UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Enginyeria Tècnica Informàtica de Gestió

Aplicació de Representació de dades

Alumne/a: Oriol Botey Gil

Dirigit per: Ramon Català Pou

CURS 2011-12 (Setembre/Febrer)

(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. Podeu 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

Resum

El present document és una memòria del treball de final de carrera sobre Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG).

Un sistema de informació geogràfica és un sistema de maquinari, programari i dades per a la recopilació, emmagatzematge, anàlisi i distribució d'informació de sobre el territori i orientat a resoldre problemes complexes de gestió i planificació. Aquests sistemes es nodreixen de disciplines com la cartografia, la geodèsia, les matemàtiques i la informàtica entre d'altres.

El desenvolupament del present estudi s'ha realitzat amb el programari SIG Geomedia Professional 6.1 de la empresa Intergraph desenvolupant amb Visual Basic mitjançant Visual Studio 2005 de Microsoft.

S'ha implementat una rutina dins l'entorn d'usuari de Geomedia Professional que permet inserir gràfics de barres i línies damunt de les entitats gràfiques corresponents a divisions administratives territorials, per representar dades estadístiques diverses. Aquesta rutina s'implementa donant al usuari la possibilitat de definir diversos paràmetres i escollir les dades estadístiques i les entitats gràfiques a utilitzar.

Contingut

(Creative Commons) 2
Resum 3
Índex de figures 6
1. Introducció als sistemes d'informació geogràfica 8
1.1. Conceptes: 8
La Informació geogràfica: 8
Els sistemes d'informació geogràfica 8
Els elements del SIG: 9
La tecnologia d'informació geogràfica: 10
La funcionalitat dels SIG: 10
1.2. Geodèsia i cartografia: 11
La geodèsia: 11
Sistemes de coordenades: 12
Projeccions cartogràfiques: 13
Sistema de coordenades UTM 14
El sistema de referència ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) 15
La cartografia: 16
Cartografia bàsica: 16
Cartografia temàtica: 17
Cartografia derivada: 18
L'escala: 18
La representació del relleu: 19
Les dades geogràfiques: 19
Tipus basics de representació de dades: 19
1.3. Estat actual dels SIG: 20
2. Programari 24
2.1. GeoMedia Professional 6.1 24
2.2. VISUAL BASIC .NET 32
3. Disseny del SIG 33
3.1. Introducció 33
3.2. Base Cartogràfica 33
3.3. Fonts de dades 39
4. Aplicació de representació de dades. 42

4.1. Introducció 42
4.2. Anàlisi 42
Diagrama de casos d'us 42
Model de dades resultant: 42
Interfícies d'usuari: 43
4.3. Disseny 44
Model d'objectes: 44
Classes i funcions a desenvolupar: 44
4.4. Implementació i proves 50
Implementació 50
Compilació 53
Proves 53
4.5. Manuals 54
Requeriments 54
Instal·lació 54
Funcionament 55
Conclusions 59
Línies futures de treball 59
Bibliografia 61

Índex de figures

Figura 1. Superposició de capes temàtiques. Font:Wikipedia.[5]. 11
Figura 2. Representació esquemàtica de l'elipsoide i el geoide. Font: Wikipedia [6] 11
Figura 3. Longitud i Latitud. Font: UOC [7] 12
Figura 4. Eixos de coordenades cartesianes. Font UOC. [7] 13
Figura 5. Diferents projeccions. Font Wikipedia 14
Figura 6. Projecció de UTM. Font Wikipedia [8] 14
Figura 7. Divisió de fusos de la projecció UTM. Font Wikipedia [8] 15
Figura 8. Mapa topogràfic. Font ICC [9] 16
Figura 9. Mapa topogràfic. Font ICC. [9] 17
Figura 10. Ortofotomapa. Font ICC. [9] 17
Figura 11.Mapa geològic. Font ICC. [9] 18
Figura 12. Escala numèrica i escala gràfica. 18
Figura 13. Mapa topogràfic amb corbes de nivell i ombrejat. Font GoogleMaps. [10] 19
Figura 14. Els tres tipus d'entitats geomètriques. Font Wikipedia. [5] 19
Figura 15. Comparació entre una imatge vectorial i una raster. Font: Wikipedia [5] 20
Figura 16. Web services. Font IDEC [19] 21
Figura 17. Google Earth. [11] 22
Figura 18. Google StreetView. [12] 22
Figura 19. El GeoWorkspace 25
Figura 20. Definició atributs d'una classe d'entitat 26
Figura 21. Atributs d'una entitat. 26
Figura 22. Llegenda 27
Figura 23. Finestra de definició del sistema de coordenades del GeoWorkspace 27
Figura 24. Finestra de dades. 28
Figura 25. Consulta de filtre espacial. 30
Figura 26. Finestra per establir relacions. 31
Figura 27. Informació referent al WMS raster del ICC. Font: ICC [9] 34
Figura 28. Descarrega de la base municipal 1:50.000. Font: ICC [9] 34
Figura 29. Seleccio del sistema de referència. 35
Figura 30. Creem una nova connexió de tipus ArcView. 36
Figura 31. Afegir entrades de llegenda. 36
Figura 32. El workspace amb les capes del ICC carregades, 37
Figura 33. Connexió a magatzem per carregar el WMS. 37
Figura 34. Agreguem el WMS al nostre Geoworkspace. 38
Figura 35. Geoworkspace amb la imatge carrgada des de WMS de fons. 38
Figura 36. Taula de dades estadístiques d'exemple. Font IDESCAT [21] 39
Figura 37. Contingut del cistell per descarregar en format Excel. Font IDESCAT [21]. 40
Figura 38. Adjuntar un excel al Geomedia 40
Figura 39. Adjuntar un excel al Geomedia. 41
Figura 40. Obrir una finestra de dades. 41
Figura 41. Diagrama de Casos d'us. 42
Figura 42. Finestra de l'aplicació. 43
Figura 43. Relació de biblioteques de la aplicació. 44
Figura 44. Procés per elaborar els gràfics 49

Figura 45. Administrador de complements..... 51
Figura 46. Definició de noms i informació associada..... 51
Figura 47. Condicions de comanda activa..... 52
Figura 48. Estructura del projecte creat automàticament..... 52
Figura 49. Referències afegides automàticament al projecte. 53
Figura 50. Afegir la comanda al Geomedia. 55
Figura 51. Menús de la aplicació..... 55
Figura 52. Finestra de la aplicació..... 56
Figura 53. Gràfics de Barres 57
Figura 54. Gràfics de línies. 58

1. Introducció als sistemes d'informació geogràfica

1.1.Conceptes:

La Informació geogràfica:

Molts dels fenòmens i elements que ens envolten porten associada informació geogràfica. La informació geogràfica és la informació de la posició d'un element sobre la superfície de la terra. Quan disposem d'aquesta informació diem que l'element està georeferenciat.

La **georeferenciació** fa referència al posicionament amb el que es defineix la localització d'un element espaial respecte un sistema de coordenades i un datum determinats.

Els **sistemes de coordenades** és el sistema de referència que s'utilitza per definir de manera unívoca la posició d'un objecte sobre la superfície de la terra. El sistema de coordenades es defineix per un punt origen i una base vectorial ortonormal.

El **Datum** és un model matemàtic que caracteritza l'el·lipsoide de referència que s'utilitza per definir el sistema de coordenades. És una superfície que s'utilitza per descriure punts sobre la superfície de la terra. Un punt sobre la superfície de la terra pot tenir coordenades diferents segons el datum que es faci servir.

Els sistemes d'informació geogràfica

Sistema d'informació: És un conjunt d'elements informàtics orientats al tractament i administració de dades i informació. Els sistemes d'informació s'usen per manipular, emmagatzemar i consultar informació. Aquesta informació generalment estarà emmagatzemada en una base de dades. Un magatzem de dades (datawarehouse) és una col·lecció de dades orientades a un àmbit determinat, integrades, persistents i variables en el temps, que ajuden a la presa de decisions en l'àmbit en el que s'utilitzen.

Sistema d'informació geogràfica: amb el terme *geogràfica* s'assumeix que el sistema d'informació conté dades espacials. Degut al ample ventall de funcionalitats i components hi ha moltes definicions de SIG. Una de les més acceptades és aquesta:

Un sistema de informació geogràfica és "Un sistema de maquinari, programari, dades, persones, organitzacions i convenis institucionals per a la recopilació, emmagatzematge, anàlisi i distribució d'informació de territoris de la Terra" ([1] Deuker; Kjerne, 1989).

Segons la Wikipedia defineix els SIG de la següent manera:

És una integració organitzada de maquinari, programari i dades geogràfiques dissenyada per capturar, emmagatzemar, manipular, analitzar i desplegar en totes les seves formes la informació geogràficament referènciada amb la finalitat de resoldre problemes complexes de planificació i gestió. També pot definir-se com un model de una part de la realitat referit a un sistema de coordenades terrestre i construït per satisfer unes necessitats concretes d'informació. En el sentit més estricte, és qualsevol sistema d'informació capaç d'integrar, emmagatzemar, editar, analitzar, compartir i mostrar la informació geogràficament referenciada.([2] Wikipedia)

La dificultat per establir una definició de SIG s'ha d'entendre per varies raons. S'ha de tenir en compte que és un fenomen relativament recent que ha evolucionat ràpidament tant des del punt de vista teòric com tecnològic i organitzatiu. Per altra banda, la orientació comercial de la majoria de SIGs ha generat una gran diversitat de sistemes amb finalitats molt diverses. A més, les aplicacions dels SIG van des de les ciències naturals i l'estudi del medi, a la geografia i les ciències socials, així com la economia, la política i la logística. Tot això dificulta una definició concisa de què és un SIG.

La classificació dels SIG es pot fer segons aspectes diversos però una de les més utilitzades és a partir de la seva funcionalitat.

Els SIG és consideren casos especials de Sistemes d'Informació. En qualsevol sistema d'informació, la informació ha d'estar organitzada de tal manera que sigui útil quan es consulta i això també és fonamental en el cas dels SIG. La informació requereix de suport i manteniment constant, del contrari queda desfasada i deixa de ser fiable, com passa en qualsevol sistema d'informació.

Totes les definicions de SIG tenen en comú que són sistemes per tractar informació geogràfica. L'element geogràfic proveeix la referència espacial per als seus atributs alfanumèrics.

En resum , podem sintetitzar els diferents aspectes del SIG en tres conceptes interrelacionats:

- L'enfocament **cartogràfic o de mapa**, que defineix el SIG com a una eina de processat cartogràfic i de visió de mapes.
- L'enfocament de **base de dades** que focalitza sobre el bon disseny i implementació de la base de dades que suporta la informació geogràfica.
- L'enfocament sobre **l'anàlisi i modelat** de la informació geogràfica. Aquesta és l'àrea de major desenvolupament i l'aspecte més acceptat dels SIG i que permet diferenciar el SIG d'altres sistemes d'informació més clarament.

Els elements del SIG:

Els SIG es composen de quatre elements: El maquinari, el programari, les dades i els usuaris.

El **maquinari** pot ser qualsevol ordinador. Amb la evolució de la informàtica fins i tot la majoria d'ordinadors domèstics poden executar programari SIG.

El **programari** pot ser molt divers però ha de complir amb les funcionalitats principals dels SIG.

Les **dades** són el tercer element són bàsiques pels SIG. La informació geogràfica és cara d'obtenir, emmagatzemar i manipular perquè normalment ocupa molt espai. Amb la proliferació de satèl·lits de teledetecció i el desenvolupament de les cartografies nacionals de diferents països l'accés a informació geogràfica ha millorat molt.

Per últim **l'usuari**, en sentit ampli, es el quart element i el més important ja que dona sentit als SIG. Inclou tant els dissenyadors i mantenidors de la informació com els que en fan us des del punt de vista del usuari final.

La tecnologia d'informació geogràfica:

És la tecnologia necessària per la obtenció d'informació geogràfica. Bàsicament s'obté per tres mecanismes:

- **Sistemes globals de navegació per satèl·lit:** S'usen per determinar la posició geogràfica d'un usuari a través d'un receptor que rep la senyal d'un conjunt de satèl·lits. El més conegut és el GPS.
- **Teledetecció i sensors remots:** Es la tècnica que permet la obtenció d'informació sobre la superfície terrestre a partir de l'anàlisi de les imatges obtingudes de sensors ubicats en satèl·lits o avions
- **Sistemes d'informació geogràfica SIG:** Els SIG també son una tecnologia d'informació geogràfica. Els SIG combina maquinari amb programari, dades, usuaris i procediments.

La funcionalitat dels SIG:

Analitzarem les funcionalitats principals dels SIG segons el procés que segueixen les dades en aquests sistemes des de l'adquisició:

- **Capturar, transferir, validar i editar:** Es el procés per aportar dades correctes (lliures d'error) al SIG. La captura de dades es realitza mitjançant teledetecció o posicionament global. La transferència consisteix en moure aquestes dades a un SIG. Un cop transferida cal que sigui validada i editada per corregir-ne possibles errors.
- **Emmagatzematge i estructura:** És crucial en la creació d'una base de dades georeferenciada. La informació ha de ser estructurada de manera que es pugui utilitzar per l'anàlisi i la consulta i s'emmagatzemarà en una base de dades.
- **Reestructurar, generalitzar i transformar:** La manipulació de les dades es la funcionalitat principal dels SIG. Permet homogeneïtzar les dades per al seu posterior anàlisi. Això també es coneix com a integració. La **reestructuració** canvia la estructura geogràfica o dels atributs de les dades. La **generalització** suavitza o agrega elements. La **transformació** inclou operacions com l'escalat, la rotació la translació o la inversió, a part de les transformacions necessàries per canviar de sistema de projecció.
- **Consulta i anàlisi:** Son dos operacions bàsiques dels SIG. La habilitat d'analitzar les relacions geogràfiques entre elements és el que diferencia els SIG d'altres programaris. La consulta permet extreure els atributs d'elements espacials consultats. Aquests elements es seleccionen mitjançant funcions espacials o de superposició. La superposició permet comparar informació en dos o mes capes. Combinant la cerca i la superposició amb la consulta i comparació sobre els atributs dels elements es poden fer anàlisis més complexes.

  Les principals funcions analítiques dels SIG són:
  - La **recuperació**, que obté una visió de les dades contingudes a la base de dades
  - La **superposició** que interrelaciona les múltiples capes d'informació que formen la base de dades d'un SIG.

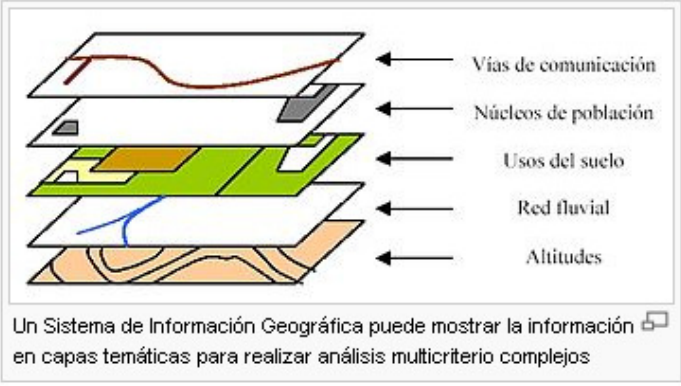


Figura 1. Superposició de capes temàtiques. Font:Wikipedia.[5].

- El **veïnatge** que avalua les característiques de l'àrea que envolta una localització determinada.
- La **connectivitat** que identifica la interconnexió entre les entitats geogràfiques
- La **simulació** parametritzada que genera escenaris que no existeixen i avalua diferents alternatives.

- **Presentació:** Es l'últim estadi i consisteix en la presentació dels resultats. Aquests es poden presentar en forma de mapes, taules, gràfics i estadístiques i resums.

1.2.Geodèsia i cartografia:

La geodèsia:

És la ciència que estudia i defineix la forma i dimensions de la Terra, del seu camp gravitatori i la variació d'aquest en el temps.

La Terra és esfèrica però no és una esfera perfecte sinó que te forma d'el·lipsoide, una esfera lleugerament aixafada pels pols. La geodèsia s'encarrega de descriure i determinar la desviació de la superfície de la terra respecte a aquest el·lipsoide. De fet, determina la desviació respecte al geoide que és l'esferoide teòric definit per la superfície equipotencial del camp gravitatori terrestre que coincideix amb el nivell mitjà del mar.

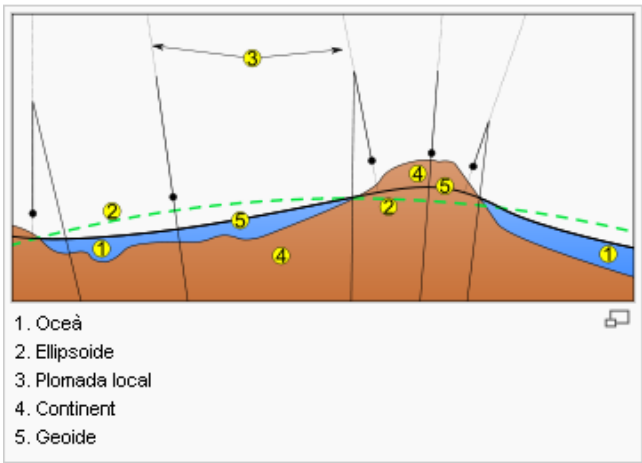


Figura 2. Representació esquemàtica de l'el·lipsoide i el geoide. Font: Wikipedia [6]

Els principals objectius de la geodèsia són:

- La determinació de la forma i dimensions de la terra.
- La determinació del cap gravitatori de la terra i la seva variació en el temps.
- Variacions en el temps de fenòmens geodinàmics com el moviment polar la marea i les deformacions de la escorça terrestre.
- Determinació de la posició de punts sobre la superfície terrestre o georeferenciació.

Des del punt de vista del SIG l'últim punt és el que més ens interessa. La georeferenciació d'elements és molt important per entendre com els SIG emmagatzemen la informació geogràfica. Per definir la posició d'un element sobre la superfície de la Terra necessitem un sistema de referència bàsic que anomenarem sistema de coordenades. A més com que la manera mes senzilla per representar elements és el pla i la terra té forma de geoide, ens caldrà també conèixer les projeccions cartogràfiques.

Sistemes de coordenades:

Un sistema de coordenades és un sistema de referència per representar qualsevol punt en l'espai. Hi ha múltiples opcions geomètriques per definir la posició d'un punt en l'espai per tant hi ha molts sistemes de coordenades possibles.

En georeferenciació s'utilitzen sistemes de coordenades geogràfics, el sistema de coordenades cartesià i el sistema de coordenades projectades.

Coordenades geogràfiques

S'utilitza per definir la posició d'un punt sobre la superfície terrestre mitjançant la longitud i la latitud, per tant, usa una superfície esfèrica tridimensional.

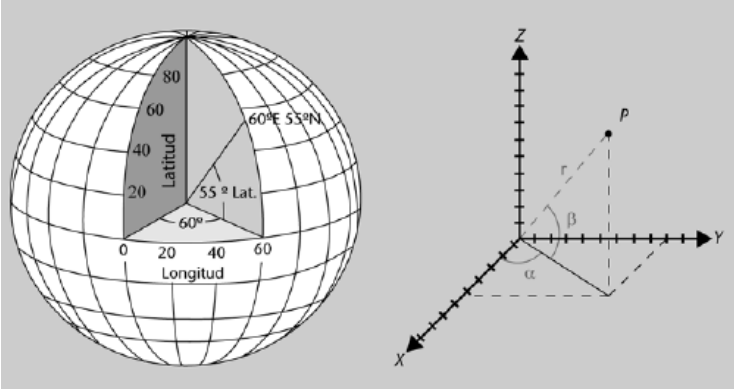


Figura 3. Longitud i Latitud. Font: UOC [7]

La **longitud** (a) és l'angle mesurat al llarg del equador des del meridià de Greenwich . Les línies de longitud són cercles màxims que passen pels pols i s'anomenen **meridians**.

La **latitud** (b) és l'angle mesurat des del centre de la Terra cap al nord entre l'equador i la posició del punt a mesurar. Les línies horitzontals d'igual latitud s'anomenen **paral·lels**.

Coordenades cartesianes:

Defineixen la posició de qualsevol punt en un espai tridimensional amb les coordenades (x, y, z) prenent com a origen de coordenades el centre de la Terra i definint els eixos de la següent

manera: L'eix Z passa pel centre de la terra i pels pols, el eix X passa pel centre de la terra i el meridià de Greenwich i l'eix Y és perpendicular als altres dos.

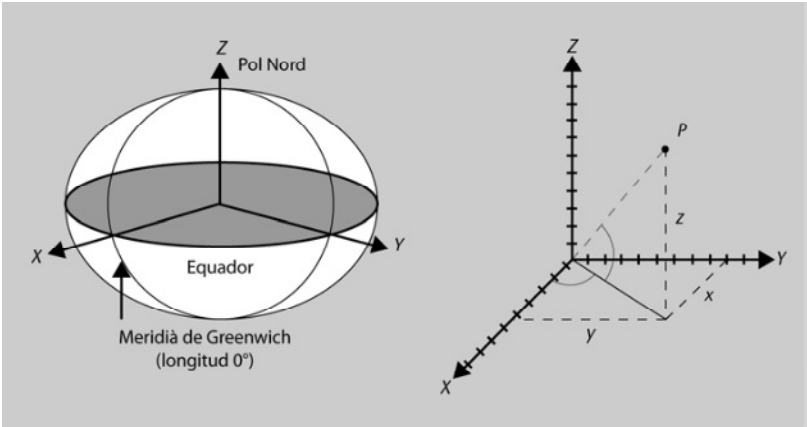


Figura 4. Eixos de coordenades cartesianes. Font UOC. [7]

Coordenades projectades:

Es defineix sobre una superfície plana en la qual la localització de les coordenades es realitza sobre una malla on s'ha definit l'origen al seu centre.

