per a comprimir imatges. La compressió amb pèrdua del format no convé a diagrames que inclouen textos i línies	DXF: El <i>Drawing Exchange Format</i> (DXF) va ser desenvolupat per AutoDesk per a proporcionar un mètode d'intercanvi de dades amb altres aplicacions CAD. L'especificació DXF és propietat de AutoDesk, però és d'ús lliure. És àmpliament utilitzada per a l'intercanvi de dades vectorials entre diferents aplicacions i plataformes.
GeoTIFF: és un estàndard de metadades de domini públic que permet que la informació georeferenciada sigui encaixada en un arxiu d'imatge de format TIFF. La informació addicional inclou el tipus de projecció, sistema de coordenades, el·lipsoide, datum i tot el necessari perquè la imatge pugui ser automàticament posicionada en un sistema de referència espacial.	DWG: format natiu de la casa AutoDesk, utilitzat en els seus productes, com ara AutoCad. El format DWG és propietat de AutoDesk, i no ha estat publicat. En el seu lloc, AutoDesk recomana l'ús del format DXF per a l'intercanvi de dades.
MrSID: format de la casa Lizardtech que genera imatges de gran resolució i fàcil maneig, mantenint la qualitat de l'original. Aconsegueix una reducció dels arxius d'un 95%	DGN: és un format de fitxers nadiu compartit per les aplicacions MicroStation de Bentley Systems Incorporated, i Interactive Graphics Design System, de Intergraph Corporation

Taula 5: principals tipus de fitxer utilitzat per emmagatzemar els formats ràster i vectorial

¹⁵ Preservación digital nota orientativa
(http://www.nationalarchives.gov.uk/interactivity/pdf/es4_graphic_file_formats.pdf)

Capítol 3: Georeferenciació

La base de qualsevol dada geogràfica sobre el terreny és el seu sistema de referència o Georeferenciació. La georeferència identifica la posició dels objectes de manera unívoca a través d'un conjunt de coordenades, és a dir, els sistemes de coordenades permeten la identificació de la posició, tant en un mapa com en el món real de qualsevol objecte. També en possibilita el càlcul de distàncies, perímetres i àrees de manera fiable.

3.1 Geodèsia

Geodèsia és la ciència de la mesura i de la representació¹⁶. Es podria anar més enllà i definir la Geodèsia com la ciència que estudia la forma i grandària de la Terra i les posicions sobre la mateixa.

El principal problema que s'ha de resoldre en representar la Terra és la seva curvatura irregular, que fa molt complicada la seva modelització. Es podria pensar en l'ús d'una esfera, però això només té sentit en mapes de molt poc detall i d'àmbit quasi mundial. De fet, la Terra és més ampla a l'Equador que no pas als Pols.

A partir de mesures del camp gravitatori, es pot definir una superfície equipotencial que s'anomena *geoide*. Així doncs, es pot definir un *geoide* com una superfície teòrica equipotencial de la Terra en tots els punts de la qual la direcció de la gravetat és vertical¹⁷.

Aquesta superfície no és regular sinó que conté ondulacions que alteren els càlculs de localitzacions i distàncies.

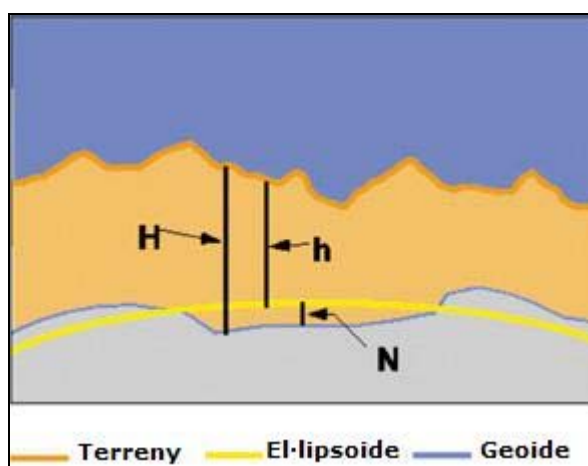


Figura 5: representació de l'el·lipsoide, el geoide i la superfície de la Terra

Degut a aquestes irregularitats, es solen utilitzar models de la forma de la Terra denominats esferoides o el·lipsoïdes de referència. Es tracta d'una esfera aixamfranada

¹⁶ Helmert, F.R. (1980)

¹⁷ Institut d'Estudis Catalans (2006)

pels pols resultat de la revolució d'una el·lipse. Tal com es pot veure en la figura 5, l'el·lipsoide és la figura geomètrica que més s'ajusta a la forma del geoides, i que permet efectuar-hi càlculs matemàtics.

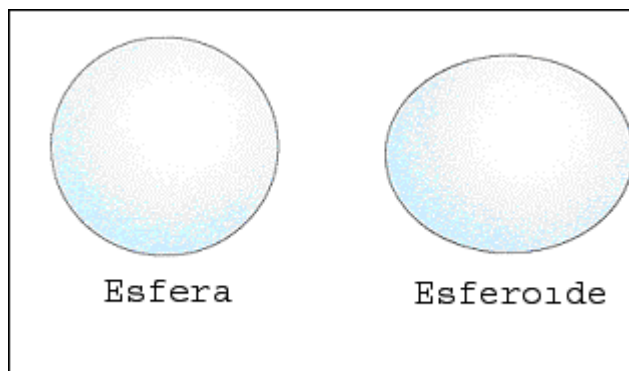


Figura 6: representació d'un esferoide o el·lipsoide

Els paràmetres necessaris per definir un el·lipsoide són tres¹⁸:

- Radi polar: b
- Radi equatorial: a
- Aixafament: $f = (a - b) / a$

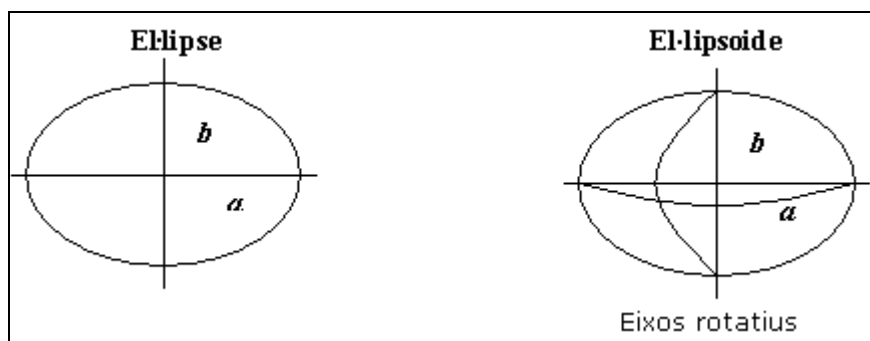


Figura 7: el·lipse i paràmetres d'un el·lipsoide

Segons els valors d'aquests paràmetres, s'obtenen diferents el·lipsoïdes, que permeten l'ajustament a la forma del geoides en diferents parts de la Terra.

El conjunt de:

- un el·lipsoide
- un punt anomenat *Fonamental*, on l'el·lipsoide i la Terra són tangents.
- la direcció de referència que defineix el Nord.

¹⁸ **Nocions de cartografia** (<http://www.mundogps.com/cartografia/articulos.asp>)

- la distància entre el geoide i l'el·lipsoide en l'origen

defineixen un *datum*.

Establir quin és el *datum* d'un sistema de coordenades queda en mans dels serveis nacionals de geodèsia. A Catalunya s'utilitza l'Europeu. Aquest pot ser el de 1950 si el mapa es d'abans o durant el 1979, i l'Europeu de 1979 si es posterior. Ambdós *datum* utilitzen l'el·lipsoide de Hayford que té com a punt Fonamental Postdam (Gran Bretanya).

L'el·lipsoide de Hayford es defineix pels següents paràmetres:

- $a = 6378388$
- $b = 6356911.946$
- Aixafament = 1:297

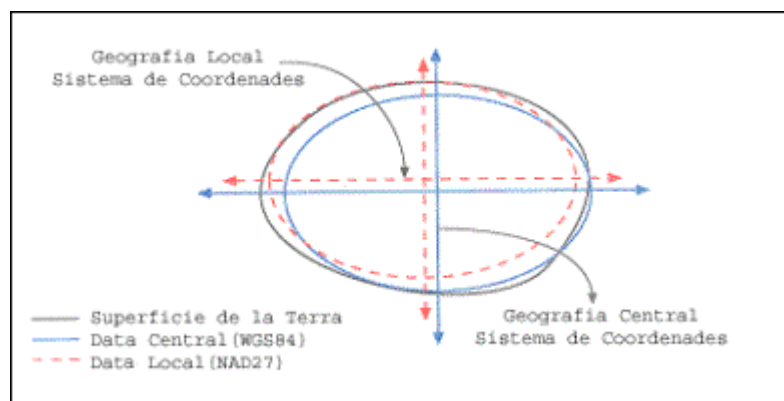


Figura 8: diferents representacions segons el datum escollit

3.2 Sistemes de Coordenades Geogràfiques

El sistema de coordenades natural d'un el·lipsoide és el de latitud i longitud, que s'anomena sistema de coordenades geogràfiques.

Per definir latitud i longitud s'ha d'identificar l'eix de rotació terrestre. El pla perpendicular al eix de rotació que talla la Terra pel seu centre defineix l'*Equador* en la seva intersecció amb l'esferoide. La resta de plans perpendiculars defineixen els diferents *paral·lels* o línies de latitud. Els diferents plans que tallen l'esferoide paral·lelament a l'eix de rotació i perpendiculars al *Equador* defineixen els *meridians* o línies de longitud. La longitud i latitud es mesura en graus sexagesimals.

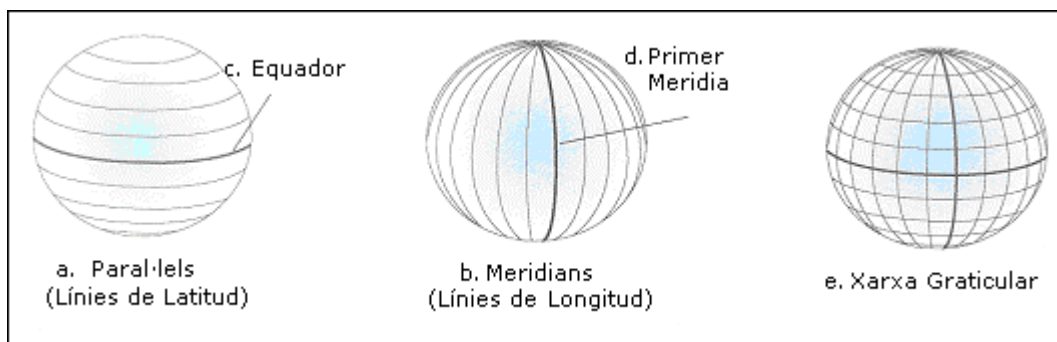


Figura 9: components del sistema de coordenades Geogràfiques

Com es pot veure en la figura 9e, els paral·lels i els meridians, formen una xarxa de línies imaginàries, que cobreixen la Terra i que formen la xarxa de coordenades geogràfiques. A més en la figura 9, també es poden observar més clarament els següents conceptes:

- **Equador:** és la circumferència màxima que envolta la Terra, i que és equidistant als dos extrems o Pols. Té una longitud de 40.068,66 quilòmetres. Divideix la Terra en dos hemisferis: Nord i Sud. Es pren com origen per a determinar la latitud. Figura 9c.
- **Latitud:** és l'arc del meridià local del punt comprès entre l'equador i el punt. Es mesura de 0° a 90° a cada hemisferi a partir de l'equador. Figura 9a.
- **Meridià inicial:** divideix la Terra en dues meitats perpendicularment a l'equador, amb la nomenclatura de est i oest. Es pren com a origen per a determinar la longitud geogràfica de qualsevol punt de la superfície de la Terra. També es conegut com a **meridià de Greenwich**. Figura 9d.
- **Longitud:** és l'arc d'equador comprès entre el meridià inicial amb l'equador i el punt d'intersecció del meridià local del punt amb l'equador. El seu valor oscil·la entre els 0° i els 180° tant cap a l'est com cap a l'oest. Figura 9b.

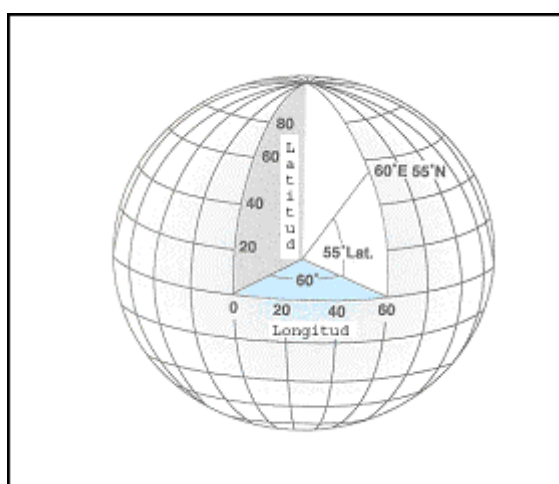


Figura 10: representació dels arcs d'un punt qualsevol

La intersecció d'un paral·lel i un meridià defineix la situació concreta d'un punt sobre la Terra gràcies a les coordenades geogràfiques que s'obtenen, com es pot veure en la figura 11:

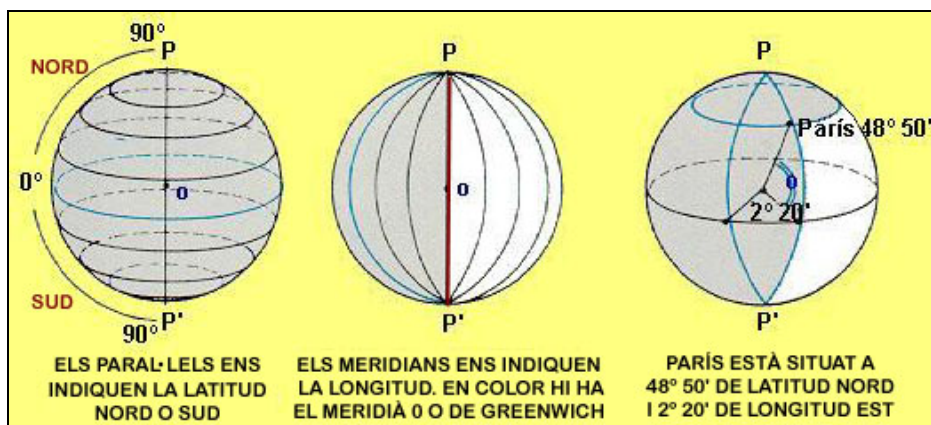


Figura 11: representació del sistema de coordenades geogràfiques

3.3 Projeccions

El procés de transformar coordenades geogràfiques a coordenades planes per ha poder representar en dos dimensions es coneix com a **projecció** i es el camp d'estudi principal de la ciència cartogràfica.

