

**UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA**

**ENGINYERIA EN INFORMÀTICA**

**Creació d'un Sistema d'informació Geogràfic per a la consulta i gestió  
de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©**

**MEMÒRIA**

**Alumne: Edgar Domingo Criado [edgar@uoc.edu]  
Dirigit per: Anna Muñoz Bolas [amunozbo@uoc.edu]**

**Curs 2007-2008 (Setembre)**

A la Cristina,  
ja que sense el seu suport mai no hagués  
finalitzat aquesta nova etapa d'estudis.

## Resum

El present document, que correspon al projecte final de carrera del segon cicle d'Enginyeria Informàtica, té l'objectiu de realitzar una explicació dels passos i les tasques realitzades per a la construcció d'un Sistema d'informació Geogràfica (SIG) que permeti la gestió de vèrtexs geodèsics de Catalunya i la implementació de l'algorisme de Delaunay sobre un conjunt de vèrtexs seleccionats.

Per assolir aquest objectiu, es necessari tenir coneixements de què és un SIG i de les seves possibilitats. També es indispensable disposar de les nocions bàsiques sobre cartografia i finalment, saber les possibilitats que Geomedia Professional 6.0 ofereix per assolir l'objectiu del PFC.

D'una forma més detallada, aquesta memòria s'estructura ens els següents punts:

- **Objectius.** S'exposa els objectius de la memòria així com els del projecte final de carrera. Finalment s'especifiquen els resultats esperats en la finalització del projecte.
- **Introducció als sistemes d'informació geogràfica.** Es realitza una introducció als coneixements bàsics referents als sistemes d'informació geogràfica, així com els seus tipus.
- **Introducció als fonaments de la cartografia.** En aquest capítol s'exposen conceptes generals de cartografia i geodèsia necessaris per a la realització del projecte.
- **Introducció a Geomedia Professional.** En aquest apartat s'especifica l'eina utilitzada per la realització del SIG, així com de les funcionalitats que ofereix i les seves característiques principals.
- **Construcció del SIG.** En aquest apartat s'especifiquen els passos realitzats utilitzats per la creació del SIG, fent servir les eines estàndard de Geomedia Professional.
- **Programació del SIG.** En aquest capítol es detallen les tasques realitzades per la creació de comandes externes, que interactuen amb el SIG. D'aquesta manera es poden realitzar comandes impossibles d'aconseguir amb les funcionalitats estàndard del SIG.
- **Conclusions.** Finalment s'exposen les conclusions obtingudes al finalitzar el projecte, així com possibles millores o accions posteriors a realitzar.

# 1. Índex

<b>1. ÍNDEX</b> .....	<b>4</b>
<b>2. ÍNDEX DE FIGURES</b> .....	<b>6</b>
<b>3. INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>8</b>
3.1. OBJECTIUS .....	8
3.1.1. <i>El document</i> .....	8
3.1.2. <i>El projecte</i> .....	8
3.1.3. <i>Resultats esperats</i> .....	8
3.2. ORGANITZACIÓ DEL PROJECTE .....	10
3.2.1. <i>Resum de tasques</i> .....	10
3.2.2. <i>Fites Principals</i> .....	10
3.2.3. <i>Planificació</i> .....	11
3.2.4. <i>Seguiment de la planificació</i> .....	15
3.3. MATERIAL .....	15
3.4. INCIDÈNCIES RISCOS .....	15
3.4.1. <i>Risc incompliment en fites</i> .....	15
3.4.2. <i>Risc desconeixement tecnològic</i> .....	16
3.4.3. <i>Risc desconfiguració o pèrdua de dades</i> .....	16
3.5. EQUIP DE TREBALL I DEFINICIÓ DE ROLLS .....	16
3.5.1. <i>Equip de treball</i> .....	16
3.5.2. <i>Definició de Rols</i> .....	16
3.6. MECANISMES DE CONTROL .....	16
3.6.1. <i>Trobada presencial</i> .....	16
3.6.2. <i>Fòrum</i> .....	17
3.6.3. <i>Missatges a Consultor</i> .....	17
3.6.4. <i>Revisions de control</i> .....	17
<b>4. INTRODUCCIÓ AL SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA</b> .....	<b>18</b>
4.1. QUÈ ÉS UN SISTEMA D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA .....	18
4.2. VÈRTEX GEODÈSICS .....	18
4.3. BASES DE DADES GEOGRÀFIQUES .....	18
4.4. TIPUS DE SIG .....	19
4.4.1. <i>SIG Vectorials</i> .....	20
4.4.2. <i>SIG Raster</i> .....	20
4.4.3. <i>SIG orientats a objectes</i> .....	21
<b>5. INTRODUCCIÓ ALS FONAMENTS DE LA CARTOGRAFIA</b> .....	<b>22</b>
5.1. GEOIDE I DATUM .....	22
5.2. DATUM OFICIAL D'ESPANYA .....	23
5.3. SISTEMES DE COORDENADES .....	24
5.4. DIRECCIONS .....	25
5.5. PROJECCIONS .....	25
5.5.1. <i>Projecció Universal Transversa de Mercator (UTM)</i> .....	28
5.6. REPRESENTACIÓ DELS ELEMENTS SOBRE LA SUPERFÍCIE TERRESTRE .....	29
5.6.1. <i>Fenòmens de l'espai, variables, entitats i events</i> .....	29
5.6.2. <i>Escala</i> .....	30
<b>6. INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA</b> .....	<b>31</b>
6.1. FUNCIONS DE L'ICC .....	31
6.2. CARTOGRAFIA EXISTENT .....	32
<b>7. INTRODUCCIÓ A GEOMEDIA PROFESSIONAL 6.0</b> .....	<b>33</b>

**Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©**

---

7.1.	INTERGRAPH .....	33
7.2.	GEOMEDIA PROFESSIONAL 6.0.....	33
7.3.	COMPONENTS PRINCIPALS.....	34
7.3.1.	<i>GeoworkSpace</i> .....	34
7.3.2.	<i>Magatzem</i> .....	34
7.3.3.	<i>Sistema de coordenades</i> .....	35
7.3.4.	<i>Entitat</i> .....	35
7.3.5.	<i>Anàlisis</i> .....	36
7.3.6.	<i>Finestres</i> .....	36
7.3.7.	<i>Estils</i> .....	37
<b>8.</b>	<b>CONSTRUCCIÓ DEL SIG .....</b>	<b>38</b>
8.1.	CREACIÓ DEL WORKSPACE.....	38
8.2.	CREACIÓ DEL MAGATZEM .....	40
8.3.	INCORPORACIÓ DE DADES EXTERNES .....	40
8.3.1.	<i>Base Municipal de Catalunya</i> .....	40
8.3.2.	<i>Ortofotomapes</i> .....	43
8.3.3.	<i>Localització vèrtex geodèsics</i> .....	46
8.3.4.	<i>Informació Vèrtex Geodèsics</i> .....	48
8.3.5.	<i>Consolidació de les dades</i> .....	50
8.3.6.	<i>Digitalització d'elements</i> .....	51
<b>9.</b>	<b>PROGRAMACIÓ DEL SIG .....</b>	<b>52</b>
9.1.	ENTORN DE DESENVOLUPAMENT VISUAL BASIC .....	52
9.1.1.	<i>Interfície de programació</i> .....	52
9.1.2.	<i>Geomedia Comand Wizard</i> .....	54
9.2.	MODEL DE BASE DE DADES .....	55
9.3.	TRIANGULACIÓ DE DELAUNAY .....	57
9.3.1.	<i>Característiques de la Triangulació de Delaunay</i> .....	58
9.3.2.	<i>Algoritme Triangulació de Delaunay</i> .....	59
9.4.	IMPLEMENTACIÓ INTERFÍCIE GRÀFICA .....	62
9.4.1.	<i>Formulari d'inici</i> .....	62
9.4.2.	<i>Càrrega de vèrtex geodèsics</i> .....	62
9.4.3.	<i>Vèrtex Geodèsics</i> .....	65
9.4.4.	<i>Digitalitzacions</i> .....	69
9.4.5.	<i>Triangulació de Delaunay</i> .....	70
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>71</b>
10.1.	TREBALLS FUTURS .....	72
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>73</b>
11.1.	DOCUMENTS .....	73
11.2.	ENLLAÇOS A INTERNET.....	73
<b>12.</b>	<b>ANNEX 1 . LINKS A PLANES WEB REFERENTS A SIG.....</b>	<b>74</b>
12.1.	GLOSSARI DE TERMES .....	74
12.2.	DEFINICIONS DE GIS .....	74
12.3.	CARTOGRAFIA.....	74
12.4.	GEODÈSIA .....	75
12.5.	XARXES GEODÈSIQUES.....	75
12.6.	INSTITUCIONS I SIG.....	75
12.7.	SOFTWARE SIG .....	75
12.8.	SERVIDORS DE MAPES.....	76
12.9.	REVISTES I PORTALS SIG .....	77
12.10.	PÀGINES PERSONALS .....	77
12.11.	BITÀCORES.....	77

## 2. Índex de figures

Il·lustració 1 Diagrama de Gannt. Planificació tasques principals .....	11
Il·lustració 2 Diagrama Gannt. Subtasques .....	13
Il·lustració 3 Diagrama Gannt. Subtasques .....	14
Il·lustració 4 SIG Vectorial i Raster. ....	19
Il·lustració 5 Formació de línies i polígons en topologia Arc-Node. ....	20
Il·lustració 6 Desviació mitja del geoide respecte de l'el·lipsoide de revolució. ....	22
Il·lustració 7 El el·lipsoide Terrestre .....	23
Il·lustració 8 Coordenades Cartesianes en 3 dimensions.....	24
Il·lustració 9 Coordenades geogràfiques. ....	25
Il·lustració 10 Classificació de projeccions en funció de l'objecte geomètric. ....	26
Il·lustració 11 Projecció de Mercator Transversa.....	28
Il·lustració 12 Fusos i zones UTM .....	29
Il·lustració 13 Escala gràfica .....	30
Il·lustració 14 VISSIR. Aplicació de l'ICC per descarregar mapes. ....	32
Il·lustració 15 Geomedia. Creació del Workspace. ....	38
Il·lustració 16 Geomedia. Pantalles de configuració del sistema de coordenades del GeoWorkspace.....	39
Il·lustració 17 Geomedia. Importació dades CAD. ....	41
Il·lustració 18 Geomedia. Importació dades ArcView. ....	41
Il·lustració 19 . Mapa municipal de Catalunya extret de l'ICC.....	42
Il·lustració 20 . Classes a exportar al magatzem Access. ....	42
Il·lustració 21 . Visualització del Mapa Municipal de Catalunya, en diferents escales. ....	43
Il·lustració 22 Creació entitat imatge.....	44
Il·lustració 23 Inserció imatge interactiva. ....	44
Il·lustració 24 Registrar imatge interactiva.....	45
Il·lustració 25 Solapament imatges interactives. ....	45
Il·lustració 26 Vèrtex geodèsics de Catalunya.....	46
Il·lustració 27 Propietats d'estil. Tipus de vèrtex .....	46
Il·lustració 28 Tipus de xarxes geodèsiques .....	47
Il·lustració 29 Propietats d'estil. Xarxa Vèrtex. ....	47
Il·lustració 30 Geomedia. Visualització del mateix element amb diferents estils i en funció de l'escala. ....	48
Il·lustració 31 MS Access. Nova taula. Importar taula.....	48
Il·lustració 32 MS Access. Importar taula, configuració de camps.....	49
Il·lustració 33 MS Access. Registres de la taula INFO_XU .....	49
Il·lustració 34 MS Access. Instrucció SQL per realitzar el traspàs de dades. ....	50
Il·lustració 35 MS Access. Instrucció SQL per detecció de vèrtex duplicats.....	50
Il·lustració 36 Digitalització de piscines a partir d'imatges raster. ....	51
Il·lustració 37 Geomedia. Comand Wizard. ....	54
Il·lustració 38 Exemple de l'estructura creada al VB.....	54
Il·lustració 39 Afegir la comanda al Geomedia.....	55
Il·lustració 40 Model Entitat – Relació.....	56
Il·lustració 41 Vista en perspectiva d'un terreny .....	57
Il·lustració 42 Triangulació de Delaunay. Realització de Flip .....	58

Il·lustració 43	Formulari principal de l'aplicació. ....	62
Il·lustració 44	Formulari Vèrtex. ....	65
Il·lustració 45	Vèrtex geodèsics, selecció de filtres.....	66
Il·lustració 46	Vèrtex geodèsics, visualització del resultat.....	66
Il·lustració 47	Triangulació de Delaunay amb vèrtex de Primer Ordre de Barcelona....	67
Il·lustració 48	Pantalla de modificació de vèrtex .....	68
Il·lustració 49	Pantalla Consulta d'elements digitalitzats.....	69
Il·lustració 50	Triangulació de Delaunay amb tots els vèrtex del sistema. ....	70

## 3. Introducció

### 3.1. Objectius

A continuació s'exposa una presentació tant del contingut d'aquest document com del projecte que descriu.

#### 3.1.1. El document

El present document descriu la feina realitzada per a l'execució del Projecte final de carrera (PFC) dels estudis d'Enginyeria d'Informàtica, realitzats a la universitat Oberta de Catalunya, per l'estudiant Edgar Domingo Criado.

Un cop establerts els objectius i definit l'abast del projecte, es presenta una introducció als sistemes d'informació geogràfica, als fonaments de cartografia i a l'aplicació Geomedia Professional 6.0.

Un cop definides les eines de treball i els coneixements previs necessaris, es realitza una explicació del cas pràctic corresponent a la gestió de vèrtexs geodèsics així com la implementació de l'algorisme de Delaunay.

Finalment un cop realitzada la finalització de totes les tasques, s'exposen les conclusions finals i les possibles millores o continuacions.

#### 3.1.2. El projecte

Un sistema d'informació geogràfica (SIG o GIS, en el seu acrònim anglès) és una integració organitzada de hardware, software, dades geogràfiques i personal. Són dissenyats per capturar, emmagatzemar, manipular, analitzar i desplegar en totes les seves formes la informació geogràficament referenciada amb el fi de resoldre problemes complexos de planificació y gestió.

El projecte consisteix en la construcció d'un sistema d'informació geogràfica que permetrà la gestió (consulta, modificació i esborrat) de vèrtexs geodèsics de Catalunya utilitzant l'eina Geomedia PRO6.0©, el llenguatge de programació Visual Basic 6© i la implementació de l'algorisme de Delaunay sobre un conjunt de vèrtexs seleccionats.

#### 3.1.3. Resultats esperats

Una vegada dut a terme aquest projecte s'espera disposar del coneixement per crear, manipular i analitzar informació espacial amb un SIG, assolint els següents objectius:

- Comprendre els conceptes de la tecnologia SIG i la seva metodologia.



**Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©**

---

- Conèixer l'estructura dels tipus de dades i el concepte de topologia.
- Manipular dades geogràfiques.
- Saber plantejar un projecte SIG.
- Demostrar coneixements pràctics de les operacions d'anàlisi espacial i transformacions en el SIG analitzat.
- Automatitzar processos en llenguatges de programació estàndards per crear noves opcions en Geomedia Professional 6.0.

## 3.2. Organització del projecte

### 3.2.1. Resum de tasques

A continuació es detallen les tasques principals en que s'ha estructurat el projecte:

- **Tasca “Pla de treball”:** Aquesta tasca inclou l'elaboració dels objectius del PFC, així com, la generació del pla de treball que es seguirà durant l'execució del projecte.
- **Tasca “PAC2”:** Aquesta tasca inclou l'estudi necessari per la correcta creació del PFC, així com, la generació dels capítols relacionats amb els coneixements necessaris als Sistemes d'informació geogràfica, als fonaments de cartografia i la introducció a l'aplicació Geomedia Professional 6.0.
- **Tasca “PAC3”:** Aquesta tasca inclou l'obtenció de les dades necessàries per la realització de l'estudi, així com, la seva preparació per poder-les utilitzar, l'anàlisi i la implementació de l'eina de gestió de la base de vèrtex geodèsics i la generació de l'algoritme de Delaunay.
- **Tasca “Entrega Final”:** En aquesta tasca es realitzarà la creació de la presentació virtual així com retocs en la memòria final.

### 3.2.2. Fites Principals

S'han establert com a fites principals del projecte, aquelles dates en les que correspon un lliurament d'una part de la memòria i l'entrega final. Aquestes fites, en el cas de no ser complides afectarien al camí crític del projecte.

Les fites definides han estat les següents:

- **Entrega enunciat/Inici Curs :** Inici del semestre de setembre corresponent al període 2007-2008. Lliuraments:
  - Enunciat del PFC efectuat pel consultor de l'assignatura.
  - Presentació de les dates d'entrega de la memòria i del debat virtual.
- **Presentació prèvia PAC1:** Presentació de la PAC1 al consultor per poder realitzar correccions. Lliuraments:
  - Esborrany “Pla de treball”
- **Presentació final PAC1:** Es farà l'entrega de la documentació corresponent a la PAC1 amb les modificacions i anotacions realitzades pel consultor. Lliuraments:
  - Documentació final del “Pla de projecte”
- **Presentació prèvia PAC2:** Presentació de la PAC2 al consultor per poder realitzar correccions. Lliuraments:

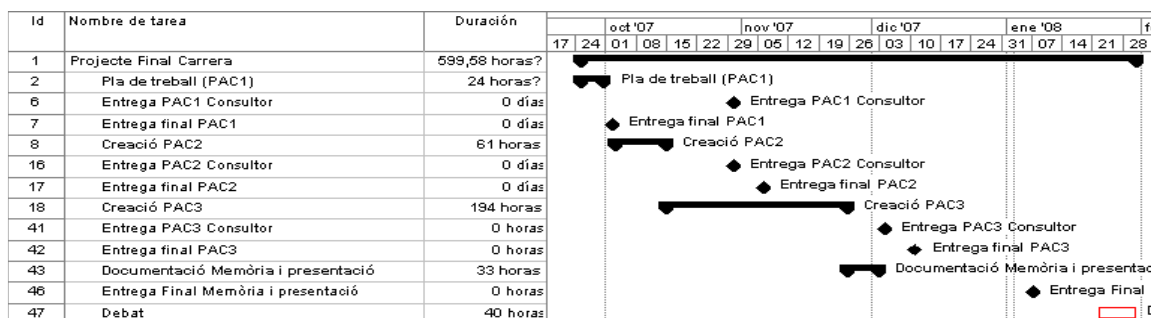
- Esborrany PAC2
- **Presentació final PAC2:** Es farà l'entrega de la documentació corresponent a la PAC2 amb les modificacions i anotacions realitzades pel consultor. Lliuraments:
  - Documentació final de la PAC2
- **Presentació Prèvia PAC2:** Presentació de la PAC1 al consultor per poder realitzar correccions. Lliuraments:
  - Esborrany PAC2
- **Presentació final PAC3:** Es farà l'entrega de la documentació corresponent a la PAC2 amb les modificacions i anotacions realitzades pel consultor. Lliuraments:
  - Documentació final de la PAC3
- **Presentació final memòria:** Entrega de tota la documentació corresponent al PFC amb totes les correccions realitzades pel consultor. Lliuraments:
  - Memòria del PFC
  - Presentació del PFC

A continuació s'especifiquen les dates de les fites:

<i>Fita</i>	<i>Data</i>
<i>Trobada presencial</i>	06/10/2007
<i>Presentació prèvia PAC2</i>	30/10/2007
<i>Presentació final PAC2</i>	06/11/2007
<i>Presentació prèvia PAC3</i>	04/12/2007
<i>Presentació final PAC3</i>	11/12/2007
<i>Presentació final Memòria</i>	07/01/2008
<i>Debat virtual</i>	[21-25]/01/2008
<i>Tancament PFC</i>	25/01/2008

### 3.2.3. Planificació

A continuació es visualitza el Diagrama de Gantt amb la planificació de les principals tasques i fites.