Cada posició té dos valors referits al punt central. Un valor especificarà la posició horitzontal i s'anomena coordenada X, i un altre especificarà la posició vertical i l'anomenarem coordenada Y. L'eix X és l'eix horitzontal que passa per l'origen de coordenades i l'eix Y és l'eix vertical que passa pel mateix punt.

Projeccions cartogràfiques:

Encara que els SIG admeten tant elements representats en coordenades geogràfiques com en coordenades projectades freqüentment treballarem amb aquestes últimes.

Les projeccions cartogràfiques permet projectar els elements situats damunt del esferoide a una superfície plana. Al fer una projecció sempre introduirem distorsions inexistents al esferoide.

Hi ha molts tipus de projeccions amb propietats diferents:

- Les projeccions **conformes** mantenen la forma de la superfície.
- Les projeccions **equivalents** o d'igual area, mantenen l'àrea dels elements representats
- Les projeccions **equidistants** són aquelles que conserven les distàncies
- Les projeccions **azimutals** són aquelles que mantenen les direccions.
- Per últim les projeccions de **compromís** no intenten mantenir cap de les anteriors però estableixen un balanç entre elles.

Un segon aspecte és conèixer quina superfície despleguem per obtenir la representació plana. Així tenim les còniques, les cilíndriques o les planes, que a més poden ser tangents o secants a l'esferoide.

- Si són tangents intersecten en un punt o línia

- Si són secants intersecten en dos cercles o en un, en el cas de les planes.

Figura 5. Diferents projeccions. Font Wikipedia

La zona d'intersecció defineix la zona de menor distorsió i s'anomena paral·lel estàndard.

Les projeccions tenen uns paràmetres associats que ens donen una idea de la seva distorsió. Cada projecció intenta minimitzar la distorsió en una area determinada per això és convenient triar una projecció adequada a l'àrea que ens interessi cartografiar.

Sistema de coordenades UTM

El sistema de coordenades UTM (universal Transverse Mercator) és una de les projeccions més comuns.

Es tracta d'una projecció cilíndrica que es construeix com la projecció de Mercator normal però fent-la tangent a un meridià en lloc de fer la tangent al equador. Les magnituds s'expressen en metres. El factor d'escala en la direcció del paral·lel i del meridià són iguals. És una projecció conforme, ja que conserva els angles però distorsiona les distàncies i les àrees.

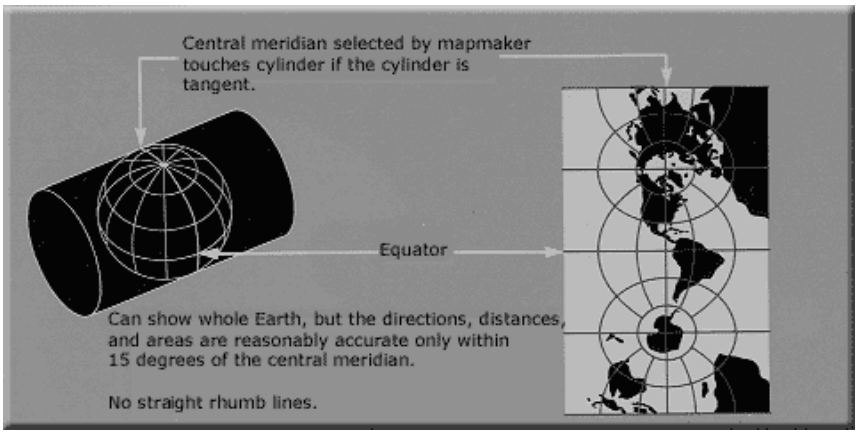


Figura 6. Projecció de UTM. Font Wikipedia [8]

Aquesta projecció és composta ja que no es representa la esfera sencera. Per això es divideix en fusos.

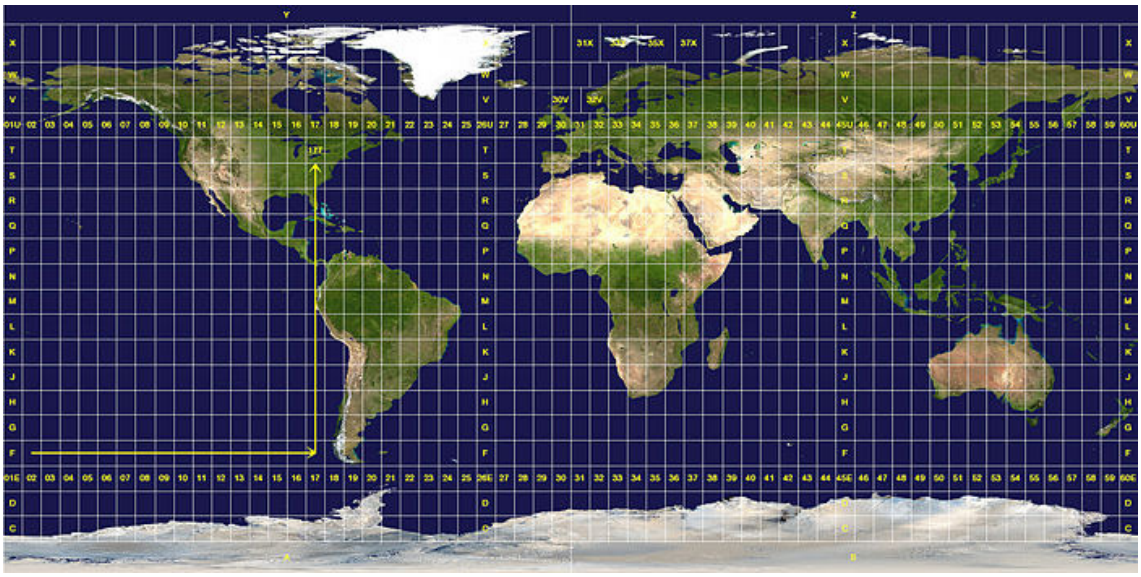


Figura 7. Divisió de fusos de la projecció UTM. Font Wikipedia [8]

En cada fus, com que cap punt està massa allunyat del meridià central, la distorsió és petita. Això fa que en el límit de cada fus, un punt es projecta en dos punts diferents a no se que estigui al equador. Igualment una línia continua que canvia de fus, apareix com a una línia discontinua a no ser que creui per l'equador.

La terra es divideix en 60 fusos de 6º de longitud amb un meridià central. Es numeren del 1 al 60. La península Iberica avarca del fus 29 al 31

Les zones UTM aparquen 8 graus de latitud i se'ls assigna lletres de la C fins a la X. La península avarca la S i la T

El sistema de referència ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989)

La unió Europea recomana la adopció d'aquest sistema de referència en substitució del ED50.

El sistema de referència ED50 es va crear durant la segona guerra mundial per relacionar les diferents xarxes geodèsiques europees. Utilitza l'el·lipsoide internacional de 1924 que ha sigut àmpliament utilitzat fins que al 1980 es va definir l'el·lipsoide GRS80 i WGS84. Aquest sistema de referència pot provocar grans incoherències entre elements del territori degut a la manca de precisió intrínseca al sistema emprat. Per altra banda la augment de precisió dels instruments de mesura i les tècniques computacionals fan que es superi fàcilment la precisió del propi sistema. Per tot això es recomana canviar al ETRS89.

ETRS89 és un sistema geodèsic de referència tridimensional, emprat com un estàndard per a la georeferenciació GPS d'alta precisió a Europa. Coincideix amb l' ITRS a en el marc ITRF89 època 1989.0, que equival al marc ETRF89, d'on rep el nom el sistema ETRS89, i està basat en l'el·lipsoide GRS80. Difereix lleugerament de l'el·lipsoide que empra el sistema WGS84 actualment. És un sistema de referència lligat a la part estable de la placa europea i es mou solidàriament a la placa tectònica Eurasiàtica.[14]

La cartografia:

La cartografia s'ocupa de la representació de la terra i els seus elements geogràfics sobre un mapa. Com que la terra és esfèrica s'ha de representar mitjançant un sistema de projecció.

La cartografia, com a tal, forma part d'una de les tècniques que s'integren dins els sistemes d'informació geogràfica.

*El **mapa** és una representació abstracta de la superfície de la terra que mostra les relacions espacials entre les característiques geogràfiques, generalitza les seves aparences, simplificant-les amb fins comunicatius i aplica símbols per facilitar-ne la interpretació.* [15]

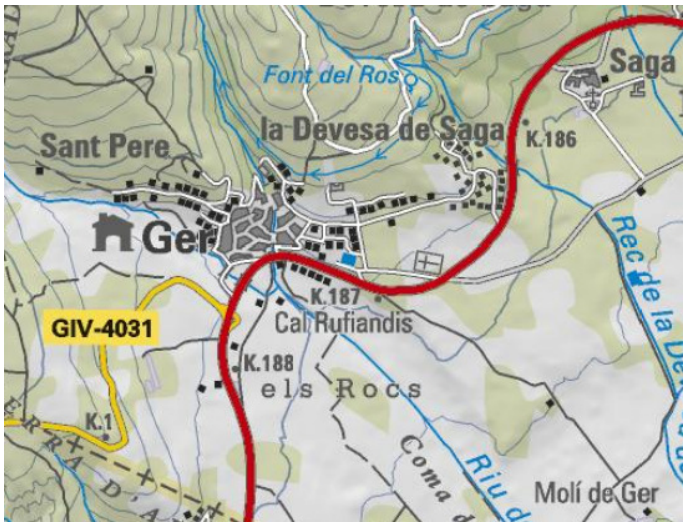


Figura 8. Mapa topogràfic. Font ICC [9]

El mapa representa el mon real mitjançant punts, línies, polígons i anotacions. Els mapes poden tenir molts objectius, des dels mapes de propòsit general fins a molts tipus de mapes temàtics.

Per a establir una classificació de la cartografia ens basarem en la Llei 7/1986, de 24 de gener, d'Ordenació de la cartografia, que diu que la cartografia oficial es classifica en bàsica, temàtica i derivada. Veurem cadascuna d'aquestes cartografies per separat.

Cartografia bàsica:

Mostren els elements de la topografia i la forma de la superfície de la terra.

- **Mapes topogràfics:** Un mapa topogràfic és la representació reduïda i simplificada de tots els elements que hi ha a la superfície terrestre com la orografia, hidrografia, poblacions, vies de comunicació, usos del sol i divisions politiques i administratives. Normalment els estats tenen cartografies topogràfiques oficials que s'editen en sèries de diferents escales i mantingudes amb una periodicitat.

Figura 9. Mapa topogràfic. Font ICC. [9]

- **Mapes d'imatge:** Representen una imatge captada per un sensor remot des d'avions o satèl·lits rectificades geomètricament per corregir-ne la deformació deguda al punt de vista i al propi sensor de captura. S'obtenen així ortofotomapes o ortoimatges

Figura 10. Ortofotomapa. Font ICC. [9]

- **Cartes nàutiques:** Representen àrees navegables i zones costaneres indicant la profunditat del sòl marí i informació detallada de la costa que ajudi a la navegació.

Cartografia temàtica:

Representen el territori des d'algun paràmetre concret i contenen part de la informació dels mapes topogràfics com a base per representar la resta d'elements. Hi ha una gran varietat de mapes temàtics com per exemple els mapes d'usos del sòl , cartografia geològica, mapes turístics, mapes de trànsit, mapes de risc d'allaus, cartografia de muntanya, etc.

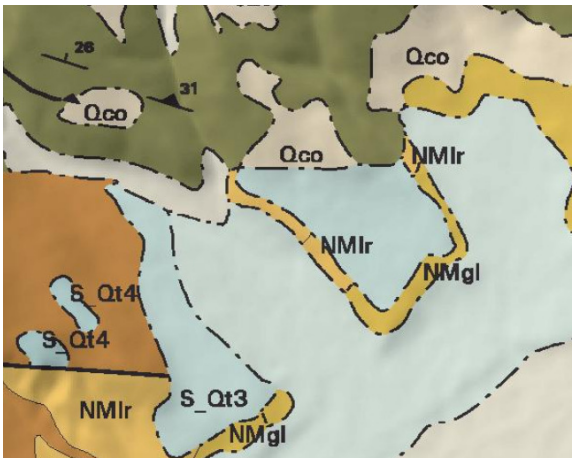


Figura 11.Mapa geològic. Font ICC. [9]

Cartografia derivada:

S'obté per processos de generalització i addició de cartografia existent. Un exemple típic són els atles.

L'escala:

L'escala defineix la proporció que guarden els elements representats en el mapa respecte les dimensions dels elements en la realitat. Normalment es dona en dos formats. En forma numèrica com a una fracció del tipus 1 : X i en forma gràfica com una segment longitudinal que representa la dimensió sobre el mapa d'una determinada distància de la realitat. En la escala numèrica, el dividend representa la distancia en el mapa (normalment la unitat) i el divisor la distancia en la realitat Com més petita és al divisió, més petita és l'escala, és a dir, com més gran és el divisor (x), més petita és la escala. Normalment es treballa amb divisors estàndard tipus 50, 100, 250, 500, 1000, 5000, 10000, etc.

La escala gràfica permet calcular les distàncies reals sobre el mapa a partir de la longitud del segment numerat. A més, la escala gràfica ens serveix per assegurar-nos que la possible reproducció d'aquell mapa no ha sofert reduccions, ampliacions o distorsions que desvirtuïn la escala numèrica. Per això també és convenient indicar la mida original de la pagina sobre la que es reprodueix el mapa.

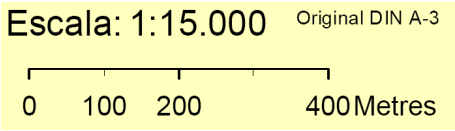


Figura 12. Escala numèrica i escala gràfica.

La escala que utilitzem dependrà de la proporció de territori que vulguem representar i el detall i resolució en que ho vulguem fer. La resolució té a veure amb al dimensió de la entitat més petita que es pot representar a la superfície i per tan està relacionada amb el nivell de detall.

La representació del relleu:

El relleu és la tercera dimensió en els mapes. És la alçada del terreny i es representa mitjançant corbes de nivell, punts de cota i ombrejat. A partir de les corbes de nivell podem obtenir perfils topogràfics i conèixer la pendent mitja del terreny en un punt.

Figura 13. Mapa topogràfic amb corbes de nivell i ombrejat. Font GoogleMaps. [10]

Les dades geogràfiques:

Es tracta de la informació geogràfica georeferenciada, és a dir, les dades que poden tractar-se per les seves coordenades i que tenen una part gràfica i una alfanumèrica que descriu les seves propietats.

Tipus basics de representació de dades:

- **Raster**: Provinents de sensors remots (imatge satèl·lit, fotografies aèries, etc)
- **Vectorial**: Dades digitalitzades obtingudes per interpretació d'imatges o per sistemes de posicionament global.

Estructures de dades vectorials:

Les dades vectorials es representen segons la seva geometria en:

- **Punts**: La localització d'un punt es determina per un únic parell de coordenades
- **Línies**: Formada per un conjunt de segments lineals que connecten punts i que es representa per un conjunt de parells ordenats de coordenades.
- **Polígons**: Es descriuen per línies interconnectades que els delimiten.

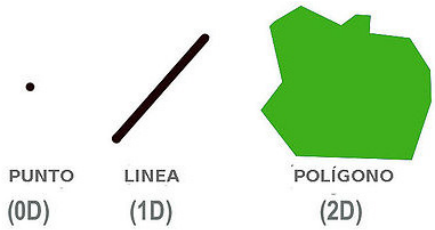


Figura 14. Els tres tipus d'entitats geomètriques. Font Wikipedia. [5]

Les dades vectorials en el SIG es poden organitzar format estructures més complexes. La estructura de dades vectorials més característiques en el mon del SIG són les **estructures topològiques**.

Un conjunt de dades vectorials formen una **topologia** quan tenen una sèrie de paràmetres definits respecte les estructures veïnes. La topologia és la estructura lògica de les dades geogràfiques que defineixen les relacions de veïnatge, connectivitat, adjacència, etc entre els diferents objectes geogràfics. La topologia permet l'anàlisi dels elements sense necessitat de consultar la seva georeferenciació només sabent la posició relativa d'una elements respecte els altres, etc. Això dona molta funcionalitat als SIG a la hora de fer consultes com per exemple triar una ruta òptima i altres.

Estructura de dades raster: píxels

La estructura raster divideix l'espai en un conjunt ordenat de cel·les quadrades que s'anomenen píxels. Cada píxel s'identifica pel seu numero de fila i columna i només es guarden les coordenades del primer píxel. L'àrea del píxel defineix la resolució espacial de la imatge raster.

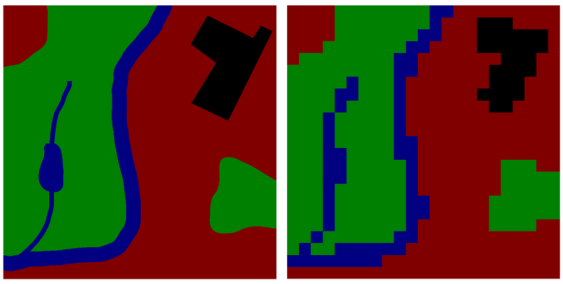


Figura 15. Comparació entre una imatge vectorial i una raster. Font: Wikipedia [5]

1.3.Estat actual dels SIG:

Des de finals del segle XX en que l'accés a la informació geogràfica era difícil i burocratitzat fins a la primera dècada del segle XXI moltes coses han canviat tant pel que fa als mapes com a la pròpia informació geogràfica.

Els avenços tecnològics juntament amb les polítiques de difusió de la informació geogràfica per part de molts instituts cartogràfics d'arreu del món, han posat la cartografia i la informació geogràfica al abast de tothom. L'accés a la informació ja no és un privilegi d'us reservat sinó una font de riquesa i coneixement.

*Aquesta **accessibilitat** , conjuntament amb la **interoperabilitat** (intercanvi entre processos o dades de sistemes heterogenis) i la **subsidiarietat** (la geoinformació és generada per qui la té més a prop i per qui, suposadament, millor la coneix) són les claus en l'actual evolució del món de la geoinformació.* [13]

*Una **Infraestructura de Dades Espacials** és un conjunt de tecnologies, polítiques, estàndards, serveis i els recursos humans necessaris per a la recopilació, la manipulació, l'accés, la distribució i la utilització de dades geogràfiques a diferents nivells. Una IDE és una base per al descobriment de dades espacials, la seva avaluació i la seva utilització per part de tot tipus*

d'usuaris, tant del sector públic, com del sector empresarial, acadèmic, no governamental o dels mateixos ciutadans.[13]

Les IDEs es regeixen pel principi d'interoperabilitat per compartir i possibilitar l'intercanvi d'informació. L'accés es realitza a traves d'un Web Service que dona accés a diferents serveis de WMS (Web Map Services) i WFS (Web Feature Services) tan d'informació cartogràfica com estadística, cadastral, urbanística i qualsevol informació d'interès públic susceptible de ser georeferenciada.

Un **Web service** és un sistema que a través d'Internet i mitjançant una petició en XML, estructurada en SOAP (Simple Object Access Protocol), és capaç d'engegar un procés i retornar uns resultats. El Web service rep peticions en SOAP des d'altres programes realitza les accions sol·licitades i torna una resposta estructurada en el mateix format SOAP.

Els web services permeten tenir accés a informació i processos remots a traves d'aplicacions client web o desktop.

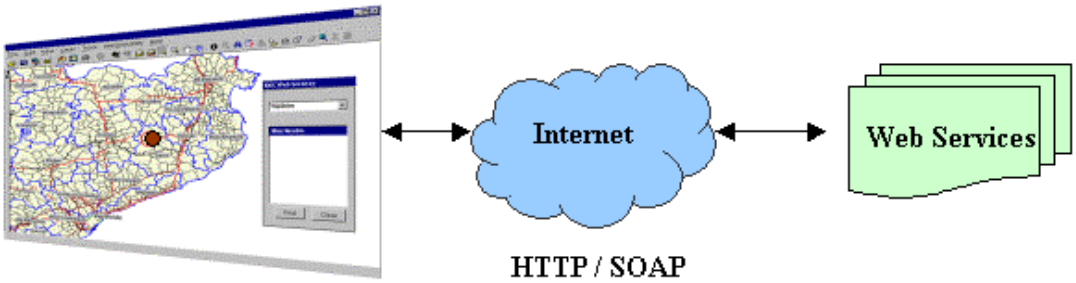


Figura 16. Web services. Font IDEC [19]

Per a la informació geogràfica s'utilitzen OGC Web services que integren les especificacions del OGC (Open Geospatial Consortium). Fan servir HTTP i XML estructurat en SOAP.

Dins els OGC Web Services trobem diversos serveis com els WMS i els WFS. Els WMS permeten carregar informació raster que normalment s'utilitza com a imatge de fons o per digitalitzar elements. Els WFS permeten carregar entitats geomètriques enlloc d'imatges, amb els seus atributs associats.

Google Maps i **Google Earth** van aparèixer el 2005 i van representar una revolució dins del mon de la cartografia i la geoinformació tan pel volum d'informació (tenen abast mundial) com la possibilitat d'integrar aquesta informació a qualsevol web privada, permetent la georeferenciació de molta informació sobre la seva cartografia.