La projecció implica una distorsió en la superfície representada, l'objectiu principal de la cartografia es minimitzar aquestes distorsions.

La projecció consisteix en establir una equació que per cada parell de coordenades geogràfiques (longitud, latitud), que estableixi un parell de coordenades planes.

Així es poden trobar entre d'altres les següents formes de projecció:

- **Projeccions conformes:** els angles que formen meridians i paral·lels són de 90 graus.
- **Projeccions d'àrea igual:** es preserva l'àrea dels elements, però es distorsiona la forma, l'angle i l'escala. Els angles que es formen no són angles rectes.
- **Projeccions equidistants:** es preserven les distàncies entre punts.
- **Projeccions de direcció vertadera:** es preserven les direccions de tots els punts correctament respecte el centre.

Les projeccions representen la Terra en un pla, això es així, perquè projecten la Terra en una figura geomètrica desenvolupable. Segons la figura geomètrica emprada, les projeccions es poden classificar en:

- **Per desenvolupament:** on es projecta l'esfera sobre una superfície desenvolupable que pot ser tangent o secant a l'esfera.
 - **cilíndriques:** el punt de vista esta situat en el centre de l'esfera. El pla de projecció és un cilindre tangent a l'esfera al llarg d'un cercle màxim.
 - **còniques:** el punt de vista esta situat en el centre de l'esfera. El pla de projecció es un con tangent o secant a l'esfera.
- **Azimutals:** tota la superfície es projecta sobre un únic pla de projecció.
 - **ortogràfiques:** el punt de vista esta situat en el infinit. (figura 13a)

- **escenogràfiques:** el punt de vista esta situat en un punt propi fora de l'esfera.(figura 13b)
- **estereogràfiques:** el punt de vista esta situat en les antípodes del punt de tangència del pla de projecció. (figura 13c)
- **gnomòniques:** el punt de vista esta situat en el centre de l'esfera. (figura 13d)
- **Polièdriques:** on es divideix la superfície en trapezis esfèrics. El pla de projecció es tangent al punt mig del trapezi. El punt de vista o centre de projecció esta situat a el infinit.

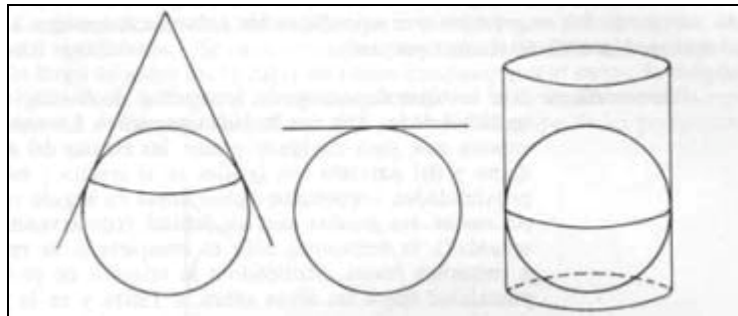


Figura 12: diferents projeccions per desenvolupament

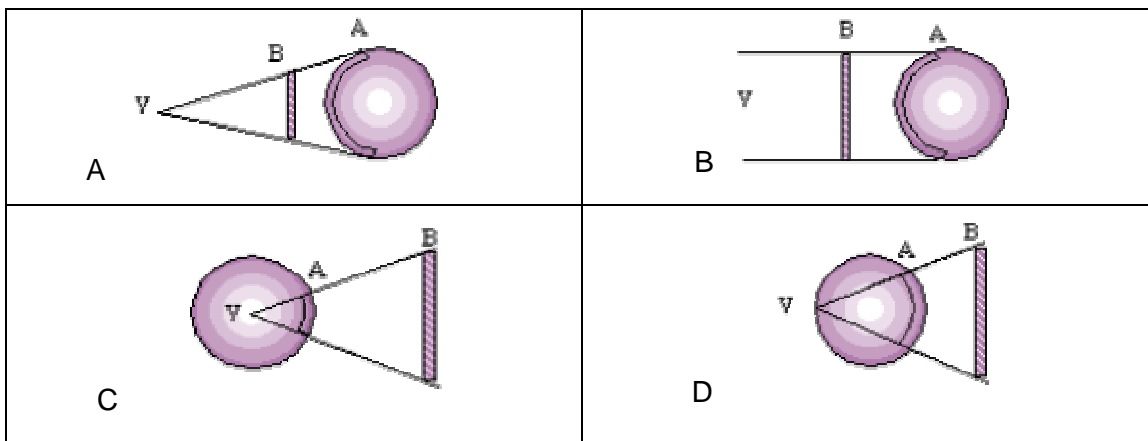


Figura 13: projeccions azimutals

En un sistema de coordenades projectades, planes, els punts són identificats per les coordenades x , y en una quadricula, amb l'origen en el seu centre. Cada posició té dos valors que fan referència sobre la localització central. Un valor especifica la posició horitzontal, coordenada x , i l'altre la posició vertical, coordenada y . Segons això, les coordenades en l'origen són $x = 0$ i $y = 0$.

S'ha de tenir en compte que les distorsions son pràcticament nul·les en la línia on la figura talla l'el·lipsoide, i augmenten amb la distància a aquesta.

3.4 Projeció Universal Transversal de Mercator (UTM)

Totes les projeccions que es poden utilitzar tenen determinades avantatges i inconvenients. Actualment, s'utilitzen per a mapes a mitjana i gran escala, projeccions conformes (veure capítol 3.3).

La projecció UTM és una projecció conforme i es adoptada per la majoria de països del món.

La projecció UTM és un sistema cilíndric transvers conforme, tangent al globus terraquí al llarg d'un meridià, que s'escull com a meridià d'origen.

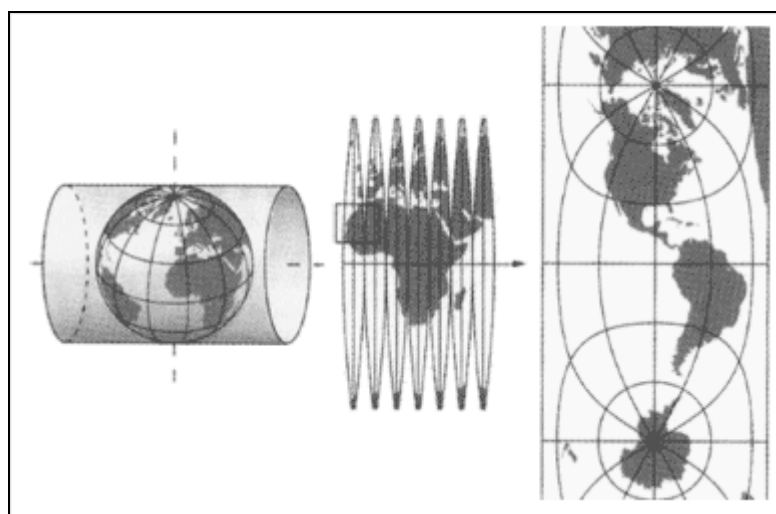


Figura 14: representació de la projecció UTM mitjançant un sistema cilíndric transvers

Aquest sistema, conserva els angles, però distorsiona totes les superfícies sobre els objectes originals així com les distàncies existents; és a dir, aplicat a grans extensions de longitud, fa que allunyant-se del meridià de tangència apareguin deformacions considerables.

Per això, es subdivideix la superfície terrestre en 60 fusos, amb una amplada de 6 graus de longitud, i cada un d'aquests fusos es projecta mitjançant un cilindre diferent minimitzant d'aquesta manera les distorsions.

Cada fus està dividit al seu temps en 20 bandes, des de la C fins la X, com es pot veure en la figura 15. Les bandes C a W estan separades 8 graus, i l'última la X té 12 graus. En la projecció UTM tant els paral·lels com els meridians són línies corbes.

La representació de la Terra segons la projecció UTM és la que es pot observar en la figura 15.

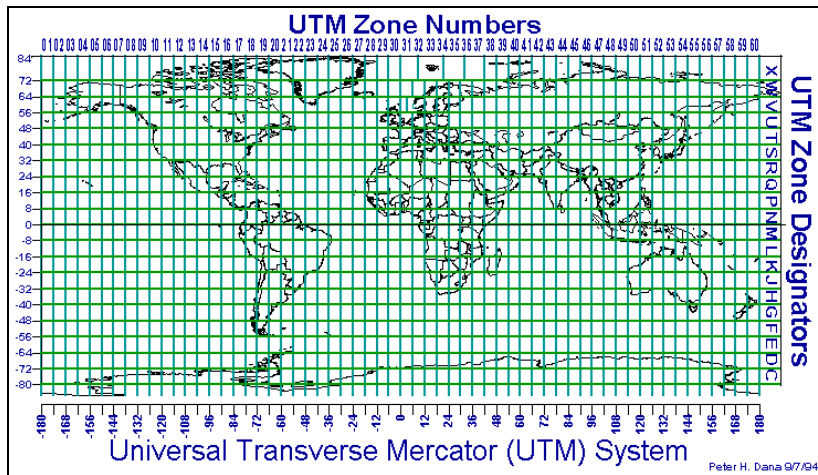


Figura 15: projecció UTM sobre un pla, amb els seus fusos

Alhora de tractar amb coordenades UTM cal tenir en compte el fus en que es troba la zona del mapa a tractar. El fus és l'àrea situada entre dos meridians de la Terra, comprenen 6° de longitud. Les coordenades UTM tenen un sistema de referència diferent en cada fus amb el que s'aconsegueix disminuir les distorsions produïdes per aquest tipus de representació.

Les coordenades UTM venen expressades en metres. L'eix de les ordenades augmenta cap al nord i ve expressat, a Catalunya, que es troba principalment en el fus 31, de 0° a 6° est, en milions de metres. Mentre que, les coordenades del eix d'abscisses augmenten cap a l'est i s'expressen en milers de metres.

Per a simplificar la lectura de les coordenades en els mapes es fa un canvi d'unitat passant de metres a quilòmetres, això es fa eliminant els tres últims zeros, i apareixen en menor tamany la primera xifra, eix d'absices, i les dos primeres xifres de l'eix d'ordenades.¹⁹

En la figura 16, es pot veure com apareix la dada ⁴⁴40 en l'eix d'ordenades, s'hauria d'afegir tres zeros per a la lectura correcta de la posició en coordenades UTM, quedaria com a 4.440.000 metres.

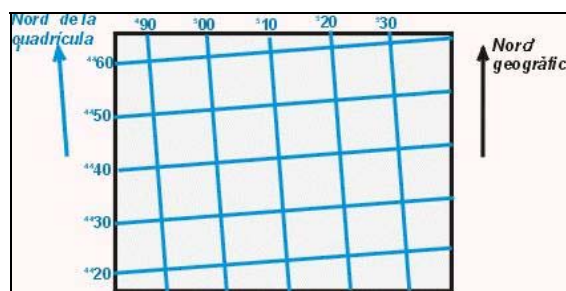


Figura 16: representació UTM

¹⁹ Universitat Autònoma de Madrid. Coordenades UTM (http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/casado/GEORED/Topo-1/coordenadas_utm.htm)

Capítol 4: Eines i recursos per a la construcció del SIG

En el present treball s'ha desenvolupat fins ara la part teòrica sobre els SIG, ara però, s'analitzaran les eines i materials necessaris per al desenvolupament d'un cas pràctic.

En aquest capítol es farà una breu descripció del programari utilitzat, així com dels recursos externs emprats, com són els mapes i ortofotos utilitzades per al desenvolupament del SIG.

Els programes informàtics utilitzats per construir el SIG són GeoMedia de la casa Intergraph, en la seva versió 6.0 Professional, i el programa de base de dades MS Access per tractar les taules d'informació, a més s'utilitzarà l'entorn de programació *Microsoft Visual Studio .NET* en la seva versió 2003, per a la programació de les noves funcionalitats.

4.1 GeoMedia Professional

Per a la construcció del SIG s'ha escollit el programa GeoMedia de la casa *Intergraph* en la seva versió *Professional 6.0*, del qual s'ha obtingut una llicència d'estudiant proporcionada pel tutor.

GeoMedia Professional és un programa destinat a la implantació dels SIG. Forma part de la família de productes GeoMedia que ha creat la casa Intergraph, sent la versió Professional la més completa que inclou funcionalitats que no tenen les versions més bàsiques.

Les característiques més importants de GeoMedia són:

- eines i serveis per al treball corporatiu
- finestres de mapes optimitzades
- suport per arxius en format AutoCad 2004/2005, MicroStation V8
- funcions per al treball web
- integració amb aplicacions ofimàtiques
- permet la programació de noves funcions, així com la total personalització de l'entorn de treball per part de l'usuari
- etc.

Bàsicament GeoMedia Professional 6.0 utilitza un entorn de treball anomenat *GeoWorkspace*, i emmagatzema les dades en uns espais anomenats magatzems. En aquests magatzems es troba tota la informació gràfica com la no gràfica.

La unitat bàsica amb la que treballa GeoMedia Professional 6.0 són les entitats, que representen els objectes del món real. Les entitats d'un mateix tipus s'agrupen en uns conjunts anomenats classes d'entitats.

GeoMedia Professional 6.0 admet diferents mètodes de captura de dades. Es poden digitalitzar les entitats directament en la pantalla o es poden introduir entitats mitjançant entrades de coordenades de geometria amb entrades de precisió per teclat. També permet però, utilitzar dades de fonts externes utilitzant les funcions d'importació.

