

Universitat Oberta de Catalunya
Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió
Curs 2005-2006 – segon semestre

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

Memòria

Autora: Núria Nequi Palomar

Consultor: Eduard Allué Pont

19 de juny de 2006

Resum del treball

Aquest Treball fi de carrera (TFC) s'emmarca dins el camp dels sistemes d'informació geogràfica (SIG). De forma genèrica, els SIG són sistemes de base de dades georeferenciades que treballen amb dades geogràfiques que tenen associades dades alfanumèriques. Per a introduir-se en el món dels SIG, aquest treball s'estructura en una part teòrica, on s'expliquen els SIG, la cartografia i GeoMedia Professional 6.0, i una pràctica, on es crea un SIG i es resolen amb Visual Basic 6.0 unes qüestions aplicades a la gestió cadastral d'un ajuntament.

En primer lloc, el treball consisteix en definir tots els conceptes necessaris per a poder manipular les dades geogràfiques característiques dels SIG. Així, es defineixen els SIG i les seves funcions, com també els conceptes cartogràfics i geodèsics que apareixen en els SIG. A més a més, es dedica un capítol a explicar el funcionament bàsic del programari SIG GeoMedia Professional 6.0.

En segon lloc, el treball s'endinsa en l'ús de GeoMedia Professional 6.0 mitjançant la creació d'un SIG municipal i l'estructura de dades associada necessària per a la gestió del cadastre. I, basant-se en el SIG creat, es dissenya una aplicació amb Visual Basic 6.0 que automatitza quatre comandes amb la finalitat de simplificar algunes tasques usuals en la gestió diària de l'ajuntament d'una població.

En conclusió, el fet de poder personalitzar les funcionalitats incloses en un programari comercial d'aquesta forma permet desplegar un gran ventall de noves aplicacions dels SIG fent-los més potents i adaptables a les necessitats de qui els utilitza.

Índex

Resum del treball	2
Índex	3
Índex de figures	5
Índex de taules	7
1. Introducció	8
1.1. Justificació del TFC	8
1.2. Objectius del TFC	8
1.3. Enfocament i mètode seguit	9
1.4. Planificació del projecte	10
1.5. Productes obtinguts	11
1.6. Descripció dels capítols de la memòria	11
2. Introducció als SIG	12
2.1. Conceptes bàsics	12
2.2. Comparació entre els SIG i els sistemes CAD	13
2.3. Sistemes de coordenades	14
2.4. Models de representació de dades geogràfiques	16
3. Introducció i obtenció de la cartografia	19
3.1. Introducció a la cartografia	19
3.1.1. La geodèsia	19
3.1.2. Les projeccions	21
3.1.3. Els mapes	22
3.2. La projecció UTM	22
3.3. Obtenció de la cartografia	24
4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0	26
4.1. Característiques	26
4.1.1. El <i>GeoWorkspace</i>	26
4.1.2. Les funcions	31
4.2. Model de metadades	32

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

Índex

5. Construcció d'un SIG	34
5.1. Càrrega de la base de dades municipal de Catalunya	34
5.2. Visualització d'imatges de fons	37
5.3. Digitalització dels components d'un SIG municipal	40
5.4. Creació de l'estructura de dades associada al SIG	42
6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0	45
6.1. Disseny d'una aplicació SIG	45
6.2. Creació de les funcionalitats del SIG	46
6.2.1. Introducció de les dades cadastrals	46
6.2.2. Càlcul de l'IBI	50
6.2.3. Generació de mapes temàtics	52
6.2.4. Creació de correus massius	53
7. Conclusions i línies futures de treball	55
7.1. Conclusions	55
7.2. Línies futures de treball	55
Bibliografia	57

Índex de figures

Figura 1. Representació de les coordenades esfèriques	15
Figura 2. La imatge d'un llac seguint el model vectorial	17
Figura 3. La imatge d'un llac seguint el model <i>raster</i>	17
Figura 4. El geoide vist des de diferents orientacions	20
Figura 5. Superposició del geoide i l'el·lipsoide de referència	20
Figura 6. Superfícies de les projeccions cilíndrica, cònica i azimutal	21
Figura 7. Superfície d'una projecció cilíndrica transversal	22
Figura 8. Representació de les zones UTM	23
Figura 9. Imatge de Catalunya presa des del satèl·lit Landsat	24
Figura 10. Exemple de pantalla del <i>GeoWorkspace</i> USSampleData.gws	27
Figura 11. Definició d'una classe d'entitat i atributs d'una entitat	28
Figura 12. Exemple de llegenda d'un <i>GeoWorkspace</i>	29
Figura 13. Finestra de definició del sistema de coordenades d'un <i>GeoWorkspace</i>	29
Figura 14. Finestra de dades d'un <i>GeoWorkspace</i>	30
Figura 15. Exemple de mapa temàtic	31
Figura 16. Finestra de definició del sistema de coordenades del <i>GeoWorkspace</i>	35
Figura 17. Finestra de definició del rang de visualització d'una classe d'entitat	36
Figura 18. Dues visualitzacions del SIG a escales 1:1.900.000 (esquerra) i 1:475.000 (dreta)	37
Figura 19. Finestra d'inserció d'una imatge interactiva	38
Figura 20. Finestra de GeoExpress View amb les metadades de la imatge de fons del SIG	38
Figura 21. Finestra d'edició del registre d'imatges a GeoMedia Professional 6.0	39
Figura 22. Visualització a escala 1:90.000 de la ortofotoimatge registrada en el SIG	39

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

Índex de figures

Figura 23. Finestra de mapa del SIG municipal creat a escala 1:5.000	41
Figura 24. Finestra de dades de la classe d'entitat Parcelles del SIG municipal	42
Figura 25. Finestra d'entrada a la comanda de gestió cadastral	46
Figura 26. Finestra d'introducció de dades cadastrals d'una parcel·la	47
Figura 27. Finestra que mostra de les dades cadastrals d'una parcel·la concreta	49
Figura 28. Finestra de càlcul de l'IBI d'una parcel·la	50
Figura 29. Finestra que mostra la quota calculada de l'IBI d'una parcel·la concreta	51
Figura 30. Finestra que avisa l'usuari que no hi ha prou dades per a calcular l'IBI	52
Figura 31. Finestra de selecció del tipus de mapa temàtic que es vol visualitzar	52
Figura 32. Finestra d'introducció dels criteris i els continguts per als correus massius	54

Índex de taules

Taula 1. Planificació temporal del TFC	10
Taula 2. Resum de les diferències entre els sistemes CAD i els SIG	14
Taula 3. Característiques i representació de les figures del format vectorial	16
Taula 4. Avantatges i inconvenients dels models vectorial i <i>raster</i>	18
Taula 5. Rangs de visualització de les classes d'entitat de la base de dades municipal de l'ICC	36
Taula 6. Definició d'estils i rangs de visualització de les classes d'entitat del SIG municipal	40
Taula 7. Conjunt d'atributs de la classe d'entitat Parcelles	43

Capítol 1. Introducció

En aquest capítol introductori, s'estableixen el punt de partida i el context del TFC, els objectius que es volen assolir, l'enfocament i el mètode seguit, així com la planificació temporal i els productes obtinguts. En últim terme, es fa una breu descripció de la resta de capítols d'aquesta memòria.

1.1. Justificació del TFC

L'enunciat del TFC planteja unes qüestions per a donar resposta a les necessitats més bàsiques que pot tenir un ajuntament en relació a la gestió de les dades cadastrals municipals. Concretament, la resolució d'aquestes qüestions requereix la programació d'una aplicació que actuarà sobre un SIG.

Per tal d'acomplir aquests requisits, en primer lloc, en aquest TFC s'introdueixen en els conceptes teòrics dels SIG i s'aprofundeix en el funcionament de GeoMedia Professional 6,0, que és el programari SIG utilitzat. I, en segon lloc, s'utilitza Visual Basic 6.0, que és una eina de desenvolupament sobre Microsoft Windows, per a la creació de l'aplicació orientada a la gestió cadastral.

1.2. Objectius del TFC

El propòsit d'aquest TFC és conèixer què és un SIG, construir-ne un i aprendre a programar aplicacions sobre aquest. Amb aquesta finalitat, es planteja el desenvolupament d'un SIG que permeti donar resposta a les necessitat més bàsiques que pot tenir un ajuntament respecte a la gestió del cadastre.

Més concretament, els objectius i les tasques a complir són els següents:

1. Conèixer les característiques fonamentals dels SIG:
 - Estudi de què és un SIG.
 - Introducció i obtenció de la cartografia.
2. Saber plantejar un projecte SIG:
 - Construcció d'un SIG municipal.
 - Creació de l'estructura de dades associada amb Microsoft Access 2003.

3. Saber utilitzar les eines que ens proporcionen els SIG per a resoldre un problema concret:
 - Estudi de l'entorn de treball i les funcions de GeoMedia Professional 6.0.
 - Estudi del model de metadades de GeoMedia Professional 6.0.
4. Aprendre a realitzar una aplicació SIG sobre GeoMedia Professional 6.0:
 - Disseny i implementació de funcionalitats amb Visual Basic 6.0.

1.3. Enfocament i mètode seguit

Per tal de resoldre les qüestions plantejades, s'han d'assolir tot un seguit de coneixements previs relatius als SIG, la cartografia i el funcionament de GeoMedia Professional 6.0. Es fa necessària una primera fase de recerca i documentació teòrica sobre tota la terminologia pròpia dels SIG per una banda i de cartografia per una altra. Amb tots aquests elements adquirits, ja es pot iniciar una segona fase d'aprenentatge del funcionament bàsic de GeoMedia Professional 6.0.

En aquest punt, tots els coneixements teòrics ja es poden aplicar per a crear un SIG municipal per a la gestió cadastral d'una població. En primer lloc, es crea un SIG amb GeoMedia Professional 6.0 que conté l'estructura de les dades cadastrals necessàries. I, en segon lloc, s'automatitzen les funcionalitats de gestió cadastral demanades mitjançant una aplicació dissenyada amb Visual Basic 6.0 que s'integra a l'entorn de treball de GeoMedia Professional 6.0.

Pel que fa a l'àmbit geogràfic, el SIG que es crea s'ha de definir dins l'àmbit de Catalunya. Per tant, la informació cartogràfica emprada en la part pràctica del TFC s'obté de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

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

Capítol 1. Introducció

1.4. Planificació del projecte

La taula 1 mostra la planificació temporal seguida durant la realització d'aquest TFC.

Tasques realitzades	Període de realització
Pla de treball: anàlisi, redacció i revisió del pla de treball de la memòria.	Del 28.02.06 al 13.03.06
Capítol 2. Introducció als SIG: recerca d'informació, redacció i revisió del capítol "Introducció als SIG".	Del 14.03.06 al 20.03.06
Capítol 3. Introducció i obtenció de la cartografia: recerca d'informació, redacció i revisió del capítol "Introducció i obtenció de la cartografia"	Del 21.03.06 al 27.03.06
Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0: aprenentatge del funcionament de GeoMedia Professional 6.0, redacció i revisió del capítol "Introducció a GeoMedia Professional 6.0".	Del 28.03.06 al 03.04.06
Capítol 5. Construcció d'un SIG: creació d'un SIG municipal amb GeoMedia Professional 6.0, redacció i revisió del capítol "Construcció d'un SIG".	Del 04.04.06 al 20.05.06
Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0: documentació sobre la creació d'aplicacions en Visual Basic 6.0 per a GeoMedia Professional 6.0, plantejament i disseny de l'aplicació SIG de gestió municipal amb Visual Basic 6.0, i redacció i revisió del capítol "Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0".	Del 21.05.06 al 19.06.06
Resta de documentació de la memòria: elaboració dels índex de continguts, de figures i de taules, del glossari i de la bibliografia. Redacció i revisió del resum, el capítol "Introducció" i el capítol "Conclusions i línies futures de treball".	Del 28.02.06 al 19.06.06
Presentació virtual de la memòria: elaboració i revisió de la presentació de la memòria.	Del 30.05.06 al 19.06.06
Revisió final de la memòria completa del TFC: revisió dels aspectes formals un cop integrada tota la documentació.	19.06.06

Taula 1. Planificació temporal del TFC.

1.5. Productes obtinguts

El resultat del TFC és el conjunt de documents obtinguts durant la realització de totes les tasques planificades. Així, finalment, el TFC es compon per:

- La memòria: el document de Word que reflecteix la feina feta durant tot el TFC.
- La presentació virtual: la presentació en Microsoft PowerPoint que resumeix el treball fet durant tot el TFC.
- El treball pràctic: la base de dades municipal en Microsoft Access 2003, el SIG municipal en forma de *GeoWorkspace* de GeoMedia Professional 6.0 i el projecte de Visual Basic 6.0 que implementa les funcionalitats orientades a la gestió cadastral.

1.6. Descripció dels capítols de la memòria

A continuació, es descriuen breument els continguts de la resta de capítols d'aquesta memòria:

- Capítol 2: defineix en què consisteix un SIG; s'hi expliquen els conceptes bàsics, les diferències entre un SIG i un sistema CAD, els sistemes de coordenades i els models de representació de dades geogràfiques.
- Capítol 3: introdueix els aspectes relacionats amb la cartografia; s'hi defineixen la terminologia cartogràfica i geodèsica, es detallen les característiques de la projecció UTM i explica on obtenir la cartografia per a treballar amb un SIG.
- Capítol 4: desenvolupa el funcionament de GeoMedia Professional 6.0; s'hi expliquen les característiques del *GeoWorkspace* i les funcions, així com el model de metadades.
- Capítol 5: detalla la construcció d'un SIG municipal amb GeoMedia Professional 6.0; s'hi explica la càrrega de les dades de la base municipal de Catalunya, la inserció d'imatges de fons, la digitalització dels objectes del SIG i la creació de l'estructura de dades cadastrals associada.
- Capítol 6: planteja i dissenya una aplicació en Visual Basic 6.0 que automatitza quatre processos habituals de la gestió cadastral.
- Capítol 7: presenta les conclusions del TFC i proposa futures línies de treball.

Capítol 2. Introducció als SIG

En aquest apartat es desenvolupen els aspectes més importants dels SIG que són:

- Els conceptes bàsics: s'expliquen els orígens, la definició i les funcions analítiques dels SIG.
- La comparació entre els SIG i els sistemes CAD: es realitza una breu descripció de les diferències entre aquests dos sistemes.
- Els sistemes de coordenades: s'introdueixen els conceptes cartogràfics que intervenen en els SIG.
- Els models de representació de les dades geogràfiques: es descriuen els diferents formats mitjançant els quals es poden trobar les dades geogràfiques.

2.1. Conceptes bàsics

Durant el segle XX i paral·lelament als avenços tecnològics relacionats amb la informàtica, es van començar a desenvolupar sistemes per a l'automatització de la cartografia. Es va evolucionar des de la informació analògica que ofereixen els mapes cap a la informació digital que ofereixen actualment els SIG. Aquest procés va ser impulsat tant des de l'àmbit acadèmic, com des del governamental i l'empresarial.

En un primer moment, es van dissenyar aplicacions per a la creació de cartografia en format digital. Aquest camp es va descriure com a cartografia assistida per ordinador, en anglès denominada *Automated Mapping*. Els aplicatius emprats es basaven essencialment en aspectes de disseny.

Més endavant, es va veure la possibilitat de processar la informació digitalitzada per tal d'obtenir-ne de nova a partir d'aquesta. De fet, això és el que fa un SIG: capturar, manejar, manipular, analitzar i representar dades georeferenciades per a resoldre problemes de gestió i planificació.

Per a realitzar totes aquestes funcions, un SIG es compon d'un conjunt d'elements formats per: el maquinari, el programari, les dades tant geogràfiques com alfanumèriques i els

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

Capítol 2. Introducció als SIG

procediments necessaris per a treballar-hi. Cal considerar també l'equip humà com a part d'un SIG en tant que determina els criteris a seguir en l'anàlisi de les dades.

Els SIG es diferencien de la resta de sistemes d'informació pel vessant espacial que caracteritza la informació geogràfica que tracten. Mentre els altres contenen només dades alfanumèriques, els SIG tenen en compte la delimitació espacial de cadascun dels objectes geogràfics que tracten; en aquest cas es parla de bases de dades geogràfiques.¹ Així, un SIG tracta el conjunt de dades format per una base de dades alfanumèrica i una base de dades geogràfica.

Pel que fa a les funcions analítiques dels SIG², les principals són les següents:

- La recuperació, que obté una visió de les dades contingudes en una base de dades.
- La superposició, que interrelaciona les múltiples capes d'informació que formen la base de dades d'un SIG.
- El veïnatge, que avalua les característiques de l'àrea que envolta una localització determinada.
- La connectivitat, que identifica la interconnexió entre entitats geogràfiques d'una base de dades.
- La simulació parametritzada, que genera escenaris que no existeixen i avalua diferents alternatives. Aquesta funció utilitza la resta de funcions de forma encadenada.

Amb aquestes funcions es poden realitzar tasques que van des de la simple localització d'un punt en un mapa, passant per la presentació de l'evolució d'un determinat fenomen fins a la simulació de tendències futures.

2.2. Comparació entre els SIG i els sistemes CAD

En una primera aproximació, pot semblar que les tecnologies referides al disseny assistit per ordinador, en anglès *Computer-Aided Design* (CAD), i els SIG siguin similars en el sentit que les dues utilitzen els ordinadors per a crear plànols o mapes.³

Cal considerar, però, que els dissenys dels sistemes CAD i les dades d'un SIG es creen amb propòsits diferents, per tant els models de dades que es gestionen i la manera d'emmagatzemar-los són inherentment diferents.⁴ D'una banda, el sistema CAD es basa en la realització d'esquemes i proporciona moltes eines per a la creació i representació de característiques geogràfiques en forma d'imatges. De l'altra, els SIG es fonamenten en la

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

Capítol 2. Introducció als SIG

gestió de dades i aporten moltes facilitats per al tractament de les característiques geogràfiques i els seus atributs en una base de dades.³

També s'ha de tenir en compte que els sistemes CAD i els SIG es diferencien per la topologia en que els SIG la incorporen i els sistemes CAD no. La topologia es refereix a les relacions espacials entre elements. Així, mentre els objectes en els sistemes CAD no mantenen cap relació topològica entre ells, en els SIG conserven la correcció topològica. És per això que els SIG utilitzen els sistemes de coordenades i les projeccions per a localitzar les dades geogràfiques i els seus atributs.⁵

En la taula 2, es presenta un resum de les principals diferències entre els sistemes CAD i els SIG.