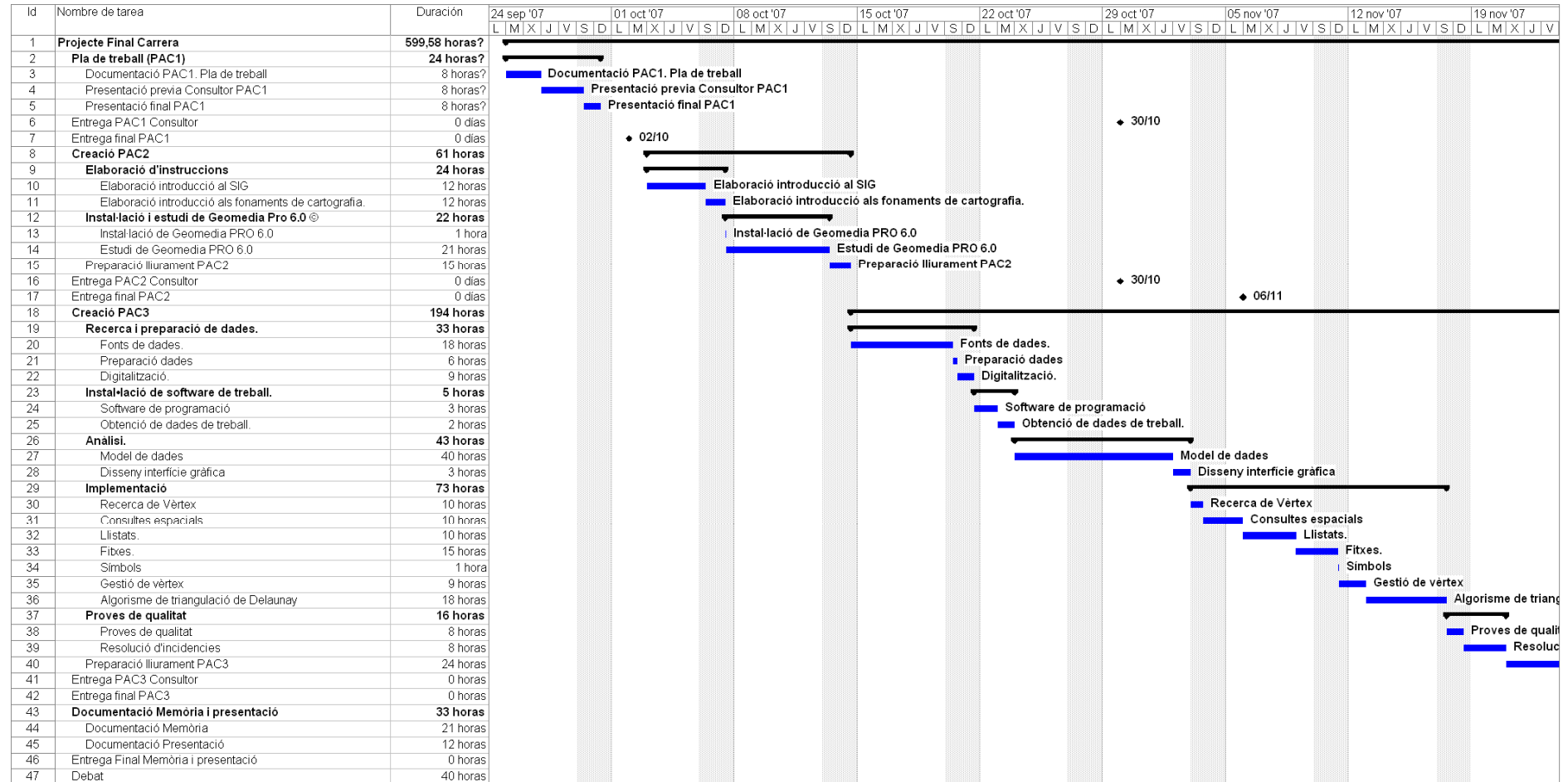


Il·lustració 1 Diagrama de Gantt. Planificació tasques principals

Com es pot apreciar en el diagrama de Gantt, les tasques de generació de les PAC2, PAC3 i memòria, s'han planificat de tal manera que la seva finalització correspongui a un termini considerablement anterior a les fites d'entrega. D'aquesta manera s'aconsegueix disposar d'un temps per a solucionar possibles problemes o retards en les entregues.

A continuació es presenta el diagrama de Gantt detallat per tasques i subtasques.

Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©



Il·lustració 2 Diagrama Gannt. Subtasques



### 3.2.4. Seguiment de la planificació

Un cop finalitzat el projecte s'ha pogut apreciar que el seguiment i la realització de les tasques no ha coincidit exactament amb el planificat. Les principals causes de desviació han estat:

- El procés d'aprenentatge i de documentació de Geomedia Professional, ha estat més difícil de l'esperat, essent la principal causa d'endarreriment
- L'estudi de la generació de codi de Visual Basic i la creació de la comanda mitjançant el Wizard de Geomedia també han estat més difícils de l'esperat. Sobretot en el temps que se li ha dedicat al intentar depurar l'aplicació.
- La no possibilitat de depurar el codi en Visual Basic també ha allargat el temps en realitzar la programació de l'aplicació, degut a la dificultat en la detecció d'errors en el codi.
- Inicialment, no s'havia comprès correctament l'abast del projecte fet que s'anava corroborant a mida que s'anava realitzant aquest.

### 3.3. *Material*

A continuació es detalla el material necessari per a la resolució del projecte.

- Windows XP
- Geomedia professional 6.0
- Visual Basic 6.0
- Gestor de Base de dades (Access)
- MrSid de Lizardtech
- Microsoft Office 2003 (Excel, Word, Power Point)

### 3.4. *Incidències Riscos*

A continuació s'especifiquen les possibles incidències que es poden detectar durant la realització del projecte.

#### 3.4.1. Risc incompliment en fites

Es bàsic per el correcte seguiment del projecte el compliment de les tasques planificades, així com evitar desviacions en les fites establertes.

**Acció a realitzar.**

Quan s'aprecii un desviament important en una tasca, s'haurà de realitzar un esforç de treball fora de l'horari establert per al projecte.

### 3.4.2. Risc desconeixement tecnològic

Es realitzarà un projecte sobre una tecnologia i uns conceptes nous per l'estudiant. Això pot produir desviacions importants en el compliment de les fites.

**Acció a realitzar.**

S'ha realitzat una planificació a l'alça en aquells apartats on l'estudiant té més desconeixements de la matèria.

### 3.4.3. Risc desconfiguració o pèrdua de dades

Durant la realització del projecte es pot produir una pèrdua de les dades o desconfiguració del sistema.

**Acció a realitzar.**

Es realitzaran còpies de seguretat en unitats externes a l'entorn de treball periòdicament.

## 3.5. *Equip de treball i definició de Rolls*

En aquest apartat es definiran els diferents equips de treball així com de les persones implicades en el projecte i els seus rols respectius.

### 3.5.1. Equip de treball

Aquest projecte és realitza de manera individual per un únic estudiant no sent permesa la realització en equip. No obstant es disposarà del suport del consultor de l'assignatura i de l'espai del fòrum on altres alumnes de PFC podran aportar els seus comentaris.

### 3.5.2. Definició de Rolls

Les persones que participaran en la realització i el perfil, corresponen:

**Alumne:** Edgar Domingo Criado

**Consultor:** Anna Muñoz Bolas

**Professor responsable de l'assignatura:** Antoni Pérez Navarro

## 3.6. *Mecanismes de Control*

### 3.6.1. Trobada presencial

Es realitza una reunió presencial al inici del semestre en la qual s'explica la mecànica a realitzar pel PFC. També hi ha un espai reservat per resoldre tot tipus de dubtes corresponents al PFC.



### **3.6.2. Fòrum**

Espai on es pot expressar els dubtes que es considerin generals de manera que els companys d'altres PFC o el consultor puguin ajudar a solucionar-los.

### **3.6.3. Missatges a Consultor**

Espai on es pot realitzar consultes molt específiques del projecte directament al consultor de l'assignatura.

### **3.6.4. Revisions de control**

Procés de control de lliuraments. En aquest procés el consultor pot realitzar correccions i aportar comentaris sobre el lliurament final.

## 4. Introducció al Sistemes d'Informació Geogràfica

En aquest apartat s'explica que són els sistemes d'informació geogràfica, els models de dades existents i les principals diferències entre un sistema d'informació geogràfica de la resta de sistemes d'informació.

### 4.1. *Què és un sistema d'informació geogràfica.*

Es pot definir un sistema d'informació geogràfica (SIG en català o GIS en anglès, **Geographic Information System**) com una tecnologia de manipulació de la informació geogràfica, formada per equips electrònics (**maquinari**), fent servir programes específics (**programari**) que permeten treballar una sèrie de dades espacials (**informació geogràfica**) i realitzar anàlisis dissenyats per un analista (**persona**).

De tots aquests elements que conformen un SIG, el més important és la informació geogràfica. Aquest element, és la principal diferència entre un sistema d'informació geogràfica de qualsevol altre sistema d'informació. Així mateix, la naturalesa d'aquest tipus d'informació, conté tant informació espacial com informació temàtica de les dades.

A diferència d'un Sistema d'Informació Bancari, que conté únicament dades alfanumèriques (noms, direccions, números de comptes,...), les bases de dades d'un SIG han d'emmagatzemar, a més a més, delimitacions espacials de cada un dels objectes geogràfics.

### 4.2. *Vèrtex geodèsics*

Un vèrtex geodèsic és una senyal informativa permanent, la qual indica l'alçada exacta sobre el nivell del mar, i que forma part d'una xarxa de triangles on les seves coordenades estan calculades amb molta precisió. Aquesta xarxa de triangles és a nivell planetari. D'aquesta manera, tota la Terra està comunicada a través de vèrtex geodèsics, basant-se amb el mateix sistema de coordenades.

Físicament, cada vèrtex geodèsic està representat per un cilindre de 120cm d'alçada, sobre un pedestal de formigó i pintat de color blanc. Inicialment han estat situats en llocs alts i lliures d'obstacles, per poder visualitzar altres punts.

Els vèrtex geodèsics es cataloguen en tres categories de 1er, 2on i 3er ordre. La xarxa de primer ordre (més precisa) té els seus vèrtex separats uns 40 KM mentre que les altres 2 per 20 i 5 KM respectivament.

### 4.3. *Bases de dades geogràfiques*

La construcció de les bases de dades geogràfiques consisteix en un procés de simplificació del món real, per a que es pugui enregistrar en una base de dades. Aquesta informació normalment està enregistrada en forma de capes. D'aquesta manera, cada capa tindrà la informació temàtica necessària en l'estudi que es vol obtenir.

## Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

No obstant, la transformació del món real en capes, té les seves complicacions i limitacions:

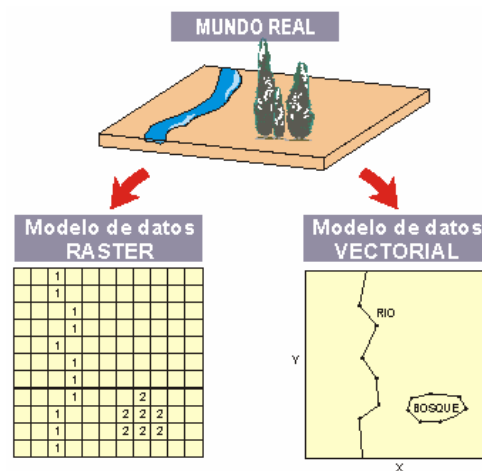
- El maquinari necessita treballar amb dades molt simplificades, amb el que implica un alt nivell d'abstracció del món real i interpretar-lo mitjançant símbols (punts, rectes, polígons). Objectes que un maquinari pot comprendre.
- Tots els objectes espacials tenen una relació espacial entre ells mateixos (topologia).

Existeixen diferents maneres de modelitzar les relacions espacials entre diferents objectes. Trobant tres grups principals:

- Vectorial.
- Raster.
- Orientats a objectes.

### 4.4. Tipus de SIG

En funció del model de dades implementat en cada sistema podem trobar tres tipus de Sistemes de Informació Geogràfica; Vectorials, que fan servir vectors per limitar els objectes espacials; Raster, fan servir un sistema de cel·les quadriculares i Orientats a Objectes. No obstant la majoria dels SIG pertanyen als dos primers grups.



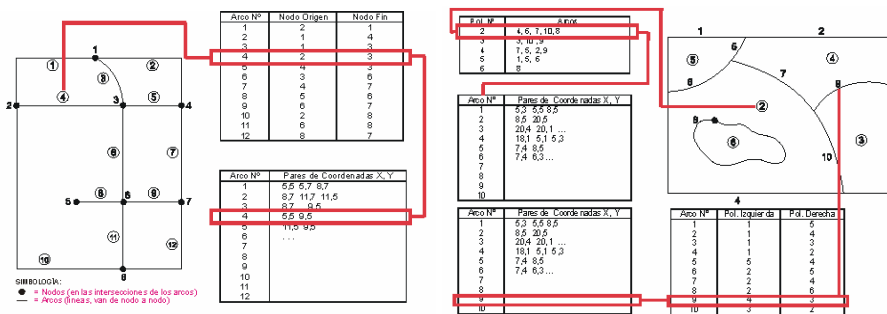
**Il·lustració 4 SIG Vectorial i Raster.**

A continuació es farà una explicació més detallada de cadascun d'ells.

### 4.4.1. SIG Vectorials

Els SIG Vectorials fan servir, per descriure els objectes geogràfics, vectors definits per parells de coordenades relatives a algun sistema referència<sup>1</sup>. D'aquesta manera, un mapa queda reduït a una sèrie de parells ordenats de coordenades, utilitzades per representar punts, línies i superfícies. Amb un parell de coordenades i la seva altitud es pot gestionar un punt (punt geodèsic); Amb dos punts, es gestiona una línia; i amb diverses línies es pot generar un polígon.

El mètode més robust per generar topologia vectorial correspon a la topologia arc-node. Aquesta topologia basa l'estructuració de tota la informació geogràfica en parells de coordenades, que són l'entitat bàsica d'informació per aquest model de dades. Amb parells de coordenades forma vèrtexs i nodes, i amb l'agrupació d'aquests forma línies a partir de les quals es formen polígons.



Il·lustració 5 Formació de línies i polígons en topologia Arc-Node.

Els SIG Vectorials s'acostumen a fer servir per treballar amb objectes que estan clarament delimitats, com cases, carreteres, rius,...

La captura de la informació vectorial es pot fer mitjançant alguna d'aquestes tècniques o mitjans:

- Taules digitalitzadores.
- Convertidors de format Raster a format Vectorial.
- Sistemes de Geoposicionament Global (GPS)
- Entrades de dades alfanumèriques

### 4.4.2. SIG Raster

Els Sistemes d'Informació Raster basen la seva funcionalitat en un concepte de veïnatge entre objectes geogràfics. La seva manera de treballar es dividir la superfície a estudiar en una malla regular de petites cel·les (píxels) i atribuir un valor a cada cel·la en funció del seu valor temàtic. Com que la malla es regular (mida de píxel igual per tota la malla) i, es coneix la posició en coordenades del centre d'una de les cel·les, es pot dir que tots els píxels estan georeferenciats.

<sup>1</sup> Sistema de referència: Veure apartat "Introducció als fonaments de la cartografia"

En funció de la mida del píxel s'aconsegueixen diferents precisions dels objectes a estudiar. Si es desitja major precisió, la mida del píxel s'ha de reduir. D'aquesta manera, s'aconsegueix un major nombre de files i columnes, com a conseqüència cal disposar d'un maquinari més potent.

Aquests formats s'obtenen quan es digitalitza un mapa o una fotografia. La captura de la informació es pot realitzar mitjançant els següents medis:

- Scanners
- Imatges de satèl·lits
- Fotografies aèries.

Els SIG Raster s'acostumen a realitzar per la descripció d'objectes geogràfics amb límits difusos, com podria ser els límits d'una area forestal, els graus d'un núvol de contaminació, etc.

#### **4.4.3. SIG orientats a objectes**

Els SIG orientats a objectes plantegen un canvi en la concepció de l'estructura de les bases de dades geogràfiques. A diferència dels SIG Vectorials i Raster que estructuren la informació mitjançant capes, aquests, estructuren la informació geogràfica a partir del propi objecte geogràfic i de les seves relacions amb altres objectes. D'aquesta manera, els objectes geogràfics estan sotmesos a una sèrie de processos, agrupant-los en classes que hereten certes propietats.

A diferència dels altres SIG, els orientats a objectes presenten la possibilitat d'introduir una informació dinàmica en el sistema, mentre que la resta són estàtics. És a dir, a partir d'una sèrie de paràmetres establerts als objectes geogràfics, es pot simular la seva evolució en el futur. Aquesta tècnica és molt útil per a estudis on sigui necessari la simulació d'entorns potencials com el creixement de la contaminació o la reducció d'àrees forestals entre altres.

Aquesta tecnologia està en una fase de creixement i no és tan estable com la Vectorial o el Raster. No obstant, avui en dia, ja es comencen a emprar en alguns SIG comercials de manera molt cautelar.

## 5. Introducció als fonaments de la cartografia.

Els sistemes d'informació geogràfica es podrien definir com sistemes d'emmagatzematge de dades espacials per consultar-les, modificar-les i representar-les posteriorment. Es per això que és important tenir uns coneixements bàsics en Cartografia.

La cartografia "és la ciència que té per objectiu la realització de mapes, i compren el conjunt d'estudis i tècniques que intervenen en el seu establiment <sup>1</sup>.

Durant aquest apartat s'especifiquen conceptes generals de Cartografia, Geodèsia, coordenades geogràfiques, direccions i projeccions.

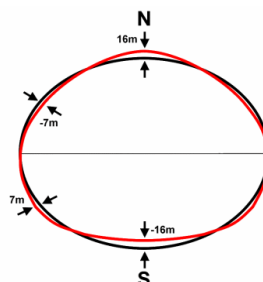
### 5.1. Geoide i Datum.

La Geodèsia és la ciència que té per objectiu l'estudi i la determinació de la forma, dimensions i camp gravitatori de la Terra i dels cossos celestes propers a ella. També es pot definir com "la branca de les matemàtiques aplicades, que determina per observació i mesurament, la posició exacta de punts sobre la superfície terrestre, la forma i les dimensions de la Terra i les variacions de la gravetat terrestre. "

La representació sobre un plànol de la Terra presenta diverses complicacions:

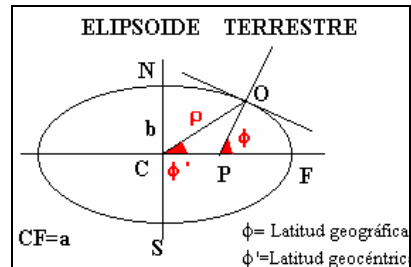
- Distorsions produïdes per la representació d'un objecte esfèric sobre un pla.
- La Terra no és esfèrica completament, presentant una forma el·lipsoide, aixafada en els seus dos pols.
- La Terra presenta nombroses irregularitats causades per les irregularitats del terrenys (mar, muntanyes, diferents pressions atmosfèriques,...).

Es denomina geoide (etimològicament, "forma que té la Terra"), a la superfície física definida per un determinat potencial gravitatori (constant en tota la superfície). Per a definir el geoide, s'adopta arbitràriament el valor de potencial que el seu geoide associat s'aproxima més a la superfície dels oceans (la superfície mitja del mar, coincideix gairebé exactament amb una superfície equipotencial). La forma del geoide no coincideix amb la topografia terrestre, modelada per forces tectòniques. Geomètricament, el geoide és semblat a un el·lipsoide de revolució (esfera aplatada pels pols).



Il·lustració 6 Desviació mitjana del geoide respecte de l'el·lipsoide de revolució.

Donat que aproximadament un geòide és un el·lipsoide de revolució, la el·lipse que el forma té semieixos, "a" com a radi equatorial de la terra (6378Km) i "b" com a radi polar de la Terra (6357Km)



Il·lustració 7 El el·lipsoide Terrestre

Modificant els valors dels dos paràmetres, s'aconsegueixen diferents el·lipsoïdes, que en funció del país on es fa l'estudi es farà servir un o altre en funció del que millor s'adapti. L'objectiu principal d'aquest el·lipsoide és proporcionar a cada punt de la superfície del país on es far servir, d'un parell de coordenades geogràfiques, conegudes com **coordenades angulars**.

Un cop definit l'el·lipsoide a utilitzar, abans de poder assignar coordenades als diferents punts de la superfície terrestre, és necessari "ancorar" el Geoide i l'el·lipsoide mitjançant un Punt Fonamental on l'el·lipsoide i el Geoide són tangents. D'aquesta manera l'el·lipsoide es converteix en un sistema de referència de l'esfera terrestre.

D'aquesta manera es defineix el datum, com el conjunt de valors formats per:

- Paràmetres a i b de l'el·lipsoide.
- Coordenades geogràfiques, latitud ( $\lambda$ ) i longitud ( $\omega$ ), del punt fonamental.
- Direcció que defineix el nord.

Un fet important a tenir en compte és que un mateix parell de coordenades, pot fer referència a diferents punts geogràfics en diferents plànols i en funció del datum que es fa servir en cada plànol. Per això, si s'han de solapar diferents plànols, el primer que s'ha de fer és establir quin datum es farà servir i posteriorment transformar les coordenades dels altres plànols, que no corresponen al mateix datum, aplicant un factor de correcció.

## 5.2. Datum oficial d'Espanya

A Espanya del 1980 fins el 2007 es va fer servir el datum Europeu de 1979. No obstant, els plànols realitzats abans del 1980 feien servir el datum 1950. Els dos datums tenien com el·lipsoide el de Hayford, també anomenat "Internacional de 1924" i com Punt Fonamental Postdam (torre de Helmert, Alemanya).

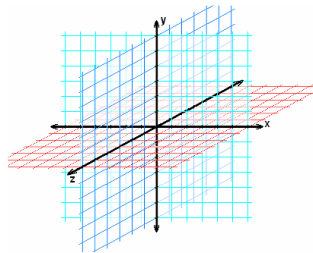
A partir del 1 de juny de 2007, el sistema geodèsic de referència oficial a Espanya va deixar de ser el ED50 per passar a ser el ETRS89. Aquest nou datum oficial és el utilitzat per la majoria dels països europeus i el seu principal

avantatge és que no és necessari realitzar transformacions des de les dades capturades per un GPS, ja que és pràcticament equivalent al datum internacional WGS84.

WGS84 i ETRS89 són equivalents per a la gran majoria d'aplicacions topogràfiques o cartogràfiques. El primer està basat en el el·lipsoide del mateix nom, - WGS84-, mentre que el segon sobre SGR80; adoptat per l'Associació Internacional de Geodèsia en 1979. Ambdós el·lipsoides són idèntics excepte la excentricitat que difereixen lleugerament. ETRS89 és el sistema de referència geocèntric oficial a Europa de precisions molt més elevades que la última solució WGS84.