Un aspecte a tenir en compte és que no cal seguir cap ordre en aquest sentit, és a dir no importa crear les entitats i donar-li atributs i més tard digitalitzar, que fer-ho al inrevés.

La manera com el programa representa les dades contingudes són dos:

- **finestra de mapa:** on es mostra la representació gràfica dels diferents objectes.
- **finestra de dades:** on es detallen els atributs dels objectes, de manera molt semblant a la taula d'una base de dades.

Una de les funcions més importants dels SIG és l'anàlisi de les dades. Els SIG són capaços d'analitzar tant les dades geogràfiques com les no gràfiques, i potser el més important, es que també són capaços d'analitzar totes dues alhora. Les principals funcions d'anàlisi de dades de que disposa *GeoMedia Professional 6.0* són les següents:

- **zones d'influència:** són les àrees al voltant d'un o varis objectes, i que es veuen influenciades per aquest. Un exemple seria analitzar l'àrea d'influència de les fonts públiques, el resultat d'aquest anàlisi podria ser la necessitat de construir-ne de noves si s'arriba a la conclusió que hi ha mancances en la seva distribució.
- **mapes temàtics:** on es classifiquen les dades segons els valors dels atributs d'una classe d'entitat seleccionada. Per exemple, una classe d'entitat "comarques" es podria classificar segons els valors de les precipitacions anuals.
- **relacions:** que són el vincle entre dos tipus de classe d'entitat, això permet compartir els atributs i obtenir consultes úniques.
- **atributs funcionals:** aquests atributs es defineixen a partir d'altres atributs. Un exemple seria calcular el nombre d'habitants per metre quadrat d'una comarca qualsevol, ja que es coneixen les dos dades, els habitants totals, i la superfície de la comarca.
- **consultes:** sobre els atributs tant gràfics com no gràfics de les entitats.

Un altre dels aspectes destacats que permet *GeoMedia Professional 6.0*, es la producció d'informes, que permeten obtenir presentacions acurades dels projectes.

4.2 Programació d'aplicacions. Visual Studio . NET

GeoMedia Professional permet el desenvolupament d'aplicacions a mida per part de l'usuari.

El llenguatge de programació més utilitzat per a desenvolupar aplicacions per a GeoMedia Professional 6.0 és Visual Basic, tot i això es possible programar aplicacions en altres llenguatges, com ara C++.

Existeixen diferents maneres de programar amb GeoMedia Professional 6.0:

- **mitjançant comandes:** un cop desenvolupades s'executen des de l'aplicació, i queden totalment integrats en l'entorn de *GeoMedia Professional 6.0*.
- **aplicacions basades en components de GeoMedia:** són aplicacions independents que utilitzen els controls i biblioteques propis de *GeoMedia Professional 6.0*, però que en cap cas es comuniquen amb ell.
- **aplicacions controladores de GeoMedia:** aquestes aplicacions si que es connecten amb *GeoMedia Professional 6.0* i controlen la seva activitat.

S'han desenvolupats diferents objectes, classes i mètodes disponibles per al llenguatge de programació Visual Basic, tot i que segons quin tipus de control del programa es vulgui obtenir caldrà fer la programació en C++.

La versió de GeoMedia Professional 6.0 admet com a novetat l'entorn de programació Visual Studio.NET, no disponible en anteriors versions.

GeoMedia té una eina, el **assistent de comandes**, que ajuda a desenvolupar les comandes amb gran facilitat, automatitzant gran part del treball de programació. Aquest assistent és un complement que s'instal·la automàticament dintre de Visual Studio.NET. La manera de cridar-lo és la següent:

- obrir Visual Studio.NET
- obrir el menú **Herramientas** (veure figura 17)
- seleccionar **GeoMedia Command Wizard**

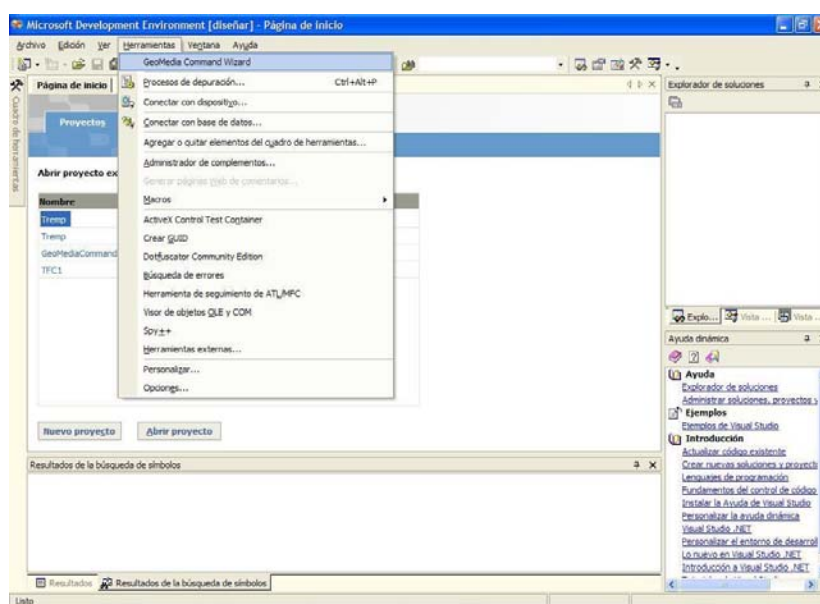


Figura 17: pantalla de Visual Studio.NET

Un cop obert es mostra un assistent que permet configurar aspectes de la nova comanda que s'ha de crear, tal com es pot veure en la figura 18.



Figura 18: pantalla de l'assistent de creació de comandes

Un cop finalitzat l'assistent es crea un projecte amb les classes i mètodes segons l'indicat a l'assistent. Aquestes parts de codi són però, estàndards i cal que l'usuari programi les noves funcions.

Un cop acabat de programar cal compilar-lo i a més registrar-lo dintre de GeoMedia, per a què sigui accessible des del menú o la barra d'eines.

4.3 Institut Català de Cartografia (ICC)

Per a la construcció del SIG seran necessàries imatges georeferenciades. La font d'informació principal d'on es poden obtenir aquestes, a més del mapa amb la base municipal, és l'ICC.

L'ICC es creà, a l'octubre de 1982, com a organisme autònom comercial, industrial i financer de la Generalitat de Catalunya. Actualment, des de juny de 1997, el ICC és una entitat de dret públic de la Generalitat de Catalunya.

L'any 1995, l'ICC va assumir la gestió del Servei Geològic de Catalunya, unitat que anteriorment estava adscrita a la Secretaria General del Departament de Política Territorial i Obres Públiques.

Les activitats principals de l'ICC són:

- Elaboració, reproducció i difusió de treballs cartogràfics de base, que es concreta en programes d'actuació sobre tot Catalunya.
- Densificació i conservació de la xarxa geodèsica d'ordre inferior.
- Elaboració dels projectes de cartografia vial necessaris per a la realització dels projectes de carreteres i obres públiques a Catalunya.
- Execució de programes de desenvolupament de la cartografia temàtica i la destinada a l'avaluació de recursos, mitjançant tècniques de teledetecció per a l'estimació d'àrees afectades per incendis, usos del sòl, geologia, etc.
- Creació, estructuració i organització de la Cartoteca de Catalunya, la qual coordina la recollida i l'estudi de la documentació geogràfica i cartogràfica existent.
- Formació d'un banc de dades cartogràfiques amb la finalitat d'utilitzar sistemes automàtics en el traçat de la cartografia, que permet no solament l'obtenció de cartografia de base, sinó també l'explotació immediata per a serveis com les obres públiques, el cadastre, etc.
- Coordinació tècnica dels treballs cartogràfics que facin entitats públiques i privades, si s'escau, i la col·laboració amb organismes públics, tant de comunitats autònomes com a nivell d'Estat, i entitats privades d'anàloga finalitat.
- Publicació i difusió dels treballs que es creguin d'interès públic o científic realitzats per l'ICC.

Dins d'aquest context, l'ICC realitza serveis cartogràfics de caràcter oficial i d'interès general per a la Generalitat de Catalunya, a més d'assumir estudis i treballs encomanats o sol·licitats per qualsevol entitat pública o particular. Des dels seus inicis es preocupa de disposar d'una cartografia de qualitat que permeti la planificació i el suport de les diferents actuacions territorials.

De totes les dades que ofereix l'ICC, les que es faran servir en el projecte són les que s'ofereixen a través de l'opció Productes / Geoserveis. Aquests serveis de dades estan

orientats a proporcionar informació cartogràfica a d'altres aplicacions, i per tant només són directament accessibles des de programari SIG, com és el cas de GeoMedia Professional.

Els diferents recursos que es poden obtenir són:

Ortoimatge 1:5.000

Ortoimatges d'escala 1:5.000, sense toponímia.



Base topogràfica 1:5.000

Base topogràfica 1:5.000 en format ràster.

Amb informació sobre altimetria, comunicacions, hidrografia, poblament, toponímia i vegetació, cada un amb la seva subdivisió en capes.



Ortoimatge 1:25.000

Ortoimatges d'escala 1:25.000, sense toponímia.



Base topogràfica 1:50.000

Base topogràfica 1:50.000 en format ràster i també en format vector (GML).

Amb informació sobre altimetria, comunicacions, hidrografia, poblament i toponímia, cada un amb la seva subdivisió en capes.



Límits administratius

Mapa amb la divisió administrativa de Catalunya a escala 1:50.000, tan en format ràster com en format vector (GML).

Amb informació sobre comarques, noms de comarca, municipis i noms de municipi.



Talls de les sèries cartogràfiques del ICC

Referències sobre els diferents talls de les sèries cartogràfiques produïdes per l'ICC, tant en format ràster com en format vector (GML).

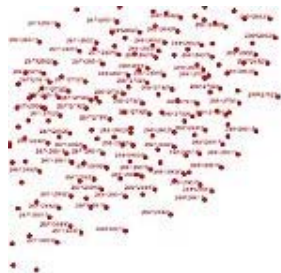
Amb informació sobre talls i identificadors dels fulls de les sèries a escala 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000 i 1:50.000.

400.33	400.43	400.53
400.34	400.44	400.54
400.35	400.45	400.55
400.36	400.46	400.56

Vèrtexs de la xarxa geodèsica utilitària

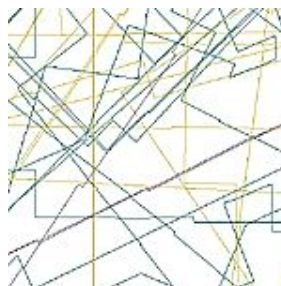
Vèrtexs de la xarxa geodèsica utilitària de Catalunya, tant en format ràster com en format vector (GML).

Amb informació sobre els punts geodèsics i els seus identificadors.

**Vols cartogràfics del ICC**

Límits dels diferents vols cartogràfics realitzats pel ICC a Catalunya, tant en format ràster com en format vector (GML).

Conté una única capa d'informació amb els límits dels vols realitzats.

**Mapa topogràfic a escala 1:250.000**

Mapa topogràfic de Catalunya 1:250.000 en format ràster.

**Imatge de satèl·lit Landsat**

Imatge de Catalunya presa des del satèl·lit Landsat.



Taula 6: recursos disponibles pe l'ICC²⁰

²⁰ICC (<http://www.icc.es/catala/webservices.html>)

Capítol 5: Cas Pràctic. Construcció d'un SIG per a la gestió municipal

En aquest capítol es veurà des d'un punt de visió més pràctic la construcció e implantació d'un SIG que permeti donar resposta a les necessitats més bàsiques que pot tenir un ajuntament

5.1 Introducció

S'ha escollit com a municipi de referència Tremp, del qual el present projecte es centrarà en una zona nova que actualment està en fase de desenvolupament, com es pot veure en la figura 19.



Figura 19: Situació de la zona objecte del SIG

Per a la realització del SIG, es partirà del mapa de Catalunya, exactament de la base municipal obtinguda de l'ICC, i s'anirà acostant la visualització fins arribar a la ciutat i a la zona de referència.

La zona a desenvolupar es digitalitzarà directament sobre les ortofotos obtingudes també de l'ICC. El programari SIG escollit GeoMedia Professional 6.0, facilita aquesta operació amb diverses eines dissenyades per aquest propòsit.

També es crearà l'estructura de dades necessària, associada als elements del SIG, per a resoldre diferents qüestions que es poden plantejar en la gestió d'un municipi. (veure capítol 5.8)

Finalment es programaran una sèrie d'aplicacions, integrades dintre de GeoMedia, que permetran resoldre diferents qüestions relacionades amb la gestió municipal. (veure capítol 5.9)

5.2 Cartografia de referència

Primer s'ha obtingut la base municipal de Catalunya elaborada per l'ICC, a escala 1:1.000.000, que inclou els municipis, les comarques, les províncies i la comunitat autònoma amb els seus respectius caps. Els formats descarregats han estat DXF i DGN.

També s'han obtingut ortofotos digitals, també elaborades per l'ICC, sense toponímia, resolució 1 m i projecció UTM, amb una escala de 1:5.000.

