

# **SIG per gestionar rutes en camins no cartografiats.**

Alumna: **Pilar Casanova Martí**

Dirigit per: **Mercè Escolà Carreras**

## 2 DEDICATÒRIA I AGRAÏMENTS

---

*A la meva família, per la seva  
paciència i comprensió.*

*Especialment a Toni, pel seu  
recolzament incondicional.*

## 3 RESUM

---

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

El gran desenvolupament tecnològic, sumat a la constant disminució de costos d'aquests sistemes, ha permès estendre les seves aplicacions a sectors, cada cop més amplis, d'empreses i institucions. Avui dia és una eina quasi indispensable per planificar i organitzar activitats que es desenvolupen amb clara referència al territori.

Dins el TFC, s'implementa un prototipus de SIG que permet donar resposta a l'enunciat plantejat: la gestió de rutes en camins no cartografiats, realitzades pels veterinaris d'una empresa de sanitat animal en les visites a les granges associades.

D'acord amb els objectius plantejats:

- Conèixer les característiques fonamentals dels SIG.
- Saber utilitzar les eines que proporcionen els SIG: aprendre a treballar amb *GeoMedia*®.
- Saber plantejar un projecte SIG amb *GeoMedia*® i, amb *Visual Basic* crear noves opcions que integrant-les amb el SIG ens permetin materialitzar el cas concret que se'ns ha plantejat.

El TFC presenta tres parts diferenciades:

- Una primera, de caire teòric, recull la informació necessària per entendre els conceptes bàsics i el funcionament d'un SIG, així com les seves diferents tipologies i aplicacions. Aquesta part inclou referències bàsiques sobre cartografia, geodèsia i sistema de posicionament global (GPS).
- Una segona part, de caire teòric i pràctic, de coneixement i maneig del SIG *GeoMedia*® i del software de programació Visual Basic.
- I per últim, la tercera part, de caire netament pràctic, on s'ha desenvolupat el prototipus d'una aplicació SIG, basada en *GeoMedia*®, que aporta solucions a la gestió de rutes en camins no cartografiats. Integra una comanda creada amb *Visual Basic*.

Al capítol de conclusions es comenten les possibles línies de futur del prototipus elaborat.

# 4 ÍNDEX

---

<b>4.1 Índex de continguts</b>	
<b>2 DEDICATÒRIA I AGRAÏMENTS .....</b>	<b>2</b>
<b>3 RESUM .....</b>	<b>3</b>
<b>4 ÍNDEX .....</b>	<b>4</b>
4.1 Índex de continguts.....	4
4.2 Índex de figures .....	6
<b>5 MEMÒRIA.....</b>	<b>8</b>
5.1 Capítol 1: Introducció.....	8
5.1.1 Justificació.....	8
5.1.2 Objectius del Treball Final de Carrera (TFC).....	8
5.1.3 Enfocament i mètode seguit .....	8
5.1.4 Planificació del projecte .....	9
5.1.4.1 Tasques, Fites i Temporització .....	10
5.1.5 Productes obtinguts .....	11
5.1.6 Descripció dels capítols següent .....	11
5.2 Capítol 2: SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica) .....	12
5.2.1 Definició de SIG .....	12
5.2.2 Evolució Històrica.....	12
5.2.3 Elements d'un SIG .....	14
5.2.4 Funcions d'un SIG.....	15
5.2.5 Les bases de dades geogràfiques .....	16
5.2.6 Models de dades i tipus de SIG .....	18
5.2.7 Aplicacions dels SIG .....	22
5.3 Capítol 3, Cartografia i Geodèsia .....	23
5.3.1 Cartografia, Geodèsia, Geoide i El·lipsoide .....	23
5.3.2 Projeccions cartogràfiques.....	26
5.3.3 Representació cartogràfica .....	29
5.4 Capítol 4, GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) .....	33
5.4.1 Introducció.....	33
5.4.2 Definició i funcionament del GPS .....	33
5.4.3 Origen dels errors .....	36
5.4.4 GPS Diferencial o DGPS ( <i>Differential GPS</i> ).....	36
5.4.5 Aplicacions bàsiques del GPS.....	37
5.5 Capítol 5, <i>GeoMedia</i> ®.....	38
5.5.1 Introducció.....	38
5.5.2 Entorn de treball – <i>Geoworkspace</i> .....	38

5.5.3 Elements principals.....	38
5.5.3.1 Sistemes de coordenades.....	38
5.5.3.2 Magatzem .....	39
5.5.3.3 Finestra de Mapa .....	40
5.5.3.4 Finestra de Dades.....	43
5.5.4 Validació i correcció de dades .....	44
5.5.5 Analitzar dades .....	45
5.6 Capítol 6, Construcció del SIG .....	46
5.6.1 Requeriments del projecte .....	46
5.6.2 Especificacions de les funcionalitats.....	46
5.6.3 Estructura de dades.....	48
5.6.4 Creació de l'espai de treball.....	50
5.7 Capítol 7, Conclusions.....	55
<b>6 GLOSSARI.....</b>	<b>57</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>59</b>
<b>8 ANNEXOS.....</b>	<b>60</b>

## 4.2 Índex de figures

Figura 1: Esquema de la relació entre l'objecte gràfic i l'atribut.....	12
Figura 2: Exemple de sortida amb SYMAP.....	13
Figura 3: Estructuració en capes.....	17
Figura 4: Models Raster i Vectorial .....	18
Figura 5: Organització de la informació en els models Raster. ....	20
Figura 6: Model de dades orientat a objectes. ....	20
Figura 7: Model digital de la topografia de la Selva Negra .....	21
Figura 8: Geoide.....	24
Figura 9: Comparació entre la forma real de la Terra, el geoide i l'el·lipsoide.....	24
Figura 10: El·lipsoide de revolució .....	24
Figura 11: El·lipsoïdes adaptats a diferents regions de la Terra.....	25
Figura 12: Procés necessari per arribar a la representació plana (2 dimensions) d'una porció de la superfície de la Terra (3 dimensions). ....	26
Figura 13: Exemple de projecció equivalent i conforme .....	27
Figura 14: Projeccions cilíndriques regulars, obliqua i transversa.....	27
Figura 15: Projecció cònica .....	28
Figura 16: Projecció plana.....	29
Figura 17: Escala gràfica.....	29
Figura 18: Sistema de coordenades geogràfiques .....	30
Figura 19: Projecció Transversal Mercator .....	31
Figura 20: Zones de projecció UTM.....	31
Figura 21: Distribució de fusos a nivell nacional .....	32
Figura 22: Constel·lació de satèl·lits .....	34
Figura 23: Estacions de control.....	35
Figura 24: Càlcul de la posició del receptor .....	35
Figura 25: Intersecció de 4 esferes .....	36
Figura 26: Caixa de diàleg per crear el fitxer de sistema de coordenades.....	39
Figura 27: Descripció d'elements de la llegenda. ....	41
Figura 28: Exemple de fletxa nord .....	42
Figura 29: Exemples de barra d'escala.....	42
Figura 30: Quadre de diàleg per definir les propietats de visualització .....	43
Figura 31: Exemple de finestra de dades. ....	43
Figura 32: Formulari de l'aplicatiu i botó de la comanda. ....	47
Figura 33: Exemple de rutes amb errors a editar.....	48
Figura 34: Visualització de la consulta per trobar les interseccions. ....	48
Figura 35: Estructura de la Base de dades.....	50
Figura 36 : Visualització de províncies i comarques.....	52

Figura 37: Visualització de municipis .....	52
Figura 38: Formularis de consultes, per incorporar les granges.....	53
Figura 39: Estils definits per a les entitas grafiques.....	54
Figura 40: Enitats del TFC i aspecte del mapa base. ....	54

# 5 MEMÒRIA

---

## 5.1 Capítol 1: Introducció

L'objecte del Treball Final de Carrera (TFC) és la realització d'un treball de síntesi dels diferents coneixements adquirits al llarg dels estudis, que requereixi posar-los en pràctica de manera conjunta per solucionar un problema concret.

Aquest TFC s'emmarca a l'àrea de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG). El gran desenvolupament tecnològic, sumat a la constant disminució de costos d'aquests sistemes, ha permès estendre les seves aplicacions a un sector, cada cop més ampli, d'empreses i institucions. Avui dia és una eina quasi indispensable per planificar i organitzar activitats que es desenvolupen amb clara referència al territori.

### 5.1.1 Justificació

L'enunciat del TFC planteja l'elaboració d'un SIG que permeti gestionar rutes en camins no cartografiats.

Els SIG ofereixen suport al modelatge, obtenció, manipulació, gestió i anàlisi de dades georeferenciades per resoldre problemes de planificació i gestió. En aquest TFC, a partir d'una exposició i comprensió dels fonaments teòrics dels SIG, s'elaborarà la implementació d'un SIG que permeti donar resposta a l'enunciat plantejat: la gestió de rutes en camins no cartografiats.

### 5.1.2 Objectius del Treball Final de Carrera (TFC)

L'objectiu principal d'aquest TFC és aprendre què és un SIG. Concretament es treballarà en l'estudi del SIG d'*Intergraph*, *GeoMedia*®.

- Conèixer les característiques fonamentals dels Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) i d'altres temes molt relacionats amb els SIG com són: la cartografia, la geodèsia i la representació gràfica.
- Saber utilitzar les eines que proporcionen els SIG per resoldre un problema concret, en aquest projecte es tracta d'aprendre a treballar amb *GeoMedia*®.
- Finalment un cop documentats i assimilats els conceptes teòrics anteriorment exposats es tracta de crear un SIG amb *GeoMedia*® i, amb *Visual Basic* crear noves opcions que integrant-les amb el SIG ens permetin materialitzar el cas concret que se'ns ha plantejat.