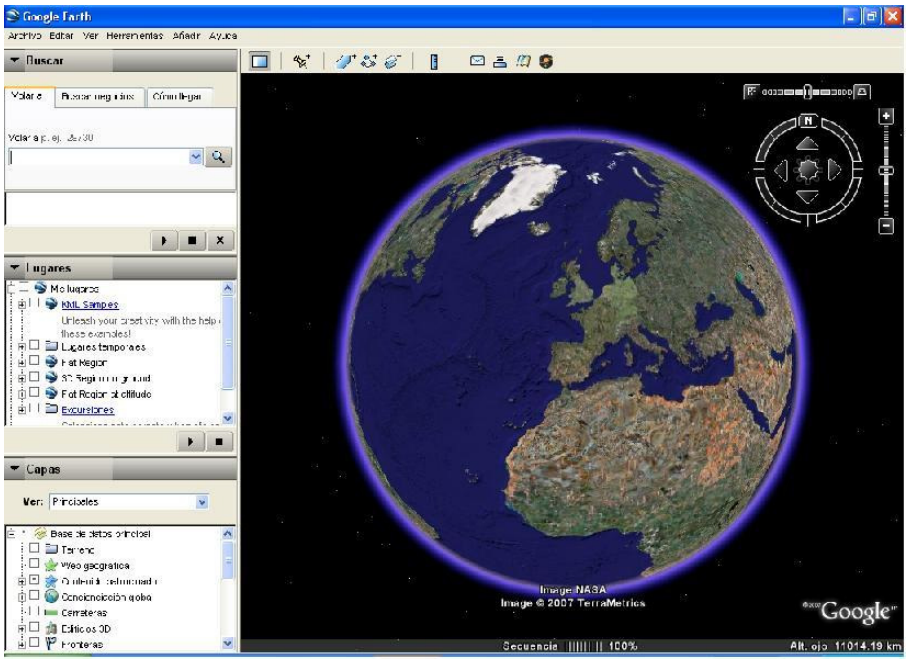


Figura 17. Google Earth. [11]

Google Earth és un visor cartogràfic 3D amb multitud de funcionalitats però senzill d'utilitzar, que permet navegar per qualsevol punt del planeta obtenint vistes 3D. A més afegeix renderitzat 3D d'elements cartogràfics com edificis i altres elements i mitjançant una barra temporal ens permet recuperar cartografies antigues d'una zona.

L'aparició de **Google StreetView** com un afegit tant a Google Maps com a Google Earth ens permet consultar fotografies panoràmiques esfèriques georeferenciades i continues de molts punts del planeta, sobretot de les zones més poblades.

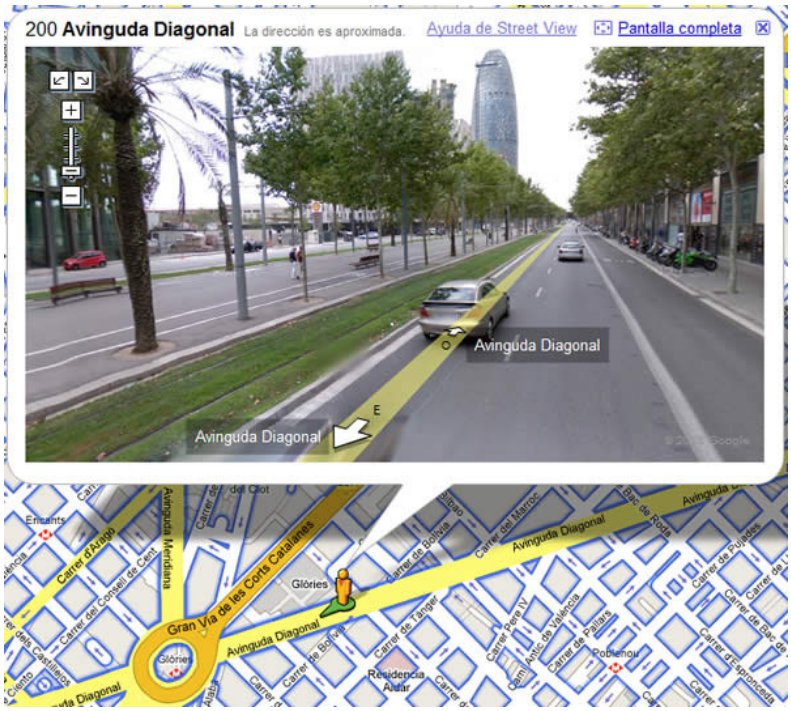


Figura 18. Google StreetView. [12]

Una evolució dels geoportals ha portat a la aparició dels **Mashups** (barreja) que són aplicacions web que utilitzen recursos de diferents fonts per crear un servei en que qualsevol usuari pot combinar informació i aportar-ne. És un concepte de web 2.0. La contribució de Google Maps als Mashups ha sigut molt significativa.

També el servei **Bing** de Microsoft intenta fer-se un lloc en el mon de la geoinformació.

Igualment han sorgit projectes de cartografia col·laborativa (**crowdsourcing**) on els usuaris són els que creen, editen i actualitzen els mapes. Google Map Maker, Wikimapia i Open Street Map (OSM). Els mapes es creen amb dispositius de posicionament global (GPS)

La cartografia realitzada mitjançant crowdsourcing va prenent força dia a dia i ha demostrat una alta capacitat productiva amb estàndards de qualitat no massa lluny dels que poden oferir les institucions cartogràfiques.

El mon del SIG també ha centrat l'interès de la comunitat de desenvolupadors de **programari lliure** i el seu programari és cada dia més rellevant tan en l'àmbit de les bases de dades (MySQL, PostGIS), com en els servidors de mapes (UMN Mapserver, Geoserver) i clients (GVsig, GRASS)

Tecnològicament també s'ha de tenir en compte la evolució de la **telefonia mòbil** en que els terminals ja incorporen GPS per defecte, aplicacions cartogràfiques mòbils i serveis basats en localització (LBS, Location Based Service).

Gràcies a les millores tecnològiques dels mòbils han començat a proliferar aplicacions de **realitat augmentada**. La realitat augmentada aprofita la càmera del telèfon, el GPS i altres recursos per superposar informació geolocalitzada a la imatge que mostra el telèfon a través de la seva càmera, basant-se en la posició GPS i els sensors que indiquen la posició i orientació del terminal.

2. Programari

En aquest capítol analitzarem les funcions bàsiques del programari que farem servir pel desenvolupament del projecte. Els dos programes bàsics que utilitzarem son el GeoMedia Professional 6.1 i el llenguatge de programació Visual Basic .NET en l'entorn de programació Microsoft Visual Studio 2010.

El primer es un programa comercial SIG desenvolupat per Intergraph [16]. Aquesta empresa té dues grans línies de programari, un orientat a la enginyeria i l'altre orientat a solucions geoespacials. En aquesta segona branca s'engloba el programari GeoMedia.

El segon és un entorn de programació desenvolupat per Microsoft per treballar en diversos llenguatges, entre altres Visual Basic .NET

2.1.GeoMedia Professional 6.1

Segons queda reflectit a la web de Intergraph, GeoMedia és un programari que integra diverses aplicacions per donar un entorn de funcions geoespacials útils en el mon de la industria, el transport, els governs, gestió d'infraestructures i gestió del territori.

GeoMedia permet l'accés a la informació geoespacial en molts formats i permetre la seva visualització conjunta. També integra una col·lecció d'eines d'anàlisi i edició geoespacial per entendre i manipular la informació geoespacial. GeoMedia Professional permet ampliar la funcionalitat de GeoMedia amb eines de recopilació i manipulació d'informació geogràfica i permet la ràpida implementació de bases de dades SIG.

L'entorn de treball de GeoMedia és molt semblant al de qualsevol aplicació Desktop de les que usem habitualment però evidentment orientada a la funcionalitat SIG d'aquest programari.

2.1.1. Entorn de treball.

L'entorn de treball de cada projecte és el GeoWorkspace

El GeoWorkspace:

Els projectes de GeoMedia s'organitzen en GeoWorkspaces. Un GeoWorkspace és un entorn de treball que defineix les característiques del nostre projecte. Entre altres defineix:

- El **sistema de coordenades** i la projecció utilitzada.
- Les **connexions amb les dades**: Normalment els projectes SIG en qualsevol programari no emmagatzemen la informació internament sinó que referència la informació de fonts externes, ja siguin arxius i bases de dades locals, de servidors de bases de dades o de fonts a Internet com els WMS o WFS.
- Les **finestres de mapa i dades**: La finestra de mapa mostra una visualització gràfica de les dades geogràfiques. La finestra de dades mostra les mateixes dades geogràfiques de manera tabular.
- La **finestra de composició**: permet dissenyar i imprimir una composició de mapa i esta vinculada a la finestra de mapa per mostrar qualsevol canvi en les dades. Inclou elements com la llegenda, escala i altres per permetre extreure un plànol complert.
- **Consultes**: Extreuen informació filtrada d'un o diversos repositoris

- **Configuració del entorn d'usuari**: Barres d'eines i altres paràmetres.

Els GeoWorkspaces es guarden en arxius amb extensió *.gws* i emmagatzemen les connexions a dades i tots els paràmetres que haguem definit en el GeoWorkspace.

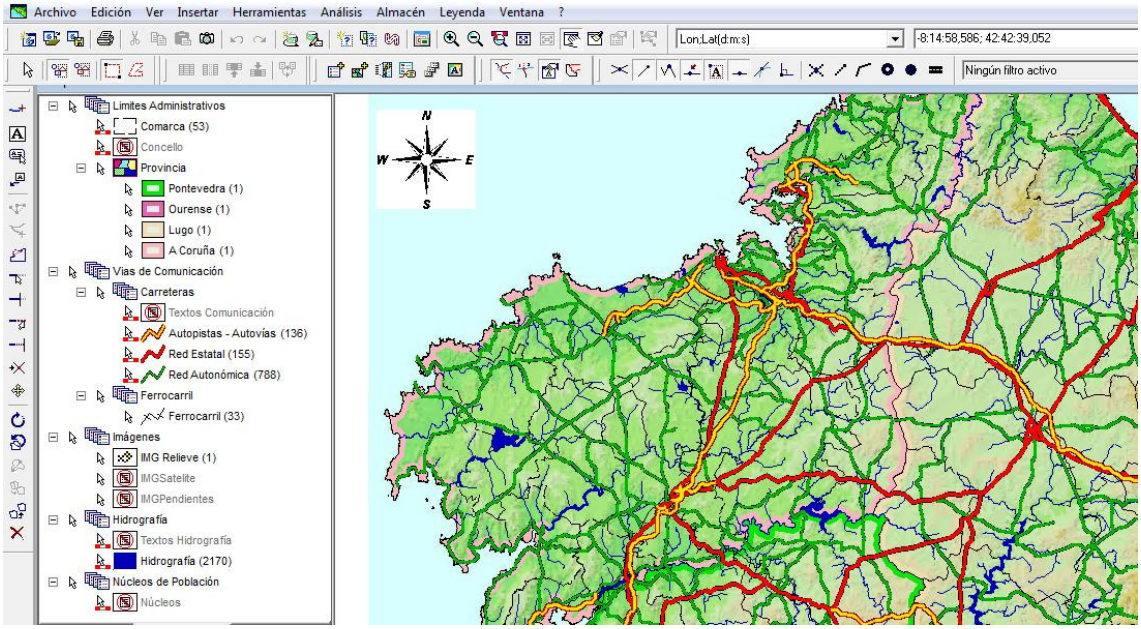


Figura 19. El GeoWorkspace

Magatzems:

Les connexions a dades o magatzems poden ser de lectura únicament o de lectura i escriptura. Hi ha formats que no permeten la edició des de GeoMedia com els propietaris d'altres programaris tipus ESRI o els CAD. Si el repositori permet la escriptura podrem editar-ne les dades tan geogràfiques com alfanumèriques.

Les connexions a dades ens permeten visualitzar les entitats que contenen, tan en format gràfic com els seus atributs. Cada tipus d'entitat és el que s'anomena **classe d'entitat**. La classe d'entitat defineix els camps d'informació dels atributs de les entitats contingudes. Per tant, cada entitat és una instància de la classe entitat i té com a mínim un camp que és el seu identificador únic (o camp clau). Els magatzems contenen les classes d'entitats amb totes les seves entitats (o instàncies). També poden contenir imatges raster i la informació del sistema de coordenades.

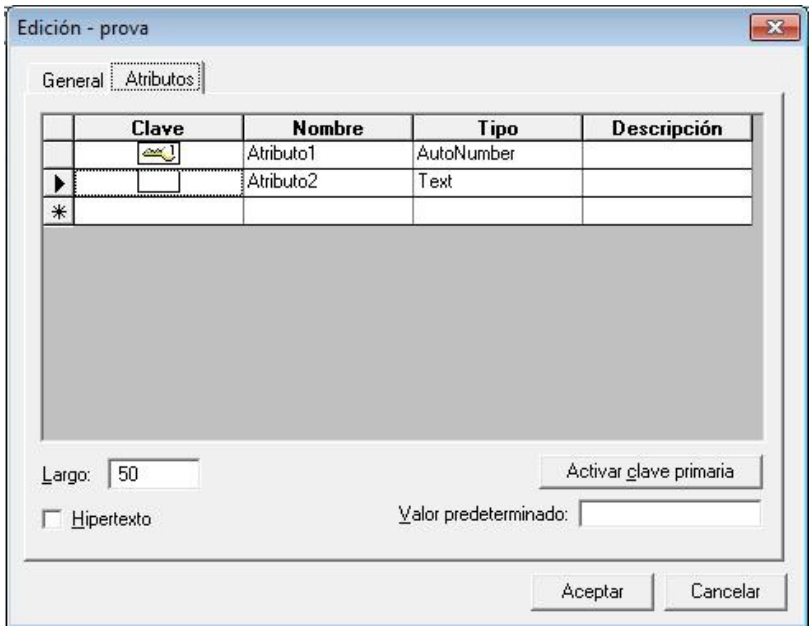


Figura 20. Definició atributs d'una classe d'entitat.

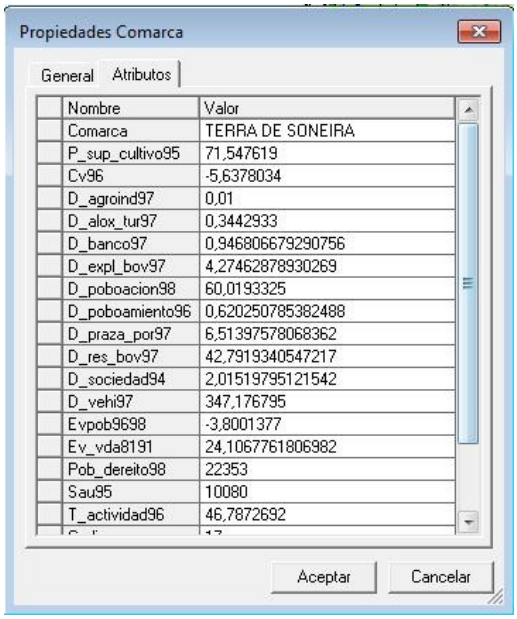


Figura 21. Atributs d'una entitat.

Llegenda:

Per visualitzar la geometria de les entitats es realitza mitjançant la llegenda, que indica si s'han de dibuixar i com s'ha de fer, per cada classe d'entitat. La finestra de llegenda conté dues fitxes. La primera indica l'ordre de visualització i la segona mostra la relació lògica en termes de grups o categories entre totes les entitats de la llegenda.

En la llegenda també és on es defineixen els mapes temàtics mitjançat la possibilitat d'agregar entrada de mapa temàtic. Els temàtics poden ser de valor únic o per rangs.

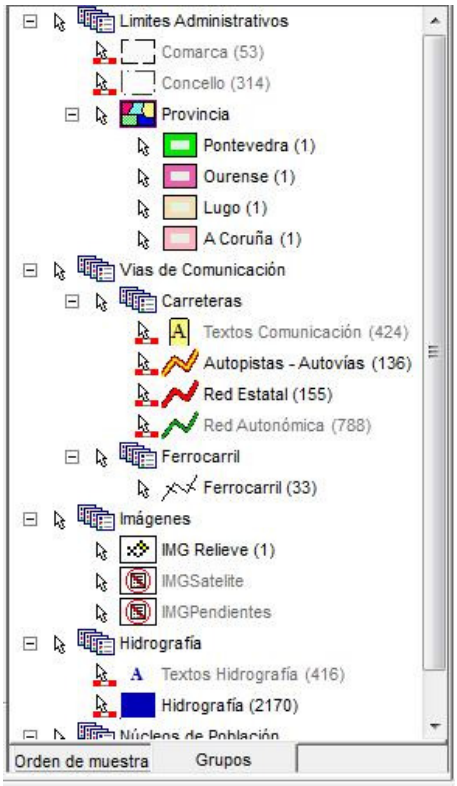


Figura 22. Llegenda

Sistema de coordenades:

El sistema de coordenades definit al GeoWorkspace és el que s'utilitza per representar les dades i les dades incorporades al GeoWorkspace amb sistemes de coordenades diferents es transformen dinàmicament al sistema definit al GeoWorkspace.

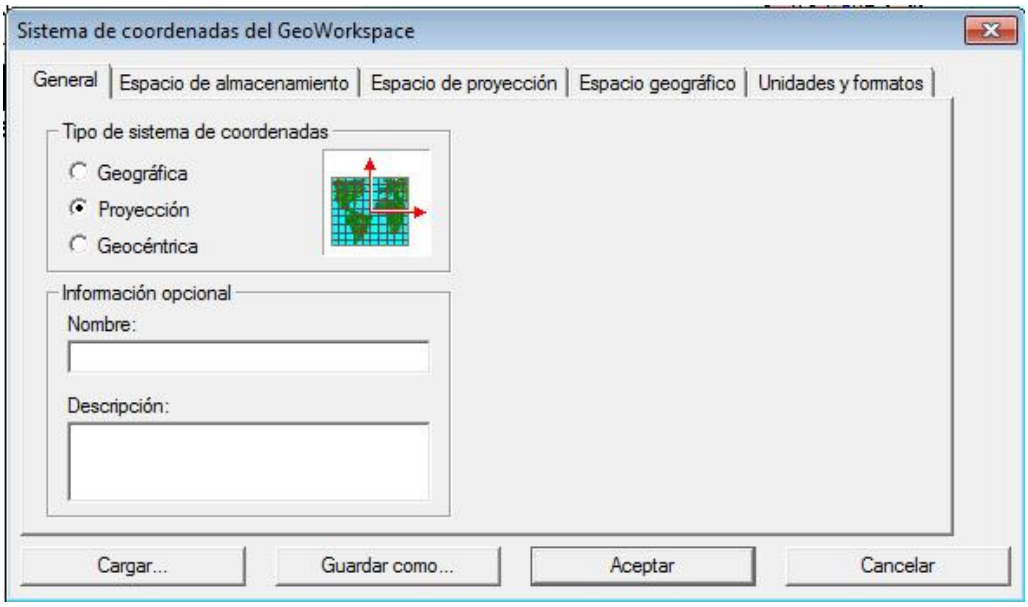


Figura 23. Finestra de definició del sistema de coordenades del GeoWorkspace

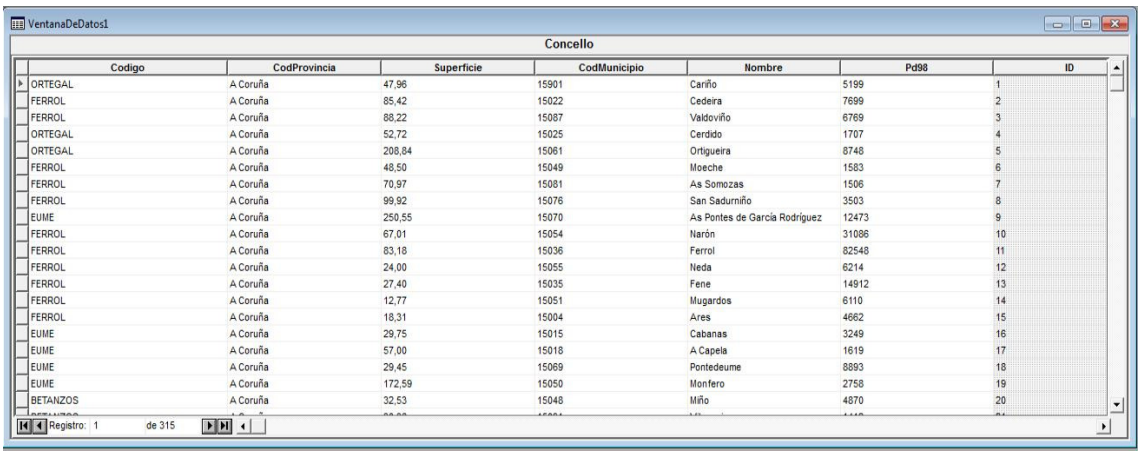
La Finestra de Mapa:

La finestra de mapa mostra una representació gràfica de les dades geogràfiques. Cada finestra de mapa conté una llegenda, una fletxa de nord i una escala gràfica. La llegenda s'usa per controlar el que apareix a la finestra de mapa i el seu aspecte. Un GeoWorkspace pot contenir diverses finestres de mapa. Les dades de les finestres de mapa estan vinculades amb les dades del la finestra de dades per tant, els canvis en una es reflecteixen a l'altra. A la finestra de mapa també es poden definir etiquetes que mostrin algun atribut de les entitats d'una classe en el mapa.

La finestra de dades:

Conté els atributs no gràfics d'una classe d'entitat. Això és equivalent a una taula d'entitats en que cada columna és un atribut i cada fila és una entitat. Les dades de cada cel·la són un valor, o un valor d'atribut.

Si la classe d'entitat és de lectura/escriptura, es poden editar els valors d'atribut. Els canvis es reflectiran a la finestra de mapa.