La zona escollida pel desenvolupament del treball ha estat la població de Tremp, cap de comarca del Pallars Jussà. Per a poder representar completament la població ha calgut consultar els talls de les sèries cartogràfiques per conèixer quines ortofotos es necessitaven. De la consulta es va despendre la necessitat d'obtenir les següents quatre ortofotos:

- orto5mv30f258088cor03.sid
- orto5mv30f258089cor03.sid
- orto5mv30f259088cor03.sid
- orto5mv30f259089cor03.sid

Els arxius digitals del ICC són sempre georeferenciats al fus 31 UTM i amb datum European Datum 1950 (ED50), cosa que s'ha de tenir en compte alhora de definir el sistema de coordenades en GeoMedia, com es pot veure en la figura 20

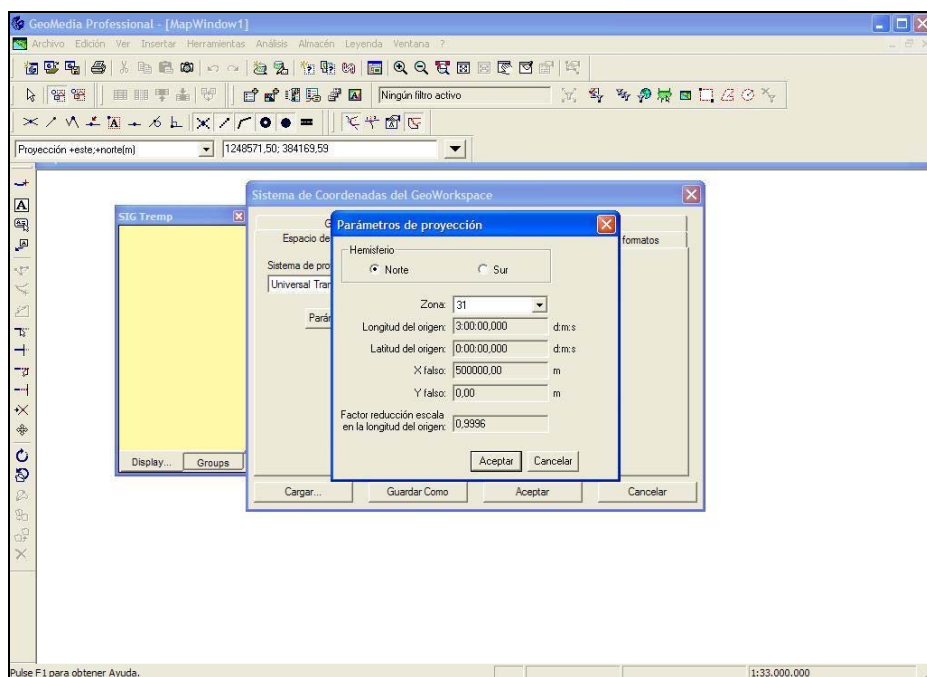


Figura 20: introducció dels paràmetres de definició del sistema de coordenades

5.3 Visualització de la Base Municipal

Per tal de poder treballar amb la base municipal, ha calgut inserir-la dintre d'un projecte GeoMedia.

Per a fer-ho s'han seguit els següents passos:

- Definir un esquema de servidor CAD, com es pot veure en la figura 21, on s'han associat les capes a diferents entitats, per a poder treballar més còmodament amb elles.
- Crear una connexió nova de tipus CAD

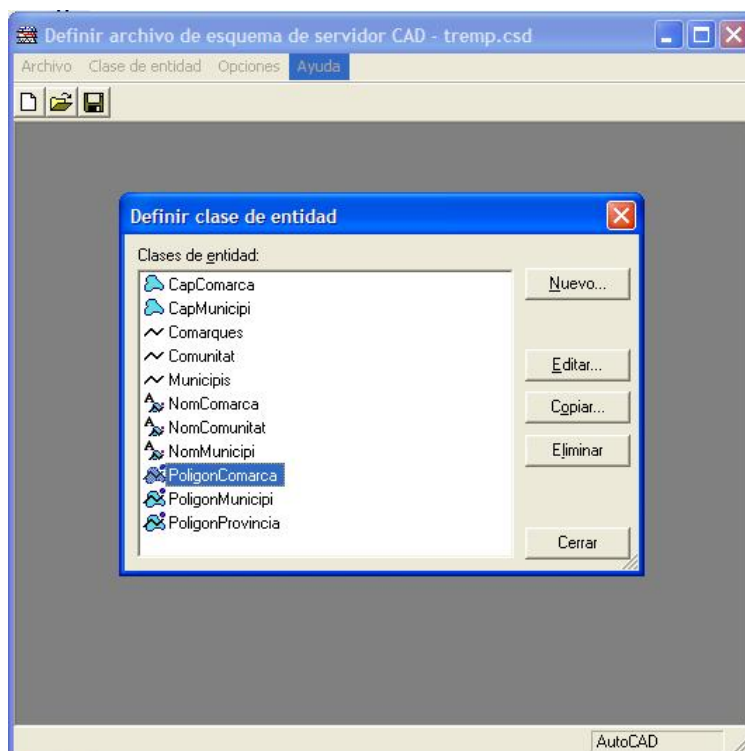


Figura 21: pantalla de definició d'entitats dintre de l'esquema de servidors

5.4 Registre de les ortofotos

Per tal de poder treballar amb les imatges georeferenciades correctament, ha calgut utilitzar l'eina que ens proporciona GeoMedia el **Registre d'imatges**.

Per a la base municipal, ha calgut crear un servidor CAD que crida la cartografia descarregada, i sobre la qual ens ha calgut crear les entitats necessàries per a poder fer la transformació.

Per a les ortofotos, s'han seguit els següents passos:

- Obtenir les coordenades de les quatre cantonades de cada ortofoto, mitjançant el programa GeoExpress View i els càlculs adequats.
- Registrar les imatges en GeoMedia, introduint les coordenades calculades, com es pot veure en les figures 22 i 23.

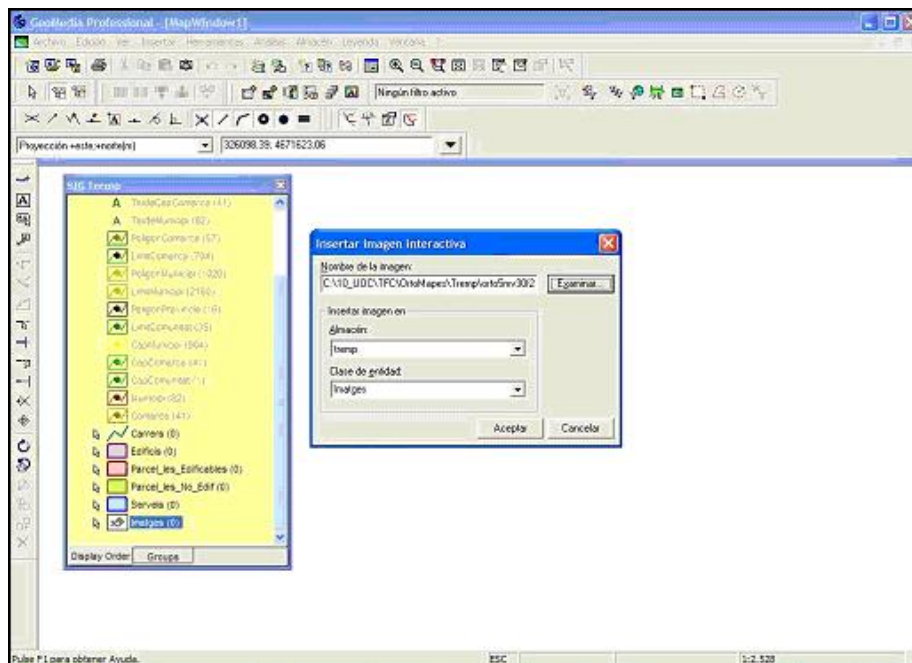


Figura 22: pantalla de GeoMedia on s'indica la ruta de les imatges.

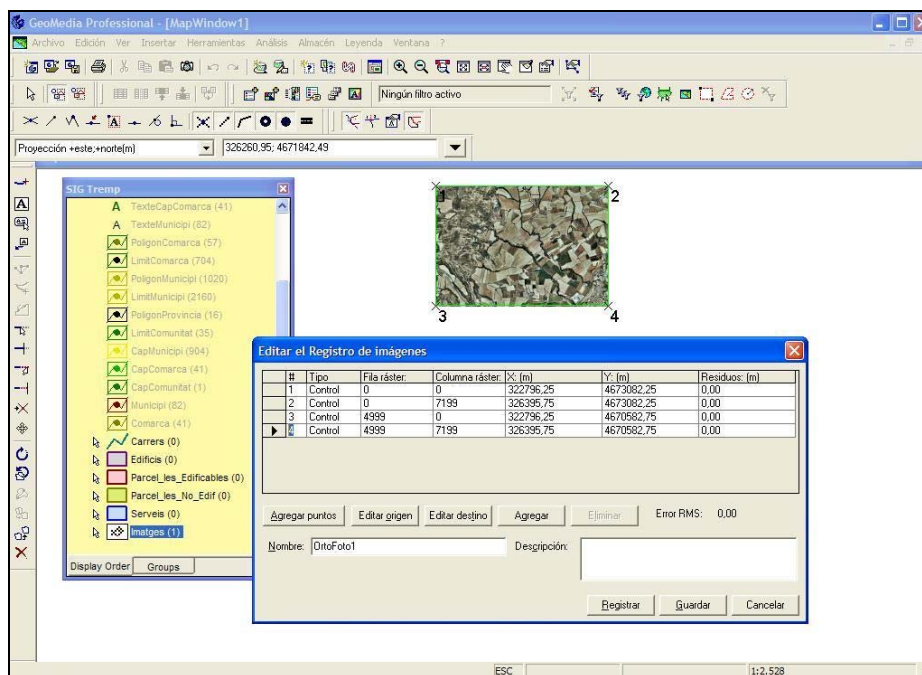


Figura 23: pantalla d'entrada de coordenades per a registrar les imatges

Aquest pas s'ha repetit per a les quatre ortofotos obtingudes, quedant perfectament acoblades tal com es pot veure en la figura 24.

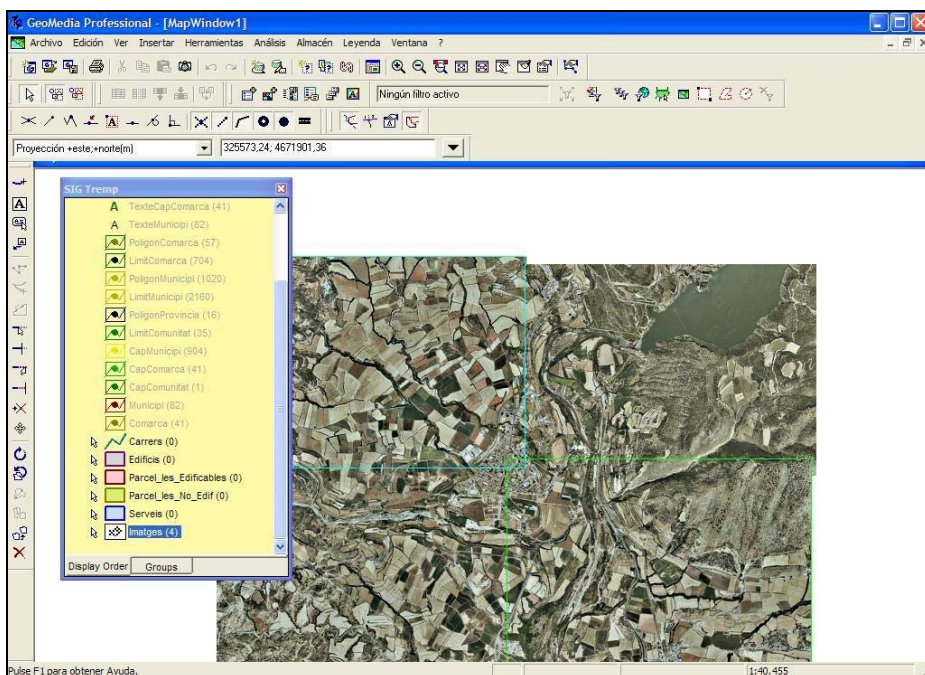


Figura 24: captura amb les quatre ortofotos referenciades.

5.5 Ajust de la visualització

Un cop inserides totes les ortofotos i la base municipal, el resultat es el que es pot veure en la figura 25.

