

Llicència

(Creative Commons)

Aquest treball està subjecte - excepte que s'indiqui el contrari - en una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 2.5 Espanya de Creative Commons.

Vosté és lliure de copiar-lo, distribuir-lo i transmetre'ls públicament sempre que citeu l'autor i l'obra, no es faci un ús comercial i no es faci còpia derivada.

La llicència completa es pot consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/deed.es>

Universitat Oberta de Catalunya

Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes

Curs 2010-2011, segon semestre

APLICACIÓ DE REPRESENTACIÓ GRÀFICA DE GRAFS DE MOBILITAT

Memòria del projecte de fi de carrera

Sonia Sánchez Sierra
Estudiant ETIG

Ramon Català Pou
Consultor

Resum del treball

El present Treball Final de Carrera (TFC) s'emmarca dins dels sistemes d'informació geogràfica (SIG). De forma genèrica, els SIG són Sistemes de Bases de Dades que gestionen informació geogràfica o georeferenciada.

Per apropar-se al món dels SIG, aquest treball s'estructura en dues parts: una primera part teòrica, on s'ofereix informació general sobre els SIG, la cartografia i l'entorn de programari GeoMedia professional 6.1, i una segona part pràctica, on es mostra el desenvolupament d'una aplicació concreta basada en programari SIG.

En primer lloc, es redactarà un Pla de Treball on s'especificaren les tasques a portar a terme, conjuntament amb una planificació temporal de les mateixes.

Seguidament es defineixen els conceptes necessaris per a poder treballar les dades geogràfiques característiques dels SIG, així com les seves funcions. A més, es dedica un dels apartats a explicar el funcionament bàsic de l'entorn de programari GeoMedia Professional 6.1.

I finalment en la part pràctica, es mostra el procediment necessari pel disseny d'una aplicació amb Visual Basic, una aplicació que ha de permetre generar la representació gràfica de grafs de mobilitat. Es presentarà el codi font generat, conjuntament amb els resultats obtinguts.

ÍNDEX	Pàg
Resum del Treball.....	3
Índex.....	4
Índex de figures.....	6
Índex de taules.....	7
1. Introducció.....	8
1.1. Objectiu del projecte.....	8
1.2. Objectius i competències a assolir al llarg del projecte.....	8
2. Pla de Treball.....	10
2.1. Objectius específics del projecte.....	10
2.2. Fases del projecte.....	10
2.3. Avaluació del material.....	10
2.4. Productes del projecte.....	10
2.5. Tasques i subtasques.....	11
2.6. Calendari de treball.....	15
2.7. Planificació temporal.....	15
2.8. Avaluació de riscos i pla de contingència.....	16
3. Aproximació als Sistemes d'Informació Geogràfica.....	17
3.1. Conceptes bàsics.....	17
3.1.1. Context històric.....	17
3.1.2. Definició i funcions.....	17
3.2. Tipus bàsics de representació de dades geogràfiques.....	18
3.3. Què es pot fer amb un SIG?.....	19
4. Aproximació a la Cartografia.....	20
4.1. Geodèsia.....	20
4.2. Sistemes de coordenades.....	20
4.3. Projeccions cartogràfiques.....	21
4.4. Projecció UTM.....	22
4.5. Georeferenciació.....	24
5. Organismes.....	25
6. Introducció a GeoMedia Professional 6.1.....	26
6.1. Conceptes i terminologia de SIG.....	26
6.2. Components i funcions principals.....	28
6.2.1. GeoWorkspace.....	28
6.2.2. Funcions.....	31
6.3. Conceptes bàsics de metadades.....	32

7. Catàleg de Requisits.....	34
7.1. Punt de partida.....	34
7.2. Casos d'ús.....	35
7.3. Model de dades.....	36
8. Desenvolupament d'una aplicació SIG.....	38
8.1. Programació amb GeoMedia.....	38
8.1.1. MS Visual Studio 2005.....	38
8.1.1.1. PUNTO NET (.NET).....	38
8.1.1.2. NET Framework.....	38
8.1.1.3. Visual Studio .NET.....	39
8.1.1.4. Visual Basic .NET.....	39
8.1.2. Creació del projecte amb GeoMedia Command Wizard.....	40
8.2. Disseny, funcionalitat i resultats de l'aplicació.....	41
8.2.1. Disseny de l'aplicació.....	41
8.2.2. Creació de la funcionalitat.....	44
8.2.3. Resultats.....	48
9. Conclusions i línies futures de treball.....	51
9.1. Conclusions.....	51
9.2. Línies futures de treball.....	51
Annex I. Simbologia.....	52
Glossari.....	57
Bibliografia.....	59

Índex de figures	Pàg
Figura 1. Interpretació cartogràfica d'elements geogràfics: vectorial i raster.....	19
Figura 2. Valors de longitud i latitud d'un punt sobre l'esfera.....	20
Figura 3. Eixos X, Y, Z del sistema de coordenades cartesianes.....	21
Figura 4. Distribució de signes de les coordenades X, Y en una malla del sistema de coordenades projectades.....	21
Figura 5. Superfícies de les projeccions cilíndrica, cònica i azimutal.....	22
Figura 6. Projecció de Mercator.....	22
Figura 7. Projecció UTM, distribució dels fusos i detall del sistema de coordenades.....	23
Figura 8. Representació de les zones del sistema de coordenades UTM.....	23
Figura 9. Representació d'un geoide.....	24
Figura 10. El·lipsoide de revolució aplatat.....	24
Figura 11. Representació del geoide i un el·lipsoide de referència.....	25
Figura 12. Exemple del llistat de les classes d'entitat.....	27
Figura 13. Exemple d'una classe d'entitat i atributs d'una entitat.....	27
Figura 14. Exemple de llegenda.....	28
Figura 15. Exemple del GeoWorkspace USSampleData.gws.....	29
Figura 16. Finestra de definició del sistema de coordenades.....	30
Figura 17. Finestra de dades d'un GeoWorkspace.....	31
Figura 18. Finestra de taules de la base de dades de sortida.....	37
Figura 19. Part del programa escrit en Visual Basic amb Visual Studio 2005.....	39
Figura 20. Finestra de GeoMedia Command Wizard.....	40
Figura 21. Finestra d'entrada a la comanda per a la visió dels carrers.....	41
Figura 22. Finestra del missatge d'avís un cop establerta la connexió.....	41
Figura 23. Finestra del missatge d'avís sobre l'error de la connexió.....	42
Figura 24. Finestra per l'entrada del nom de la base de dades de sortida.....	42
Figura 25. Finestra per l'entrada del valor de la velocitat a establir per defecte	42
Figura 26. Finestra del missatge d'avís sobre el valor per defecte de la velocitat.....	42
Figura 27. Finestra del missatge d'avís sobre la localització predeterminada de la base de dades output.....	43
Figura 28. Finestra del missatge d'avís sobre les funcionalitats possibles.....	43
Figura 29. Finestra del missatge d'avís sobre les desconexions.....	43
Figura 30. Finestra del missatge d'avís sobre les desconexions i les indicacions per sortir de l'aplicació.....	43
Figura 31. Finestra de la 'Vista hoja de datos' de la taula CARRILS.....	48
Figura 32. Finestra de l'eina 'Utilidades de bases de datos'.....	49
Figura 33. Finestra de mapa del GeoMedia, visualitzant la base de dades OutExemples1.mdb i la informació geogràfica d'un dels carrils.....	49
Figura 34. Finestra de mapa del GeoMedia, visualitzant la base de dades Exemples1.mdb i la informació geogràfica d'un dels trams.....	50
Figura 35. Finestra de 'Estilos'.....	52
Figura 36. Finestra de 'Herramientas/Opciones'.....	53
Figura 37. Finestra de 'Propiedades de estilo', d'un símbol.....	53
Figura 38. Finestra de 'Atributo funcional'.....	54

Figura 39. Primer exemple d'una finestra de 'Propiedades de estilo' i pestanya 'Avanzado'	55
Figura 40. Segon exemple d'una finestra de 'Propiedades de estilo' i pestanya 'Avanzado'	55
Figura 41. Exemple de representació de símbol per l'atribut Cbici.....	56

Índex de taules

Pàg

Taula 1. Característiques de la representació de les figures del format vectorial.....	18
Taula 2. Taula CARRILS.....	37

1 - Introducció

L'objectiu del TFC és realitzar un treball de síntesi dels coneixements adquirits al llarg de la carrera.

El nostre TFC com s'ha comentat anteriorment, es desenvoluparà en l'àrea dels SIG.

Podrem doncs, conèixer en línies generals el món dels SIG i aprofundir en ell a través del projecte en concret.

1.1. Objectiu del projecte

Actualment molts ajuntaments catalans amb Servei de Gestió i planificació de la mobilitat, disposen de sistemes d'informació geogràfica. En aquests sistemes els vials o carrers es representen com una línia, a les que s'associen altres valors com la velocitat o la capacitat. Són sistemes apropiats per l'edició i manteniment de les seves dades, però en el moment de fer una representació, per exemple en paper, no serveix, ja que s'ha de dissenyar cada vegada la presentació de la informació.

Aquest projecte ofereix una eina que permeti generar la representació gràfica de grafs de mobilitat. Aquesta aplicació ha de transformar una base cartogràfica en una altra, fent servir l'entorn GeoMedia Professional per a la seva visualització.

Característiques de l'aplicació:

- L'aplicació ha de permetre seleccionar la font de dades, seleccionar la taula dels arcs, i el nom dels camps on s'emmagatzema, per exemple el nombre de carrils i el seu ample, s'han de poder establir valors per defecte i paràmetres de representació (com són la distància entre marques separadores de carrils, o simbologia de sentits).
- Tots els paràmetres introduïts per poder executar l'aplicació, s'han de poder desar a nivell d'usuari, de manera que en una segona execució puguin ser recuperats i no calgui tornar a ser introduïts.

1.2. Objectius i competències a assolir al llarg del projecte

Els **objectius generals** definits a l'enunciat són els següents:

- ✓ Plantejament i raonament dels problemes SIG.
- ✓ Conèixer les característiques i conceptes de la tecnologia dels sistemes d'informació geogràfica.
- ✓ Familiaritzar-se amb els objectes específics de la programació SIG.

I **especificant** els objectius anteriors:

- ✓ Conèixer GeoMedia i les seves utilitats.
- ✓ Conèixer la diversitat de fonts i estructures de dades dels sistemes de planificació i gestió de la mobilitat existents.
- ✓ Familiaritzar-se amb la programació sobre GeoMedia.

Les **competències** que s'esperen obtenir amb aquest projecte són:

- ✓ Capacitat de plantejament i anàlisi d'un problema.
- ✓ Aprenentatge de les metodologies de treball en aplicacions informàtiques basades en sistemes SIG.
- ✓ Organització i planificació de tasques de treball.
- ✓ Coneixement dels llenguatges de programació sobre SIG.
- ✓ Coneixement de l'entorn GeoMedia.

2- Pla de Treball

Aquest apartat correspon al primer lliurament del TFC, en el qual es planifica i estructura el projecte.

Es descriu el treball a dur a terme en funció dels objectius plantejats, es veuen doncs els **objectius del projecte** i s'enumeren els **productes** resultants al llarg del treball.

A continuació, es determinen les **tasques i subtasques** a realitzar i conjuntament amb el **calendari de treball**, es fa una **planificació temporal**.

Finalment, es fa servir un **diagrama de Gantt** com a eina de planificació i seguiment del projecte.

2.1. Objectius específics del projecte

Analitzant els objectius anteriors, es poden distingir en dues parts:

- ✓ Estudi de la tecnologia SIG (problemes, característiques, programació) i l'entorn GeoMedia (utilitats, programació).
- ✓ Desenvolupar una aplicació que ens transformi una base cartogràfica en una altra, per realitzar una representació gràfica amigable i atractiva.

2.2. Fases del projecte

1. Anàlisi de les estructures de dades existents.
2. Anàlisi funcional de l'aplicació.
3. Disseny del sistema.
4. Construcció del sistema.

2.3. Avaluació del material

Requeriments de maquinari

- Punt de treball estàndard de la UOC.

Requeriments de programari

- GeoMedia Professional 6.1.
- Entorn de programació: Visual Basic.

2.4. Productes del projecte

Es llisten els productes resultants del treball.

Són els productes que es lliurarien als suposats clients, i que en aquest cas avaluarà el tribunal d'avaluació.

1. Pla de Projecte

Definició del TFC, les seves subtasques i la seva distribució en el temps. Inclou un diagrama de Gantt de la planificació, així com un pla de contingència.

És aquest mateix document, i correspon al primer lliurament.

2. Documents provisionals del projecte

Documents breus (PAC2 i PAC3) de la memòria i el codi. El contingut dels quals vindrà fixat per la temporalització de les tasques, marcada més endavant en el pla de treball.

3. Memòria del projecte

Document final i part fonamental de l'avaluació del TFC.

Document de síntesi del treball realitzat, elaborat a partir de les indicacions i la normativa definida tant a l'aula com pel consultor.

Constarà dels següents apartats:

- 3.1. Resum de conceptes SIG i de l'entorn GeoMedia
- 3.2. Catàleg de requisits
- 3.3. Documentació d'anàlisi
- 3.4. Documentació de disseny
- 3.5. Codi font

4. Presentació virtual

Presentació amb vídeo i àudio.

5. Codi font

Codi font del projecte, així com els arxius necessaris i un petit manual per a la seva instal·lació. Aquest resultat s'inclou dintre de la memòria.

2.5. Tasques i subtasques

Partirem de les etapes previstes en un cicle de vida clàssic.

1. Estudi Preliminar

Coneixement previ dels conceptes necessaris en funció de la temàtica a treballar. En aquest cas es centra en dos temàtiques: GeoMedia i SIG, amb la possibilitat d'incorporar altres temàtiques en funció de les necessitats.

- Estudi de la bibliografia i els links de referència recomanats, tant a l'enunciat com al campus virtual.
- Estudi dels conceptes més importants sobre SIG i l'entorn GeoMedia professional.
- Cerca d'informació sobre estructures de dades de mobilitat.

Es redactarà un document amb els fonaments teòrics necessaris i un recull de conceptes, que ha de servir de referència per plantejar l'anàlisi funcional de l'aplicació.

Previsió d'hores de feina: 18 hores. Tasca simultània a la tasca 2.

2. Anàlisi prèvia: Instal·lació i configuració de l'entorn de treball

Coneixement a grans trets del sistema de programari que es necessitarà per desenvolupar l'aplicació.

- Cerca de l'entorn de treball a Internet (informació, tutorials, etc.).
- Instal·lació de l'entorn.
- Estudi d'altres treballs realitzats en aquest entorn.

En aquesta etapa s'obtindrà "l'Especificació del sistema".

Previsió d'hores de feina: 18 hores.
Tasca simultània a la tasca 1.

3. Anàlisi de requisits

3.1. Especificació dels requisits de l'aplicació

S'inicia els passos de recollida i documentació de requisits.

- Estudi de l'enunciat amb l'objectiu de conèixer el context de la futura aplicació i fer un recull dels requisits.

S'obtindrà un catàleg de requisits.

Previsió d'hores de feina: 12 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 2.

3.2. Especificació funcional de l'aplicació

Un cop identificats els requisits, els passos a seguir seran:

- Identificació dels 'actors' i casos d'ús.
- Identificació de relacions entre casos d'ús i entre 'actors'.
- Elaboració del diagrama de casos d'ús.

S'obtindrà l'"Especificació de requisits", un document d'anàlisi que ha de servir de referència per plantejar el disseny de l'aplicació.

Previsió d'hores de feina: 18 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 3.1.

4. Disseny

En aquesta etapa s'especifica com l'aplicació ha de fer la seva funció.

- Identificació de les classes d'entitats.
- Especificació dels atributs de les classes d'entitats.
- Identificació de les funcions i relacions.
- Elaboració diagrama de classes.

S'obtindrà "l'Especificació del disseny", un document de disseny que ha de servir de referència per la construcció del sistema. I també s'elaborarà "l'Especificació de la prova", que ha de servir de referència per l'etapa de proves.

Previsió d'hores de feina: 12 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 3.

5. Programació

En aquesta etapa es tradueix el disseny a codi processable per l'ordinador.

Previsió d'hores de feina: 36 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 4.

S'obtindrà un executable de l'aplicació; el codi font.

6. Proves

Etapa que consisteix en provar l'aplicació des de diferents punts de vista. Al llarg d'aquest procés es localitzen i corregeixen possibles errors.

Aquesta etapa es duu a terme en dues fases:

6.1. Proves de les parts de l'aplicació

Proves de les parts de l'aplicació separatament i de les relacionades entre elles, aplicant "l'Especificació de la prova" elaborat en l'etapa de disseny. Es realitza en el mateix moment de la programació (tasca 5).

Es realitza en el mateix moment de la programació (tasca 5).

S'obtindrà la documentació d'errors.

6.2. Prova de l'aplicació

Prova de tot el sistema.

Previsió d'hores de feina: 9 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 5.

S'obtindrà l'executable de l'aplicació; codi font i documentació anterior.

7. Redacció del manual per a la instal·lació del codi font del projecte.

Previsió d'hores de feina: 9 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 6.

8. Elaboració del producte final

8.1. Integrar tots els apartats que conformen la memòria.

Incloure els apartats definits anteriorment, conjuntament amb altres possibles com: portada, índex, conclusions, annexos, bibliografia.

Previsió d'hores de feina: 3 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 7.

8.2. Redacció final de la memòria.

- Donar format al document final.
- Repàs ortogràfic i gramatical del document.
- Preparació de la documentació a lliurar, segons el tipus d'arxiu que ens ve determinat a l'enunciat.

Previsió d'hores de feina: 8 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 8.1.

Pel seguiment del pla de treball, es realitzen dues proves d'avaluació continuada (PAC2 i PAC3). Com s'ha comentat, el contingut de cada una de les PACs ve fixat per la temporalització de les tasques que veurem més endavant a la planificació temporal.

9. Presentació Virtual

Previsió d'hores de feina: 11 hores.
Inici de la tasca al finalitzar la tasca 8.

Dintre d'aquestes hores es contempla l'enviament final.

Observacions, a tenir en compte:

- No es té en compte més hores de dedicació en els documents provisionals que corresponen a les dues PAC, ja que es van realitzant al llarg de les pròpies tasques. Anàlogament amb el lliurament final.
- Els dies oficials per fer els diferents lliuraments, no coincideixen amb els dies laborables del projecte. Només en aquest cas, s'han redefinit en el diagrama de Gantt com a laborables.

2.6. Calendari de treball

Des del primer lliurament (15/03/2011) fins el lliurament final (06/06/2011) es disposen aproximadament de 12 setmanes.

Es centra el calendari de treball en dos dies entre setmana i els caps de setmana, amb una dedicació aproximada de 12 hores setmanals. Afegint a les darreres dues setmanes 10 hores més de feina; dos dies per cada setmana, de tres i dos hores respectivament. Es parteix doncs d'una previsió inicial de 52 dies, és a dir 154 hores en total.

La consulta al campus virtual serà diària amb l'objectiu d'una bona comunicació.