### 5.1.3 Enfocament i mètode seguit

El TFC presenta tres parts diferenciades. Una primera, de caire teòric, recollirà la



informació necessària per entendre els conceptes bàsics i el funcionament d'un SIG, així com les seves diferents tipologies i aplicacions. Aquesta part inclourà referències sobre cartografia, geodèsia i sistema de posicionament global (GPS). La metodologia a utilitzar serà la lectura i consulta de la documentació referenciada a la Bibliografia, i la redacció posterior dels capítols corresponents de la Memòria.

Una segona part, de caire teòric i pràctic, de coneixement i maneig del SIG *GeoMedia*® i del software de programació Visual Basic, que permetin treballar sobre un projecte SIG. En aquest cas la metodologia serà l'experimentació directa amb els programes amb el suport dels manuals corresponents. Es redactarà un resum de les funcionalitats més rellevants pel projecte de *GeoMedia*®.

I per últim, la tercera part, de caire netament pràctic, i que consistirà en desenvolupar una aplicació SIG que gestioni rutes en camins no cartografiats. El mètode seguit en aquesta última part recollirà l'anàlisi del projecte plantejat, que facilitarà els requeriments i les funcionalitats necessàries, el disseny de l'estructura de dades, l'obtenció de la cartografia de base, i la implementació final de l'aplicació.

#### **5.1.4 Planificació del projecte**

A continuació es fa una relació de les tasques a realitzar en funció de les diferents dates de lliurament que s'han marcat al pla d'estudis.

Tenint en compte la disponibilitat horària per a la realització del TFC es van calcular inicialment un total de 200 hores, que a mida que s'ha anat desenvolupant el projecte han augmentat en funció de les necessitats, per tal de complir a temps les fites marcades.

### 5.1.4.1 Tasques, Fites i Temporitzaçió

ID	Tasca	Dies	Inici	Final	Predessor
1	<b>Pla de Treball</b>	3 d	26/09/06	02/10/06	
1.1	Anàlisi i Planificació de tasques	2 d	26/09/06	27/09/06	
1.2	Redacció del document: Pla de Treball	1 d	28/09/06	02/10/06	2
2	<b>&gt;Lliurament - Pla de Treball</b>	<b>Fita</b>	02/10/06	02/10/06	3
3	<b>PAC2 Documentació</b>	15 d	03/10/06	31/10/06	1
3.1	Capítol SIG - Documentació	2 d	03/10/06	04/10/06	
3.2	Capítol SIG - Redacció	4 d	05/10/06	11/10/06	6
3.3	Capítol Cartografia i Geodèsia - Documentació	1 d	16/10/06	16/10/06	7
3.4	Capítol Cartografia i geodèsia - Redacció	2 d	17/10/06	18/10/06	8
3.5	Capítol GPS - Documentació	2 d	19/10/06	23/10/06	9
3.6	Capítol GPS - Redacció	1 d	24/10/06	24/10/06	10
3.7	Capítol <i>Geomedia</i> ® - Documentació	2 d	25/10/06	26/10/06	11
3.8	Capítol <i>Geomedia</i> ® - Redacció	1 d	30/10/06	31/10/06	12
4	<b>&gt;Lliurament - PAC2</b>	<b>Fita</b>	06/11/06	06/11/06	13
5	<b>PAC3 Disseny GIS</b>	14 d	02/11/06	27/11/06	5
5.1	Requeriments del projecte	1 d	02/11/06	02/11/06	
5.2	Especificacions de les funcionalitats requerides.	1 d	06/11/06	06/11/06	16
5.3	Definició i disseny de l'estructura de dades.	3 d	07/11/06	09/11/06	17
5.4	Creació de l'estructura de dades.	3 d	13/11/06	15/11/06	18
5.5	Capítol Construcció GIS - Redacció	2 d	16/11/06	20/11/06	19
5.6	Obtenció de la cartografia de base	2 d	21/11/06	22/11/06	20
5.7	Creació del SIG: Incorporació de la cartografia i d'altres objectes gràfics	2 d	23/11/06	27/11/06	21
6	<b>&gt;Lliurament - PAC3</b>	<b>Fita</b>	11/12/06	11/12/06	22
7	<b>Construcció GIS</b>	18 d	28/11/06	08/01/07	15
7.1	Implementar funcionalitats	9 d	28/11/06	12/12/06	
7.2	Memòria - Redacció final	2 d	13/12/06	14/12/06	25
7.3	Presentació - Realització del document	8 d	18/12/06	02/01/07	26
7.4	Revisió de la documentació	2 d	03/01/07	08/01/07	27
8	<b>&gt;Lliurament - MEMÒRIA I PRESENTACIÓ</b>	<b>Fita</b>	08/01/07	08/01/07	28
9	Debat virtual	5 d	15/01/07	19/01/07	

A part d'aquesta planificació uns dies abans de cada **Fita** es farà un lliurament previ, per fer la revisió i poder fer les rectificacions necessàries abans del lliurament definitiu.

Pel que fa a la instal·lació del software, es farà fora dels dies reservats per a la realització del TFC ja que només serà necessària la instal·lació del Visual Basic, la resta del software ja està instal·lat.

Com es pot observar els dies de treball amb el TFC son de dilluns a dijous, ja que la resta es dediquen, teòricament, a altres assignatures.

Aquest apartat tot i haver estat realitzat al començament del projecte, ha estat modificat segons les necessitats, però sempre mantenint les dates previstes de lliurament.

## 5.1.5 Productes obtinguts

Al finalitzar el TFC s'hauran obtingut els següents productes:

- **Memòria.** Recull els resultats del TFC. En quant a la part teòrica, mostra què és un SIG, com funciona, tipus i aplicacions pràctiques; conceptes cartogràfics i geodèsics i de la tecnologia GPS, així com una visió global del programari *GeoMedia*®. Respecte la part pràctica, mostra l'anàlisi, el disseny i la implementació de l'aplicació realitzada.
- **Presentació virtual.** Document en format *PowerPoint* que resumeix i presenta el TFC.
- **Aplicació SIG** per a la gestió de rutes en camins no cartografiats, i que inclou:
  - *Geoworkspace.* Arxiu generat amb *GeoMedia*® i amb el que es realitza la part pràctica del projecte.
  - Base de dades. Arxiu d'*Access* generat amb *GeoMedia*® i on es guarda tota la informació necessària per al projecte.
  - Programació *Visual Basic.* Arxius utilitzats per a la creació de la programació necessària per al projecte.

## 5.1.6 Descripció dels capítols següent

- **Capítol 2:** En aquest capítol s'expliquen els conceptes bàsics, els components, la utilitat i el funcionament dels SIG.
- **Capítol 3:** Aquest capítol dona els fonaments bàsics de cartografia, geodèsia i representació gràfica, necessaris per a la comprensió dels SIG. S'aprofundeix en el tema de les projeccions cartogràfiques, especialment a la projecció UTM (*Universal Transversa Mercator*)
- **Capítol 4:** Aquest capítol està dedicat al Sistema de Posicionament Global o GPS (*Global Positioning System*), primer sistema de navegació per satèl·lit del món. Presenta la definició, funcionament i aplicacions bàsiques del GPS.
- **Capítol 5:** Aquest capítol explica les característiques i funcionalitats més importants del SIG *GeoMedia*®, eina que permet recollir dades SIG, omplir una base de dades i finalment presentar la informació en mapes temàtics.
- **Capítol 6:** Aquest capítol descriu la part pràctica del TFC, es relacionen els requisits i les funcionalitats que s'han d'implementar. Es crea el SIG, definint els elements que el componen: el sistema de coordenades, la base cartogràfica, el model de dades, les entitats etc. També es farà un breu resum de les funcionalitats implementades més interessants.
- **Capítol 7: Conclusions.** En aquest capítol com el seu títol indica es redactaran les conclusions del projecte i les possibles línies futures.

## 5.2 Capítol 2: SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica)

### 5.2.1 Definició de SIG

El terme SIG procedeix de l'acrònim de Sistema d'Informació Geogràfica, en anglès GIS (*Geographic Information System*).

Una de les definicions més completes (NCGIA, *National Center for Geographical Information Analysis, California - USA -*) ens diu que:

“És el conjunt format per equip (hardware) i programari (software) i una sèrie de procediments per capturar, manipular, analitzar i representar dades geogràfiques (referides a un sistema de coordenades espacials), amb l'objectiu de resoldre problemes de gestió i planificació.”

Aquesta definició reuneix les funcionalitats del sistema, destacant la seva capacitat de servir de suport a la presa de decisions professionals.

Una altra de similar defineix un SIG com una tecnologia de maneig d'informació geogràfica formada per equips electrònics (hardware) programats adequadament (software) que permeten manegar una sèrie de dades espacials (informació geogràfica) i realitzar anàlisis sobre aquestes seguint els criteris fixats per l'equip científic (persones).

Bàsicament un SIG és un sistema informàtic que gestiona bases de dades geogràfiques. El concepte bàsic és la relació de dos elements: un o més atributs i la seva ubicació geogràfica (*Figura 1*). La informació geogràfica és doncs l'element diferenciador enfront d'altres tipus de sistemes d'informació.



Figura 1: Esquema de la relació entre l'objecte gràfic i l'atribut.

### 5.2.2 Evolució Històrica

El primer SIG es va dissenyar a Canadà, és el *Canadian Geographical Information System – CGIS*, iniciat en 1964 i actiu des de 1967. Es dedicà a l'inventari i planificació d'ocupació del sòl en grans zones.