Diferències	GIS	CAD
Propòsit	Gestió de dades geogràfiques.	Disseny d'esquemes.
Aplicació	Representació del món real.	Disseny per a la construcció.
Model de dades	Dades geomètriques i alfanumèriques.	Només dades geomètriques.
Entorn d'edició	Orientat al tractament de les dades geogràfiques i els seus atributs.	Orientat al disseny detallat d'esquemes.

Taula 2. Resum de les diferències entre els sistemes CAD i els SIG.

De tota manera, els rols històrics dels sistemes CAD i els SIG estan evolucionant molt ràpid en els darrers temps. La tendència actual és la integració d'aquestes dues tecnologies per tal d'aprofitar les potencialitats d'ambdues per a una mateixa finalitat.⁶

2.3. Sistemes de coordenades

En un SIG, la informació geogràfica es pot descriure directament en termes de coordenades o bé indirectament mitjançant l'assignació d'una adreça o un nom a cada lloc. El propi SIG té la capacitat de convertir dades geogràfiques indirectes, com per exemple una adreça de carrer, en localitzacions directes dins un mapa. D'aquest procés de conversió de dades indirectes en directes, o en forma de mapa, se'n diu geocodificació.⁷

Per a la geocodificació cal establir uns eixos de coordenades ortogonals respecte als quals es mesuren les separacions dels objectes a geocodificar. Els sistemes de coordenades són

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

Capítol 2. Introducció als SIG

mètodes numèrics que representen localitzacions en la superfície de la Terra.⁸ Existeixen diversos tipus de coordenades terrestres. D'una banda, les esfèriques, adequades per a les dades espacials d'ordre global i que inclouen la totalitat o bé la major part de la superfície del planeta. I de l'altra, les planes, que són vàlides per a porcions més o menys reduïdes de la superfície terrestre.⁹

Les coordenades esfèriques estableixen la longitud i la latitud en un punt concret.⁹ La longitud és la distància angular, mesurada sobre un arc de paral·lel, que hi ha entre un punt de la superfície terrestre i el meridià de Greenwich pres com a base o origen. En la figura 1, el paràmetre λ representa la longitud. Pel que fa a la latitud, és l'angle mitjà sobre un arc de meridià que hi ha entre un punt de la superfície terrestre i l'Equador.¹⁰ En la figura 1, el paràmetre φ indica la latitud.

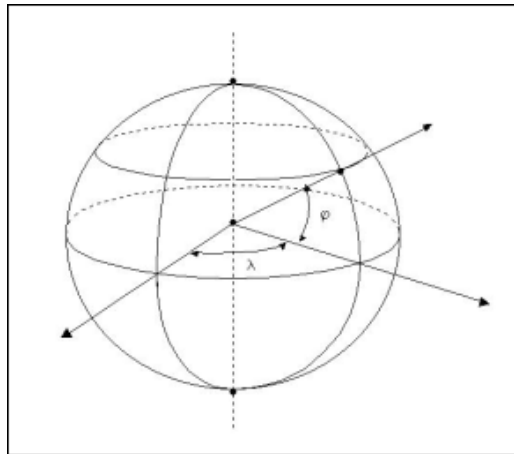


Figura 1. Representació de les coordenades esfèriques.¹⁰

Les coordenades planes poden ser de diversos tipus. Les pot establir lliurement l'usuari o bé poden ser de caràcter general i prefixades. Els sistemes generals ofereixen l'avantatge de facilitar la integració espacial de les dades generades per la geocodificació en bases de dades ja existents. Un dels sistemes més utilitzat és la projecció *Universal Transversal Mercator* (UTM)⁹, que es descriurà més en profunditat en el punt 3.2.

D'altra banda, es poden diferenciar dues variants en la forma de la geocodificació directa: la contínua i la discreta. La primera està lligada a la representació vectorial i la segona al format *raster*. Aquestes dues representacions s'expliquen en el punt 2.4 d'aquest treball.⁹

Un aspecte important en l'ús d'un sistema de coordenades per a la geocodificació és el problema de la precisió de les coordenades. L'establiment d'aquesta precisió depèn de dos aspectes: la mida de l'àrea d'estudi i la resolució que es desitgi o es pugui emprar en la mesura de les coordenades.⁹

2.4. Models de representació de les dades geogràfiques

La construcció d'una base de dades geogràfica implica un procés d'abstracció per a passar de la complexitat del món real a la representació simplificada assequible per al llenguatge dels ordinadors. Així, la informació geogràfica es pot modelitzar de diverses maneres seguint:

- el model vectorial,
- el model *raster*,
- el model orientat a objectes, o bé
- els Models Digitals de Terreny (MDT).

Si s'utilitza el format vectorial, les dades bidimensionals s'emmagatzemen com a coordenades x i y. Així, existeixen tres figures per a representar objectes en aquest format: el punt, la línia i el polígon. En la taula 3, es descriuen les característiques i representacions d'aquestes tres figures.

Figura	Característiques de l'objecte	Representació	Exemple
Punt	Mida menyspreable	Coordenades x,y	Poble en un mapa de Catalunya
Línia	Amplada menyspreable	Llista de punts	Riu en un mapa de Catalunya
Polígon	Amplada i llargada apreciables	Llista de línies	Comarca en un mapa de Catalunya

Taula 3. Característiques i representació de les figures del format vectorial.

El model vectorial serveix per a descriure elements ben definits, com es pot observar en la figura 2. No obstant això, en els sistemes vectorials els processos analítics es compliquen ja que cal una organització de les dades molt complexa que dificulta l'actualització de les bases de dades.⁹ Els tipus de fitxers més comuns que contenen gràfics vectorials són l'*Encapsulated PostScript* (EPS o .eps), el *Microsoft Windows MetaFile* (WMF o .wmf), l'*Scalable Vector Graphics* (SVG o .svg), el *CAD drawing* (DGN o .dgn), el *Drawing Exchange Format* (DXF o .dxf) i l'*ARC/INFO export file* (E00 o .e00).^{11 12}

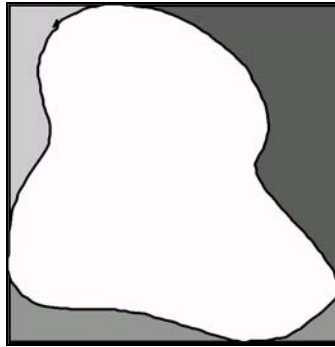


Figura 2. La imatge d'un llac seguint el model vectorial.¹³

En canvi, el format de dades *raster* expressa les dades com un conjunt de dades distribuïdes en cel·les i estructurades en files i columnes, en el qual el valor de cada cel·la representa l'atribut de l'element.¹⁴ Aquest model és més apropiat per a descriure objectes geogràfics amb límits difusos com pot ser la dispersió d'un núvol de contaminants.⁷ La figura 3 mostra la transformació de la figura 2 al format *raster*. Les seves limitacions són: la precisió en la georeferenciació, que ve determinada per la mida triada del *píxel* –unitat mínima en què es divideixen les imatges en aquest format– en funció dels objectes a representar; i el volum de les dades a emmagatzemar, com més alta sigui la resolució més espai ocuparà en la base de dades.⁹ Els tipus de fitxers més comuns que contenen gràfics *raster* són el *Joint Photographic Experts Group* (JPEG/JPG o .jpeg/.jpg), el *Graphics Interchange Format* (GIF o .gif), el *Portable Network Graphics* (PNG o .png), el *Tagged Image File Format* (TIFF i GeoTIFF o .tiff), el *MrSID* (SID o .sid) i el *Bitmap* (BMP o .bmp).^{11 12}

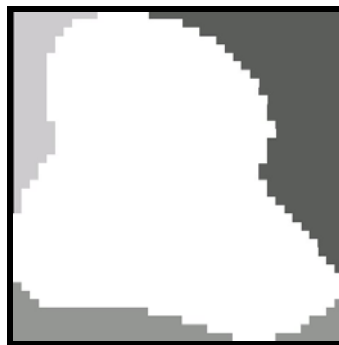


Figura 3. La imatge d'un llac seguint el model *raster*.¹³

Enfront els models vectorial i *raster*, que structuren la seva informació mitjançant capes temàtiques, es troba el model orientat a objectes. Aquest model intenta organitzar la informació geogràfica a partir de l'objecte geogràfic i les seves relacions amb els altres.¹ S'aconsella el seu ús per a situacions en les quals la naturalesa dels objectes que es modelen és canviant en el temps i/o l'espai.²

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

Capítol 2. Introducció als SIG

Finalment, cal introduir els Models Digitals del Terreny (MDT) que són una extensió particular dels models vectorial i *raster* en el sentit que introdueixen la tercera dimensió o volum. Els MDT s'utilitzen, per exemple, en els mapes que mostren la topografia d'un terreny.²

En conclusió, no existeix un model de representació de dades que sigui superior a un altre, sinó que cadascun d'ells té una utilitat específica. Actualment, la major part dels sistemes existents utilitzen el model vectorial i el model *raster*.¹ En la taula 4, es mostra un resum dels avantatges i els inconvenients de cadascun d'aquests dos models.

Model	Avantatges	Inconvenients
Vectorial	<ul style="list-style-type: none">• Requereix menys espai de disc.• Les relacions topològiques es mantenen llegibles.• Els gràfics resultants són més semblants als mapes traçats a mà.	<ul style="list-style-type: none">• L'estructura de les dades és més complexa.• Alguns procediments d'anàlisi espacial es compliquen.• No és tant compatible amb dades escanejades remotament.• La superposició de diferents mapes vectorials acostuma a ser més lenta.
Raster	<ul style="list-style-type: none">• L'estructura de les dades és senzilla.• Els procediments d'anàlisi espacial són senzills.• És compatible amb dades escanejades remotament.	<ul style="list-style-type: none">• Requereix una gran capacitat de disc.• Complica la representació de les relacions topològiques.• Depenent de la mida del <i>pixel</i> triada, els gràfics que s'obtenen són menys precisos.

Taula 4. Avantatges i inconvenients dels models vectorial i *raster*.¹⁵

Capítol 3. Introducció i obtenció de la cartografia

Tal i com s'ha introduït en el capítol 2, els SIG estan fortament lligats a la cartografia ja que les dades geogràfiques s'acostumen a representar en forma de mapes. És per això que, en aquest punt, s'expliquen els conceptes cartogràfics que són necessaris per a la comprensió del funcionament dels SIG. Aquesta informació s'organitza en els següents subapartats:

- La introducció a la cartografia: es defineixen els principals termes de cartografia i geodèsia que s'utilitzen en els SIG.
- La projecció UTM: s'aprofundeix en les característiques d'aquest tipus de projecció, per ser una de les més utilitzades en aquest àmbit.
- L'obtenció de la cartografia: es comenten les fonts d'informació cartogràfica de l'àmbit geogràfic català i l'ICC.

3.1. Introducció a la cartografia

La cartografia és la ciència que té com a objecte la realització de mapes i que recull el conjunt d'estudis i tècniques que intervenen en la seva elaboració.¹⁶ A més de representar els contorns geogràfics dels objectes, les superfícies i els angles, també s'ocupa de representar la informació que apareix sobre els mapes, segons què es considera rellevant i què no. Normalment, la importància depèn del que es vol representar en el mapa així com de l'escala triada.¹⁷

Vinculats amb la cartografia, hi ha tres temes a tractar en relació amb els SIG: la geodèsia, les projeccions i els mapes.

3.1.1. La geodèsia

Hi ha una branca de la geografia a tenir molt en compte en l'estudi de la cartografia: la geodèsia, que és la ciència que estudia la forma de la Terra. La Terra s'acostuma a representar com una esfera. En realitat, però, té aproximadament la forma d'un el·lipsoide, és a dir, d'una esfera aixafada pels pols.

Aprofundint una mica més en la geodèsia, es defineix la forma del planeta Terra com un geoide. El geoide és la superfície teòrica equipotencial de la Terra en tots els punts de la qual

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

Capítol 3. Introducció i obtenció de la cartografia

la direcció de la gravetat és vertical.¹⁸ En la figura 4, es pot observar la imatge del geoides en diferents posicions. Com que és molt complicat intentar trobar coordenades que segueixin punt a punt la forma del geoides, s'acostuma a utilitzar l'el·lipsoide de referència que més s'hi acostava o s'hi ajusta.

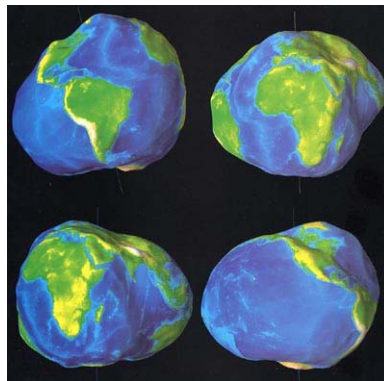


Figura 4. El geoides vist des de diferents orientacions.¹⁹

L'el·lipsoide de referència és la superfície formada per la revolució d'una el·lipse al voltant de l'eix menor i també la figura geomètrica que més s'aproxima al geoides.¹⁶ Aquesta superfície arbitrària, de definició matemàtica senzilla, serveix de fonament per al càlcul de la situació dels punts geodèsics.²⁰ La figura 5 compara les superfícies del geoides i l'el·lipsoide de referència.

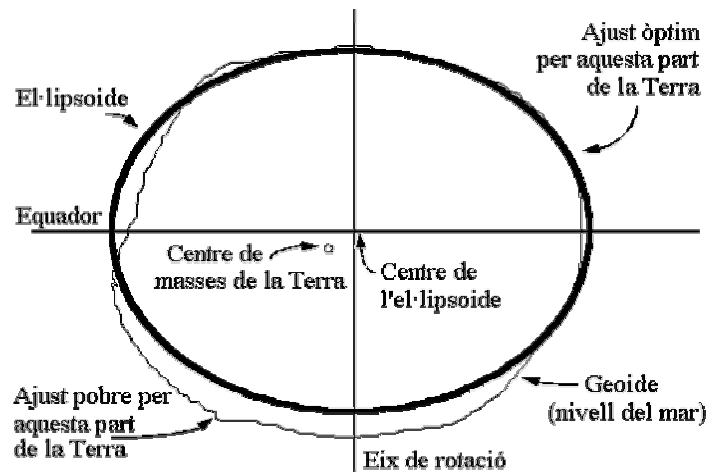


Figura 5. Superposició del geoides i l'el·lipsoide de referència.²¹

Així, per als càlculs geodèsics, es tria un punt fonamental del terreny o *datum*, determinat per observació astronòmica, en el qual la normal del geoides coincideix amb la normal de l'el·lipsoide terrestre. Aquest punt serveix d'origen de totes les coordenades geogràfiques.¹⁶

3.1.2. Les projeccions

Com que la Terra és esfèrica i els mapes són plans, la cartografia utilitza un sistema de projeccions per a passar de l'esfera al pla. Una projecció és un procediment matemàtic per a representar una regió de la superfície de la Terra sobre un pla prenent com a punt de partida l'el·lipsoide.¹⁸

Segons el model conceptual adoptat, hi ha diferents tipus de projeccions¹⁷, en les quals varia la figura geomètrica emprada i el pla s'obté projectant la Terra a aquestes figures i desenvolupant-les. Aquestes projeccions s'expliquen a continuació i les més rellevants es mostren en la figura 6:

- La projecció cilíndrica, on el model és un cilindre que embolcalla l'esfera.
- La projecció cònica, en la qual el model és una superfície cònica que embolica l'esfera.
- La projecció azimutal, en què el model és un pla tangent en un punt a l'esfera.
- També existeixen altres projeccions que són artefactes matemàtics sense una correspondència geomètrica directa, com són les pseudo-cilíndriques, les pseudo-còniques i les pseudo-azimutals.

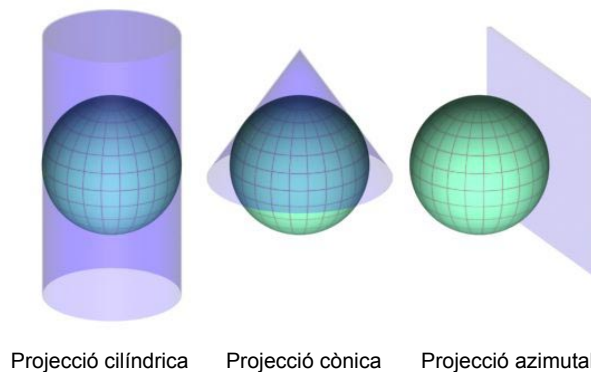


Figura 6. Superfícies de les projeccions cilíndrica, cònica i azimutal.²²

Un punt a tenir en compte és que les projeccions són aproximacions a la realitat. És un fet que la representació d'una superfície esfèrica sobre una superfície plana mai pot ser totalment fidel: una projecció sempre deforma o bé distorsiona les àrees, les distàncies, l'escala i/o les formes. És per això que s'han desenvolupat diferents tipus de projeccions que intenten preservar alguna d'aquestes magnituds o, si més no, mantenir-les en alguna part especial del mapa resultant. Així, es pot dur a terme una nova classificació segons la qual una projecció pot ser:¹⁷

- equivalent o holomogràfica: que conserva les proporcions entre les àrees representades,

- equidistant: que preserva les distàncies respecte a un o més punts determinats del mapa, o bé
- conforme: que manté les formes (angles) localment i que, per a cada punt del mapa, l'escala sigui la mateixa en totes les direccions.