Les dates a tenir en compte són:

- ✓ 15/03/2011: Lliurament PAC 1
- ✓ 12/04/2011: Lliurament PAC 2
- ✓ 24/05/2011: Lliurament PAC 3
- ✓ 06/06/2011: Lliurament final

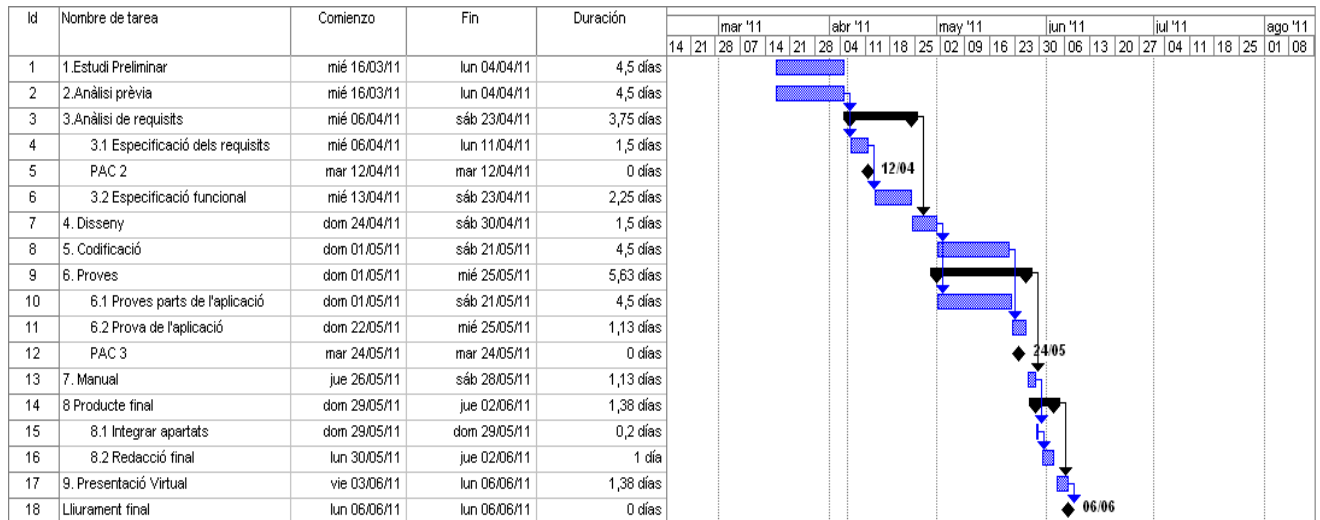
Per cadascun dels lliuraments, es farà un enviament anterior a la data prevista, per tal d'incorporar les aportacions del consultor abans del lliurament oficial.

2.7. Planificació temporal

Definim la planificació en funció de les tasques i el calendari previst.

Tasca	Inici	Fi
PAC 1: Pla de treball	15/03	
1. Estudi Preliminar	16/03	04/04
2. Anàlisi prèvia	16/03	04/04
3. Anàlisi de requisits	06/04	23/04
3.1. Especificació dels requisits	06/04	11/04
PAC 2	12/04	
3.2. Especificació funcional	13/04	23/04
4. Disseny	24/04	30/04
5. Programació	01/05	21/05
6. Proves	01/05	25/05
6.1. Proves parts de l'aplicació	01/05	21/05
6.2. Prova de l'aplicació	22/05	25/05
PAC 3	24/05	
7. Manual	26/05	28/05
8. Producte final	29/05	02/06
8.1. Integrar apartats	29/05	29/05
8.2. Redacció final	30/05	02/06
9. Presentació Virtual	03/06	06/06
Lliurament final	06/06	

Expressat amb un diagrama de Gantt:



2.8. Avaluació de riscos i pla de contingència

Al ser la única assignatura que estic cursant actualment, les possibles incidències serien pèrdues accidentals de dades, mala planificació en el temps o altres de caire més tècniques (dades incoherents, problemes de llicència per exemple),

La probabilitat de la pèrdua de dades és baixa, tot i així per prevenir possibles pèrdues accidentals, es realitza una còpia externa a cada canvi del projecte.

La probabilitat d'una mala planificació en el temps de la feina prevista i d'altres incidències de caire més tècnic, és mitjana. En cas de necessitat es replanificaria el temps, invertint més hores els caps de setmana.

No hi han previstes cap altres incidències que puguin succeir.

3- Aproximació als Sistemes d'Informació Geogràfica

En aquest apartat es desenvolupen els conceptes fonamentals dels SIG. Aquesta informació s'organitza en els següents subapartats:

- Conceptes bàsics: context històric, definició i funcions.
- Tipus bàsics de representació de dades geogràfiques.
- Què es pot fer amb un SIG?

3.1. Conceptes bàsics

En aquest subapartat es veu una breu introducció dels orígens i funcions dels SIG.

3.1.1. Context històric

És a Canadà en els anys seixanta on es desenvolupa per primer cop un sistema informàtic que treballa amb dades geogràfiques (el *CGIS*; Canadian Geographic Information System). En la mateixa dècada es desenvolupen projectes semblants i es realitza la primera conferència sobre SIG organitzada per la IGU (International Geographic Union).

Cal destacar també la creació del Centre Nacional per la investigació Geogràfica i Anàlisi (NCGIA), per la Fundació Nacional de ciències dels Estats Units d'Amèrica al 1988.

En els anys vuitanta es porta a terme el desplegament definitiu d'aquesta nova tecnologia, i paral·lelament apareixen els primers sistemes de navegació terrestre.

És al final de la dècada dels vuitanta i inicis de la següent, quan es desenvoluparan els SIG a Espanya tant des de l'àmbit acadèmic, com des del governamental i empresarial.

Durant els anys noranta l'escena dels SIG està dominada pels distribuïdors de programari, produint-se en la dècada actual el fort desenvolupament del programari SIG, gràcies a l'impuls de les noves tecnologies.

3.1.2. Definició i funcions

Des de les primeres representacions cartogràfiques fins els actuals sistemes de localització s'ha posat de manifest la importància de les dades espacials, ja que els elements del món són espacials i es poden definir per la seva posició.

Entenem com a informació geogràfica la informació sobre un element a la superfície de la Terra, és el coneixement sobre "on" hi ha alguna cosa, o "que hi ha" en un determinat lloc.

Al llarg de la història, des dels primers mapes realitzats a Babilònia (2.300 a.c) fins l'actualitat, s'ha treballat la informació geogràfica (IG) i el seu valor.

L'interès per la IG i el seu valor han donat lloc al desenvolupament de les tecnologies SIG, que com s'ha vist és una disciplina bastant recent.

Els SIG en el sentit més genèric són eines que permeten a les persones usuàries crear consultes interactives, analitzar la informació espacial, editar dades, mapes i presentar els resultats de totes les operacions. I en el sentit més estricte és qualsevol sistema

d'informació capaç d'integrar, emmagatzemar, compartir i mostrar la informació geogràficament referenciada¹.

Les funcions d'un SIG són: entrada de dades, emmagatzemament, recuperació, anàlisi i consulta i sortida de dades.

Per a realitzar totes aquestes funcions, un SIG es compon d'un conjunt d'elements formats per: el maquinari, el programari, dades, mètodes, personal qualificat, idees i xarxa.

3.2. Tipus bàsics de representació de dades geogràfiques

Les dades geogràfiques són la representació digital d'entitats, objectes o fenòmens que esdevenen sobre la superfície de la Terra o a prop d'aquesta.

Els objectes del món real es poden dividir en dos tipus d'abstraccions: objectes discrets (un arbre) i continus (quantitat de pluja).

Existeixen dos grans famílies de formats de magatzems en els sistemes d'informació: els fitxers i les bases de dades. Les eines dels SIG exploten i consulten les dades com si s'emmagatzemessin en bases de dades.

Hi ha diverses maneres d'emmagatzemar la IG, actualment els models més emprats són el vectorial i el raster.

- Emmagatzematge de dades vectorials:
Per a sistemes projectats les dades bidimensionals s'emmagatzemen com a dues coordenades x i y , coordenades respectives en l'eix X i l'eix Y .
Existeixen tres elements geomètrics per a representar objectes en aquest format: el punt, la línia i el polígon.
En la taula 1, es descriuen les característiques d'aquestes figures.

Figura	Dimensió	Representació	Exemple
Punt	0	Coordenades x , y	Un arbre
Línia	1	Llista de punts	Una carretera
Polígon	2	Llista de línies	Una parcel·la agrícola

Taula 1. Característiques de la representació de les figures del format vectorial.

- Emmagatzematge de dades raster:
El model SIG raster es basa en les propietats de l'espai més que en la precisió de la localització. Divideix l'espai en cel·les regulars i estructurades en files i columnes, on cadascuna d'elles representa un únic valor, que és l'atribut de l'element.

No existeix un model de representació de dades que sigui millor que un altre, cadascun té una utilitat específica. Encara que actualment els formats d'emmagatzematge més populars al mercat són els vectorials, els raster s'utilitzen molt en estudis de fenòmens no discrets (contaminació, localització d'espècies marines, etc). La figura 1 mostra una representació dels dos formats.

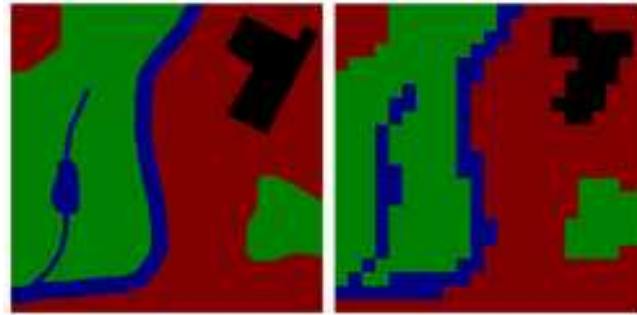


Figura 1. Interpretació cartogràfica d'elements geogràfics: vectorial (esquerra) i raster (dreta) ¹.

3.3. Què es pot fer amb un SIG?

Un SIG permet executar les següents funcions:

- Ubicar informació espacialment.
- Visualitzar informació més eficient i intuitivament.
- Analitzar informació espacialment des de diverses fonts.
- Buscar dades geogràficament.
- Respondre una consulta més ràpidament i amb més precisió.
- Planificar el treball i les activitats més eficientment.
- Emmagatzemar recursos per activitats com la construcció, manteniment, administració, topografia i activitats similars.

¹ Es poden consultar les referències a l'apartat de bibliografia.

4- Aproximació a la cartografia

La cartografia entesa com l'art, la ciència i la tècnica de fer mapes i l'estudi d'aquests com a documents científics i artístics ², forma part del conjunt de ciències i tècniques que s'integren dins dels SIG. Un cas particular de representació cartogràfica són els mapes.

En aquest punt, s'expliquen els principals conceptes cartogràfics, organitzats en els següents subapartats:

- Geodèsia.
- Sistemes de coordenades.
- Projeccions Cartogràfiques.
- Projecció UTM.
- Georeferenciació.

4.1. Geodèsia

La geodèsia és la ciència que estudia la figura, les dimensions i el camp gravitatori de la Terra, així com la seva variació en el temps. La raó de l'estudi és que encara que la Terra sembli rodona, no ho és del tot.

Per poder determinar la posició d'un punt sobre la superfície terrestre i fer mapes precisos, s'introdueix el concepte de sistemes de coordenades.

4.2. Sistemes de coordenades

Els sistemes de coordenades més utilitzats per a representar la superfície de la Terra són el sistema de coordenades geogràfiques, el sistema de coordenades cartesià i el sistema de coordenades projectades.

Aquests sistemes s'expliquen a continuació:

Sistema de coordenades geogràfiques

Aquest sistema fa servir una superfície esfèrica tridimensional per a definir les localitzacions sobre la superfície terrestre. Qualsevol punt es determina amb dos angles anomenats longitud (theta) i latitud (phi/fi). Tal com es representa en la figura 2.

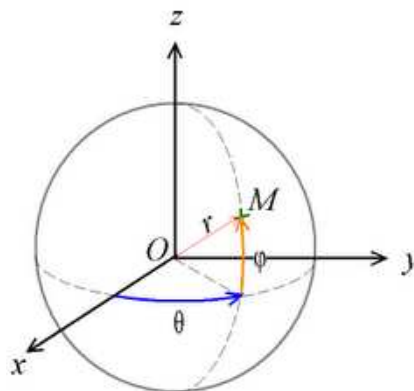


Figura 2. Valors de longitud i latitud d'un punt sobre l'esfera ³.

Sistema de coordenades cartesianes

En aquest sistema una posició es defineix en un espai tridimensional per les coordenades (x, y, z) . Els eixos de coordenades es defineixen tal com es pot veure a la figura 3.

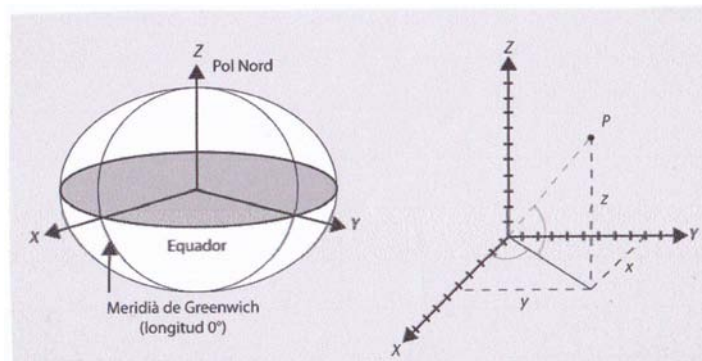


Figura 3. Eixos X, Y, Z del sistema de coordenades cartesianes ⁴.

Sistema de coordenades projectades

Aquest sistema es defineix sobre una superfície plana, en la qual la localització de les coordenades es realitza respecte a una malla (grid) on s'ha definit l'origen en el seu centre. Cada posició tindrà dos valors referenciats en funció de l'origen $(X, Y) = (0,0)$. Tal com s'indica a la figura 4.

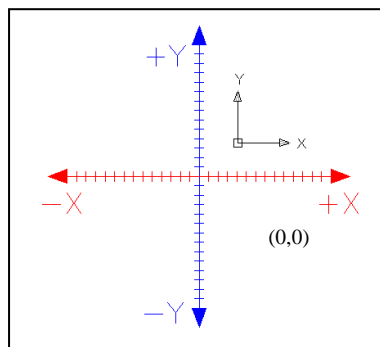


Figura 4. Distribució de signes de les coordenades X, Y en una malla del sistema de coordenades projectades ⁵.

4.3. Projeccions cartogràfiques

Per definir la localització d'un punt sobre l'esfera, s'han descrit els principals sistemes de coordenades. Ara cal el procés per a expressar un punt sobre una superfície esfèrica projectat en una superfície plana, és a dir la projecció cartogràfica.

Però una superfície plana no pot ajustar-se a una esfera sense cap error de deformació (distorsió).

Les projeccions estudien les diferents transformacions matemàtiques per tal d'obtenir una representació plana amb la mínima distorsió possible, i es poden classificar en funció de la propietat geomètrica que es vulgui conservar o en funció de la superfície geomètrica de la qual deriven.

S'expliquen les projeccions més revellants segons la magnitud que es vol preservar:

- Equivalent o d'igual àrea: que conserva les proporcions entre les àrees representades.
- Equidistant: que preserva les distàncies respecte a un o més punts determinats del mapa.
- Conforme: que manté la forma de la superfície que es mostra en el mapa.
- Azimutals, zenitals o de direcció veritable: que conserven les direccions de tots els punts del mapa respecte a un punt de referència (el centre del mapa).

I segons la figura geomètrica emprada s'expliquen les projeccions més revellants, i es mostren a la figura 5:

- Cilíndrica, on el model és un cilindre que embolcalla l'esfera.
- Cònica, en la qual el model és una superfície cònica que embolica l'esfera.
- Plana o azimutal, en què el model és un pla tangent en un punt a l'esfera.

El pla s'obté projectant la Terra a aquestes figures i desenvolupant-les.



Figura 5. Superfícies de les projeccions cilíndrica, cònica i azimutal ⁶.

La selecció d'una projecció o d'una altra depèn de l'objectiu pel qual es fa el mapa. Una de les projeccions d'ús més comú és la projecció transversal universal de Mercator (universal transverse Mercator, UTM).

4.4. Projecció UTM

El sistema de projecció UTM agafa com a base la projecció Mercator. Aquesta és una projecció cilíndrica, que resulta de projectar la Terra en un cilindre tangent a l'equador de la Terra. En la figura 6, es pot veure aquesta projecció.

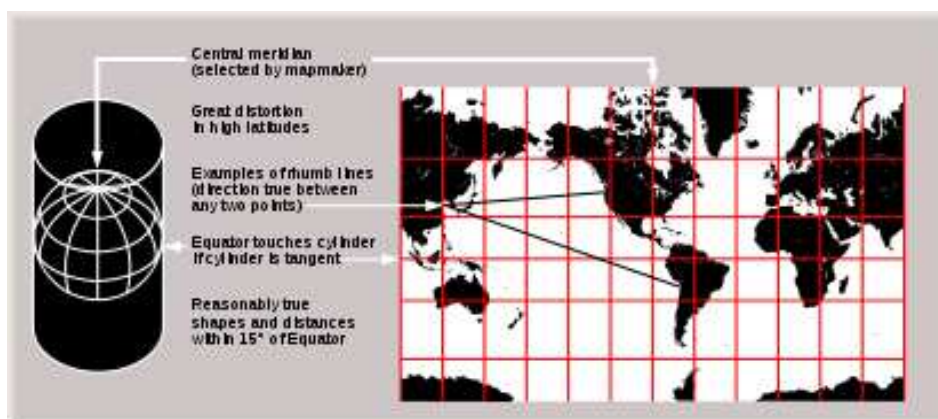


Figura 6. Projecció de Mercator ⁷.

Si girem aquest cilindre de manera que sigui tangent a la Terra en un meridià es genera la projecció transversal universal de Mercator. En la figura 7, es pot veure la superfície d'una projecció cilíndrica transversal.

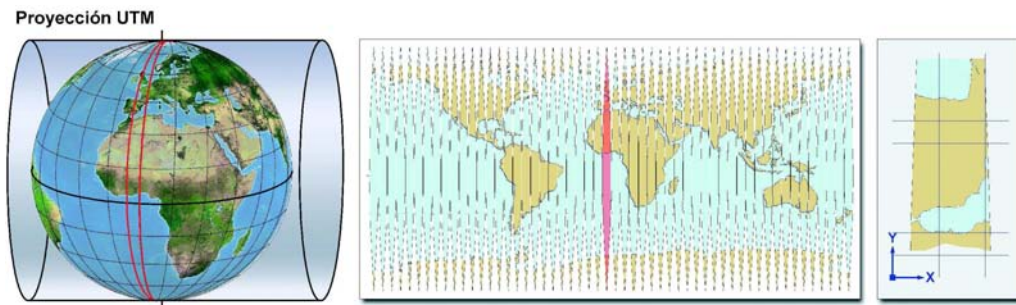


Figura 7. Projecció UTM, distribució dels fusos i detall del sistema de coordenades ^{8.1}.

Aquest sistema de coordenades planes divideix la Terra en seixanta fusos longitudinals, on cada fus té sis graus d'amplada, té el seu propi meridià central i es divideix per l'equador en dues meitats: nord i sud. En la figura 8, es pot veure la representació del sistema UTM i la seva divisió en zones.