L'evolució al llarg dels anys del SIG va unida al desenvolupament dels sistemes informàtics:

- **1966-1970:** El *Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis* desenvolupa el programa SYMAP – *Synagraphic Mapping Technique* (1968). Aquest programa en realitat estava format per un conjunt de programes que processaven dades alfanumèriques combinant-les de manera que es podien reproduir mapes mitjançant impressores de línies. El mapa estava format per taques en escala de grisos formades per la impressió superposada de números i lletres. (Figura 2)

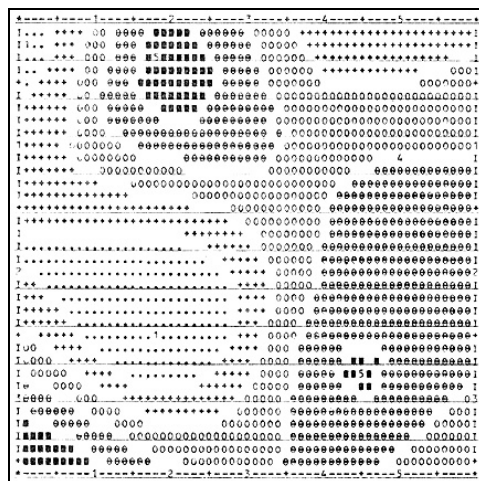


Figura 2: Exemple de sortida amb SYMAP

A SYMAP segueixen CALFORM, GRID i IMGRID que són versions de SYMAP utilitzant eines d'impressió millorades.

- **1970-1980:** Apareix el programa POLYVRT que introdueix la topologia del objectes cartogràfics dins l'estructura de dades.
- **1980-1997:** Apareix del programa ODYSSEY un veritable gestor de sistema d'informació geogràfica que inclou: la digitalització semiautomàtica de les dades espacials, la gestió de les bases de dades i l'elaboració interactiva de dades. Al mateix temps ESRI desenvolupa ARC/INFO (vectorials) i comencen a desenvolupar-se programes que utilitzen la tecnologia raster com IDRISI, ERDAS, etc.
- **1997-fins ara:** La gran disponibilitat de dades adaptables a projectes SIG, (avui en dia hi ha molta informació a l'abast de tothom i cada cop més, de manera gratuïta), la millora de la capacitat i velocitat de processament dels ordinadors, l'avanç en el tractament gràfic i l'evolució dels llenguatges de programació, han fet que els SIG surtin de l'àmbit de les administracions públiques a les empreses privades i fins i tot a l'abast d'usuaris domèstics.

## 5.2.3 Elements d'un SIG

Atenent les definicions de SIG<sup>1</sup>, es pot veure que els elements que formen un sistema d'aquestes característiques son quatre: el maquinari (hardware), el programari (software), les dades i les persones.

Encara que tots ells han de complir amb els seu paper per a que el sistema sigui funcional, existeixen diferències en quant la seva importància relativa. Al llarg del temps, el pes de cadascun dels elements ha anat canviant. Els equips informàtics condicionen cada cop menys els projectes SIG pel continu descens del preu de la tecnologia i el constant avenç d'aquesta. La tecnologia GPS i la disponibilitat de satèl·lits d'observació d'alta resolució per a aplicacions civils, redueixen sensiblement el cost de captura de la informació i, en un curt termini, faran replantejar els sistemes d'actualització i manteniment de la informació geogràfica. La constant evolució de les eines de software i la potencia dels instruments de gestió SIG estan produint una reducció notable de costos en la producció d'informació gràfica.

La cessió gratuïta per part de moltes administracions públiques de dades geogràfiques, la comercialització per part d'empreses privades de productes i serveis SIG a preus assequibles, els canvis en el mercat que està provocant el desenvolupament i ràpida difusió d'Internet, són d'altres factors que afavoreixen el progrés del sector SIG.

Tot aquest escenari afecta directament a les persones: la continua emergència de noves aplicacions, tant de la informació gràfica com de la gestió informàtica de dades espacials, ha de crear nous llocs de treball per a professionals qualificats.

- **L'equip o maquinari (hardware).** És el conjunt de components, maquinari, utilitzats pel SIG. Molts d'aquests són comuns als que utilitza qualsevol altra aplicació, mentre que d'altres són més específics d'un SIG (apareixen subratllats).
  - Unitat central de processos (CPU)
  - Dispositius d'entrada (teclat, ratolí, escàner, taula de digitalització, etc.)
  - Dispositius d'emmagatzematge: disc dur, disc òptic,...
  - Dispositius de sortida: (monitor, impressora, plotter, etc.)
- **El programari (software).** És el suport lògic del sistema. El programari SIG funciona sobre un Sistema Operatiu, i les seves característiques venen determinades per les funcions a realitzar, i que són bàsicament: l'entrada, gestió, manipulació, anàlisi i visualització de les dades.
- **Les dades.** La informació s'estructura en bases de dades. Qualsevol dada geogràfica està formada per un element gràfic i un o més atributs. La representació de l'element gràfic es fa a través de punts i línies localitzats segons un sistema de coordenades convencionals, i dona lloc a la creació d'entitats geogràfiques.

---

<sup>1</sup> Veure apartat 5.2.1

Per exemple, existeix un terreny definit en els plànols de classificació d'un planejament urbanístic com a "urbanitzable". Aquest terreny té una sèrie d'atributs: l'ús, el sistema de gestió, l'edificabilitat, el propietari, etc.. I també té una delimitació espacial concreta corresponent a la seva pròpia geometria definida en el plànol.

El SIG és capaç de treballar de forma integrada amb aquestes dues parts de la informació: la gràfica, que inclou la cartografia de base i la geometria de l'element (perfectament definida en el plànol), i l'alfanumèrica, és a dir els atributs temàtics associats. El SIG combina i uneix ambdues parts, constituint amb tot una sola base de dades geogràfica.

- **Les persones.** L'equip de persones, com a elements d'un SIG, són els usuaris del sistema i poden introduir, manegar, consultar, analitzar, visualitzar i presentar la informació continguda en el SIG.

## 5.2.4 Funcions d'un SIG

- **Recollida i incorporació de dades.** Les dades geogràfiques s'han d'incorporar de manera digital, si provenen de mapes analògics per exemple.

Si provenen de fonts digitals com poden ser imatges de satèl·lits o fotografies aèries, entre d'altres, s'haurà de processar per tal d'integrar-les al nostre sistema.

- **Manipulació de dades.** Per tal d'adequar les dades al sistema i fer-les compatibles a l'hora de visualitzar-les per exemple, s'hauran de manipular adequant-les a l'escala o a la simbologia gràfica preestablerta del nostre sistema.

- **Gestió de dades.** Es necessitarà un SGBD ( Sistema de Gestió de Bases de Dades), per tal de poder gestionar tota la informació de que es disposa, és a dir organitzar, consultar i modificar les dades . L'estructura d'aquest SGBD sol ser un sistema de bases de dades relacional basat en un conjunt de taules temàtiques.

- **Anàlisi de les dades.** Aquesta es podria dir que és la finalitat més important a la que estan abocades les altres funcions. Analitzar les dades segons l'aplicació a la que el SIG estigui orientat: cadastre, tractament d'aigües, estudi de localitzacions, urbanisme, etc.

La clau d'un bon anàlisi està en entendre la naturalesa de la informació, la capacitat de l'usuari per formular les preguntes adients i el seu domini de les funcions del sistema.

Aquestes són bàsicament les funcions analítiques d'un SIG:

- Funcions de recuperació. Són les que s'utilitzen per a obtenir una visió de les dades contingudes a la BD (base de dades). No es creen noves entitats geogràfiques. Per exemple l'estadística espacial.
- Funcions de superposició. Són molt importants a l'hora de combinar espacialment les diferents capes d'informació que conté un SIG. La

superposició geomètrica implica la generació de noves entitats geogràfiques.

- Funcions de veïnatge. Són les que avaluen les característiques de l'àrea que envolta una localització determinada. Pertanyen a aquest grup: la funció d'estar contingut, la funció de filtrat automàtic, la funció de poligonització, la funció de generació de isolínies, la funció d'interpolació i les funcions topogràfiques.
- Funcions de connectivitat. Són les que tenen en comú l'ús d'operacions que van acumulant valors al llarg de l'àrea que travessen. Les més importants són la mesura de contigüitat, de proximitat, anàlisi de xarxes, traçats, càlcul de volums i intervisibilitat.
- **Visualització de les dades** Finalment, després de l'anàlisi de les dades vindrà la visualització d'aquestes, una manera de presentar les conclusions o resultats dels anàlisis efectuats. Aquesta visualització sempre es fa a través de mapes, gràfiques o d'altres tipus de representació de dades que mostrin un resultat sobre una zona geogràfica.

## 5.2.5 Les bases de dades geogràfiques

Abans hem parlat dels objectes o entitats geogràfiques, que es poden definir com un element de la superfície de la terra que disposa d'unes dimensions físiques i unes característiques o atributs. Per tant cada objecte tindrà associats atributs gràfics, que ajudaran a representar-los i visualitzar-los, i alfanumèrics, que seran les descripcions o característiques de l'objecte geogràfic.

El SIG relaciona ambdós atributs, gràfics i alfanumèrics, mitjançant un identificador (atribut d'unió). Aquest identificador és únic per a cada objecte i està present a tots els seus atributs.

Les dades geogràfiques recullen tres característiques importants del objectes geogràfics:

- **La posició dels objectes.** Les referències geogràfiques han d'estar realitzades amb un sistema comú, reconegut i que quedi perfectament definit. Bàsicament s'utilitzen com a referències geogràfiques els sistemes de coordenades: Latitud - Longitud i l'UTM (*Universal Transversa Mercator*)<sup>2</sup>, essent aquest últim el més habitual. Determinats objectes de la realitat, amb dificultats per determinar les seves coordenades, necessitaran d'un procés denominat geocodificació. Aquest consisteix en l'assignació de coordenades geogràfiques a punts d'un mapa que podran ser després utilitzades per localitzar-los en un SIG.