3.1.3. Els mapes

Genèricament, un mapa és una representació plana o en dues dimensions d'un espai de tres dimensions. En el cas dels SIG, un mapa representa la superfície de la Terra amb una escala i una projecció determinades.¹⁷ L'escala és la proporció entre les dimensions de les parts d'un mapa i les parts corresponents de l'objecte que aquest representa.

En definitiva, després de tot un procés de simplificació de la superfície de la Terra, que es converteix en un el·lipsoide, i aplicant un tipus de projecció determinada s'obté com a resultat un mapa.

3.2. La projecció UTM

Dins el camp de la cartografia i en termes relatius als SIG, cal destacar la projecció UTM com el sistema més utilitzat. Aquest és un sistema estàndard i internacional creat amb finalitats militars i adoptat per la Organització del Tractat de l'Atlàntic Nord (OTAN).

La projecció UTM és una projecció cilíndrica conforme transversal utilitzada per a cartografiar sèries topogràfiques de gran escala. En aquesta projecció, el cilindre és tangent a l'el·lipsoide al llarg d'un meridià pres com a origen, i l'eix del cilindre està sobre l'Equador, tal i com es representa en la figura 7. A Espanya, s'ha adoptat el *datum* europeu (ED50 – *European Datum* 1950) o *datum* Potsdam.¹⁶ L'el·lipsoide de referència que utilitza la projecció UTM és el de Hayford.²⁰ En el cas de ED50, s'ha establert com a origen de latituds l'Equador i com a origen de longituds el meridià de Greenwich.²³

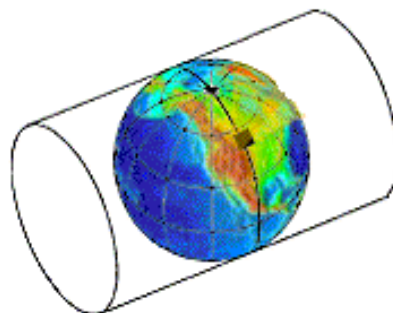


Figura 7. Superfície d'una projecció cilíndrica transversal.²⁴

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

Capítol 3. Introducció i obtenció de la cartografia

La projecció UTM té associat un sistema propi de retícula pla: les coordenades UTM. Aquestes són un sistema de coordenades geogràfiques alternatiu al que pren com a referència la latitud i la longitud. Un dels seus avantatges és que les magnituds s'expressen en metres enlloc d'unitats angulars, evitant el fet que aquestes poden variar en la seva dimensió lineal.¹⁷

La retícula traçada en la projecció transversa de Mercator està definida entre els 80° de latitud nord i els 80° de latitud sud a causa de la gran distorsió que apareix més enllà d'aquestes latituds. L'el·lipsoide de referència terrestre es divideix en 60 fusos iguals, de 6° de longitud, per a minimitzar l'efecte de les distorsions. Alhora, cada fus es divideix en 20 àrees de 6° de longitud per 8° de latitud, que s'anomenen zones. A partir del meridià de Greenwich, es mesura la longitud de tota la resta de meridians, que es numeren de 0° a 180° cap a l'est o l'oest.¹⁶ En la figura 8, es pot veure la representació del sistema UTM i la seva divisió en zones.

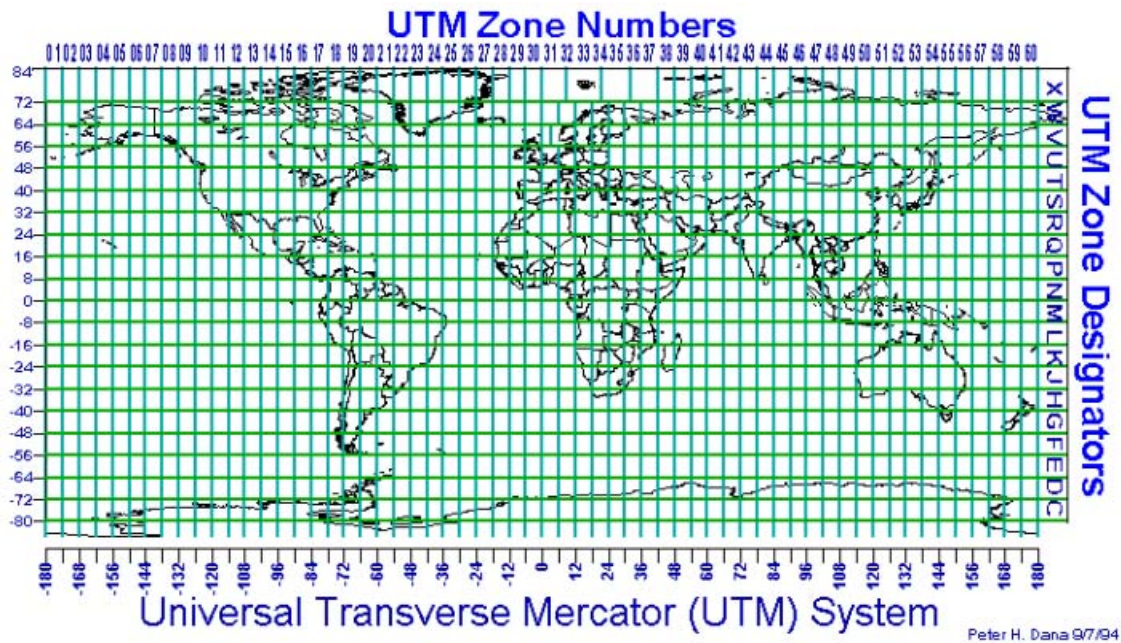


Figura 8. Representació de les zones UTM.²⁵

Per a localitzar un punt en aquest sistema de coordenades, caldrà posicionar-lo dins la retícula mitjançant el número que indica el fus horari i la lletra que indica la zona del fus en què es troba el punt. A continuació, només caldrà indicar les distàncies del punt respecte al meridià oest del fus que li correspon i respecte a l'Equador. Així, per exemple, les coordenades UTM del municipi de Riells i Viabrea (Girona-Catalunya) són 31 T 463300 4619575 ED50 (font: ICC).

En conclusió, si es treballa amb aquest tipus de projecció s'han d'utilitzar els fusos adequats ja que la distorsió de la projecció augmenta en funció de la distància al meridià tangent. Així mateix, la distorsió augmenta a mesura que un punt s'allunya de l'Equador. Per tant, s'ha establert el conveni que les dades mesurades amb aquest sistema no són vàlides per a les

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

Capítol 3. Introducció i obtenció de la cartografia

latituds més enllà dels 80° nord i 80° sud, és a dir els pols. Per a aquestes latituds, cal utilitzar un altre sistema de projecció més adient com és l'*Universal Polar Stereographic* (UPS).

3.3. Obtenció de la cartografia

Els desenvolupadors dels SIG sovint obtenen les dades dels mapes de fonts públiques o bé de companyies especialitzades en recopilar i organitzar informació geogràfica.²⁶

En l'àmbit geogràfic de Catalunya, l'organisme públic de referència és l'ICC, que és qui s'encarrega de l'elaboració de la cartografia topogràfica base.²⁷ 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 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. Un dels serveis disponibles a la pàgina web de l'ICC és l'obtenció d'una imatge de Catalunya presa des del satèl·lit Landsat que es mostra en la figura 9.



Figura 9. Imatge de Catalunya presa des del satèl·lit Landsat.²⁸

L'ICC té com a finalitat dur a terme les tasques tècniques de desenvolupament de la informació cartogràfica i geològica, com per exemple:²⁸

- Elaboració, reproducció i difusió de treballs cartogràfics de base.
- Densificació i conservació de la xarxa geodèsica d'ordre inferior.

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

Capítol 3. Introducció i obtenció de la cartografia

- Elaboració de projectes de cartografia vial.
- Execució de programes de desenvolupament de la cartografia temàtica i la destinada a l'avaluació de recursos.
- Creació, estructuració i organització de la Cartoteca de Catalunya.
- Formació d'un banc de dades cartogràfiques.
- Coordinació tècnica dels treballs cartogràfics que facin entitats públiques i privades, si s'escau, i la col·laboració amb organismes públics i entitats privades d'anàloga finalitat.
- Publicació i difusió dels treballs que es creguin d'interès públic o científic realitzats per l'Institut Cartogràfic.

En aquest context, l'ICC ofereix, entre d'altres serveis i productes, una sèrie de productes digitals que es poden descarregar directament de la pàgina web.²⁸

- Les ortofotoimatges a escales 1:5 000, 1:25 000 color i 1:25 000 infraroig, sense caràtula ni toponímia: són fotografies aèries verticals que han estat rectificades geomètricament de tal manera que es manté una escala uniforme a tota la superfície de les imatges.
- El mapa topogràfic de Catalunya a escales 1:5 000 i 1:10 000.
- La base topogràfica de Catalunya a escales 1:5.000 i 1:25 000.
- La versió georeferenciada de les sèries publicades: són les imatges en format georeferenciat de les ortofotoimatges.
- La base municipal de Catalunya a escala 1:1 000 000: conté els municipis i les comarques de Catalunya.
- El model digital de terreny de Catalunya.
- La relació de les coordenades (UTM, fus 31, datum ED50) dels caps de municipi de Catalunya i la seva altitud.
- El mapa turístic de Catalunya: conté les ciutats, els rius, les muntanyes i la xarxa de carreteres principal.

En l'actualitat, l'ICC participa activament amb la comunitat cartogràfica internacional i té una presència destacada en projectes internacionals, ja sigui d'índole cartogràfica, fotogramètrica, geodèsica, percepció remota o geològica, geofísica o d'allaus.²⁸ Aquest reconeixement a nivell internacional és el que l'avalua com a font de dades vàlida per a utilitzar la informació cartogràfica digital que produeix en projectes SIG individuals com aquest.

Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0²⁹

Un cop definits els SIG i introduïts els conceptes cartogràfics que s'utilitzen en el camp dels SIG, ja es disposa dels coneixements suficients per a iniciar l'estudi del funcionament d'un SIG comercial. D'entre els SIG empresarials existents al mercat, GeoMedia Professional 6.0, desenvolupat per Intergraph, destaca per la seva compatibilitat amb les aplicacions del paquet Microsoft Office. A continuació, s'expliquen els aspectes més destacables d'aquest programari:

- Les característiques: es defineixen els components principals i les funcions més habituals de GeoMedia Professional 6.0.
- El model de metadades: s'introdueix aquest model i la seva relació amb Microsoft Access.

4.1. Característiques³⁰

GeoMedia Professional 6.0 és un aplicatiu amb una interfície per a l'usuari molt similar a les aplicacions de Microsoft Office. Això permet que l'usuari s'hi adapti molt ràpidament. De tota manera, tant les eines de què disposa com les seves funcionalitats estan orientades als SIG. En concret, hi ha dos aspectes principals a tractar sobre GeoMedia Professional 6.0: l'entorn de treball, anomenat *GeoWorkspace*, i les seves funcions.

4.1.1. El *GeoWorkspace*³¹

El primer que cal fer per a treballar amb GeoMedia Professional 6.0 és crear un *GeoWorkspace* o bé obrir-ne un d'existent. El *GeoWorkspace* és l'àrea de treball en la qual es duen a terme totes les tasques realitzades amb aquest producte. Dins d'aquest àmbit, s'hi emmagatzema la informació del sistema de coordenades, les connexions amb els magatzems de dades, les finestres de mapa i dades, les finestres de composició, les barres d'eines i les consultes que s'hagin creat.

La configuració i les connexions definides en el *GeoWorkspace* es guarden en un arxiu amb extensió *.gws*, encara que les dades reals estan en els magatzems, que s'expliquen més endavant en aquest mateix apartat. Cal comentar que aquest programari inclou un *GeoWorkspace* d'exemple que es diu *USSampleData.gws*. Per a il·lustrar aquest apartat, s'utilitzaran imatges capturades d'aquest model de *GeoWorkspace* com es mostra a la figura 10.

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

Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0

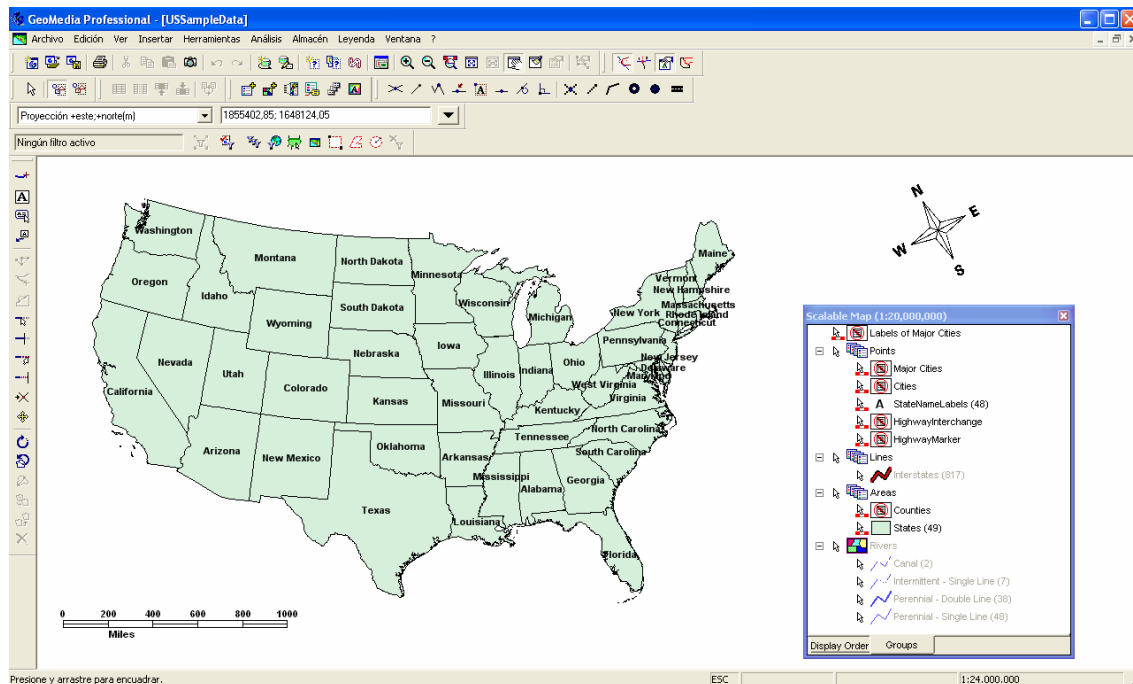


Figura 10. Exemple de pantalla del *GeoWorkspace* USSampleData.gws.

Així mateix, el *GeoWorkspace* es pot configurar per a adequar-lo a les necessitats i les preferències de l'usuari: es poden establir connexions amb magatzems de dades, modificar el sistema de coordenades, executar consultes, veure les dades o bé realitzar anàlisis espacials. A continuació, es defineixen els conceptes SIG més importants que s'utilitzen a GeoMedia Professional 6.0.

Per a poder utilitzar el SIG, com a mínim s'ha d'establir una connexió amb un magatzem ja que tant les dades geogràfiques com els atributs es guarden en magatzems. Els magatzems són fitxers de bases de dades. De tota manera, en un mateix *GeoWorkspace* es poden crear connexions amb més d'un magatzem.

Així, els magatzems poden ser de lectura i escriptura, com les bases de dades de Microsoft Access, Oracle i SQL, o bé només de lectura, com les bases de dades ARC/INFO o CAD. Si s'estableix una connexió amb un magatzem de lectura i escriptura, es podran col·locar i manipular les dades del *GeoWorkspace*. En el cas contrari, que és el dels magatzems de només lectura, la única opció possible és la visualització de les dades.

En el punt 3.3 d'aquest TFC, es fa referència a les dades facilitades per l'ICC. És precisament mitjançant la creació d'una nova connexió a un magatzem de dades que es poden incorporar aquestes dades al *GeoWorkspace*. El tipus de connexió creada variarà en funció del tipus de dades que es vulguin incloure en el SIG.

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

Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0

Els magatzems contenen la informació corresponent a les entitats, que són representacions gràfiques d'elements del món real. Les entitats es representen en un mapa mitjançant geometries i es defineixen en la base de dades amb atributs no gràfics. En GeoMedia Professional 6.0, les entitats s'agrupen per classes d'entitat. Són les classes d'entitat les que defineixen tots els atributs de les entitats i el tipus de dades associat a aquests atributs. Així, les entitats es refereixen a cada instància específica de la classe d'entitat i tenen valors únics en els camps dels atributs. En la figura 11, es mostren dues finestres: la primera amb la definició d'una classe d'entitat i la segona amb el contingut dels atributs d'una entitat.

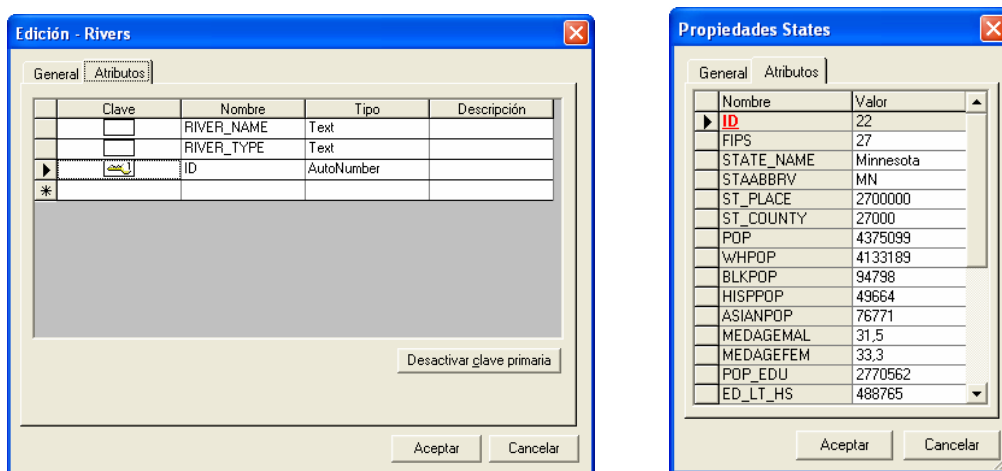


Figura 11. Definició d'una classe d'entitat (esquerra) i atributs d'una entitat (dreta).