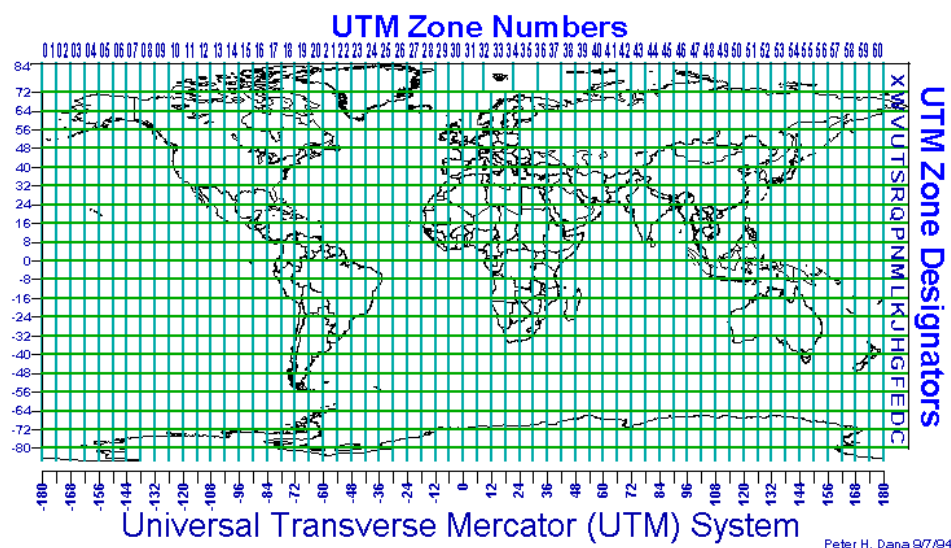


Figura 8. Representació de les zones del sistema de coordenades UTM ⁹.

Amb aquest sistema es pot cartografiar qualsevol zona de la Terra seleccionant la línia central del fus UTM que està més propera al punt i usant la seva projecció cilíndrica.

S'ha d'utilitzar el fus adequat ja que la distorsió de la projecció augmenta en funció de la distància al meridià tangent i també a mesura que el punt s'allunya de l'equador. S'ha establert que aquest sistema no s'usa en les regions polars. En aquest cas es fa servir un altre sistema anomenat Universal Polar Stereographic (UPS).

4.5. Georeferenciació

És el procés que s'utilitza per a relacionar la posició d'un objecte o superfície en un pla amb la seva posició sobre la superfície terrestre. Per a fer-ho necessitem una superfície de referència que sigui una aproximació de la forma real de la nostra superfície, actualment es treballa amb dos models de la Terra: el geoide i l'el·lipsoide.

- El geoide és la superfície equipotencial que és perpendicular en tots els seus punts a la direcció de la gravetat resultant de l'atracció terrestre i la força centrífuga originada per la rotació terrestre¹⁰. Com es pot veure a la figura 9.

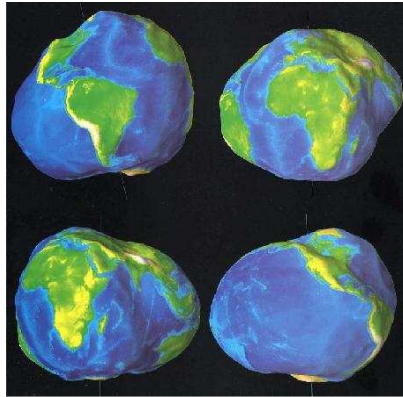


Figura 9. Representació d'un geoide¹⁰.

Una superfície d'aproximació més adequada per a un tractament matemàtic és l'el·lipsoide.

- L'el·lipsoide és la superfície matemàtica simple que millor s'aproxima a la forma de la Terra. És una superfície de revolució que s'obté a partir de l'el·lipse quan es rota sobre el seu eix menor. Com es pot veure a la figura 10.



Figura 10. El·lipsoide de revolució aplatat¹¹.

Es fan servir el·lipsoïdes locals, que és una aproximació al geoide en una zona geogràfica concreta. La figura 11 compara les superfícies del geoide i l'el·lipsoide de referència.



Figura 11. Representació del geoide i un el·lipsoide de referència ^{8.2}.

Després de tot un procés de simplificació de la superfície de la Terra en un el·lipsoide, i aplicant una projecció determinada s'obté l'objectiu desitjat; un mapa.

5- Organismes

Organismes a tenir en compte:

- **Instituto Geográfico Nacional (IGN).** Va ser creat l'any 1870. És l'organisme responsable de la producció cartogràfica a Espanya ¹².
- **Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).** Va ser creat l'any 1982. Entre d'altres funcions els hi correspon: "Fomentar i promoure els serveis cartogràfics públics i privats, i també la recerca, la docència i el desenvolupament tecnològic en l'àmbit cartogràfic" ¹³. En l'àmbit geogràfic de Catalunya és qui s'encarrega de l'elaboració de la cartografia topogràfica base.
- **Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica (AESIG).** Va ser creada l'any 1989. Un dels objectius, entre d'altres, és "Promocionar la introducción, uso y desarrollo de las tecnologías de la información" ¹⁴.

Conjuntament als organismes comentats, cal destacar una iniciativa de la Unió Europea del 2004, INSPIRE ¹⁵, que té l'objectiu d'aconseguir que estigui disponible la informació geogràfica rellevant, harmonitzada i de qualitat, per donar suport a la formulació, la implementació, el seguiment i l'avaluació de les polítiques comunitàries amb dimensió o impacte territorial.

6- Introducció a GeoMedia Professional 6.1 ¹⁶

S'han definit els primers conceptes cartogràfics que es fan servir en el món dels SIG, aquest apartat es centrarà en l'eina principal per a dur a terme el nostre projecte SIG: el programari.

Dintre dels tipus principals de programari els SIG d'escriptori són els més utilitzats, s'executen al mateix PC i ofereixen un ampli rang d'aplicacions.

D'entre els SIG empresarials existents al mercat, destaca GeoMedia Professional 6.1 desenvolupat per Intergraph, per ser un entorn de desenvolupament software que es pot personalitzar amb eines normals de desenvolupament de Windows com Microsoft i Visual Basic.

A continuació es fa una descripció general dels aspectes més destacables d'aquest programari:

- Conceptes i terminologia de SIG, aplicats a GeoMedia Professional 6.1.
- Components i funcions principals, de GeoMedia Professional 6.1.
- Conceptes bàsics de metadades.

6.1. Conceptes i terminologia de SIG ¹⁷

S'expliquen els conceptes més importants que s'utilitzen per descriure en l'entorn de GeoMedia Professional 6.1.

Magatzem: Grups de dades de SIG, són fitxers de bases de dades on es guarden les dades geomètriques (gràfica) i d'atributs (no gràfica). Poden ser només de lectura, on només es podrà visualitzar les dades, o bé de lectura i escriptura, com les bases de dades de Microsoft Access, Oracle i SQL, on es podran col·locar i manipular les dades. Els magatzems contenen la informació corresponent a les entitats.

Per aquest treball interessarà només les connexions amb els magatzems de Microsoft Access, que són els que farem servir per a la nostra aplicació.

Entitats: Són representacions gràfiques d'elements del món real, poden representar quasi qualsevol cosa. Les entitats tenen atributs i fan referència a cada instància específica de la classe d'entitat, aquestes defineixen tots els atributs i tipus de dades associades. Les instàncies específiques de la classe entitat tenen valors únics en els camps d'atributs. Tal com es veu a la figura 12 i 13.

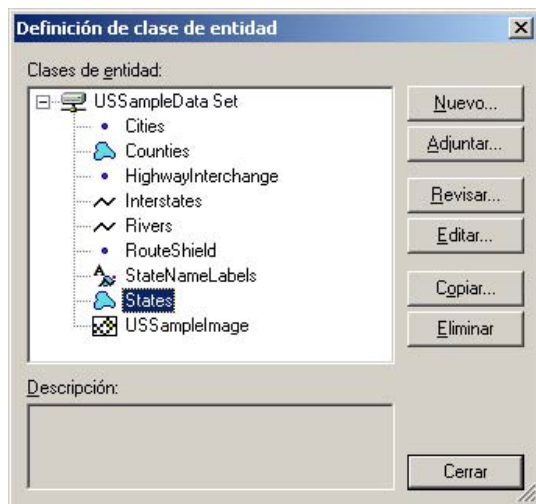


Figura 12. Exemple del llistat de les classes d'entitat.

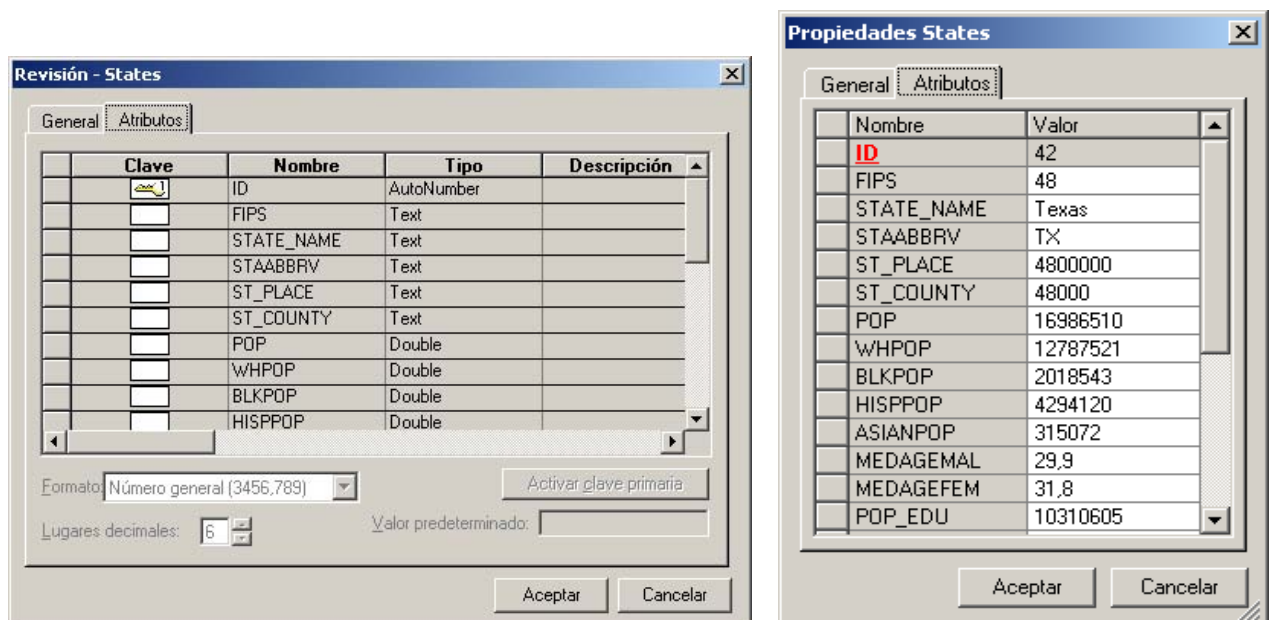


Figura 13. Exemple d'una classe d'entitat (esquerra) i atributs d'una entitat (dreta).

Llegenda: controla quina informació apareix a la finestra de mapa, inclosa la simbologia, ordre d'aparició i característiques interactives.

Amb la llegenda, s'omple el contingut de la finestra de mapa i es controlen les característiques de visualització de les entitats, inclòs l'estil i la prioritat de visualització.

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 la persona usuària per tal d'organitzar-les. En la figura 14 es pot veure un exemple de llegenda.

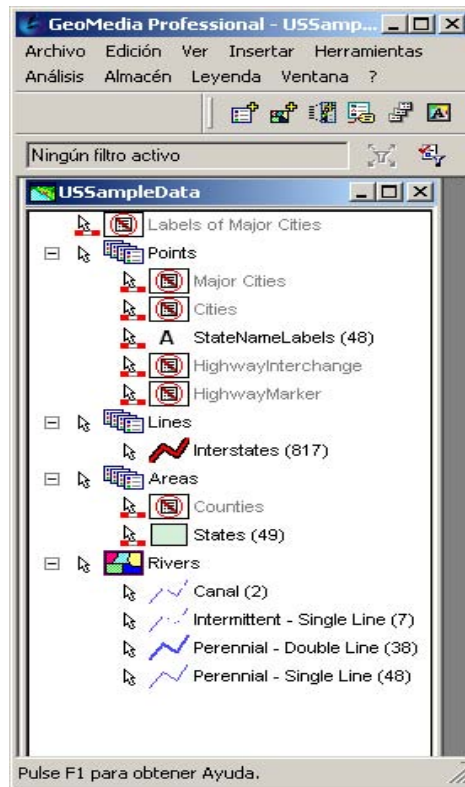


Figura 14. Exemple de llegenda.

6.2. Components i funcions principals

GeoMedia Professional 6.1 és un programari amb una interfície que pot semblar poc complicada, per la seva semblança a altres aplicacions més conegudes com les aplicacions de Microsoft Office, i que per tant facilita que la persona usuària s'adapti a l'entorn de treball. Però cal comentar dos conceptes importants sobre l'entorn de treball; el GeoWorkspace i les seves funcions.

6.2.1. GeoWorkspace

Lo primer que s'ha de fer en GeoMedia Professional és crear un GeoWorkspace o obrir-ne un d'existent. És l'entorn en el qual es porta a terme tota la feina realitzada amb aquest producte, i des d'on es treballen tots els conceptes vistos a l'apartat anterior. Un cop dins del GeoWorkspace, es pot modificar el sistema de coordenades, establir noves connexions a magatzems, executar consultes, veure les dades i realitzar anàlisi espacials.

La configuració i les connexions que es defineixen en el GeoWorkspace es guarden en un arxiu *.gws*, encara que les dades reals es guarden en els magatzems, com es veurà més endavant quan s'expliquin els magatzems. El software inclou un GeoWorkspace d'exemple, anomenat *USSampleData.gws*. Per aquest apartat s'utilitzaran imatges capturades d'aquest model, tal com es mostra a la figura 15.

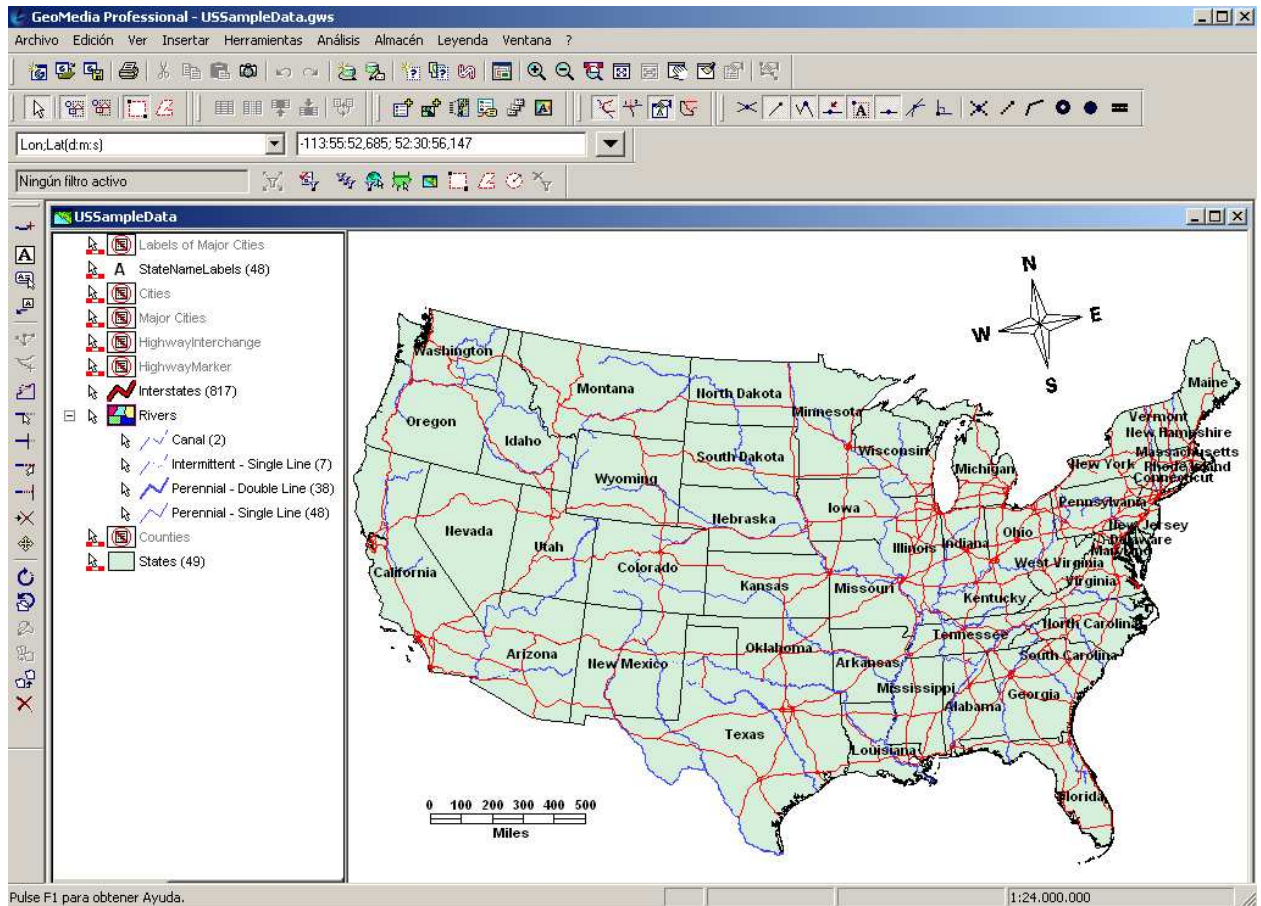


Figura 15. Exemple del GeoWorkspace USSampleData.gws.

Les dades es guarden en magatzems i per poder accedir-hi s'han de crear connexions des del GeoWorkspace. En un mateix GeoWorkspace es poden crear connexions amb més d'un magatzem i es poden veure en un únic GeoWorkspace, encara que vinguin de diferents formats. Un cop connectat es pot veure i analitzar les dades que hi ha al o als magatzems.

Els magatzems basats en Access utilitzen arxius *.mdb*. Els magatzems Access de lectura i escriptura admeten definicions de classes d'entitats, entitats, imatges raster i un sistema de coordenades.

Un sistema de coordenades, com s'ha vist a l'apartat 4.2, proporciona la base matemàtica necessària per relacionar les entitats amb el món real. El software admet diferents tipus de sistemes de coordenades: geogràfic (predeterminat), projectat i geocèntric.

GeoMedia Professional 6.1 utilitza el sistema de coordenades definit al GeoWorkspace per a representar les dades.

A la figura 16 es mostra la finestra de definició del sistema de coordenades d'un GeoWorkspace.

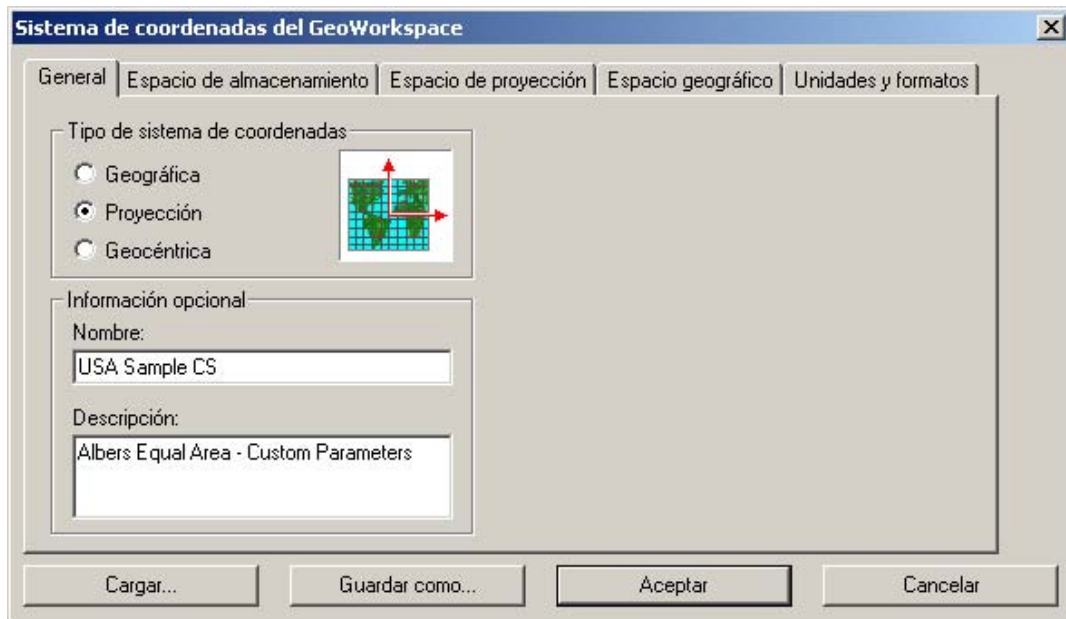


Figura 16. Finestra de definició del sistema de coordenades.