VentanaDeDatos1

Concello

Codigo	CodProvincia	Superficie	CodMunicipio	Nombre	Pd98	ID
ORTEGAL	A Coruña	47,96	15901	Cariño	5199	1
FERROL	A Coruña	85,42	15022	Cedeira	7699	2
FERROL	A Coruña	88,22	15087	Valdoviño	6769	3
ORTEGAL	A Coruña	52,72	15025	Cerdido	1707	4
ORTEGAL	A Coruña	208,84	15061	Ortigueira	8748	5
FERROL	A Coruña	48,50	15049	Moeche	1583	6
FERROL	A Coruña	70,97	15081	As Somozas	1506	7
FERROL	A Coruña	99,92	15076	San Sadurniño	3503	8
EUME	A Coruña	250,55	15070	As Pontes de García Rodríguez	12473	9
FERROL	A Coruña	67,01	15054	Narón	31086	10
FERROL	A Coruña	83,18	15036	Ferrol	82548	11
FERROL	A Coruña	24,00	15055	Neda	6214	12
FERROL	A Coruña	27,40	15035	Fene	14912	13
FERROL	A Coruña	12,77	15051	Mugardos	6110	14
FERROL	A Coruña	18,31	15004	Ares	4662	15
EUME	A Coruña	29,75	15015	Cabanas	3249	16
EUME	A Coruña	57,00	15018	A Capela	1619	17
EUME	A Coruña	29,45	15069	Pontedeume	8893	18
EUME	A Coruña	172,59	15050	Monfero	2758	19
BETANZOS	A Coruña	32,53	15048	Miño	4870	20

Registro: 1 de 315

Figura 24. Finestra de dades.

Les entitats:

Les entitats es representen en una finestra de mapa com una geometria i a la base de dades mitjançant atributs no gràfics. Cada cel·la de la finestra de dades és un atribut.

Les geometries són la representació gràfica d'una entitat en la finestra de mapa. Les entitats són de diferents tipus:

- **Entitat punt**: Es representa mitjançant un o varis punts que representen la ubicació de la entitat. Els punts poden tenir rotació, són orientables.
- **Entitat lineal**: Es representa mitjançant un o més arcs o línies. Rius, vies de comunicació, etc.
- **Entitat àrea**: Es representa mitjançant zones delimitades. Poden contenir un o més forats i els límits poden estar formats per un o varis arcs o segments. Un exemple serien els límits administratius, llacs o parcel·les.
- **Entitats compostes**: Poden tenir geometries de les tres anteriors en una sola entitat

- **Entitats text**: Es representen per text que apareix en una ubicació puntual del mapa
- **Entitats imatge**: És una entitat raster.

Cada classe entitat ha de tenir un atribut clau (primary key) que ha de ser únic i no nul. El camp clau pot ser múltiple.

2.1.2. Anàlisi de dades. Consultes:

Per analitzar dades, GeoMedia professional utilitza consultes. Les consultes (querys) són peticions per obtenir les entitats que compleixen les condicions definides o de determinada informació sobre les entitats.

Les consultes s'emmagatzemen al GeoWorkspace i actualitzen el seu contingut si la informació del magatzem de dades canvia. Si el magatzem de dades té definit un filtre espacial al moment de carregar-lo, la consulta s'executa amb les dades del filtre espacial.

Les consultes realitzen una cerca de les entitats que compleixen les condicions en l'àrea de la consulta i presenta els resultats en format geogràfic en una finestra de mapa o de dades.

La consulta genera una entrada a la llegenda, que es pot tractar com una classe d'entitat més.

Tenim tres possibilitats a la hora de fer consultes:

- **Consultes amb filtre d'atributs:** Limita la cerca a les entitats de les quals els seus atributs compleixen les condicions especificades a la consulta. Les condicions s'especifiquen mitjançant operadors lògics
- **Consultes espacials:** Limiten la cerca a entitats individuals que compleixen cert criteri espacial respecte a altres entitats d'altres classes d'entitat o d'altres consultes.
- **Consultes combinades d'atributs i espacials:** Busquen entitats que compleixen tan certs criteris d'atributs com espacials.

Consultes amb filtre d'atributs:

El filtre consta de una o més expressions. Cada expressió està formada per un atribut, un operador i un valor o rang de valors per aquest atribut.

Els operadors que es poden fer servir depenen del tipus de connexió al magatzem de dades.

Consultes amb filtre espacial:

Defineixen la relació entre dos classes d'entitat mitjançant un operador espacial. Els operadors espacials disponibles són els següents:

- **Es toquen**: Torna les entitats que entren en contacte de qualsevol forma amb les entitats definides.
- **Contenen**: Torna les entitats que cobreixen les entitats definides.
- **Estan contingudes en**: Torna les entitats situades completament dins les entitats definides.

- **Contenen completament**: Torna les entitats que cobreixen totalment les entitats definides. Els límits de les entitats no poden tocar ni solapar els límits de les entitats definides.
- **Estan totalment contingudes en**: Torna les entitats contingudes integrament dins les entitats definides.
- **Es solapen**: Torna les entitats que es solapen amb les entitats definides.
- **S'uneixen**: Torna entitats que es toquen però sense solapar-se.
- **Son espacialment iguals**: Torna entitats que ocupen el mateix espai i la mateixa ubicació que les entitats definides.
- **Estan a una distància de**: Torna entitats que tenen una part situada a una distància de les entitats definides.

Filtres espacials:

Per delimitar l'àrea de treball i per tant el numero d'entitats que carreguem a la finestra del mapa s'utilitzen filtres espacials. Cada GeoWorkspace pot tenir un filtre espacial i permet estalviar molt de temps de procés ja que les consultes que realitzem s'aplicaran a les entitats que haguem carregat al GeoWorkspace prèviament mitjançant el filtre espacial.

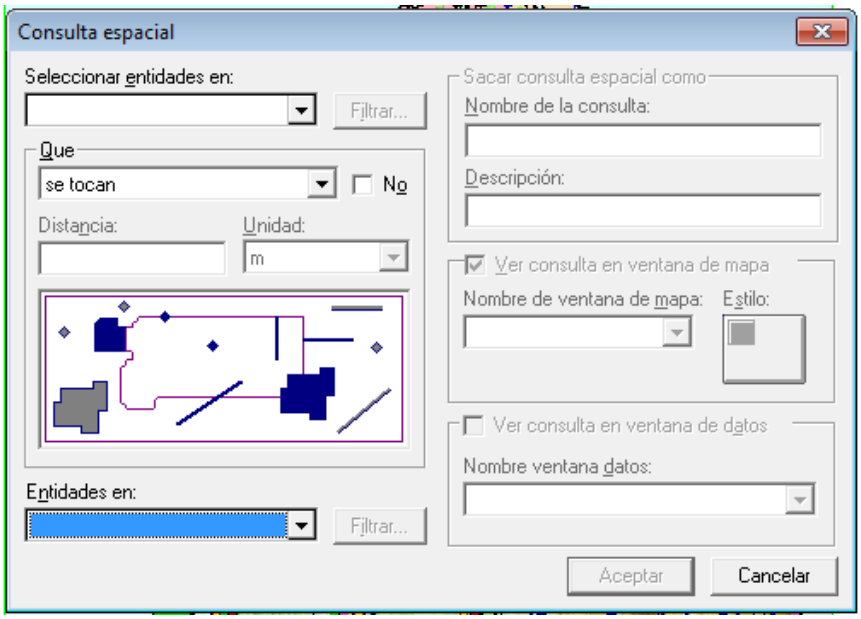


Figura 25. Consulta de filtre espacial.

Relacions:

Les consultes de relacions (Joins) combinen dades de dos classes d'entitat o consultes que comparteixen valors d'atribut. Per crear una consulta de relació cal seleccionar l'atribut de cada classe o consulta que servirà per establir la relació. Aquests atributs han de ser del mateix tipus en els dos sets de dades a relacionar.

Les Relacions poden ser:

- **Relacions internes** (inner join): Els registres s'agreguen a la relació si són idèntics als dos sets de dades.

- **Relació externa esquerra** (left outer join): Hi surten tots els registres de la classe d'entitat esquerra i només aquells de la dreta que coincideixen.
- **Relació externa dreta** (right outer join): Hi surten tots els registres de la classe d'entitat de la dreta i només aquells de la esquerra que coincideixen.
- **Relació externa** (outer join): Surten tots els registres de les dues classes d'entitat relacionades.

En les relacions externes, els camps dels registres no coincidents tenen valors nuls. Per mostrar la relació a la finestra de mapa s'utilitzen les geometries de la classe d'entitat de la esquerra.

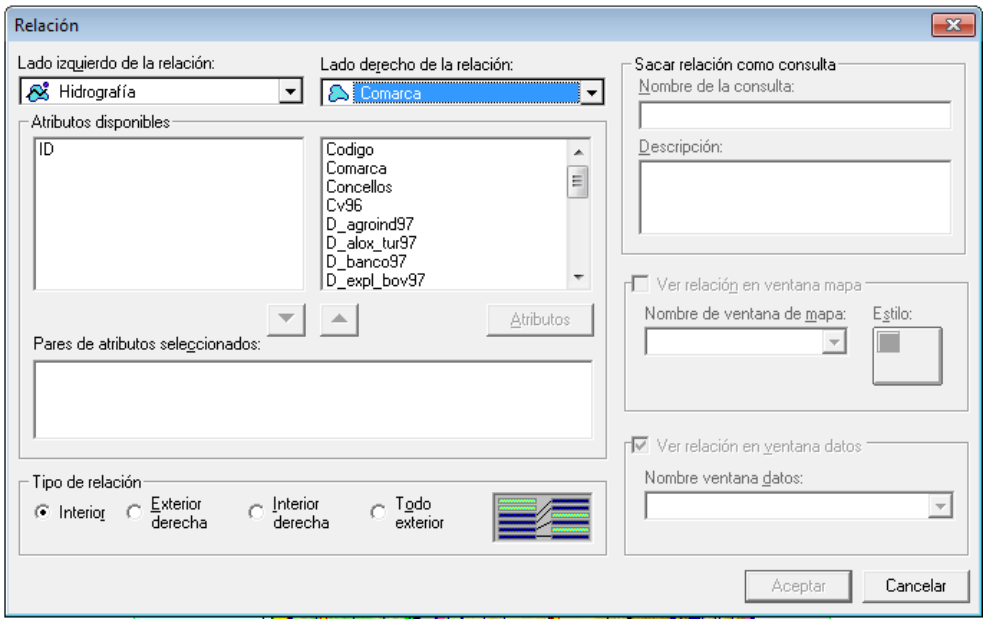


Figura 26. Finestra per establir relacions.

Anàlisi geomètrica:

Permet calcular les dades geomètriques de cada entitat:

- **Àrees**: Area, perímetre, area/perímetre
- **Entitats lineals**: Longitud, azimut, direcció
- **Punts**: Coordenades geogràfiques, coordenades de projecció, alçada.

Metadades:

Les metadades són dades que ens donen informació sobre les dades que s'emmagatzemen en una base de dades. Els SIG en tant que treballen amb dades majoritàriament emmagatzemades en bases de dades també requereixen de la definició de metadades.

Les metadades sobre una taula d'una base de dades han de descriure la informació sobre aquella taula, com són el nom i el tipus de dades, el nom de les columnes i els tipus de dades de cada una d'elles i la seva longitud.

Les metadades permeten que GeoMedia pugui connectar-se a molts magatzems de dades diferents procedents de diferents fonts i amb diferents sistemes de coordenades en un mateix

GeoWorkspace. De totes les connexions que podem establir amb GeoMedia n'hi ha tres amb drets de lectura i escriptura: Microsoft Access, Oracle i SQL Server. La resta només tenen drets de lectura.

2.2.VISUAL BASIC .NET

El llenguatge de programació Visual Basic .NET és un llenguatge de programació orientat a objectes que pot considerar-se una evolució del Visual Basic implementada sobre el framework .NET (Wikipedia).

Per programar en VB .NET utilitzarem l'entorn de programació Visual Studio 2010 de Microsoft.

Hi ha hagut molta controvèrsia sobre si VB .NET és un nou llenguatge de programació o és una evolució de VB. Pel que fa a la sintaxi és pràcticament igual, però els afegit en quant al control estructurat d'excepcions, la programació orientada a objectes o els genèrics fan que tot i que els llenguatges s'assemblin tinguin grans diferències estructurals. Per això hi ha la opinió que es tracta d'un nou llenguatge de programació [17]. Una de les critiques més importants que ha rebut és la seva falta de compatibilitat amb VB i fins i tot es van modificar alguns canvis introduïts a VB .NET per fer-lo més compatible amb VB però perdent interoperabilitat amb altres llenguatges de programació actuals.

Visual Studio 2010:

Es un entorn de desenvolupament integrat (IDE) per sistemes operatius Windows que suporta varis llenguatges de programació, entre altres Visual Basic .NET. Permet desenvolupar aplicacions, llocs i aplicacions web i serveis web en qualsevol entorn que suporti la plataforma .NET [18].

Visual Studio està al mercat des de 1998 amb la seva versió 6 que va ser la única en incloure la versió de Visual Basic tal com s'havia conegut fins aleshores. Les versions posteriors ja incloent versions millorades de Visual Basic.

La última versió publicada l'abril de 2010 és la que utilitzarem. Incorpora el .NET Framework 4.0 i les eines necessàries per desenvolupar aplicacions per Windows 7. A més ofereix suport per les bases de dades IBM DB2 i Oracle, a part del Microsoft SQL Server.

3. Disseny del SIG

3.1.Introducció

Ara ja hem vist els fonaments del programari SIG i hem estudiat què ens ofereix un programari com GeoMedia Professional pel desenvolupament de la nostra tasca. En aquest capítol estudiarem d'on obtenir la informació per realitzar el disseny del SIG que ens interessa i com incorporar-la a GeoMedia Professional per generar el nostre GeoWorkspace.

A Internet tenim moltes fonts de dades cartogràfiques disponibles que ens permeten carregar informació mitjançant una connexió directa a servidors de cartografia tipus WMS (Web Map Services) o WFS (Web Feature Services). També poden tenir accés a dades geogràfiques per descarregar en diferents formats més o menys estàndard d'intercanvi de dades, tipus CAD (.dxf, .dgn) o SIG (.shp, .e00, mrSID).

Per altra part, necessitem fonts de dades estadístiques, que no contenen elements geogràfics en format de geometria però que contenen les dades que representarem en format de gràfic. Aquest tipus d'informació el poden publicar molts organismes i normalment es facilita en format de taula tipus

3.2.Base Cartogràfica

Obtenció de la informació:

La informació cartogràfica que podem trobar a Internet és molt variada i d'origen molt divers. Amb la proliferació de llocs web amb contingut cartogràfic, sobretot lligat a la utilització de Google Maps i Google Earth i l'ús extensiu d'aparells GPS, la informació geogràfica disponible a Internet ha crescut molt els últims anys. Tot i que la majoria d'aquesta informació ofereix una qualitat acceptable, per aquest projecte ens centrarem a obtenir informació geogràfica del ICC (www.icc.cat).

El ICC (Institut Cartogràfic de Catalunya) és l'organisme oficial encarregat, entre altres coses, de "*Establir i mantenir les bases de dades cartogràfiques i les sèries cartogràfiques que se'n deriven, les qual donen suport a l'establiment de les sèries urbanes i territorials*" [9].

La cartografia editada per l'ICC és la cartografia oficial de la Generalitat de Catalunya i respon als estàndards de qualitat que requereix la llei.

L'ICC ofereix informació geogràfica i productes en diferents escales a través de Web Services, tant en WMS com en WFS. Els WMS permeten carregar informació raster que normalment s'utilitza com a imatge de fons o per digitalitzar elements. Els WFS permeten carregar entitats geomètriques enlloc d'imatges.

El WMS no són una bona solució per la nostra aplicació, excepte per utilitzar-los com a imatges de fons. Per altra banda els WFS no ens permetrien enllaçar la informació estadística ja que no ens permeten establir una relació entre els atributs de les entitats gràfiques i les nostres dades estadístiques.

Per tant, utilitzarem el WMS per establir una imatge de fons per la nostra aplicació. Farem servir la Ortofoto de Catalunya 1:25.000 vigent que és una de les capes dins el URL

http://shagrat.icc.es/lizardtech/iserv/ows?. Les característiques d'aquest servei les podem veure a la figura següent:

Serveis WMS ràster

Un sol servei per a tots els productes. Les capes són productes.

OGC suportat	WMS 1.1.1
Sistema de coordenades original	EPSG:23031 (ED50 UTM 31N)
Sistemes de coordenades suportats	EPSG:25831 (ETRS89, transformació oficial ICC) EPSG:4326 (WGS84, mateix resultat que ETRS89)
Formats GetMap suportats	gif, png, bmp, jpeg, tiff, jp2
Mètodes OGC suportats	GetCapabilities, GetMap

Figura 27. Informació referent al WMS raster del ICC. Font: ICC [9]

Per a les entitats gràfiques que necessitem, descarregarem les dades d'Internet. Trobem accés a aquesta informació geogràfica des del visor de la web del ICC (http://www.icc.cat/vissir3/). Accedim a *descarrega > Altres productes* i descarreguem la base municipal.

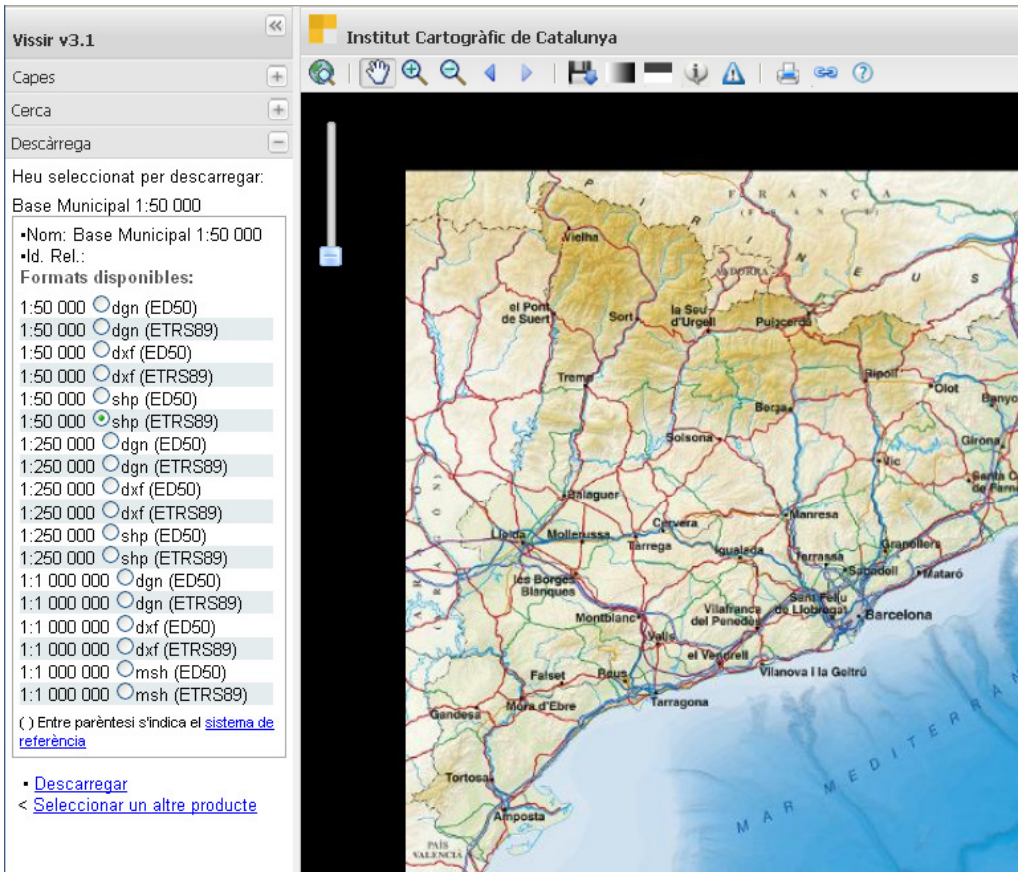


Figura 28. Descarrega de la base municipal 1:50.000. Font: ICC [9]

Descomprimim l'arxiu i obtenim, entre altres, 3 shapes amb les àrees de les províncies, les comarques i els municipis, més 1 de punts amb els nuclis dels municipis. Tots tenen els seus

atributs i els codis pertinents que ens poden permetre unir-los amb les dades estadístiques que aconseguirem al IDESCAT, tal i com es detalla al apartat següent.

Carrega de la informació al GeoWorkspace:

Per incorporar informació al nostre projecte ens cal crear un nou GeoWorkspace a través del menú *Archivo > GeoWorkspace nuevo...* . Un cop creat definirem el seu sistema de coordenades que s'ha d'adaptar al entorn geogràfic al qual treballarem que serà Catalunya.

El sistema de coordenades escollit per treballar és el nou ETRS89 que el programa INSPIRE promou com a estàndard per tot Europa. Aquest sistema es basa en el geoide GRS80 que difereix lleugerament del popular WGS84 que s'usa en el posicionament GPS.