### 5.3. Sistemes de coordenades

Un sistema de coordenades és un conjunt de valors que permeten definir inequívocament la posició de qualsevol punt d'un espai euclidià<sup>2</sup>. Un sistema de referència, ve donat per un punt de referència i un sistema de coordenades. En mecànica newtoniana s'empren sistemes de referència caracteritzats per un punt denominat origen i un conjunt d'eixos perpendiculars que defineixen unes coordenades cartesianes



Il·lustració 8 Coordenades Cartesianes en 3 dimensions

El sistema de coordenades natural d'un esferoide és el de coordenades angular o coordenades geogràfiques. El pla perpendicular a l'eix de rotació de la terra travessant-la pel seu centre s'anomena Equador, mentre que els paral·lels o línies de latitud, són tots aquells plans infinits i paral·lels a l'Equador. Mentre que els Meridians són les línies d'intersecció amb la superfície terrestre, dels infinits plans que contenen l'eix de rotació. Paral·lels i meridians sempre es creuen formant un angle de 90 graus.

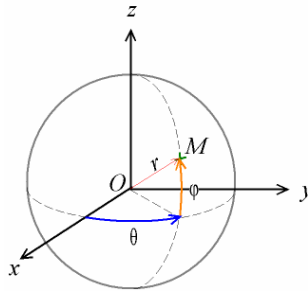
La **Longitud** ( $\lambda$ ) és la distància angular entre la distància d'un meridià i el meridià de Greenwich. Aquesta distància s'expressa en Graus, minuts i segons d'arc i es mesura de 0 a 180° cap a l'Est o cap a l'Oest.

La **Latitud** ( $\omega$ ) és la distància angular entre la distància d'un paral·lel i l'Equador. També s'expressa amb les mateixes unitats que la Longitud mentre que es mesura de 0 a 90° cap al Nord o cap al Sud.

La Longitud i la Latitud defineixen la posició d'un punt en l'esferoide del datum que s'utilitza. També es considera que la superfície de l'esferoide coincideix amb el nivell del mar, per tant, la distància entre la superfície de l'esferoide i la superfície terrestre en un punt qualsevol rep el nom d'**Altitud**.

<sup>2</sup> Espai Euclidià. Espai vectorial que compleix amb les regles de la geometria d'Euclides.





Il·lustració 9 Coordenades geogràfiques.

## 5.4. Direccions

Existeixen dos formes bàsiques per definir una direcció entre dos punts sobre un el·lipsoide:

- Azimuth: Angle format per dues línies. La primera línia uneix el punt de sortida amb el nord i la segona línia uneix el punt de sortida amb el punt d'arribada. Aquesta unitat s'expressa en graus mesurats en direcció de les agulles del rellotge. El seu valor pot estar comprès entre  $0^\circ$  i  $360^\circ$
- Rumb: Angle format per les direccions Nord o Sud des del punt de partida i la línia que uneix els dos punts. El seu valor pot variar entre  $0^\circ$  i  $90^\circ$ . Aquest valor el precedeix la lletra "N" o "S" en funció de la direcció nord o sud i va precedit de la lletra "E" o "O" en funció de l'est o l'oest.

Un concepte important en la cartografia és el Nord. No obstant, existeixen quatre Nord:

- Nord astronòmic (estrella polar).
- Nord magnètic.
- Nord geodèsic.
- Nord de la malla.

Els dos primers varien amb el temps, mentre que els altres dos són conceptes teòrics. El nord geodèsic depèn del el·lipsoide utilitzat, i el nord de malla de la projecció que s'utilitza per passar de coordenades geogràfiques a cartesianes al confeccionar un mapa.

## 5.5. Projeccions

La projecció és el procés de transformar les coordenades geogràfiques de l'esferoide en coordenades planes per representar una part de la superfície de l'el·lipsoide en dues dimensions.

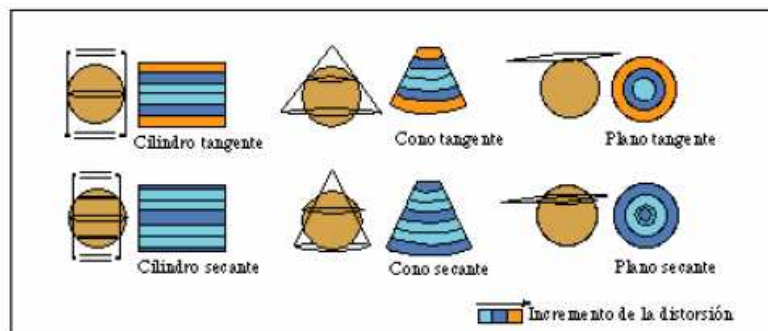
El problema principal de realitzar una projecció resideix en la deformació. Per tant l'objectiu principal, consisteix en reduir el màxim aquesta deformació. No obstant, l'efecte d'esfera de la superfície terrestre és proporcional a la mida de l'àrea a representar. Per tant, aquests problemes de deformació només es presenten en representacions de grans superfícies, ja que pel contrari, la

distorsió és menyspreable. En aquests casos es fan servir coordenades planes, relatives a un punt, i mides sobre el terreny. Aquestes representacions s'anomenen plànols en lloc de mapes.

Quan la distorsió deguda a l'esfericitat terrestre es considera rellevant, s'utilitza una equació que a cada parell de coordenades, se li assignen un parell de coordenades planes, de manera que els diferents elements de la superfície terrestre es puguin representar sobre un plànol. La unitat en que s'expressen aquestes noves coordenades és el metro.

Per obtenir aquestes equacions es projecta la superfície de la Terra que es vol cartografiar sobre una figura geomètrica (cilindre, conus o un pla) que si, es pot transformar en un pla sense distorsions. D'aquesta manera podem classificar les projeccions en funció de l'objecte geomètric que es farà servir:

- Cilíndriques.
- Còniques.
- Azimutals o planes.



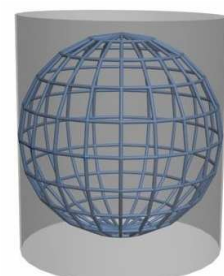
Il·lustració 10 Classificació de projeccions en funció de l'objecte geomètric.

En el cas de les projeccions cilíndriques o còniques, l'objecte inclou en el seu interior l'el·lipsoide, que al desenrotllar-lo, el resultat serà un pla, en el que part de la Terra es representa mitjançant un sistema de coordenades cartesianes. Mentre que en el cas de les projeccions planes, el pla és tangent a l'el·lipsoide en un punt i no necessita ser desembolicat.

Una bona projecció ha de tenir dues característiques, que conservi les àrees i que conservi els angles. No obstant, això no és possible i es busquen solucions intermèdies. Quan una projecció conserva els angles dels contorns es diu que és ortomòrfica o conforme, però aquestes projeccions no conserven les àrees. Depenent de quin sigui el punt que es consideri com centre del mapa, es distingeix entre projeccions polars, el centre de les quals és un dels pols; equatorials, el centre dels quals és la intersecció entre la línia de l'Equador i un meridià; i obliqües o inclinades, el centre de les quals és qualsevol altre punt.

- **Projecció cilíndrica.**

En ella es projecta el globus terrestre sobre un cilindre. És una de les més utilitzades tot i que en general, a causa de les grans distorsions que ofereix en les zones de latitud elevada, cosa que impedeix apreciar en les seves veritables proporcions a les regions polars. És utilitzada en

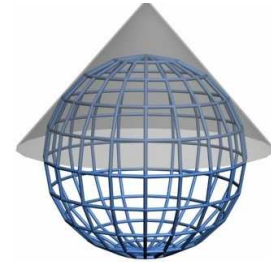


la creació d'alguns mapamundis. (Projecció de Mercator i de Peters)

- **Projecció cònica.**

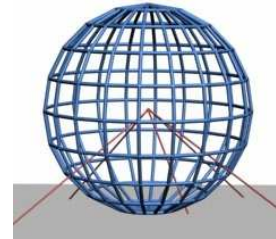
La projecció cònica cartogràfica s'obté projectant els elements de la superfície esfèrica terrestre a un con tangent, prenent el vèrtex en l'eix que uneix els dos pols.

S'origina una distorsió asimètrica que afecta, en gran mesura, a les zones polars, però ofereix acceptable precisió en les zones de l'hemisferi on el con de projecció és tangent. La imatge projectada en la superfície cònica es "desplega", resultant un dibuix pla, de fàcil reproducció en una fulla de paper. S'utilitza, preferentment, per a representar aquells països que es troben en les regions de latituds mitges, per ser menor la distorsió resultant. (Projecció cònica simple, conforme de Lambert, cònica múltiple)



- **Projecció Azimutal**

En aquest cas es projecta una porció de la Terra sobre un disc pla tangent al globus en un punt seleccionat, obtenint-ne la visió que s'assoliria ja sigui des del centre de la Terra o des d'un punt de l'espai exterior. Si la projecció és del primer tipus es diu projecció gnomònica; si del segon, ortogràfica. Aquestes projeccions ofereixen una major distorsió com més gran sigui al seu torn la distància a l'instant tangencial de l'esfera i del plànol. (Projecció ortogràfica, estereogràfica, gnomònica, azimutal, azimutal de Lambert).

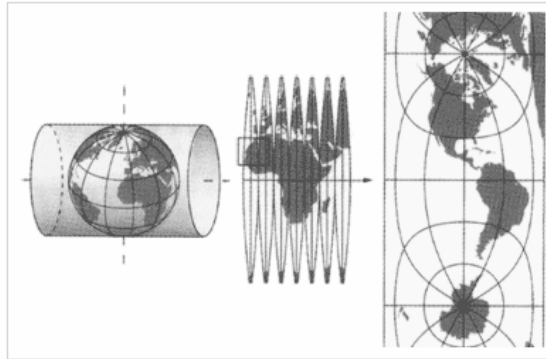


- **Projeccions modificades.**

, tot i que es produeixin altres noves en llocs als quals es concedeix importància secundària, com són en general les grans extensions de mar. Entre les més usuals figuren la projecció policònica de Lambert, utilitzada per a fins educatives, i els mapamundis elaborats segons la de Mollweide, que té forma d'el·lipse i menors distorsions.

### 5.5.1. Projectió Universal Transversal de Mercator (UTM)

El Sistema de Coordenades Universal Transversal de Mercator, és un sistema de coordenades basat en la projectió geogràfica transversal de Mercator, que es construeix tangent a un meridià. A diferència del sistema de coordenades tradicional expressades en latitud i longitud, les magnituds en el sistema UTM, s'expressen en metres.

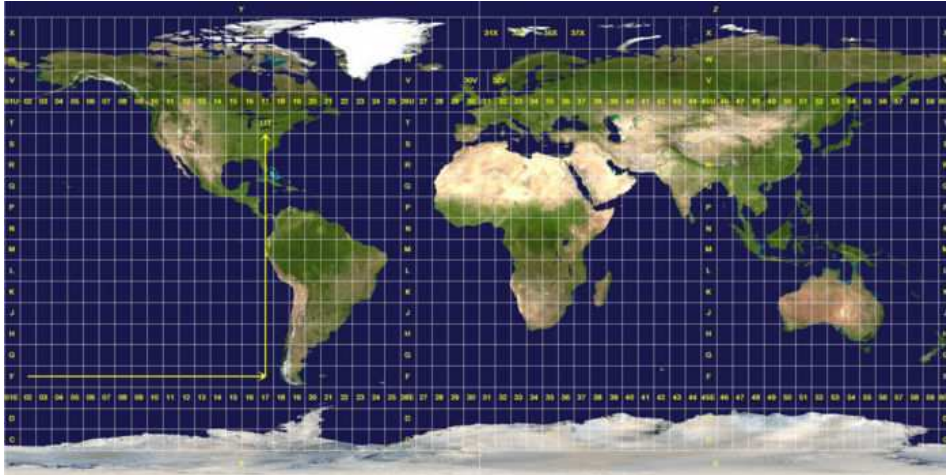


**Il·lustració 11 Projectió de Mercator Transversal**

Els meridians es projecten sobre el pla amb una separació proporcional al model, així existeix una equidistància entre ells. No obstant, el paral·lels es van separant a mida que ens allunyem de l'Equador. Per aquestes raons, només es presenten les regions entre els paral·lels 80°N i 84°S. A més a més, és una projectió composta; l'esfera es representa en trams, no sencera. Per això, la Terra es divideix en **fusos** de 6° de longitud cadascun.

Aquesta projectió té l'avantatge de que cap punt està allunyat del meridià central de la seva zona, d'aquesta manera les distorsions són petites. No obstant, això produeix una discontinuïtat: un punt en el límit de la zona, es projecta en dos punts diferents. Una línia que uneixi dos punts entre zones contínues, no és contínua.

Per evitar aquestes discontinuïtats, de vegades s'estenen les zones, per a que el meridià tangent sigui el mateix. Això, permet mapes continus. No obstant, les distorsions en aquestes zones són majors.



Il·lustració 12 Fusos i zones UTM

## 5.6. Representació dels elements sobre la superfície terrestre.

En aquest apartat s'explica com representar sobre un plànol la varietat de fenòmens que tenen lloc sobre la superfície terrestre.

### 5.6.1. Fenòmens de l'espai, variables, entitats i events

Es poden distingir tres tipus de fenòmens:

- Variables espacials. Són aquelles que adopten valors diferents en diferents punts de l'espai.
  - Binomials. Poden tenir dos valors (sí o no).
  - Qualitatives. Indiquen una qualitat no mesurable (ús del sol,...).
  - Ordinals. Són variables qualitatives però que poden ordenar-se per algun criteri (tipus de carreteres,...).
  - Quantitatives. Són variables mesurables (temperatura, altitud, número de dies de pluja,...).
- Entitats.
  - Puntuals (pous, cotes,...).
  - Línies (carreteres, rius,...).
  - Polígons (ciutats, entitats administratives,...).
- Events. Són fenòmens que apareixen en determinats moments de temps sobre una àrea finita de l'espai (incendis, inundacions,...).

## 5.6.2. Escala

Per representar els diferents fenòmens que apareixen sobre la superfície de la terra en un plànol de mides limitades es fa servir l'escala. L'escala és la relació matemàtica que existeix entre les dimensions reals i les del dibuix que representa, la realitat sobre un plànol o un mapa.

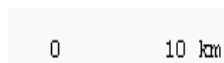
Les escales es descriuen en forma de fracció on el numerador indica el valor del plànol i el denominador el valor de la realitat.

Existeixen tres tipus d'escala:

- **Escala natural.** És quan la mida real coincideix amb la mida representada en el plànol.
- **Escala de reducció.** S'utilitza quan la grandària física del plànol és menor que la realitat. Per a conèixer el valor real d'una dimensió cal multiplicar la mesura del plànol pel valor del denominador.
- **Escala d'ampliació.** Quan cal fer el plànol de peces molt petites o de detalls d'un plànol s'utilitzen l'escala d'ampliació. En aquest cas el valor del numerador és més alt que el valor del denominador. Per a conèixer el valor real s'ha de dividir pel numerador.

Hi ha diferents maneres de representar l'escala en un plànol:

- **Escala numèrica.** Representa una relació entre el valor de la realitat (el nombre a l'esquerra del ":") i el valor de la representació (el valor a la dreta del símbol ":"). Un exemple d'això seria 1:100.000, el que indica que 1 unitat representa 100.000 de les mateixes unitats (cm, m, km,...).
- **Escala unitat.** És la igualtat expressa de dues longituds: la del mapa (a l'esquerra del signe "=") i la de la realitat (a la dreta del signe "="). Un exemple d'això seria 1 cm = 4 km; 2cm = 500 m, etc.
- **Escala gràfica.** L'escala gràfica és la representació dibuixada de l'escala unitat per unitat, on cada segment mostra la relació entre la longitud de la representació i el de la realitat. Un exemple d'això seria:



**Il·lustració 13 Escala gràfica**

## 6. Institut Cartogràfic de Catalunya

El Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), és un entitat de la Generalitat de Catalunya i adscrit al Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat.

Des de la seva creació l'any 1982, i reprenent la tasca iniciada pels serveis geogràfics de la Mancomunitat i de la Generalitat a l'època de la República, l'ICC ha focalitzat els seus esforços en situar en uns nivells d'innovació i modernitat els estudis i la producció cartogràfica fets a Catalunya.

### 6.1. Funcions de l'ICC

En funció de les competències de la Generalitat sobre geodèsia i cartografia, les funcions principals de l'ICC són les següents:

- Gestionar la infraestructura física i els sistemes de tecnologia necessaris, per gestionar el Servei de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC<sup>3</sup>) i el manteniment de les bases de dades que hi donen suport.
- Dur el manteniment de les bases de dades cartogràfiques i les sèries cartogràfiques que se'n deriven.
- Gestionar la Cartoteca de Catalunya<sup>4</sup>.
- Crear, estructurar, difondre i mantenir, la Infraestructura de Dades Espacials de Catalunya (IDEC<sup>5</sup>) per dur a terme i millorar de manera permanent aquesta infraestructura.
- Publicar i difondre productes cartogràfics.
- Gestionar programes de recerca, d'innovació i de formació científica i tècnica.

---

3 **SPGIC**. Dóna suport a les sèries cartogràfiques de gran escala, a la planificació territorial i urbanística, al cadastre rústic i urbà, a l'activitat de l'obra pública a Catalunya i a les activitats anàlogues en que sigui aplicable.

4 **Cartoteca de Catalunya**. coordina la recollida i l'estudi de la documentació geogràfica i cartogràfica existent.

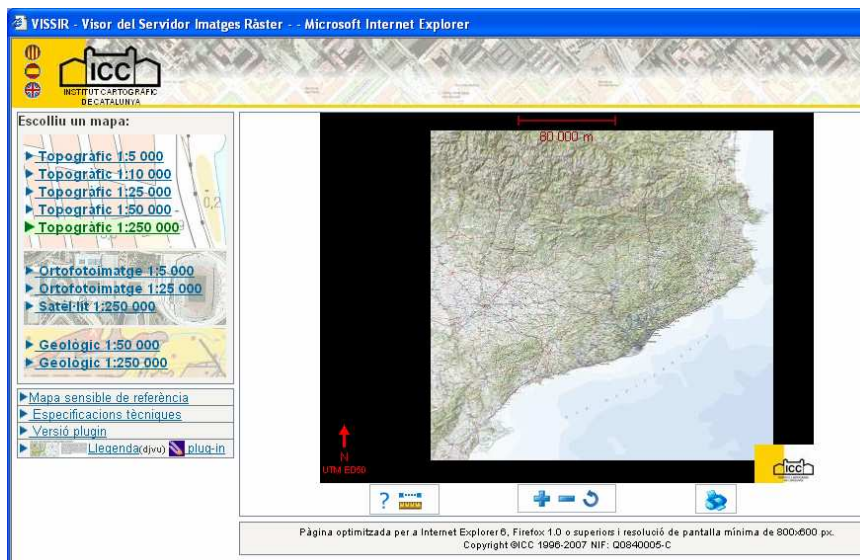
5 **IDEC**. L'objectiu bàsic i general és el d'impulsar la utilització i l'aplicació de la informació geospacial en tots els àmbits econòmics i socials, en el marc del que s'anomena societat de la informació.

## 6.2. Cartografia existent

Actualment la cartografia existent i la informació de dades publicada a través del seu portal web, correspon principalment als següents punts:

<b>Base Topogràfica</b>	Es pot trobar en diferents escales i formats. En funció de l'escala escollida els formats dels fitxers són diferents.
<b>Ortofotomapes</b>	Es poden trobar a escala 1:5000 i 1:25000. Els formats utilitzats corresponen a GEOTIFF i MrSID
<b>Base Municipal de Catalunya</b>	Es troba a escala 1:1000000 i en formats (DGN, DXF,SHP)
<b>Ondulacions del geoide de Catalunya UB91 (versió v.91.0).</b>	Arxius de text (ASCII) expressats em format GR ("grid" o malla
Paràmetres que defineixen <b>transformacions</b> entre sistemes de referència geodèsics ED50, WGS84, ETRS89	Arxiu de text (ASCII) amb sintaxi AdIL <sup>6</sup>
<b>Xarxa utilitària de Catalunya</b>	Aquesta informació es pot trobar amb diferents sistemes de coordenades.
<b>Informació sobre la Xarxa Utilitària de Catalunya</b> (topònims, xarxa a la que pertany,...)	Arxiu de text ASCII

Per a realitzar la descarrega de mapes l'ICC disposa de l'aplicació VISSIR, en la que es pot realitzar la descarrega de qualsevol mapa de catalunya en diferents formats i escales.



Il·lustració 14 VISSIR. Aplicació de l'ICC per descarregar mapes.

<sup>6</sup> ADIL. Adjustment Interface Language



## 7. Introducció a Geomedia Professional 6.0

En aquest apartat s'especificarà l'eina utilitzada per la realització del SIG, així com les funcionalitats que ofereix i les seves característiques principals.

### 7.1. *Intergraph*

Intergraph va ser fundada l'any 1969 com M&S Computing, inc, per enginyers d'IBM que van estar treballant en el Programa Apollo<sup>7</sup>.

Inicialment M&S Computing va desenvolupar tasques de suport a entitats com la NASA i a l'exèrcit dels EEUU, en el desenvolupament de sistemes de guia de míssils en temps real. Finalment, l'any 1980 va canviar el nom a Intergraph Corporation, i es va especialitzar en la realització de projectes relacionats amb els gràfics interactius.