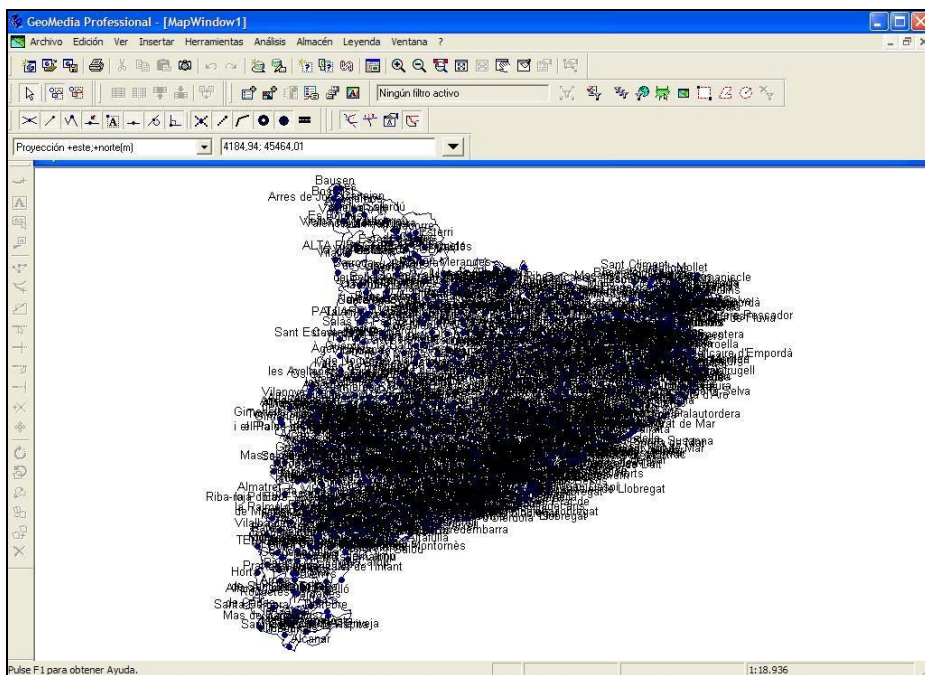


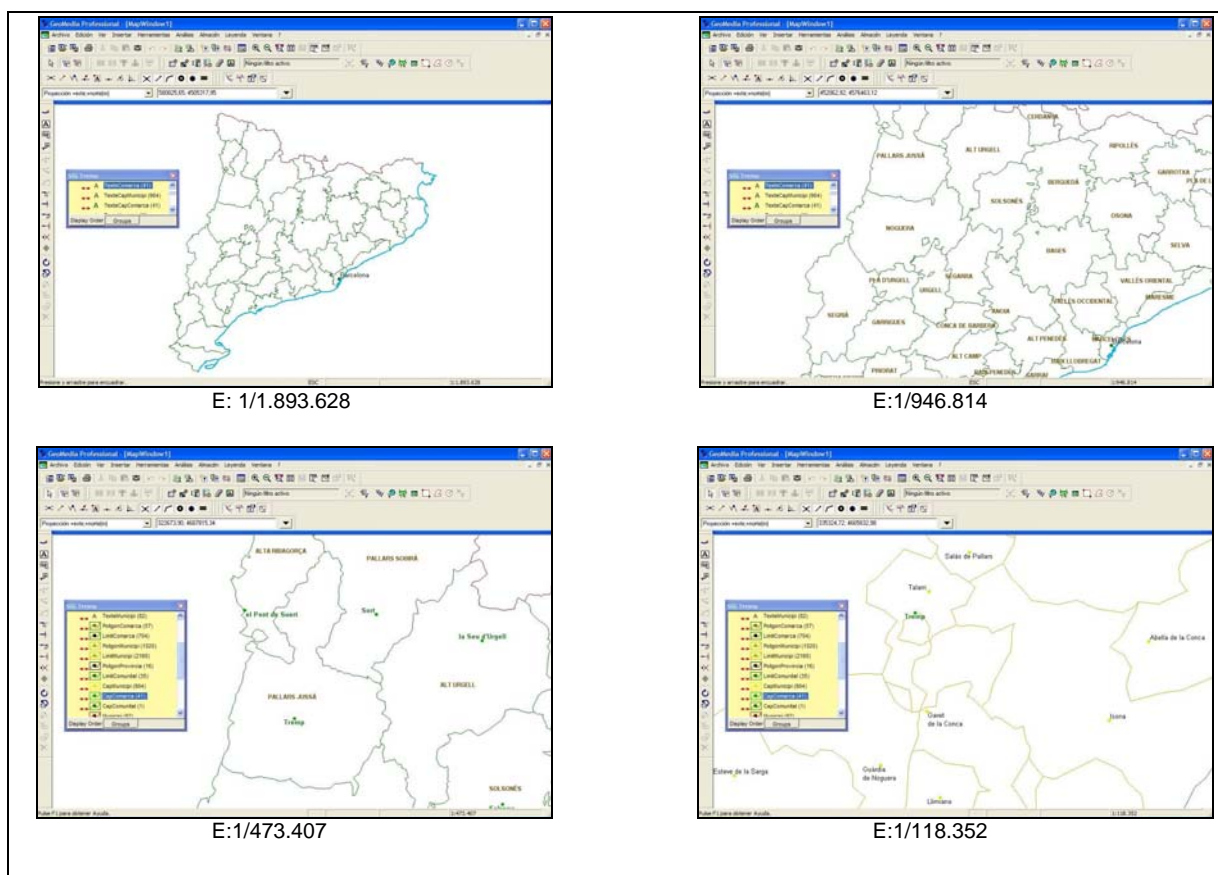
Figura 25: visualització de tots els mapes sense cap ajust

Com es pot observar el mapa es intel·ligible, per això, ha calgut definir noves escales de visualització, que segons quina sigui l'escala del mapa en pantalla ens mostrarà uns atributs o uns altres. Així, doncs, s'han definit les següents escales depenen de la entitat:

Entitat	Escala mínima	Escala màxima
límit comunitat	1	1:1.000.000.000
comarques	1	1:1.000.000
text comarques	1:200.000	1:1.000.000
municipis	1	1:200.000
text municipis	1	1:100.000
ortofotos	1	1:50.000

Figura 26: relació escales de visualització segons la entitat

En les següents captures de pantalles, es pot observar com depenen de l'escala de visualització es mostren unes entitats o altres:



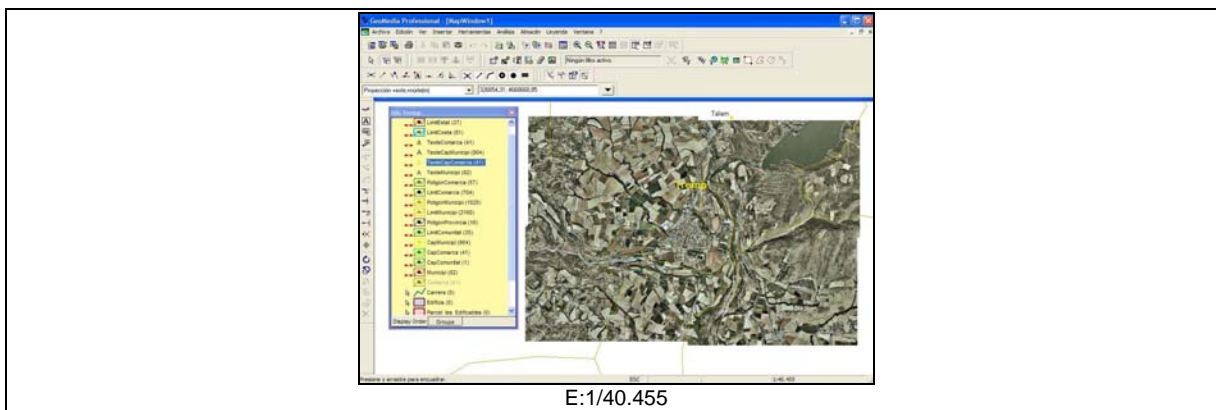


Figura 27: visualització dels mapes segons diferents escales

5.6 Creació de les entitats

Una entitat és un element geogràfic que esta representat al mapa amb una geometria i a la qual se li poden assignar uns atributs.

Les entitats creades corresponen a dos grans grups:

- Base municipal: on entre d'altres s'han creat per a la correcta visualització les següents entitats:
 - província
 - comarca
 - municipi
 - cap de comarca, amb el seu text i localització
 - cap de municipi, amb el seu text i localització
 - límits territorials, com el d'estat i el de costa.
 - etc.
- SIG de Trep, on per a poder fer la gestió municipal s'han creat les següents entitats:
 - Carrer
 - FuturCarrer
 - Serveis
 - Edificis
 - Parcel_les_Edificables
 - Parcel_les_No_Edificables
 - ZonaVerda

S'han incorporat altres entitats, com ara els hidrants²¹, utilitzats per a la creació de mapes temàtics, tal com es pot veure en el capítol 5.9.4

5.7 Digitalització en pantalla

Un cop creades les entitats, inserides i georefenciades les ortofotos, es pot passar a la digitalització de les entitats directament sobre les ortofotos. Per això es fan servir les eines de que disposa GeoMedia.

Mitjançant el *zoom* es col·loca en pantalla la zona objecte de la digitalització, tal com es pot veure en la figura 28.

²¹ **hidrant**: Aparell hidràulic, connectat a una xarxa general de distribució d'aigua, que hom utilitza per a fornir aigua durant l'extinció d'un incendi. (Gran diccionari de la llengua Catalana)

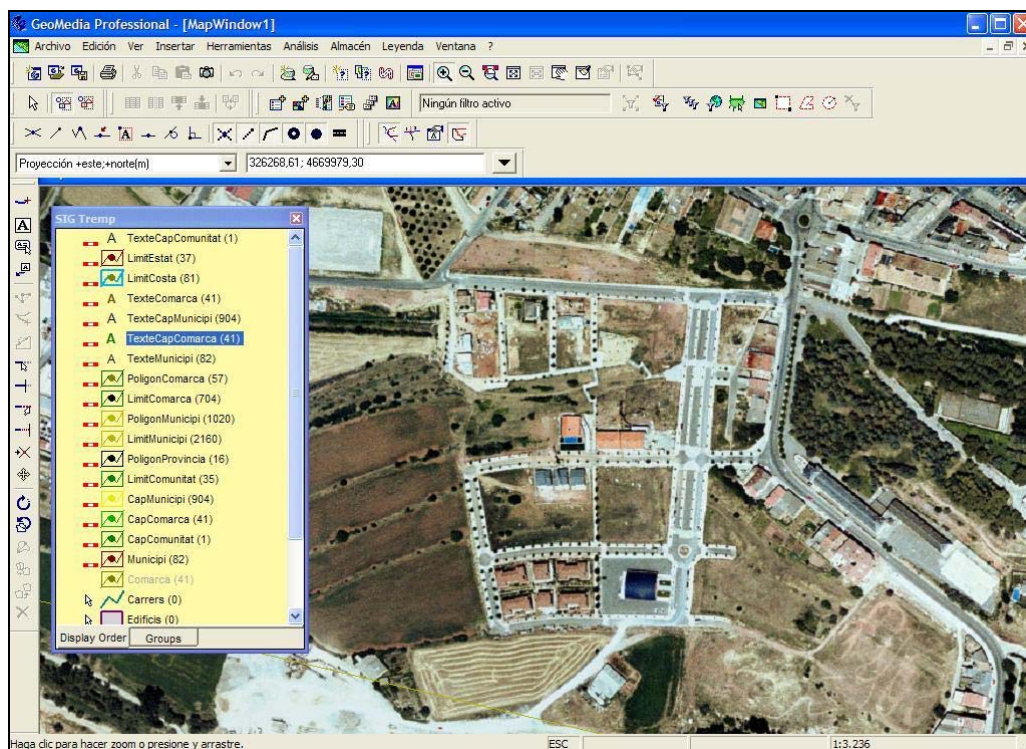


Figura 28: zona objecte de la digitalització d'entitats

El següent pas consisteix en anar inserint entitats sobre la ortofoto. GeoMedia Professional 6.0 proporciona diferents eines especials per a facilitar la digitalització:

- *SmartSnap*: permet el caçat de punts potencials, com ara punt final, vèrtex, punt mig, etc. tant en imatges vectorials com ràster.
- Utilitzar geometries existents: conjuntament amb *SmartSnap* permet reutilitzar les entitats existents, ja que en moltes ocasions les entitats comparteixen límits o geometries.
- Desfer i refer: són comandes comuns a pràcticament tots els programes, i permeten desfer i refer en seqüència els últims canvis realitzats.

Es pot veure el procés de digitalització en la figura 29, on es veu la reutilització de geometries en compartir límits les entitats de tipus Edifici que es digitalitzen.

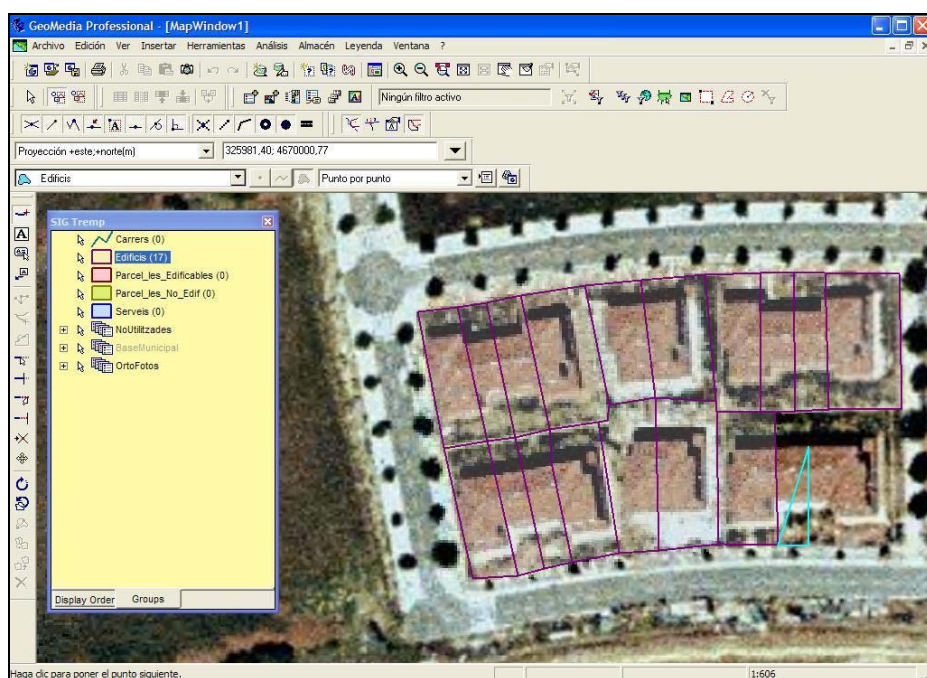


Figura 29: creació d'entitats

Un cop creades les entitats es poden desactivar totes les imatges per a poder treballar més còmodament, com es pot veure en la figura 30.

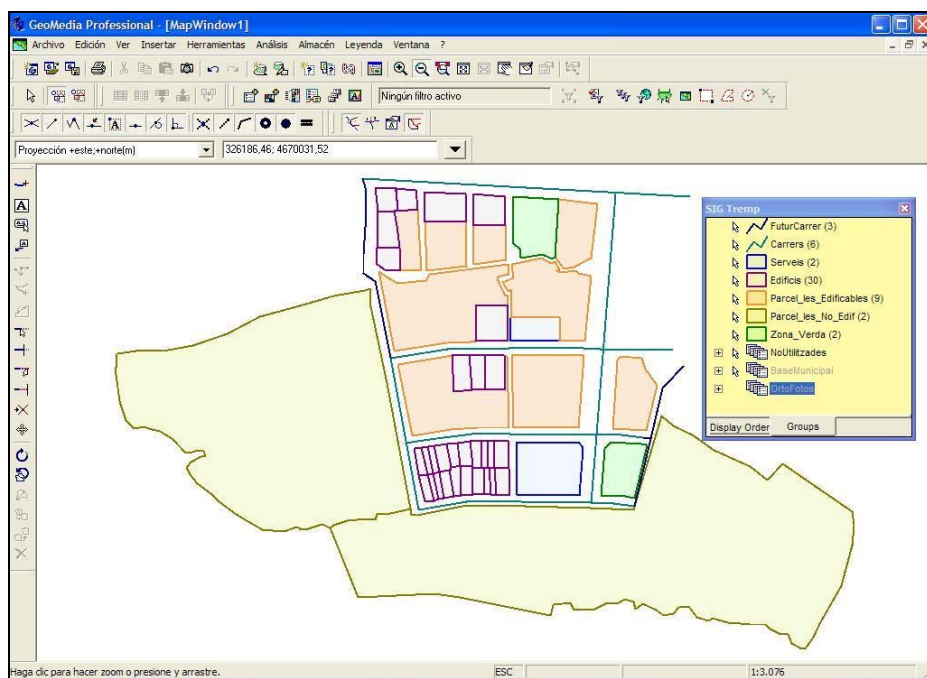


Figura 30: pantalla on només es mostren les entitats digitalitzades

El següent pas consistirà en la definició dels atributs individuals de cadascun dels elements que formen les entitats.