Per a visualitzar la geometria de les entitats en un mapa, s'han d'afegir entrades a la llegenda de les classes d'entitat que corresponguin. La llegenda és el centre de control interactiu que determina el que es visualitza en el mapa. Mitjançant la llegenda, l'usuari determina les classes d'entitat a mostrar i controla les característiques de visualització dels objectes, inclosos l'estil, la prioritat i el rang de visualització. La llegenda principal actua de plantilla per a la resta de llegendes que es defineixen dins el mateix *GeoWorkspace*.

En la llegenda, hi ha dues pestanyes que corresponen a les dues maneres de mostrar les entrades: una segons l'ordre de visualització en el mapa i l'altra per grups que pot definir l'usuari per tal d'organitzar-les. En la figura 12 es pot observar un exemple de llegenda.

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

Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0

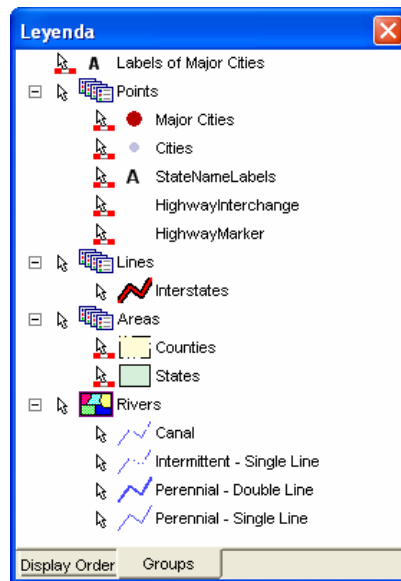


Figura 12. Exemple de llegenda.

Respecte al sistema de coordenades, GeoMedia Professional 6.0 utilitza el definit per al *GeoWorkspace* per a presentar les dades. Així, fins i tot les que provenen de fonts externes i estan definides amb sistemes de coordenades diferents es visualitzen en el format definit per al *GeoWorkspace*.

La figura 13 mostra la finestra de definició del sistema de coordenades d'un *GeoWorkspace*. De fet, cada magatzem pot tenir un sistema de coordenades propi i únic. En el cas que aquest sigui diferent al del *GeoWorkspace*, cal definir un fitxer de sistema de coordenades per a que les dades es puguin convertir adequadament i la seva visualització en la finestra de mapa sigui correcta.

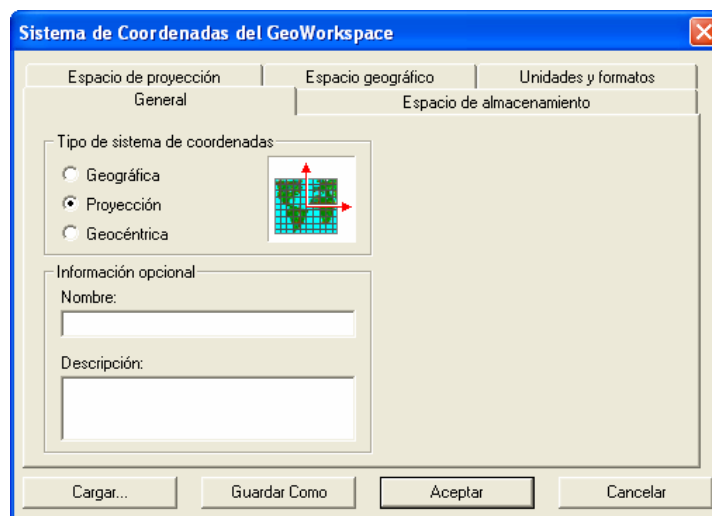
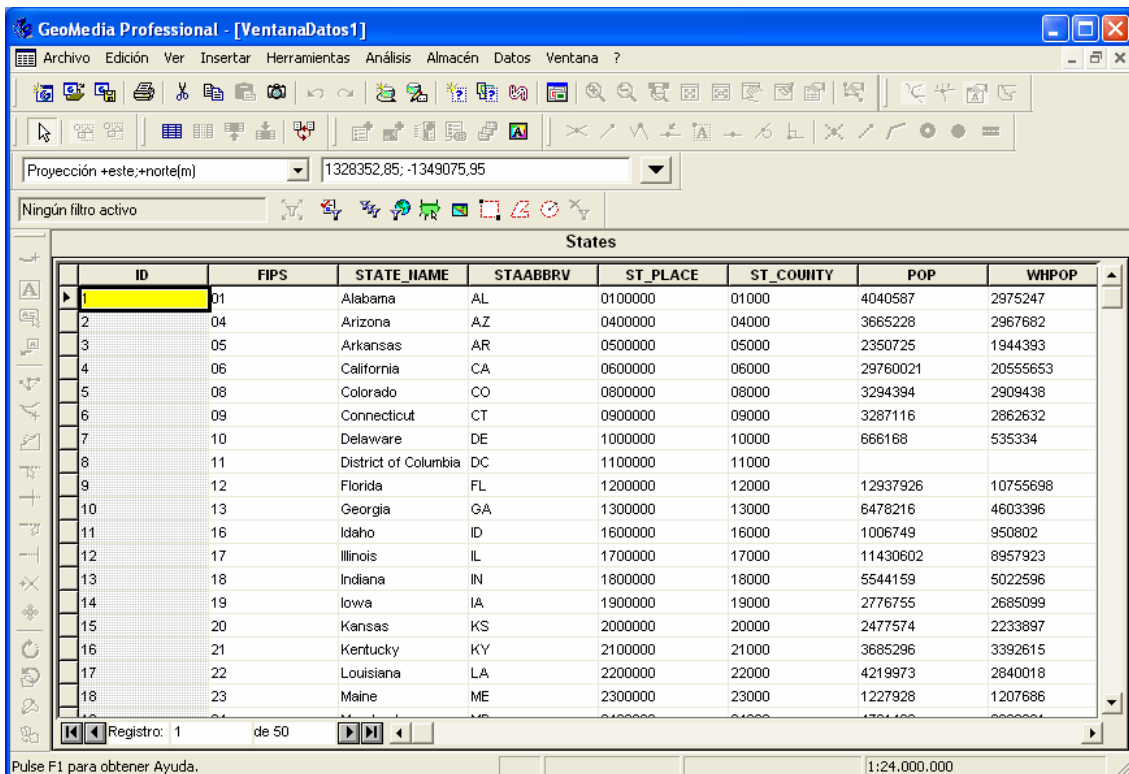


Figura 13. Finestra de definició del sistema de coordenades d'un *GeoWorkspace*.

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

Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0

Pel que fa a la visualització de la informació d'un SIG, GeoMedia Professional 6.0 disposa de dues vistes: la finestra de mapa i la finestra de dades. En la finestra de mapa, les entitats es representen per les geometries i, en la finestra de dades, pels atributs no gràfics. Es pot obrir qualsevol nombre de finestres de mapa i de dades alhora o bé per separat. Aquestes dues vistes estan vinculades, per tant, els canvis realitzats en una es reflecteixen en l'altra de manera automàtica. En la figura 14, es mostra un exemple de finestra de dades.



The screenshot shows the 'VentanaDatos1' window in GeoMedia Professional. It displays a data table titled 'States' with the following columns: ID, FIPS, STATE_NAME, STAABBRV, ST_PLACE, ST_COUNTY, POP, and WHPOP. The first row (ID 01) is highlighted in yellow and corresponds to Alabama. The table lists 18 states in total.

ID	FIPS	STATE_NAME	STAABBRV	ST_PLACE	ST_COUNTY	POP	WHPOP
1	01	Alabama	AL	0100000	01000	4040587	2975247
2	04	Arizona	AZ	0400000	04000	3665228	2967682
3	05	Arkansas	AR	0500000	05000	2350725	1944393
4	06	California	CA	0600000	06000	29760021	20555653
5	08	Colorado	CO	0800000	08000	3294394	2909438
6	09	Connecticut	CT	0900000	09000	3287116	2862632
7	10	Delaware	DE	1000000	10000	866168	535334
8	11	District of Columbia	DC	1100000	11000		
9	12	Florida	FL	1200000	12000	12937926	10755698
10	13	Georgia	GA	1300000	13000	6478216	4603396
11	16	Idaho	ID	1600000	16000	1006749	950802
12	17	Illinois	IL	1700000	17000	11430602	8957923
13	18	Indiana	IN	1800000	18000	5544159	5022596
14	19	Iowa	IA	1900000	19000	2776755	2685099
15	20	Kansas	KS	2000000	20000	2477574	2233897
16	21	Kentucky	KY	2100000	21000	3685296	3392615
17	22	Louisiana	LA	2200000	22000	4219973	2840018
18	23	Maine	ME	2300000	23000	1227928	1207686

Figura 14. Finestra de dades d'un GeoWorkspace.

Concretament, la finestra de mapa, a més de mostrar les geometries, també visualitza la llegenda i les imatges de fons. Opcionalment, es poden visualitzar també dins la finestra de mapa les etiquetes corresponents a les entitats, que mostren els seus atributs; la fletxa Nord, que indica la direcció al Pol Nord geogràfic; i la barra d'escala, que indica la relació entre la distància en el mapa i les distàncies reals corresponents. De forma predeterminada, GeoMedia Professional 6.0 crea una finestra de mapa sense entrades de llegenda.

Finalment, cal comentar que en el menú *Herramientas* hi ha una sèrie d'opcions molt útils a l'hora de treballar amb GeoMedia Professional 6.0 com són, per exemple, l'eina per al registre d'imatges en el GeoWorkspace o bé les eines per a la validació i la correcció d'errors en les geometries, i la correcta digitalització de les entitats pel que fa a la seva connectivitat.

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

Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0

4.1.2. Les funcions

A continuació, es descriuen breument les funcions que ofereix aquest programari. S'accedeix a les funcionalitats de GeoMedia Professional 6.0 mitjançant les opcions del menú *Anàlisi* de la finestra principal del *GeoWorkspace* que està actiu. En l'apartat 2.1 s'han detallat les funcions analítiques dels SIG. En concret, GeoMedia Professional 6.0 determina les relacions espacials que existeixen entre diferents entitats mitjançant la formulació d'una pregunta. Així, pot realitzar anàlisis espacials amb consultes, per zones d'influència o bé per visualitzacions temàtiques.

En primer lloc, les consultes són el resultat obtingut per una sol·licitud concreta a una base de dades. GeoMedia Professional 6.0 permet executar consultes en classes d'entitats i també sobre altres consultes del *GeoWorkspace* actiu. Mitjançant les consultes es poden definir tant el filtre d'atributs com les consultes espacials. Aquestes últimes sol·liciten informació a la base de dades sobre diferents classes d'entitat o bé es basen en la relació espacial recíproca que tenen. Així mateix, s'ha de comentar que les relacions es poden emmagatzemar com a consultes.

En segon lloc, la zona d'influència és l'àrea designada al voltant o dins d'una classe d'entitat en la qual es poden realitzar anàlisis espacials. Les zones d'influència també es poden aplicar a consultes generades anteriorment i emmagatzemades en el mateix *GeoWorkspace*.

I en tercer lloc, la visualització temàtica simbolitza entitats geogràfiques segons les dades dels atributs no gràfics. A tal efecte, utilitza el color i altres propietats de visualització que l'usuari defineix com es pot observar en la figura 15.

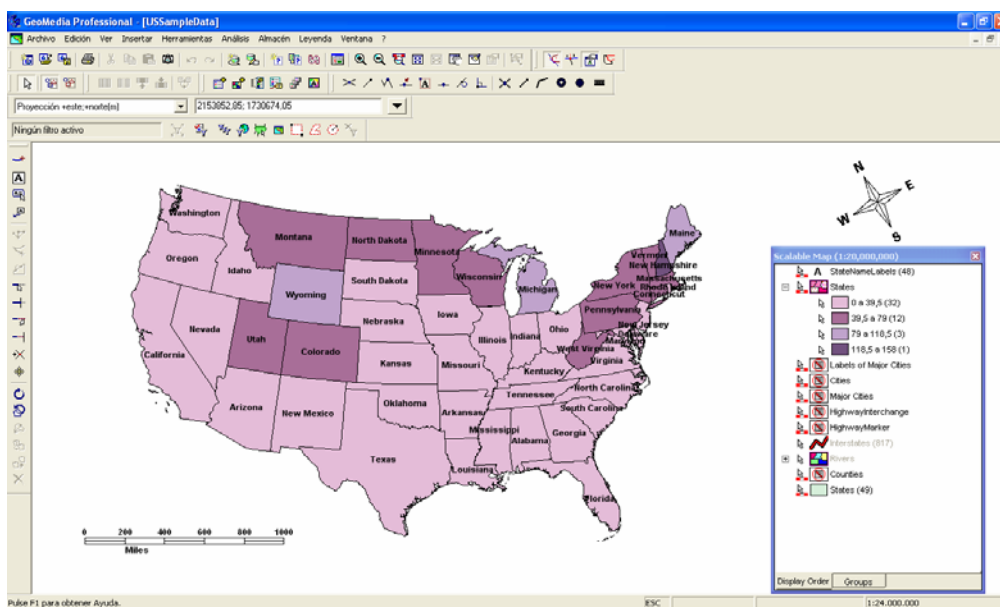


Figura 15. Exemple de mapa temàtic.

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

Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0

En definitiva, GeoMedia Professional 6.0 permet visualitzar diversos conjunts de dades de diferents magatzems i formats en un mateix *GeoWorkspace*. Això significa que pot realitzar anàlisis espacials de dades de diferents orígens.

4.2. Model de metadades

Un concepte molt important que GeoMedia Professional 6.0 utilitza és el model de metadades. Segons el glossari que incorpora el GeoMedia Professional 6.0, les metadades són “dades que descriuen les característiques dels objectes principals (dades) d'un sistema, o que proporcionen referència informativa sobre aquests. Per exemple, entre les metadades sobre una taula de base de dades s'hi inclourien el nom i el tipus de taula, els noms de les columnes i els tipus de dades de la columna, així com les restriccions de longitud”. En altres paraules, les metadades són dades sobre les dades.³²

De fet, el model de metadades és on GeoMedia Professional 6.0 emmagatzema la informació i contribueix a poder fer la connexió entre dades procedents de diferents fonts i amb diferents formats i sistemes de coordenades. Les taules de metadades contenen les referències necessàries per a poder mantenir les relacions correctes entre totes les dades dels magatzems que s'integren en un mateix *GeoWorkspace*.

Hi ha tres tipus de magatzems amb els quals GeoMedia Professional 6.0 pot establir una connexió de lectura i escriptura: Microsoft Access, Oracle i SQL Server. Amb la resta de magatzems hi pot establir una connexió de només lectura (ARC/INFO, CAD, etc.). Per a aquest treball, interessa centrar-se en la connexió amb el magatzem de Microsoft Access ja que és el que s'utilitzarà per a crear un SIG municipal.

Per a les connexions de lectura i escriptura es requereix que hi hagi un model de metadades anomenat GDOSYS. En canvi, en el cas de les connexions de només lectura no és imprescindible, si es vigila que el sistema de coordenades del *GeoWorkspace* sigui el mateix que el del magatzem. Per a crear aquest esquema, s'utilitza l'eina *Utilidades de bases de datos*. Amb aquesta utilitat s'obté un conjunt predeterminat d'objectes de base de dades, que variarà en funció de l'estat de les metadades, i consta de les següents taules de metadades:

- Específiques de GeoMedia Professional 6.0 (client):
 - *GFeatures*: emmagatzema els noms de totes les taules (classes d'entitat) de l'usuari.
 - *FieldLookup*: proporciona un identificador únic (*IndexID*) per a cada columna de cada taula (classe d'entitat) del model de l'usuari.

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

Capítol 4. Introducció a GeoMedia Professional 6.0

- *AttributeProperties*: descriu els tipus d'atributs per als camps enumerats en la taula *FieldLookup*.
- *GeometryProperties*: emmagatzema el tipus de geometria, l'assenyalador de la geometria primària i l'identificador del sistema de coordenades per a les columnes de geometria en les classes de cada entitat.
- *GSQLOperatorTable*: informa dels operadors que es poden utilitzar en les consultes sobre les dades.
- Relacionades amb els objectes de dades geogràfiques o *geographic data objects* (GDO):
 - *GAliasTable*: determina els noms de les altres taules comunes, així com també de les taules de client de GeoMedia Professional 6.0.
 - *GCoordSystem*: emmagatzema les definicions dels sistemes de coordenades. Si aquesta taula no existeix, s'utilitzaran les coordenades del *geoworkspace*.
 - *ModifiedTables*: conté una llista de les taules que s'han editat a la taula *ModificationLog*.
 - *ModificationLog*: fa un seguiment de les modificacions realitzades en totes les classe d'entitat de GeoMedia Professional 6.0.

La mateixa utilitat també omple la taula *GAliasTable* amb entrades per a totes les taules creades.

Aquesta operació no es realitza per a magatzems Access creats mitjançant la interfície de GeoMedia Professional 6.0. Només es creen metadades en el cas que els magatzems existents s'hagin creat amb altres aplicacions.

A més de crear les taules de metadades, aquesta utilitat també permet inserir, eliminar i recrear metadades de classes d'entitat, i reassignar sistemes de coordenades a les taules seleccionades.

Capítol 5. Construcció d'un SIG³³

En els capítols anteriors, s'han definit tots els fonaments teòrics relatius als SIG. Per tant, en aquest apartat, s'inicia la part pràctica d'aquest treball, que consisteix en la creació d'un SIG municipal. Amb aquest objectiu, es detallen els passos a seguir:

- La càrrega de base de dades municipal de Catalunya: s'explica com s'incorporen les dades que ofereix l'ICC a GeoMedia Professional 6.0.
- La visualització d'imatges de fons: s'indica com es visualitzen les imatges de fons en GeoMedia Professional 6.0.
- La digitalització dels components d'un SIG municipal: es descriu com es digitalitzen els objectes del SIG a partir d'una imatge de fons visualitzada.
- La creació de l'estructura de dades associada al SIG: es defineixen les dades necessàries a tenir en compte i s'introdueixen al magatzem Access creat.