---

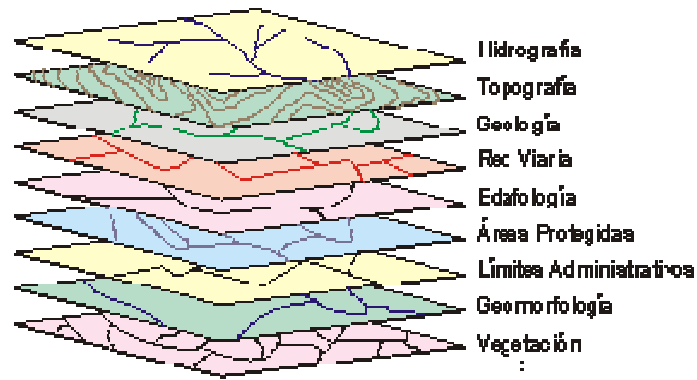
<sup>2</sup> Veure: Capítol 3, Cartografia i Geodèsia per a més informació



La posició dels objectes a la superfície esfèrica de la Terra mesurada en graus de latitud i longitud és un sistema tridimensional. Donat que les representacions de la Terra són planes, es requereix una projecció d'aquestes coordenades geogràfiques en un sistema de coordenades bidimensional. El sistema estandarditzat més habitual per als SIG és la projecció Transversal Mercator.

- **Els atributs temàtics.** També anomenats descriptius o alfanumèrics, descriuen les propietats de l'objecte. Poden ser quantitius o qualitius.
- **La construcció de BD geogràfiques.** La construcció d'una base de dades geogràfica implica un procés d'abstracció per passar de la complexitat del món real a una representació simplificada adequada al llenguatge dels ordinadors actuals. Aquest procés d'abstracció té diferents nivells, com anirem veient, i normalment comença amb el disseny conceptual de la base de dades. Posteriorment, i en funció de la utilitat que li donarem a la informació, es seleccionaran les capes temàtiques a incloure.

L'estructuració de la informació espacial del món real en capes comporta una certa dificultat (*Figura 3*). En primer lloc, la necessitat d'abstracció requerida pels equips informàtics implica treballar amb entitats bàsiques de dibuix, de tal forma que tota la complexitat de la realitat ha de ser reduïda a punts, línies o polígons.



**Figura 3: Estructuració en capes.**

Per altra banda, existeixen relacions espacials entre els objectes geogràfics que el sistema no pot obviar. És el que s'anomena topologia, que és en realitat el mètode lògic - matemàtic utilitzat per definir les relacions espacials entre els objectes geogràfics.

Malgrat a nivell geogràfic les relacions entre objectes són molt complexes, essent molts els elements que actuen sobre cada aspecte de la realitat, la topologia d'un SIG redueix les seves funcions a qüestions molt més senzilles, com per exemple conèixer el polígon (o polígons) a que pertany una determinada línia, o bé saber quina agrupació de línies formen una determinada carretera.

## 5.2.6 Models de dades i tipus de SIG

Existeixen diverses formes de modelitzar aquestes relacions entre els objectes geogràfics. En funció de la forma en que es realitzi tindrem diferents tipus de SIG dins una estructura de quatre grups principals:

- SIG vectorials
- SIG raster
- SIG orientats a objectes
- SIG MDT (Model digital del terreny)

La major part dels sistemes existents a l'actualitat pertanyen als dos primers grups (vectorials i raster) (Figura 4). Els vectorials utilitzen vectors per delimitar els objectes geogràfics, mentre que els raster utilitzen una retícula regular per documentar els elements geogràfics que tenen lloc a l'espai.

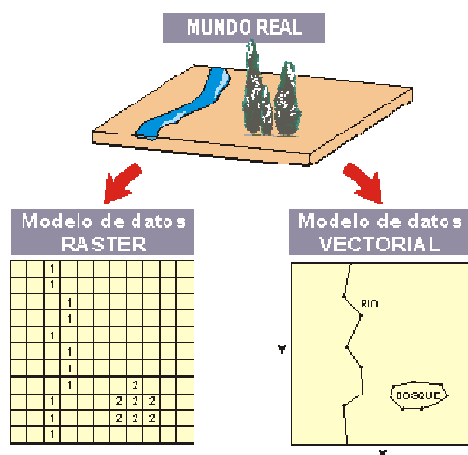


Figura 4: Models Raster i Vectorial

- **Model vectorial.** Per a la descripció dels objectes geogràfics s'utilitzen vectors, definits per parells de coordenades relatives a algun sistema cartogràfic.

Els objectes geogràfics es representen mitjançant tres tipus bàsics de components o primitives gràfiques:

- **Punts**, amb un parell de coordenades i la seva altitud es gestiona un punt (per exemple un vèrtex geodèsic).
- **Línies**, amb dos punts es genera una línia. Representen objectes la superfície dels quals és petita en relació a la seva longitud (un riu).
- **Polígons**, amb una agrupació de tres o més línies es generen polígons (una parcel·la).

Aquest model es basa en la topologia anomenada arc - node , que com hem vist basa tota la informació geogràfica en parells de coordenades, que són l'entitat bàsica d'informació d'aquest model de dades. Per poder implementar-la en un ordinador, es requereix la interconnexió de varies bases de dades mitjançant identificadors comuns.

En general, el model de dades vectorial és adequat quan treballem amb objectes geogràfics amb límits ben establerts.

Podem establir dos tipus de models vectorials:

- **Model vectorial en llista de coordenades (espagueti).** No emmagatzema les relacions topològiques ni els punts de tall de dues línies. Presenta limitacions a determinades funcions d'anàlisi, per exemple la superposició.
- **Model vectorial topològic.** Registra les relacions topològiques entre punts i línies, a més dels punts de connexió o intersecció de les línies (nodes). Distingeix tres tipus de punts: nodes, vèrtexs i centroides, i incorpora una primitiva gràfica addicional: l'arc. Permet realitzar diferents tipus d'anàlisi espacial, com superposició, connectivitat i proximitat.
- **Model raster.** Aquest model basa la seva funcionalitat en una concepció implícita de les relacions de veïnatge entre els objectes geogràfics. De fet l'única relació topològica representada en aquest model és l'adjacència, que es dedueix implícitament.

Divideix la zona afectada de la base de dades en una malla regular de petites cel·les ( a les que s'anomena píxels) (*Figura 5*) i atribueix un valor numèric a cada cel·la com a representació del seu valor temàtic. Donat que la malla és regular (la dimensió de les cel·les és constant) i que es coneix la posició en coordenades del centre d'una de les cel·les, podem dir que totes estan georeferenciades.

Els objectes amb diversos atributs alfanumèrics o temàtics es representen per diferents capes, una per a cada atribut.

Per tenir una descripció precisa dels objectes geogràfics continguts a la base de dades la dimensió de la cel·la ha de ser reduïda, el que dotarà a la malla d'una resolució alta. S'ha de tenir present però, que a major resolució major és l'esforç en el procés de captura de la informació, en el processament de la mateixa i sobretot en el volum que haurem d'emmagatzemar.

El model de dades raster és especialment útil per representar objectes geogràfics amb límits difusos, com per exemple la dispersió d'un núvol de contaminants.

Enfront del model vectorial presenta com avantatges una major simplicitat de la seva estructura de dades. Els inconvenients són el gran nombre de capes temàtiques que necessita i la menor precisió de les dades de posició.

Les dades geogràfiques obtingudes de satèl·lits com les obtingudes per escanejat d'una imatge s'emmagatzemen en format raster.



Figura 5: Organització de la informació en els models Raster.

- **Model orientat a objectes.** Aquest model planteja un canvi en la concepció de l'estructura de les bases de dades geogràfiques: mentre que els dos models anteriors estructuren la informació mitjançant capes, els sistemes orientats a objectes organitzen la informació geogràfica a partir del propi objecte geogràfic i les seves relacions amb altres. Un objecte geogràfic està definit pels seus atributs i, a més a més, per les operacions que els afecten (processos), s'agrupen en classes i superclasses entre les que existeix l'herència.

Un altre tret diferencial important és que introdueixen un caràcter dinàmic a la informació inclosa en el sistema, mentre que en els altres models aquesta és estàtica. Per això és el model més recomanable per a situacions en que la naturalesa dels objectes presenta canvis en el temps i/o en l'espai. Aquesta és el seu avantatge fonamental: a partir d'una sèrie de paràmetres establerts en el comportament dels objectes geogràfics permet simular la seva evolució futura.

Un exemple d'organització de la informació amb aquest model de dades seria una zona forestal, dins la qual es troben molts arbres, cadascun d'ells sotmesos a uns processos (per exemple el creixement); aquest creixement és heretat per la zona i dona com a resultat que l'alçada de la mateixa sigui canviant amb el temps.

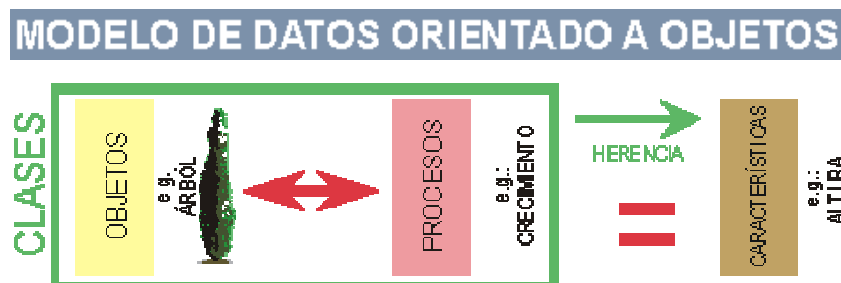


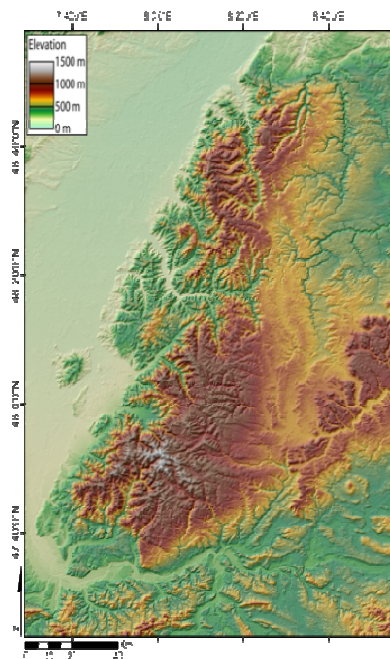
Figura 6: Model de dades orientat a objectes.