Ver > Sistema de coordenadas del Geoworksapce

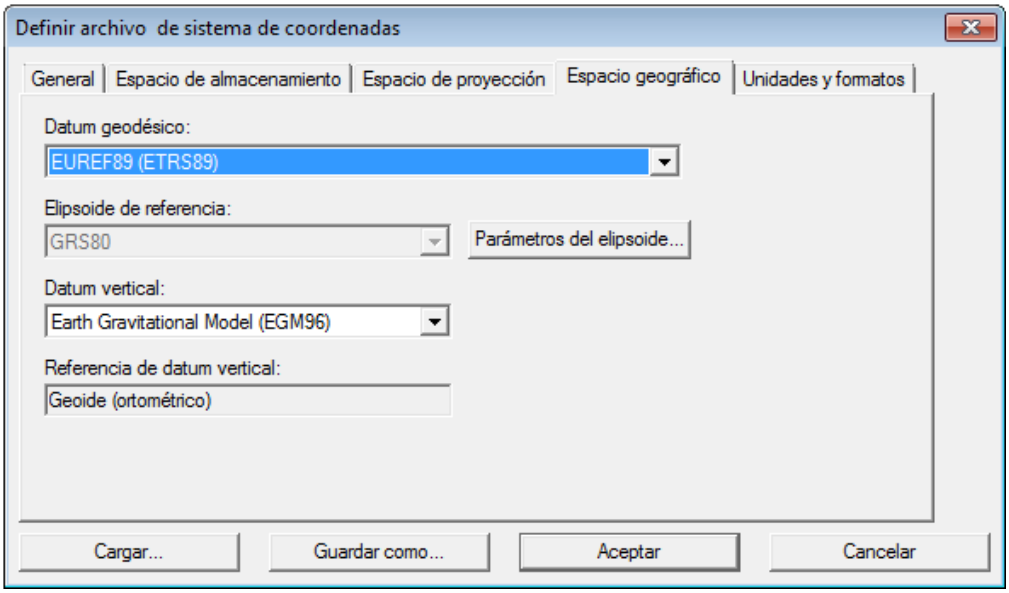


Figura 29. Selecció del sistema de referència.

Un cop creat el GeoWorksapce, creem un nou magatzem de dades de Geomedia i li donem un nom amb la comanda Almacen > Almacen nuevo... Un cop creat ja tenim un lloc on guardar les dades que generem.

Els arxius de geometries que hem baixat del ICC per la nostra aplicació estan en format Shape. Per carregar-los a Geomedia hem d'establir una connexió nova de magatzem a ArcView.

Almacen > Conexión nueva...

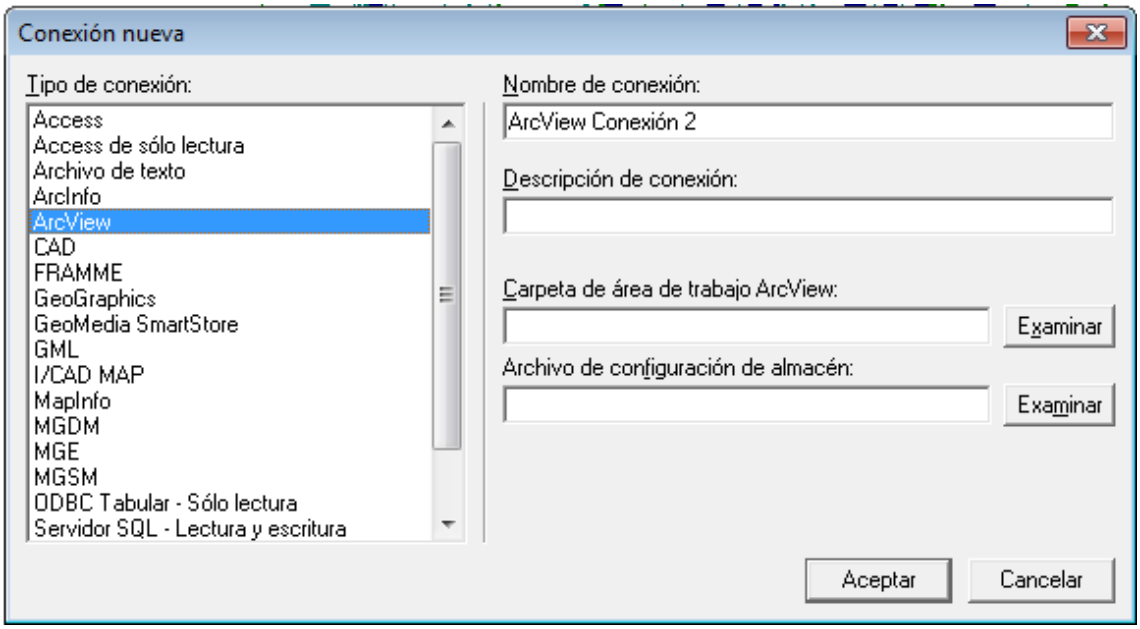


Figura 30. Creem una nova connexió de tipus ArcView.

La "Carpeta de área de trabajo ArcView" és la carpeta que conté els arxius shape i l'arxiu de configuració de magatzem està a la mateixa carpeta.

Un cop creada la connexió, per visualitzar els nostres shapes a la finestra del mapa, anem al menú Leyenda > Agregar entradas de leyenda... i seleccionem els shapes als quals ens hem connectat.

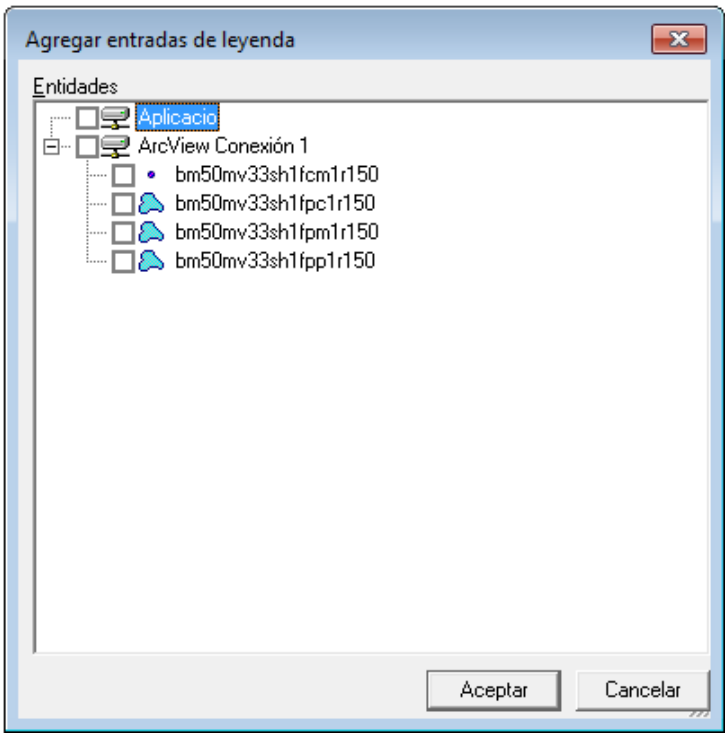


Figura 31. Afegir entrades de llegenda.

Finalment un cop fet això ja podem veure la informació descarregada del ICC al nostre entorn de treball.

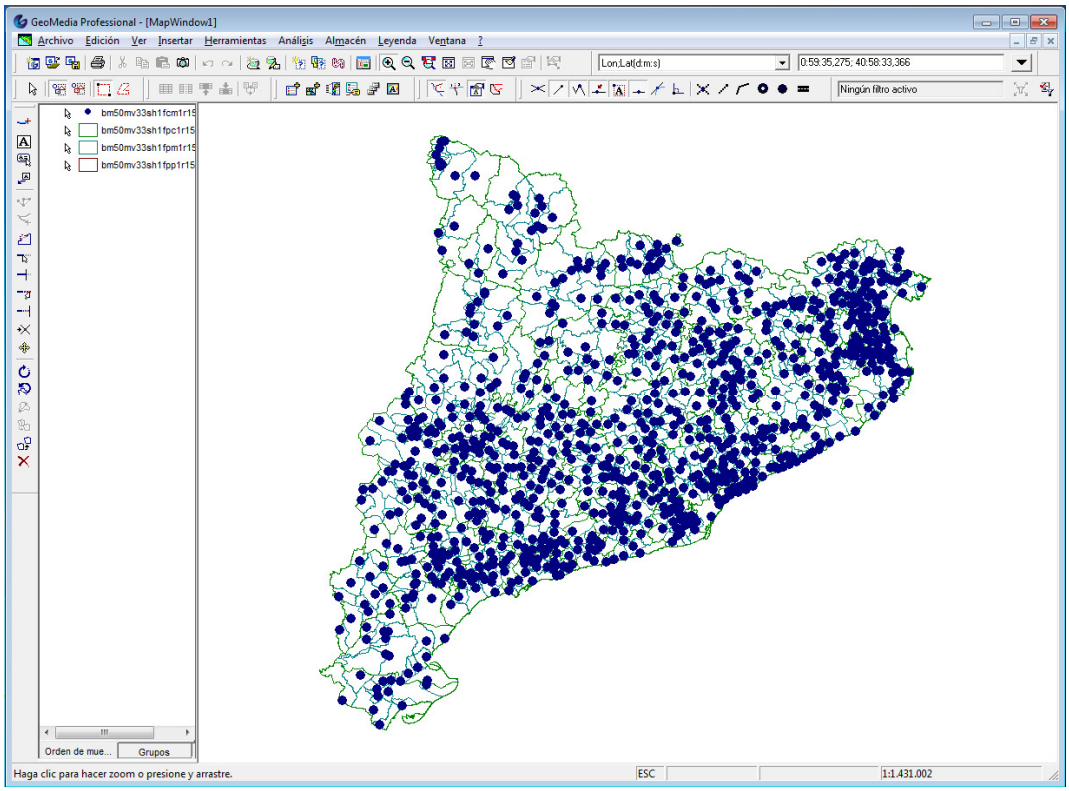


Figura 32. El workspace amb les capes del ICC carregades,

També definirem les escales de visualització per cada entitat carregada al GeoWorkspace de tal manera que al moure'ns per diferents escales la informació sigui llegible i interpretable amb comoditat.

Per millorar l'aspecte del mapa i veure un entorn de treball més agradable carregarem una imatge de fons del WMS tal i com hem explicat a la part superior.

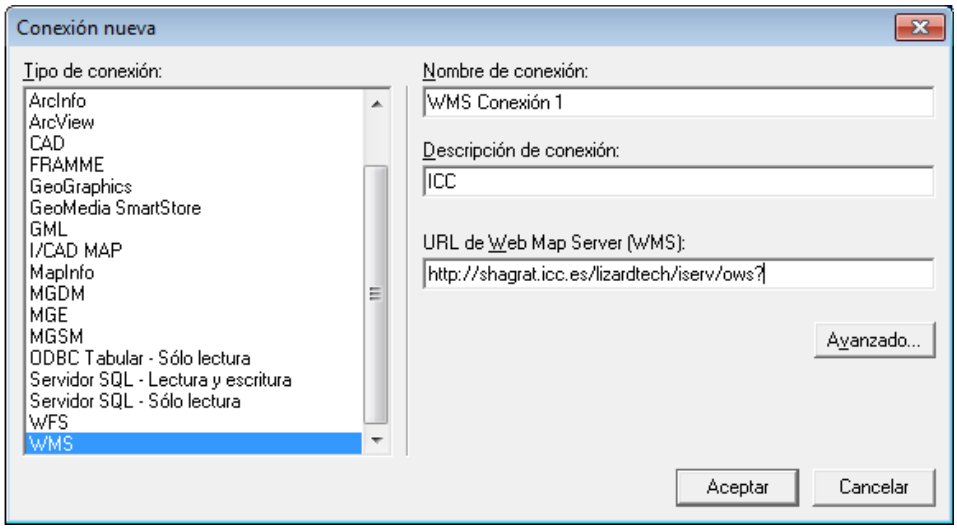


Figura 33. Connexió a magatzem per carregar el WMS.

Un cop creada la connexió agreguem la entrada de llegenda tal i com hem fet pels shapes.

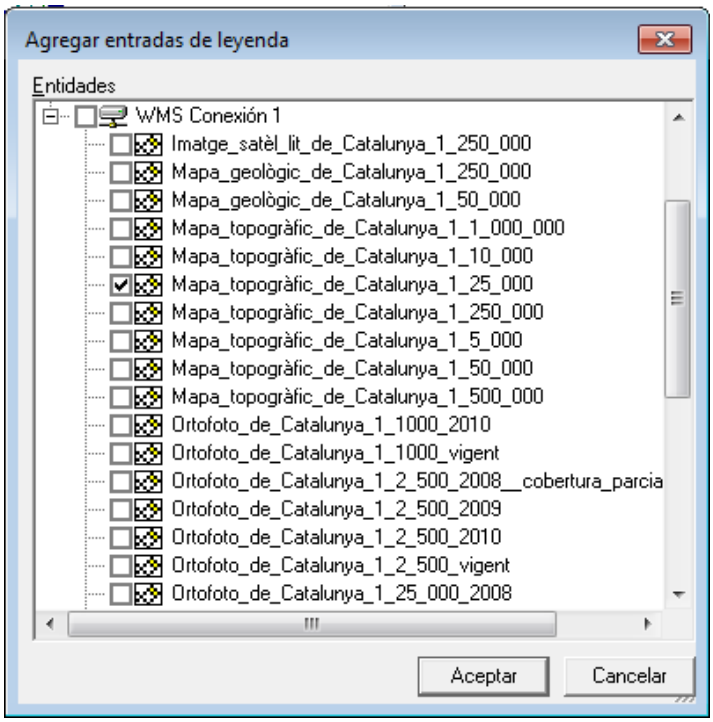


Figura 34. Agreguem el WMS al nostre Geoworkspace.

Finalment el nostre Geoworkspace amb un zoom per veure més detall té el següent aspecte.

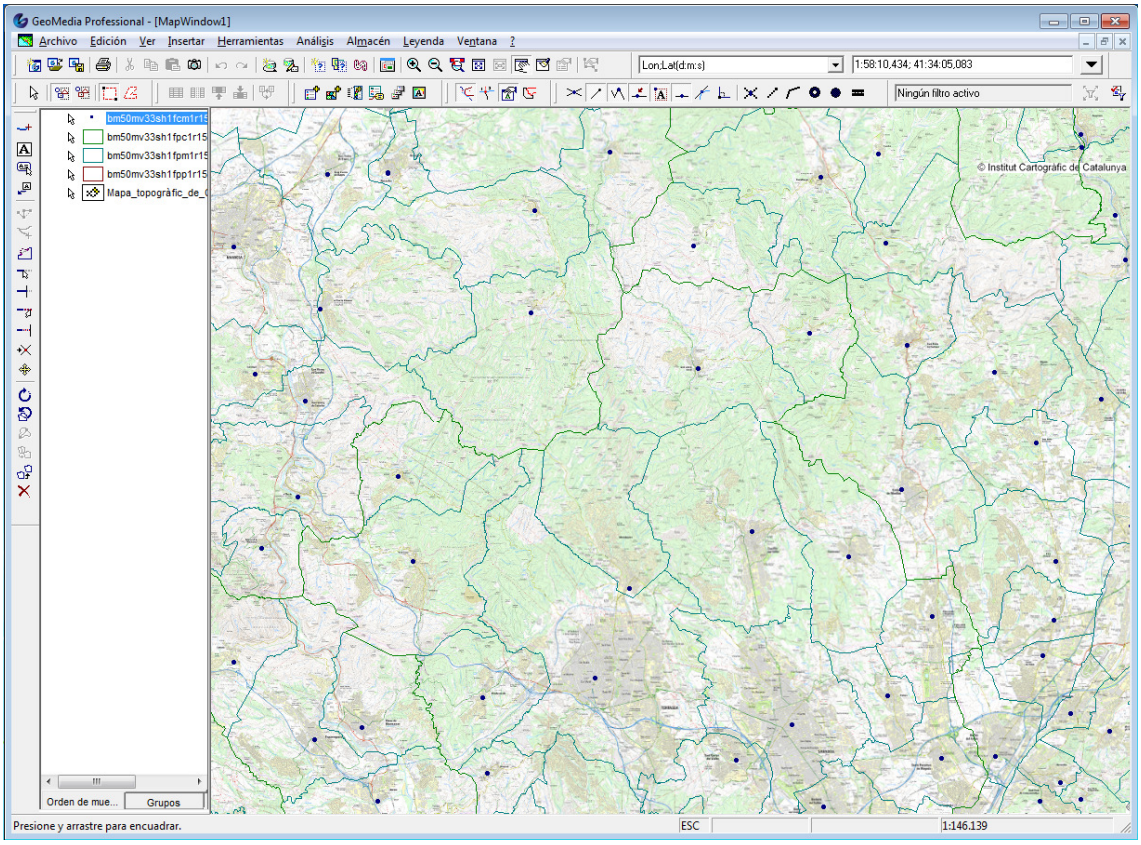


Figura 35. Geoworkspace amb la imatge carregada des de WMS de fons.

3.3.Fonts de dades

Les dades a representar mitjançant gràfics a la nostra aplicació les obtindrem a partir de la web del Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT) que és l'òrgan estadístic de la Generalitat de Catalunya i s'encarrega de la gestió del sistema estadístic de Catalunya.

Entre altres coses, l'Idescat s'encarrega de "Prestar serveis de recopilació, conservació, emmagatzematge i difusió de la documentació estadística disponible" [20]. En aquest web podem obtenir taules Excel amb les dades que estem visualitzant. Per accedir-hi entrarem a través del menú de *Territori > Bases de dades de Municipis.* Algunes d'aquestes dades permeten fer la distribució per municipis o per comarques i ens permeten generar el tipus de taula que ens pot interessar per la nostra aplicació. La figura següent mostra una d'aquestes possibilitats:

idescat | Població | Economia | Societat | Territori | Idescat | mapa web | contacte

Territori > Banc d'estadístiques de municipis i comarques

Atur registrat. Per sectors
Catalunya. Distribució per comarques. Any 2010.

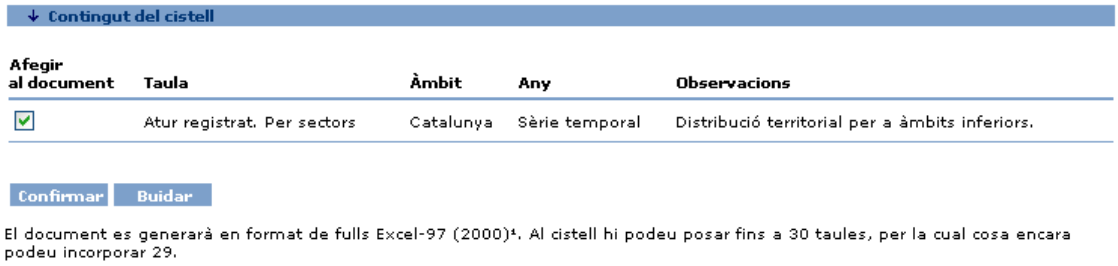
Altres anys

Altres temes | Sèrie temporal | Municipis | Comarques | Àmbits del Pla territorial | Províncies | Afegir al cistell | Contingut del cistell | Fer preferit | Ajuda

	Agricultura	Indústria	Construcció	Serveis	Sense ocupació anterior	Total
Alt Camp	188,0	834,2	505,8	1.889,6	113,9	**3.531,6**
Alt Empordà	320,1	947,0	2.258,8	5.962,7	477,2	**9.965,9**
Alt Penedès	356,5	1.747,9	1.119,3	3.964,6	708,0	**7.896,2**
Alt Urgell	22,2	114,6	214,2	620,3	24,7	**996,0**
Alta Ribagorça	3,9	9,5	50,7	74,2	7,6	**145,9**
Anoia	139,2	3.135,3	1.543,6	5.279,3	922,9	**11.020,2**
Bages	131,7	4.081,1	2.116,8	7.906,3	812,8	**15.048,7**
Baix Camp	368,9	1.497,0	3.554,3	7.883,8	1.372,4	**14.676,3**
Baix Ebre	454,5	1.136,5	1.718,2	2.890,8	318,7	**6.518,6**
Baix Empordà	244,7	1.044,2	2.893,4	5.592,8	506,8	**10.281,9**
Baix Llobregat	301,8	12.209,1	10.513,0	36.590,7	3.191,5	**62.806,0**
Baix Penedès	213,3	1.355,9	2.261,1	5.698,4	481,1	**10.009,8**
Barcelonès	587,2	20.705,7	23.777,3	107.441,6	8.164,8	**160.676,7**
Berguedà	39,0	715,8	596,1	1.412,6	81,8	**2.845,2**
Cerdanya	14,2	52,7	294,6	465,8	7,5	**834,8**
Conca de Barberà	54,8	362,7	194,6	592,2	26,2	**1.230,3**
Garraf	85,2	1.605,5	2.283,7	7.343,0	684,2	**12.001,7**
Garrigues	88,5	189,4	194,1	434,3	22,8	**929,1**
Garrotxa	58,0	994,0	368,9	1.787,1	93,2	**3.301,2**
Gironès	306,7	1.882,2	2.967,8	7.361,2	796,8	**13.314,7**
Maresme	473,5	7.343,1	5.999,4	19.473,5	1.905,1	**35.194,7**
Montsià	379,3	1.074,2	1.215,6	2.435,1	94,6	**5.198,8**
Noguera	273,6	444,7	582,8	1.059,9	199,2	**2.560,2**
Osona	201,3	3.764,9	1.878,3	5.406,8	918,7	**12.169,9**
Pallars Jussà	27,0	54,3	187,8	372,1	62,0	**703,1**
Pallars Sobirà	8,4	14,8	76,6	216,8	25,8	**342,4**
Pla d'Urgell	279,4	404,3	373,2	975,7	81,5	**2.113,9**
Pla de l'Estany	55,8	381,1	228,9	773,7	52,8	**1.492,3**
Priorat	48,8	108,8	65,4	234,8	41,9	**499,7**
Ribera d'Ebre	123,8	230,0	269,8	591,2	97,0	**1.311,7**
Ripollès	36,6	494,6	270,3	807,2	52,8	**1.661,6**
Segarra	47,6	391,2	198,3	526,1	98,5	**1.261,7**
Segrià	1.331,9	1.266,4	3.171,1	7.516,9	754,8	**14.041,2**
Selva	198,9	2.310,2	2.442,2	7.651,4	480,2	**13.082,9**
Solsonès	45,1	284,7	220,2	291,7	38,2	**879,9**

Figura 36. Taula de dades estadístiques d'exemple. Font IDESCAT [21]

Seleccionant *Afegir al Cistell* i després confirmant podem obtenir un Excel amb les dades que estem visualitzant.