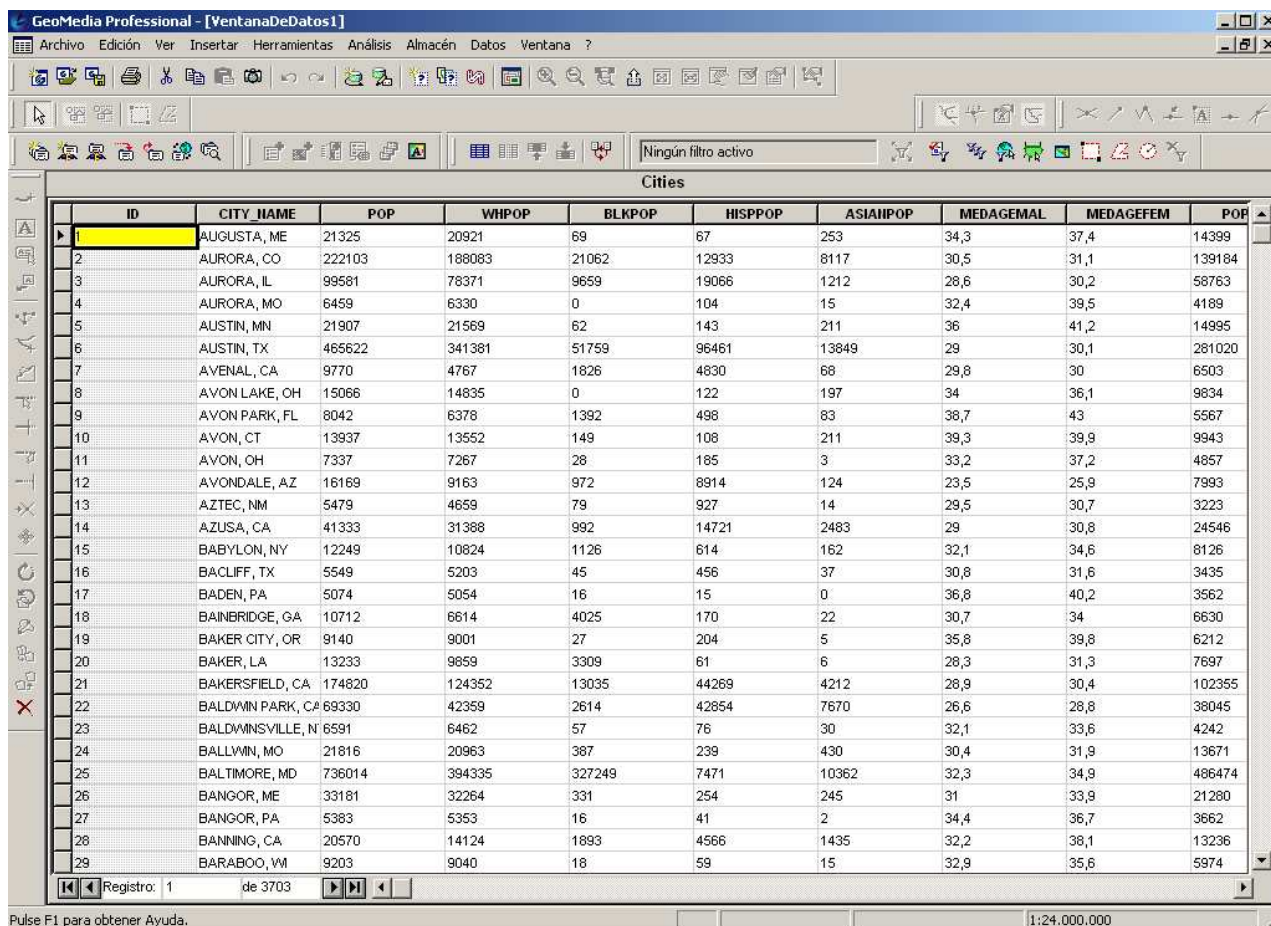
Si canvia el sistema de coordenades després de visualitzar les dades, aquestes es transformen segons el nou sistema de coordenades i la visualització s'actualitza. El canvi de sistemes de coordenades només afecta a les dades de la finestra de mapa, no als continguts en el magatzem.

Cada magatzem pot tenir un sistema de coordenades propi, i en cas de ser diferent del definit al 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 sigui correcta.

Respecte a la visualització de la informació d'un SIG, GeoMedia Professional 6.1 ofereix dues vistes: la finestra de dades i la finestra de mapa.

Les entitats es poden representar en el SIG com a punts, línies, línies poligonals, àrees, arcs, text i imatges.

En la finestra de mapa les entitats es representen per geometries, i en la finestra de dades, per atributs. A la figura 17, es pot veure un exemple de finestra de dades.



ID	CITY_NAME	POP	WHPOP	BLKPOP	HISPPPOP	ASIANPOP	MEDAGEMAL	MEDAGEFEM	POP
1	AUGUSTA, ME	21325	20921	69	67	253	34,3	37,4	14399
2	AURORA, CO	222103	188083	21062	12933	8117	30,5	31,1	139184
3	AURORA, IL	99581	78371	9659	19066	1212	28,6	30,2	58763
4	AURORA, MO	6459	6330	0	104	15	32,4	39,5	4189
5	AUSTIN, MN	21907	21569	62	143	211	36	41,2	14995
6	AUSTIN, TX	465622	341381	51759	96461	13849	29	30,1	281020
7	AVENAL, CA	9770	4767	1826	4830	68	29,8	30	6503
8	AVON LAKE, OH	15066	14835	0	122	197	34	36,1	9834
9	AVON PARK, FL	8042	6378	1392	498	83	38,7	43	5567
10	AVON, CT	13937	13552	149	108	211	39,3	39,9	9943
11	AVON, OH	7337	7267	28	185	3	33,2	37,2	4857
12	AVONDALE, AZ	16169	9163	972	8914	124	23,5	25,9	7993
13	AZTEC, NM	5479	4659	79	927	14	29,5	30,7	3223
14	AZUSA, CA	41333	31388	992	14721	2483	29	30,8	24546
15	BABYLON, NY	12249	10824	1126	614	162	32,1	34,6	8126
16	BACLIFF, TX	5549	5203	45	456	37	30,8	31,6	3435
17	BADEN, PA	5074	5054	16	15	0	36,8	40,2	3562
18	BAINBRIDGE, GA	10712	6614	4025	170	22	30,7	34	6630
19	BAKER CITY, OR	9140	9001	27	204	5	35,8	39,8	6212
20	BAKER, LA	13233	9859	3309	61	6	28,3	31,3	7697
21	BAKERSFIELD, CA	174820	124352	13035	44269	4212	28,9	30,4	102355
22	BALDWIN PARK, CA	69330	42359	2614	42854	7670	26,6	28,8	38045
23	BALDWINVILLE, N	6591	6462	57	76	30	32,1	33,6	4242
24	BALLWIN, MO	21816	20963	387	239	430	30,4	31,9	13671
25	BALTIMORE, MD	736014	394335	327249	7471	10362	32,3	34,9	486474
26	BANGOR, ME	33181	32264	331	254	245	31	33,9	21280
27	BANGOR, PA	5383	5353	16	41	2	34,4	36,7	3662
28	BANNING, CA	20570	14124	1893	4566	1435	32,2	38,1	13236
29	BARABOO, WI	9203	9040	18	59	15	32,9	35,6	5974

Figura 17. Finestra de dades d'un GeoWorkspace.

Per visualitzar la geometria en la finestra de mapa, s'ha d'afegir entrades a la llegenda. Cada finestra de mapa conté notes marginals opcionals, com; una llegenda, la fletxa Nord (indica la direcció al Pol Nord geogràfic) i la barra d'escala (indica la relació entre la distància en el mapa i les distàncies reals corresponents).

Es pot obrir qualsevol nombre de finestres de mapes i de finestres de dades alhora o per separat. Les finestres estan vinculades; per tant els canvis realitzats en una es reflecteixen en l'altra automàticament.

6.2.2. Funcions

A l'apartat 3.3 s'han vist les funcions analítiques dels SIG.

En aquest apartat es veuen algunes de les funcions més destacades que ofereix el programari de GeoMedia Professional 6.1.

GeoMedia Professional 6.1 proporciona diverses maneres d'analitzar les dades emprant consultes.

Una consulta és una petició d'informació, en particular és una petició de les entitats que compleixen les condicions definides o una petició de determinada informació sobre les entitats. Amb les consultes es poden definir tant el filtre d'atributs com les consultes espacials. Aquestes defineixen la relació entre dues classes d'entitats amb un operador espacial.

A les consultes s'accedeix des de les opcions del menú 'Anàlisis' de la finestra principal del GeoWorkspace i tenim les següents opcions: consulta d'atributs, selecció d'atributs, relació, unió, consulta espacial, zona d'influència, combinació analítica, agregació, atributs funcionals, cobertura d'imatge, geocodificació d'adreces, geocodificació de coordenades, segmentació dinàmica, analitzar geometria, consulta nativa i consulta de selecció.

6.3. Conceptes bàsics de metadades

Segons l'ajuda que ofereix GeoMedia Professional 6.1, les metadades ¹⁷:

"Son datos que describen datos geoespaciales. Los metadatos le dicen el quién, qué y cuando de un conjunto de datos geoespaciales. ¿Quién lo creó? ¿Para qué fin? ¿Cuándo?".

"Son datos que describen las características de los objetos principales (datos) de un sistema, o que proporcionan referencia informativa sobre estos últimos. Por ejemplo, entre los metadatos sobre una tabla de base de datos se incluirían el nombre y tipo de la tabla, nombres de columnas y tipos de datos de columna así como restricciones de longitud".

L'eina 'Utilidades de bases de datos' consta de diversos programes per administrar i actualitzar metadades de GeoMedia en bases de dades Access, Oracle i SQL Server.

En el cas de les bases de dades Access, es confecciona un magatzem de lectura i escriptura sobre una plantilla, es poden utilitzar les existents o crear una de pròpia. El software lliura una plantilla predeterminada per magatzems Access anomenada 'normal.mdt'.

Aquest nou magatzem constarà d'un conjunt predeterminat de taules de metadades:

- *Gfeatures*: és una vista de *GfeaturesBase*. Aquesta emmagatzema els noms de totes les taules i vistes disponibles per les aplicacions de GeoMedia, tal com classes d'entitat.
- *FieldLookup*: proporciona un identificador únic (*IndexId*) per a cada columna de la taula (classe d'entitat) de l'esquema de l'usuari.
- *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'id del sistema de coordenades pels camps de geometria en les classes de cada entitat.
- *GSQLOperatorTable*: informa dels operadors que es poden utilitzar en les consultes sobre les dades.
- *GAliasTable*: determina els noms utilitzats per altres taules de metadades. Les referències a totes les altres taules de metadades es fan mitjançant *GAliasTable*.
- *GCoordSystem*: emmagatzema definicions de sistemes de coordenades. Si aquesta taula no està present, s'utilitzarà el sistema de coordenades del GeoWorkspace.
- *ModifiedTables*: conté una llista de les taules que hi ha a *ModificationLog*.

- ModificationLog: fa un seguiment de les modificacions realitzades en totes les classes d'entitat de GeoMedia Professional 6.1.

No és convenient ni eliminar, ni modificar cap de les taules anteriors amb Microsoft Access. S'ha de connectar a la base de dades com administrador i amb l'eina 'Utilidades de bases de datos', es poden fer servir les funcions següents:

- Esborrar registre de modificacions.
- Inserir metadades de classe entitat.
- Editar metadades de classe entitat.
- Eliminar metadades de classe entitat.
- Assignar un sistema de coordenades.
- Crear taules de metadades.

7- Catàleg de requisits

Els requisits són l'especificació del que ha de fer el programari; són descripcions del comportament, propietats i restriccions del programari que cal desenvolupar¹⁸.

7.1. Punt de partida

A partir de l'estudi realitzat anteriorment i de l'enunciat de la pràctica, es determinarà quins són els requisits funcionals de l'aplicació, cal determinar quines dades són necessàries per a resoldre les qüestions que es plantegen.

En aquest apartat s'especifica l'objectiu de l'aplicació i s'analitzen les funcionalitats que s'han de crear.

Objectiu de l'aplicació

La finalitat d'aquesta aplicació és la de transformar una base cartogràfica en una altra, no té com a finalitat la de visualitzar els resultats. Es parteix d'una base cartogràfica inicial (els inputs de l'aplicació), que són els magatzems actuals de dades utilitzats pels ajuntaments (estructura de dades en una taula d'arcs i una de nodes amb les seves dades associades de nombre de carrils, amplada...). Es vol obtenir una altra base cartogràfica (els outputs de l'aplicació) amb una representació gràfica més amigable, ha de permetre la representació gràfica de grafs de mobilitat. Amb aquest objectiu es vol realitzar les següents transformacions cartogràfiques:

- Transformació dels ARCS de carrers en polígons a nivell de carril (en funció del nombre i ample de cada carril).
- Representació de símbols en funció d'alguns atributs, com poden ser; el sentit i tipologia de cada carril, tipus de carril (bus, vianants, bicicleta...), etc.

Tots els paràmetres introduïts per poder executar l'aplicació, s'han de poder desar a nivell d'usuari, de manera que en una segona execució puguin ser recuperats i no calgui tornar a ser introduïts.

Funcionalitats de l'aplicació

L'aplicació ha de permetre:

- Seleccionar la font de dades; establir una connexió amb la base de dades escollida com a input de l'aplicació.
- Seleccionar la taula dels arcs i els seus camps.
- Crear la base de dades, la taula i els camps necessaris per l'emmagatzematge de les dades de sortida.
- Establir valors per defecte.
- Establir una connexió amb la base de dades escollida com a magatzem de sortida.
- Establir paràmetres de representació pels símbols.

En aquesta aplicació s'implementarà el procés principal de transformació cartogràfica. Pel que fa a la representació de símbols se'n fa una explicació del seu funcionament, però la seva implementació es considera una futura línia de treball.

El següent guió descriu la interacció de la persona usuària amb l'aplicació:

Es pot accedir a l'aplicació directament amb un executable, sense necessitat de treballar des del GeoWorkSpace. Inicialment l'aplicació demanarà a la persona usuària que introdueixi el nom de la base de dades en la que hi ha les dades input, el nom que vol per la nova base de dades de sortida i el valor que vol per defecte per algun dels seus atributs. En cas d'existir la base de dades l'aplicació donarà un missatge d'avís.

Un cop fet això és la pròpia aplicació la que s'encarrega de la creació de la base de dades de sortida i mitjançant missatges d'avís va informant a la persona usuària dels passos que va fent. Un cop finalitzat, a nivell d'interfície hi hauran dos possibilitats més; segons si es vols connectar a una altra base de dades o si es vol sortir de l'aplicació.

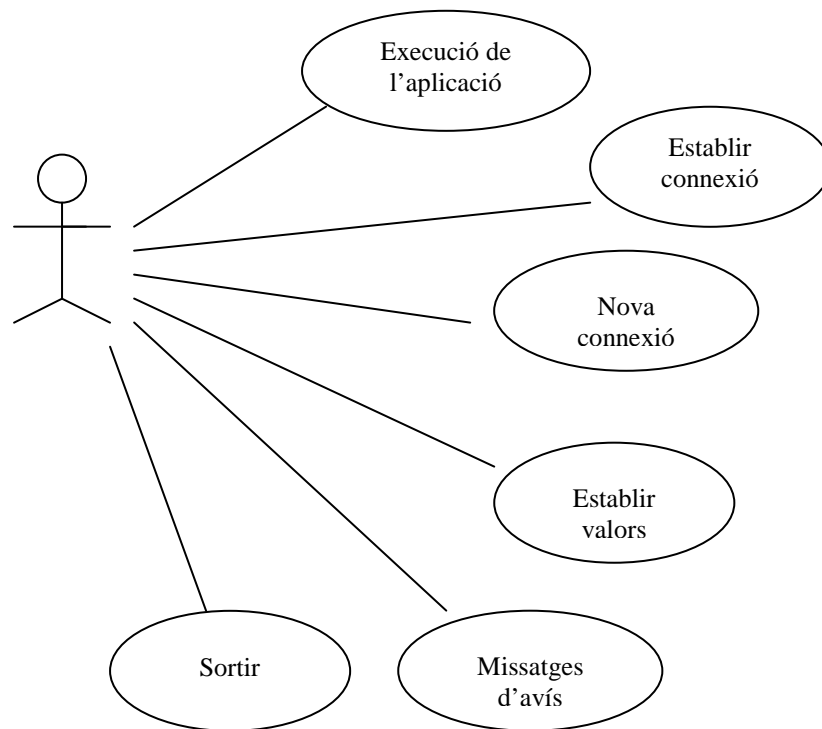
7.2. Casos d'ús

Els requisits plantejats indiquen que no hi ha una gran interacció amb la persona usuària, ja que aquest només introdueix els noms de les bases de dades que seran l'input i l'output de l'aplicació, introdueix el valor per defecte d'algun dels atributs i visualitza els diferents missatges d'avís que genera l'aplicació.

Com a 'actor' estarà la pròpia persona usuària, i hauran les següents interaccions possibles amb el programari:

- 1- Execució de l'aplicació.
- 2- Establir connexió: La persona usuària mitjançant la interfície introdueix el nom de la base de dades a la que es vol connectar. L'aplicació inicia la connexió amb la base de dades.
- 3- Nova connexió: La persona usuària mitjançant la interfície introdueix el nom d'una altra base de dades a la que es vol connectar. L'aplicació tanca les connexions anteriors i inicia una de nova.
- 4- Establir valors: La persona usuària mitjançant la interfície introdueix el nom per defecte que es vol per la base de dades de sortida i el valor per defecte d'algun dels atributs.
- 5- Sortir: La persona usuària mitjançant la interfície surt de l'aplicació.
- 6- Missatges d'avís: La persona usuària confirma els diferents missatges d'avís; tant informatius dels passos de la pròpia aplicació, com d'errors de l'aplicació.

Per tant tenim el següent diagrama de casos d'ús:



Amb una aplicació, com s'ha comentat, que s'encarrega integrament de realitzar les funcions i procediments necessaris per obtenir les dades resultants.

7.3. Model de dades

Per treballar amb l'aplicació es farà servir magatzems de tipus Access, tant per les dades d'entrada com per les de sortida. La base de dades d'input de l'aplicació es facilita conjuntament amb l'enunciat. Cal destacar que és un tipus de magatzem fàcil d'utilitzar i un dels que consumeix menys recursos de maquinari.