5.1. Càrrega de la base de dades municipal de Catalunya

Per a començar a treballar amb GeoMedia Professional 6.0, i tal com s'ha comentat en el punt 4.1.1, s'ha de crear un nou *GeoWorkspace* que inicialment no contindrà cap connexió ni tampoc cap entrada a la llegenda. La comanda que realitza aquesta acció es troba en el menú *Archivo* i l'opció *GeoWorkspace nuevo...* A continuació, cal definir un sistema de coordenades per a aquest *GeoWorkspace*. Com que el SIG municipal que es vol crear ha d'estar definit dins l'àmbit geogràfic català, s'establiran els mateixos paràmetres en el *GeoWorkspace* que els definits per a les dades vectorials que, d'acord amb l'explicació de l'apartat 3.3, s'obtenen de l'ICC.

En primer lloc, s'ha de descarregar la base de dades municipal de l'ICC que és la base sobre la qual es treballarà. L'ICC ofereix aquestes dades en tres formats: EXPORT d'ARC/INFO, DGN de Microstation i DXF d'AutoCAD. Es trien els formats DGN i DXF per a la incorporació d'aquesta base de dades al SIG que s'està creant. La base de dades es descarrega en dos fitxers de format comprimit que s'han de descomprimir en un mateix directori.

Un cop obtinguts els fitxers corresponents a la base de dades municipal, es poden consultar els paràmetres relatius al sistema de coordenades emprat per l'ICC en el document explicatiu que els acompanya. Així, s'observa que el sistema cartogràfic de representació fa servir la projecció

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

Universal Transversa de Mercator (UTM), amb coordenades referides al fus 31; l'el·lipse de Hayford i el *datum* Europeu de 1950.

Totes les dades han d'especificar un sistema de coordenades per a poder visualitzar-se amb precisió en un *GeoWorkspace*. Així, *GeoMedia Professional 6.0* permet definir un arxiu de sistema de coordenades per a les dades vectorials descarregades a partir d'un fitxer DGN. A tal efecte, es copia el fitxer amb extensió DGN en el mateix directori que la resta de fitxers, però amb l'extensió CSF. També, ja es pot definir el sistema de coordenades del *GeoWorkspace* amb els mateixos paràmetres per l'opció *Sistema de coordenades del GeoWorkspace...* del menú *Ver*. La figura 16 mostra la finestra on s'introdueix el sistema de coordenades.

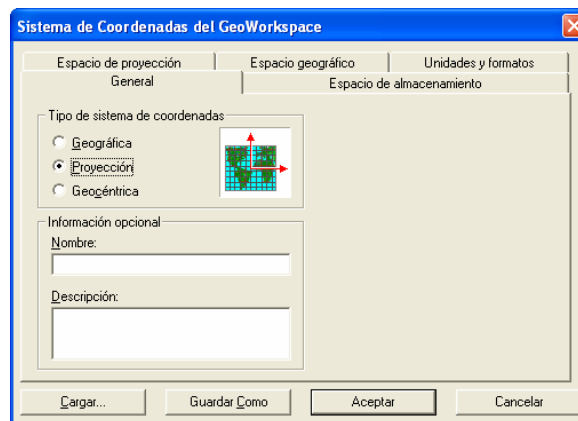


Figura 16. Finestra de definició del sistema de coordenades del *GeoWorkspace*.

En segon lloc, s'ha de definir l'arxiu d'esquema de servidors CAD mitjançant les utilitats que acompanyen *GeoMedia Professional 6.0*. Aquest arxiu té l'extensió CSD i és on se selecciona el fitxer amb el sistema de coordenades de les dades vectorials en format CAD i es defineixen els criteris de les entitats que es volen incorporar al SIG. La seva funció és convertir adequadament les dades per a una visualització correcta de les entitats seleccionades en la finestra de mapa del *GeoWorkspace*.

Amb aquests fitxers definits, ja es pot continuar amb el procés de creació del SIG municipal des de *GeoMedia Professional 6.0*, com s'ha apuntat en l'apartat 4.1.1. Així, es crea una nova connexió amb un magatzem de tipus CAD per l'opció *Conexión nueva...* del menú *Almacén*. Tot seguit, només cal afegir les classes d'entitat a la llegenda per a que es visualitzin a la finestra de mapa. L'opció per a fer-ho es troba al menú *Leyenda* i s'anomena *Agregar entradas de leyenda....*

En tercer lloc, per a una visualització més còmoda de les dades, s'han de definir les escales de visualització de les entitats incorporades al *GeoWorkspace*. Per a fer-ho, cal activar per a cada entitat la propietat *Visualizar según escala* i després definir-ne l'escala de visualització. L'opció

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

que ho permet és *Rango de escala de visualització...* del menú que es desplega amb el botó dret del ratolí quan aquest està posicionat sobre una entrada de la llegenda. La figura 17 mostra la finestra on es defineix el rang de visualització de la classe d'entitat seleccionada en la llegenda.



Figura 17. Finestra de definició del rang de visualització d'una classe d'entitat.

Així, la taula 5 recull les escales de visualització que s'han determinat per a les classes d'entitat relatives als objectes de la base de dades municipal de Catalunya.

Classes d'entitat	Rangs de visualització
Límits autonòmics, límits estatals i límits costaners	Sempre visibles
Límits comarcals	D'1 a 2.000.000
Noms de comarques	D'1 a 1.000.000
Noms de caps de comunitat autònoma, noms de caps de comarca i els corresponents indicadors	D'1 a 500.000
Límits municipals, noms de caps de municipi, noms de municipis i els corresponents indicadors	D'1 a 200.000

Taula 5. Rangs de visualització de les classes d'entitat de la base de dades municipal de l'ICC.

Com a exemple, la figura 18 conté dues visualitzacions diferents de les dades de la base de dades municipal de Catalunya en el SIG, resultants de l'aplicació dels rangs definits.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

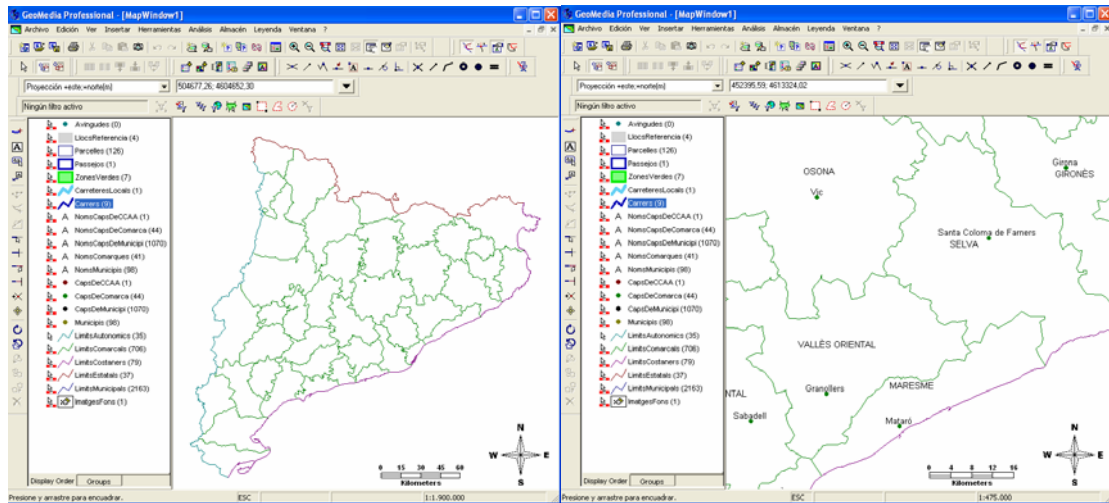


Figura 18. Dues visualitzacions del SIG a escales 1:1.900.000 (esquerra) i 1:475.000 (dreta).

5.2. Visualització d'imatges de fons

En el moment que es visualitza la base municipal de Catalunya a la finestra de mapa, per a crear el SIG municipal es necessita alguna imatge de referència que permeti digitalitzar-ne els objectes. L'ICC posa a l'abast del públic una sèrie de productes digitals que es poden demanar des del seu lloc web. Només cal registrar-se i, un cop emesa la sol·licitud, des de l'ICC s'envia per correu electrònic un enllaç a les imatges que s'activa temporalment per a permetre'n la descàrrega. En aquest cas, s'ha triat la descàrrega des de l'aplicació Catalunya Full a Full del tall corresponent a la zona del municipi en el qual es vol digitalitzar el SIG. Concretament, s'ha optat per l'ortofotoimatge a escala 1:25.000 en color de la zona de Sant Celoni en format *raster* (MrSID), que s'ha introduït en l'apartat 2.4 d'aquesta memòria.

Un cop obtinguda la imatge de fons que es vol visualitzar en el *GeoWorkspace*, cal visualitzar-la per a poder-la registrar correctament. De fet, les ortofotoimatges s'han de registrar manualment en la pantalla de mapa per a que la seva visualització tingui la posició adequada.

Per a inserir la imatge, cal crear un magatzem Access de lectura i escriptura on es guarden les imatges. A continuació, s'ha de definir la classe d'entitat per a les imatges de fons en aquest magatzem. Igual que amb la resta de classes d'entitat, s'haurà d'afegir una entrada per a la classe d'entitat de les imatges de fons a la llegenda. Cal tenir en compte que s'ha de desplaçar la imatge a la última posició de la llegenda per a sobreposar la resta d'objectes a la imatge. Així, es pot aclarir una mica la brillantor de la imatge fent doble clic a la clau d'estil de l'entrada de llegenda de la imatge; s'obre el quadre de diàleg *Propiedades de entrada de leyenda* des d'on es controlen els estils de les classes d'entitat.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

En aquest moment, ja es pot procedir a la inserció de la imatge de fons en el *GeoWorkspace*. S'utilitza l'opció *Imatge interactiva...* del menú *Inserir*, en la figura 19 es mostra la finestra que s'obre. Un cop acabada aquesta acció, el punter queda pendent de marcar manualment sobre el mapa el requadre on es visualitzarà la imatge. És molt complicat que la imatge quedi correctament posicionada d'aquesta manera. Per tant, s'ha de procedir a registrar-la.



Figura 19. Finestra d'inserció d'una imatge interactiva.

Per a crear un registre d'imatge, cal conèixer les dades d'enclavament. A tal efecte, amb un visualitzador d'imatges MrSID com és GeoExpress View de LizardTech³⁴ es poden obtenir les coordenades exactes de la imatge descarregada de l'ICC, que en aquest cas és el full 75-28 de Sant Celoni. Les dades que es necessiten són els punts de cada cantonada de la imatge i GeoExpress View mostra les metadades de la imatge, a partir de les quals es poden calcular aquests punts. La figura 20 representa la pantalla de visualització de les metadades de la imatge de fons d'aquest SIG.

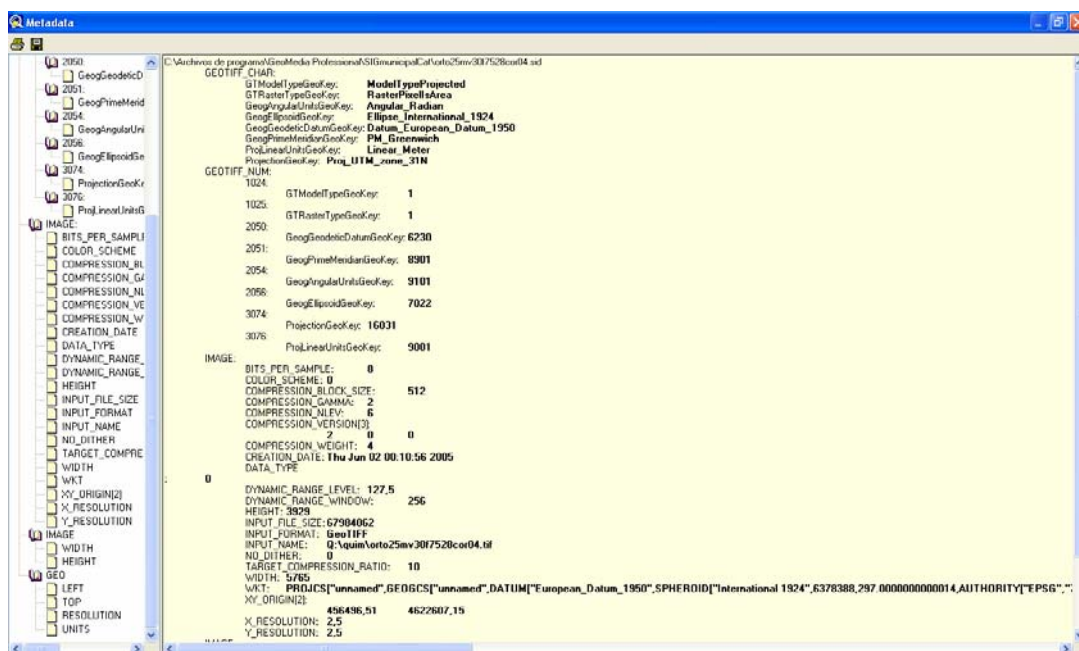


Figura 20. Finestra de GeoExpress View amb les metadades de la imatge de fons del SIG.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

En concret, només calen les dades del límit esquerre (*left*: 456.496,51) i el límit superior (*top*: 4.622.607,15), l'amplada (*width*: 5765) i l'alçada (*height*: 3929) de la imatge i la resolució (*resolution*: 2,5) per a calcular amb una senzilla fórmula els punts. La fórmula per a calcular el límit dret és $left+(width*resolution)$ que dona com a resultat 470.909,01, i per a calcular el límit inferior és $top-(height*resolution)$ que dona 4.612.784,65. Amb aquestes quatre dimensions, es poden definir les coordenades dels quatre extrems de la imatge que són els que s'han d'introduir en la taula de registre de la imatge del *GeoWorkspace*. La figura 21 mostra la finestra de registre d'aquestes dades a la qual s'accedeix des de l'opció *Registro de imágenes...* del menú *Herramientas*.

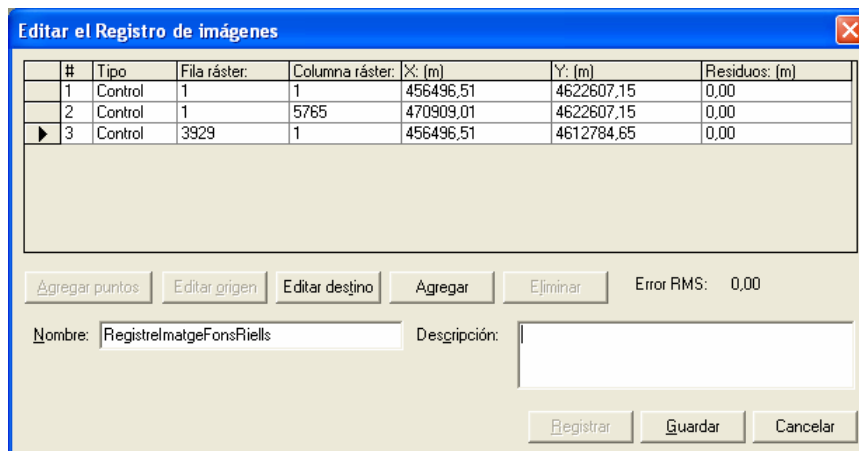


Figura 21. Finestra d'edició del registre d'imatges a GeoMedia Professional 6.0.

Quan ja s'ha registrat la imatge es pot establir un rang de visualització determinat; en aquest cas s'ha triat que es mostri per a les escales compres entre 1:5.000 i 1:100.000. A la figura 22, es pot observar el SIG a escala 1:90.000 amb la ortofotoimatge inserida.

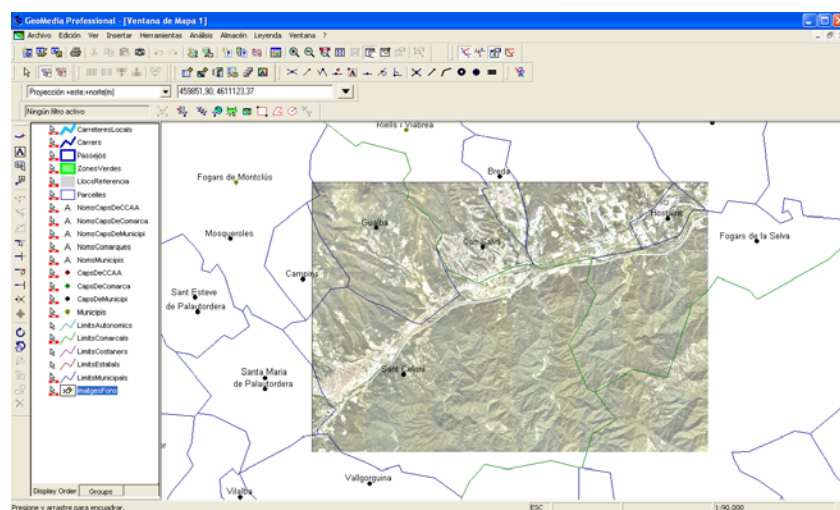


Figura 22. Visualització a escala 1:90.000 de la ortofotoimatge registrada en el SIG.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

5.3. Digitalització dels components d'un SIG municipal

En aquest punt ja es pot començar a crear el SIG municipal pròpiament dit. Es fa mitjançant la digitalització dels objectes a partir de la imatge de fons. Per tant, s'ha d'ampliar l'escala de visualització de la imatge de fons temporalment, que a una escala de 1:3.000 ofereix suficients detalls.

El SIG que es vol crear està situat en el municipi de Riells i Viabrea. La zona concreta és una urbanització. Per aquesta particularitat, enlloc d'illes de cases, blocs de pisos i parcs, s'hi defineixen parcel·les de cases aïllades i zones verdes. També hi ha carrers, passejos, llocs de referència -com són l'Ajuntament o l'escola- i una carretera local des de la qual s'accedeix a la urbanització.