### 7.2. *Geomedia Professional 6.0*

Geomedia és el nom d'una tecnologia GIS de nova generació que Intergraph va crear a l'any 1996. Els criteris bàsics que es van tenir definir des del seu origen van ser:

- Una aplicació per a la plataforma Windows.
- Accés en temps real i sense necessitat de conversió als formats GIS i CAD estàndards del mercat.
- Magatzem d'informació gràfica i alfanumèrica en base de dades.
- Programació amb llenguatges estàndard.
- Evolució cap a una plataforma WEB i a dispositius mòbils.

Geomedia Professional 6.0, és una aplicació SIG usada per a construir i mantenir dades geoespacionals usant bases de dades relacionals, estàndards del mercat, i oferint eines d'edició que acceleren la implementació de bases de dades geoespacionals.

Les característiques principals de Geomedia Professional 6.0 són les següents:

- Combinació, anàlisi i relació de consultes de dades geogràfiques de diferent procedència i en formats diferents, amb mapes en diferents sistemes de projecció.
- Emmagatzematge de dades geogràfiques i d'atributs. Permet l'ús de bases de dades estàndard en el mercat, com Oracle®, Microsoft® SQL Server i Microsoft® Access per a emmagatzematge i edició de dades en temps real.
- Realització de consultes de dades espacionals.

---

<sup>7</sup> Programa Apollo. Projecte de la NASA que tenia com objectiu enviar un home a la lluna i tornar-lo a la Terra.

- Captura de dades en formats vectorial i raster. Captació de dades vectorials a partir d'imatges raster.
- Alta integració amb aplicacions ofimàtiques de MICROSOFT, oferint la possibilitat de realitzar informes en format WORD i EXCEL.
- Possibilitat d'ampliar les seves funcionalitats mitjançant eines com PowerBuilder, Delphi i tots els llenguatges del Visual Studio .NET. Ofereix una interfície de programació extensa, que inclou serveis específics de captura i edició de dades per al desenvolupament de controls personalitzats.

### **7.3. Components principals**

A continuació es detallen els principals components que formen Geomedia Professional i que s'utilitzen en la realització del Projecte.

#### **7.3.1. GeoworkSpace**

És l'entorn des del qual es realitza tot el treball. Aquest component té la relació de les connexions utilitzades, les finestres de mapes i dades, les finestres de composició, barres d'eines, informació del sistema de coordenades i les consultes implementades.

Tota aquesta informació s'emmagatzema en un fitxer amb extensió "GWS".

#### **7.3.2. Magatzem**

Un magatzem és una font de dades geogràfiques, on Geomedia emmagatzema la informació.

Geomedia disposa de diferents sistemes de Magatzem que es poden agrupar en dos grups:

- **Magatzems de lectura i escriptura:** Aquests tipus de magatzems inclouen les bases de dades Access, Oracle i SQL-Server. La creació d'aquests magatzems s'han de realitzar mitjançant aplicacions externes. No obstant en el cas de l'Access, l'aplicació és capaç de crear el magatzem automàticament.
- **Magatzems de només lectura:** Són magatzems que només permeten la consulta de les dades com per exemple ARC/INFO, AUTOCAD, MAP INFO, etc.

Geomedia pot treballar amb diferents magatzems. No obstant es necessària una connexió per cadascun.

Les dades que s'hi emmagatzemen són fàcilment recuperables mitjançant consultes on, per exemple, els seus filtres poden delimitar àrees geogràfiques. Aquests tipus de filtres s'anomenen filtres espacials.

### 7.3.3. Sistema de coordenades

Els sistema de coordenades permet relacionar les entitats de l'àrea d'estudi amb les posicions reals. L'aplicació admet els següents sistemes de coordenades:

- **Geogràfic:** Referit a un el·lipsoide, les coordenades s'expressen en forma de longitud i latitud. La primera correspon a la distància angular des d'un meridià origen i la segona la distància angular des de l'equador.
- **Projectat :** Referit a un pla de projecció amb una relació amb l'elipsoide conegut, les coordenades s'expressen en forma de X i Y o X senyala a l'Est i Y al Nord, en el punt triat com a origen del mapa.
- **Geocèntrica.** Referit a un sistema cartesià amb centre la Terra. Les coordenades s'expressen com la posició d'un punt específic respecte al centre de la terra (X, Y, Z).

### 7.3.4. Entitat

Les Entitats són les unitats bàsiques de treball. En les classes d'entitat es defineixen els diferents atributs que disposa l'entitat. D'aquesta manera en el magatzem una classe d'entitat s'implementa com una taula de la base de dades i l'entitat com un registre d'aquesta taula.

Geomedia Professional, disposa de diferents tipus d'entitats:

- **Puntuals.** Es representen amb un punt en el mapa. En funció de l'escala utilitzada en el mapa, aquesta entitat pot fer referència a un objecte petit o gran (una persona o una ciutat).
- **Lineals.** Es representen mitjançant arcs o línies. Es fan servir per representar carreteres, rius, etc.
- **Poligonals.** Es representen mitjançant zones limitades. Es fan servir per informar províncies, poblacions, etc.
- **Imatge.** Es fan servir per introduir imatges raster en el mapa.
- **Compostes.** És una composició de les tres primeres entitats.
- **Text.** Es fan servir per introduir text en un mapa.

Una de les principals funcionalitats que aporta Geomedia, és la possibilitat de digitalitzar entitats directament des de la pantalla. D'aquesta manera a partir d'una imatge raster es poden crear les diferents entitats com si es dibuixés sobre la imatge.

### 7.3.5. Anàlisis

El anàlisis en Geomedia es realitzen principalment utilitzant les eines de consultes, relacions, anàlisis de la geometria.

Les consultes es poden agrupar en dos tipus

- **Consultes.** Fan referència a aquelles consultes que retornen entitats que compleixen unes condicions per als seus atributs. Alguns exemples podrien ser: quantes poblacions hi ha amb més de 5000 habitants?
- **Consultes espacials.** Són aquelles consultes on s'apliquen filtres espacials no relacionats directament amb els atributs de l'entitat sinó en la seva localització. Un exemple podria ser: quina ciutat està més allunyada de Barcelona?

Per a poder respondre a aquestes preguntes el sistema disposa de diferents operadors espacials:

- **“Se tocan”:** Retorna entitats que limiten amb altres.
- **“Contiene”:** Retorna entitats que cobreixen les entitats preseleccionades.
- **“Están contenidas en”:** Entitats situades completament dins les entitats seleccionades.
- **“Contienen completamente”:** Entitats que cobreixen completament a les seleccionades.
- **“Se solapan”:** Entitats que solapen a les seleccionades.
- **“Se unen”:** Entitats que es toquen però sense muntar.
- **“Están totalmente contenidas en”:** Entitats situades íntegrament dins les entitats preseleccionades.
- **“Están a una distancia de ”:** Entitats que tenen alguna part situada a una certa distància de les entitats preseleccionades.

També existeix el concepte de **zona d'influència**. En la que es defineix una regió al voltant d'una entitat en la que permet seleccionar altres entitats que estan dins de la zona d'influència.

### 7.3.6. Finestres

Geomedia presenta principalment tres tipus de finestres:

- **Finestra de mapa.** Aquestes finestres presenten informació gràfica referents a les entitats. També es visualitza la llegenda, la fletxa del nord i la barra de l'escala.
  - **Llegenda:** És el centre de control interactiu que determina el que es visualitza en el mapa.
  - **Fletxa del Nord:** Imatge que indica la direcció al Pol Nord geogràfic en el mapa.

- **Barra d'escala:** Barra que es marca a intervals per indicar la relació entre la distància d'un mapa i la distància real corresponent.
- **Finestra de dades.** Aquesta finestra visualitza els atributs no gràfics d'una classe d'entitat o consulta determinada.
- **Finestra de composició.** Les finestres de composició contenen finestres de mapa i de dades. Aquesta finestra es pot omplir amb mapes, llegendes, fletxes del nord, provinents de qualsevol finestra de mapa del Geoworkspace, logotips, text,...

### 7.3.7. Estils

Els estils s'utilitzen per definir com es visualitzen les entitats o les consultes en la finestra de mapa.

Per exemple una entitat de tipus "carretera" es pot representar en el mapa per una línia de color vermell i d'un gruix de 0.25 pto, mentre que la entitat "autopistes" el seu estil és de color blau i d'un gruix de 0.50. D'aquesta manera realitzant combinacions d'estils per a les diferents entitats, la finestra de mapa és més entenedora.

## 8. Construcció del SIG

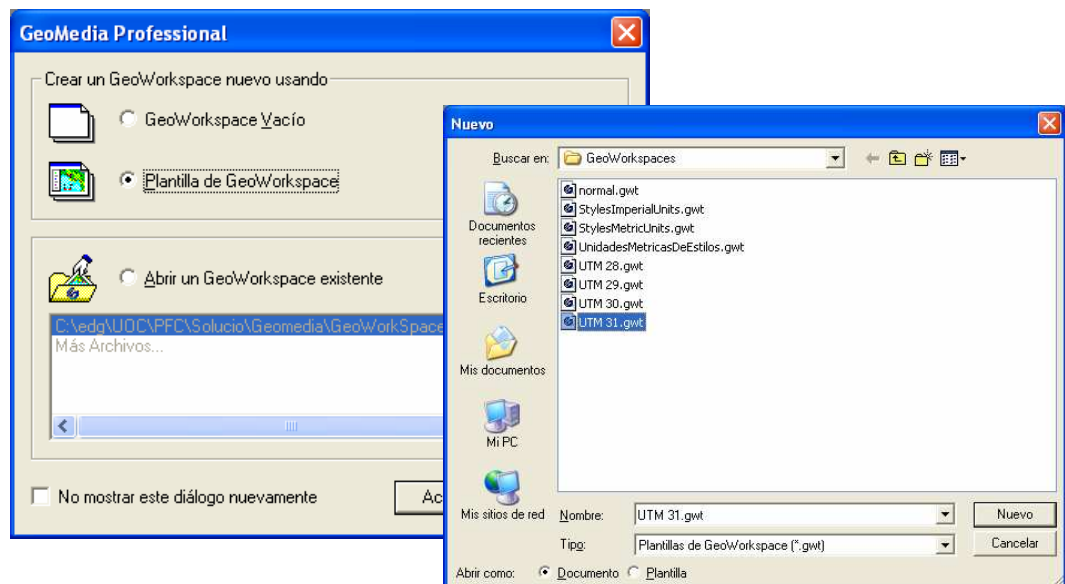
En aquest capítol s'especifiquen els passos i les eines utilitzades per la parametrització i construcció del SIG que servirà com a base per a les posteriors consultes automatitzades. D'aquesta manera, en aquest apartat només s'especifica aquelles tasques que es poden realitzar des del propi Geomedia Professional 6.0.

A continuació es mostren les diferents tasques realitzades cronològicament per a la construcció del SIG:

- Creació del WorkSpace
- Creació del Magatzem
- Incorporació de dades externes
- Digitalització de dades
- Consultes

### 8.1. Creació del WorkSpace

Per la creació d'un geoworkspace es pot fer mitjançant una plantilla preestablerta o informar tota la configuració inicialment. En el cas del PFC s'ha escollit la utilització de la plantilla "UTM31.gwt", ja que els mapes descarregats de l'ICC utilitzen aquesta referència.



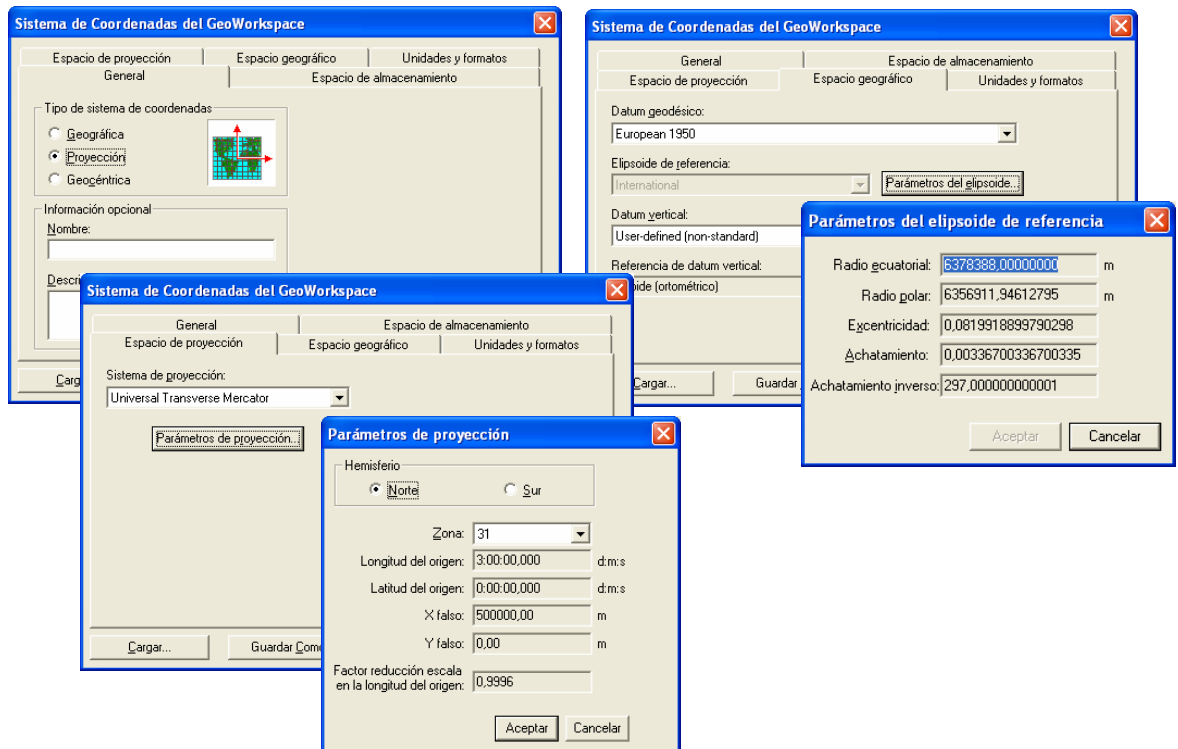
Il·lustració 15 Geomedia. Creació del Workspace.

Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

Un cop carregat el Geomedia, mitjançant l'opció "Ver→Sistema de coordenades del geoworkspace", s'ha de validar la correcta configuració del sistema.

<b>Nom del SIG</b>	UOC_PFC.gws	Nom del fitxer del geoworkspace
<b>Plantilla</b>	UTM31.gwt	Plantilla utilitzada per la creació del geoworkspace amb un sistema de coordenades UTM 31 (àrea de l'estudi)
<b>Tipus de sistema de coordenades.</b>	Projecció	
<b>Unitats de emmagatzematge</b>	1 metre	
<b>Sistema de projecció</b>	UTM	
<b>Zona</b>	31	Catalunya es troba en el fus 31 Nord.
<b>Datum Geodesic</b>	European 1950	
<b>Escala nominal de mapa</b>	1:50000	
<b>Arxiu de coordenades</b>	UOC_PFC.CSF	El sistema de coordenades s'emmagatzema per utilitzar-lo posteriorment.

A continuació es visualitzen les finestres de configuració del sistema de coordenades.



Il·lustració 16 Geomedia. Pantalles de configuració del sistema de coordenades del GeoWorkspace

## **8.2. Creació del magatzem**

En aquest apartat s'especificarà la creació del magatzem de dades on el geoworkspace emmagatzemarà les entitats que es defineixin en el sistema.

La creació del magatzem es realitza des de l'accés "Almacén→Almacén Nuevo". En aquest mòdul l'aplicació demana el tipus de format de la base de dades i el nom i la localització on es generarà. En aquest PFC s'ha escollit la plantilla "normal.mdt" i el nom de la Base de dades "UOC\_PFC.mdb".

## **8.3. Incorporació de dades externes**

Les dades que es poden visualitzar en el resultat del PFC han estat extretes, totes elles, de l'ICC. No obstant, cadascuna s'ha hagut d'incorporar al SIG d'una manera diferent causat pel format en que estant emmagatzemades originàriament.

A continuació s'explica el procés d'importació de cadascuna d'aquestes dades.

### **8.3.1. Base Municipal de Catalunya**

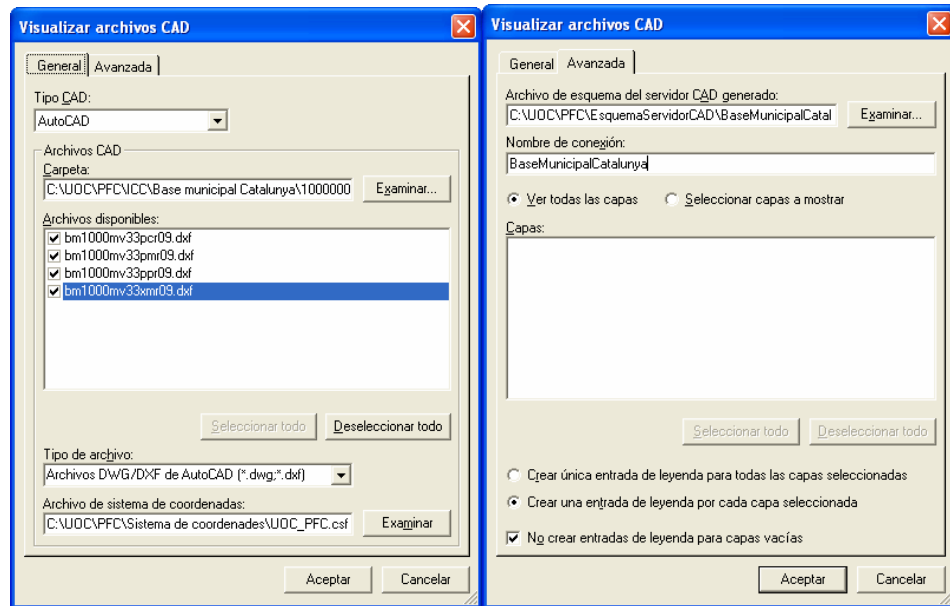
La base municipal de Catalunya s'ha obtingut de la pàgina web de l'ICC, on es pot descarregar a escala 1:1.000.000. El seu format correspon a CAD (extensió ".dxf") i la informació facilitada correspon a dades vectorials corresponents a les limitacions de municipis, comarques i províncies de Catalunya, així com els seus noms i la localització. També s'ha fet servir la mateixa informació però en format ArcView (fitxer shape ".shp") per les entitats d'àrea.

#### **Importació dades CAD**

Per la importació d'aquestes dades s'ha fet servir l'opció del Geomedia "Herramientas→Visualizar archivos CAD". En aquesta pantalla s'introdueixen el nom de la carpeta on es troben els fitxers de CAD, el fitxer de configuració del sistema de coordenades emmagatzemat anteriorment i s'escull l'opció de generar una entrada a la llegenda per cada capa (concepte) del fitxer de dades.



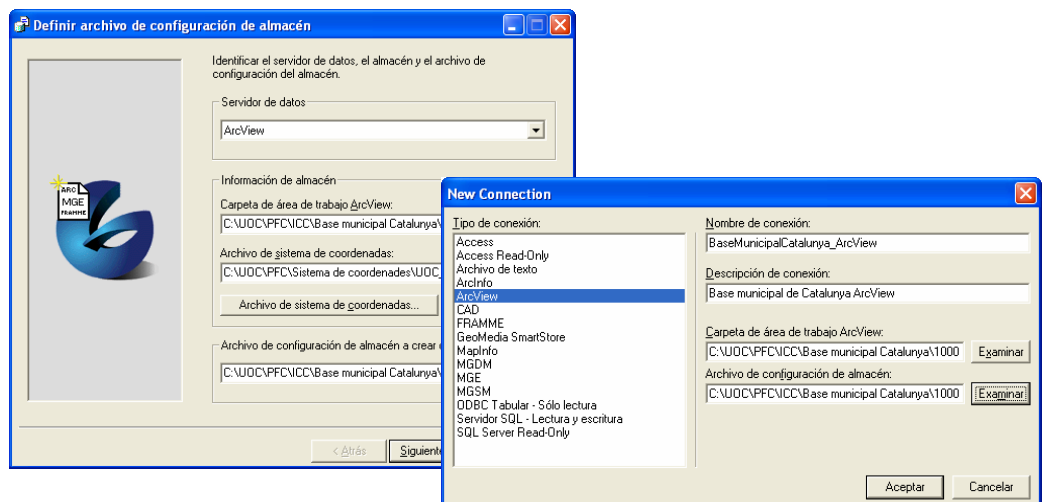
Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©



Il·lustració 17 Geomedia. Importació dades CAD.