↓ Contingut del cistell

Afegir al document	Taula	Àmbit	Any	Observacions
☑	Atur registrat. Per sectors	Catalunya	Sèrie temporal	Distribució territorial per a àmbits inferiors.

Confirmar Buidar

El document es generarà en format de fulls Excel-97 (2000)[1]. Al cistell hi podeu posar fins a 30 taules, per la cual cosa encara podeu incorporar 29.

Figura 37. Contingut del cistell per descarregar en format Excel. Font IDESCAT [21].

Les taules que obtinguem d'aquesta web s'han d'unir amb les entitats geomètriques a través del camp del topònim de la entitat.

Per carregar les dades al Geomedia adjuntarem al magatzem de dades que hem creat, les fulles Excel una a una. Primer hem de seleccionar la opció de menú: Almacén > Definición de classes de entidad...

S'obre la següent finestra:

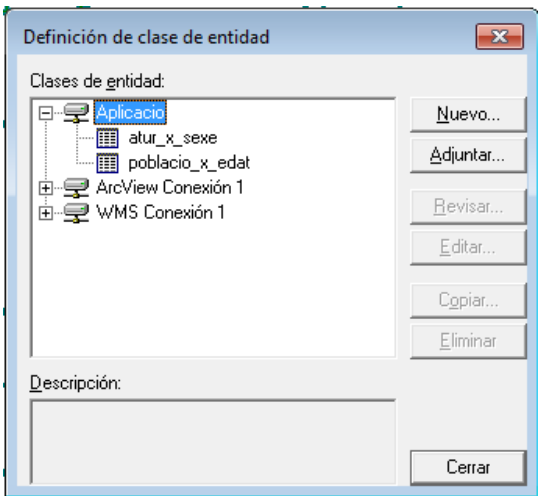


Figura 38. Adjuntar un Excel al Geomedia

I hem d'ajuntar l'arxiu Excel un a un:

Figura 39. Adjuntar un Excel al Geomedia.

Amb la comanda del menú ventana > Nueva ventana de datos... podem obrir les taules que estan incorporades al nostre magatzem:

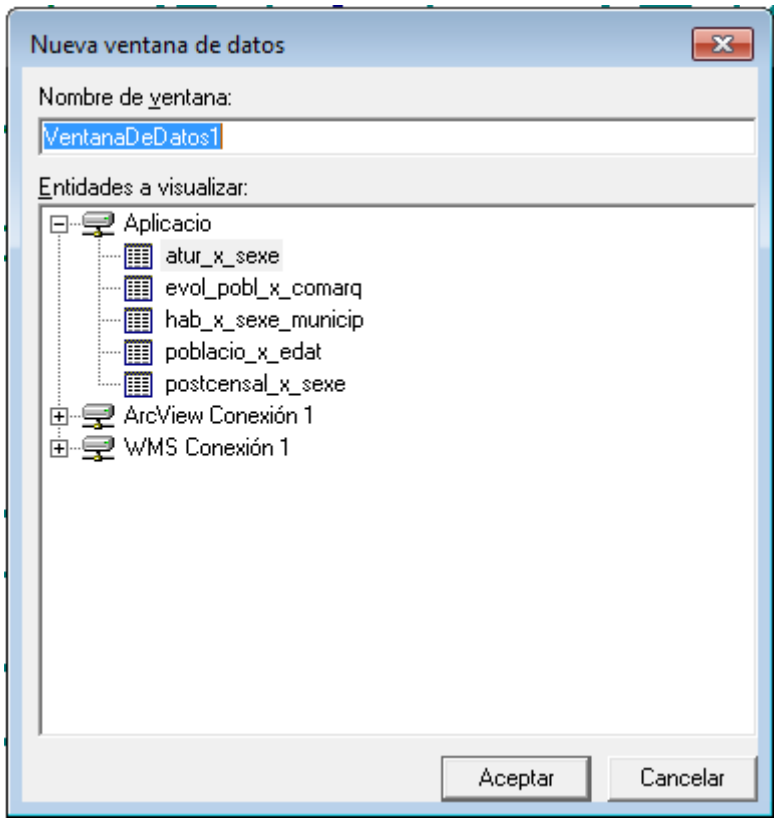


Figura 40. Obrir una finestra de dades.

4. Aplicació de representació de dades.

4.1.Introducció

Amb tot el què hem vist anteriorment i amb la base geogràfica i les fonts de dades definides ens centrarem en les característiques de la aplicació de representació de dades.

L'objectiu de la nostra aplicació és representar mitjançant gràfics, les dades estadístiques d'un conjunt d'entitats gràfiques en un mapa, situant els gràfics damunt de cada entitat.

Tal com queda definit al enunciat del projecte, tant la aplicació com el mapa resultant han de quedar totalment integrats dins de Geomedia Professional 6.1.

La aplicació ha de permetre al usuari:

- Seleccionar un arxiu que contingui les dades estadístiques
- Seleccionar les entitats gràfiques sobre les quals s'ha de fer la representació
- Seleccionar els camps dels elements dels dos punts anteriors que serviran per relacionar les dades. Per tant, necessitem un camp comú a totes dues.
- Seleccionar els rangs de dades a partir dels quals es volen obtenir els gràfics
- Seleccionar el tipus de gràfic a realitzar i les variables de configuració del gràfic.

4.2.Anàlisi

Diagrama de casos d'us

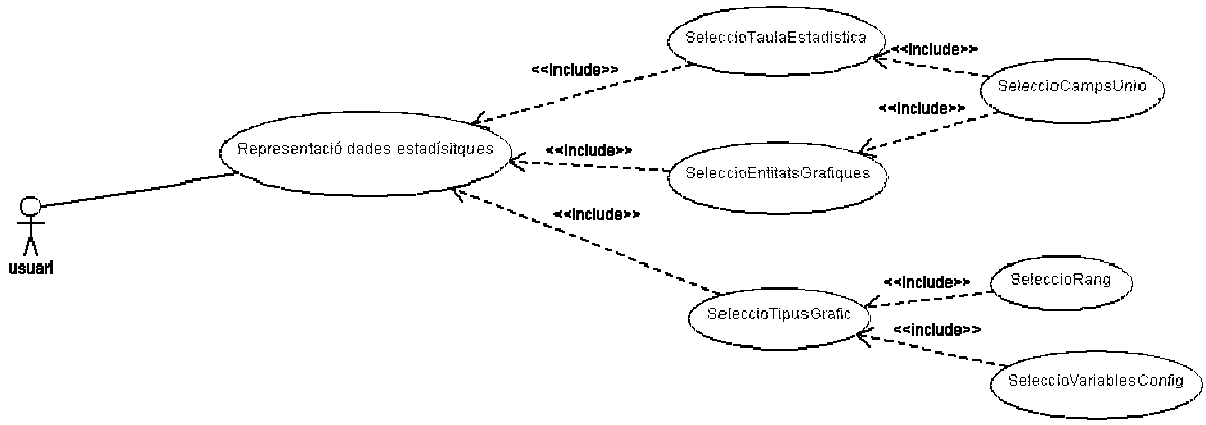


Figura 41. Diagrama de Casos d'us.

En aquest diagrama de casos d'us podem veure com l'usuari interacciona amb la aplicació en un únic cas d'us. Des d'aquest es realitzen totes les accions requerides al usuari per part de la aplicació.

Model de dades resultant:

La aplicació donarà com a resultat un mapa dins del GeoWorkspace en que el gràfic seleccionat s'emplaçarà al centre geomètric de les entitats amb les quals estigui relacionat. Aquest mapa tindrà totes les funcionalitats pròpies de qualsevol mapa de Geomedia i quedarà totalment integrat dins la aplicació comercial estàndard.

Els gràfics es representen mitjançant una nova entrada de llegenda independent. Es poden activar i desactivar i es possible generar nous gràfics en el mateix mapa i sobre posar-los als ja creats. L'usuari els pot administrar com qualsevol capa gràfica.

Interfícies d'usuari:

S'ha optat per dissenyar la aplicació en una sola interfície ja que no necessitem molt espai per introduir paràmetres per part del usuari.

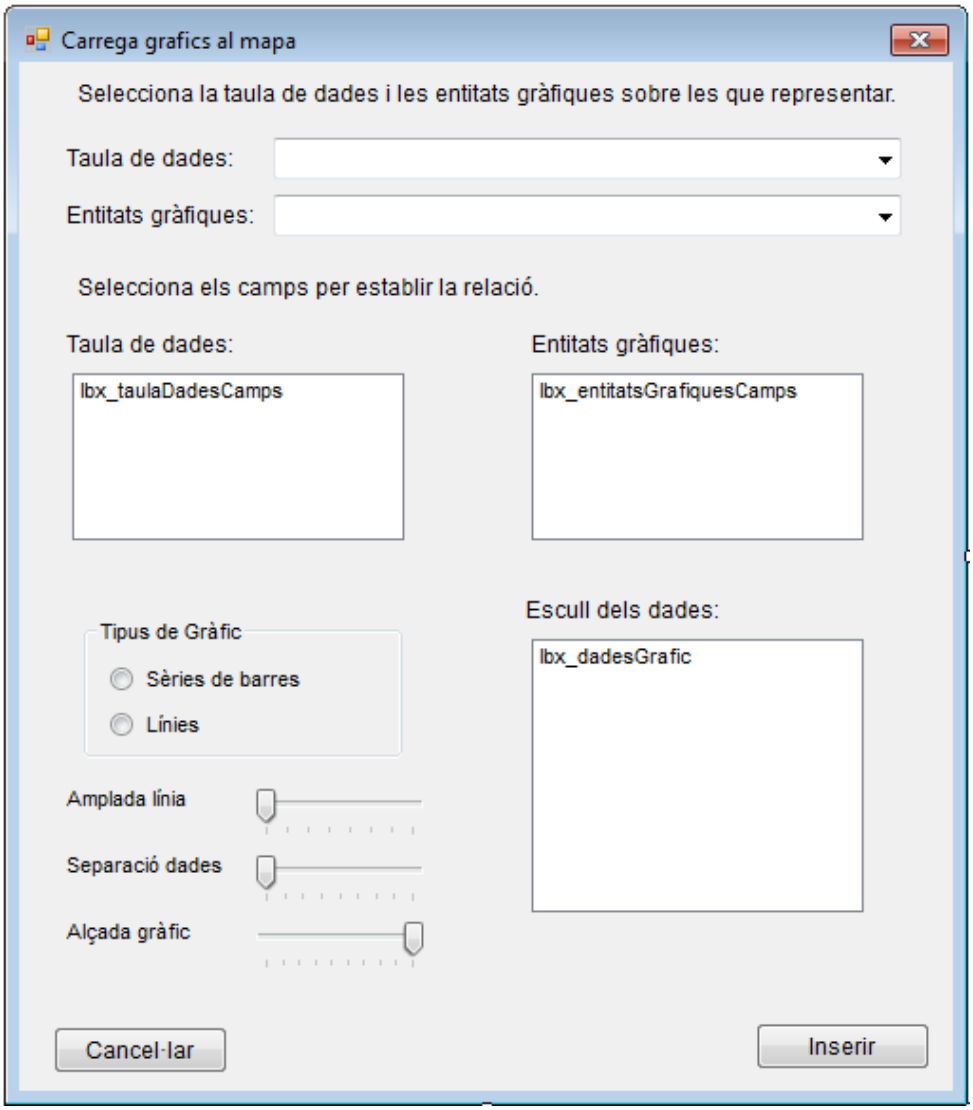


Figura 42. Finestra de l'aplicació.

La interfície d'usuari permet en primer lloc escollir la taula de dades que utilitzarem i les entitats gràfiques sobre les que volem representar les dades. És responsabilitat del usuari escollir elements que permetin ser vinculats. És a dir, si s'escull una taula de dades que conté dades de comarques, l'usuari és responsable d'escollir les entitats gràfiques que representen les comarques.

Un cop seleccionada la taula i les entitats gràfiques tenim dues llistes de camps que ens han de permetre seleccionar el camp de la taula de dades i el camps de la taula d'entitats gràfiques que serviran per fer el lligam. Aquí també és responsabilitat del usuari conèixer quins camps poden servir per crear aquest lligam.

A sota podrem escollir el tipus de gràfic, entre dos, la sèrie de barres i el de línies.

També podem triar les dades a representar en els gràfics. Això ho fem a la finestra "Escull les dades:" que permet la selecció de múltiples camps.

Per últim podem definir tres paràmetres de configuració dels gràfics:

- El gruix de línia, tant pels gràfics de barres com per els de línies
- La separació de les dades, és a dir, l'amplada de les barres o la separació dels diferents punts en el cas de les línies.
- La alçada del gràfic que permet ajustar-los a la magnitud de les dades a representar.

Per últim tenim la opció de cancel·lar o inserir les dades.

4.3.Disseny

Model d'objectes:

A la figura següent podem veure les biblioteques utilitzades en el desenvolupament de la aplicació:

Nombre de la referencia	Tipo	Vers...
Intergraph GDO 1.0	COM	1.0.0.0
Intergraph GeoMedia Basic Utilities 6.1	COM	6.0.0.0
Intergraph GeoMedia Client Support 6.1	COM	6.0.0.0
Intergraph GeoMedia Coordinate Systems 6.1	COM	6.0.0.0
Intergraph GeoMedia Database Pipes 6.1	COM	6.0.0.0
Intergraph GeoMedia Framework 6.1	COM	6.0.0.0
Intergraph GeoMedia Geometry Pipes 6.1	COM	6.0.0.0
Intergraph GeoMedia Map View Control 6.1	COM	6.0.0.0
Intergraph GeoMedia Map Viewing 6.1	COM	6.0.0.0
OLE Automation	COM	2.0.0.0
System	.NET	2.0.0.0
System Intergraph GeoMedia Command Management 6.1	COM	6.0.0.0
System.Drawing	.NET	2.0.0.0
System.Windows.Forms	.NET	2.0.0.0

Figura 43. Relació de biblioteques de la aplicació.

Classes i funcions a desenvolupar:

Al generar la comanda amb el Command Wizard es creen dos mòduls. El primer rep el nom de AddGraphics.vb i conté la classe **AddGraphics** que és responsable de la inicialització de la aplicació. El segon és el frmAddGraphics.vb i conté la classe **frmAddGraphics** que és on codifiquem la nostra aplicació. Aquesta classe és un formulari de Windows que conté diverses subrutines vinculades als diferents elements de la interfície gràfica i que executarà les accions principals de la nostra aplicació.

La part essencial de la aplicació està codificada amb l'event *click* del botó **inserir**.

Per poder reutilitzar codi i fer-lo més senzill de llegir s'han creat les següents funcions:

- **objCPolyGeom**: que és la funció responsable de generar una *CompositePolygonGeometry*. Per fer-ho haurà de cridar diverses vegades la funció, detallada més avall, que genera polígons. Aquesta funció necessita conèixer l'origen de coordenades on s'inserirà el gràfic i la amplada (igual per tots els polígons) i la alçada de cada un d'ells.

```
    Private Function objCPolyGeom(ByVal x As Double, ByVal y As Double, ByVal
z As Double, ByVal width As Double, ByVal objHeigthValues() As Object) As
PBasic.CompositePolygonGeometry
        Dim objYvalue As Object
        Dim height As Double
        objCPolyGeom = CreateObject("Geomedia.CompositePolygonGeometry")

        For Each objYvalue In objHeigthValues
            height = CDbl(objYvalue) / Me.tbr_Alsada.Value.ToString
            'Create a polygon
            objCPolyGeom.Add(objPolyGeom(x, y, z, Width, height))
            'move the origin for next bar
            x = x + Width
        Next

        Return objCPolyGeom
    End Function
```

- **objPolyGeom**: Aquesta funció genera un polígon de tipus rectangular a partir del seu origen (x, y, z) i de la amplada i alçada donades.

```
    Public Function objPolyGeom(ByVal xOrigin As Double, ByVal yOrigin As
Double, ByVal zOrigin As Double, _
    ByVal width As Double, ByVal height As Double) As PBasic.PolygonGeometry
        Dim n As Integer
        Dim objPoint(0 To 4) As PBasic.point

        objPolyGeom = New PBasic.PolygonGeometry

        For n = 0 To 4
            objPoint(n) = CreateObject("GeoMedia.Point")
        Next n

        'Create first polygon
        objPoint(0).X = xOrigin
        objPoint(0).Y = yOrigin
        objPoint(0).Z = zOrigin
        objPoint(1).X = xOrigin + width
        objPoint(1).Y = yOrigin
        objPoint(1).Z = zOrigin
        objPoint(2).X = xOrigin + width
        objPoint(2).Y = yOrigin + height
        objPoint(2).Z = zOrigin
        objPoint(3).X = xOrigin
        objPoint(3).Y = yOrigin + height
        objPoint(3).Z = zOrigin
        objPoint(4).X = xOrigin
        objPoint(4).Y = yOrigin
        objPoint(4).Z = zOrigin

        For n = 0 To 4
            objPolyGeom.Points.Add(objPoint(n))
        Next n
        Return objPolyGeom
    End Function
```

- **objCPlineGeom**: Genera una *CompositePolylineGeometry* cridant diverses vegades el generador de polilínies. Cal especificar l'origen de inserció de la geometria i l'amplada i alçada de cada punt.

```
    Private Function objCPlineGeom(ByVal x As Double, ByVal y As Double,
ByVal z As Double, ByVal width As Double, ByVal objHeigthValues() As Object)
As PBasic.CompositePolylineGeometry
        Dim objYvalue As Object
        Dim height As Double, height1 As Double
        objCPlineGeom = CreateObject("Geomedia.CompositePolylineGeometry")
        height1 = 0.0

        For Each objYvalue In objHeigthValues
            height = (CDbl(objYvalue) / Me.tbr_Alsada.Value.ToString)
            'Create a polygon
            objCPlineGeom.Add(objPlineGeom(x, y, z, width, height - height1))
            'move the origin for next line
            x = x + width
            y = y + height - height1
            height1 = height
        Next
        Return objCPlineGeom
    End Function
```

- **objPlineGeom**: Genera una polilínia de dos punts, amb origen a x, y, z i final a x + amplada, y + alçada i z.

```
    Public Function objPlineGeom(ByVal xOrigin As Double, ByVal yOrigin As
Double, ByVal zOrigin As Double, _
ByVal width As Double, ByVal height As Double) As PBasic.PolylineGeometry
        Dim n As Integer
        Dim objPoint(0 To 1) As PBasic.point

        objPlineGeom = New PBasic.PolylineGeometry

        For n = 0 To 1
            objPoint(n) = CreateObject("GeoMedia.Point")
        Next n

        'Create first polygon
        objPoint(0).X = xOrigin
        objPoint(0).Y = yOrigin
        objPoint(0).Z = zOrigin
        objPoint(1).X = xOrigin + width
        objPoint(1).Y = yOrigin + height
        objPoint(1).Z = zOrigin

        For n = 0 To 1
            objPlineGeom.Points.Add(objPoint(n))
        Next n
        Return objPlineGeom
    End Function
```

De les següents funcions no es detalla el codi perquè hi ha múltiples exemples a la ajuda del programa i a Internet.

- **createObjFont**: Crea un objecte de tipus font definint les seves característiques.
- **createAreaStyle**: Crea un estil per dibuixar àrees.
- **createLineStyle**: Crea un estil per dibuixar línies.

Al iniciar la aplicació aquesta es connecta a les biblioteques de Geomedia i es generen les variables globals.

Un cop recopilats els diferents paràmetres definits en els controls de la interfície d'usuari l'aplicació construeix un *recordset* a partir d'una consulta SQL.

Aquesta consulta fa la unió entre els camps de dades de la taula de dades estadístiques i el camp de geometria de les entitats gràfiques mitjançant un INNER JOIN.

Amb aquesta consulta es construeix un recordset que després farem servir per buscar el centre geomètric de les entitats gràfiques mitjançant un *CenterPointPipe*.

```
        'Get the center of geometryc elements. Create a CenterPointPipe. The output
recordset has the same fields that imput plus a
        'geometric field for the centers
        Dim objCPoint As New PPipe.CenterPointPipe
        ' Set Center Point parameters
        With objCPoint
            .InputRecordset = objRS
            .InputGeometryFieldName = "Geometry"
            .OutputGeometryFieldName = "CenterPGeometry"
        End With
        'Save the new recordset
        Dim objOutputRS As GDO.GRecordset
        objOutputRS = objCPoint.OutputRecordset
```

Aquest nou recordset conté el camp de geometria original més un nou camp de geometria amb els centres geomètrics de les entitats gràfiques, que seran els punts d'inserció dels nostres gràfics de dades.