En primer terme, cal crear un magatzem Access de lectura i escriptura per a desar les dades dels atributs corresponents a les geometries que es digitalitzaran. Aquesta acció es realitza amb l'opció *Almacén nuevo...* del menú *Almacén*.

En segon terme, s'han de definir les classes d'entitat que es preveuen incloure en el SIG municipal. Amb l'opció *Definición de clase de entidad...* del menú *Almacén* se'n crea una per a cada tipus d'objecte a digitalitzar i s'hi afegeixen els atributs descriptius de text necessaris en el magatzem creat a tal efecte. Així, se n'obtenen sis: *CarreteresLocals*, *Carrers*, *Passejos*, *ZonesVerdes*, *LlocsReferencia* i *Parcelles*. A continuació, mitjançant l'opció *Agregar entradas de leyenda...* del menú *Leyenda* s'afegeixen les corresponents entrades a la llegenda i, un cop presents a la llegenda, es defineixen els estils i les escales de visualització que es mostren en la taula 6.

Classe d'entitat	Estil	Descripció de l'estil	Escala de visualització
CarreteresLocals	Línia	Línia; gruix: 4.000pt; color: blau clar	D'1 a 20.000
Carrers	Línia	Línia; gruix: 2.000pt; color: blau fosc	D'1 a 20.000
Passejos	Àrea	Àrea; gruix: 2.000pt; color: blau fosc	D'1 a 20.000
ZonesVerdes	Àrea	Àrea; gruix: 2.000pt; trama color: verd	D'1 a 20.000
LlocsReferencia	Àrea	Àrea; trama color gris	D'1 a 20.000
Parcelles	Àrea	Àrea; gruix: 1.000pt; color: blau	D'1 a 5.000

Taula 6. Definició d'estils i rangs de visualització de les classes d'entitat del SIG municipal.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

En tercer terme, cal inserir les entitats pròpies de cadascuna de les classes d'entitat amb l'opció *Entidad...* del menú *Insertar* que activa una barra de botons específica per a aquesta acció. S'ha de seleccionar la classe d'entitat i amb l'ajuda del cursor digitalitzar-la seguint la imatge de fons. Hi ha un seguit d'eines per a la validació i la correcció de la geometria i la connectivitat de les entitats digitalitzades en el menú *Herramientas* de GeoMedia Professional 6.0.

En últim terme, només cal introduir en la base de dades els atributs descriptius per als elements que ho requereixin com per exemple els noms dels carrers, els passejos i els llocs de referència, el codi de la carretera local o bé les dades de les parcel·les. Aquesta acció es pot realitzar en el moment que es digitalitza cada entitat o bé, posteriorment, mitjançant la finestra de dades. A escala 1:3.200, una part del SIG creat es visualitzarà en la finestra de mapa tal i com es veu en la figura 23, i en la finestra de dades corresponents a la classe d'entitat Carrers com es mostra en la figura 24.

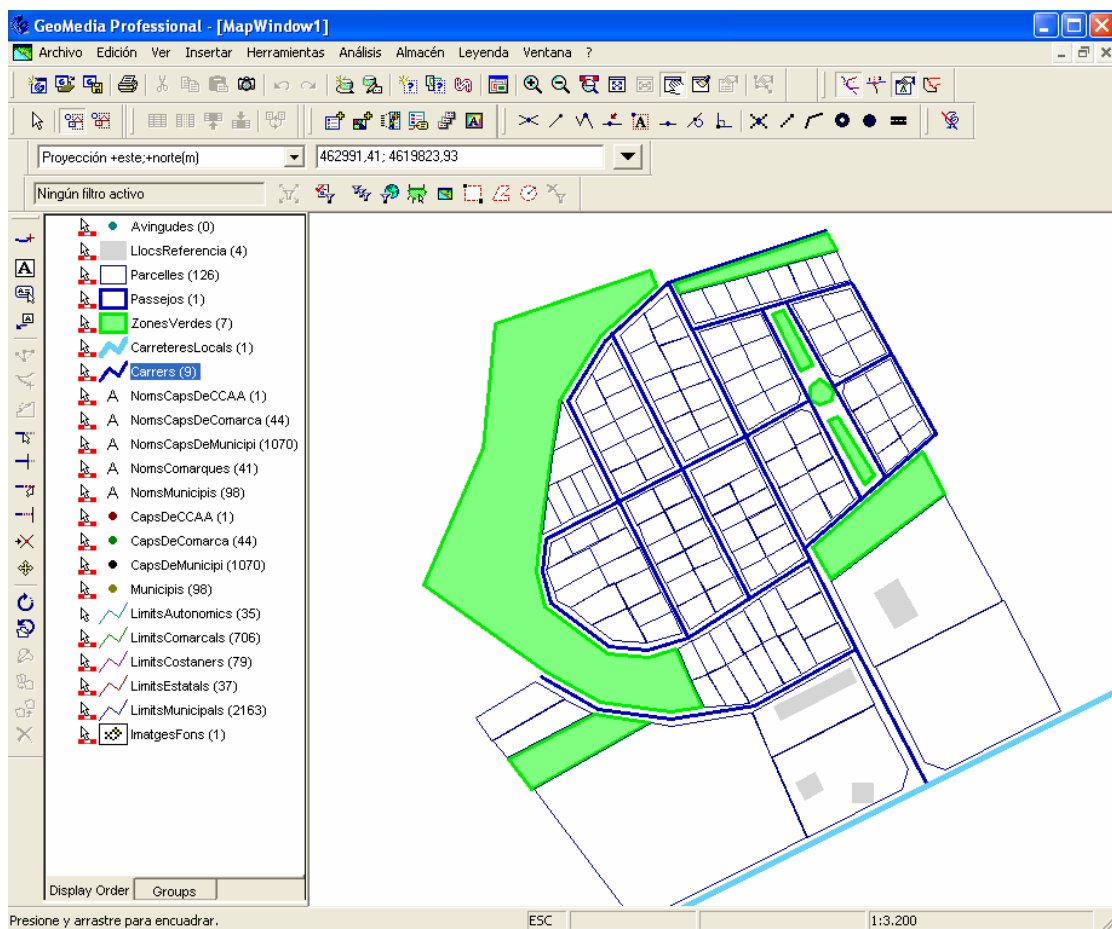


Figura 23. Finestra de mapa del SIG municipal creat a escala 1:1.500.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

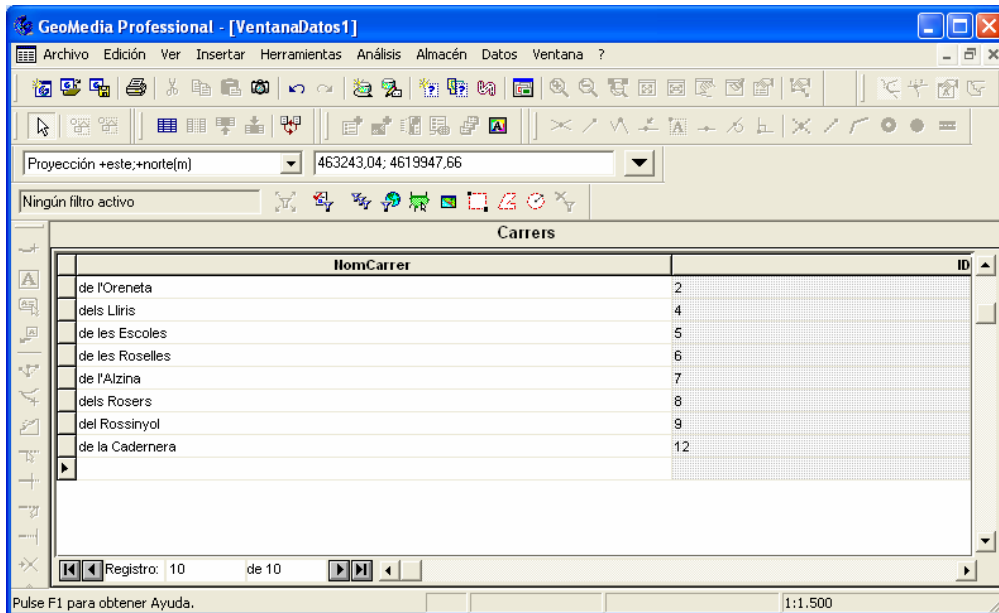


Figura 24. Finestra de dades de la classe d'entitat Carrers del SIG municipal.

5.4. Creació de l'estructura de dades associada al SIG

En el cas concret d'aquest SIG municipal, un cop creats els elements geogràfics cal determinar quines dades són necessàries per a poder resoldre les qüestions que planteja aquest TFC. Per tant, en aquest punt s'analitzen les funcionalitats que s'han de crear i es determina el conjunt d'atributs de les entitats geogràfiques creades que han d'intervenir-hi.

L'aplicació que s'ha de crear ha de permetre realitzar quatre funcions: introduir les dades cadastrals de les parcel·les, calcular l'Impost de Béns Immobles (IBI) de cada parcel·la, crear mapes temàtics seguint uns paràmetres que introdueix l'usuari i generar correus massius a partir de consultes. Aquestes funcions afecten bàsicament la classe d'entitat *Parcel·les*, per tant, els atributs que es determinin a continuació s'hauran d'associar a aquesta classe d'entitat.

Per a la primera d'aquestes funcions, que és la introducció de les dades cadastrals de les parcel·les, s'ha consultat un rebut de l'IBI de la zona en qüestió i s'ha visitat la pàgina web de l'Oficina Virtual del Cadastre del Ministeri d'Economia i Hisenda³⁵. Cal que la classe d'entitat *Parcel·les* tingui definits els següents atributs: la referència cadastral com a atribut clau, el nom complet del titular, el NIF del titular i l'objecte tributari amb el nom del carrer i el número de parcel·la.

La segona funció és el càlcul de l'IBI. Per a efectuar aquest càlcul, s'ha de conèixer l'ús de l'objecte tributari o parcel·la que pot ser urbà o rústic, el valor cadastral que és el valor del sòl

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

més valor de la construcció si n'hi ha, el tipus impositiu que s'aplica a la parcel·la i si la parcel·la gaudeix de bonificació amb la data de finalització d'aquesta. Així, a més dels anteriors atributs, caldran aquests altres: l'ús de la parcel·la, el valor del sòl, el valor de la construcció, el tipus impositiu, la bonificació i la data de fi de la bonificació.

Per a la funció de generació de mapes temàtics, no calen uns paràmetres concrets; amb els atributs definits fins al moment ja es poden generar diferents tipus de mapes temàtics, com per exemple les parcel·les que tenen construcció i les que no. L'altre tipus de mapes temàtics que es generen per zones d'influència no requereixen d'atributs ja que es basen en les dades geogràfiques del SIG com podria ser la proximitat a un punt determinat.

Finalment, per a la funció de creació de correus massius a partir de consultes, es poden definir alguns paràmetres addicionals com són l'edat del titular de la parcel·la o bé el nombre de persones censades en cada parcel·la per a ampliar el ventall de consultes possibles.

En la taula 7, es recull el conjunt d'atributs que s'han determinat en aquest punt per a la classe d'entitat *Parcelles* amb la seva descripció i el tipus de dades.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

Atribut	Descripció de l'atribut	Tipus
ReferenciaCadastral	Referència cadastral de l'objecte tributari	cadena
NomTitular	Nom complet del titular de l'objecte tributari	cadena
NIFtitular	NIF del titular de l'objecte tributari	cadena
ViaPublica	Nom de la via pública de l'objecte tributari	cadena
NumParcel·la	Número de parcel·la de l'objecte tributari	numèric
Us	Tipus d'ús que es fa de l'objecte tributari (urbà o rústic)	cadena
ValorSol	Valor del terreny	numèric
ValorConstruccio	Valor de la construcció si n'hi ha	numèric
TipusImpositiu	Percentatge que s'aplica al valor cadastral per al càlcul de l'IBI de l'objecte tributari	numèric
Bonificacio	Percentatge de bonificació que pot gaudir l'objecte tributari	numèric
FiBonificacio	Data de finalització de la bonificació si n'hi ha	data
DataNaixementTitular	Data de naixement del titular de l'objecte tributari	data
PersonesCensades	Nombre de persones censades en l'objecte tributari	numèric

Taula 7. Conjunt d'atributs de la classe d'entitat *Parcel·les*.

Respecte al joc de dades introduït: s'ha respectat la codificació de la referència cadastral segons les dades obtingudes de l'Oficina Virtual del Cadastre, excepte els dos últims dígit de control que s'han determinat arbitràriament "XX" per a totes les parcel·les; la resta de dades són totalment fictícies ja que no són de domini públic.

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

Un dels grans avantatges de GeoMedia Professional 6.0 és que es pot automatitzar l'execució de les seves instruccions mitjançant la inserció de comandes desenvolupades amb Visual Basic 6.0. En aquest capítol es planteja i dissenya una aplicació Visual Basic 6.0 per a ser executada des de GeoMedia Professional 6.0 que automatitza quatre funcionalitats habituals en la gestió de les dades cadastrals d'un municipi. Així, s'explica el procés seguit per a la creació d'aquestes funcionalitats:

- El disseny d'una aplicació: es defineix l'abast de l'aplicació que es vol crear i es mostra el procés d'inserció de comandes a GeoMedia Professional 6.0.
- La creació de les funcionalitats del SIG: es detalla la creació i el funcionament dels quatre processos definits.

6.1. Disseny d'una aplicació SIG

L'enunciat d'aquest TFC estableix que s'ha de donar resposta a les necessitats més bàsiques que pot tenir un ajuntament mitjançant quatre processos. Com ja s'ha introduït en l'apartat 5.4, aquests processos responen a les següents qüestions:

- Introducció de les dades cadastrals de les parcel·les del SIG.
- Càlcul de l'IBI d'aquestes parcel·les.
- Generació de mapes temàtics.
- Creació de correus massius.

Cadascun d'aquests processos correspon a una nova funcionalitat de GeoMedia Professional 6.0 aplicada a una funció concreta de la gestió cadastral. Això implica la creació d'una aplicació adaptada a la realització d'aquestes funcions.

Per a executar aquest tipus d'aplicacions, GeoMedia Professional 6.0 utilitza comandes personalitzades. Una opció per a la inserció d'aquestes comandes és fer-ho mitjançant el *Command Wizard*⁶⁶, que és un complement de Visual Basic 6.0. La parametrització i l'execució d'aquest complement des de Visual Basic 6.0 genera un projecte amb els elements mínims

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

necessaris per a establir l'enllaç amb les dades d'un SIG creat amb GeoMedia Professional 6.0. En el marc del projecte creat, s'incorpora la part de codi que implementa les funcionalitats requerides.

La forma d'accedir a les comandes des de GeoMedia Professional 6.0 és inserint botons a la barra d'eines que executen les crides a les aplicacions. Així, com que les quatre qüestions plantejades s'emmarquen dins la gestió cadastral d'un ajuntament, es decideix crear una sola comanda que s'anomenarà *Comanda per a la gestió de les dades cadastrals*. Aquesta única comanda reuneix les quatre funcionalitats, tal i com mostra la figura 25. Per a accedir a cadascuna d'elles, cal pitjar el botó corresponent. També, s'ha inclòs el botó *Sortir* per a finalitzar l'execució de la comanda.

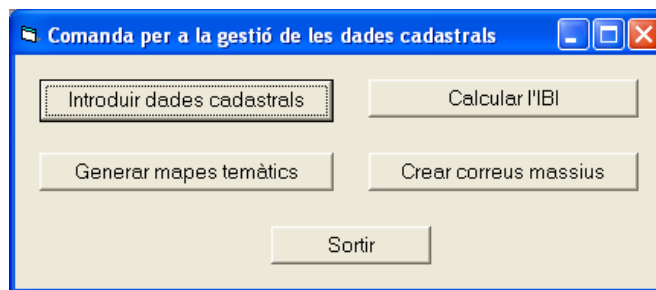


Figura 25. Finestra d'entrada a la comanda de gestió cadastral.

La finestra d'entrada a la comanda de gestió cadastral consisteix en un formulari creat amb Visual Basic 6.0, en el qual cada botó crida la funció que el seu nom descriu. Fa les funcions de menú d'entrada a les funcionalitats i sortida de l'aplicació.

6.2. Creació de les funcionalitats del SIG^{37 38 39 40}

En l'apartat 5.4 d'aquesta memòria, ja s'han mencionat les qüestions plantejades en l'enunciat d'aquest treball a efectes de generar una estructura de dades del SIG adequada a aquestes. A continuació, s'explica la creació i el funcionament concret dels quatre processos que responen a aquestes qüestions. Els dos primers processos estan completament implementats. Pel que fa als dos últims, se'n fa una explicació del disseny i el seu funcionament, però la seva implementació es considera fora de l'àmbit d'aquest treball.

6.2.1. Introducció de les dades cadastrals

La incorporació de les dades cadastrals de les parcel·les d'una zona del municipi significa que a cada parcel·la existent en el SIG, és a dir, que està digitalitzada i té assignada una referència cadastral, se li han d'incorporar la resta de dades relatives al seu titular, la seva localització i les

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

seves principals característiques. És per això que la interfície amb l'usuari de l'aplicació ha de ser un formulari per a l'entrada d'aquestes dades.

La figura 26 mostra l'aparença d'aquest formulari. En la seva part superior, és on es fa la selecció de la parcel·la a partir d'una llista generada amb les dades existents al SIG. En la part central, és on es visualitzen les dades de la parcel·la seleccionada anteriorment, si en té, i s'introdueixen les noves dades. La part inferior incorpora els botons necessaris per a l'execució de les opcions que són la gravació de les dades, la neteja del formulari per a una nova selecció i la sortida de la funcionalitat.