5.8 Disseny de la base de dades i atributs

El projecte SIG ha de donar resposta a les necessitats més bàsiques de l'Ajuntament. Caldrà que contempli les següents qüestions:

- dades cadastrals de cada parcel·la
- càlcul del Impost de Bens Immobles (IBI)
- creació de mapes temàtics
- notificacions

Per a poder dur a terme aquestes funcions, es necessària la creació d'una base de dades on emmagatzemar la informació, que més tard serà consultada per l'aplicació.

Per a dur a terme la digitalització de les parcel·les s'han creat certes entitats, com es pot veure en l'apartat **Creació d'entitats** (capítol 5.6), d'aquestes totes les que defineixen les parcel·les seran d'utilitat alhora d'implementar les noves funcions. Tot i això, els atributs creats inicialment no són suficients i se n'han d'afegir de nous, tal com es pot veure en la figura 31, així com noves taules amb les dades dels propietaris.

Clave	Nombre	Tipo	Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>	Id	AutoNumber	
<input type="checkbox"/>	Referencia	Double	
<input type="checkbox"/>	Superficie	Double	
<input type="checkbox"/>	Any_construccion	Date	
<input type="checkbox"/>	Provincia	Text	
<input type="checkbox"/>	Municipio	Text	
<input checked="" type="checkbox"/>	Situacion	Text	
<input type="checkbox"/>	Us	Text	
<input type="checkbox"/>	Propietari	Double	

Largo: 50 Activar clave primaria

Hipertexto Valor predeterminado:

Aceptar Cancelar

Figura 31: nous atributs de l'entitat Vivendes

Amb tota aquesta informació, s'ha definit el següent esquema de taules i relacions:

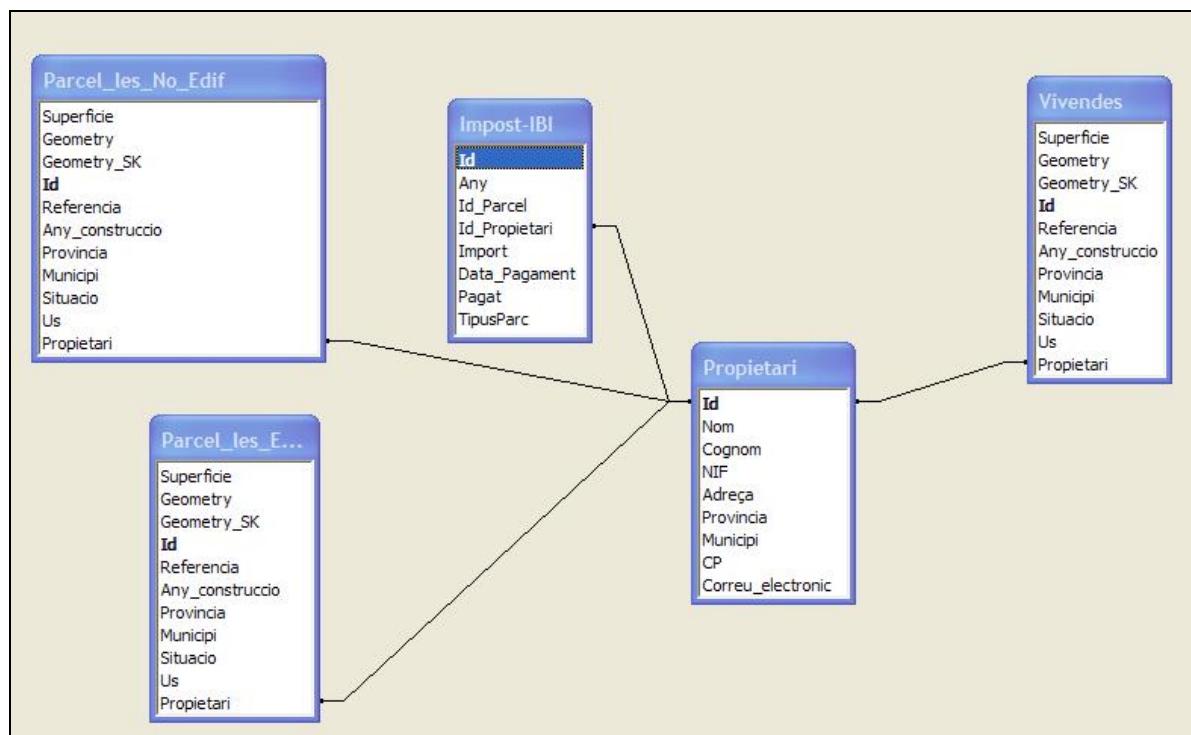


Figura 32: esquema de taules i relacions de la base de dades

5.8.1 Omplir les taules

Totes les dades utilitzades en el projecte són fictícies, sent el seu ús únicament el de poder fer proves amb l'aplicació i els mètodes creats.

S'han utilitzat dos mètodes per omplir les taules amb els atributs necessaris per a poder implementar les funcions requerides:

- directament des de GeoMedia, editant els atributs de les entitats.
- utilitzant MS Access i treballant directament sobre l'arxiu *trempe.mdb*, que és el magatzem del projecte SIG.

5.8.2 Dades Cadastrals

Una de les principals dades amb les que treballa un municipi, ajuntament, etc. són les dades cadastrals, ja que aquestes permeten identificar i localitzar qualsevol finca.

Les dades cadastrals inclouen entre d'altra informació sobre:

- el propietari
- coordenades
- usos

- etc.

La manera d'identificar un bé immoble, és mitjançant la referència cadastral. Aquesta està formada per vint caràcters entre els que s'inclouen, en el cas de béns urbans les coordenades geogràfiques, en el cas de béns rústics també està formada per vint caràcters, però en aquest cas no apareixen les coordenades.

En el present TFC però, no s'han tingut en compte la composició de la referència cadastral per a identificar les parcel·les.

5.8.3 Impost sobre Béns Immobles (IBI)

És tracta d'un impost de caràcter municipal, ja que depèn de les ordenances fiscals de cada ajuntament²²

L'IBI és un tribut directe de caràcter real que grava el valor dels béns immobles rústics, urbans i de característiques especials.

La base imposable de l'impost és constituïda pel valor cadastral dels immobles (valor del sòl més el valor de les construccions), fixat per la Gerència Territorial del Cadastre.

La quota a pagar resulta de l'aplicació dels tipus de gravamen aprovats pels ajuntaments, dintre dels límits establerts, sobre la base imposable o liquidable, segons s'escaigui.

Exemple de càlcul:

- Bé immoble amb valor cadastral de : 8.012,24 €
- Tipus de gravamen aprovat per l'ajuntament: 0,68%
- Base imposable o liquidable: 8.012,24 €
- Quota a pagar: $8.012,24 \times 0,68\% = 54,48 \text{ €}$

En el present TFC per a donar una solució al SIG, el més real possible, caldria consultar el registre de la propietat, les dades cadastrals, així com els tipus de gravàmens que aplica l'ajuntament. Es per tot això que tant les dades cadastrals com les necessàries per al càlcul de l'IBI no són reals, aquest fet però, es podria contemplar com una millora per a versions futures.

5.9 Processos automatitzats sobre GeoMedia

Un cop arribats aquí es pot concloure que ja es té el SIG preparat amb suficients entitats i atributs, com per a poder fer la programació en Visual Basic, on s'han d'implementar les següents funcions requerides:

- Introducció de dades cadastrals de cada parcel·la
- Actualització del pagament de l'IBI
- Mapes temàtics segons el paràmetres demanats a l'usuari.

²² Diputació de Barcelona. Organisme de Gestió Tributaria (juny 2006) <https://orgt.diba.es>

- Notificacions que permetran la generació de correus segons els paràmetres demanats a l'usuari.

A continuació s'analitzarà a fons cada una de les funcions, amb les modificacions incorporades, i es veurà el resultat de la seva execució en el SIG creat.

5.9.1 Apunts previs

S'ha de tenir en compte però, que gran part d'aquestes funcions són contra la base de dades, ja siguin consultes, edicions, etc., per tant seria molt més senzill crear un programa extern que treballés directament sobre l'arxiu Access, i estalviar-se tota la programació de comandes per a GeoMedia Professional 6.0. Donat que no és l'objectiu d'aquest TFC, s'han adaptat les funcions per poder donar a conèixer les possibilitats de la programació de comandes per a GeoMedia Professional 6.0.

Tot i això, per demostrar la integració en l'entorn de programació, una de les funcions, en concret la que calcula el IBI, s'ha creat completament externa a GeoMedia Professional 6.0, creant-se per a la ocasió un executable, que llança un gestor de la base de dades que entre d'altres conté la funció de calcular el IBI.

Un tema que no es pot passar per alt, és la dificultat de programar les aplicacions en Visual Studio.NET, tot i que des de Intergraph, i en els propis manuals de GeoMedia Professional 6.0, es diu que la compatibilitat és total.

No s'ha d'oblidar que el procés automatitzat, GeoMedia Command Wizard, es va dissenyar per treballar sobre Visual Basic 6.0, i que en treballar amb Visual Studio.NET, la importació de funcions i controls no és del tot acurada. Per tot això, i amb la dificultat que ha suposat trobar-ne una versió, la programació final de les comandes s'ha fet amb Visual Basic 6.0.

5.9.1.2 Components utilitzats

A continuació es farà una breu explicació dels components més utilitzats en la programació de les comandes.

La **connexió**, que és el nexe d'unió entre la base de dades geogràfica i la nostra aplicació, és l'encarregada d'intercanviar informació.

En les comandes programades s'han utilitzat dos mètodes per a connectar-se a un Magatzem Geogràfic:

- Crear un Servidor de dades GeoMedia i utilitzar-lo per obrir una base de dades. (dades cadastrals)

Exemple:

```
Dim objDB AS GDatabase, objRS As GRecordset
Set objDB = CreateObject("Access.GDatabase")
objDB.OpenDatabase
"C:\10_UOC\TFC\Projecte\Geomedia\tremp.mdb"
objDB.BeginTrans
Set objRS = objDB.OpenRecordset ("Vivendes", gdbOpenDynaset)
```

- Utilitzar el magatzem actualment obert. (mapa temàtic i notificacions)

Exemple:

```
Dim objConn As Connection, objRS As GRecordset, objOP As  
originatinPipe  
Set objConn =  
gobjGeoApp.Application.Document.Connections("trempe")  
objConn.CreateOriginatingPipe objOP  
objOP.Table = "Vivendes"  
set objRS = objOP.OutpuRecordset  
set objOP = Nothing
```

Com es pot observar, en el segon exemple no cal conèixer la ruta dels arxius per accedir a ells, com passa en el primer exemple, només cal conèixer el nom de les taules sobre les que es vol treballar. Però en canvi, si que és necessari que el projecte estigui obert en GeoMedia Professional 6.0. per accedir a la base de dades.

L'**accés a les dades** de la base de dades mitjançant consultes, es realitza mitjançant els objectes de tipus *GRecordset*, aquest està constituït per registres (files) i camps (columnes).

Les propietats més destacables de *GRecordset* són:

- *BookMark*: indica el registre actiu dintre d'un *recordset*.
- *GFields*: conté els camps del registre actiu.
- *RecordCount*: conté la quantitat de registres.

Els **criteris de selecció** en la base de dades es defineixen en l'objecte *OriginatingPipe*, que genera un *recordset* segons el criteri definit.

Exemple:

```
objConn.CreateOriginatingPipe objOP  
objOP.Table = "Vivendes"  
objOP.Filter = "Superficie > '200'"  
set objRS = objOP.OutpuRecordset  
set objOP = Nothing
```

Un dels components que també s'ha utilitzat en la creació de les comandes ha estat el control de **vista de mapa** o *GMapView*.

Aquest objecte representa un àrea de mapa com a mecanisme per a visualitzar dades espacials, val a dir que, per si sola no conté mètodes per a mostrar dades, i és la classe d'objecte **Legend**, la que conté les dades que es volen mostrar.

També s'ha utilitzat el **control de vista de dades** o *GMDDataView*, concretament en la comanda per generar les notificacions.

L'objecte *GMDDataView* mostra els atributs no gràfics d'una classe d'entitat o d'una consulta. Aquest objecte presenta les dades en una quadricula i permet gràcies al mètode *ExecutePrint*, imprimir les dades mostrades.

Per a la creació de **mapes temàtics** es poden utilitzar dos objectes d'entrada de llegenda temàtica: l'objecte *RangeLegendEntry* i l'objecte *UniqueValueLegendEntry*. Ja s'ha comentat que la llegenda conté les dades que es volen mostrar.

Els objectes *RangeLegendEntry* o *UniqueValueLegendEntry* es creen fora de l'objecte *Legend* i s'afegixen al grup *Legend.LegendEntries*. Abans d'afegir l'objecte d'entrada de llegenda temàtica, ha d'existir el següent²³:

- Una referència a la biblioteca de tipus Intergraph GeoMedia Thematic Display.
- Ha d'assignar-se un conjunt de registres que contingui geometria espacial a la propietat *Recordset*.
- Ha d'especificar-se el nom del camp de geometria del conjunt de registres per al qual s'inclou la geometria espacial. Aquest nom és subministrat per la propietat *GeometryFieldName*.
- Ha d'assignar-se un objecte d'estil a la propietat *Style*.
- Ha d'especificar-se un camp numèric (contingut en el conjunt de registres). Aquest camp és el camp en el qual es generen els rangs o els valors únics. La propietat *AttributeFieldName* s'utilitza per a especificar el camp

Tot i això, per a la creació de la comanda personalitzada que mostrarà un mapa temàtic, veure punt 5.9.4., s'ha utilitzat l'objecte *LegendEntry*, ja que per a la visualització del mapa s'ha utilitzat un nou control de **vista de mapa**, i no ha calgut recórrer als objectes *RangeLegendEntry* o *UniqueValueLegendEntry*.