Importació dades SHP

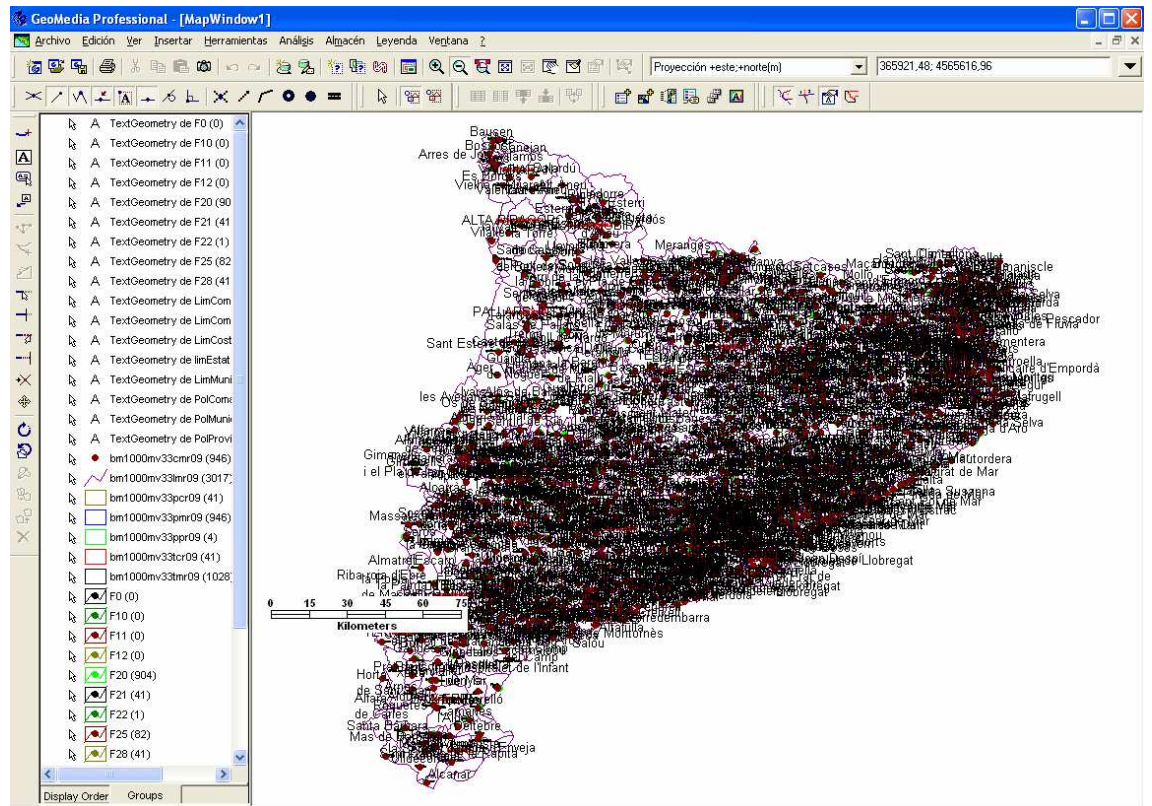
Per a la importació de les dades corresponents al fitxers "SHP" el procediment es realitza mitjançant l'opció de Geomedia "Almacén→Conexión nueva.." i seleccionant el tipus de connexió "ArcView". En aquest mòdul s'introdueix la carpeta de treball on s'emmagatzemen els fitxers ".shp" i l'arxiu de configuració del magatzem (fitxer creat mitjançant l'aplicació "Definir Archivo de Configuración de Almacén").



Il·lustració 18 Geomedia. Importació dades Arc View.

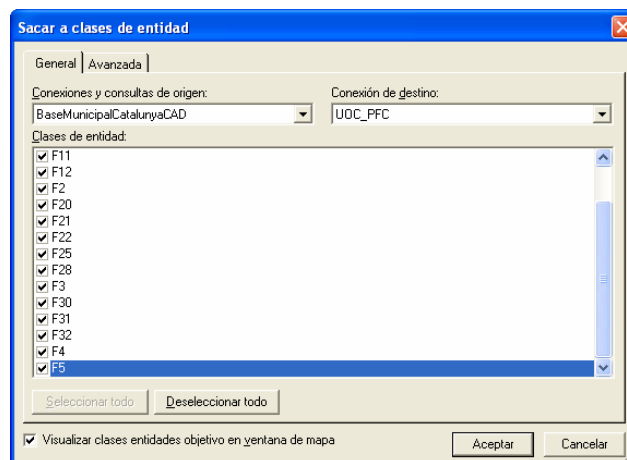
Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

Un cop omplerts tots els camps, Geomedia visualitza tota la informació a la finestra de mapa. Tal com es visualitza a la imatge següent.



Il·lustració 19 . Mapa municipal de Catalunya extret de l'ICC.

Posteriorment, i per poder tenir un major control dels elements incorporats, es realitza una exportació de les dades al Magatzem "Access", creat anteriorment. Per a realitzar aquesta operació s'accedeix a l'opció "Almacén → Sacar a clases de entidad". En aquest mòdul s'escull primer la connexió origen "BaseMunicipalCatalunya\_CAD" i el destí "UOC\_PFC". Posteriorment es realitza la mateixa operació per la connexió "BaseMunicipalCatalunya\_ArcView". Seguidament es seleccionen les classes a exportar.



Il·lustració 20 . Clases a exportar al magatzem Access.

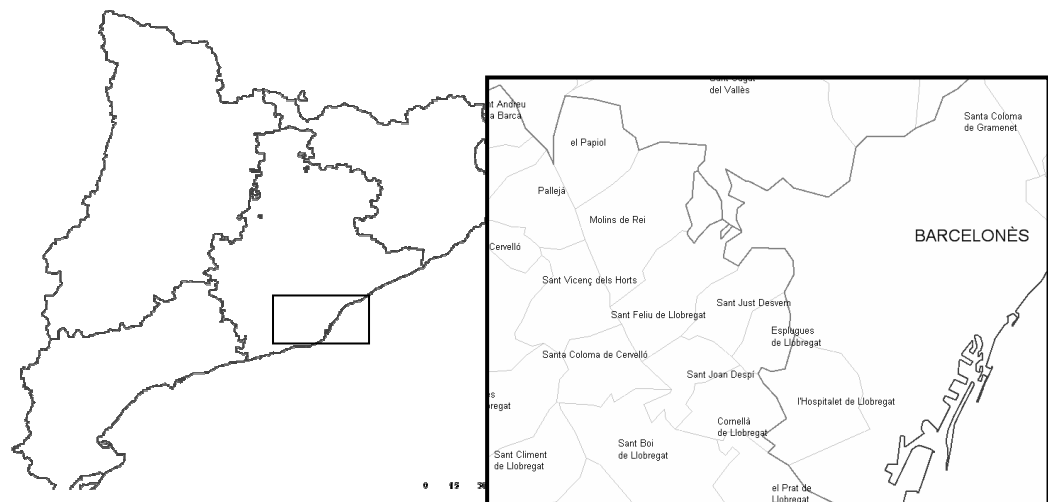
Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de dades de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

Al finalitzar el procés es pot realitzar la desconnexió a "BaseMunicipalCatalunya\_CAD" i "BaseMunicipalCatalunya\_ArcView" ja que les dades les tenim en el magatzem "UOC\_PFC".

Un cop incorporades les dades al Geomedia és necessari configurar un rang de visualització de cada element en funció de l'escala de visualització. Així, en tot moment es visualitza la informació representativa per l'escala seleccionada.

A continuació, s'especifica el rang de visualització dels diferents elements del mapa Municipal de Catalunya.

Capa	Classe Entitat	Escala Mínima	Escala Màxima	Estil
<i>bm1000mv33pcr09</i>	PolComarca_shp	1:1	1:400.000	Línia vermella
<i>bm1000mv33pmr09</i>	PolMunicipi	1:1	1:200.000	Línia verda
<i>bm1000mv33ppr09</i>	PolProvincia	Sempre Visible		Línia negra
<i>TextComarca</i>	TextComarca	1:1	1:400.000	Text
<i>TextMunicipi</i>	TextMunicipi	1:1	1:200.000	Text
<i>TextCapComarca</i>	TextCapComarca	1:1	1:200.000	Text



Il·lustració 21 . Visualització del Mapa Municipal de Catalunya, en diferents escales.

### 8.3.2. Ortofotomapes

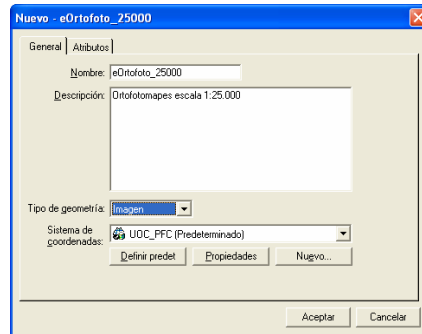
Per a donar una visió més real de l'àrea geogràfica en la que es centra el projecte, s'ha optat per realitzar la inserció dels Ortofotomapes descarregats de l'ICC corresponents als municipis que limiten amb Terrassa. En concret s'han escollit els següents mapes en format SID:

Referència	Escala	Poblacions
<i>Tall 71-29</i>	1:25.000	Rellinars – Vacarisses
<i>Tall 71-30</i>	1:25.000	Terrassa – Sabadell
<i>Tall 72-29</i>	1:25.000	Barberà del Vallès – Rubí
<i>Tall 72-30</i>	1:25.000	Ullastrell - Viladecavalls

Per a la incorporació d'aquest fitxers al SIG s'ha realitzat el següent procediment:

Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

- Creació d'una entitat de tipus imatge, on es registraran els ortofotomapes.



Il·lustració 22 Creació entitat imatge.

- Inserció del mapa al SIG mitjançant l'opció de Geomedia "Insertar → Imagen interactiva". Amb aquesta opció simplement es posiciona el mapa a la finestra del mapa però sense referenciar-la.



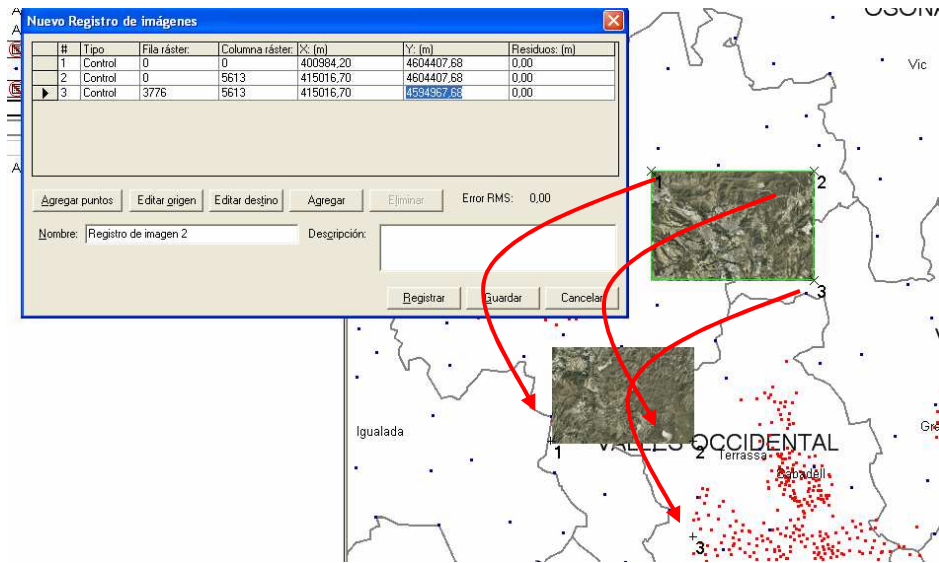
Il·lustració 23 Inserció imatge interactiva.

- Obtener les quatre coordenades del mapa descarregat de l'ICC. Per a realitzar aquesta operació la coordenada superior esquerra es pot obtenir del fitxer "SDW" i les altres tres s'han de calcular, a partir de l'amplada i alçada del mapa. A continuació es mostra les quatre cantonades dels diferents mapes.

Atribut	Tall 71-29	Tall 71-30	Tall 72-29	Tall 72-30
X1	401111,490	400984,2	415004,98	414895,6
Y1	4613662,380	4604407,68	4613483,95	4604231,88
X2	415126,490	415016,7	429002,48	428910,6
Y2	4613662,380	4604407,68	4613483,95	4604231,88
X3	415126,490	415016,7	429002,48	428910,6
Y3	4604219,880	4594967,68	4604068,95	4594816,88
X4	401111,490	400984,2	415004,98	414895,6
Y4	4604219,880	4594967,68	4604068,95	4594816,88

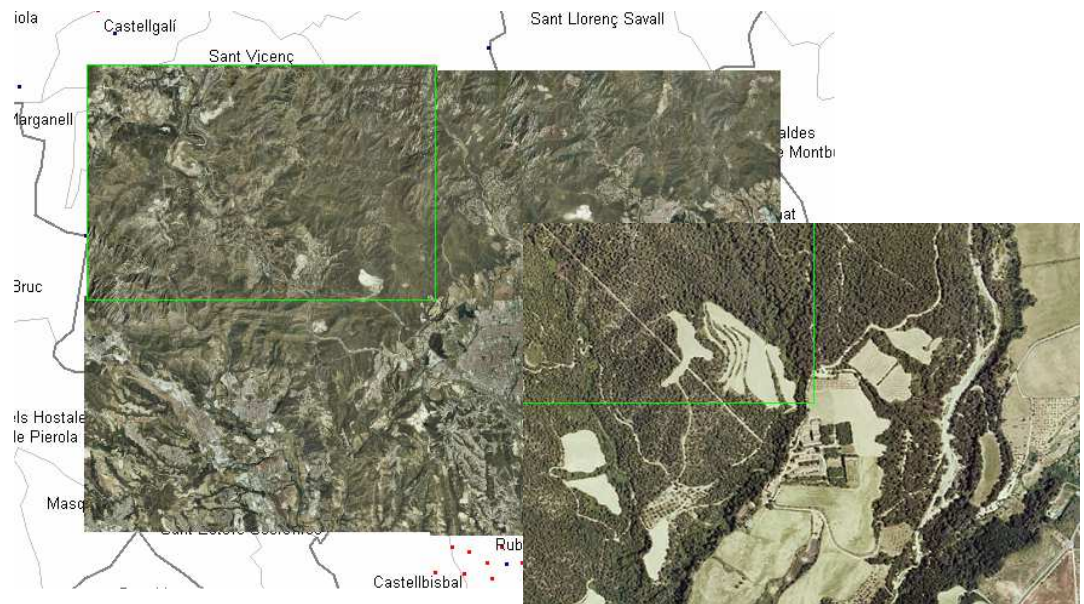
- Un cop es coneixen les quatre coordenades, el següent pas consisteix en registrar les imatges. Per a realitzar aquesta tasca es fa servir l'opció de Geomedia "Herramientas → Registro de Imágenes". Des d'aquest mòdul, es posiciona correctament el mapa amb les coordenades reals de les quatre coordenades.

Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©



Il·lustració 24 Registrar imatge interactiva.

- El resultat d'afegir els quatre fitxers es pot visualitzar en la imatge següent, on es pot apreciar que les interseccions dels diferents plànols queden completament solapades.



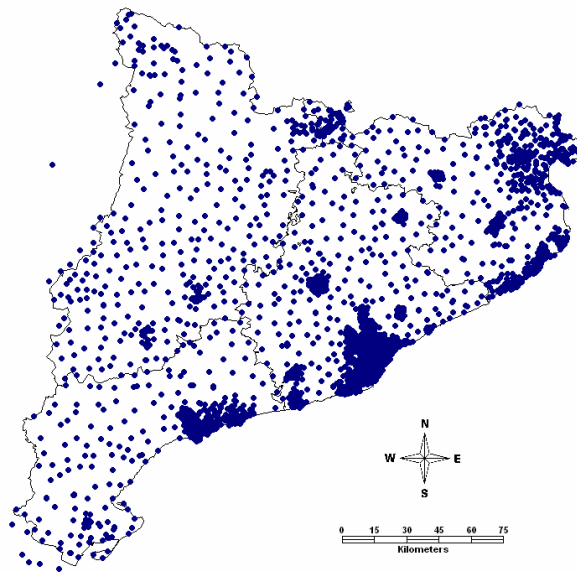
Il·lustració 25 Solapament imatges interactives.



### 8.3.3. Localització vèrtex geodèsics

Per a la inserció dels vèrtex geodèsics es parteix de les dades descarregades de l'ICC de l'arxiu "ICC20044.ZIP". En el seu interior es troba l'arxiu ICC20044.CA on es troba el llistat de tots els vèrtex de Catalunya.

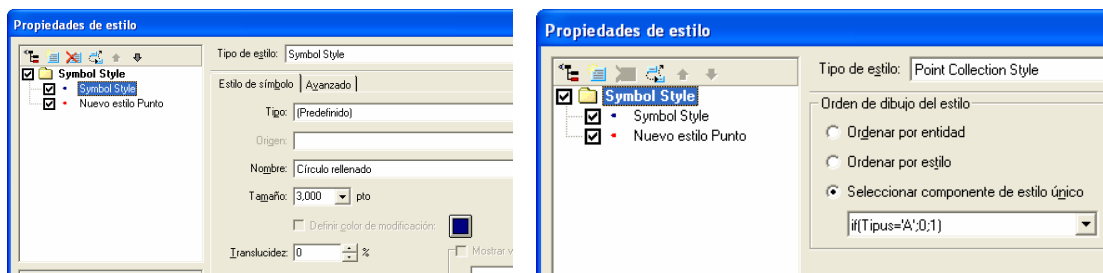
Per a la incorporació d'aquest fitxer, s'ha generat una aplicació VB que el carrega automàticament. En el capítol 7.4.1 s'especifica el seu procés.



Il·lustració 26 Vèrtex geodèsics de Catalunya

Els Vèrtex geodèsics incorporats pertanyen a dos tipus de vèrtex. Per realitzar la seva distinció visual en el plànol, es modifica el seu estil, incorporant un nou estil de visualització a la entitat. D'aquesta manera aquest element es visualitzarà d'una manera determinada en funció del seu tipus. Aquesta tasca es realitza mitjançant la finestra de "Propiedades de estilo" on s'afegeix un nou estil, i finalment escollint l'opció "Seleccionar componente de estilo único" es configura la regla "if(tipus='A';0;1)".

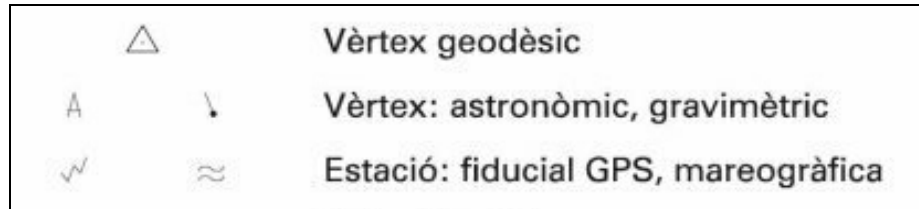
Típus vèrtex	Format estil
Monumentació ICC	Punt de color blau, mida 4
Altres Monumentacions	Punt de color Vermell, mida 4



Il·lustració 27 Propietats d'estil. Tipus de vèrtex

Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

Un altre manera de visualitzar els vèrtex en el mapa, és en funció del tipus de xarxa a la que pertany.

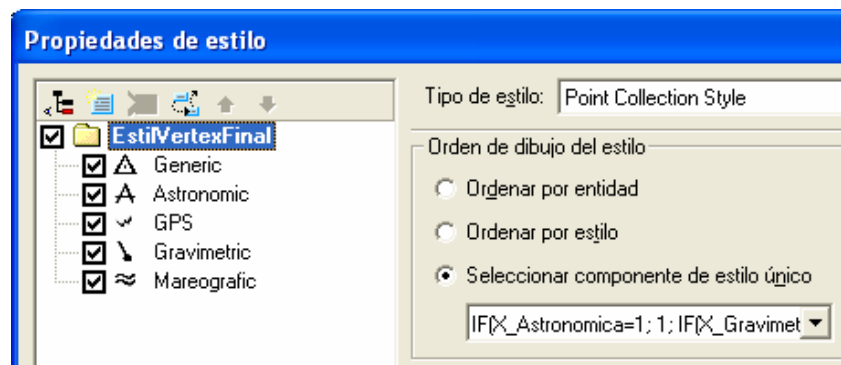


Il·lustració 28 Tipus de xarxes geodèsiques

Com que un vèrtex pot pertànyer a diferents xarxes, en el mapa només es visualitza el símbol que representa la xarxa més concreta que especifica el vèrtex. Per implementar aquesta visualització es genera un nou estil de la mateixa manera que en el cas anterior. En aquest cas s'han creat 5 estils diferents, un general i quatre específics. Per seleccionar l'estil de cada vèrtex s'ha generat la fórmula següent:

**Fórmula d'estil**

```
IF(X_Astronomica=1; 1; IF(X_Gravimetrica=1; 3; IF(X_GPS=1; 2; IF(X_mareografs=1; 4; 0))))
```

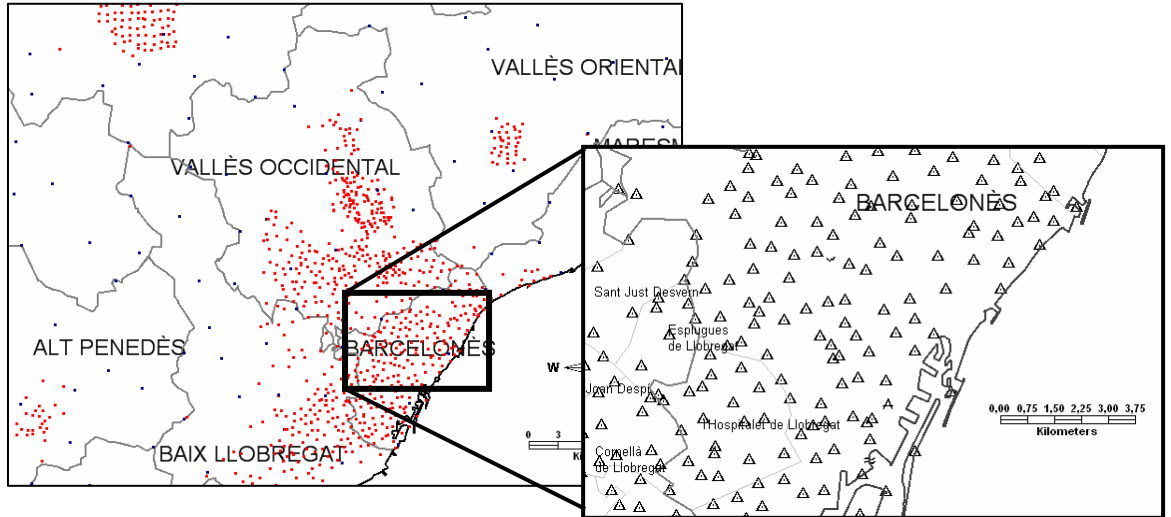


Il·lustració 29 Propietats d'estil. Xarxa Vèrtex.