Ara necessitem crear un nou camp gràfic que guardi les geometries que generarem per representar els gràfics de dades. Per fer-ho creem un *CustomDataPipe* i hi afegim un nou camp geomètric prèvia definició del sistema de coordenades que l'obtenim del *MapView*.

```
        'Create a customDataPipe and a new field for graphic data representation
        Dim objCDP As PDBPipe.CustomDataPipe
        objCDP = CreateObject("GeoMedia.CustomDataPipe")
        'Get MapView coord System
        Dim objCS As PCSS.CoordSystem
        objCS = GMMapView.CoordSystemsMgr.CoordSystem
        'Add new field
        Dim gfdField As GDO.GField
        gfdField = objCDP.CreateField
        With gfdField
            .Name = "Geometry"
            .Type = GDO.GConstants.gdbSpatial
            .CoordSystemGUID = objCS.GUID
            .SubType = GDO.GConstants.gdbAnySpatial
        End With
        objCDP.GFields.Append(gfdField)
        'Get Recordset from CDP
        Dim objCDPRecordset As GDO.GRecordset
        objCDPRecordset = objCDP.OutputRecordset
```

Un cop obtingut el *recordset* del *CustomDataPipe*, amb el següent bucle generem les geometries pertinents per representar els nostres gràfics de dades estadístiques:

```
        Dim myRow As Object
        Dim I As Integer
        Dim GSS As PClient.GeometryStorageService
        GSS = CreateObject("Geomedia.GeometryStorageService")
        Do While objOutputRS.EOF <> True
            On Error Resume Next
            myRow = objOutputRS.GetRows(1)
            ' I identifies the field and 0 the row. Discard first field for graphic.
            For I = 1 To objOutputRS.GFields.Count - 2
                objFlds(I - 1) = myRow(I, 0)
            Next I
            'get centerPoint geometry field.Is the last one. Need StorageToGeometry
            Dim objPoint As New PBasic.PointGeometry
            GSS.StorageToGeometry(myRow(objOutputRS.GFields.Count - 1, 0), objPoint)
            'Generate CompositePolygonGeometry pass objFlds
            MsgBox(objPoint.Origin.X)
            If objPoint.Origin.X = 0.0 Then Resume Next
            'if bar char is selected contruct polygon geometries
            If Me.rbt_barres.Checked = True Then
                Dim CPolyGeom As PBasic.CompositePolygonGeometry
                CPolyGeom = objCPolyGeom(objPoint.Origin.X, objPoint.Origin.Y,
objPoint.Origin.Z, Me.tbr_separacioDades.Value, objFlds)
                With objCDPRecordset
                    .AddNew()
                    GSS.SetGeometry(.GFields("Geometry"), CPolyGeom)
                    .Update()
                End With
            ElseIf Me.rbt_linies.Checked = True Then
                Dim CPlineGeom As PBasic.CompositePolylineGeometry
                CPlineGeom = objCPlineGeom(objPoint.Origin.X, objPoint.Origin.Y,
objPoint.Origin.Z, Me.tbr_separacioDades.Value, objFlds)
                With objCDPRecordset
                    .AddNew()
                    GSS.SetGeometry(.GFields("Geometry"), CPlineGeom)
                    .Update()
                End With
            End If
        Loop
```

Omplim objFlds() amb els valors estadístics de cada entitat i obtenim el punt d'inserció del gràfic mitjançant la comanda *StorageToGeometry* sobre el camp que conté el punt central que hem calculat abans amb el *CenterPointPipe*. A partir d'aquí, només cal cridar les funcions pertinents segons si volem generar un gràfic de barres o de línies i emmagatzemar-ho al nou camp creat amb el *CustomDataPipe* mitjançant la funció *SetGeometry*.

Per últim cal representar els nous gràfics sobre el mapa mitjançant una nova entrada de llegenda a traves del *recordset* del *CustomDataPipe*.

En síntesi, el següent diagrama ens mostra el procés per elaborar les formes gràfiques:

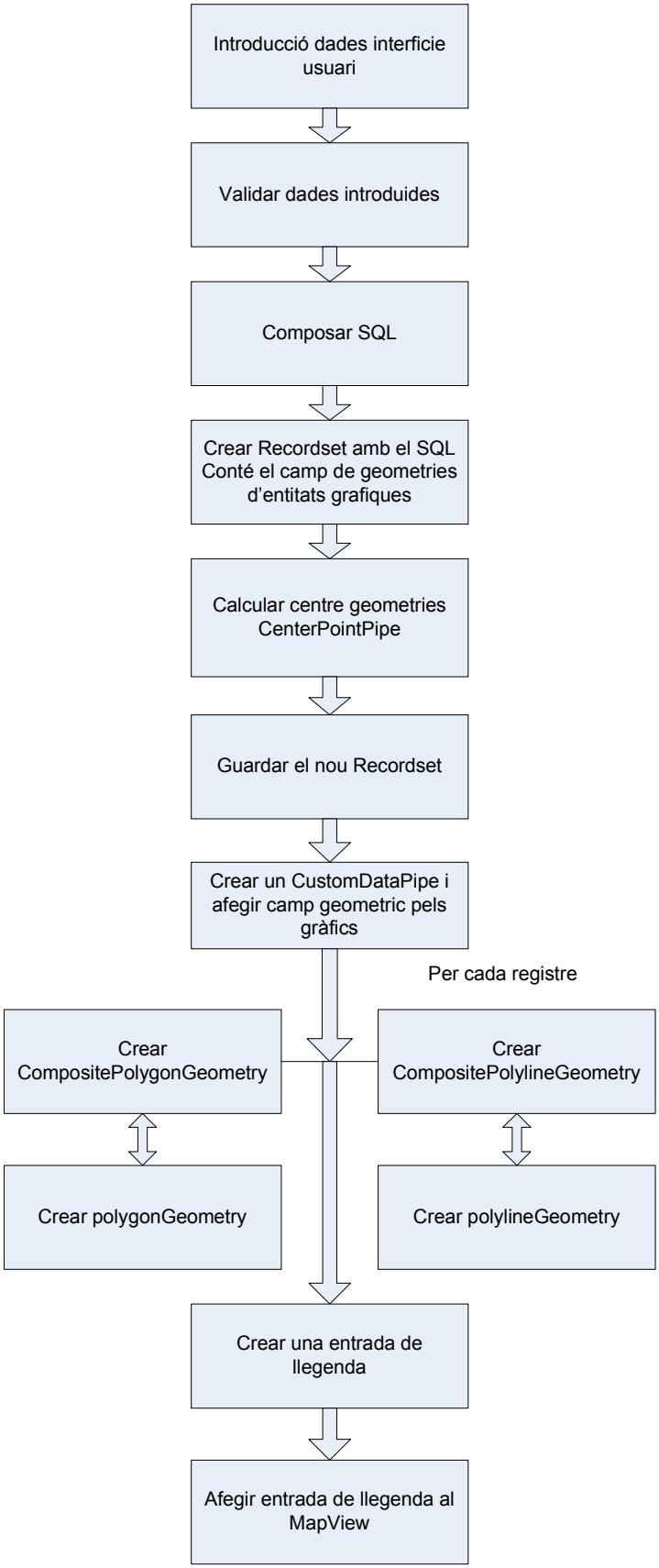


Figura 44. Procés per elaborar els gràfics

4.4.Implementació i proves

Segons el manual d'ajuda hi ha tres maneres de programar Geomedia Professional:

- Creant una aplicació personalitzada
- Fer que Geomedia Professional sigui una aplicació servidora. Això es fa quan treballem amb diferents programaris
- La tercera manera és personalitzant comandes dins la aplicació. Les comandes es creen en Visual Basic (.Net o C#) utilitzant el Geomedia Professional Command Wizard.

Pel nostre propòsit farem servir la tercera opció. L'assistent de comandes (Command Wizard) ens permet registrar la comanda i crear els arxius de projecte necessaris per produir una DLL.

Treballant amb la personalització de comandes assumim que l'objecte Application ja existeix i si l'hem generat amb el Command Wizard aquest objecte és passat com a paràmetre.

També s'ha de tenir en compte que haurem de fer servir la comanda CreateService enlloc de CreateObject perquè en aquesta opció és el propi Framework de la aplicació que controla els objectes creats i possibles conflictes entre ells. Amb CreateObject no tindrem aquesta possibilitat.

Quan creem el projecte amb el Command Wizard es crea el projecte en Visual Basic, Visual Basic .NET o Visual C# i s'implementen les funcions del servidor de comandes, com són les comandes que responen a events i visualització o passar l'objecte aplicació.

També ens permet definir paràmetres relatius a la interfície gràfica d'usuari (Nom, ToolTip, barra d'estat, etc.)

Implementació

Per realitzar la nostre aplicació començarem per executar el Geomedia Command Wizard que és un assistent per facilitar la personalització de comandes a Geomedia. Aquest assistent s'executa des de l'entorn de programació del Visual Studio. Per activar-lo ho fem des de el menú Herramientas > Administrador de complementos... Si no apareix es perquè hem instal·lat el Geomedia abans que el Visual Studio. Aleshores cal anar a Archivos de programa/Geomedia Professional/Program i executar RegGM.exe que registrarà el complement a Visual Basic. Un cop activat apareix com una opció de menú dins del mateix menú de Herramientas.

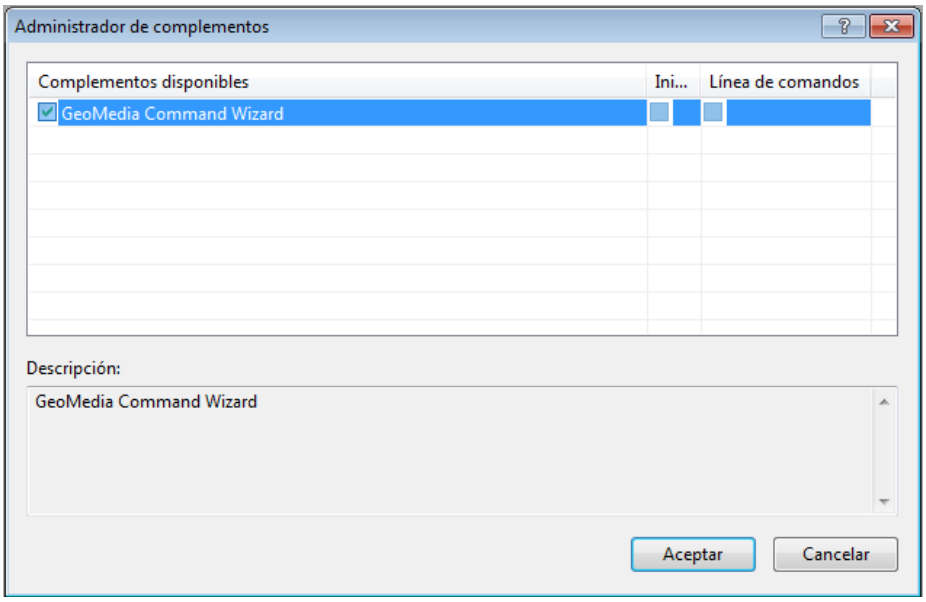


Figura 45. Administrador de complements.

Un cop carregat l'activem a través de la seva opció de menú i seguim els passos que ens demana.

En primer lloc, seleccionem la opció Visual Basic ja que és el llenguatge que hem triat per desenvolupar la comanda. Especifiquem la localització on volem guardar la nostra personalització i tal com podem veure a la figura següent, especifiquem el nom i la informació complementaria a la comanda que volem desenvolupar.

Figura 46. Definició de noms i informació associada.

Desenvoluparem una comanda modal. Això implica que mentre estem executant la nostra comanda, la aplicació no pot realitzar altres accions. Ho fem així per assegurar-nos la correcte execució i que les dades no es modifiquen mentre hi estem realitzant canvis.

Després, definim que la comanda requereix un formulari. De fet, com es veu al apartat 4.2 es requerirà més d'un formulari.

En el següent pas escollim que la comanda estigui activa quan el finestra de mapa està activa, ja que la nostra comanda carrega gràfics sobre els elements geomètrics, aquests han d'estar visibles per veure'n els resultats.

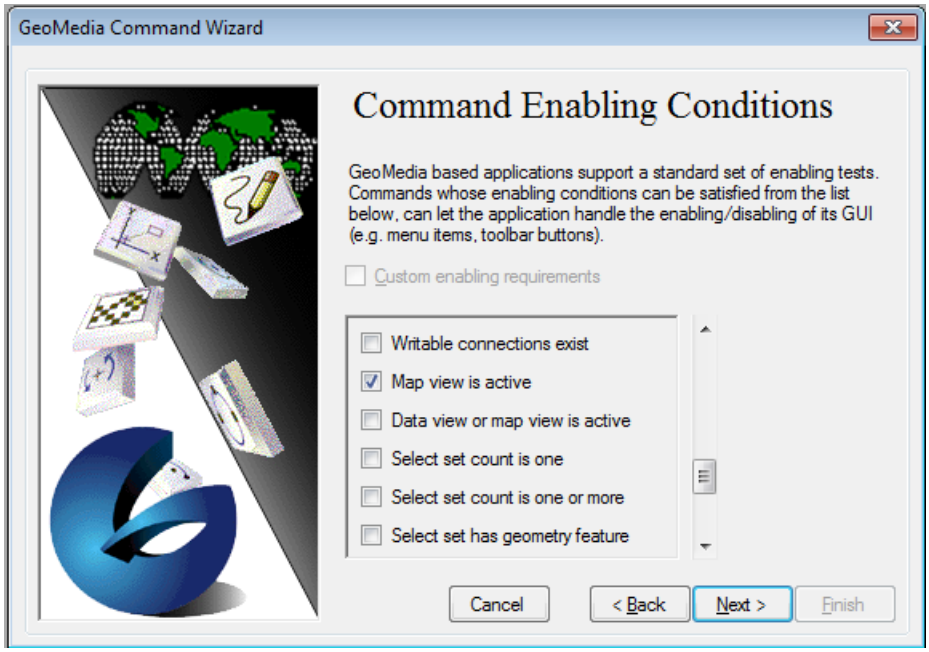


Figura 47. Condicions de comanda activa.

Amb aquesta opció s'arriba al final del assistent i es crea un projecte de Visual Studio per la nostra comanda.

El projecte s'ha creat automàticament amb la següent estructura:

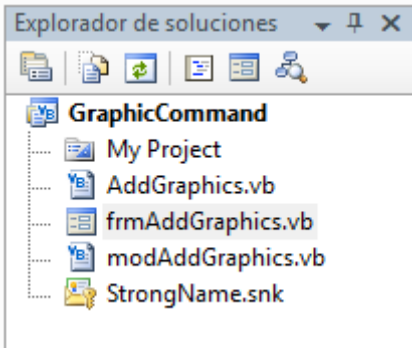


Figura 48. Estructura del projecte creat automàticament.

I amb les referències que podem veure a la figura següent:

Referencias:

Nombre de la referencia	Tipo	Vers...	Copia local	Ruta de acceso
Intergraph GDO 1.0	COM	1.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\GDO_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\GDO_tlb.dll
Intergraph GeoMedia Basic Utilities 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PBasic_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\PBasic_tlb.dll
Intergraph GeoMedia Client Support 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PClient_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\PClient_tlb.dll
Intergraph GeoMedia Coordinate Systems 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PCSS_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\PCSS_tlb.dll
Intergraph GeoMedia Database Pipes 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PDBPipe_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\PDBPipe_tlb.dll
Intergraph GeoMedia Extended Property Set 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\ExtendedPS_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\ExtendedPS_tlb.dll
Intergraph GeoMedia Framework 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\GeoMedia_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\GeoMedia_tlb.dll
Intergraph GeoMedia GeoMath Service 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\GeoMathSvc1_dll\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\GeoMathSvc1_dll.dll
Intergraph GeoMedia Geometry Pipes 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PPipe_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\PPipe_tlb.dll
Intergraph GeoMedia Map View Control 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\mapview_ocx\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\mapview_ocx.dll
Intergraph GeoMedia Map Viewing 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PView_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\PView_tlb.dll
Intergraph GeoMedia Services 6.1	COM	6.1.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PService_dll\6.1.0.0__9ed92a685a4e3166\PService_dll.dll
Intergraph GeoMedia Services Constants 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PService_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\PService_tlb.dll
OLE Automation	COM	2.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\stdole\7.0.3300.0__b03f5f7f11d50a3a\stdole.dll
System	.NET	2.0.0.0	False	C:\Windows\Microsoft.NET\Framework\v2.0.50727\System.dll
System Intergraph GeoMedia Command Management 6.1	COM	6.0.0.0	False	C:\Windows\assembly\GAC\PCmdMgr_tlb\6.0.0.0__9ed92a685a4e3166\PCmdMgr_tlb.dll
System.Data	.NET	2.0.0.0	False	C:\Windows\Microsoft.NET\Framework\v2.0.50727\System.Data.dll
System.Drawing	.NET	2.0.0.0	False	C:\Windows\Microsoft.NET\Framework\v2.0.50727\System.Drawing.dll
System.Windows.Forms	.NET	2.0.0.0	False	C:\Windows\Microsoft.NET\Framework\v2.0.50727\System.Windows.Forms.dll
System.Xml	.NET	2.0.0.0	False	C:\Windows\Microsoft.NET\Framework\v2.0.50727\System.Xml.dll

Figura 49. Referències afegides automàticament al projecte.

- **AddGraphics:** Fa la inicialització de la aplicació.
- **frmAddGraphics:** És mòdul principal on es codifiquen els controls de la aplicació.
- **frmAddGraphics [Diseño]:** és la representació gràfica de la aplicació.
- **modAddGraphics:** És el mòdul principal de la comanda. Inclou les constants i les declaracions API de Windows.

Compilació

Un cop compilada la comanda a la carpeta del projecte es genera una carpeta bin. Dins conté l'arxiu XML que servirà per registrar la aplicació i una carpeta Release que conté la DLL generada pel compilador.

Un cop executat el Command Wizard podem començar a implementar la nostra aplicació treballant en la classe **frmAddGraphic**. A continuació analitzarem les parts essencials de la aplicació, sense entrar en els detalls de refresc de controls, etc.

La part important de la aplicació està associada al event *click* del botó inserir.

Proves

S'han planificat les següents proves:

- Camps incorrectes per unir la taula de dades i les entitats gràfiques. Això compren triar taules de dades d'entitats gràfiques diferents a les seleccionades.
- No escollir camps de dades.
- No hi ha taules de dades al Geoworksapce.
- No hi ha entitats gràfiques al Geoworksapce.

En principi la resta d'opcions de la interfície d'usuari no admeten altres errors ja que s'omplen per defecte i no poden adquirir valors nuls. Tampoc hi pot haver errors al finalitzar la execució de la aplicació perquè les opcions de tancament estan controlades per codi.

Un cop realitzades les proves s'ha corregit el primer punt anterior ja que no estava controlat el fet que no es generes un *recordset* vàlid.

La resta de punts ja s'havien previst i amb les proves realitzades no s'han detectat més errors.

4.5.Manuals

Requeriments

La aplicació necessita que el sistema tingui instal·lada la aplicació Geomedia Professional 6.1 de Intergraph i el Microsoft .Net Framework 2.0 o posterior.

Instal·lació

La aplicació s'instal·la mitjançant una executable que registre l'arxiu *.dll i el *.xmll. Aquest executable es troba a "C:\Archivos de Programa\Geomedia Professional\Program\ InstallAppCmd.exe" i s'ha d'executar sota una finestra de DOS. S'ha d'especificar els següents paràmetres:

/cmdset: Nom de la comanda

/loc: Ruta al arxiu xml de configuració

/dll : Ruta a la ubicació de la aplicació dll.

Amb aquest executable instal·lem i registrem la DLL. Un cop fet això, creem un nou menú dins de Geomedia Professional que es dirà "UOC" i dins la opció que activa la nostra aplicació.

Un cop registrada des del Geomedia Professional obrirem el menú *Herramientas > Personalizar...* i a menús, creem un nou menú (Botó: Barra de menús) que li donem el nom de UOC. Després a *Categorias* seleccionem totes les comandes i naveguem fins a trobar la nostra i afegir-la (Botó: Agregar) a la barra de menú que hem creat.

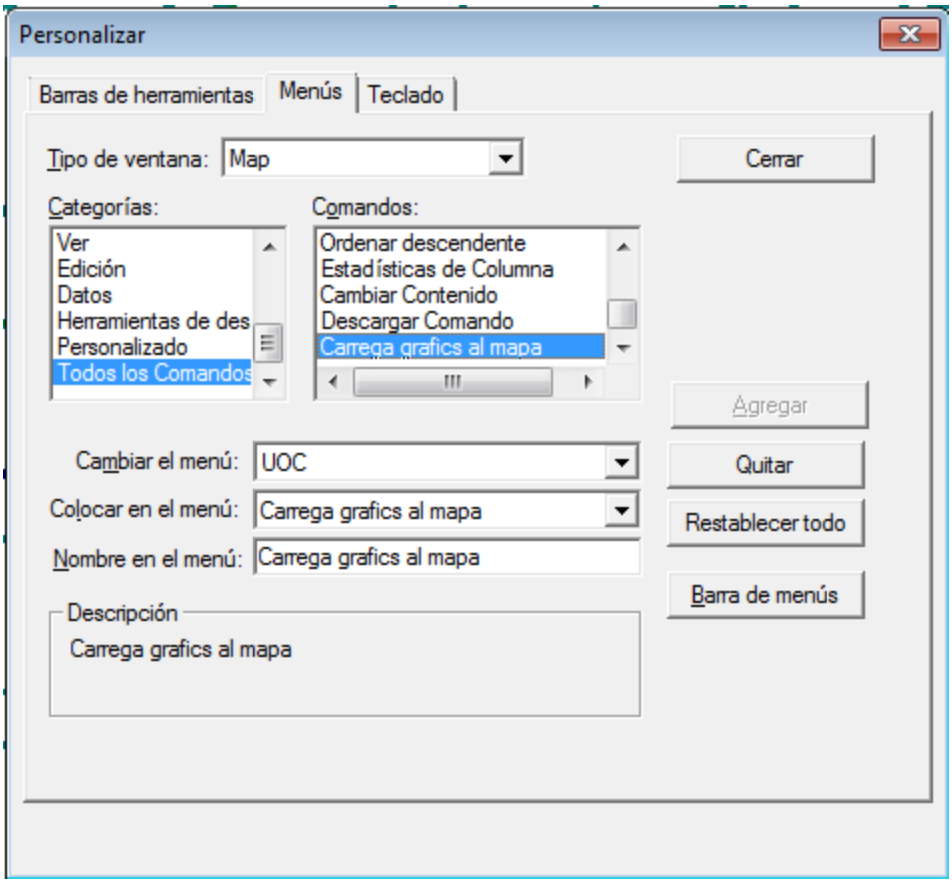


Figura 50. Afegir la comanda al Geomedia.