El model de dades representa l'estructura de la informació que farem servir. En aquest cas el model de dades resultant és bastant senzill i es compon d'una única entitat geogràfica: CARRILS.

Resum de taules d'entitat inicials:

Treballarem amb una base de dades facilitada al mateix enunciat, que en aquest cas s'anomena Exemples1.mdb, en concret amb dos de les seves taules: TRAMS i CARRILS. Aquestes taules es relacionen mitjançant l'atribut IDTRAM, amb el qual l'aplicació farà la cerca per poder anar introduint les dades en la base de dades de sortida.

S'ha de tenir present que no totes les instàncies de TRAMS tenen una instància a CARRILS, aquest fet també es té en compte en l'aplicació definint valors predeterminats pels atributs.

Dels diferents atributs definits a les dues taules, l'aplicació obtindrà tots de la taula TRAMS exceptuant els atributs AMPLE i NUM que els obtindrà de la taula CARRILS.

Resum de taules d'entitat resultants:

Treballarem amb una única taula d'entitat; la taula CARRILS. Aquesta només emmagatzema les dades significatives dels carrers per tal de poder obtenir una millor visualització amb el programari de GeoMedia. Es pot veure un resum de la taula d'entitat i els seus atributs a la Taula 2.

NOM DE LA TAULA : CARRILS	TIPUS	CLAU
ID	Autonumèric	✓
IDTRAM	Numèric	
NUM	Numèric	
VELOCITAT	Numèric	
CBICI	Numèric	
CATEGVIAL	Numèric	
PEATONAL	Numèric	
SENTIT	Numèric	
AMPLE	Numèric	
NOM	Text	
GEOMETRY	Objecte OLE	
Geometry_sk	Text	

Taula 2. Taula CARRILS.

Des de la pròpia aplicació es genera una nova base de dades amb el nom escollit per la persona usuària (en aquest cas: OutExemples1) predefinida com a magatzem de sortida, on es guarda i es genera aquesta taula i la resta de taules de metadades necessàries. Tal com es pot veure a la figura 18.

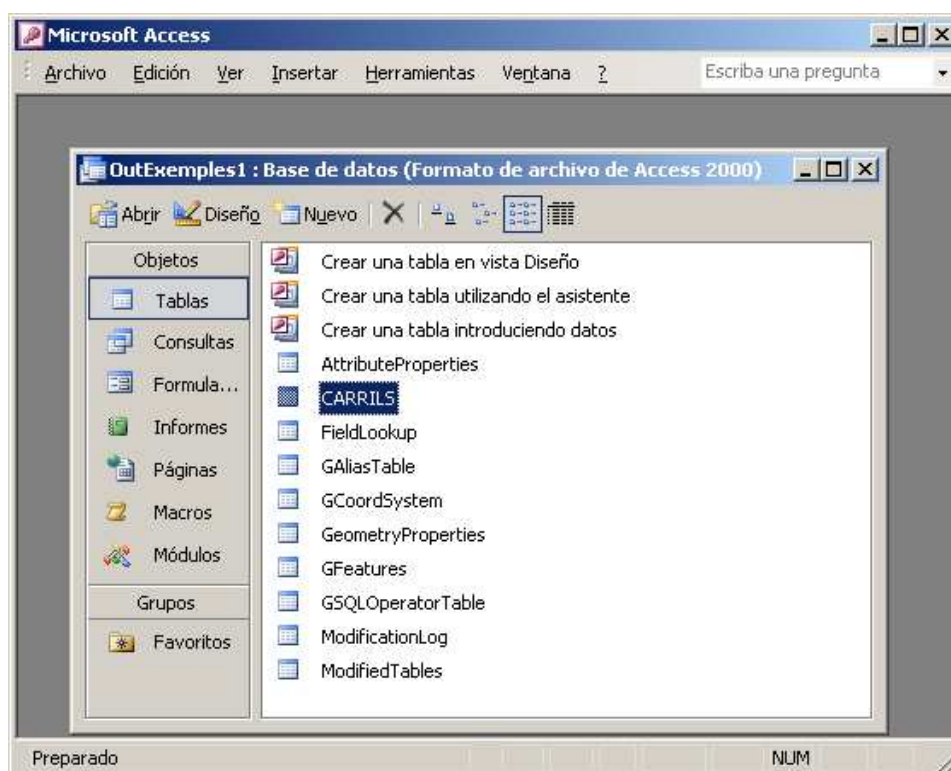


Figura 18. Finestra de taules de la base de dades de sortida.

També des de la pròpia aplicació s'estableixen els valors per defecte dels atributs.

8- Desenvolupament d'una aplicació SIG

En els apartats anteriors, s'han definit els fonaments teòrics necessaris per l'objectiu del projecte. S'inicia doncs, en aquest apartat la part pràctica d'aquest treball, que consisteix en desenvolupar el procés automàtic descrit als apartats anteriors.

En els següents subapartats es desenvolupen les diferents fases:

- Passos preliminars abans del disseny: breu introducció a la programació amb GeoMedia.
- Disseny, funcionalitat i resultats de l'aplicació.

8.1. Programació amb GeoMedia

Aquest apartat dona una breu introducció de l'entorn de desenvolupament que es fa servir per programar l'aplicació.

8.1.1. MS Visual Studio 2005 ¹⁹

8.1.1.1. PUNTO NET (.NET)

Microsoft ha desenvolupat tècniques per a la creació d'aplicacions orientades a la Web. Una d'aquestes estratègies és la denominada .NET. Aquesta estratègia es basa en l'explotació de diverses eines que suporten la tecnologia orientada a objectes. Dintre d'aquesta infraestructura es troba el .NET Framework.

8.1.1.2. NET Framework

Microsoft.NET Framework es pot definir principalment com una eina que permet la construcció, instal·lació i execució de serveis Web.

És una eina informàtica que permet desenvolupar aplicacions per un entorn distribuït i on poden convergir gran quantitat de persones usuàries. Aquest és el cas de les aplicacions escrites per un entorn d'Internet.

El .NET Framework té dos components primordials: Common Language Runtime i la biblioteca de classes de .NET Framework.

Common Language Runtime (CLR)

És el motor d'execució de les aplicacions .NET Framework i proporciona una sèrie de serveis. El CLR és el responsable de gestionar l'execució d'aplicacions, gestionar la memòria i accedir als recursos del sistema.

És una eina que facilita el disseny dels components i aplicacions, els objectes dels quals interactuen entre diferents llenguatges. Per exemple, en cas de dissenyar una classe en un llenguatge de programació si després es vol derivar en una altra classe d'un altre llenguatge, serà possible amb aquest CLR.

Les classes Framework

Les classes Framework unifiquen tot lo que les i els desenvolupadors feien servir. Ofereixen a les i als desenvolupadors d'aplicacions un conjunt d'elements orientats a objectes amb jerarquia de classes i extensible de les llibreries de classes API.

I la o el desenvolupador pot seleccionar el llenguatge que vol utilitzar sense estar condicionat per l'entorn.

8.1.1.3. Visual Studio .NET

És un conjunt d'eines de desenvolupament per construir aplicacions Web.

Els components que acompanyen a Visual Studio .NET són llenguatges de programació que complementen aquesta eina, com és el cas de Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual C# i Microsoft Visual C++.

8.1.1.4. Visual Basic .NET

Visual Basic .NET és un llenguatge de programació orientat a objectes basat en Visual Basic que s'implementa utilitzant el .NET Framework.

La sintaxi bàsica del llenguatge Visual Basic es manté, incorporant noves característiques com la herència i el maneig d'interfícies i sobrecarregament.

Ofereix les facilitats de qualsevol altre llenguatge basat en el .NET Framework permetent el seu ús per crear aplicacions d'alt nivell per Windows i Internet.

Donat que GeoMedia Professional 6.1 ha estat desenvolupat en MSVisual C++ 2005, aquest sistema utilitza com a base de funcionament MS.NET Framework.

Actualment GeoMedia suporta els entorns de desenvolupament Visual .NET 2003 i Visual .NET 2005 (Es pot veure un exemple a la figura 19).

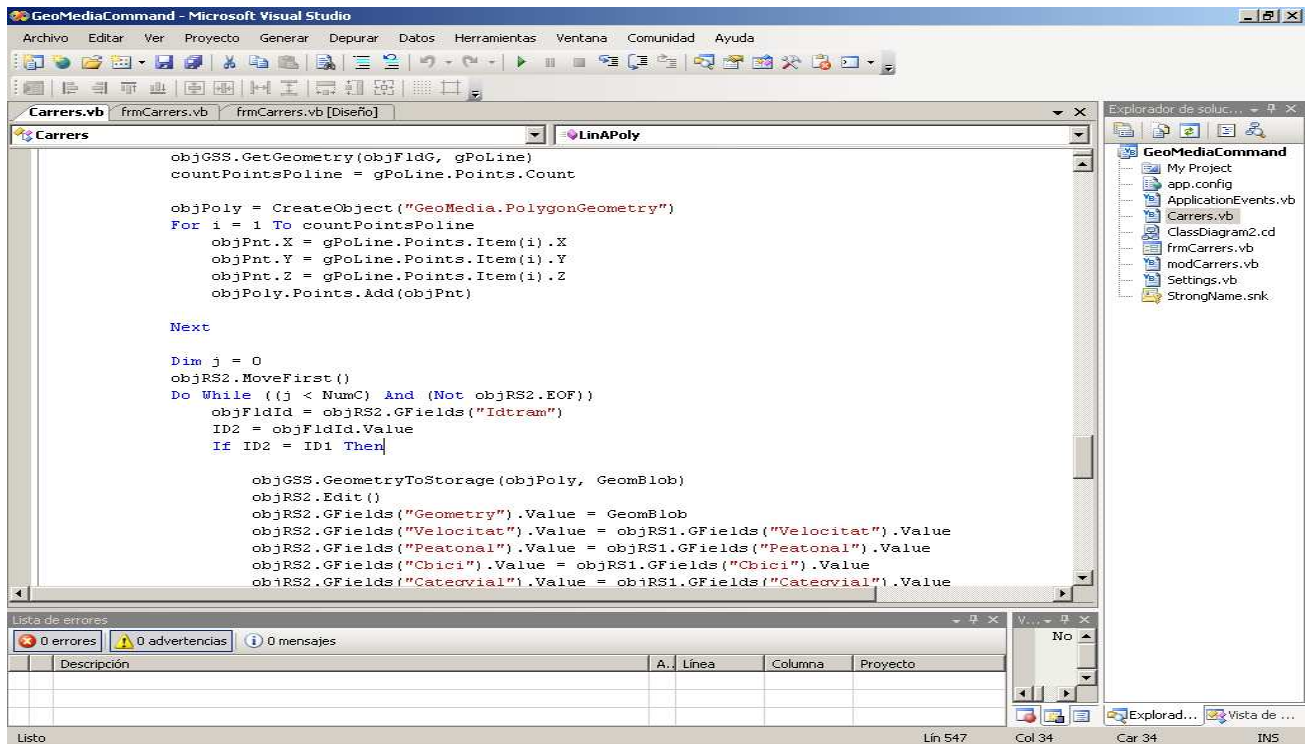


Figura 19. Part del programa escrit en Visual Basic amb Visual Studio 2005.

8.1.2. Creació del projecte amb GeoMedia Command Wizard

GeoMedia Professional 6.1 ofereix un assistent de generació de comandes (Command Wizard ²⁰), que funciona com un complement de VB, i la seva execució dona com a resultat un projecte VB amb els procediments i funcions bàsiques. Per poder afegir aquest assistent, des del VB o Visual Studio .NET s'ha d'activar a 'Herramientas / Administrador de complementos'.

S'ha de tenir en compte que Command Wizard no suporta les versions més posteriors a la versió 2005 de Visual Studio.

L'objectiu d'aquest assistent és la creació de comandes personalitzades de GeoMedia Professional 6.1, és a dir aplicacions que poden ser inserides i executades des del propi GeoMedia. En aquest cas s'ha aprofitat aquest assistent només per crear el nostre projecte VB.

Durant la creació del projecte amb el Command Wizard, aquest demana informació sobre el mateix: com el nom, el tipus de projecte (en aquest cas VB), i altres dades i paràmetres d'inicialització. Tal com es pot veure en la figura 20.

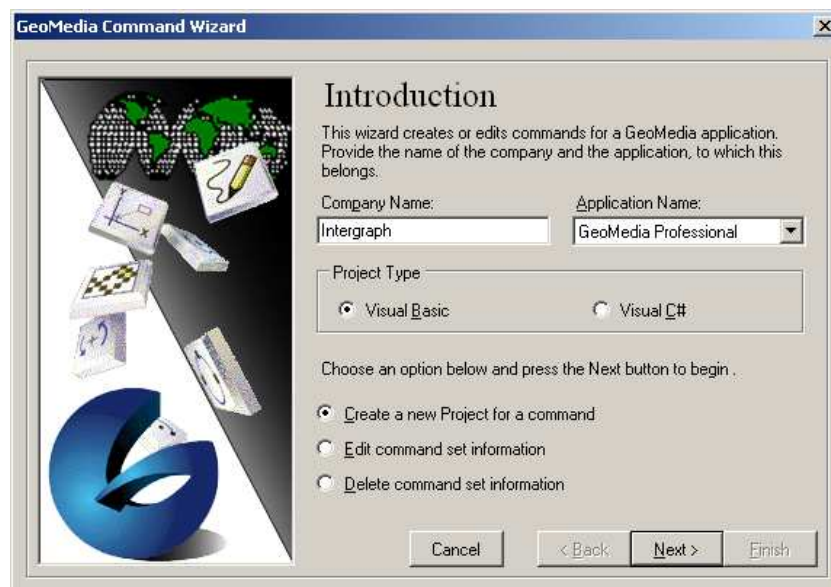


Figura 20. Finestra de GeoMedia Command Wizard.

En particular escollirem l'opció Modal command (Comanda Modal), que agafa el control de l'aplicació fins que aquesta completa la seva funció, d'aquesta manera s'asseguren els canvis a la base de dades sense cap interferència.

Alguns dels mètodes generats amb el Command Wizard no han estat necessaris i s'han eliminat. Per a la interacció inicial amb la persona usuària s'ha escollit un formulari inicial.

Un cop el projecte s'ha compilat, l'aplicació es pot executar des del propi arxiu d'execució (.exe).

8.2. Disseny, funcionalitat i resultats de l'aplicació

En els apartats anteriors s'han descrit tant les classes d'entitat amb les que es treballa, com la manera d'accedir a l'aplicació, per tant només cal programar la funcionalitat.

En aquest apartat es mostra el disseny de l'aplicació VB adaptada a la realització de les funcions demanades i el codi dels principals procediments o funcions.

8.2.1. Disseny de l'aplicació

La funcionalitat de l'aplicació s'emmarca en una Comanda inicial que s'anomena *Comanda per a la visió dels carrers*. Des d'aquesta comanda la persona usuària pot escollir la base de dades inicial (input), tal com es mostra a la figura 21. Inicialment la base de dades input ha de tenir la següent ubicació: 'C:\Warehouses\', ja que és on l'aplicació localitzarà la base de dades input.

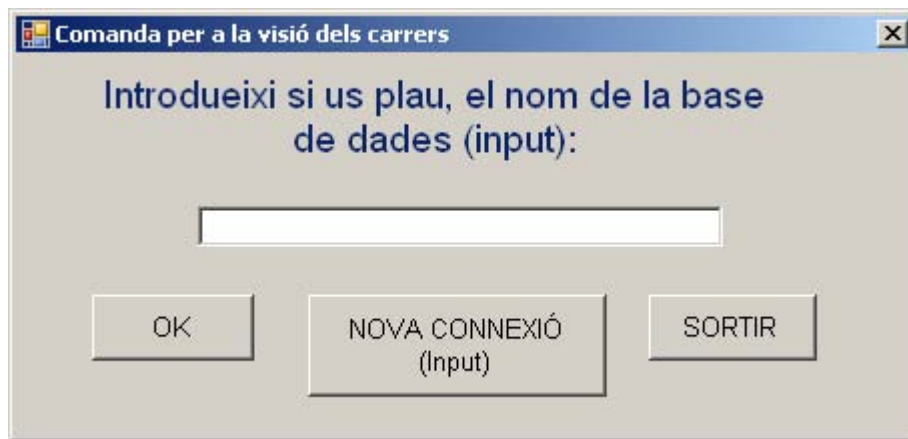


Figura 21. Finestra d'entrada a la comanda per a la visió dels carrers.

Aquesta comanda consisteix en un formulari creat amb VB, en el qual cada botó realitza la funció que el seu nom descriu. Segons les diferents possibilitats d'error en les connexions realitzades, l'aplicació dona els missatges pertinents. S'expliquen breument a continuació les funcionalitats de cada botó i els principals missatges.

- ✓ **Botó 'OK'** : Estableix la connexió amb la base de dades introduïda al quadre de text. És des d'on s'accedeix a la nostra funcionalitat. En cas d'existir la base de dades introduïda i no haver cap error en la connexió, es rep un missatge conforme aquesta s'ha realitzat correctament, tal com es veu a la figura 22.



Figura 22. Finestra del missatge d'avís un cop establerta la connexió.

És possible introduir el nom tant amb l'extensió *.mdb*, com sense ella. En aquest cas s'ha posat Exemples1.

En cas de no existir la base de dades introduïda o haver cap error de connexió s'obté un missatge d'avís, tal com s'indica a la figura 23.

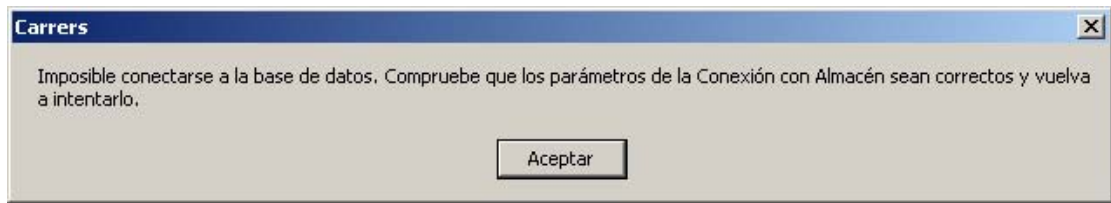


Figura 23. Finestra del missatge d'avís sobre l'error de la connexió.

I en cas contrari, la interfície demanarà a la persona usuària que introdueixi el nom que desitja per la base de dades de sortida (output). Tal com es veu a la figura 24.

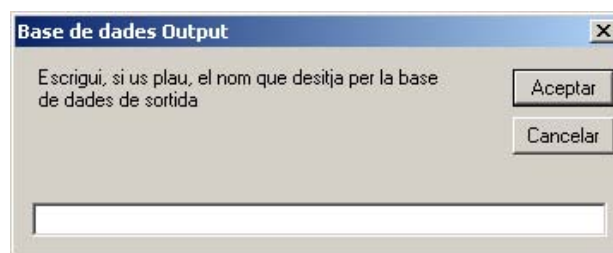


Figura 24. Finestra per l'entrada del nom de la base de dades de sortida.

També és possible introduir el nom tant amb l'extensió *.mdb*, com sense ella. En aquest cas el nom ha de ser el d'una base de dades no existent, i la interfície ho demanarà fins que així sigui. S'ha posat OutExemples1.

Seguidament demanarà quin valor per la velocitat es vol establir per defecte. Tal com es veu a la figura 25.



Figura 25. Finestra per l'entrada del valor de la velocitat a establir per defecte .