- **Model digital del terreny (MDT).** El model digital del terreny és una estructura numèrica de dades que representa la distribució espacial d'una

variable quantitativa i continua, com pot ser la temperatura, l'alçada del terreny o la pressió atmosfèrica. Quan la variable representada és l'alçada del terreny es denomina Model Digital d'Elevacions o MDE.

Els MDT són simbòlics doncs estableixen relacions de correspondència amb l'objecte real mitjançant algoritmes matemàtics que són tractats mitjançant programes informàtics.

Proporciona una representació simplificada de l'espai tridimensional. La posició dels objectes es defineix per tres coordenades. Les dues primeres (x,y) indiquen la posició en un pla, la tercera (z) pot ser l'altura sobre el terreny o bé el valor d'una variable quantitativa. Existeixen diferents tipus: basats en línies i basats en punts.



**Figura 7: Model digital de la topografia de la Selva Negra**

## 5.2.7 Aplicacions dels SIG

Els SIG s'apliquen entre d'altres a feines de planificació i ordenació del territori, també per gestionar qualsevol tema que estigui relacionat amb referències espacials, com per exemple grans infraestructures, cadastre, transports de mercaderies i passatgers.

La ràpida evolució del SIG també fa que es trobin cada cop més àrees d'aplicació com poden ser:

- Servidors de mapes per Internet: ICC (Institut Cartogràfic de Catalunya), *Dirección General de Catastro*, etc.
- Projectes de prevenció i gestió de desastres: terratrèmols, inundacions, incendis forestals, erupcions volcàniques etc. . (p.ex. Programa de desastres (*Intermediate Technology Development Group*) ITDG-PERU)
- Estudis de localització trobant les característiques més adients al projecte que es vol emprendre. Estudi de l'impacte ambiental, facilitar la presentació a la població del nostre projecte, extreure conclusions i facilitar la presa de decisions.
- Aplicacions de GeoMarketing, Estudi de les zones d'influència del negoci, estudi de repercussió de la publicitat, estudi de les zones de clients , etc.
- Estadístiques, estudis i comparacions de situacions temporals o espacials. Canvis en la població, canvis en les zones habitades. Canvis en la vegetació, canvis en la població animal en zones protegides etc.
- Càlcul de rutes òptimes entre dos o més punts.
- Aplicacions en pesca: determinació d'àrees de probabilitat de pesca, monitoratge de la flota, monitoratge de variables que podrien afectar a la pesca (marea vermella, escalfament del mar, etc...)
- Gestió de serveis públics: Aigua, telèfon, electricitat, etc.
- Control dels transports i carreteres, control de trànsit i accidents, estudi de punts conflictius, etc.
- Automatització de la cartografia, etc.

Les aplicacions SIG tindran èxit si: compleixen un objectiu clar, disposen de personal qualificat i de la informació que la consecució de l'objectiu requereix, tenen l'equip hardware i software adient i finalment opten per una bona difusió en Internet.

El límit de les solucions i aplicacions SIG ve donat per la imaginació.

## 5.3 Capítol 3, Cartografia i Geodèsia

En aquest capítol es fa una introducció a la cartografia i la geodèsia, definint els conceptes principals que les conformen, per tal d'entendre els elements que es fan servir a l'hora de representar la superfície de la Terra sobre un plànol, ja que la cartografia és una de les fonts de dades més important per als SIG.

A l'hora de construir un SIG el més freqüent és fer-ho sobre cartografia digital, és per això que molts d'aquests conceptes són necessaris per gestionar correctament les coordenades i l'escala dels objectes que es volen situar al plànol per tal que es corresponguin a la seva posició real en la superfície de la Terra.

El capítol es desenvoluparà segons la següent estructura:

- **Introducció.** On es defineix el conceptes de cartografia, geodèsia, geoide i el-lipsoide.
- **Projeccions cartogràfiques.** On s'explicarà que són les projeccions cartogràfiques, com es fan les transformacions, el factor d'escala i es farà una classificació de les diferents projeccions cartogràfiques.
- **Representació cartogràfica.** En aquest apartat explicarem què és la topografia, la representació cartogràfica, les escales i els sistemes de coordenades.

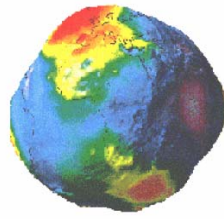
### 5.3.1 Cartografia, Geodèsia, Geoide i El-lipsoide

- **Definició de Geodèsia.** La geodèsia és una ciència interdisciplinària (matemàtiques, astronomia, física, ciències de la computació) que fa servir sensors remots (transportats en satèl·lits espacials i plataformes aèries) i mesuraments terrestres per a estudiar la forma, dimensions i canvis de la Terra, dels planetes i els seus satèl·lits, amb la finalitat de determinar amb precisió la posició i la velocitat dels punts i objectes que es troben a la superfície o orbitant el planeta, en un sistema de referència terrestre<sup>3</sup>.
- **Representacions geodèsiques.** La forma de la Terra és complexa degut a la distribució desigual de l'escorça terrestre continental i oceànica, les aigües i l'atmosfera terrestre.

El geoide representa la figura (dimensions i forma) real de la Terra, té en compte les anomalies gravimètriques degudes a la distribució desigual de les masses continentals, la densitat de l'escorça terrestre i a l'aplanament dels casquets polars (*Figura 8*).

---

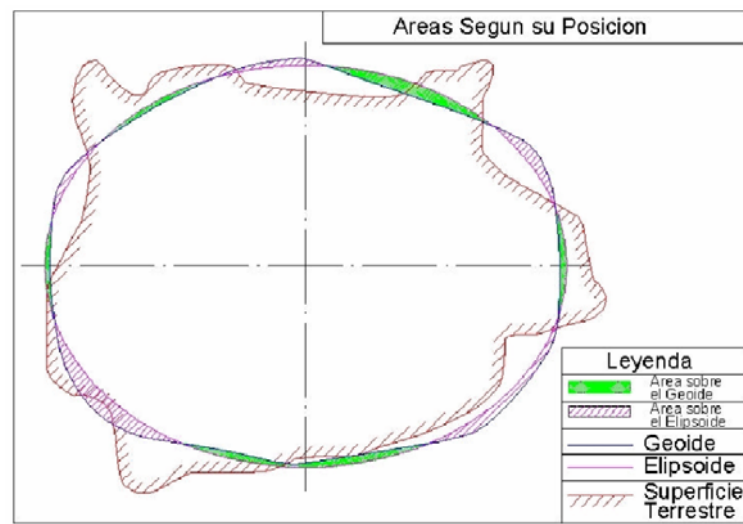
<sup>3</sup> Font d'informació: <http://www.cartesia.org/article.php?sid=111>



**Figura 8: Geoide**

Tècnicament es pot definir com una superfície equipotencial, és a dir en qualsevol punt d'aquesta la direcció de la força de gravetat és perpendicular.

Degut a que es tracta d'una figura irregular, no es pot reduir a paràmetres geomètrics a l'hora de fer projeccions cartogràfiques, és per això que en cartografia s'utilitza una superfície d'aproximació més regular i que matemàticament és definible: l'el·lipsoide de revolució (Figura 9).



**Figura 9: Comparació entre la forma real de la Terra, el geoide i l'el·lipsoide**

L'el·lipsoide és la superfície d'aproximació a la forma de la Terra més utilitzada pels diferents sistemes cartogràfics. És la millor manera de definir el geoide en termes matemàtics (Figura 10).



**Figura 10: El·lipsoide de revolució**

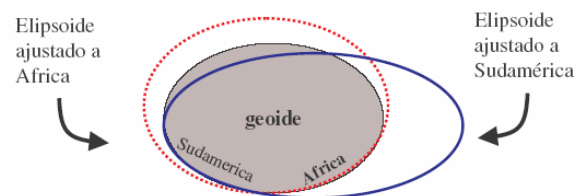
Les condicions que té que complir l'el·lipsoide són: el centre gravitatori de la Terra ha de coincidir amb el centre d' el·lipsoide, el pla definit per l'Equador terrestre ha de coincidir amb el del el·lipsoide i la suma dels quadrats de les



altures geoidals han de ser mínimes.

Definir un el·lipsoide que compleixi aquestes condicions en tota la Terra és molt difícil, per això s'han fet mesures i s'han determinat diferents el·lipsoïdes per a zones geogràfiques concretes (*Figura 11*). Alguns exemples són:

- **Clarke 1866**, basat en mesures realitzades en Europa, Índia, Perú, Rússia i Sud-àfrica. Aquest és el que s'utilitza a Nord-amèrica.
- **Hayford 1909** (Internacional 11924). Es fa servir a Sud-amèrica.
- **Sud-americanà 1969** és el Hayford 1909 perfeccionat.
- **WGS 72, WGS 84** basats en dades orbitals de satèl·lits. L'últim és el que es fa servir pels sistemes de posicionament global (GPS).