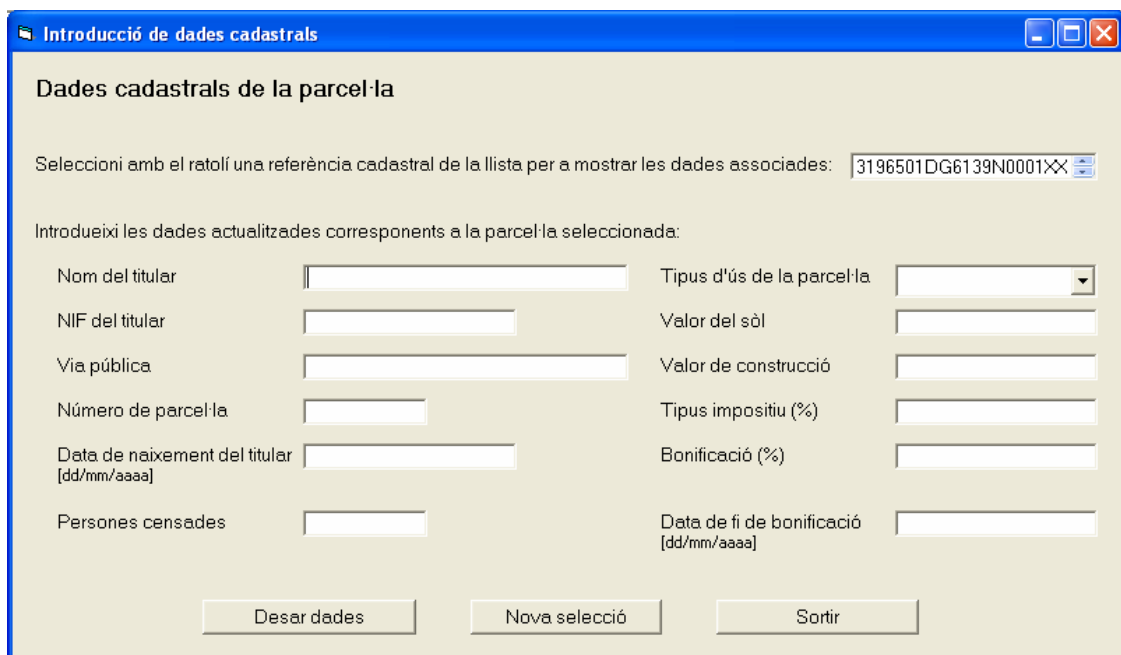


Figura 26. Finestra d'introducció de les dades cadastrals d'una parcel·la.

En concret, a la primera zona de selecció s'ha utilitzat un *ListBox* on quan es carrega el formulari es mostra la llista de referències cadastrals de les parcel·les introduïdes al SIG. Per tal de mostrar aquesta llista, primer de tot s'ha d'establir una connexió amb la base de dades del SIG. Aquesta connexió cal que es mantingui oberta durant tota l'execució d'aquest procés ja que la seva utilitat és introduir noves dades a la base de dades. Així, la part del codi on s'estableix aquesta connexió s'introduirà al principi del procediment que controla la càrrega del formulari, que té per nom *Form_Load()*. I està format per les següents instruccions:

```
With objConn
    .Location = "C:\Warehouses\nequi_BDentitats.mdb"
    .Mode = gmcModeReadWrite
    .Type = "Access.GDatabase"
    .Name = "Connect1"
    .Connect
End With
```

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

A continuació, cal omplir la llista amb les dades del SIG. Això es fa creant un *RecordSet*, que és una col·lecció de resultats obtinguts, amb les dades del camp *ReferenciaCadastral* de la taula *Parcelles* que es troba en el magatzem Access associat al *GeoWorkspace*. Des d'aquest *RecordSet*, es recuperen els registres que configuraran la llista de referències cadastrals. Cal netejar la llista cada vegada abans d'omplir-la de nou per a evitar que cada cop que es carregui el formulari es vagin afegint registres als ja recuperats anteriorment. Al final, es torna al primer element de la llista per a poder executar futures cerques en el *RecordSet*. El codi que executa aquesta acció és el que segueix i es posa just després del que estableix la connexió:

```
objConn.CreateOriginatingPipe objOP
objOP.Table = "Parcelles"
Set objRS = objOP.OutputRecordset

lstReferenciesCadastralsDades.Clear
Do While Not objRS.EOF
    lstReferenciesCadastralsDades.AddItem objRS.GFields("ReferenciaCadastral")
    objRS.MoveNext
Loop

objRS.MoveFirst
```

Fins aquí, el codi s'executa automàticament quan l'usuari crida el formulari des de la finestra principal de l'aplicació. Ara, cal que l'usuari seleccioni amb el ratolí una referència cadastral concreta de la llista per a que el sistema en mostri les dades existents al SIG, si ja n'hi han. Un cop seleccionada la parcel·la, el sistema busca el registre d'aquesta i carrega les seves dades en els camps previstos del formulari. El codi utilitzat a tal efecte es mostra a continuació i es troba en el procediment *IstReferenciesCadastralsDades_Click()* -de la part que omple cada camp només s'ha posat d'exemple el del nom del titular ja que la resta és molt similar:-

```
Do While Not objRS.EOF
    If objRS.GFields("ReferenciaCadastral").Value=
        lstReferenciesCadastralsDades.Text Then
        Exit Do
    End If
    objRS.MoveNext
Loop

If objRS.GFields("NomTitular").Value <> 0 Then
    txtNomTitular.Text = objRS.GFields("NomTitular").Value
Else
    txtNomTitular.Text = ""
End If
txtNomTitular.Refresh
```

La figura 27 mostra un exemple amb les dades d'una parcel·la concreta.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

Introducció de dades cadastrals

Dades cadastrals de la parcel·la

Seleccioni amb el ratolí una referència cadastral de la llista per a mostrar les dades associades: 3196506DG6139N0001XX

Introdueixi les dades actualitzades corresponents a la parcel·la seleccionada:

Nom del titular	Josep Creus	Tipus d'ús de la parcel·la	Urbà
NIF del titular	11111111A	Valor del sòl	6230
Via pública	C/ Oreneta	Valor de construcció	28470
Número de parcel·la	167	Tipus impositiu (%)	0,85
Data de naixement del titular [dd/mm/aaaa]	25/04/1958	Bonificació (%)	0,05
Persones censades	3	Data de fi de bonificació [dd/mm/aaaa]	31/12/2005

Desar dades Nova selecció Sortir

Figura 27. Finestra que mostra de les dades cadastrals d'una parcel·la concreta.

Finalment, quan l'usuari ha introduït les noves dades de la parcel·la, mitjançant l'edició directa des del teclat en els camps visualitzats, cal pitjar el botó *Desar dades* per tal de fer efectius els canvis en la base de dades del SIG. El codi que ho permet s'introdueix en el procediment *cmdDesarDades_Click()* i està a continuació:

```
If objRS.Updatable Then
  Do While Not objRS.EOF
    If objRS.GFields("ReferenciaCadastral").Value=
      lstReferenciesCadastralsDades.Text Then
      objRS.Edit
      objRS.GFields("NomTitular") = txtNomTitular.Text
      objRS.GFields("NIFtitular") = txtNIFtitular.Text
      objRS.GFields("ViaPublica") = txtViaPublica.Text
      objRS.GFields("NumParcel·la") = txtNumParcel·la.Text
      objRS.GFields("DataNaixementTitular")=
        txtDataNaixementTitular.Text
      objRS.GFields("PersonesCensades") = txtPersonesCensades.Text
      objRS.GFields("Us") = cmbUs.Text
      objRS.GFields("ValorSol") = txtValorSol.Text
      objRS.GFields("ValorConstruccio") = txtValorConstruccio.Text
      objRS.GFields("TipusImpositiu") = txtTipusImpositiu.Text
      objRS.GFields("Bonificacio") = txtBonificacio.Text
      objRS.GFields("FiBonificacio") = txtFiBonificacio.Text
      objRS.Update
      Exit Do
    End If
    objRS.MoveNext
  Loop
End If
```

Si es pitja el botó *Nova selecció*, s'esborren les dades de tots els camps i es pot tornar a seleccionar una nova parcel·la de la llista i, en el cas de pitjar el botó *Sortir*, es tanca la

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

connexió establerta, es deixa de visualitzar el formulari i es torna a la pantalla principal de l'aplicació.

6.2.2. Càlcul de l'IBI

En el cas de la qüestió que demana fer el càlcul de l'IBI d'una parcel·la concreta, se suposa que les dades de les parcel·les ja estan totes introduïdes al sistema o bé, com a mínim, les corresponents a les parcel·les que es vulguin consultar.

Així, cal un formulari per a seleccionar la parcel·la de la qual es vulgui conèixer la quota de l'IBI que seguidament mostrarà el resultat del càlcul. Durant l'execució d'aquesta funcionalitat, no caldrà que hi hagi una connexió oberta permanentment. Només caldrà accedir a la base de dades del SIG per a generar la llista de parcel·les, de la mateixa forma que s'ha fet en el procés d'introducció de les dades cadastrals d'una parcel·la.

Per tant, el formulari consta també de tres parts. La part superior destinada a la selecció de la parcel·la. La part central que és on s'informa l'usuari de l'import de la quota de l'IBI resultant del càlcul. I la part inferior amb els botons per a executar un càlcul, preparar el formulari per a un nou càlcul i sortir del formulari. La figura 28 mostra la imatge inicial d'aquest formulari.

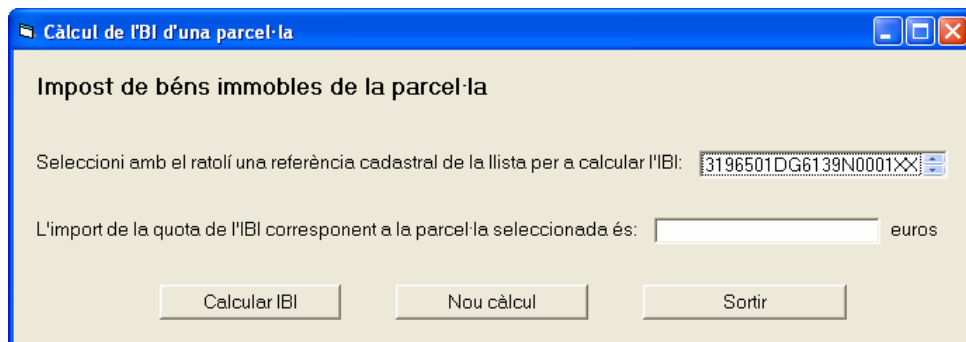


Figura 28. Finestra de càlcul de l'IBI d'una parcel·la.

La primera part de càrrega de la llista de les referències cadastrals funciona exactament igual que la del punt 6.2.1. Així, a grans trets, s'estableix una connexió amb la base de dades del SIG, es recupera un *RecordSet* amb les dades de la taula *Parcelles* i es genera la llista amb les referències cadastrals en un *ListBox* anomenat *IstReferenciesCadastralsIBI*.

Respecte al procediment que fa el càlcul de la quota de l'IBI, que s'executa quan l'usuari pitja el botó *Calcular IBI*, es recuperen les dades econòmiques referides al valor del sòl, el valor de la construcció, el tipus impositiu, la possible bonificació i la seva caducitat i es fa el càlcul. El codi emprat és el següent:

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

```
Do While Not objRS.EOF
  If objRS.GFields("ReferenciaCadastral").Value=
    lstReferenciesCadastralsIBI.Text Then
    If objRS.GFields("ValorSol").Value > 0 Then

      valorSol = objRS.GFields("ValorSol").Value
      valorConstruccio = objRS.GFields("ValorConstruccio").Value
      valorCadastral = valorSol + valorConstruccio

      tipusImpositiu = objRS.GFields("TipusImpositiu").Value
      bonificacio = objRS.GFields("Bonificacio").Value

      If objRS.GFields("Bonificacio").Value > 0 Then
        fiBonificacio = objRS.GFields("FiBonificacio").Value
      Else
        fiBonificacio = 0
      End If

      If bonificacio > 0 And fiBonificacio > Date Then
        importBonificacio = valorCadastral * bonificacio / 100
      Else
        importBonificacio = 0
      End If

      txtQuotaIBI.Text = (valorCadastral * tipusImpositiu / 100) -
        importBonificacio
    Else
      txtQuotaIBI.Text = ""
      MsgBox "La parcel·la seleccionada no té un valor del sòl vàlid.
        Revisi les dades de la parcel·la.", vbExclamation, "Error de
        càlcul"
    End If
    txtQuotaIBI.Refresh
    Exit Do
  End If
  objRS.MoveNext
Loop
```

El resultat d'aquest càlcul es mostra en la part central de la pantalla tal i com mostra la figura 29.

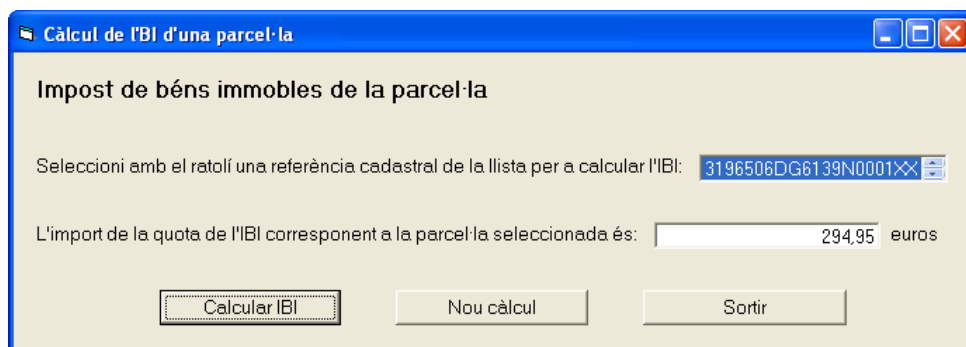


Figura 29. Finestra que mostra la quota calculada de l'IBI d'una parcel·la concreta.

Si la parcel·la no té un valor del sòl introduït, que es considera la informació mínima per a efectuar el càlcul, es mostra el missatge de la figura 30 a l'usuari:

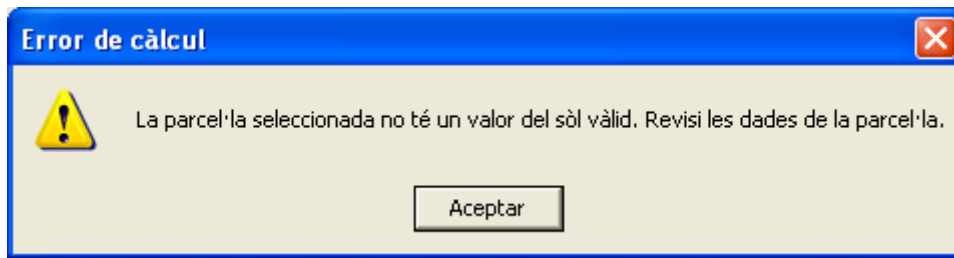


Figura 30. Finestra que avisa l'usuari que no hi ha prou dades per a calcular l'IBI.

Per acabar de descriure el formulari, el botó *Nou càlcul* neteja el camp informatiu del formulari per a permetre calcular una nova quota de l'IBI i el botó *Sortir* tanca la connexió i la finestra activa i torna a l'aplicació principal.

6.2.3. Generació de mapes temàtics

Pel que fa a la generació de mapes temàtics, el requisit és l'existència d'un conjunt de dades mínim de les parcel·les que estigui introduït a la base de dades del SIG per a realitzar la consulta en funció dels paràmetres que triï l'usuari i poder visualitzar les dades en forma de mapa temàtic. De fet, la funció de la interfície amb l'usuari és per a que aquest pugui seleccionar els paràmetres que determinaran la visualització temàtica del mapa.

Cal doncs predefinir el tipus de mapa temàtic que es vol visualitzar. Per exemple, es pot definir un mapa temàtic que mostri les parcel·les classificades pel seu valor de construcció. Així, en el rang més baix de la classificació hi haurà els terrenys sense construcció i valor de construcció igual a 0, i la resta de rangs estaran ordenats pel valor de l'edificació construïda. Una altra classificació possible de les parcel·les és segons el nombre de persones censades.

Un possible disseny del formulari d'entrada a aquesta funció és el que mostra la figura 31.

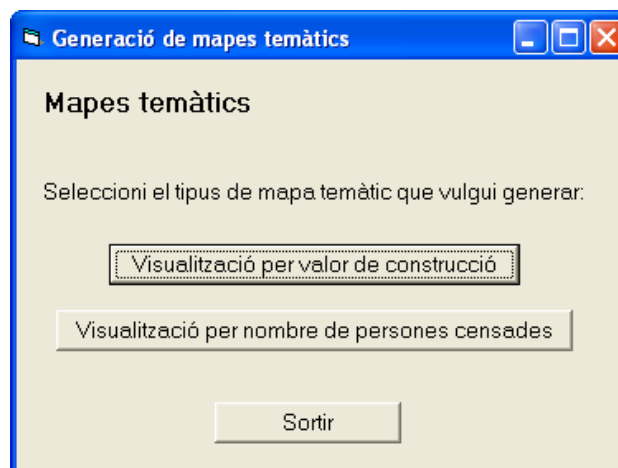


Figura 31. Finestra de selecció del tipus de mapa temàtic que es vol visualitzar.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

Aquest formulari consta de dues parts, una de selecció del tipus de mapa i la segona per a sortir de la funcionalitat i tornar a la pantalla principal de l'aplicació. L'usuari només interactua amb el sistema pitjant aquests botons ja que la resta de processos són automàtics.

En el cas de pitjar un dels dos botons de selecció del tipus de mapa temàtic, el sistema estableix la connexió amb la base de dades del SIG per així poder crear un *RecordSet* amb les dades de la taula *Parcelles*. Aquest procediment és similar al de les funcionalitats descrites en els punts 6.2.1 i 6.2.2. La diferència respecte a les connexions anteriors és que, en aquest cas, també cal definir una variable de tipus *RangeLegendEntry* per a obtenir l'objecte que s'inserirà a la llegenda i modificarà la visualització del mapa.