En cas de no introduir cap valor, la interfície ens informará amb un missatge d'avís que el valor de la velocitat per defecte serà 0. Tal com es veu a la figura 26.

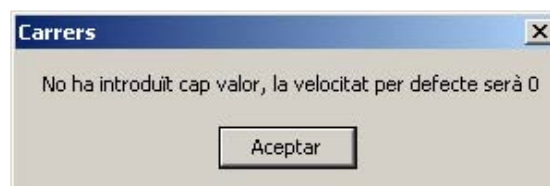


Figura 26. Finestra del missatge d'avís sobre el valor per defecte de la velocitat.

Un cop s'han introduït els diferents valors, la interfície mitjançant missatges d'avís anirà informant; de la creació de la base de dades output (OutExemples1.mdb) i de la taula CARRILS, de la localització de sortida (com es pot veure a la figura 27), de la connexió amb aquest base de dades i de la correcta sortida de dades.



Figura 27. Finestra del missatge d'avís sobre la localització predeterminada de la base de dades output.

Un cop la interfície informa de la correcta sortida de les dades, ens informa de les dues possibilitats següents. Tal com es veu a la figura 28.



Figura 28. Finestra del missatge d'avís sobre les funcionalitats possibles.

- ✓ **Botó 'NOVA CONNEXIÓ'** : Un cop obtinguda la base de dades output, es pot demanar tancar les connexions i establir de noves. L'aplicació demanarà de nou el nom de la nova base de dades input, com es veu al missatge d'avís de la figura 29.



Figura 29. Finestra del missatge d'avís sobre les desconnexions.

- ✓ **Botó SORTIR**: Realitza les desconnexions de les bases de dades amb les que l'aplicació està treballant, i ens dóna informació per finalitzar l'execució de la comanda. Tam com s'indica al missatge d'avís de la figura 30.

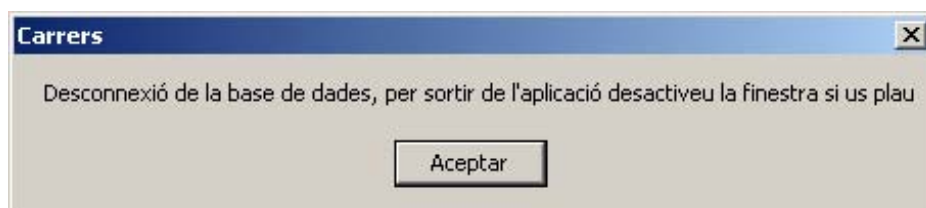


Figura 30. Finestra del missatge d'avís sobre les desconnexions i les indicacions per sortir de l'aplicació.

A continuació es mostrarà el codi dels procediments o funcions principals fent un breu comentari de cadascun. Cal recordar que molts dels mètodes generats amb el Command Wizard que no s'han considerat necessaris s'han eliminat.

8.2.2. Creació de la funcionalitat ^{21,22}

Primer de tot s'ha d'establir una connexió amb la base de dades input, aquesta connexió cal que es mantingui oberta durant tota l'execució d'aquest procés. La ubicació establerta inicialment per la base de dades input és, com s'ha comentat, 'C:\Warehouses\'.
És a la part del procediment *Sub Command1_Click* on la interfície demana a la persona usuària el nom desitjat pel magatzem de sortida, i on es realitzen les següents crides:

- Connexió amb la base de dades input amb la *Function ConnexioBDI (ByVal text As String)*.
- Creació de la nova base de dades output (amb sistema de coordenades i metadades), un cop la persona usuària ha introduït el nom i s'ha comprovat que la connexió d'entrada ha estat correcta.
- Connexió amb aquesta base de dades output, un cop s'ha creat.
- Creació dels *Recordset* necessaris, un cop s'ha comprovat que la connexió de sortida ha estat correcta.

El codi d'aquest procediment està format per les següents instruccions:

```
Private Sub Command1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Command1.Click
    crearBase = False
    MsgBox("La base de dades (input) introduïda per la connexió és:" & (TextBox1.Text))
    coninput = carrer.ConnexioBDI(TextBox1.Text)
    If coninput = False Then
        TextBox1.Text = ""
    Else
        Do While (crearBase = False)
            Dim nomBaseDades As String
            nomBaseDades = InputBox("Escrigui, si us plau, el nom que desitja per la
                                   base de dades de sortida ", "Base de dades Output")
            If nomBaseDades <> "" Then
                crearBase = carrer.CrearTaula(nomBaseDades)
                If crearBase = True Then
                    conoutput = carrer.ConnexioBDO("C:\Warehouses\" & nomBaseDades)
                    If conoutput = False Then
                        MsgBox("Hi ha hagut un problema amb la connexió de la base de
                               dades de sortida")
                    Else
                        carrer.OriginarPipes()
                    End If
                End If
            End If
        Loop
    End If
End Sub
```

El codi per la connexió amb la base de dades input, està format per les següents instruccions:

```
Function ConnexioBDI(ByVal text As String)
    Dim x As String
    x = "C:\Warehouses\" & text
    Try
        With objConnI
            .Location = x
            .Mode = PCClient.ConnectionConstants.gmcModeReadWrite
            .Type = "Access.GDatabase"
            .ConnectionName = "Connect1"
            .Connect()
            MsgBox("S'ha realitzat correctament la connexió a la  
base(input)de dades demanada : " & text)
        End With
        Return True
    Catch e As Exception
        MsgBox(e.Message)
        Return False
    End Try
End Function
```

Amb un codi semblant s'estableix la connexió amb la base de dades output, des de la funció *Function ConnexioBDO(ByVal text As String)*.

Si la connexió s'ha establert sense cap error s'executa la funció *Function CrearTaula(ByVal nom As String)*, que té les següents funcionalitats:

- Creació de la nova base de dades output: NomIntroduït.mdb amb la taula CARRILS, amb l'opció d'introduir el valor per defecte de l'atribut velocitat.
- Crida al procediment que estableix el sistema de coordenades en les taules de metadades; *Sub AddCSSRow()*.
- Crida al procediment que crea i estableix les metadades en les taules de la nova base de dades output; *Sub CreateMeta(ByVal nom As String)*.

Una part del codi d'aquest procediment està format per les següents instruccions:

```
...
Try
    objDB = CreateObject("Access.GDatabase")
    objDB.CreateDatabase("C:\warehouses\" & nom, GDO.GConstants.gdbLangGeneral)

    Catch e As Exception
        MsgBox(e.Message + "Introduzca, por favor, el nombre de una base de datos no  
existente", MsgBoxStyle.OkOnly + 48, "Avis")
        Return False
    Exit Function
End Try

objTbl = objDB.CreateTableDef("CARRILS")
objTbl.Name = "CARRILS"
objFld = objTbl.CreateField("ID", GDO.GConstants.gdbLong)
objFld.Attributes = GDO.GConstants.gdbAutoIncrField
objTbl.GFields.Append(objFld)
objFld = Nothing
...
```

```
textvel = InputBox("Introdueixi la velocitat, si us plau", "Valor de la  
velocitat per defecte")  
If textvel <> "" Then vel = textvel  
Else  
vel = 0  
MsgBox("No ha introduït cap valor, la velocitat per defecte serà 0 ")  
End If  
  
objFld = objTbl.CreateField("VELOCITAT", GDO.GConstants.gdbDouble)  
With objFld  
.Attributes = GDO.GConstants.gdbVariableField  
.DefaultValue = vel  
.Required = False  
End With  
objTbl.GFields.Append(objFld)  
objFld = Nothing  
...  
  
AddCSSRow()  
objFld = objTbl.CreateField("Geometry", GDO.GConstants.gdbSpatial)  
With objFld  
.Type = GDO.GConstants.gdbSpatial  
.SubType = GDO.GConstants.gdbAreal  
.Required = True  
.CoordSystemGUID = strGUID  
  
End With  
objTbl.GFields.Append(objFld)  
objFld = Nothing  
...  
CreateMeta(nom)  
Return True  
...
```

La resta de camps a definir i l'entrada dels seus valors per defecte, tenen instruccions semblants.

Com es pot veure, en cas d'introduir un nom per la base de dades output que correspongui a una base de dades ja existent, es generarà un avís i es demanarà de nou la introducció del nom.

Un cop s'ha executat la funció *Function ConnexioBDI(ByVal text As String)* i la funció *Function ConnexioBDO(ByVal text As String)*, s'omplen les dades de la nova classe d'entitat CARRILS. Farem servir tres *Recordset*, un per a les dues taules de la base de dades input i un altre per la taula de la base de dades output.

El codi per la creació dels *Recordset* està format per les següents instruccions:

```
Sub OriginarPipes()  
objConnI.CreateOriginatingPipe(objOPipe1)  
With objOPipe1  
.GeometryFieldName = "Geometry"  
.Table = "TRAMS"  
End With  
objConnI.CreateOriginatingPipe(objOPipe2)  
With objOPipe2  
.GeometryFieldName = "Geometry"  
.Table = "CARRILS"  
End With  
objConnO.CreateOriginatingPipe(objOPipe3)  
With objOPipe3  
.GeometryFieldName = "Geometry"  
.Table = "CARRILS"  
End With  
objRS1 = objOPipe1.OutputRecordset  
objRS2 = objOPipe2.OutputRecordset  
objRSOut = objOPipe3.OutputRecordset  
LinAPoly()  
End Sub
```

Com s'observa, des d'aquest mateix procediment es realitza la crida al procediment *Sub LinAPoly()*. Aquest procediment és l'encarregat de recorre la taula TRAMS i a partir dels punts que formen les polilínies de cada tram, generar la geometria polígon.

El codi de l'algoritme encarregat d'aquesta transformació està format per les següents instruccions:

```
...
objFldG = objRS1.GFields("Geometry")
objGSS.GetGeometry(objFldG, gPoLine) 'Retorna la geometria de la polilínea
objPoly = CreateObject("GeoMedia.PolygonGeometry") 'Es crea l'objecte de geometria
                                             'polígon.

For i = 1 To gPoLine.Points.Count
    objPnt.X = gPoLine.Points.Item(i).X
    objPnt.Y = gPoLine.Points.Item(i).Y 'Afegim els punts al polígon a partir dels
    objPnt.Z = gPoLine.Points.Item(i).Z 'punts de la polilínea.
    objPoly.Points.Add(objPnt)
Next

... 'Es crea a GDO geometry blob des de
objGSS.GeometryToStorage(objPoly, GeomBlob) 'l'objecte de geometria polígon, on es
...
... 'guarda la informació que es posarà
objRSOut.GFields("Geometry").Value = GeomBlob 'al camp designat per la "Geometry".
...
```

I en funció del valor del camp CARRILS a la taula TRAMS, i dels IDTRAMS corresponents a les taules TRAMS i CARRILS de la base de dades input, guardem la nova geometria i els valors a la base de dades output. En concret, per un tram amb un valor n de l'atribut CARRILS, obtindrem n geometries polígons.

Una part del codi per la introducció de les dades a la base de dades output, està format per les següents instruccions:

```
...
ID1 = objRS1.GFields("Idtram").Value
ID2 = objRS2.GFields("Idtram").Value
bjGSS.GeometryToStorage(objPoly, GeomBlob)

...
If ID2 = ID1 Then
objRSOut.AddNew()
objRSOut.GFields("Idtram").Value = objRS1.GFields("IdTram").Value
objRSOut.GFields("Geometry").Value = GeomBlob
objRSOut.GFields("Velocitat").Value = objRS1.GFields("Velocitat").Value
objRSOut.GFields("Peatonal").Value = objRS1.GFields("Peatonal").Value
objRSOut.GFields("Cbici").Value = objRS1.GFields("Cbici").Value
objRSOut.GFields("Categvial").Value = objRS1.GFields("Categvial").Value
objRSOut.GFields("Nom").Value = objRS1.GFields("Nom").Value
objRSOut.GFields("Sentit").Value = objRS1.GFields("Sentit").Value
objRSOut.GFields("Ample").Value = objRS2.GFields("Ample").Value
objRSOut.GFields("Num").Value = objRS2.GFields("Num").Value
objRSOut.Update()
End If
...
```

Com s'ha explicat en apartats anteriors l'aplicació obté tots els valors dels atributs de la taula TRAMS, exceptuant els atributs AMPLE i NUM, que els obté de la taula CARRILS. I en el cas dels TRAMS que no estan a CARRILS els valors dels atributs AMPLE i NUM es defineixen per defecte amb el valor 1 al propi codi, ja que a CARRILS no en tenen de valor.

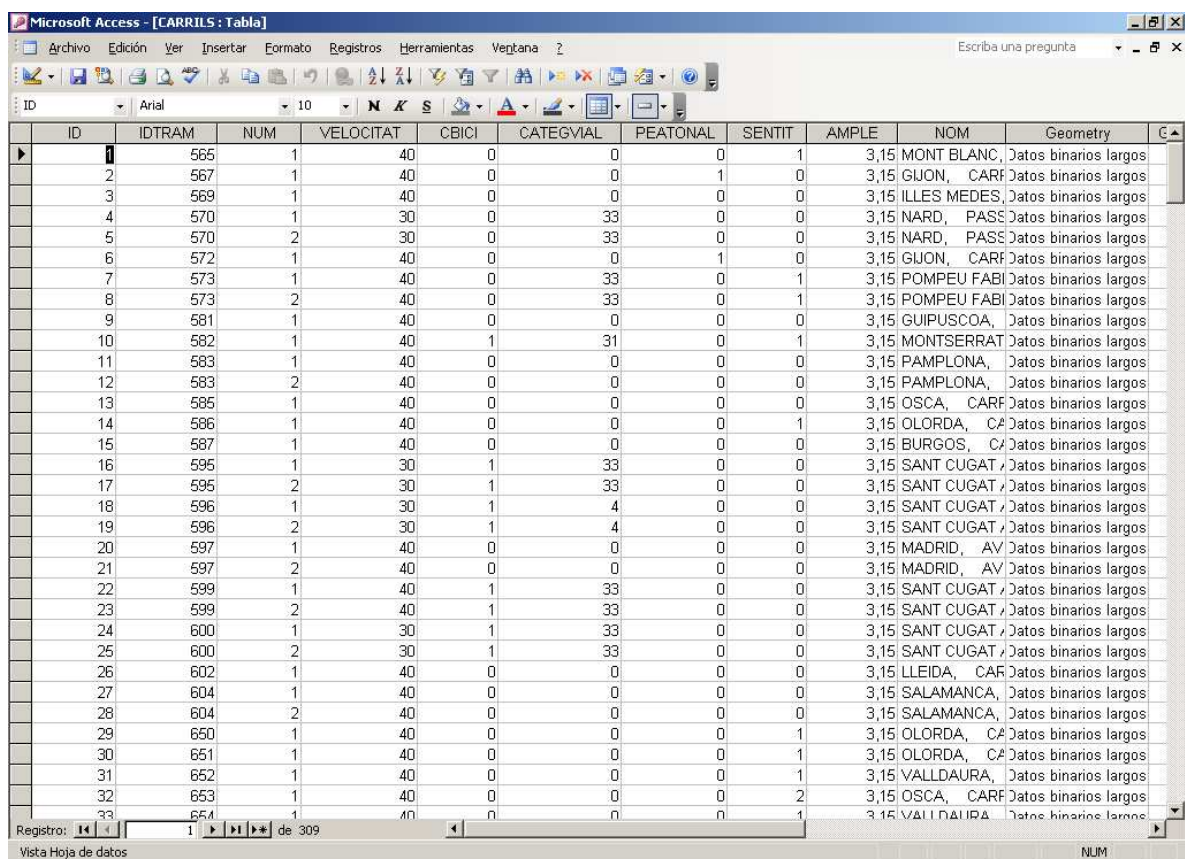
A partir de l'atribut AMPLE es determina, com es veurà més endavant, el gruix dels carrils.

I finalment per la desconexió de les bases de dades, tant d'entrada com de sortida, es crida al procediment *Sub Deactivate()*, format per les dues instruccions següents:

```
Sub Deactivate()  
  
    objConnI.Disconnect()  
    objConnO.Disconnect()  
  
End Sub
```

8.2.3. Resultats

Un cop ha finalitzat l'execució de l'aplicació, els camps de la taula *CARRILS* de la base de dades output contenen les dades demanades, i es poden recuperar directament sense necessitat de tornar a ser introduïts. Tal com es veu a la figura 31.



ID	IDTRAM	NUM	VELOCITAT	CBICI	CATEGVIAL	PEATONAL	SENTIT	AMPLE	NOM	Geometry
1	565	1	40	0	0	0	1	3,15	MONT BLANC,	Datos binarios largos
2	567	1	40	0	0	1	0	3,15	GUION, CARF	Datos binarios largos
3	569	1	40	0	0	0	0	3,15	ILLES MEDES,	Datos binarios largos
4	570	1	30	0	33	0	0	3,15	NARD, PASS	Datos binarios largos
5	570	2	30	0	33	0	0	3,15	NARD, PASS	Datos binarios largos
6	572	1	40	0	0	1	0	3,15	GUION, CARF	Datos binarios largos
7	573	1	40	0	33	0	1	3,15	POMPEU FABI	Datos binarios largos
8	573	2	40	0	33	0	1	3,15	POMPEU FABI	Datos binarios largos
9	581	1	40	0	0	0	0	3,15	GUIPUSCOA,	Datos binarios largos
10	582	1	40	1	31	0	1	3,15	MONTERRAT	Datos binarios largos
11	583	1	40	0	0	0	0	3,15	PAMPLONA,	Datos binarios largos
12	583	2	40	0	0	0	0	3,15	PAMPLONA,	Datos binarios largos
13	585	1	40	0	0	0	0	3,15	OSCA, CARF	Datos binarios largos
14	586	1	40	0	0	0	1	3,15	OLORDA, CA	Datos binarios largos
15	587	1	40	0	0	0	0	3,15	BURGOS, CA	Datos binarios largos
16	595	1	30	1	33	0	0	3,15	SANT CUGAT /	Datos binarios largos
17	595	2	30	1	33	0	0	3,15	SANT CUGAT /	Datos binarios largos
18	596	1	30	1	4	0	0	3,15	SANT CUGAT /	Datos binarios largos
19	596	2	30	1	4	0	0	3,15	SANT CUGAT /	Datos binarios largos
20	597	1	40	0	0	0	0	3,15	MADRID, AV	Datos binarios largos
21	597	2	40	0	0	0	0	3,15	MADRID, AV	Datos binarios largos
22	599	1	40	1	33	0	0	3,15	SANT CUGAT /	Datos binarios largos
23	599	2	40	1	33	0	0	3,15	SANT CUGAT /	Datos binarios largos
24	600	1	30	1	33	0	0	3,15	SANT CUGAT /	Datos binarios largos
25	600	2	30	1	33	0	0	3,15	SANT CUGAT /	Datos binarios largos
26	602	1	40	0	0	0	0	3,15	LLEIDA, CARF	Datos binarios largos
27	604	1	40	0	0	0	0	3,15	SALAMANCA,	Datos binarios largos
28	604	2	40	0	0	0	0	3,15	SALAMANCA,	Datos binarios largos
29	650	1	40	0	0	0	1	3,15	OLORDA, CA	Datos binarios largos
30	651	1	40	0	0	0	1	3,15	OLORDA, CA	Datos binarios largos
31	652	1	40	0	0	0	1	3,15	VALLDAURA,	Datos binarios largos
32	653	1	40	0	0	0	2	3,15	OSCA, CARF	Datos binarios largos
33	654	1	40	0	0	0	1	3,15	VALLDAURA,	Datos binarios largos

Figura 31. Finestra de la 'Vista hoja de datos' de la taula *CARRILS*.