Per a la correcta visualització dels símbols en el mapa s'aplica la següent regla de visualització:

Classe Entitat	Escala Mínima	Escala Màxima	Estil
eVertex	1:1	1:400.000	Estil Xarxa de Vèrtex
eVertex	1:400.000	1:1.000.000.000	Estil Tipus de Vèrtex

D'aquesta manera el resultat obtingut es pot visualitzar en la il·lustració següent.



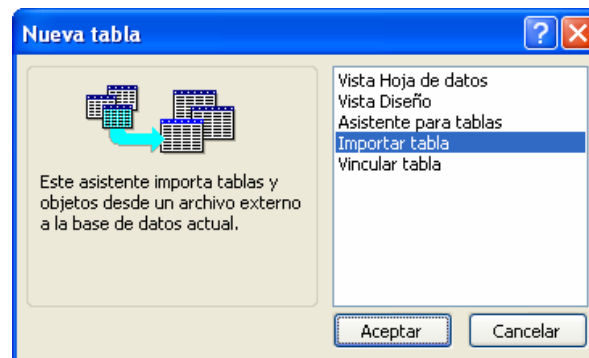
Il·lustració 30 Geomedia. Visualització del mateix element amb diferents estils i en funció de l'escala.

### 8.3.4. Informació Vèrtex Geodèsics

Per a la incorporació de dades complementàries en el sistema, com el nom del vèrtex, o si es tracta d'un vèrtex de control, o d'on està presa la cota del vèrtex, etc., s'ha fet servir el fitxer "INFO\_XU.TXT" descarregat de la pàgina web de l'ICC.

Per a carregar el fitxer d'informació "INFO\_XU.TXT", s'ha realitzat una importació de dades a la base de dades Access, fent servir les eines estàndard que ofereix aquesta aplicació. A continuació es mostren els passos següents:

1. Accés a l'opció d'importació de taules, mitjançant l'eina de creació de taules.

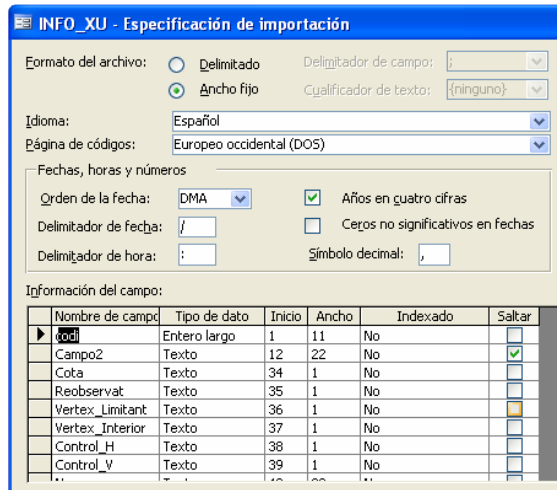


Il·lustració 31 MS Access. Nova taula. Importar taula.



Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

- Un cop seleccionat el fitxer "INFO\_XU.TXT", apareix el formulari d'importació de fitxers de text. En aquest cas es configura la importació com camps amb longitud fixa i s'estableix la longitud de cada camp i el tipus de dada que hi conté.



Il·lustració 32 MS Access. Importar taula, configuració de camps

- Seguidament es procedeix a realitzar la importació del fitxer "INFO\_XU.TXT" a la taula INFO\_XU.

codi	Cota	Reobservat	Vertex_Limitant	Vertex_Interior	Control_H	Control_V	Nom
267083001		R	I		H	V	Cap de Pla Redon
266077001		R	I		H	V	Torreta de l'Orri
266090001		R	I		H	V	Serrat de Carrasquers
266101001		R	I		H	V	Serra del Castellar
266106001		R	I		H	V	Tossal Roig
266109001		R	I		H	V	Tossal de Queralt
266112001		R	I		H	V	Tossal de les Bruixes

Il·lustració 33 MS Access. Registres de la taula INFO\_XU

4. Finalment, es realitza un traspàs d'informació entre les taules INFO\_XU i eVertexInformació. Aquest transvasament de dades s'aconsegueix mitjançant la instrucció SQL següent:

**Traspàs de dades**

```
Insert Into eVertexInformacio (codi, Cota_Referida, Reobservat,
Control_H, Control_V, Nom)
select
codi, iif(cota='t', 1, 2),
iif(reobservat='R', 1, 0) , iif(vertex_limitant='E', 0, 1),
iif(Control_H='H', 1,0), iif(Control_V='V', 1,0), trim(nom)
FROM INFO_XU
```

Il·lustració 34 MS Access. Instrucció SQL per realitzar el traspàs de dades.

### 8.3.5. Consolidació de les dades

Un cop les dades han estat carregades en el sistema s'ha comprovat que existeixen vèrtex duplicats. Això produeix errors en les diferents consultes realitzades i en la triangulació de Delaunay.

Per evitar aquets errors i per deixar un conjunt de dades de treball correcte es realitza un control de duplicats de dades i el seu posterior esborrat del sistema.

Per a la detecció de vèrtex duplicats s'ha realitzat la següent consulta SQL.

**Detecció de Vèrtex duplicats**

```
SELECT *
FROM
  evertex as e1
  INNER JOIN [SELECT utm_x, utm_y , count(*) as cuenta
              FROM eVertex GROUP BY utm_x, utm_y]. e2
  ON e1.utm_x = e2.utm_x AND e1.utm_y = e2.utm_y)
WHERE
  e2.cuenta > 1
```

Il·lustració 35 MS Access. Instrucció SQL per detecció de vèrtex duplicats

### 8.3.6. Digitalització d'elements

Per a l'execució de les consultes<sup>8</sup> realitzades en aquest PFC, es necessari disposar de certa informació com ara camps de futbol o piscines, que no es disposen inicialment com a informació vectorial i sobre la que es puguin realitzar consultes. Es per aquesta raó que aquesta informació s'ha d'obtenir digitalitzant imatges raster.

En concret, en aquest projecte s'han digitalitzat dos elements que posteriorment han estat la base de diverses consultes espacials (piscines i camps de futbol). No obstant, la digitalització s'ha centrat en l'àrea del Vallès Occidental, concretament en els municipis de Terrassa, Sabadell i rodalies.

El número d'elements digitalitzats ha estat el que s'ha cregut necessari per disposar d'una primera aproximació al món real, no disposant de la digitalització de tots els camps de futbol i de piscines existents en aquets municipis.

Per a la digitalització dels diferents elements, s'ha partit dels ortofotomapes descarregats de la web de l'ICC a escala 1:25.000.

A continuació es mostren uns exemples de la digitalització de piscines utilitzant diferents maneres de capturar la informació.



Il·lustració 36 Digitalització de piscines a partir d'imatges raster.

<sup>8</sup> Consultes. El detall de les consultes estan explicades en l'apartat "Consultes espacials"

## 9. Programació del SIG

En aquest apartat s'especifiquen aquelles tasques realitzades per dur a terme les necessitats específiques del projecte que no es poden realitzar mitjançant les eines i funcionalitats estàndard proporcionats per Geomedia.

Per a dur a terme aquest objectiu, es necessària la integració d'una aplicació realitzada en Visual Basic que interactua amb les llibreries públiques de Geomedia. D'aquesta manera es pot particularitzar part de Geomedia Professional, amb el funcional necessari per aquest PFC.

Aquest mòdul es divideix en els següents apartats:

- **Entorn de desenvolupament Visual Basic**, on s'especifiquen les llibreries públiques de Geomedia i com s'implementen en Visual Basic, així com la creació d'un projecte des de Visual Basic utilitzant l'eina "Geomedia Comand Wizard".
- **Model de Base de dades**. En aquest apartat s'especifica quin és el model de base de dades que és segueix, així com l'explicació de la selecció del motor de base de dades escollit.
- **Triangulació de Delaunay**. En aquest capítol s'explica l'algorisme de la triangulació de Delaunay, que es far servir en aquest PFC.
- **Implementació d'eines de consulta automatitzada**, on s'expliquen les diferents consultes realitzades en el PFC juntament amb la codificació més important en VB.

### 9.1. *Entorn de desenvolupament Visual Basic*

Geomedia Professional 6.0 permet generar funcionalitat a partir de llenguatges de programació externs, com és el cas de Visual Basic 6 (VB). Des d'aquest llenguatge es poden crear nous mòduls completament integrats amb Geomedia Professional. D'aquesta manera es poden utilitzar els controls estàndard de VB per que interactuïn com un mòdul més de l'aplicació.

#### 9.1.1. Interfície de programació

Geomedia Professional incorpora una extensa API que proporciona accés a la majoria d'objectes que el formen. Aquesta API esta agrupada amb una sèrie d'objectes que es detallen a continuació:

- **"FrameWork"**: Controla la finestra principal de l'aplicació, les finestres de mapes i dades i les barres de controls.
- **"Database"**: Proporciona el model d'objectes de dades geogràfiques (GDO, Geographic Data Objects), basat en el model DAO (Data Access Object) de Microsoft. Aquesta classe proporciona la definició de bases de dades, així com la seva consulta i posterior modificació.

- **“Coordinate System”**: Permet personalitzar i recuperar informació sobre el sistema de coordenades del Geoworkspace.
- **“Map View”**: Proporciona els mecanismes per visualitzar dades vectorials o raster. Des de aquest control es poden visualitzar o manipular dades. Aquestes manipulacions inclouen realitzar zoom, girs, destacats, etc.
- **“Legend”**: Proporciona els mecanismes per decidir que és el que es visualitza en una finestra de mapa i amb quin format.
- **“Styles”**: Proporciona els mecanismes de control de l'estil de visualització de les dades espacials. D'aquesta manera amb aquest control es poden modificar els gruixos de les línies, els colors, la trama, etc.
- **“Locate”**: Proporciona funcions per a realitzar localitzacions d'objectes en la finestra de mapa. Aquest objecte retorna una col·lecció d'objectes visibles en la finestra de mapa. Aquesta col·lecció pot incloure els següents tipus de resultats:
  - **RecordsetObject**: Resultats de cerca en un àrea
  - **RecordObject**: Aquests DisplayedObjects són el resultat de una seria de registres en una finestra de dades.
  - **GeometryObject**: Objectes resultat d'una operació de cerca en un punt.
  - **RasterObject**: Objectes resultat d'una operació de cerca de geometries raster.
- **“Geometry”**: Proporciona eines de disseny, edició, emmagatzematge i recuperació de dades de geometria espacial. Existeixen dos objectes bàsics:
  - Objecte de geometria (ArcGeometry, BoundaryGeometry, LineGeometry,...)
  - Objecte GeometryStorageService, que s'encarrega de realitzar la transformació de les dades geomètriques entre el format d'emmagatzemament i el de visualització.
- **“Querys”**: Utilitzades per guardar el nom i la descripció d'un recordset, que es pot recuperar a partir de la query i visualitzar en la finestra de mapa o a la de dades.
- **“Data View”**: Proporciona eines de control de la finestra de dades, on es visualitzen els atributs no gràfics de les entitats o consultes.
- **“Digitizing”**: Proporciona eines per la realització de digitalització d'entitats.
- **“Layout Window”**. Proporciona les eines per crear, configurar i imprimir finestres de composició.

### 9.1.2. Geomedia Comand Wizard

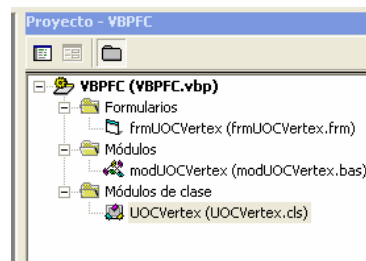
Per a la construcció de l'aplicació s'ha creat un projecte de Visual Basic utilitzant el component de Geomedia Comand Wizard. Els passos realitzats han estat els següents:

1. Creació del projecte mitjançant El component de geomedia Comad Wizard Per a realitzar aquesta tasca s'executa el Visual Basic, i sense obrir cap projecte s'ha d'accedir a la finestra de **"Administrador de complementos"**.
2. En aquesta finestra, s'ha de seleccionar el component "Geomedia Comand Wizard" i configurar-lo per a que es carregui al inici.



**Il·lustració 37 Geomedia. Comand Wizard.**

3. Un cop es té el component operatiu, s'executarà l'assistent. Aquest, demana el nom del projecte, el nom de la comanda, si es desitja una imatge identificativa, tipus de finestra modal o no i el tipus de centrat que tindrà el formulari al obrir-se.
4. Un cop informat tots els camps, l'assistent genera un projecte amb un formulari. Aquest formulari és el que s'ha fet servir per a la implementació de les diferents interfases d'usuari.



**Il·lustració 38 Exemple de l'estructura creada al VB.**

5. Un cop es té el projecte creat es compila i el resultat consisteix en una llibreria dinàmica Active X( fitxer dll). Aquesta llibreria per a que es pugui fer servir en el Geomedia primer s'ha de realitzar un procés de publicació.

La comanda per a publicar una llibreria dinàmica correspon:

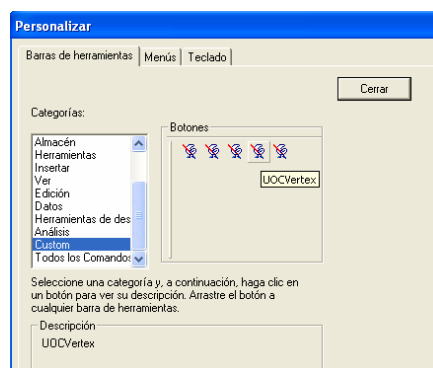
## Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

*installUsrCmd /prod "GeoMedia Professional" UOCVertex.dll UocVertex.ini*

- Posteriorment de publicar la dll, s'ha d'executar el Geomedia Professional, i configurar-lo per a que pugui accedir a la nova comanda. Per això s'ha d'accedir a:

Ver→Barras de Herramientas→Personalizar

- En aquesta pantalla s'ha de seleccionar la nova comanda i arrossegar-la a la finestra de treball, com s'indica en la imatge:



**Il·lustració 39** Afegir la comanda al Geomedia.

- D'aquesta manera en la barra d'eines disposarem d'un accés a la nova comanda realitzada des de el Visual Basic.

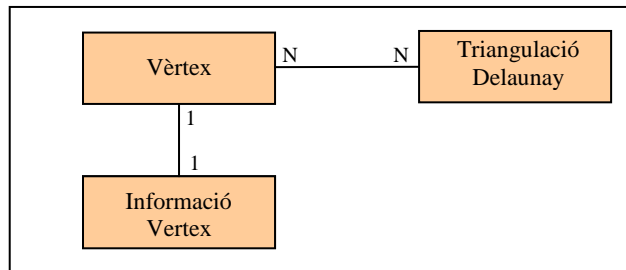
## 9.2. Model de base de dades

A continuació s'exposa la descripció de la implementació a nivell orgànic, de cadascuna de les entitats i les taules auxiliars, que són necessàries per la creació del SIG.

La informació continguda en el magatzem del SIG pot ser de dos tipus. Una conté informació que es representa gràficament per pantalla, mentre que l'altre no. No obstant, totes dues entitats es registren de la mateixa manera a la base de dades (en aquest cas Access) mitjançant taules, on el nom de la taula coincideix amb el nom de l'element.

Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

A continuació es mostra el diagrama d'entitat-relació amb els principals elements que formen el SIG.



Il·lustració 40 Model Entitat – Relació.

A continuació es mostra el detall d'aquestes taules, així com el tipus de camp, l'obligatorietat, si es permet longitud zero i si és autonumèric.

• Taula eVertex

Nom de camp	Tipus	Descripció
<b>ID</b>	Autonumber	Identificador únic del vèrtex
<b>Codi</b>	Double	Codi Vèrtex ICC
<b>Tipus</b>	Text	
<b>X_Primer_Ordre</b>	Integer	Xarxa de Primer Ordre (IGN)
<b>X_Ordre_Inferior</b>	Integer	Xarxa Ordre Inferior (IGN)
<b>X_Utilitaria</b>	Integer	Xarxa utilitària Catalunya(ICC)
<b>X_Anivellacio</b>	Integer	Xarxa anivellació.
<b>X_Astronomica</b>	Integer	Xarxa astronòmica.
<b>X_Gravimetrica</b>	Integer	Xarxa gravimètrica.
<b>X_Recolzament</b>	Integer	Xarxa de punts de recolzament.
<b>X_Test</b>	Integer	Xarxa de test.
<b>X_GPS</b>	Integer	Xarxa d'estacions permanents de GPS.
<b>X_Mareografs</b>	Integer	Xarxa de mareografs.
<b>UTM_X</b>	Double	Coordenades UTM X.
<b>UTM_Y</b>	Double	Coordenades UTM Y.
<b>H</b>	Double	Alçada.

• Taula eVertexInformacio

Nom de camp	Tipus	Descripció
<b>ID</b>	Autonumber	Identificador únic
<b>Codi</b>	Double	Codi Vèrtex ICC
<b>Cota_Referida</b>	Integer	1 Cota referida a dalt del Vèrtex; 2 Cota referida a la base pilar
<b>Reobservat</b>	Integer	Vèrtex IGN reobservat amb tècniques GPS per l'ICC. (0 No; 1 Si)
<b>Contorn</b>	Integer	Vèrtex IGN limitant amb el contorn de Catalunya (0-Contorn; 1-Intern)
<b>Control_H</b>	Integer	Punt de control horitzontal en compensacions de l'ICC
<b>Control_V</b>	Integer	Punt de control vertical en compensacions de l'ICC.
<b>Nom</b>	Text	Nom del Vèrtex



- Taula eTriangulacio

Nom de camp	Típus	Descripció
<b>ID</b>	Autonumber	Identificador únic
<b>Codi_V1</b>	Double	Codi Vèrtex ICC que forma el primer angle del triangle
<b>Codi_V2</b>	Double	Codi Vèrtex ICC que forma el segon angle del triangle
<b>Codi_V3</b>	Double	Codi Vèrtex ICC que forma el tercer angle del triangle

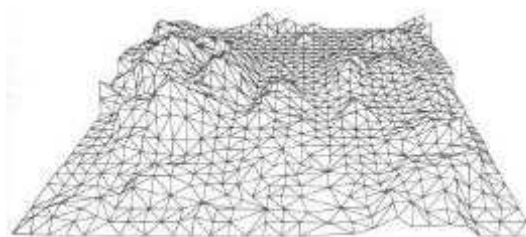
### 9.3. Triangulació de Delaunay

Una manera d'explotar la cartografia digital correspon a la formació de models matemàtics que contemplin una superfície continua i que s'aproximi el màxim possible a la superfície del terreny que es vol representar. Aquests models matemàtics reben el nom de "Models Digitals del Terreny" (MDT), essent una representació numèrica de les característiques topogràfiques del terreny, a partir de les coordenades tridimensionals dels punts que el defineixen.

Per a la generació d'un model digital del terreny, es necessari disposar d'una sèrie de coordenades tridimensionals, que representin la superfície topogràfica a representar. En el cas del PFC aquestes coordenades corresponent al llistat de vèrtex geodèsics obtinguts de l'ICC. D'aquesta manera, la superfície topogràfica real, es pot aproximar a una superfície matemàtica discreta formada per superfícies planes triangulars.

Alguns dels algorismes que s'utilitzen per a la realització de les malles de triangles, es basen en la triangulació de Delaunay. Aquest algorisme, compleix les condicions següents:

- Els triangles formats són el més regular possible.
- La longitud dels costats dels triangles és mínima.
- La triangulació formada és única.



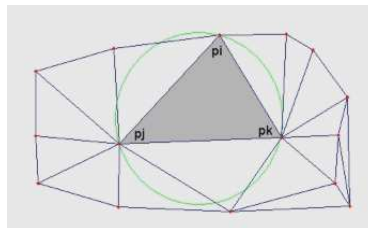
Il·lustració 41 Vista en perspectiva d'un terreny

### 9.3.1. Característiques de la Triangulació de Delaunay

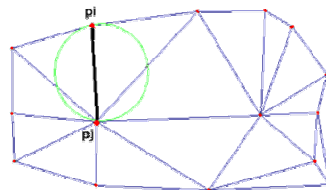
L'idea de la Triangulació de Delaunay consisteix en: donat un núvol de punts en el pla, trobar una triangulació en la que els punts més pròxims entre si estiguin connectats per un aresta, o dit d'un altre manera, els triangles resultants siguin el més regulars possible.

Una Triangulació de Delaunay complirà les següents propietats:

- Tres punts que pertanyen al núvol de punts, pertanyen al mateix triangle, si el cercle que passa pels tres punts no conté un altre punt del núvol de punts.