Funcionament

L'aplicació, en versió prototip, permet incorporar gràfics de barres o de línies de dades estadístiques a alguna capa d'entitats gràfiques carrega al Geoworkspace. Per activar la aplicació hem creat un nou menú a la barra de menús de Geomedia Professional que és diu UOC i conté una sola opció:

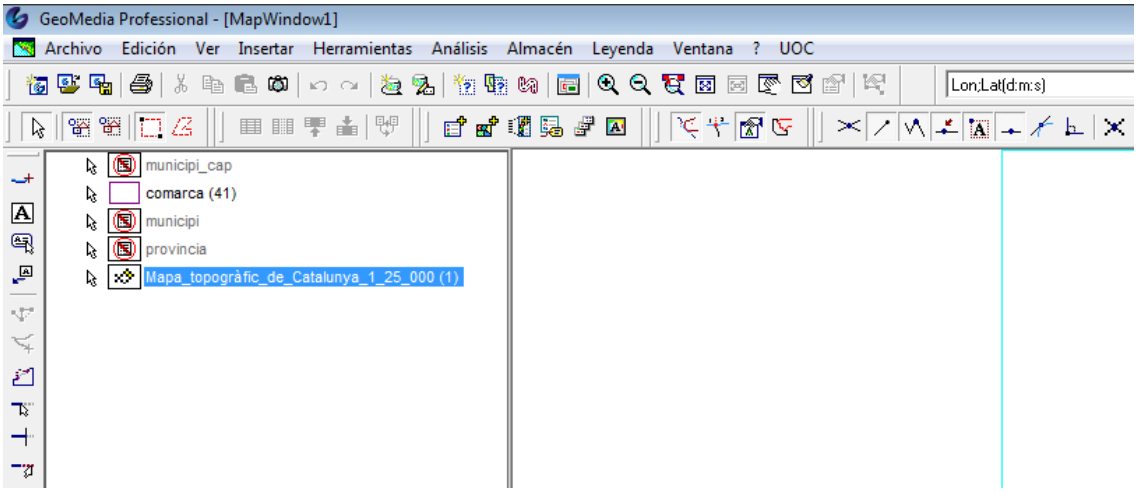


Figura 51. Menús de la aplicació.

Per crear els gràfics disposem de dos menús desplegables que contenen en el primer cas les taules de dades estadístiques i en el segon la relació de capes amb entitats gràfiques. L'usuari ha d'escollir la taula de dades que desitja i la capa d'entitats gràfiques adequades a les dades que ha escollit.

Un cop seleccionades tenim dues llistes de camps, una per cada element, per escollir el camp de cada una que servirà per relacionar les dades amb les seves entitats gràfiques. L'usuari ha de conèixer quins camps contenen dades vàlides per fer la relació.

Un cop establerta la relació cal seleccionar el rang de dades que volem representar. Per fer-ho hi ha una llista desplegable que permet fer selecció múltiple.

Per altra part, hem de seleccionar el tipus de gràfic que volem fer i els paràmetres que es detallen:

- Amplada de la línia
- Separació de cada columna de dades
- Alçada del gràfic

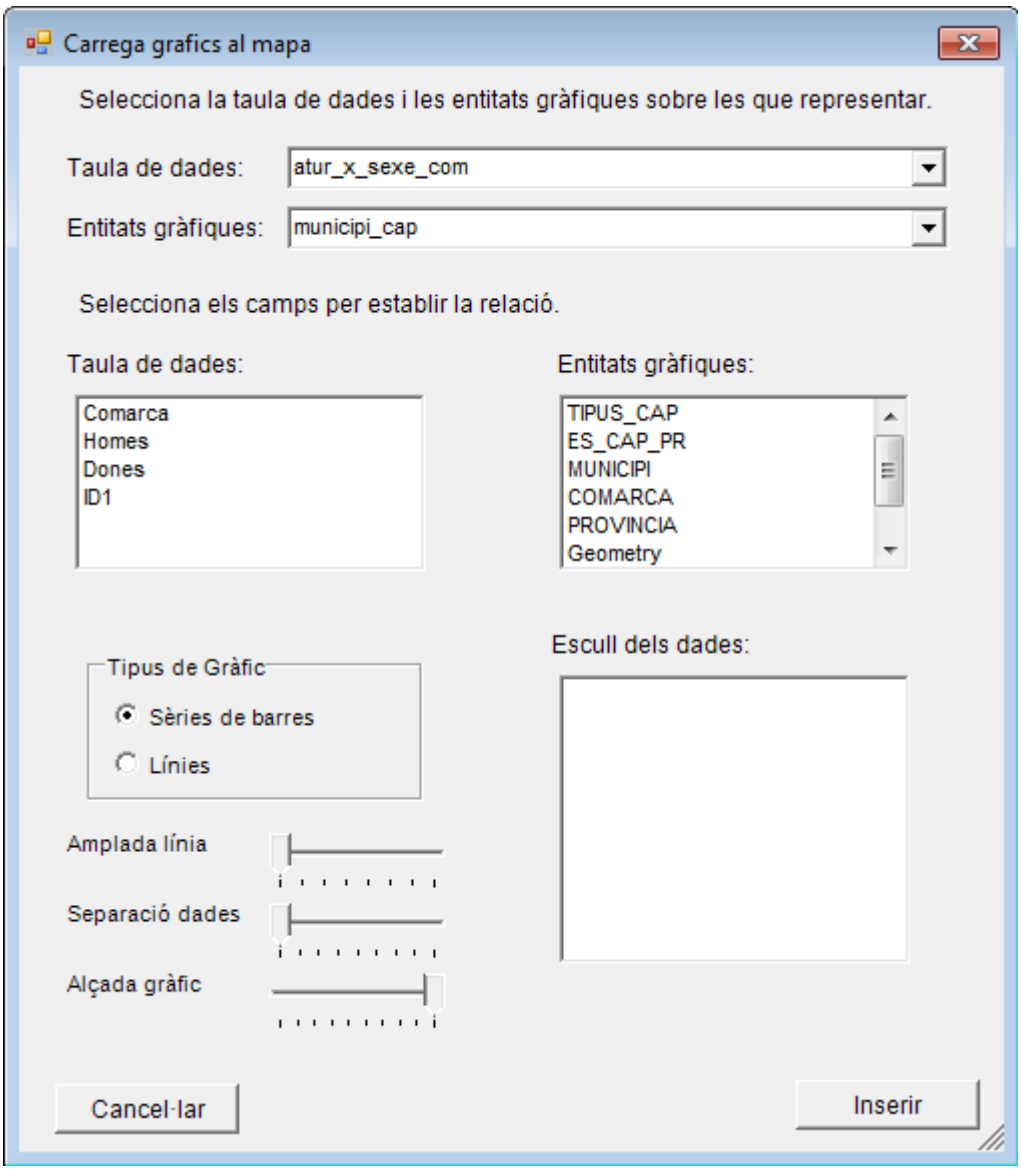


Figura 52. Finestra de la aplicació.

Amb aquests paràmetres ja podem inserir el gràfic al mapa amb el botó inserir. També tenim un botó per poder cancel·lar la acció i sortir de l'aplicació sense realitzar canvis.

El resultat pels gràfics de barres és el següent:

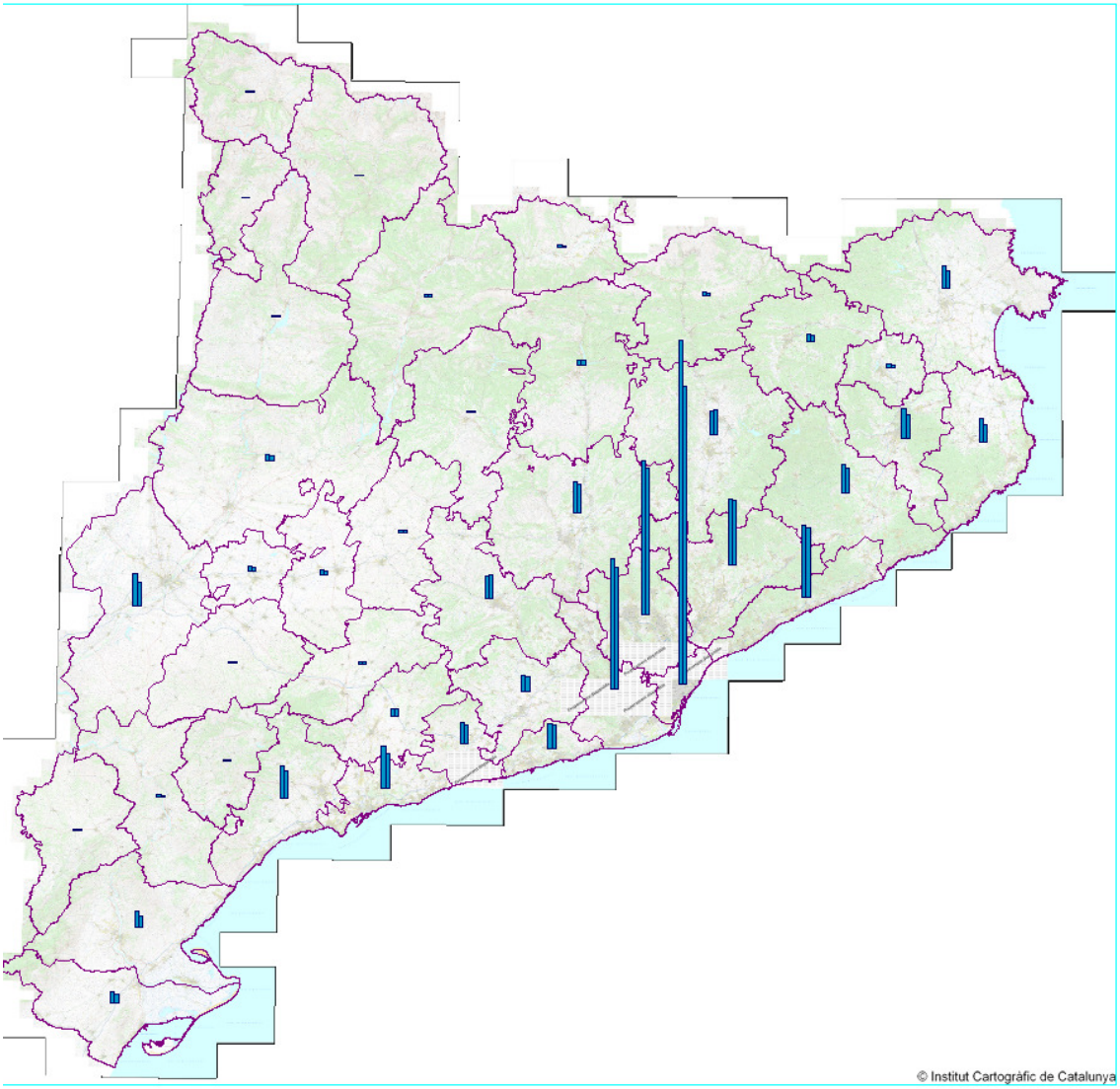


Figura 53. Gràfics de Barres

I pels gràfics de línies el mapa queda de la següent manera:

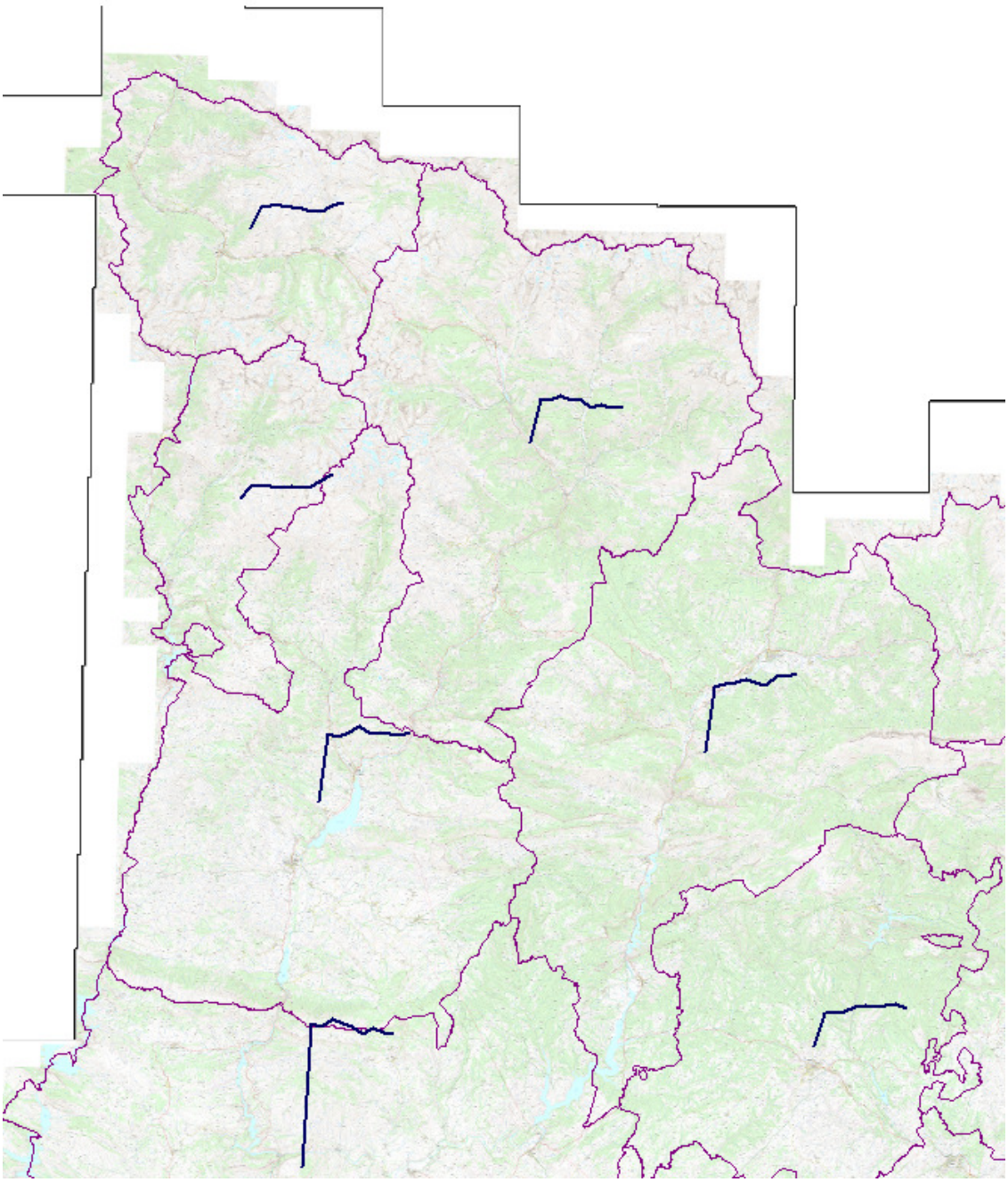


Figura 54. Gràfics de línies.

Conclusions

Aquest treball final de carrera dels estudis d'Enginyeria Tècnica Informàtica de Gestió de la UOC, s'emmarca dins l'àmbit dels Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) i concretament en l'entorn de Geomedia Professional en la seva versió 6.1, programari desenvolupat per la empresa Intergraph. Consisteix en el desenvolupament d'una aplicació de representació de dades per estendre la funcionalitat d'aquest programari.

Aquest treball consisteix en el desenvolupament d'una comanda que ens ha de permetre la representació temàtica de dades ubicant-les sobre el mapa. Aquesta funcionalitat no es troba implementada en aquest programari i resol d'una manera pràctica la problemàtica de mostrar diverses dades estadístiques d'una mateixa entitat geogràfica a la vegada. Normalment, en la representació de mapes temàtics es mostra una sola dada estadística per cada entitat mitjançant una llegenda. Combinant simbologies es pot arribar a representar mes d'una dada per entitat però la lectura del mapa es complica ràpidament. Mitjançant aquesta aplicació podem representar gràfics de línies o de barres per tantes dades com calgui, permetent una lectura més senzilla d'aquestes dades sobre el mapa.

La primera part del projecte ha consistit en la recerca de la informació necessària per generar l'entorn de treball sobre el qual desenvoluparem la aplicació. Aquesta fase ens ha permès conèixer la disponibilitat de la informació geogràfica i estadística sobre el nostre país que hi ha a Internet, bàsicament publicada per les institucions públiques com l'ICC i l'Idescat.

En la segona part s'ha pogut conèixer i treballar amb el programari Geomedia Professional 6.1 i s'ha constatat les possibilitats que aquests programari ofereix en quant a versatilitat i personalització de tasques dins el món del SIG. Si bé l'entorn de treball té una certa complexitat conceptual per l'usuari novell, els components que ofereix per la seva programació i personalització permeten, amb un esforç relativament baix, adequar-lo a les necessitats de cada us. A més, el fet d'utilitzar un llenguatge estàndard d'àmplia distribució com el Visual Basic facilita l'accés a qualsevol usuari amb coneixements de programació.

Línies futures de treball

El treball desenvolupat té caràcter de prototip per permetre la avaluació de la viabilitat de les tasques proposades. S'han desenvolupat dos tipus de gràfics d'una manera molt bàsica, que ens han permès comprovar el cost d'aquest tipus de desenvolupament.

Hi ha una sèrie de millores a realitzar sobre l'aplicació, que ens permetrien oferir un producte de més qualitat i resultats gràficament més aclaridors. Seguidament se'n llisten alguns:

Per als gràfics de barres:

- Afegir color a les diferents barres dels gràfics de barres per distingir millor les diferents sèries de dades.
- Afegir una escala als eix vertical per veure la magnitud de les dades i etiquetes al eix horitzontal per distingir de manera més clara a quina sèrie de dades correspon cada columna

Per als gràfics de línies:

- Afegir etiquetes als punts d'inflexió de la línia per saber de quina sèrie de dades es tracta.
- Afegir un eix horitzontal de referència i un eix vertical amb escalat orientatiu que permeti conèixer la magnitud de les dades.

Per tots els gràfics:

- Afegir algun control d'escalat per les dades de determinats elements que són molt més altes que la resta i que distorsionen la representació general. Aquest control existeix però és general per totes les dades i l'escala que va bé per algunes entitats no va bé per les altres.
- Afegir altres tipus de gràfics, com de pastís, etc.
- Afegir una finestra de previsualització dels gràfics abans de generar la capa gràfica i integrar-la al mapa.
- Permetre al usuari previsualitzar les dades dels camps escollits per establir la relació entre les dades estadístiques i les entitats gràfiques i així poder escollir sense tenir un coneixement previ del contingut de cada camp.
- Permetre al usuari escollir els colors amb els que vol treballar per cada sèrie de dades.

Bibliografia

[1] Deuker, K.J., and Kjerne, D. 1989 Multipurpose cadastre: Terms and definitions. (Falls Church, VA: ASPRS and ACSM.)

[2] Wikipedia. GIS http://ca.wikipedia.org/wiki/GIS

[3]Introducción a los sistemas de información geografica y geotelemática (Albert Botella Plana, Anna Munoz Bollas, Rosa Olivella Gonzalez, Joan Carles Olmedillas Hernandez, Jesus Rodriguez Lloret), Editorial UOC.

[4] Geographic Information Systems, 1991 (Longley, P.A; Goodchild, M.F.; Maguire, D.J.; Rhind, D.W.; et. al.)

[5] Wikipedia. Sistema de información Geografica. http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Información_Geográfica

[6]Wikipedia. Geoide http://ca.wikipedia.org/wiki/Geoide

[7] Fonaments dels Sistemes d'Informació Geogràfica. 2009. FUOC (Antoni Pérez Navarro (coordinador), et al.)

[8]Wikipedia. UTM. http://ca.wikipedia.org/wiki/UTM

[9] Institut Cartogràfic de Catalunya. ICC. http://www.icc.es/

[10] Google Maps. http://maps.google.com/

[11] Google Earth. http://www.google.com/earth/index.html

[12] Google StreetView. http://maps.google.es/intl/es/help/maps/streetview/

[13] Idec Local. http://www.geolocal.cat/idelocal/cat/que-es/dades-espacials/

[14] ETRS89. ICC. http://www.icc.cat/cat/Home-ICC/Inici/Geodesia/ETRS89

[15] International Cartographic Association, ICA. http://icaci.org/

[16] Intergraph. http://www.intergraph.com/global/es/

[17] Visual Basic versus .NET. http://www.sqlmag.com/article/visual-basic-vb/vb-6-0-vs-vb-net

[18] Wikipedia. Visual Studio: http://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio

[19] IDEC. http://www.geoportal-idec.net/geoportal/cat/geoserveis/ws-i/

[20] Generalitat de Catalunya. http://www10.gencat.cat/sac/AppJava/organisme_fitxa.jsp?codi=1520

[21] IDESCAT. http://www.idescat.cat/

[22] Building in Geomedia Professional engine. 2011. Intergraph.