La base de dades output que s'obté té el sistema de coordenades que es defineix per defecte; geogràfica amb una projecció 'Cylindrical Equirectangular'.

Per poder visualitzar la geometria correctament primer es reorganitzen les metadades, per després carregar des d'un arxiu un sistema de coordenades projectat. Això es pot fer amb l'eina 'Utilidades de bases de datos', a les opcions 'Crear tablas de metadatos' i 'Asignar sistema de coordenadas'. Tal com es veu a la figura 32.

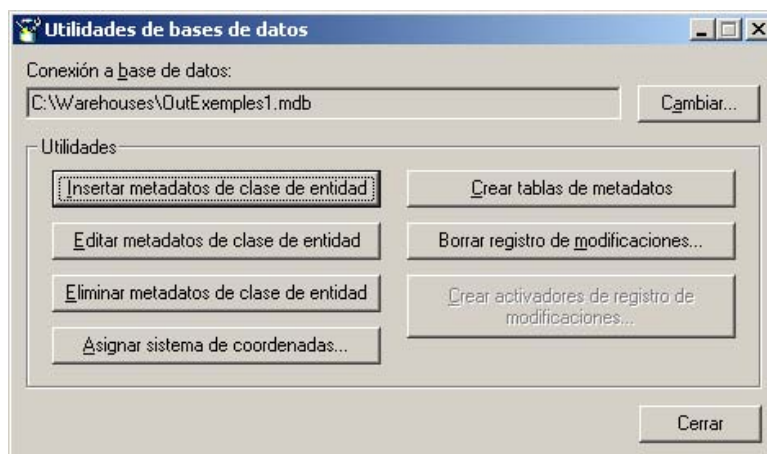


Figura 32. Finestra de l'eina 'Utilidades de bases de datos'.

L'arxiu que conté aquest sistema de coordenades (es facilita un amb l'aplicació), és un arxiu d'extensió .csf i pot tenir, per exemple, la mateixa ubicació que la base de dades input.

Un cop fet això, es pot realitzar la visualització de la base de dades output amb l'entorn de GeoMedia. Es crea un nou GeoWorkSpace i es connecta amb aquesta base de dades output, en aquest cas OutExemples1.mdb, s'introdueixen les llegendes i s'obté la visualització dels carrers que ara ja tenen una geometria polígon. Podrem veure, per exemple un rectangle format per tres punts, en comptes d'una polilínea formada per tres punts. Tal com es mostra a la figura 33.

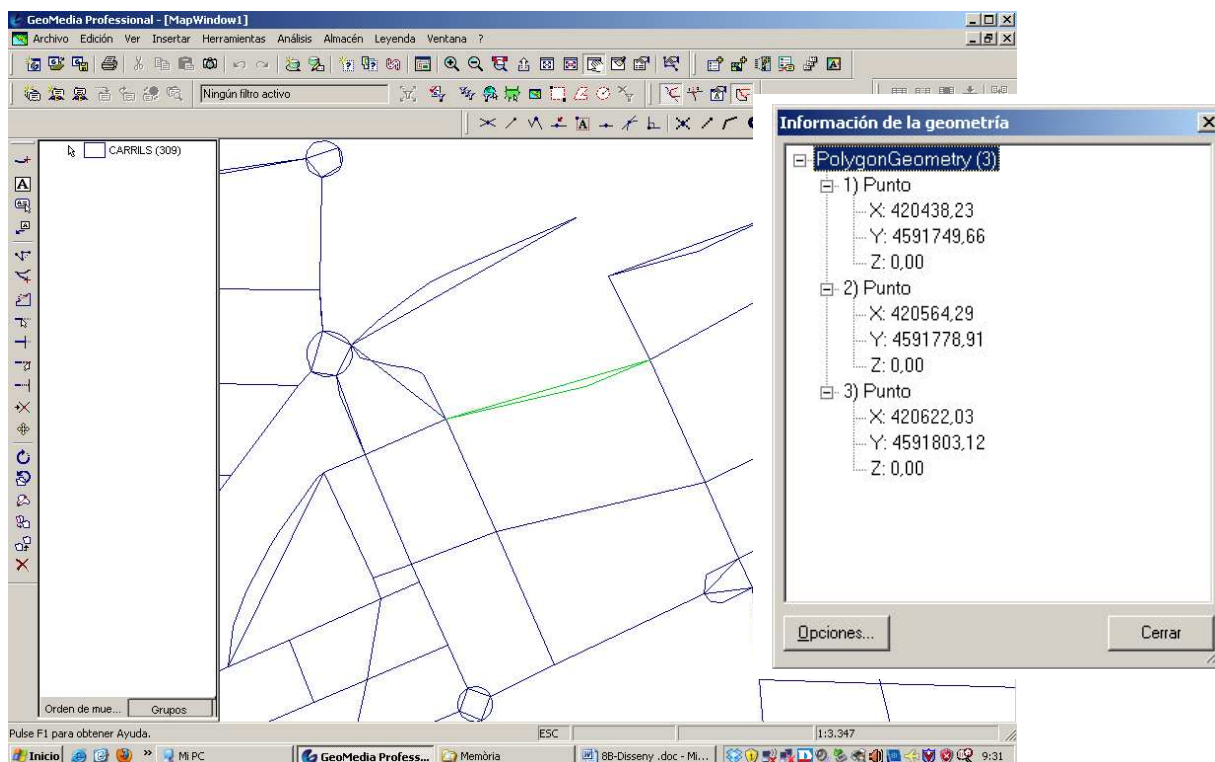


Figura 33. Finestra de mapa del GeoMedia, visualitzant la base de dades OutExemples1.mdb i la informació geogràfica d'un dels carrils.

Podem observar la diferència amb el GeoWorkSpace 'Exemples1.gws', consultant el mateix tram. Tal com es veu a la figura 34.

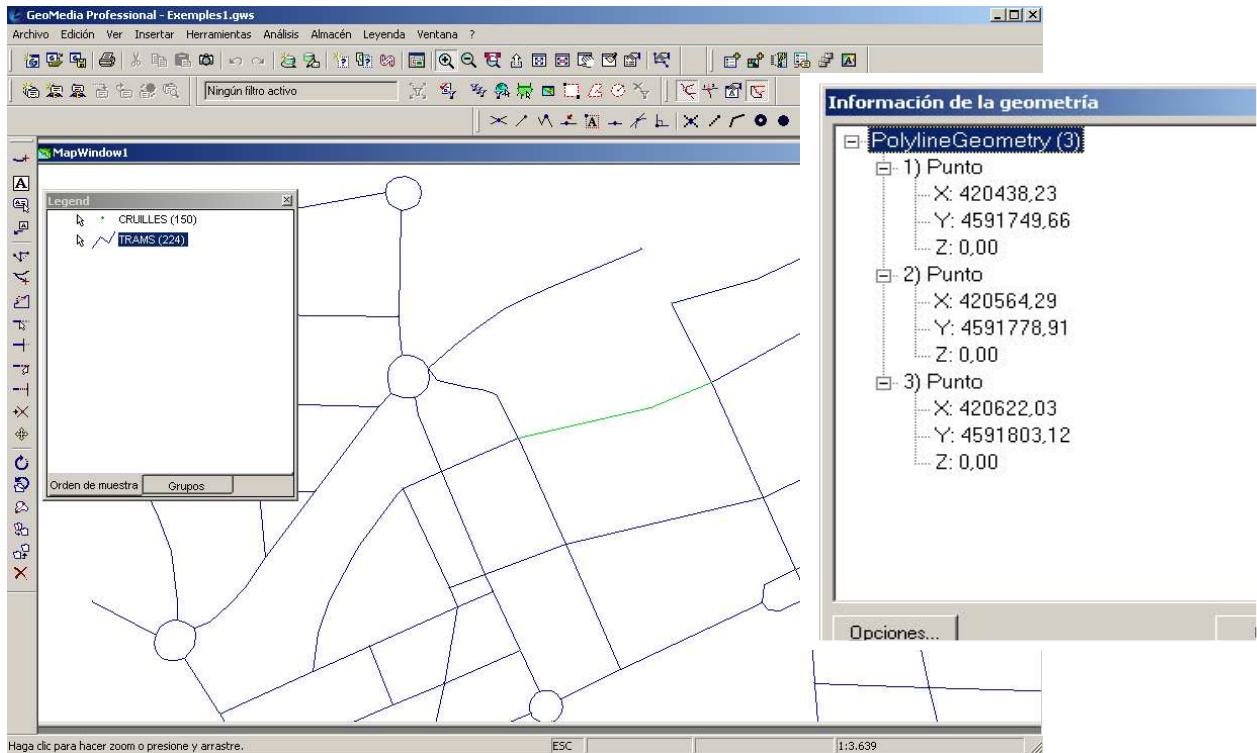


Figura 34. Finestra de mapa del GeoMedia, visualitzant la base de dades Exemples1.mdb i la informació geogràfica d'un dels trams.

I respecte al gruix dels carrils, es pot veure a l'apartat 'Annex I. Simbologia' a la figura 40, una captura de pantalla que correspon a les 'Propiedades de estilo' de l'entrada de llegenda; CARRILS, en el moment en el que es defineix el gruix del carril en funció del valor de l'atribut AMPLE obtingut pel codi.

9- Conclusions i línies futures de treball

9.1. Conclusions

Aquest TFC s'emmarca dins l'àmbit dels SIG, inclou una primera part de treball de recerca i una segona part de treball pràctic.

Un dels objectius d'un Programa de SIG municipal és dotar als municipis d'una eina útil i operativa i en aquest cas en concret, amb l'objectiu de facilitar la visualització de la planificació dels carrers del municipi.

A la primera part de recerca s'introdueixen els conceptes bàsics relacionats amb la cartografia i s'estudia el funcionament dels sistemes SIG, en particular de l'entorn de programari GeoMedia Professional 6.1.

Un cop es té un coneixement general del món dels SIG, s'inicia la part pràctica.

El treball pràctic es basa en el disseny d'una aplicació en VB, amb la funcionalitat d'obtenir una base de dades a partir d'una altra definida al propi enunciat. La part central de l'aplicació és la d'obtenir una geometria polígon a partir dels punts que formen una polilínia. L'objectiu d'aquesta transformació és la de facilitar la visualització dels carrers del municipi definint una simbologia segons els diferents valors dels atributs.

En conclusió, GeoMedia Professional 6.1 és una eina i un sistema SIG molt complet, que presenta opcions molt pràctiques.

9.2. Línies futures de treball

El projecte ha complert el principal objectiu, ja que s'ha realitzat un bon estudi preliminar que ha permès dissenyar una aplicació amb la funcionalitat desitjada.

Aquesta aplicació deixa el camí obert per a continuar la línia iniciada per aquest TFC. Així aquesta aplicació es pot millorar de diferents maneres.

Per una banda, tenim que el codi té un control acceptable dels errors i en concret controla que les bases de dades per les connexions siguin correctes, però es podria millorar afegint un objecte *Gerror* amb el seu codi corresponent.

D'altra banda, hi ha la possibilitat d'incorporar el desenvolupament dels símbols i la implementació de la seva representació en funció d'alguns atributs. Amb aquest objectiu es facilita una breu descripció del funcionament dels diferents estils que proporciona el programari de GeoMedia a l'annex I.

I finalment, hi ha la possibilitat d'incorporar més interacció amb la persona usuària, sol·licitant des de la interfície alguns dels atributs que per ara s'estableixen per defecte des de l'aplicació, i amb la introducció d'un *ListBox* en comptes d'un *TextBox*, des d'on la persona usuària pugui escollir a partir d'una llista la base desitjada com a input de l'aplicació.

Annex I. Simbologia ^{16,23}

En aquest apartat es dona una breu introducció sobre els tipus d'estils, els símbols i els atribut funcionals, amb l'objectiu d'emmarcar una possible línia futura de treball.

Tipus d'estils

Existeixen diferents classes d'estil classificats per tipus de geometria. Aquestes classes inclouen els estils de Punt, Línia, Àrea, Compost, Imatge, Text i Farcit. Com es pot veure a la figura 35.

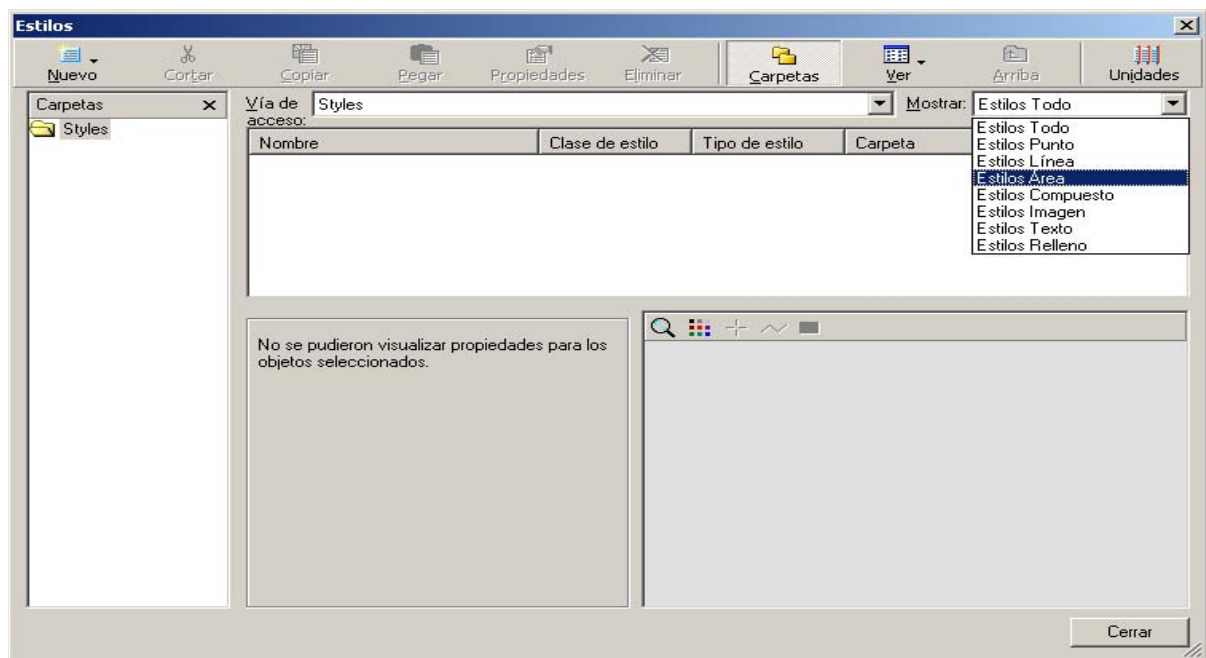


Figura 35. Finestra de 'Estilos'.

Aquestes geometries poden admetre tipus d'estil simples o compostes. Per exemple les classes d'estil de punt admeten tipus d'estil de símbol, font i imatge.

L'usuari pot editar cadascun dels tipus d'estil i els seus paràmetres i definir nous estils mitjançant els quadres de diàleg: 'Propiedades de estilo', com es veurà a la figura 38.

Símbols

El terme símbol indica qualsevol dels diferents formats de dades produïts per GeoMedia Professional i altres productes de software, que contenen dibuixos de vector simbolitzats.

El software proporciona varies biblioteques de símbols, símbols que es poden fer servir per representar entitats de diferents geometries. Instal·lats a 'C:\archivos de programa\geomedia professional\Symbols'. Com es pot veure a la figura 36.

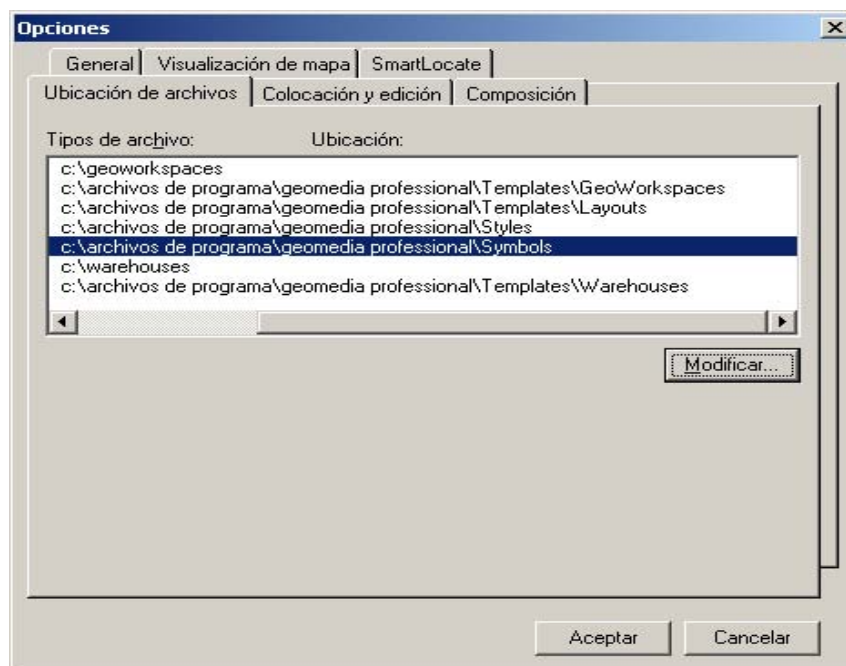


Figura 36. Finestra 'Herramientas/Opciones'.

A la figura 37 es pot veure la finestra d'edició d'un estil de símbol.

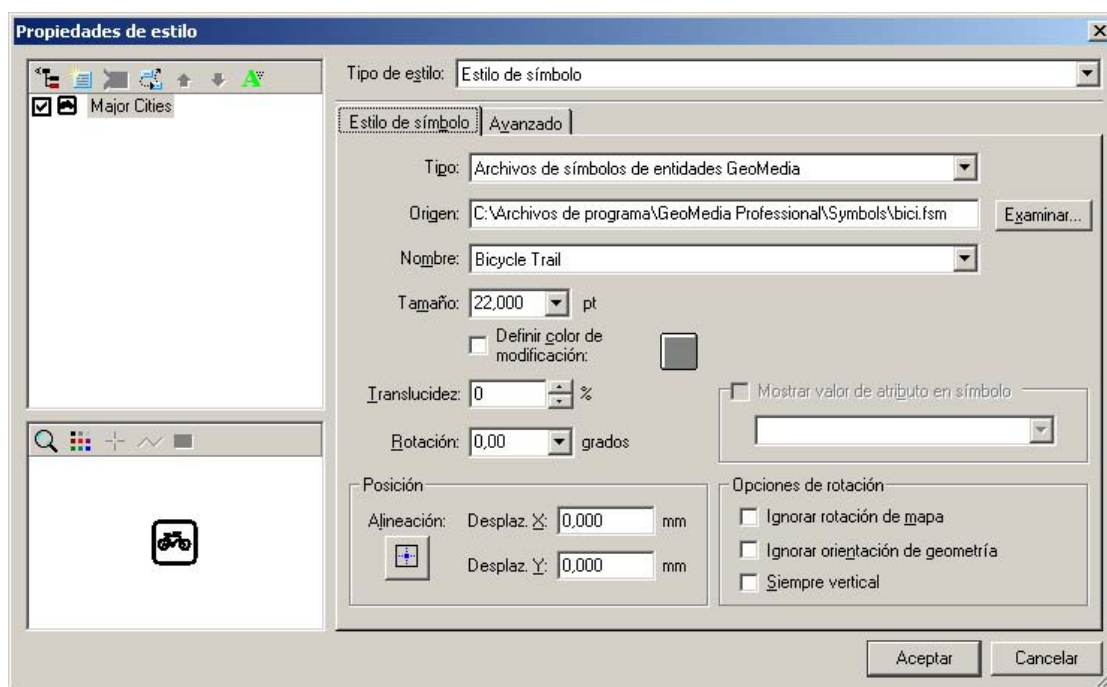


Figura 37: Finestra de 'Propiedades de estilo', d'un símbol.