Exemple:

```
Dim objLE As LegendEntry
Set objLE = CreateObject("Geomedia.LegendEntry")
With objLE
    .GeometryFieldName = "Geometry"
    Set .InputRecordset = onjOP.OutputRecordset    'registre de
                                                    les dades
    Set .Style = objpntStyle                       'definició de
                                                    l'estil
End With
If objLE.ValidateSource Then
    GMapView1.Legend.LegendEntries. Append objLE
    objLE.LoadData
End If
```

5.9.2 Dades cadastrals

Aquesta funció ha de permetre la consulta i edició de la referència cadastral de les parcel·les. Per aquesta funció s'han creat dos icones, que permeten les següents funcionalitats:

- Un formulari on apareix, entre d'altres, la referència cadastral de les parcel·les de tipus vivenda, l'adreça, l'identificador i el nombre total de registres en la base de dades, com es pot veure en la figura 33. El formulari permet l'edició de la referència cadastral i la seva actualització en la base de dades.

²³ Bach, C (2003)

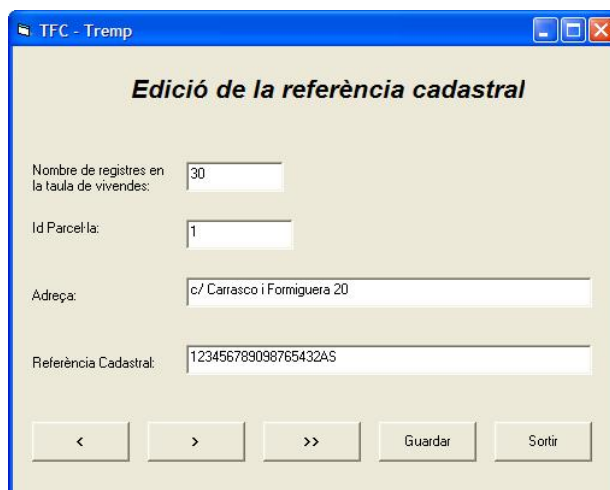


Figura 33: finestra amb la informació de les parcel·les tipus vivenda

El formulari permet recórrer la taula mitjançant els botons, com es pot veure en la figura 34, ara es mostren les dades de la parcel·la amb Id 13. Des d'aquesta pantalla es pot editar la referència cadastral, i un cop fet, pitjar el boto "Editar".

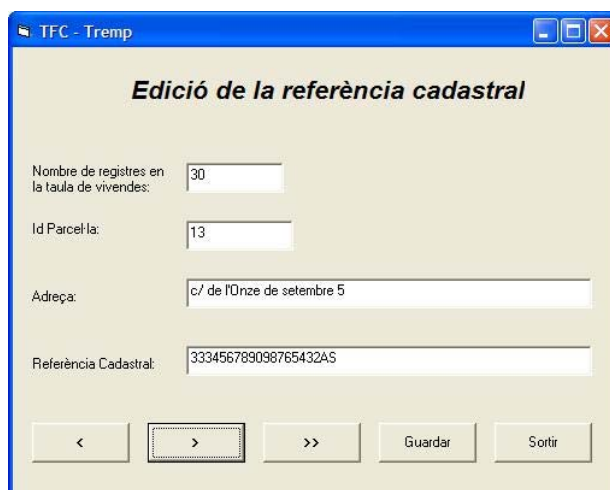


Figura 34: recorregut per la taula de vivendes, i edició de la referència cadastral

En pitjar el boto "Guardar" es demana confirmació per escriure el nou registre en la base de dades, com es pot veure en la figura 35.

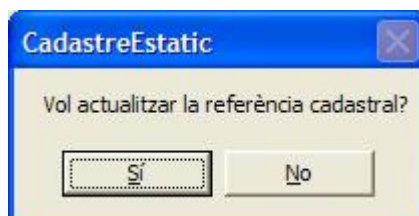


Figura 35: pantalla de confirmació de l'edició de la referència cadastral

- S'ha programat una comanda que crida una finestra que conté un control de vista de mapa, en ella es mostren les parcel·les de tipus vivenda, i en pitjar sobre una

d'elles, es mostra la referència cadastral d'aquesta, tal com es pot veure en la figura 36.

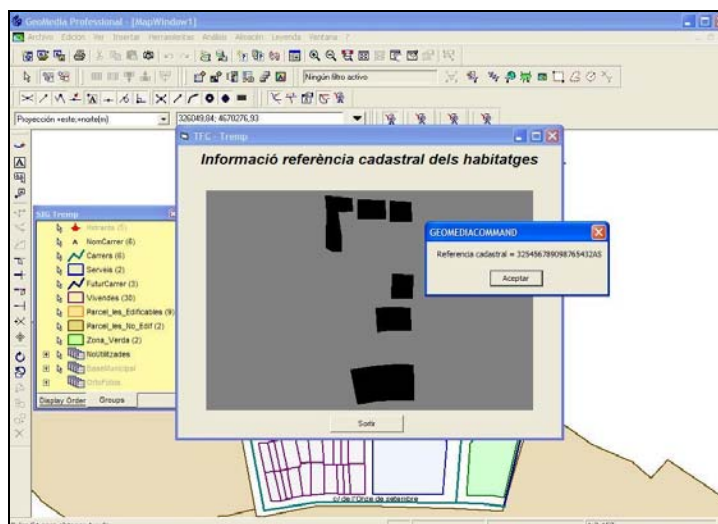


Figura 36: comanda amb un control de vista de mapa

Les dues comandes només s'han programat per a les parcel·les de tipus vivenda, per a la resta de parcel·les, es poden seguir dos camins:

- crear noves comandes, una per a cada tipus de parcel·la.
- afegir en el formulari un control del tipus *ComboBox*, que permeti escollir el tipus de parcel·la sobre el qual es vol treballar.

En un principi la segona opció sembla la millor, i es deixarà aquesta modificació per a versions futures, ja que l'objectiu de mostrar el potencial de les comandes ha quedat demostrat.

5.9.3 Actualització IBI

Aquesta funció permetrà actualitzar l'estat de pagament de l'IBI. Degut a que l'accés a les dades es pot fer directament sobre la base de dades, s'ha creat un programa extern a GeoMedia Professional 6.0.²⁴

En executar el programa apareix una finestra principal, des d'on es pot escollir el tipus de parcel·la sobre el qual es vol treballar, tal com es pot veure en la figura 37.

²⁴ De fet, es podria haver creat una comanda interna que treballés sobre GeoMedia Professional 6.0, on pitjant sobre una parcel·la apareixeria un formulari per actualitzar les dades sobre el IBI, però, fent-ho d'aquesta manera es poden veure totes les possibilitats de programació existents, tal com s'ha comentat en el punt 4.2 i 5.9.1



Figura 37: pantalla d'inici de l'aplicació per a calcular el IBI

Tot seguit apareixen totes les dades sobre una parcel·la, inclosa la del propietari. Si es pitja sobre el boto calcular, el programa calcularà el import del IBI²⁵. A més de fer el càlcul s'actualitza la informació en la base de dades. En figura 38 es pot veure com el programa actualitzà el import.

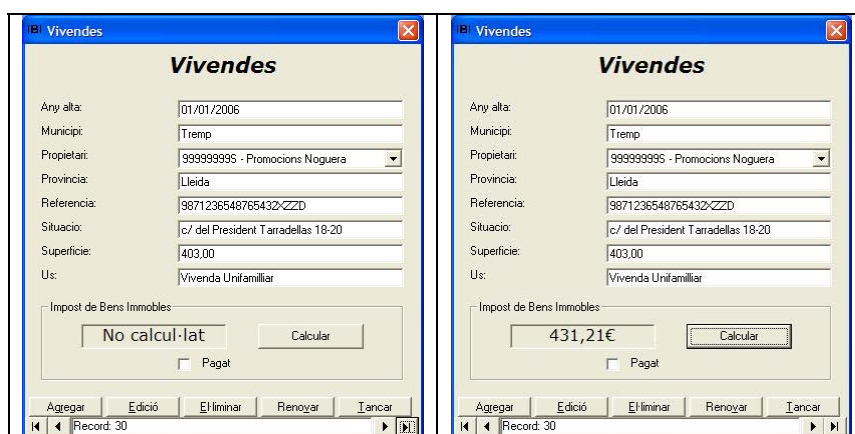


Figura 38: formulari de càlcul de l'IBI

El programa permet a més, indicar la data de pagament, si es marca el control de pagament, es demanarà confirmació de l'acció, figura 39, i en cas afirmatiu s'actualitzarà la base de dades, com es pot veure en la figura 40:

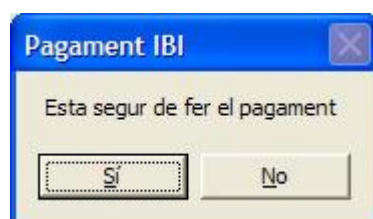


Figura 39: confirmació del pagament de l'IBI

²⁵ el càlcul és fictici i es fa aplicant un coeficient de 1,07 sobre la superfície de la parcel·la



The screenshot shows a window titled 'Vivendes' with the following fields and values:

Any alta:	01/01/2006
Municipi:	Tremp
Propietari:	999999995 - Promocions Noguera
Provincia:	Lleida
Referencia:	9871236548765432ZZD
Situacio:	c/ del President Tarradellas 18-20
Superficie:	403,00
Us:	Vivenda Unifamiliar

Below the fields, there is a section for 'Impost de Bens Immobles' with a value of 431,21€ and a 'Calcular' button. A checkbox is checked with the text 'Pagat el 11/06/2006'. At the bottom, there are buttons for 'Agregar', 'Edició', 'Eliminar', 'Renovar', and 'Tancar', along with a 'Record: 30' indicator.

Figura 40: estat actualitzat del pagament

A més el programa també permet, l'edició de les dades de les parcel·les.

5.9.4 Mapes temàtics

Per poder veure la potencia d'aquesta eina, s'ha creat una nova entitat dintre del SIG, els hidrants, veure capítol 5.6, com es pot veure en la figura 41, i si han afegit cinc unitats.

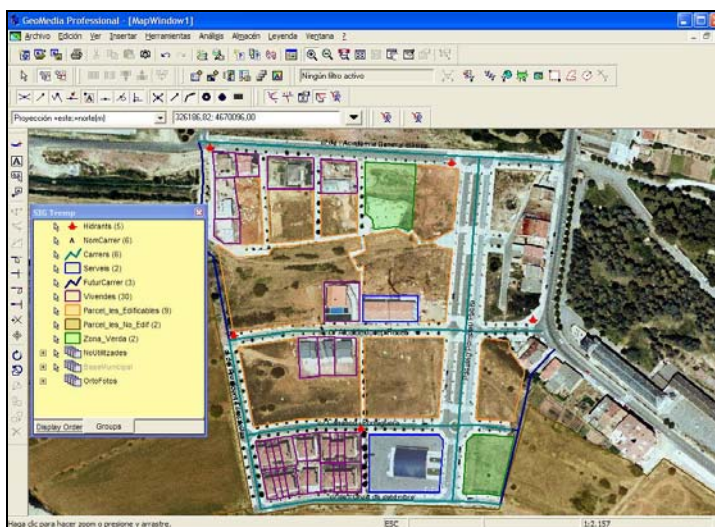


Figura 41: captura de la pantalla del SIG amb els hidrants

Abans de programar la comanda, s'ha creat en el mapa la zona d'influència dels hidrants per un radi d'acció de cent metres, el resultat es pot veure en la figura 42.

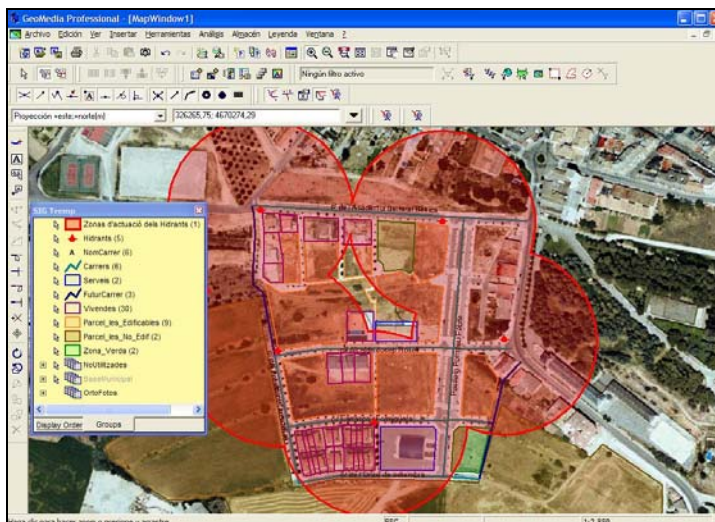


Figura 42: captura de pantalla on es mostrà la zona d'influència dels hidrants

Un cop creat, es desactiva la visualització de la entitat “Zones d'actuació dels hidrants”, i es col·loca dintre del grup d'entitats anomenat “NoUtilitzades”, per no entorpir la visualització del SIG.

En la entitat “Hidrants”, s'ha definit un atribut nou: “Operatiu”, que pot prendre els valors -1 per a Sí, i 0 per a No.

Tal com es mostra en la figura 43, la comanda programada mostrarà un formulari que ens demanarà quin tipus d'hidrant es vol veure.