**Figura 11: El·lipsoïdes adaptats a diferents regions de la Terra.**

- **Definició de cartografia.** La cartografia tracta de la representació d'una part més o menys extensa de la superfície de la Terra i fins i tot de la totalitat d'aquesta, en un mapa. Estudia tots els procediments per a la realització d'aquests mapes. Si es té en compte el que anteriorment s'ha exposat sobre la forma de la terra, es veu clarament que és necessari aplicar transformacions a l'hora de representar la Terra en un plànol de dues dimensions.

La cartografia estudia els diferents sistemes de projeccions més adequats per tal de relacionar de forma biunívoca els punts de l'el·lipsoide i la seva transformació en el mapa. Aquests mètodes són les projeccions cartogràfiques<sup>4</sup>

Aquestes transformacions impliquen unes deformacions, que poden ser lineals, superficials o angulars. És a dir que a més de l'el·lipsoide de referència (sobre el que es projecten els punts del terreny i es calculen les coordenades geodèsiques), per a poder representar els punts en el mapa necessitem altra superfície de referència sobre la que projectar els punts de l'el·lipsoide, segons una determinada relació matemàtica, la qual vindrà definida pel sistema de projecció cartogràfic escollit.

El esquema que segueix (*Figura 12*), pretén aclarir el que s'ha exposat al

---

<sup>4</sup> Veure apartat: 5.3.2 Projeccions cartogràfiques.

paràgraf precedent.

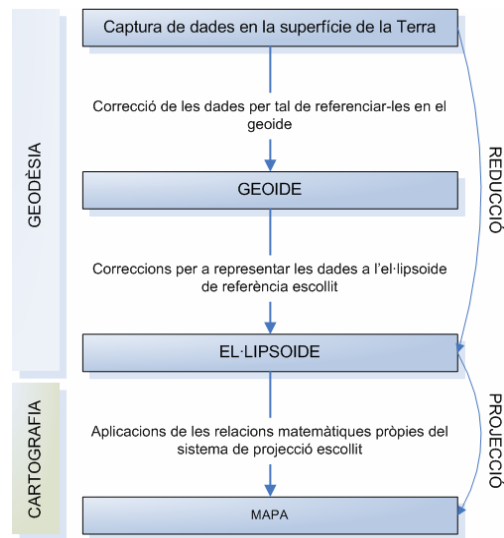


Figura 12: Procés necessari per arribar a la representació plana (2 dimensions) d'una porció de la superfície de la Terra (3 dimensions).

### 5.3.2 Projeccions cartogràfiques

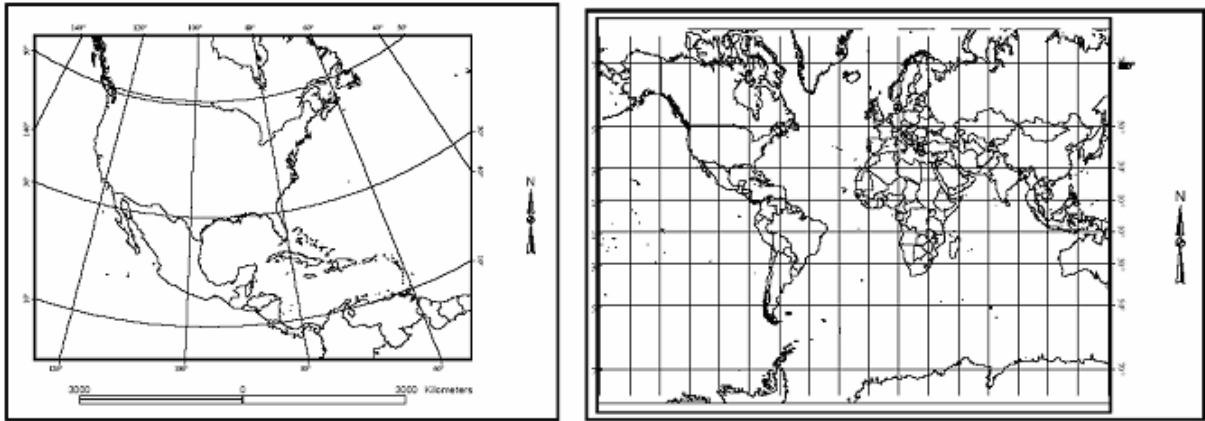
Les projeccions cartogràfiques són els processos que s'han de seguir per tal de passar d'uns punts situats a l'el·lipsoide (tres dimensions) al pla (dues dimensions). Sigui quin sigui el procés escollit, sempre sorgeixen deformacions de la realitat del territori quan aquest és representat en un mapa (aquestes deformacions s'anomenen anamorfosi), per això és important decidir quin sistema de projecció és més adient a cada cas.

Fins ara no s'ha trobat una representació que presenti els objectes sense distorsions, sempre s'ha d'escollir entre emfatitzar la forma dels objectes sobre les dimensions del mateix o a l'inrevés.

- **Les projeccions equivalents** es caracteritzen per la capacitat de mantenir al llarg de tot el mapa les superfícies constants. És a dir les dimensions d'un objecte en la superfície de la Terra no es veuen afectades al ser traslladades al plànol.
- **Les projeccions conformes** es caracteritzen per mantenir la forma dels objectes o superfícies que es mostren en el mapa, degut a que les relacions angulars no són distorsionades. Els meridians i paral·lels es creuen en angle recte tal i com succeeix a la Terra.

Aquesta projecció té l'inconvenient que distorsiona molt les dimensions de les superfícies cartogràfiques i llavors les escales no són constants entre regions del mapa.

- **Les projeccions afilàctiques** són les que no conserven ni angles ni distàncies. El que es pretén és reduir al mínim les dues alteracions al mateix temps, sense arribar a ser conformes ni equivalents.



**Figura 13: Exemple de projecció equivalent i conforme**

Abans d'enumerar els diferents tipus de projeccions, s'ha de definir un element important que encara no ha estat esmentat, es tracta del Datum.

**El Datum** és el model matemàtic que permetrà representar un punt en concret de la Terra, en un mapa amb les seves coordenades. Un Datum ha de estar referit a un el·lipsoide en particular, aquest serà l'el·lipsoide de referència. El Datum regional està dissenyat per a que l'el·lipsoide s'ajusti al geoide en una regió determinada, encara que no s'ajusti a tota la Terra.

Es necessita a més definir el punt fonamental que és el punt tangent entre el geoide i l'el·lipsoide. Un cop es conegui aquest punt es pot calcular el desplaçament tridimensional del centre de coordenades de l'el·lipsoide.

Com a conclusió tenim que, abans de construir un mapa s'ha de considerar l'el·lipsoide, el tipus de projecció i el Datum.

A continuació es descriuen els diferents tipus de projeccions cartogràfiques, que tenen en comú la idea, de que es tracta de transformar la superfície esfèrica en una superfície desenvolupable<sup>5</sup> com un cilindre o un conus, o en un pla.

- **Projeccions cilíndriques.** Es tracta de projectar la Terra sobre un cilindre que es disposa tangent a la Terra, un cop feta la projecció es desplega el cilindre i tenim la representació en el pla.

Segons sigui tangent el cilindre a la Terra poden parlar de: (Figura 14)



**Figura 14: Projeccions cilíndriques regulars, obliqua i transversa**

<sup>5</sup> Superfície desenvolupable, que es pot tallar i es pot estendre sobre un pla.

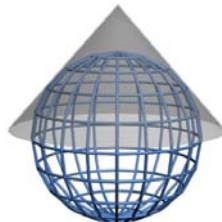
- **Projecció cilíndrica regular** és la projecció en què el cilindre es tangent a la Terra en l'Equador.
- **Projecció cilíndrica transversa** és la projecció en què el cilindre és en principi tangent a la Terra a l'Equador, es gira 90° i passa a ser tangent a un meridià.

Dintre d'aquest tipus de projecció destaquem la projecció *Transversa Mercator* que va ser desenvolupada per J.H. Lambert(1728-1777) i al llarg del temps ha sofert diverses modificacions per Gauss (1822) i Kruger(1912).

Ha originat el desenvolupament d'un sistema de coordenades específic associat a la projecció, l'anomenat *Universal Transverse Mercator (UTM)*<sup>6</sup>.

Aquesta projecció té com a particularitat que el meridià central de la projecció i el seu antimeridià són els únics que conserven la seva longitud real respecte a l'el·lipsoide de referència. És una projecció conforme que representa amb exactitud àrees petites. La distorsió en àrees grans augmenta a mida que s'allunya del meridià central. L'escala es manté constant.

- **Projecció cilíndrica obliqua** és la projecció en què el cilindre s'ubica tangent a l'Equador i posteriorment es gira 45°
- **Projeccions còniques.** Les projeccions còniques (*Figura 15*) s'efectuen sobre un conus tangent o secant a la Terra al llarg d'un paral·lel, l'eix del conus coincideix amb l'eix de la Terra.



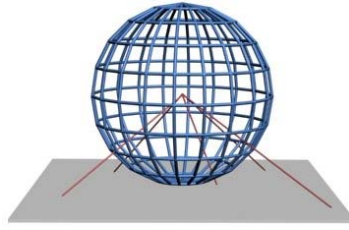
**Figura 15: Projecció cònica**

Les projeccions còniques no són gaire utilitzades, ja que la zona de precisió és relativament petita, ja que les zones de distorsió s'accentuen ràpidament. Aquest tipus de projecció és més adequat per a regions en les que predomini la dimensió horitzontal (est – oest) sobre les verticals (nord – sud), pot ser el cas del Estats Units.

- **Projeccions planes.** En les projeccions planes (*Figura 16*) la projecció es fa sobre un pla tangent a l'el·lipsoide, es fa servir una font de llum des del centre de la Terra, tindrem diferents projeccions depenent on estigui situada la font de llum.