En aquest objecte de tipus *RangeLegendEntry*, s'hi defineixen les propietats que contenen els paràmetres tant de consulta com d'estil de les dades a visualitzar. Algunes de les propietats que s'han de definir són per a dotar l'objecte amb el sistema de coordenades del *GeoWorkspace*; a més, per tal d'establir les dades a mostrar i la seva classificació, s'han de definir el nom del camp de la base de dades que s'utilitzarà per a la classificació i el nombre de rangs que hi haurà; i, també, cal definir un estil d'àrea i els paràmetres de visualització inicial de la llegenda.

Un cop definides les propietats de l'objecte, aquest s'afegeix a la llegenda i es dota cada rang obtingut amb una descripció adequada. Finalment, s'actualitzen la finestra del mapa i la llegenda per a mostrar el mapa temàtic corresponent.

El formulari incorpora també el botó *Sortir* per a tancar la finestra en cas que l'usuari no acabi d'executar la selecció d'un tipus de mapa temàtic una vegada hagi carregat el formulari.

6.2.4. Creació de correus massius

En darrer terme, es demana una funcionalitat que creï correus electrònics massius als titulars de les parcel·les que compleixin unes determinades característiques, és a dir, a partir de consultes realitzades a la base de dades del SIG. La interfície amb l'usuari li ha de permetre indicar els valors dels criteris que definiran la cerca.

Així, per exemple, es poden crear correus massius adreçats als titulars de les parcel·les compresos en una franja d'edat concreta per a informar-los de les activitats organitzades per l'ajuntament o bé als titulars de les parcel·les d'una zona concreta que es veu afectada per unes obres de llarga durada. En el primer cas, l'usuari introduirà en el moment de sol·licitar el tipus de correu el rang de dates de naixement de la població a qui s'adreça l'oferta concreta. I, en el segon cas, l'usuari seleccionarà el carrer o carrers afectats per les obres. En tots dos casos, hi haurà un camp comú de text lliure per a introduir-hi el cos del missatge a transmetre.

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

Capítol 6. Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

La figura 32 és una proposta de formulari d'entrada dels criteris de cerca per a la creació dels correus massius.

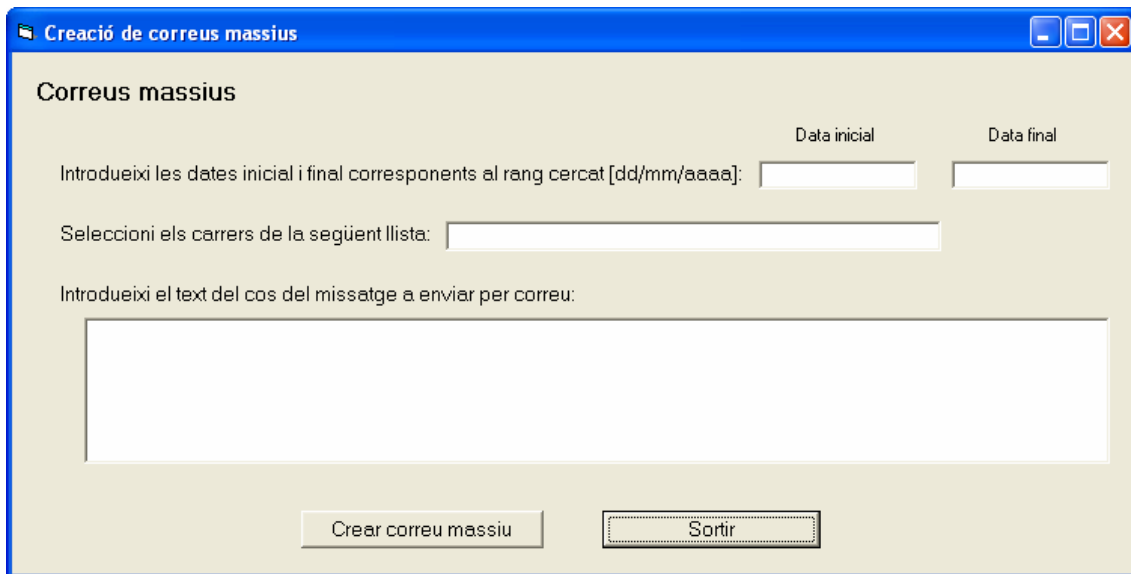


Figura 32. Finestra d'introducció dels criteris i els continguts per als correus massius.

Quan es carrega el formulari, s'estableix la connexió de forma similar als processos explicats en els punts 6.2.1 i 6.2.2, però enlloc de crear una llista de selecció de referències cadastrals, en aquest cas, es crea una llista dels carrers existents en la base de dades del SIG per a que l'usuari pugui executar una cerca per carrers. Aquesta llista permet a l'usuari seleccionar més d'un carrer per a determinar una zona més àmplia.

A la part superior del formulari es troben els camps que ha d'omplir l'usuari amb els criteris que consideri oportuns, tant per a la consulta per dates de naixement com per a la consulta per carrers. Hi ha també la possibilitat de combinar ambdós criteris de cerca i així seleccionar els titulars nascuts entre dues dates i que viuen en una determinada zona.

Un cop s'executa la cerca mitjançant el botó *Crear correu massiu*, el sistema crea automàticament un fitxer de text, en el directori i amb el nom predeterminats, en el qual es desen de forma seqüencial les dades dels registres que corresponen als criteris de cerca junt amb el cos del missatge a enviar. Les dades de cada registre quedaran separades del registre següent per un caràcter identificador de fi de registre per tal que una aplicació de tractament de text pugui recuperar aquestes dades i donar-los el format adequat per a imprimir i enviar les cartes per correu postal.

A més, el formulari conté el botó *Sortir* per a tancar la finestra en cas que l'usuari no acabi d'executar la consulta un cop carregat el formulari.

Capítol 7. Conclusions i línies futures de treball

7.1. Conclusions

Aquest TFC s'emmarca dins l'àmbit dels SIG i ofereix una nova visió del món de les bases de dades diferent respecte a la que s'estudia en les assignatures de la titulació d'Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió. Per aquest motiu, inclou una primera part bàsica de treball de recerca i una segona part de treball pràctic.

El treball de recerca, tal i com es marca en els objectius del TFC, permet conèixer què és un SIG. A tal efecte, introdueix tots els conceptes lligats a la cartografia indispensables per a gestionar les dades geogràfiques que caracteritzen els SIG i, finalment, estudia el funcionament del sistema SIG GeoMedia Professional 6.0 desenvolupat per Intergraph.

El treball pràctic es basa en aplicar tots els coneixements adquirits en la part de recerca per a construir un SIG municipal amb GeoMedia Professional 6.0 i, a partir d'aquest SIG, aprofundir en la creació de comandes personalitzades mitjançant aplicacions en Visual Basic 6.0 que automatitzen processos de GeoMedia Professional 6.0.

En definitiva, tal i com s'ha pogut comprovar amb la construcció del SIG i la personalització de comandes, GeoMedia Professional 6.0 és un sistema SIG molt complet i versàtil. Aquesta conclusió es fonamenta en la possibilitat d'integrar dades de diferents fonts i formats en un mateix SIG, la facilitat per a manejar les dades geogràfiques a l'hora de crear un SIG i la potència que representa l'opció de personalitzar el funcionament de les comandes de GeoMedia Professional 6.0 amb Visual Basic 6.0.

7.2. Línies futures de treball

El disseny de l'aplicació que automatitza les funcions més bàsiques que pot tenir un ajuntament respecte a la gestió cadastral deixa el camí obert per a continuar la línia de treball endegada en aquest TFC. Així, aquesta aplicació es pot millorar de diferents maneres.

D'una banda, la incorporació d'un control d'errors en les entrades de dades que fa l'usuari és un tema important a tenir en compte. Cal recordar que aquest TFC se centra en la interacció amb les dades de GeoMedia Professional 6.0 des d'una aplicació creada amb Visual Basic 6.0.

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

Capítol 7. Conclusions i línies futures de treball

És per això, que el codi conté un control mínim dels errors. Per exemple, en la funció d'introducció de les dades cadastrals de les parcel·les es pot controlar que l'usuari només introdueixi NIF vàlids. També, es pot controlar que les adreces introduïdes siguin vàlides. Això es pot aconseguir generant la llista de carrers existents al SIG de la qual l'usuari només ha de seleccionar el que correspongui. I, a partir d'aquí, que els números de parcel·les que l'usuari pugui triar siguin només els que estan efectivament en el carrer seleccionat. Un altre control possible és el del format de la data; ara mateix, es mostra el format vàlid, però no es controla si la data introduïda segueix aquest format.

D'altra banda, l'aparença visual de la interfície actual és funcional, però es podria millorar fent les pantalles més còmodes i adaptades a l'usuari. Les pantalles es podrien dissenyar amb formats més similars als que utilitza GeoMedia Professional 6.0, cosa que integraria molt millor les comandes personalitzades a l'entorn en el qual s'executen. A més, tenint en compte que aquestes funcionalitats s'adrecen a ajuntaments, aquest tipus d'institucions acostumen a tenir normes d'identificació visual definides. Una altra opció és adaptar el disseny a aquestes normes i, en tot cas, incloure el logotip de l'ajuntament per al qual s'adapti l'aplicació.

Respecte a les dues darreres funcionalitats creades, es poden acabar de posar en funcionament implementant-les a partir del disseny descrit. Amb els formularis ja definits i enllaçats amb la comanda de l'aplicació principal, només cal introduir el codi en els procediments dels formularis per a que es puguin utilitzar.

Finalment, hi ha la possibilitat d'incorporar noves funcionalitats de gestió cadastral a la comanda creada. Una opció que pot ser interessant és la de enllaçar el SIG a les dades oficials del cadastre i automatitzar les modificacions que hi puguin haver que afectin la parcel·lació del municipi. Així, la digitalització dels nous elements gràfics o la modificació dels existents en el SIG es faria automàticament. Aquest seria el cas de les requalificacions de terreny que afecten directament les dades bàsiques del SIG, com són la distribució parcel·laria a nivell geogràfic i també la classificació de les parcel·les que afectaria la taula que conté les referències cadastrals.

Bibliografia

Introducció als SIG

- ¹ **GabrielOrtiz.com.** *Teoría GIS. Temas de iniciación. Qué son los Sistemas de Información Geográfica. Tipos de SIG y modelos de datos. Un artículo introductorio para entender las bases de los SIG.*
<http://recursos.gabrielortiz.com> [octubre 2005]
- ² **Comas, D.; Ruiz, E.** (1993). *Fundamentos de los sistemas de información geográfica.* Barcelona: Editorial Ariel, S.A.
- ³ **Logis Developments.** *What'sGIS? White Papers. Smallworld GIS: The difference between CAD and GIS.*
http://www.logis.ro/downloads/DifferenceCAD_GIS.pdf [octubre 2005]
- ⁴ **National Park Service. U.S. Department of the Interior.** *CAD to GIS. A Step-By-Step Guide to converting .dwg CAD files to GIS shapefiles. Using AutoCAD 2002 and ArcGIS 8.3.*
http://mms.nps.gov/gis/applications/documents/cadgis_rev1d.pdf [octubre 2005]
- ⁵ **Federal Highway Administration. U.S. Department of Transportation.** *FAQs. 11. What is the difference between GIS and CAD?*
<http://www.gis.fhwa.dot.gov/faqs.asp#q11> [octubre 2005]
- ⁶ **Karen R.M. Stewart, B.Tech (GIS), GISP.** *Earth Observation Magazine* (2005 June - Vol. XIV, No. 4). *What Exactly is CAD and GIS Interoperability?*
http://www.eonline.com/EOM_Jun05/article.php?Article=feature03 [octubre 2005]
- ⁷ **TechTarget Network.** *SearchSQLServer.com Definitions - powered by whatis.com.*
http://searchsqlserver.techtarget.com/sDefinition/0,,sid87_gci213982,00.html [octubre 2005]
- ⁸ **Cynthia Lanus'Lessons: Mathematics of Cartography.** *Mathematics Topics-Coordinate System.*
<http://math.rice.edu/~lanus/pres/map/mapcoo.html> [octubre 2005]
- ⁹ **Bosque, J.** (1992). *Sistemas de información geográfica.* Madrid: Ediciones Rialp, S.A.
- ¹⁰ **Lega Navale Italiana.** *Corsi on-line. Cultura Nautica – Lezione 1.*

http://www.leganavale.it/portale/cultnaut_lez1.asp [octubre 2005]

- ¹¹ **Liz Fulghum.** *Vector vs. Bitmap Graphics – an Introductory Guide for Clients and Designers.*
<http://www.eastbywest.com/pub/vectorbitmap/> [octubre 2005]
- ¹² **Glosarium.com.** *La web de los diccionarios gratis. Informática e Internet. Extensiones de Ficheros.*
<http://www.glosarium.com/list/7/index.shtml> [octubre 2005]
- ¹³ **US Army Corps of Engineers. Walla Walla District.** *Spatial Analyses and Applications Using. Draw: Design Regio and Analysis Window.*
<http://www.nww.usace.army.mil/planning/er/IBEPS/spatial.htm> [octubre 2005]
- ¹⁴ **Institut Cartogràfic Valencià.** *Glossari de termes cartogràfics.*
<http://www.icv.gva.es> [octubre 2005]
- ¹⁵ **Kenneth E. Foote, Donald J. Huebner.** *The Geographer's Craft Project. Department of Geography. The University of Colorado at Boulder. Database Concepts.*
<http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/datacon/datacon.html> [octubre 2005]

Introducció i obtenció de la cartografia

- ¹⁶ **Institut Cartogràfic Valencià.** *Glossari de termes cartogràfics.*
<http://www.icv.gva.es> [octubre 2005]
- ¹⁷ **Wikipedia.** *La enciclopedia libre. Artículos sobre la cartografía, el mapa y las coordenadas UTM.*
<http://es.wikipedia.org/wiki/> [octubre 2005]
- ¹⁸ **Institut d'Estudis Catalans** (1995). *Diccionari de la llengua catalana.* Barcelona: Enciclopèdia Catalana, S.A., Edicions 62, S.A.
- ¹⁹ **M. Burkhard.** **Université de Neuchâtel.** *Matériaux supplémentaires pour le cours Géologie/Géomorphologie. Sciences de la Terre. 3) Le cycle interne/processus endogènes.*
<http://www-geol.unine.ch/cours/geol/3cycint.html> [octubre 2005]
- ²⁰ **El Rincón del Vago.** *Ciencias Ambientales. Sistemas de Información Geográfica. Geodesia y cartografía.*
<http://html.rincondelvago.com/geodesia-y-cartografia.html> [octubre 2005]

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

Bibliografia

- ²¹ **Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals CREAF. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona.** *Criteris geodèsics en els canvis de sistema de referència en un entorn SIG.*
<http://www.creaf.uab.es/miramon/publicat/papers/sitges00/calcgeo.htm> [octubre 2005]
- ²² **Exploring Earth. Investigations. Unit 1: Investigating Earth. Chapter 3: Models of Earth. How Do Map Projections Distort Earth's Surface? Step 7: Three Common Projections**
http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/investigations/es0301/es0301page07.cfm?chapter_no=investigation [octubre 2005]
- ²³ **Página GPS española.** *Mensajes obtenidos del grupo GPS de interés general. Conceptos de cartografía y términos especializados. ¿Cuál es el "datum" oficial de los mapas de España?*
<http://www.elgps.com/mensajes/datumoficial.html> [octubre 2005]
- ²⁴ **MapMakers Australia.** *GIS - A Quick Tour.*
http://www.mapmakers.com.au/GIS_Tour.htm [octubre 2005]
- ²⁵ **Peter H. Dana. The Geographer's Craft Project. Department of Geography. The University of Colorado at Boulder.** *Notes and Study Materials for GIS and the Geographer's Craft. Coordinate Systems Overview.*
http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/coordsys/coordsys_f.html [octubre 2005]
- ²⁶ **TechTarget Network.** *SearchSQLServer.com Definitions - powered by whatis.com.*
http://searchsqlserver.techtarget.com/sDefinition/0,,sid87_gci213982,00.html [octubre 2005]
- ²⁷ **Comas, D.; Ruiz, E. (1993).** *Fundamentos de los sistemas de información geográfica.* Barcelona: Editorial Ariel, S.A.
- ²⁸ **Institut Cartogràfic de Catalunya.** *Serveis/Imatges de satèl·lit, L'ICC/Presentació i Productes/Productes digitals (descàrrega).*
<http://www.icc.es/catala/> [octubre 2005]

Introducció a GeoMedia Professional 6.0

- ²⁹ **Intergraph.** *Manual del usuario de GeoMedia ® Professional.*
<http://support.intergraph.com/Documentation.asp> [març 2006]
- ³⁰ **GeoMedia Professional 6.0.** (1996). *Temas de ayuda de GeoMedia Professional.* Intergraph Corporation

- ³¹ **GeoMedia Professional 6.0.** (1996). *Aprendizaje de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation
- ³² **Rodolfo Franco. Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá (Colòmbia).** *Sistemas de información geográfica. Resumen unidad VII. Metadatos e infraestructuras de datos espaciales.*
<http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/metadatos.htm> [abril 2006]

Construcció d'un SIG

- ³³ **GeoMedia Professional 6.0.** (1996). *Temas de ayuda de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation
- ³⁴ **LizardTech™.** *Download. Trial versions. GeoExpress View.*
<http://www.lizardtech.com> [juny 2006]
- ³⁵ **Ministerio de Economía y Hacienda.** *Oficina Virtual del Catastro.*
<http://ovc.catastro.minhac.es> [maig 2006]

Programació de la gestió municipal amb Visual Basic 6.0

- ³⁶ **GeoMedia Professional 6.0.** (1998). *Temas de ayuda del Asistente para comandos de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation
- ³⁷ **GeoMedia Professional 6.0.** (1998). *Programación en GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation
- ³⁸ **GeoMedia Professional 6.0.** (2005). *Referencia de objetos de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation
- ³⁹ **Mordzynski, S.; Mauer, L.** (2000). *Aprenda Visual Basic® 6*. Barcelona: Ediciones B, S.A.
- ⁴⁰ **Charte, F.** (1998). *Programación con Visual Basic 6*. Madrid: Ediciones Anaya Multimedia, S.A.