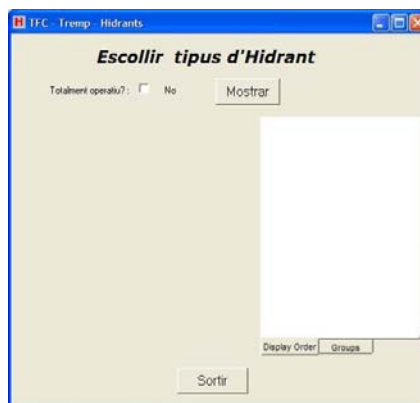


Figura 43: pantalla inicial selecció del tipus d'hidrant

Un cop escollit si es volen veure els operatius o no, en pitjat el boto “Mostrar”, apareixerà una finestra de mapa en el mateix formulari que ens presentarà els hidrants. En la figura 44 es pot veure la presentació en pantalla segons quina opció s'hagi escollit:

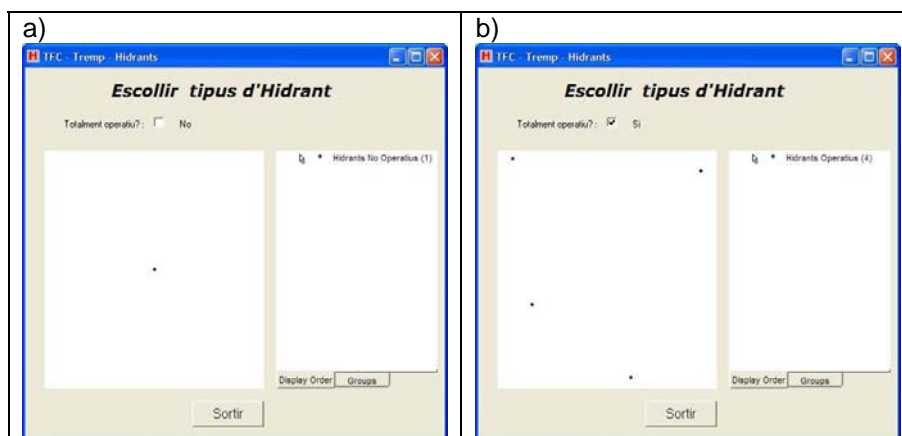


Figura 44: visualització dels hidrants, a) No operatiu i b)Operatiu

Mitjançant la programació de comandes, i utilitzant els controls adients, les possibilitats de crear mapes temàtics es molt gran. Per exemple, es podria demanar mitjançant una comanda que ens dones per pantalla un mapa temàtic amb les persones empadronades en cada habitatge.

5.9.5 Notificacions

Amb aquesta funció es crearà un llistat amb les dades dels propietaris seleccionats, segons els atributs seleccionats per l'usuari.

En executar la comanda, apareix un formulari on es pot pitjar sobre el boto que defineix els tipus de béns, i que en fer-ho es mostrarà en el camp adient el llistat de tots els propietaris que tenen algun d'aquests béns. Un cop obtingut el llistat es pot obtenir una copia impresa si es pitja el boto "Imprimir". Es pot veure el seu funcionament en les figures 45 i 46.

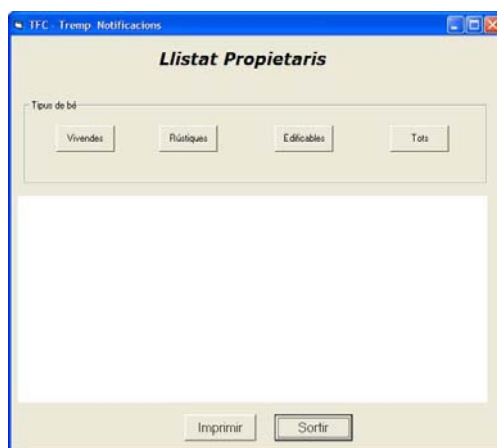


Figura 45: pantalla inicial comanda generació de notificacions

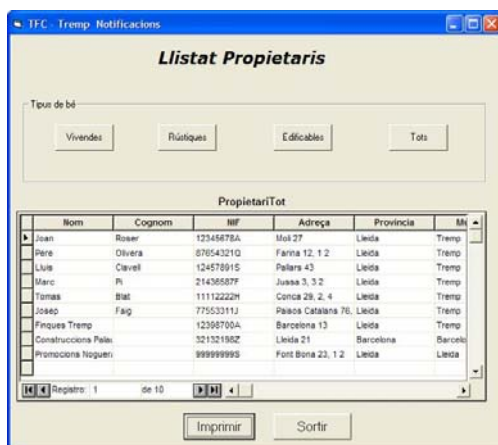


Figura 46: pantalla amb les dades seleccionades

Com a treball de futur es pot plantejar, afegir una comanda que generi un correu electrònic als propietaris seleccionats en el llistat, ja que el control *GMDataview*, permet fer aquesta selecció.

Capítol 6: Treballs futurs

En aquest capítol es fa una descripció de les possibles aplicacions futures de l'aplicació desenvolupada, així com de les millores que no ha estat possible implementar.

6.1 Aplicacions futures

El SIG s'ha desenvolupat per a la gestió municipal d'una zona nova que actualment està en fase de desenvolupament. Donat que s'han establert unes bases solides és possible que per a un futur s'ampliï la gestió per a la resta del municipi.

Les possibilitats d'un SIG són pràcticament il·limitades²⁶, i la seva adaptabilitat també, això permet poder afrontar qualsevol treball futur sense cap problema, uns exemples d'aquests fets seria adaptar o ampliar el SIG per a donar cabuda a les següents funcionalitats interessants per a la gestió d'un municipi:

- gestió de les zones verdes, amb la seva vegetació i sistemes de reg
- gestió de la recollida de residus
- gestió de la vialitat, per exemple gestió de guals, gestió de la circulació, etc.
- etc.

6.2 Millores

Per millorar el SIG creat, es podrien fer unes petites modificacions:

- creació de noves entitats, que permetin identificar tots els tipus de parcel·les, i edificacions, ja que les creades ho han estat com a exemple. Això requerirà una adaptació de la base de dades creada, així com dels magatzems del propi SIG.
- obtenció de dades reals, tant en lo referent a la referència cadastral, com en el càlcul del IBI
- ampliació de les funcionalitats de les comandes creades, tal com s'ha comentat en cada una d'elles en el capítol 5.9

²⁶ Sempre parlant des d'un punt de vista geogràfic.

Capítol 7: Conclusions

Un cop acabat aquest TFC, es pot concloure que s'han assolit els objectius marcats en el seu inici.

S'han assolit coneixements sobre les principals característiques dels SIG, aprofundint en els elements que els componen, i les eines necessàries per al seu desenvolupament. També s'ha aprofundit en coneixements teòrics més propis d'altres estudis, com la Georeferenciació, però necessaris per arribar a comprendre que és un SIG i el seu funcionament.

Durant la creació del cas pràctic, s'han après els mètodes necessaris per al desenvolupament de qualsevol projecte SIG:

- configuració de *GeoMedia Professional 6.0*, que ha estat el programari escollit per al desenvolupament del SIG.
- obtenció e introducció de les dades i ortofotos, obtingudes a través d'entitats exteriors com ara l'ICC.
- utilització de les eines que proporciona el programari per a la creació de magatzems, sistemes de coordenades, entitats, anàlisi de les dades, etc.
- creació i adaptació de la base de dades.
- programació de comandes per a resoldre problemes concrets.
- etc.

Pot ser, un dels elements a tenir més en compte és que s'ha après a resoldre un problema concret amb les eines disponibles, i és aquest fet el que defineix a un enginyer, i com a TFC d'una carrera d'enginyeria l'objectiu s'ha acomplert en la seva totalitat.

Glossari

Atribut: propietat o característica d'un objecte.

Base de dades: conjunt de dades estructurades que permeten el seu emmagatzematge, consulta i actualització en un sistema informàtic.

Base de dades geogràfiques: base de dades que conté atributs dels objectes espacials.

CAD: acrònim angles de *Computer Aided Design*. Sistema de dibuix i disseny amb ordinador.

Capa: sistema de classificació d'entitats d'un SIG o CAD que generalment està associat a un tipus d'entitat.

Cartografia: ciència que té com a objecte la realització de mapes.

Coordenada: quantitat utilitzada per a definir una posició en un sistema de referència.

Datum: distorsió assumida al representar la Terra com un cos matemàticament definible

Digitalitzar: operació de codificar la informació gràfica en xifres.

DLL: acrònim angles de *Dynamic-Link Library*. Llibreria l'enllaç de la qual amb un programa es realitza en temps d'execució.

ED-50: Datum europeu (European Datum 1950)

El·lipsoide: superfície formada per la revolució d'una el·lipse al voltant del seu eix menor.

Equador: paral·lel amb el radi més gran, que divideix l'esfera terrestre en dos hemisferis.

Escala: proporció entre les dimensions lineals de l'àmbit geogràfic real i les de la seva representació sobre un pla.

Geocodificar: assignar un codi a un objecte geogràfic.

Geoide: superfície de nivell equipotencial gravitacional de la Terra que s'ajusta al nivell mig del mar.

Georeferenciar: assignar coordenades geogràfiques a un objecte o estructura.

GIS: acrònim angles de *Geographical Information System*. Veure SIG

ICC: acrònim de l'Institut Català de Cartografia.

Latitud: angle que forma un punt sobre un meridià i l'Equador

Longitud: angle que forma la projecció d'un punt amb el meridià de referència.

Maquinari: elements materials, físics, que componen un sistema informàtic, per exemple un ordinador.

Mapa: model gràfic de la superfície terrestre on es representen objectes espacials.

Meridià: intersecció d'un pla que conté l'eix de la Terra amb la superfície d'aquesta.

Meridià de Greenwich: meridià que passa per la ciutat de Greenwich i que es pren com a meridià d'inici o 0°.

PAC: acrònim de Prova d'Avaluació Continuada.

Paral·lel: línia d'intersecció entre els infinits plans perpendiculars a l'eix de la Terra i la superfície d'aquesta.

Precisió: qualitat del procés de mesura d'una magnitud.

Programari: element lògic d'un sistema informàtic, és el conjunt de programes i instruccions que regeixen el funcionament del maquinari.

Projecció: conjunt de transformacions mètriques per a representar la superfície de la Terra sobre un plànol.

Ràster: model de dades en que la realitat es representa mitjançant cel·les elementals.

SGDB: acrònim de Sistema de Gestió de Bases de Dades.

SI: acrònim de Sistema de Informació.

SIG: acrònim de Sistema d'Informació Geogràfica.

Sistema d'Informació Geogràfica: sistema d'informació basat en la gestió de bases de dades amb eines específiques que permeten, capturar, manipular, analitzar i representar dades georeferenciades.

Sistema de coordenades: marc de referència espacial que permet la definició de localitzacions mitjançant coordenades.

Sistema de Gestió de Bases de Dades: sistema informàtic dissenyat per a la creació, modificació, correcció i consulta de bases de dades.

SQL: acrònim de *Structured Query Language*.

Structured Query Language: llenguatge estàndard per a la gestió de bases de dades.

TFC: acrònim de Treball de Fi de Carrera.

Transformació: procés de conversió de coordenades des d'un sistema cartesià a un altre.

UTM: acrònim de *Universal Transversa Mercator*.

Universal Transversa Mercator: sistema de coordenades universal basat en la projecció Transversa de Mercator.

Vector: entitat geomètrica definida per una magnitud i un sentit. Un vector està format per un parell de punts ordenats on l'ordre defineix el sentit i la distància entre l'origen i el final de la seva magnitud.

Vectorial: model de dades en el que la realitat es representa mitjançant vectors.

Bibliografia

Allué, E. (2006). *Resum de la trobada d'inici curs 2006*. Barcelona. Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

Andolz, J. (2005). *Aplicació dels sistemes d'informació geogràfica per gestionar informació cadastral*. Barcelona. Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

Alonso, F. (2001). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*

Bach, C. (2003). *Desarrollo de Aplicaciones GeoGráficas con GeoMedia*

Baena, J. (1997) *Los S.I.G. y el análisis espacial en Arqueología*. Madrid. Universidad Autónoma de Madrid

Bosque, J. (1997). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid. Rialp.

Burrough, P. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford. Oxford Science.

Cebrián, J. (1988). *Sistemas de Información Geografica*. Madrid. Síntesis.

Gómez, M (2005) *Sistemas de Información Geogràfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid. Ra-Ma

Goodchild, M. (2000). *New horizons for the social sciences: geographic information systems*. Paris. Organisation for Economic Cooperration and Development.

MacDonald, A (2001) *Building a Geodatabase*.

Maguire, D. (1991). *An overview and definition of GIS*. New York. *Geographical Information Systems*. Volume 1 Principles.

Moldes, F.J. (2002) *Proyectos GIS con AutoCAD 2002 Autodesk Map*. Madrid. Anaya Multimedia

Nicolau, F. (2005). *Competència comunicativa per a professionals de la informàtica*. Barcelona. Edicions UOC

Rowley, J. i Gilbert, P. (1989) *The amrket for land information services, systems and support*. Londres. Taylor-Francis and Miles Arnold

Enllaços consultats a Internet:

Diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans (març - juny 2006): <http://pdl.iec.es>

Diputació de Barcelona. Organisme de Gestió Tributaria (juny 2006):<https://orgt.diba.es>

Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Topogràfica de Madrid (març 2006):
<http://nivel.euitto.upm.es/~mab/tematica/htmls/proyecciones.html>

Institut Cartogràfic de Catalunya (abril 2006): <http://www.icc.es/>

Intergraph (març 2006): <http://www.intergraph.es/>

Miramon (abril 2006):
<http://www.creaf.uab.es/MiraMon/publicat/papers/sitges00/calcgeo.htm>

Mundo GPS. Nocions de cartografia (abril 2006):
<http://www.mundogps.com/cartografia/articulos.asp>

Projecte Telemàtic Bitantart (abril 2006): <http://www.lacenet.org/antartida/xilas1.htm>

Sistemas de Información Geogràfica y ARC/INFO (juny 2006) :
<http://www.turismo.uma.es/alumnos/arcinfo/Default.htm>

The National Archives. Preservación digital nota orientativa (juny 2006) :
http://www.nationalarchives.gov.uk/interactivity/pdf/es4_graphic_file_formats.pdf

Universitat Autònoma de Madrid (març 2006):
http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/casado/GEORED/Topo-1/coordenadas_utm.htm

Universitat Francisco Marroquín Guatemala (abril 2006):
<http://www.tesis.ufm.edu.gt/fisicc/2004/75145/Cap%C3%ADtulo%201.htm>

Wikipedia (març 2006): <http://es.wikipedia.org/>