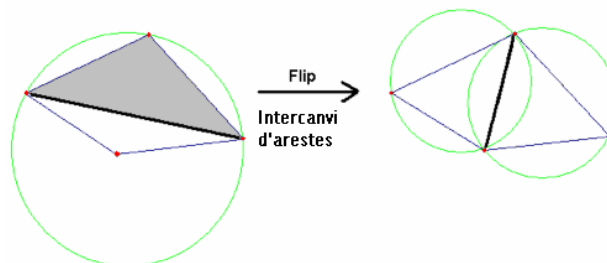


- Dos punts que pertanyen al conjunt de punts, formen un costat d'un triangle, si la circumferència que passa per als dos punts no inclou cap altre punt.



Partint d'aquestes dos propietats podem caracteritzar la triangulació de Delaunay de la següent manera:

“Sigui  $P$  un conjunt de punts en el pla y  $T$  una triangulació de  $P$ .  $T$  és una Triangulació de Delaunay de  $P$ , si i només si, la circumferència circumscrita de qualsevol triangle de  $T$  no conté punts de  $P$ .”



Il·lustració 42 Triangulació de Delaunay. Realització de Flip

Com es pot apreciar a la figura anterior, la figura de l'esquerra, la circumferència circumscrita conté un quart punt en el seu interior. Per tant, l'aresta que està marcada en negreta, correspon a una Aresta Il·legal. Realitzant un intercanvi d'arestes (flip) s'aconsegueix una triangulació vàlida, tal com s'observa en la imatge de l'esquerra, convertint-se en una Aresta Legal.

### 9.3.2. Algoritme Triangulació de Delaunay

La triangulació escollida correspon al mecanisme incremental. Aquest algoritme no es basa d'una triangulació donada, sinó que s'anirà construint la triangulació de manera incremental, a mesura que es van inserint nous punts.

Es parteix d'un triangle suficientment gran que contingui tot el núvol de punts. L'objectiu es realitzar la triangulació sense que el triangle extern, afecti a la triangulació. Un cop realitzada la triangulació s'elimina el triangle inicial.

A continuació es mostra una versió resumida de l'algoritme de Triangulació de Delaunay amb petites explicacions i gràfics de cada pas.

```

Triangulació()
{
    Creació del Supertriangle i afegir-lo a la triangulació
    1 Per cada Vèrtex
    {
        Per cada Triangle
        {
            2 Si el vèrtex està inclòs en la circumferència circumscripita del triangle
            {
                3 Guardar els costats del triangle a un Buffer de costats
                4 Esborrar el triangle
            }
        }
    }
    5 Esborrar costats repetits de Buffer de costats (guardant els costats que apareixen un cop)
    Per cada Costat del Buffer de costats
    {
        6 Crear Triangle entre el costat i el Vèrtex
    }
}
Per cada Triangle
{
    Si algun dels seus vèrtex pertany al supertriangle
    {
        Esborrar Triangle
    }
}
}

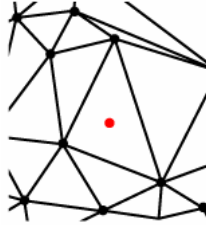
```

**Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©**

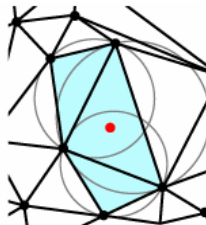
---

A continuació es visualitza en imatges el procés d'afegir un nou Vèrtex a la triangulació ja existent.

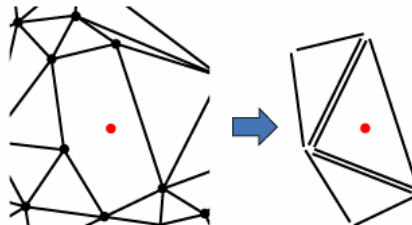
1. Incorporar un nou vèrtex a la triangulació existent.



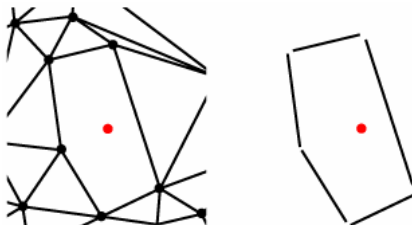
2. Realització de la cerca dels triangles de la triangulació on el nou punt està comprès en la seva circumferència circumscrita.



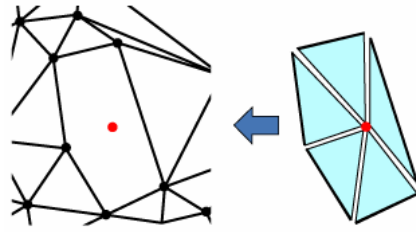
3. Esborrar de la triangulació aquests triangles. No obstant, es registren els costats de tots els triangles esborrats en un buffer de costats.



4. Un cop estan tots els costats enregistrats en el buffer, es realitza un recorregut d'aquest, per esborrar aquells costats que apareixen dos cops. D'aquesta manera només es deixen els costats que només apareixen un cop.



5. Generar nous triangles entre els costats que queden sense esborrar del buffer de costats i el nou punt.



6. Finalment introduir els nous triangles a la triangulació



## 9.4. Implementació interfície gràfica

En aquest apartat es detallen les diferents comandes realitzades amb Visual Basic i que interactuen directament amb Geomedia i l'usuari.

### 9.4.1. Formulari d'inici

Aquets és el formulari principal de l'aplicació i proporciona l'accés a tota la funcionalitat implementada en aquest PFC. En concret, des d'aquest mòdul es pot accedir a les següents funcionalitats:

- **Càrrega automatitzada de vèrtex geodèsics:** Realitza una càrrega completa de vèrtex a partir d'un fitxer amb un format específic.
- **Vèrtex:** Formulari principal relacionat amb els vèrtex geodèsics. Des d'aquest formulari es pot accedir a les diferents accions que es poden realitzar amb vèrtex geodèsics com consultes, manteniment i accés a les fitxes dels vèrtex.
- **Digitalitzacions:** Mòdul encarregat de visualitzar totes les consultes relacionades amb les entitats digitalitzades en el sistema.
- **Delaunay:** Mòdul encarregat de realitzar la triangulació de Delaunay.

A continuació es mostra una imatge del formulari principal de l'aplicació:



Il·lustració 43 Formulari principal de l'aplicació.

### 9.4.2. Càrrega de vèrtex geodèsics

Per a la incorporació dels vèrtexs geodèsics s'ha partit del fitxer ICC20044.CA descarregat de l'ICC.

Prèviament a realitzar la càrrega del fitxer al sistema, s'ha hagut de modificar el seu contingut, ja que en la capçalera del fitxer hi ha una explicació dels diferents camps que hi conté. Finalment, mitjançant una aplicació VB, es realitza un recorregut seqüencial del fitxer i per cada vèrtex es realitza una inserció en la entitat eVertex del SIG.

**Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©**

---

A continuació s'adjunta la part del codi més important que executa aquest funcionament, prèviament comentat.

```
Private Sub CarregarFitxerVertexGeodesic()
```

```
' Declaració de variables Geomedia
```

```
' -----
```

```
Dim GSS As GeometryStorageService
```

```
Dim GeomOut As Variant
```

```
Dim PPoint As PointGeometry
```

```
' Variables que controla l'entitat Vertex
```

```
' -----
```

```
Dim vRrs_vertex As GRecordset
```

```
Dim vOP_vertex As OriginatingPipe
```

```
' Variables lectura fitxer entrada
```

```
' -----
```

```
Dim nFitxer As Integer
```

```
Dim lineaFitxer As String
```

```
Dim vCFitxerCA As cFitxerCA
```

```
On Error GoTo errorHandler
```

```
'Comprovació dades obligatòries
```

```
If ValidateForm Then
```

```
'Creació de l'objecte que controla la transformació de Geometry a Storage
```

```
Set GSS =
```

```
gobjGeoApp.CreateService("Geomedia.GeometryStorageService")
```

```
'Objecte que controla una geometria de tipus punt.
```

```
Set PPoint = gobjGeoApp.CreateService("GeoMedia.PointGeometry")
```

```
gobjConn.CreateOriginatingPipe vOP_vertex
```

```
' Assignació de l'entitat eVertex
```

```
vOP_vertex.Table = "eVertex"
```

```
'Obrim un recordset amb el contingut de la taula de vèrtex
```

```
Set vRrs_vertex = vOP_vertex.OutputRecordset
```

```
Set vOP_vertex = Nothing
```

```
' Obrim i fem el recorregut del fitxer
```

```
nFitxer = FreeFile
```

```
Open Dialog.FileName For Input As nFitxer
```

```
While Not EOF(nFitxer)
```

```
' Llegim una línia del fitxer
```

```
Line Input #nFitxer, lineaFitxer
```

```

If vRrs_vertex.Updatable Then

    Set vCFitxerCA = New cFitxerCA

    vCFitxerCA.ParsejaLinea lineaFitxer

    'Afegim un registre en la entitat Vèrtex

    With vRrs_vertex

        .AddNew
        .GFields("Codi") = CLng(vCFitxerCA.Codi)
        .GFields("Tipus") = vCFitxerCA.tipus
        .GFields("X_Primer_Ordre") = Val(vCFitxerCA.x_Primer_Ordre)
        .GFields("X_Ordre_Inferior") = Val(vCFitxerCA.x_Ordre_Inferior)
        .GFields("X_Utilitaria") = Val(vCFitxerCA.x_Utilitaria)
        .GFields("X_Anivellacio") = Val(vCFitxerCA.x_Anivellacio)
        .GFields("X_Astronomica") = Val(vCFitxerCA.x_Astronomica)
        .GFields("X_Gravimetrica") = Val(vCFitxerCA.x_Gravimetrica)
        .GFields("X_Recolzament") = Val(vCFitxerCA.x_Recolzament)
        .GFields("X_Test") = Val(vCFitxerCA.x_Test)
        .GFields("X_GPS") = Val(vCFitxerCA.x_GPS)
        .GFields("X_mareografs") = Val(vCFitxerCA.x_mareografs)
        .GFields("UTM_X") = CLng(vCFitxerCA.UTM_X)
        .GFields("UTM_Y") = CLng(vCFitxerCA.UTM_Y)
        .GFields("H") = CLng(vCFitxerCA.H)

        ' Transformació de la localització del punt
        PPoint.Origin.X = Val(vCFitxerCA.UTM_X)
        PPoint.Origin.Y = Val(vCFitxerCA.UTM_Y)
        PPoint.Origin.Z = Val(vCFitxerCA.H)
        GSS.GeometryToStorage PPoint, GeomOut
        .GFields("Geometry").Value = GeomOut

        .Update
        .MoveLast

    End With

    Set vCFitxerCA = Nothing

End If

Wend

End If

exithere:
Exit Sub
ErrorHandler:
ShowError "CarregarFitxerVertexGeodesic"
Resume exithere
End Sub

```

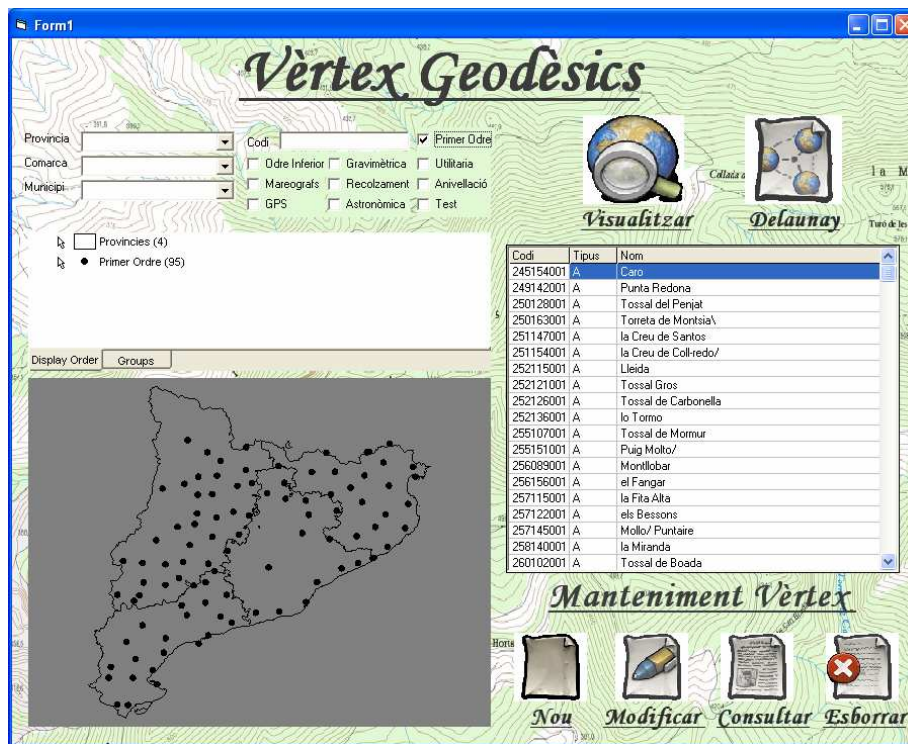


### 9.4.3. Vèrtex Geodèsics

Des d'aquest mòdul es pot accedir a tota la funcionalitat relacionada amb vèrtex geodèsics.

El formulari està format per quatre apartats clarament diferenciats:

- Apartat de filtres
- Apartat de visualització de les dades
- Apartat de triangulació
- Apartat de manteniment de vèrtex



Il·lustració 44 Formulari Vèrtex.

#### Apartat de filtres

En aquesta secció es poden realitzar diferents filtres tant espacials com per les característiques d'un vèrtex.

Tipus de filtre	Filtre	Observacions
<b>Filtre espacials</b>	Provincia	Es permet seleccionar una de les quatre provincies de Catalunya.
	Comarca	En funció de la província escollida, es carreguen les comarques que pertanyen a la província.
	Municipi	En funció de la comarca escollida, es carreguen els municipis que pertanyen a la comarca seleccionada.
<b>Filtre Característiques</b>	Codi	Permet realitzar la cerca de vèrtex per codi. No obstant es permet la cerca per codis incomplets o part d'un codi.
	Xarxa	Permet realitzar la cerca per la xarxa seleccionada.

## Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

Una característica de la selecció de filtres és la possibilitat de realitzar una selecció múltiple de filtres, és a dir, es pot realitzar la cerca d'aquells vèrtex que pertanyen a una comarca i que a l'hora, pertanyen a una xarxa determinada.

Un cop realitzada la selecció dels filtres a aplicar, prement el botó de visualització es pot apreciar el resultat en la zona de visualització de les dades.



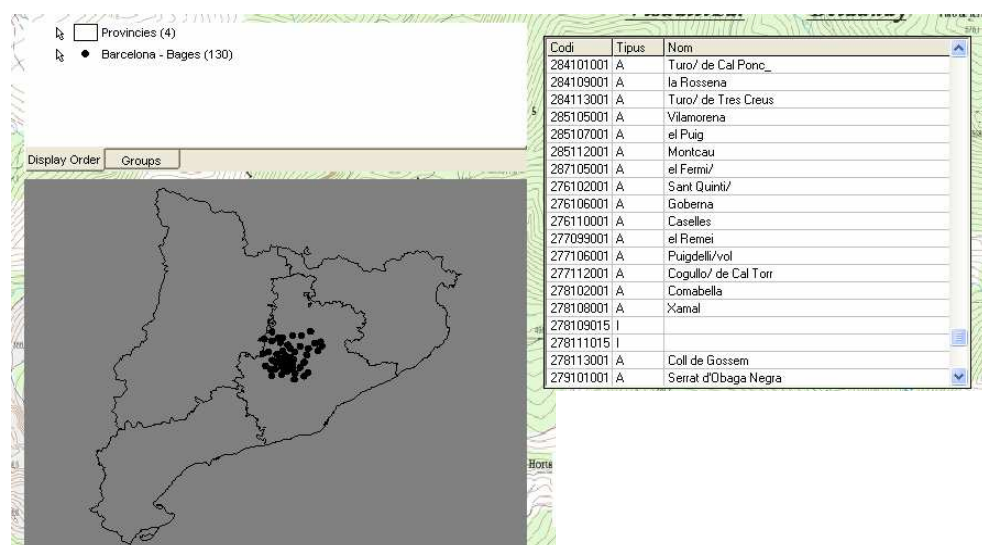
Il·lustració 45 Vèrtex geodèsics, selecció de filtres.

### Apartat de visualització de les dades

Aquesta part del formulari està reservada a la visualització de les dades prèviament filtrades.

Es disposa de tres finestres de visualització:

- **Mapa:** En aquest mapa es visualitza el resultat de la cerca realitzada.
- **Llegenda:** Es visualitzen les diferents consultes que es realitzen en el formulari així com el total de vèrtex de cada consulta. També es permet la modificació de l'estil de la cerca i la seva visibilitat en el mapa.
- **Llistat:** Es visualitza en forma de llista el resultat de la consulta. A diferència de la llegenda i del mapa, aquesta llista s'inicia per a cada nova consulta.



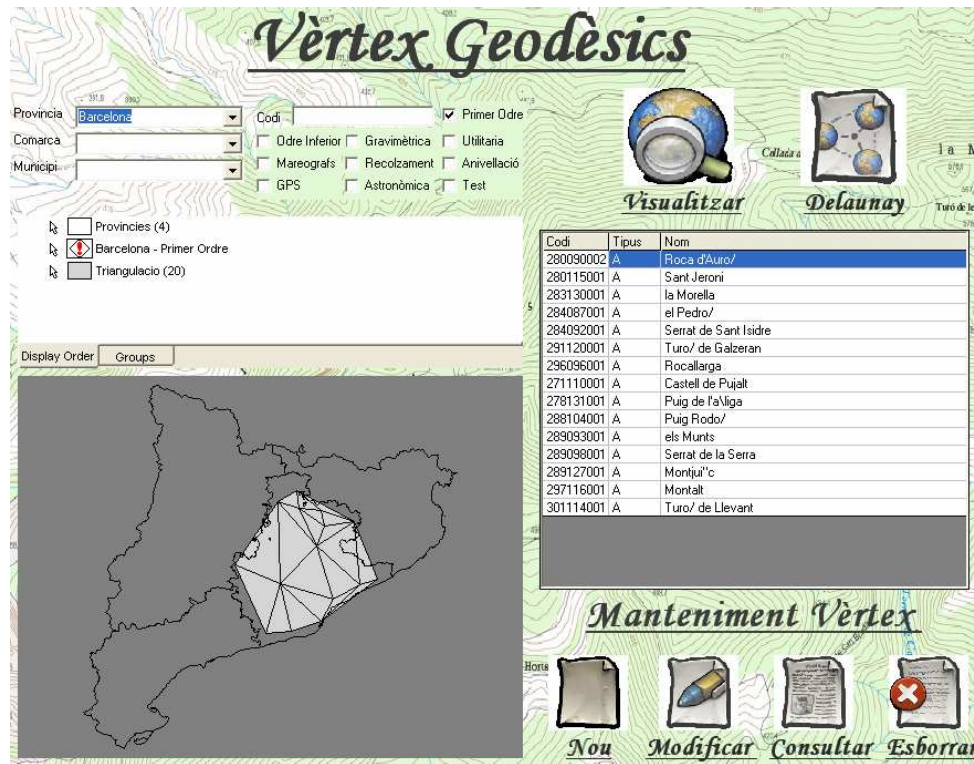
Il·lustració 46 Vèrtex geodèsics, visualització del resultat

**Apartat de Triangulació**

En aquest apartat es permet realitzar la triangulació de Delaunay utilitzant el resultat de la última consulta realitzada. Es a dir, permet realitzar la triangulació utilitzant els vèrtexs geodèsics que s'han obtingut de realitzar una cerca determinada.

La triangulació de Delaunay es pot visualitzar tant en l'apartat corresponent al mapa del mateix formulari, com en el mapa principal del Geomedia. No obstant, només es guarda en el sistema la última triangulació realitzada, esborrant-se la triangulació anterior.

En la següent imatge es pot apreciar la triangulació de Delaunay realitzant-se amb els vèrtexs corresponents a la província de Barcelona i que pertanyen a la xarxa utilitària.