---

<sup>6</sup> Veure apartat Sistema de coordenades UTM en aquest mateix capítol.

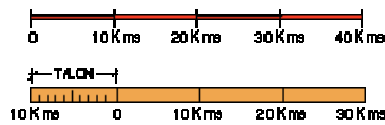


**Figura 16: Projecció plana**

- **Projecció gnomònica**, la font de llum està situada en el interior de l'el·lipsoide.
- **Projecció estereogràfica**, la font de llum està situada a les antípodes és a dir diametralment oposada al punt tangent.
- **Projecció ortogràfica**, la font de llum està situada en l'infinit, els rajos de llum són paral·lels entre si.

### 5.3.3 Representació cartogràfica

- **Eskales.** L'eskala és la reducció existent entre una distància qualsevol mesurada en el mapa i la corresponent mesurada sobre el terreny. Existeixen diferents formes de expressar l'eskala d'un mapa:
  - **Literal:** Expressió del nombre de cops que s'ha reduït la mesura (p.ex., un centímetre per metre)
  - **Numèrica:** Número fraccionari. El numerador expressa la mesura presa en el mapa i el denominador els cops que s'ha de augmentar aquesta mesura a la realitat. (p.ex., 1:100 o 1/1000)
  - **Gràfica:** Es tracta d'una línia dividida regularment (*Figura 17*), dibuixada al mateix mapa, normalment en la caràtula, on s'indica quina és la unitat de mesura (km, metres, centímetres, etc.) de la superfície real de la terra, a la que es refereix cada segment de la línia.



**Figura 17: Escala gràfica**

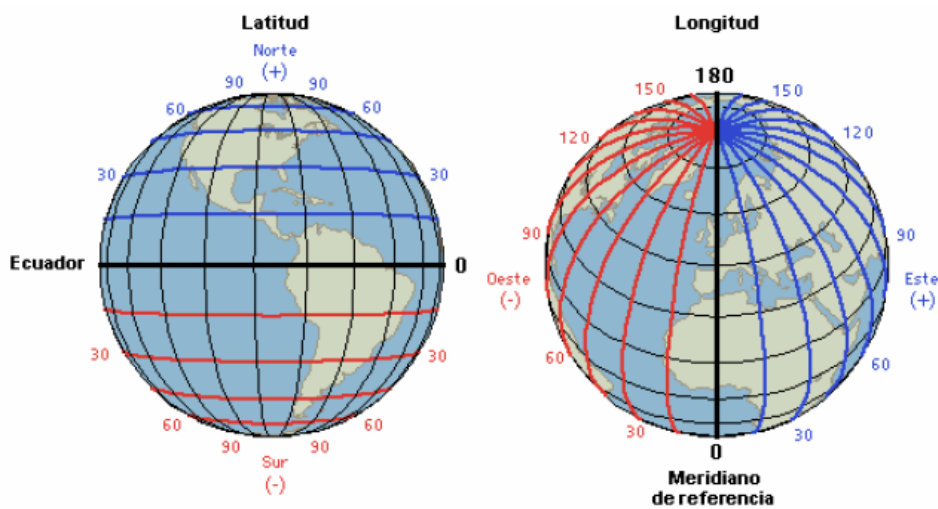
- **Sistema de coordenades**
  - **Sistema de coordenades geogràfiques (Latitud-Longitud).**

Aquest sistema és el més antic, va ser utilitzat per primer cop pel geògrafs i filòsofs grecs.

És la forma bàsica de situar qualsevol punt sobre la superfície de la Terra fent servir dues de les tres dimensions d'un sistema de coordenades esfèric, el qual està alineat amb l'eix de rotació de la Terra (*Figura 18*)

**Els meridians** o línies de longitud són les línies d'intersecció dels infinits plànols que contenen l'eix terrestre i la superfície de la Terra. Estan numerats de 0° a 180° E al est i 0° a 180° W a l'oest, prenent com l'origen el meridià de *Greenwich* considerat com el meridià origen. La longitud expressa la distància angular, mesurada paral·lelament al plànol de l'Equador terrestre entre el meridià de *Greenwich* (longitud 0) i qualsevol punt de la Terra.

**Els paral·lels** o línies de latitud son paral·leles a l'Equador. Estan numerats de 0°, en l'Equador, a 90°, en els casquets polars. La latitud mesura l'angle entre qualsevol punt i l'Equador. Tots els paral·lels segueixen la direcció Est-oest i sempre tallen als meridians en angle recte en qualsevol punt de la Terra a excepció dels casquets polars.



**Figura 18: Sistema de coordenades geogràfiques**

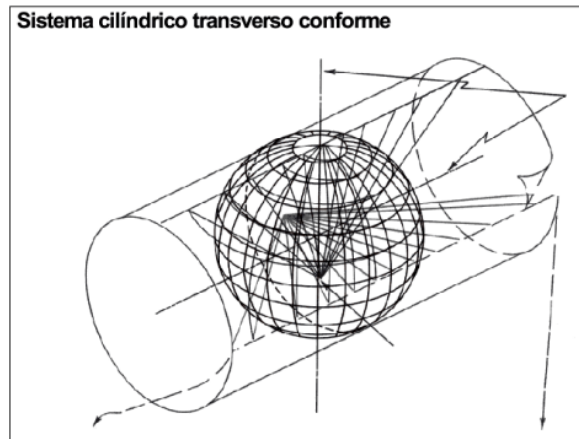
- **Sistema de coordenades rectangulars.** El plànol es divideix en una quadrícula mitjançant línies separades de manera uniforme, paral·leles a cada un dels eixos. Els punts fan referència a un punt origen que s'ha de determinar.

Després d'aplicar la projecció cartogràfica escollida, es superposa una quadrícula de coordenades rectangulars (no més es fa servir la part positiva).

La referència (coordenada) es representa en el format (x,y) la x és l'abscissa i la y és la ordenada.

- **Sistema de coordenades UTM** (*Universal Transversa Mercator*). Es tracta d'un sistema desenvolupat a partir de la projecció del mateix nom. És el sistema més utilitzat.

El sistema de coordenades UTM sempre s'aplica a cartografia en projecció Transversa Mercator (*Figura 19*), que és una projecció conforme, tangent a la Terra al llarg d'un meridià que s'escull com meridià d'origen.

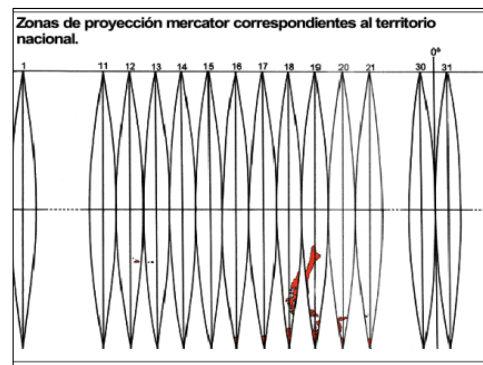


**Figura 19: Projecció Transversa Mercator**

Aquest sistema aplicat a grans extensions de longitud, fa que ens allunyem del meridià de tangència, provocant deformacions considerables.

És per aquest motiu que es divideix la superfície de la Terra (*Figura 20*) compresa entre les latituds 84°N i 80°S, en columnes Nord-sud d'una amplada de 6° que s'anomenen fusos les quals estan numerades de l'1 al 60 començant pel meridià 180°.

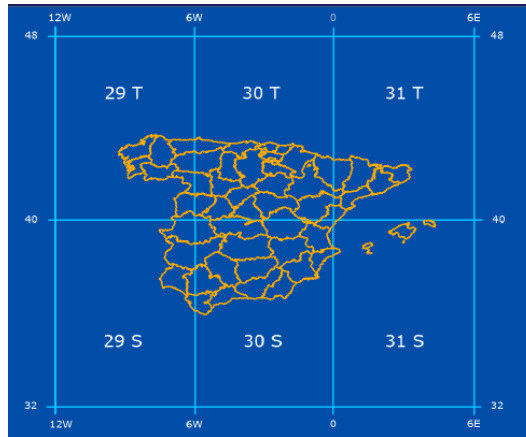
Tanmateix cada zona es divideix en quadrats de 8° de latitud. Aquests quadrats s'anomenen mitjançant lletres que van de la C a la X (la I i la O no s'utilitzen), partint dels 80°S. La filera de la X, que és la que s'apropa més al pol nord, té 12° de latitud.



**Figura 20: Zones de projecció UTM**

Els casquets polars reben un tractament especial i als mapes que tracten aquesta zona a gran escala utilitzen el sistema de quadricula UPS (*Universal Stereographic Polar*), que se superposa a projeccions estereogràfiques centrades al pol que correspongui.

Cada zona llavors té un àmbit de 6° de diferència de longitud i 8° de diferència de latitud, que queda determinada amb el numero de fus (zona) i la lletra de faixa (filera). L'àmbit geogràfic de Catalunya es correspon a la zona UTM 31 T (*Figura 21*).



**Figura 21: Distribució de fusos a nivell nacional**

Els meridians es numeren d'est a oest, de manera que al meridià central del fus li correspongui el 500.000 metres est. Els paral·lels es numeren de sud a nord, de manera que a l'Equador a l'hemisferi nord li correspon el 0 metres i a l'Equador a l'hemisferi sud li correspon 10.000.000 metres.



## 5.4 Capítol 4, GPS (Global Positioning System)

### 5.4.1 Introducció

Aquest capítol està dedicat al Sistema de Posicionament Global o GPS, que és l'acrònim de l'expressió anglesa *Global Positioning System*.

El GPS és el primer sistema de navegació per satèl·lit del món. Fou creat pel departament de defensa del govern dels Estats Units. El nom que l'hi van donar els seus creadors va ser: NAVSTAR *Navigation Satellite Timing and Ranging*.