Si l'usuari desitja altres símbols pot combinar aquests o crear un arxiu de llibreria de símbol mitjançant la utilitat: 'Inicio > Todos los programas > GeoMedia Professional > Utilidades > Definir archivos de símbolos'. Aquesta utilitat admet diferents tipus d'arxius com arxius de símbols de finestra de mapa (.fsm), arxius de símbols de finestra composició (.sym), arxius de cel·les de Microstation (.cel), arxius de blocs de AutoCad (.dwg) i gràfics de vector escalables (.svg).

En particular per crear símbols propis es pot fer des de la finestra composició (al GeoWorkSpace: 'Ventana/Mostrar ventana Composición') amb l'eina de dibuix i amb el menú desplegable 'Diseño / Crear símbolo'. Aquests símbols s'emmagatzemen com arxius de símbols, que són documents amb l'extensió *.sym*.

Un símbol es pot crear, fixar i/o establir com a símbol actiu, modificar les seves propietats, etc.

La simbologia es pot emprar des dels estils, emprant un estil definit o en funció d'algun atribut funcional.

Atributs funcionals

Amb la comanda 'Atributos funcionales' es poden crear nous atributs a partir d'expressions construïdes amb funcions d'estadística, de funcions de geometria i a partir d'una varietat d'operadors, com els aritmètics. Tal com es veu a la figura 38.

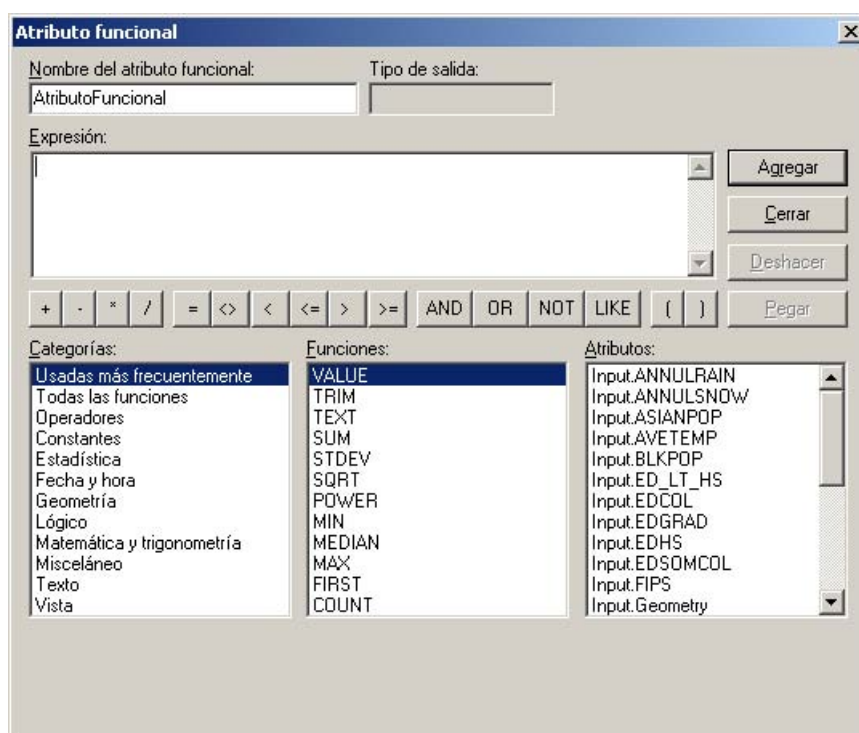


Figura 38: Finestra de 'Atributo funcional'.

També es poden incloure les expressions amb la Finestra de 'Propiedades de estilo' des de la pestanya 'Avanzado'.

Tot això permet definir els valors dels camps com atributs calculats. I aquest valor pot, per exemple, determinar les unitats dels tamanyes dels símbols o determinar quin arxiu *.sym* es visualitzarà.

En conclusió, podem doncs crear símbols des de la finestra composició, inserir-los en un únic arxiu de símbols (*.fsm*) i tenir una visualització en funció del valor d'un atribut o del valor d'algun atribut funcional definit pel propi usuari des de la pestanya 'Avanzado' a les mateixes 'Propiedades de estilo'. Tal com es pot veure als dos exemples de les següents figures; figura 39 i figura 40.

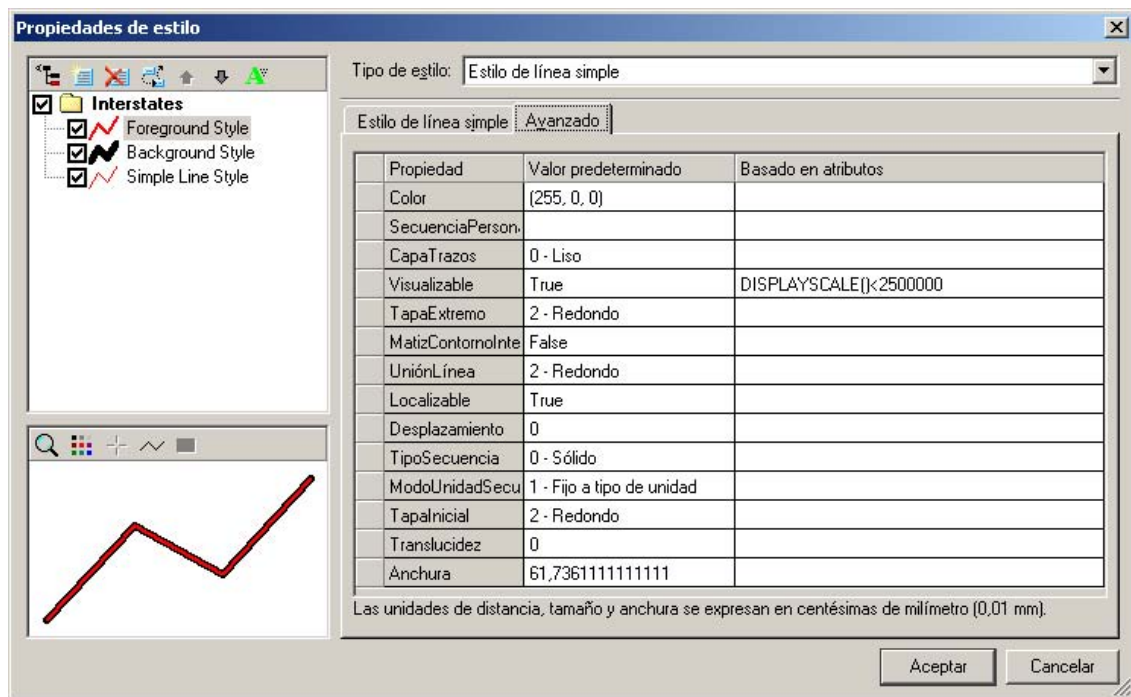


Figura 39: Primer exemple d'una finestra de 'Propiedades de estilo' i pestanya 'Avanzado'.

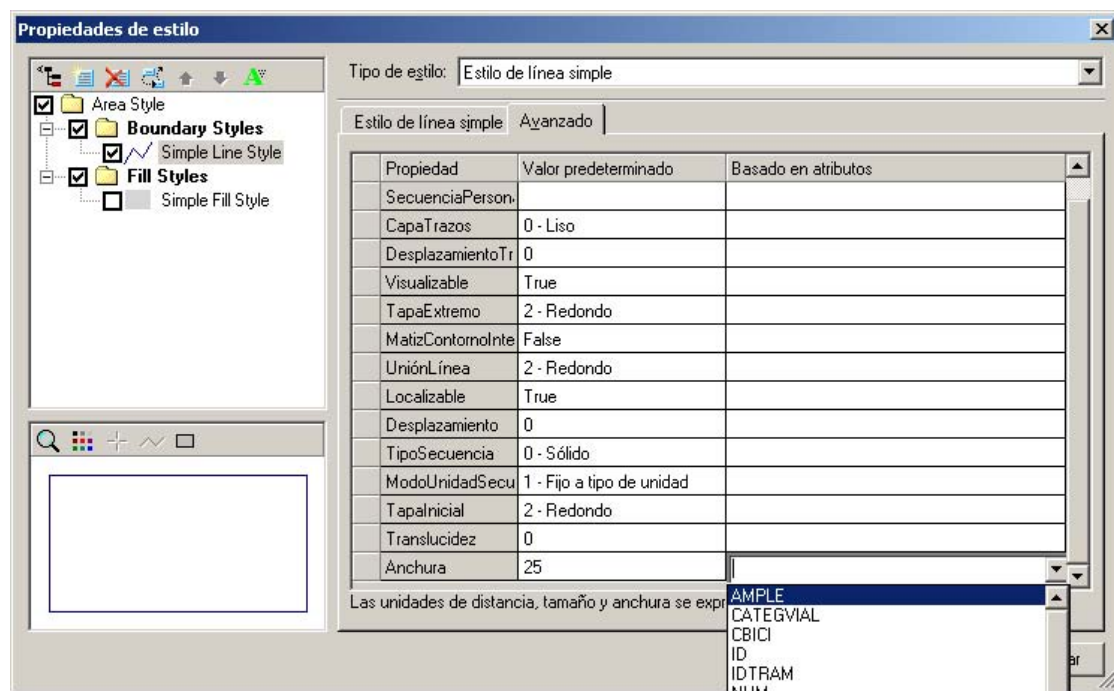


Figura 40: Segon exemple d'una finestra de 'Propiedades de estilo' i pestanya 'Avanzado'.

Veiem un exemple en el nostre cas d'estudi, a la figura 41. Correspon a la representació amb el símbol de nom BicYcleTrail, d'una consulta d'atribus realitzada a l'entitat CARRILS filtrant l'atribut Cbici amb valor igual a 1.

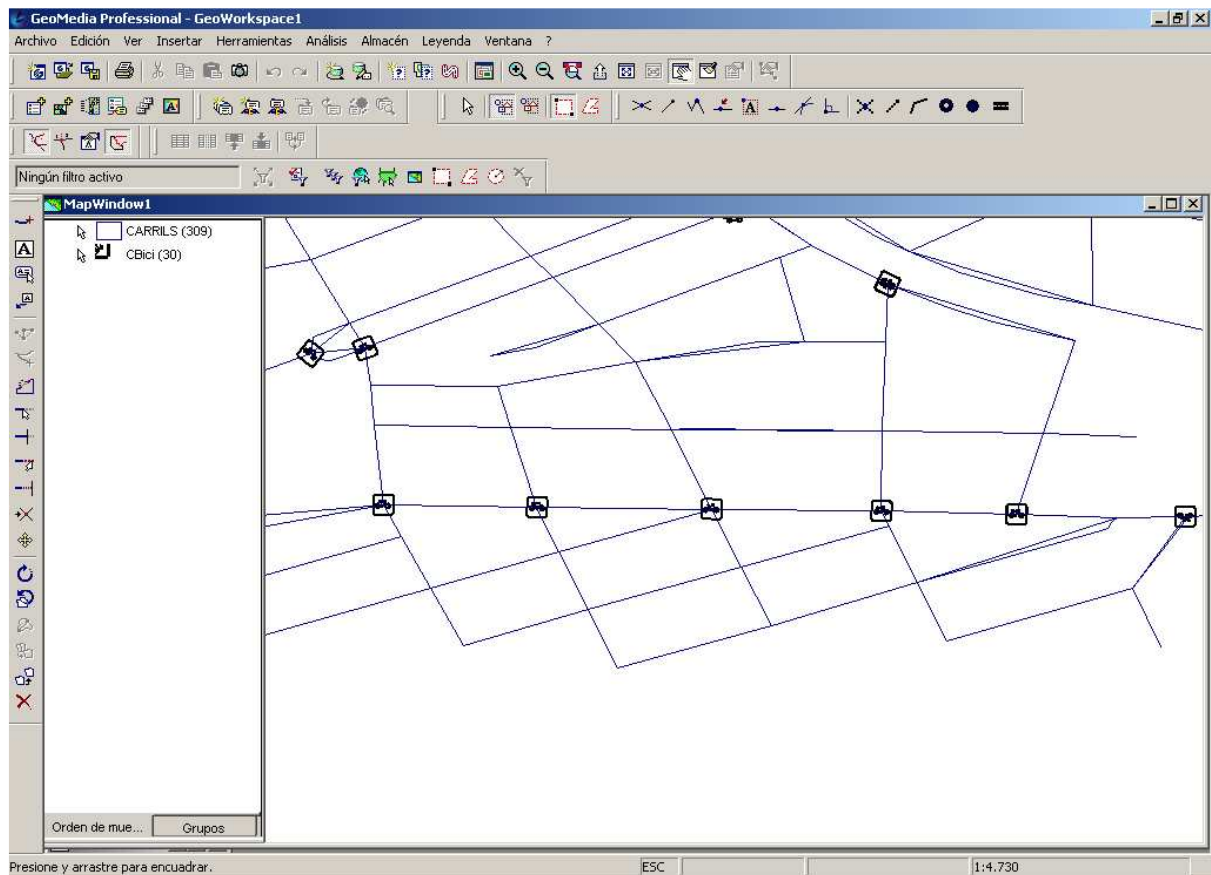


Figura 41: Exemple de representació de símbol per l'atribut CBici.

Glossari

Atribut	Informació no espacial que representa una característica concreta d'una entitat geogràfica.
Bases de dades	Conjunt estructurat de dades que representa entitats i les seves relacions.
Cartografia	Ciència que té per objecte la realització de mapes i comprèn el conjunt d'estudis o tècniques que intervenen en el seu procés.
Consulta	Recuperació de la informació d'una base de dades en funció d'uns requisits establerts. Presenten informació actual del magatzem.
Dades geogràfiques	Representació digital d'entitats, objectes o fenòmens que esdevenen sobre la superfície de la Terra o a prop d'aquesta.
Entitat geogràfica	Representacions gràfiques d'elements del món real.
Fus	Secció del globus terraquí limitada per dos meridians o cercles màxims. En la projecció UTM, cada fus és determinat per dos meridians separats per una longitud de 6° graus sexagesimals.
Geodèsia	Ciència que estudia la figura, les dimensions i el camp gravitatori de la Terra, així com la seva variació en el temps.
Georeferenciació	Procés que s'utilitza per a definir la posició d'un objecte en un pla amb la seva posició sobre la superfície terrestre.
GeoWorkspace	Entorn en el qual es desenvolupa un projecte SIG amb el programari GeoMedia.
ICC	Sigla de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.
Interfície	En el context dels components de programari, punt d'accés d'un component. Qualsevol medi interposat entre dos elements o sistemes, que la interfície posa en relació.
Línia	Objecte geomètric representat per una sèrie de punts.
Llegenda	Control a GeoMedia que defineix quins són els elements visibles en la finestra de mapa.
Llibreria d'accés dinàmic	Component de programari que una aplicació utilitza en temps d'execució.
Magatzem	Fitxers de bases de dades on es guarden les dades geomètriques (gràfica) i d'atributs (no gràfica).
Polígon	Objecte geogràfic format per línies que delimiten una superfície, representant una regió amb característiques uniformes.

Projecció cartogràfica	Sistema per a reproduir o representar l'esfera terrestre en una superfície plana.
Projecció UTM	La projecció transversal universal de Mercator, projecció cilíndrica, que resulta de projectar la Terra en un cilindre tangent a l'equador de la Terra.
Punt	Objecte geomètric representat per un parell de coordenades, amb una àrea i una longitud igual a zero.
Raster	Estructura de dades representades en una matriu de cel·les regulars on cada una emmagatzema informació geogràfica.
SIG	Sistema d'informació capaç d'integrar, emmagatzemar, compartir i mostrar la informació geogràficament referenciada.
UTM	Universal transversal Mercator.
Vectorial	Referent a estructura de dades que representen la realitat a través de punts, línies i polígons.

Bibliografia

Aproximació als SIG

- ¹ **Wikipedia. La enciclopedia libre.** *Sistema d'informació Geogràfica.*
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica

Aproximació a la cartografia

- ² **Instituto Geográfico Nacional.** *Historia de la Cartografia en España y el Mapa Topográfico Nacional.*
http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/CARTOGRAFIA/ANTECEDENTES/
- ³ **Representació de les coordenades esfèriques.** *Imatge.*
http://3.bp.blogspot.com/_kVUcLOZ6UxM/SLdHSXpOrqI/AAAAAAAAAAU/WOLuDKJt-RM/S240/Copia+de+coordenadas+esfericas.png
- ⁴ **Sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica.** *Geodèsia i cartografia.* UOC
- ⁵ **Tutoriales CAD.** *Lección 3 - Introducción a 3-D.*
http://www.we-r-here.com/cad_07/tutorials_sp/level_3/images/xy_axis.gif
- ⁶ **Wikipedia. La enciclopedia libre.** *Proyección cartográfica.*
http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecci%C3%B3n_cartogr%C3%A1fica
- ⁷ **Wikipedia. La enciclopedia libre.** *Proyección de Mercator.*
http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Usgs_map_mercator.svg
- ⁸ **Atlas global de la región de Murcia.** *Capítulo I. Cartografía.*
^{1.} <http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/3/cartografia-actual-topografica-ortofotos-satelite/>
^{2.} <http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/3/cartografia-actual-topografica-ortofotos-satelite/2/>
- ⁹ **Peter H. Dana.** *Department of Geography, The University of Texas at Austin. Geographer's Craft Project at the University of Texas at Austin.*
<http://w3.impa.br/~pcezar/cursos/GIS/mapproj/mapproj.gif/utmzones.gif>
- ¹⁰ **Geoide.** *Las dimensiones y forma de la tierra.*
<http://geoide.es/>
- ¹¹ **Monografias.com.** *El Sistema de Referencia Geológico: El geoide Magmático y su aplicación en el Geoide Fosa.*
<http://www.monografias.com/trabajos16/geoide/geoide.shtml>

Organismes

- ¹² Instituto Geográfico Nacional (IGN). <http://www.ign.es>
- ¹³ Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). <http://www.icc.es/>
- ¹⁴ Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica (AESIG).
<http://www.aesig.org/>, <http://www.aesig.es/quien/quien.htm>
- ¹⁵ Projecte INSPIRE. <http://www.ec-gis.org/inspire/>

Introducció a GeoMedia Professional 6.1

- ¹⁶ Intergraph. *Manual del Usuario de GeoMedia ® Professional*. UOC
- ¹⁷ GeoMedia Professional 6.1. *Temas de ayuda de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation.

Catàleg de requisits

- ¹⁸ Enginyeria del Programari. *Recollida i documentació de Requisits*. UOC

Desenvolupament d'una aplicació SIG

- ¹⁹ Gómez Jiménez, Enrique (2002). Microsoft Visual Basic .NET. Madrid: Anaya.
- ²⁰ GeoMedia Professional 6.1. *Temas de ayuda del Asistente para comandos de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation.
- ²¹ GeoMedia Professional 6.1. *Documentación del desarrollador. Optimización de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation.
- ²² GeoMedia Professional 6.1. *Documentación del desarrollador. Referencia para objetos de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation.

Annex I. Simbologia

- ²³ GeoMedia Professional 6.1. *Aprendizaje de GeoMedia Professional*. Intergraph Corporation.