Il·lustració 47 Triangulació de Delaunay amb vèrtex de Primer Ordre de Barcelona



**Apartat de Manteniment de Vèrtex**

En aquest apartat es permet la realització del manteniment de vèrtex geodèsics en el sistema. Les funcionalitats permeses corresponen a:

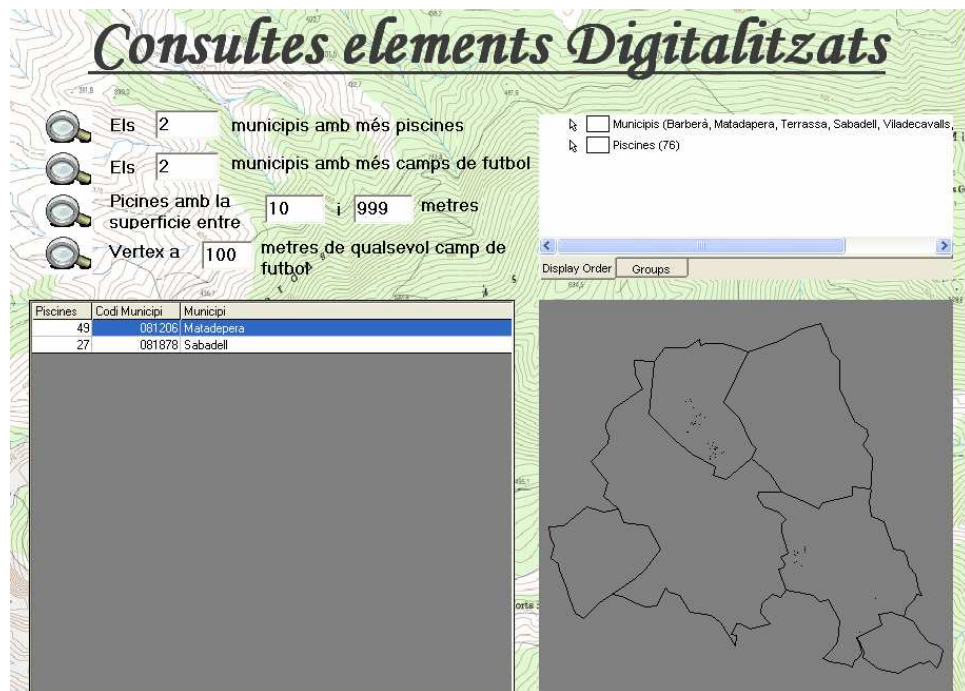
- **Alta de nous vèrtex:** Prenent el boto de "Nou" s'accedeix a la plantilla de vèrtex amb tots els camps en blanc. La única premissa és que el codi de vèrtex introduït no estigui repetit en el sistema. En aquest cas apareix un missatge d'avís.
- **Modificació de dades:** Permet la modificació de les dades d'un vèrtex. Per a realitzar aquesta opció prèviament s'ha d'escollir un vèrtex de la llista de vèrtex.
- **Consulta de dades:** Permet l'accés a la fitxa del vèrtex per consultar les seves dades. No es permet la seva modificació.
- **Esborra vèrtex del sistema:** Permet la baixa de vèrtex al sistema. Prèviament apareix un missatge de confirmació de l'operació.

Il·lustració 48 Pantalla de modificació de vèrtex

### 9.4.4. Digitalitzacions

En aquest mòdul estan implementades les diferents consultes espacials realitzades amb els diferents elements digitalitzats. Les consultes disponibles són les següents:

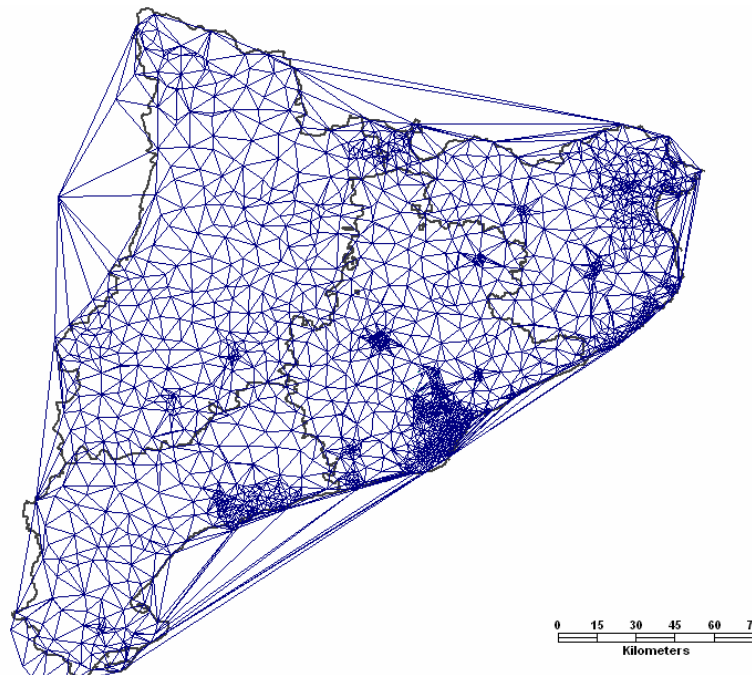
- **Municipis amb més piscines/Camps de futbol:** Llista els municipis que tenen més piscines o camps de futbol digitalitzats. Permet la selecció dels "N" municipis amb més elements, presentant la informació llistada per ordre descendent.
- **Piscines amb la superfície entre "M" i "N" metres quadrats:** Llista i visualitza les piscines on la seva superfície està inclosa entre els dos valors informats.
- **Vèrtex a "N" metres de qualsevol camp de futbol:** Llista aquells vèrtex que estan situats dins el radi de N metres d'un camp de futbol.



Il·lustració 49 Pantalla Consulta d'elements digitalitzats.

### 9.4.5. Triangulació de Delaunay

Aquest apartat consisteix en la realització de la triangulació de tots els vèrtex del sistema mitjançant la triangulació de Delaunay. No obstant, en el cas de voler realitzar una triangulació especial, amb un conjunt de vèrtexs determinats, també es pot realitzar mitjançant el mòdul "Manteniment de vèrtex" explicat anteriorment.



**Il·lustració 50** Triangulació de Delaunay amb tots els vèrtex del sistema.

## 10. Conclusions

Durant l'execució d'aquest projecte s'han hagut d'obtenir els coneixements de que és un SIG, per a que serveix i les seves possibles utilitzacions. No obstant, per poder entendre en global tot el seu funcionament, ha estat necessari disposar d'uns coneixements teòrics en àrees tals com la geodèsia, la cartografia i en l'aplicació Geomedia Professional 6.0.

Sobre la Geodèsia, s'han exposat els conceptes de Geoide i Datum així com la complexitat de representar la superfície de la Terra mitjançant una figura geomètrica utilitzable per un model matemàtic que permeti realitzar operacions de posicionament sobre ella.

Referent a la cartografia s'ha exposat la problemàtica que suposa representar la Terra sobre una superfície plana com és el cas dels mapes. També s'han explicat els diferents tipus de projeccions que redueixen aquesta problemàtica.

Referents als tipus de SIG, s'ha explicat que en funció del model de dades, disposem de Sistemes d'informació geogràfica vectorials, raster i orientat a objectes. De tots ells s'ha explicat la seva utilitat i donat exemples d'utilització.

També s'ha realitzat una breu descripció de l'ICC, i de les funcions que desenvolupa. Aquesta entitat ha estat la font de dades de la que ha partit aquest projecte, obtenint informació sobre els vèrtexs geodèsics, mapes vectorials (municipis de Catalunya) i imatges raster (ortofotomapes del Vallès Oriental).

Un cop establerts els coneixements bàsics per la realització del SIG s'ha definit la selecció de Geomedia Professional 6.0 per a dur a terme la creació del prototipus. Per a dur a terme aquesta acció, ha estat necessari l'estudi d'aquesta eina per tal de conèixer les possibilitats que ofereix.

Finalment, s'ha presentat el cas pràctic on s'implementa el manteniment de vèrtexs geodèsics. Aquest últim apartat s'ha dividit en dos parts clarament diferenciades:

- Primerament, s'ha realitzat la configuració del SIG utilitzant les eines de configuració estàndard que aporta Geomedia Professional 6.0. En aquesta primera part s'ha configurat el SIG, s'han afegit imatges vectorials i raster, digitalitzat elements i modificat l'estil de visualització de determinats elements.
- Seguidament, utilitzant l'API de Geomedia i fent servir el llenguatge de programació Visual Basic, s'han personalitzat aquelles tasques que no venen en l'estàndard com es la gestió de vèrtex i la implementació de l'algoritme de Delaunay.

### **10.1. Treballs Futurs**

Ha quedat fora de l'abast d'aquest projecte per no estar en els objectius inicials i per manca de temps, alguns conceptes que poden ser aprofundits posteriorment:

- Digitalització d'elements. Per a la realització d'aquest PFC s'han realitzat les digitalitzacions de piscines i Camps de Futbol sobre uns ortofotomapes a escala 1:25.000. Aquesta escala no es suficient precisa per la realització de la digitalització d'aquets elements ja que no aporta suficient precisió. Una possible millora seria canviar l'escala 1:25000 per un 1:10000 on s'apreciaran millor les mesures dels elements.
- Millorar la programació de certes funcions en Visual Basic. Per desconeixement de l'eina hi ha funcions que es poden optimitzar, realitzant un codi més robust i fiable.
- Afegir a la fitxa del vèrtex més característiques com la seva situació, observacions, un plànol de la situació, un croquis, etc.



## 11. Bibliografia

A continuació es detalla la bibliografia més emprada en la realització del PFC. La majoria de la documentació utilitzada a estat mitjançant Internet.

### 11.1. Documents

- Material docent UOC. "Metodologia de gestió de projectes informàtics".
- Material docent. "Planificació de projectes".
- Treballs final de carrera i Projectes final de carrera d'altres semestres, publicat a la biblioteca de la UOC.
- Manual usuari Geomedia. proporcionat per Geomedia.
- Material de suport proporcionat per el consultor referent a Inserció d'imatges TIF a Geomedia (Insercio\_GeoTIFF\_Geomedia.pdf).

### 11.2. Enllaços a Internet

- Enllaços a pàgines WEB. El detall d'aquestes pàgines es pot apreciar en el Apèndix 1 d'aquest mateix document. No obstant es detallen els accessos mes utilitzats:
  - [Centro Nacional de Información Geográfica](http://www.cnig.es/)  
(<http://www.cnig.es/>)
  - [Pàgina personal de Gabriel Ortiz](http://www.gabrielortiz.com/)  
<http://www.gabrielortiz.com/>
  - [SIG y Teledetección en la Universidad de Murcia](http://www.um.es/geograf/sigmur/)  
(<http://www.um.es/geograf/sigmur/>)
  - [Canadian Spatial Reference System](http://www.geod.nrcan.gc.ca/geodesy/index_e.php)  
([http://www.geod.nrcan.gc.ca/geodesy/index\\_e.php](http://www.geod.nrcan.gc.ca/geodesy/index_e.php))

## 12. Annex 1 . Links a planes WEB referents a SIG.

A continuació es detalla una col·lecció de referències a Internet <sup>9</sup> sobre temes referents al món SIG.

### 12.1. *Glossari de termes*

- [DICIONARIO DE TERMINOLOGÍA CARTOGRÁFICA](http://www.hyparion.com/web/diccionari/dics/cartografia.htm)  
(<http://www.hyparion.com/web/diccionari/dics/cartografia.htm>)
- [Perry-Castañeda Library](http://www.lib.utexas.edu/maps/glossary.html)  
(<http://www.lib.utexas.edu/maps/glossary.html>)
- [Wikipedia. Categoría Términos de Geografía](http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:T%C3%A9rminos_de_Geograf%C3%ADa)  
([http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:T%C3%A9rminos\\_de\\_Geograf%C3%ADa](http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:T%C3%A9rminos_de_Geograf%C3%ADa))
- [Centro Nacional de Información Geográfica](http://www.cnig.es/)  
(<http://www.cnig.es/>)

### 12.2. *Definicions de GIS*

- [Definició de Gis d'ESRI](http://www.gis.com/whatisgis/index.html)  
(<http://www.gis.com/whatisgis/index.html>)
- [Definició de GIS de l'USGS](http://erg.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster/)  
([http://erg.usgs.gov/isb/pubs/gis\\_poster/](http://erg.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster/))
- [GIS versus CAD](http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis_and_cad.pdf)  
([http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis\\_and\\_cad.pdf](http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis_and_cad.pdf))
- [Stanford University](http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis_and_cad.pdf)  
([http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis\\_and\\_cad.pdf](http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis_and_cad.pdf))
- [Monografias. com](http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml)  
(<http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>)
- [Wikipedia, la enciclopedia libre. Sistema de Información Geográfica](http://es.wikipedia.org/wiki/Sig)  
(<http://es.wikipedia.org/wiki/Sig>)

### 12.3. *Cartografia*

- [Cartografía - Wikipedia, la enciclopedia libre](http://es.wikipedia.org/wiki/Cartograf%C3%ADa)  
(<http://es.wikipedia.org/wiki/Cartograf%C3%ADa>)
- [Map Scales, Fact Sheet FS105-02, \(February 2002\)](http://erg.usgs.gov/isb/pubs/factsheets/fs01502.html)  
(<http://erg.usgs.gov/isb/pubs/factsheets/fs01502.html>)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_coordenadas](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_coordenadas)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_%28cartograf%C3%ADa%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_%28cartograf%C3%ADa%29)

---

<sup>9</sup> Revisat a 5/11/2007

## 12.4. Geodèsia

- [Canadian Spatial Reference System](http://www.geod.nrcan.gc.ca/geodesy/index_e.php)  
([http://www.geod.nrcan.gc.ca/geodesy/index\\_e.php](http://www.geod.nrcan.gc.ca/geodesy/index_e.php))

## 12.5. Xarxes geodèsiques

- [Instituto Geográfico Nacional](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Geodesia/red_geodesicas/)  
([http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCIONES\\_GENERALES/INSTITUTO\\_GEOGRAFICO/Geodesia/red\\_geodesicas/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Geodesia/red_geodesicas/))
- [CPR de Monzón](http://www.educa.aragob.es/cprmonzo/webgeo/lab04.htm)  
(<http://www.educa.aragob.es/cprmonzo/webgeo/lab04.htm>)
- [Wikipedia](http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9rtice_geod%C3%A9sico)  
([http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9rtice\\_geod%C3%A9sico](http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9rtice_geod%C3%A9sico))

## 12.6. Institucions i SIG

- [Servei de Sistemes de Informació Geogràfica i Teledetecció - Universitat de les Illes Balears](http://www.uib.es/secc6/lsig/index.html)  
(<http://www.uib.es/secc6/lsig/index.html>)
- [Servei de Sistemes de Informació Geogràfica i Teledetecció - Universitat de Girona](http://www.sigte.udg.es/)  
(<http://www.sigte.udg.es/>)
- [Laboratori d'Informació Geogràfica i Teledetecció - Universitat Autònoma de Barcelona](http://ligit0.uab.es/web/)  
(<http://ligit0.uab.es/web/>)
- [Laboratori de Cartografia i SIG - Universitat de Tarragona](http://www.sre.urv.es/web/geografia/labcarto.htm)  
(<http://www.sre.urv.es/web/geografia/labcarto.htm>)
- [Laboratori de Sistemes d'Informació Geogràfica i Cartografia Automàtica - Universitat d'Alacant](http://www.sigua.ua.es/es/labsig/index.php)  
(<http://www.sigua.ua.es/es/labsig/index.php>)
- [Laboratorio de Teledetección - Universidad de Valladolid](http://www.uib.es/secc6/lsig/www.latuv.uva.es/)  
(<http://www.uib.es/secc6/lsig/www.latuv.uva.es/>)
- [Departamento de Geografía - Universidad de Alcalá](http://www.geogra.uah.es/inicio/)  
(<http://www.geogra.uah.es/inicio/>)
- [AESIG - Associació Espanyola de Sistemes de Informació Geogràfica](http://www.aesig.org/)  
(<http://www.aesig.org/>)
- [Infraestructura de Dades Espacials de Catalunya](http://www.geoportal-idec.net/)  
(<http://www.geoportal-idec.net/>)

## 12.7. Software SIG

- [ESRI España o bé ESRI EEUU](http://www.geoportal-idec.net/)  
(<http://www.geoportal-idec.net/>)
- [Idrisi](http://www.clarklabs.org/)  
(<http://www.clarklabs.org/>)

- [Miramon](http://www.creaf.uab.es/miramom/index_ca.htm)  
([http://www.creaf.uab.es/miramom/index\\_ca.htm](http://www.creaf.uab.es/miramom/index_ca.htm))
- [MapInfo](http://www.mapinfo.com/)  
(<http://www.mapinfo.com/>)
- [Intergraph](http://www.intergraph.es/)  
(<http://www.intergraph.es/>)
- [GvSIG](http://www.gvsig.gva.es/)  
(<http://www.gvsig.gva.es/>)
- [Spring](http://www.dpi.inpe.br/spring/)  
(<http://www.dpi.inpe.br/spring/>)
- [Grass](http://www.geog.uni-hannover.de/grass/)  
(<http://www.geog.uni-hannover.de/grass/>)
- [Minnesota MapServer](http://mapserver.gis.umn.edu/)  
(<http://mapserver.gis.umn.edu/>)

## 12.8. Servidors de Mapes

- [National Geographic](http://plasma.nationalgeographic.com/mapmachine/)  
(<http://plasma.nationalgeographic.com/mapmachine/>)
- [Geography Network](http://www.geographynetwork.com/)  
(<http://www.geographynetwork.com/>)
- [The world: Land Cover, Elevation and Political Boundaries](http://opengis.uab.es/wms/world/index.htm)  
(<http://opengis.uab.es/wms/world/index.htm>)
- [The Harvard Geospatial Library](http://hgl.harvard.edu/jsps/basemap.jsp)  
(<http://hgl.harvard.edu/jsps/basemap.jsp>)
- [SIG Oleícola. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación](http://www.mapa.es/es/sig/pags/sig/intro2.htm)  
(<http://www.mapa.es/es/sig/pags/sig/intro2.htm>)
- [Sistema de Identificación de Parcelas Agrícolas](http://sigpac.mapa.es/cibeles/visor/)  
(<http://sigpac.mapa.es/cibeles/visor/>)
- [Atlas Climàtic de la Península Ibèrica](http://opengis.uab.es/wms/iberia/index.htm)  
(<http://opengis.uab.es/wms/iberia/index.htm>)
- [Servidor de Mapes Socio-demogràfics](http://opengis.uab.es/wms/sppoblacio/index.htm)  
(<http://opengis.uab.es/wms/sppoblacio/index.htm>)
- [Atlas Electrònic de Catalunya](http://www.gencat.net/ptop/hipermapa)  
(<http://www.gencat.net/ptop/hipermapa>)
- [Servei Interactiu de Mapes Ambientals de Catalunya](http://sima.gencat.net/website/sima/viewer.htm)  
(<http://sima.gencat.net/website/sima/viewer.htm>)
- [Visualitzador de Geoinformació de Catalunya](http://www.geoportal-idec.net/geoportal/cat/wmscat_help.htm)  
([http://www.geoportal-idec.net/geoportal/cat/wmscat\\_help.htm](http://www.geoportal-idec.net/geoportal/cat/wmscat_help.htm))
- [Sistema d'Informació Geogràfica del Litoral de Catalunya](http://opengis.uab.es/wms/pesca/index.htm)  
(<http://opengis.uab.es/wms/pesca/index.htm>)
- [Sistema de Información Territorial de Navarra](http://sitna.cfnavarra.es/navegar/?lang=cas)  
(<http://sitna.cfnavarra.es/navegar/?lang=cas>)

- [Visualizador de Información Territorial del País Vasco](http://www1.euskadi.net/cartografia/visor/viewer.apl)  
(<http://www1.euskadi.net/cartografia/visor/viewer.apl>)
- [Sistema de Información Ambiental de Vitoria-Gasteiz](http://www.vitoria-gasteiz.org/ceac/siam/atlasdf.htm)  
(<http://www.vitoria-gasteiz.org/ceac/siam/atlasdf.htm>)

## 12.9. *Revistes i portals SIG*

- [Mapping Interactivo](http://www.mappinginteractivo.com/)  
(<http://www.mappinginteractivo.com/>)
- [GeoFocus](http://www.geo-focus.org/)  
(<http://www.geo-focus.org/>)
- [GeoInformacion](http://www.geoinformacion.com/)  
(<http://www.geoinformacion.com/>)
- [Nosolosig](http://www.nosolosig.com/)  
(<http://www.nosolosig.com/>)
- [Mercator](http://www.mercator.es/)  
(<http://www.mercator.es/>)
- [RedGeomatica](http://redgeomatica.rediris.es/)  
(<http://redgeomatica.rediris.es/>)
- [Cartesia](http://www.cartesia.org/)  
(<http://www.cartesia.org/>)
- [FreeGis](http://freegis.org/)  
(<http://freegis.org/>)
- [GisCafe](http://www.giscafe.com/)  
(<http://www.giscafe.com/>)
- [EuroGI](http://www.eurogi.org/index_1024.html)  
([http://www.eurogi.org/index\\_1024.html](http://www.eurogi.org/index_1024.html))
- [UCGIS](http://www.ucgis.org/)  
(<http://www.ucgis.org/>)

## 12.10. *Pàgines personals*

- [Gabriel Ortiz](http://recursos.gabrielortiz.com/)  
(<http://recursos.gabrielortiz.com/>)
- [Michael Goud](http://www.mgould.com/)  
(<http://www.mgould.com/>)
- [Ángel M. Felicísimo](http://www.etsimo.uniovi.es/%7Efeli/)  
(<http://www.etsimo.uniovi.es/%7Efeli/>)
- [Paco Alonso](http://www.um.es/%7Egeograf/sig/)  
(<http://www.um.es/%7Egeograf/sig/>)

## 12.11. *Bitàcores*

- [La cartoteca](#)

Creació d'un sistema d'informació geogràfic per a la consulta i gestió de la base de vèrtexs geodèsics de Catalunya amb Geomedia PRO 6.0©

---

[\(http://www.alpoma.net/carto/\)](http://www.alpoma.net/carto/)

- [Geobloc](http://www.alpoma.net/carto/)  
(http://www.alpoma.net/carto/)
- [Información Geográfica](http://informaciongeografica.blogspot.com/)  
(http://informaciongeografica.blogspot.com/)
- [Tecnomaps](http://www.tecnomaps.com/)  
(http://www.tecnomaps.com/)
- [Toponorte](http://www.toponorte.com/)  
(http://www.toponorte.com/)
- [Geografía para llevar](http://www.podespacial.com/)  
(http://www.podespacial.com/)
- [The Canadian Cartographic Association weblog](http://www.podespacial.com/)  
(http://www.podespacial.com/)