Als apartats que segueixen s'explicarà:

- Definició i funcionament del GPS
- Origen dels errors
- GPS Diferencial o DGPS (*Differential GPS*)
- Aplicacions bàsiques del GPS

### 5.4.2 Definició i funcionament del GPS

Un Sistema Global de Navegació per Satèl·lit (GNSS) és un sistema de radionavegació basat en una constel·lació de satèl·lits. Aquest sistema proporciona una informació molt fiable referent a la posició en tres dimensions i l'hora exacta, en qualsevol lloc del planeta. El NAVSTAR dels Estats Units, el GLONASS rus o el Galileu<sup>7</sup> europeu són exemples de Sistemes Globals de Navegació per Satèl·lit.

El funcionament del sistema GPS es basa en la mesura de la distància entre el receptor i almenys 4 satèl·lits. Dels satèl·lits es coneix la seva posició orbital exacta respecte a la Terra, i el retard que porten els senyals de ràdio des que són emesos pels satèl·lit fins que arriben al receptor. Llavors el receptor recull aquests senyals de ràdio dels satèl·lits corresponents i per triangulació calcula la seva posició en termes absoluts (longitud, latitud i altitud).

- **Els elements** que formen un GPS es podrien agrupar en 3 segments:
  - **Segment espacial** (estacions de satèl·lits)

Aquest segment està format pels satèl·lits i els senyals que emeten.

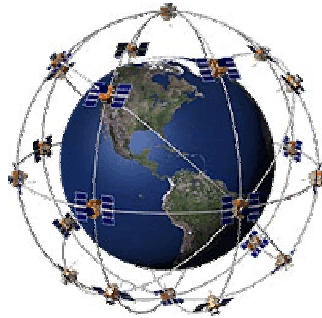
Els satèl·lits conformen la constel·lació NAVSTAR, aquesta està constituïda per 24 satèl·lits operatius i tres o més de reserva, distribuïts en sis plànols orbitals (*Figura 22*) Aquests plànols orbitals estan inclinats 55° respecte al plànol equatorial de la Terra. La constel·lació de satèl·lits del NAVSTAR, volten la terra en òrbites a una altura

---

<sup>7</sup> Aquest GNSS europeu, d'ús civil i que donarà una major precisió que els sistemes actuals, té previst el seu funcionament operatiu per a l'any 2010.

aproximada de 20.200 KM de la superfície i completen una òrbita cada 12 hores. Això fa que en qualsevol lloc de la terra sis satèl·lits pugin ser visibles en tot moment.

Els satèl·lits transmeten de forma continua un senyal de ràdio que, entre d'altres, aporta la següent informació: dades relatives a la seva posició i l'hora exacta en que el senyal es transmet en format UTC (Temps Universal Coordinat).



**Figura 22: Constel·lació de satèl·lits**

- **Segment de control**

Són un conjunt de 5 estacions terrestres que s'encarreguen de controlar les òrbites i realitzar el manteniment de tota la constel·lació (Figura 23). Aquestes infraestructures tenen coordenades terrestres molt precises i estan distribuïdes regularment a l'alçada de l'Equador.

**Est 1.** Colorado Spring (USA): estació de control i seguiment.

**Est 2.** Hawaii (USA): estació de seguiment.

**Est 3.** Illa Ascensió (Santa Helena): estació de seguiment i antena de referència.

**Est 4.** Diego Garcia (Regne Unit): estació de seguiment i antena de referència.

**Est 5.** Kawajalein (Illes Marshall): estació de seguiment i antena de referència.

Realitzen un seguiment continu dels satèl·lits que passen pel seu àmbit de control, i fan mesures contínuament per poder fer els càlculs de les òrbites i si és necessari, enviar correccions al satèl·lit per a que aquest emeti la seva posició i hora corregida dintre del seu missatge de ràdio.

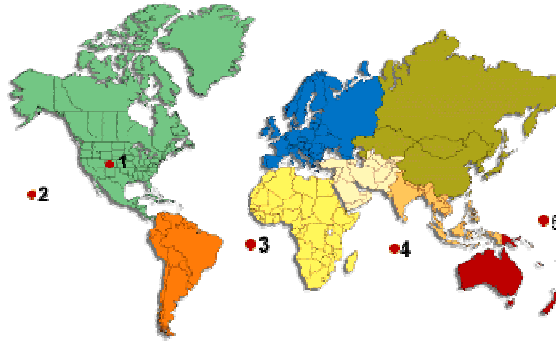


Figura 23: Estacions de control

○ **Segment d'aplicació**

Aquest està constituït per l'equip que l'usuari necessita per a l'ús del sistema GPS en la seva aplicació concreta. Consta de l'equip de recepció i el software que es requereix per processar els senyals dels satèl·lits.

- **Com funciona el GPS?** El receptor GPS obté la seva posició per triangulació, mesurant prèviament la distància a varis satèl·lits (que com ja s'ha comentat anteriorment actuen com a punts fixos de referència a l'espai). És necessari que no existeixi cap obstacle entre el receptor i els satèl·lits. Els senyals de ràdio només travessen sense problemes núvols, vidre i plàstic.

En rebre el senyal d'un satèl·lit determinat, el receptor GPS pot calcular la distància que el separa del satèl·lit, mitjançant càlculs matemàtics que porta incorporats al software intern.

En realitat si el satèl·lit està a una distància  $d_1$  del satèl·lit  $S_1$ , vol dir que el receptor pot estar situat en qualsevol punt de la superfície d'una esfera  $A$  que té per centre el satèl·lit i radi  $d_1$ .

Per tal de precisar la posició del receptor, es necessita almenys la distància a tres satèl·lits, és a dir 3 esferes  $A$ ,  $B$ , i  $C$ . La intersecció de les tres esferes ens dona dos punts, només un serà la posició correcta (Figura 24).

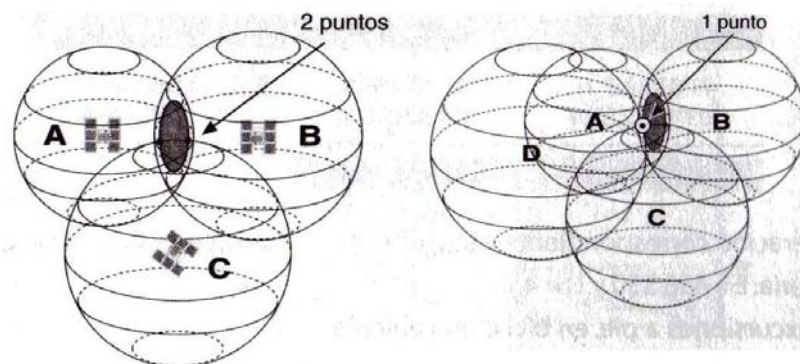
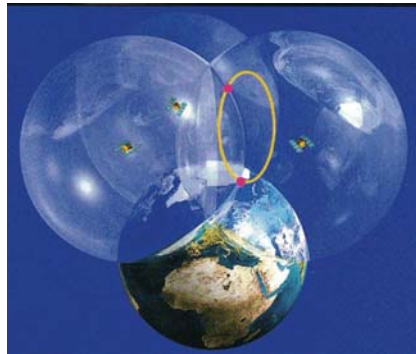


Figura 24: Càlcul de la posició del receptor

Si tinguéssim la distància a un quart satèl·lit només tindríem un punt com a resultat de la intersecció de les quatre esferes. A la pràctica la quarta esfera

és la terra i la distància és el radi d'aquesta més l'altitud a la que ens trobem (Figura 25).



**Figura 25: Intersecció de 4 esferes**

El receptor calcula la distància utilitzant la fórmula:  $\text{Velocitat} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Temps de retard}}$

Se sap que els senyals de ràdio viatgen a la velocitat de la llum,  $\text{Velocitat} = (300.000 \text{ Km/seg.})$ , és necessari conèixer el temps que triga el senyal en arribar des del satèl·lit al receptor.

El satèl·lit envia amb el senyal de ràdio l'hora (molt precisa) en que va sortir el senyal, i el receptor té l'hora en que el senyal l'hi ha arribat, així obtenim el temps de retard.

Donat que els rellotges dels receptors no són tan precisos com els del satèl·lit, la distància que es calcula no és tan precisa com seria desitjable.

### **5.4.3 Origen dels errors**

Errors produïts en travessar les ones de ràdio la ionosfera. Aquesta capa de partícules carregada d'electricitat està situada entre 50 i 200 km d'altitud. Les ones de ràdio del GPS en travessar-la experimenten un retard que provoca un error en el càlcul de la distància de  $\pm 5 \text{ m}$ .

També s'acumulen retards en travessar la Troposfera, que està carregada de vapor d'aigua i pols en suspensió. Això produeix errors de  $\pm 0,5 \text{ m}$ .

Altres tipus d'error és el que es dona quan el senyal rebota en edificis, arbres o altres obstacles, això fa que el recorregut sigui més llarg.

Errors produïts pels angles relatius formats pel satèl·lit i el receptor, i els produïts pel desajust del rellotge intern del receptor.

### **5.4.4 GPS Diferencial o DGPS (Differential GPS)**

La correcció diferencial es va crear per tractar de corregir els errors que hem esmentat abans. Consisteix en la utilització d'un receptor de GPS de referència, que està situat en unes coordenades fixes i perfectament conegudes. Podria ser un

receptor posicionat en un vèrtex geodèsic.

Aquest receptor GPS de referència, calcula l'error que s'ocasiona al mesurar la distància a un satèl·lit ( això ho pot fer perquè es coneix perfectament la seva posició), fa servir un transmissor especial i retransmet les correccions que s'han d'aplicar per contrarestar l'error.

Existeixen diverses maneres de obtenir les correccions DGPS, entre d'altres, podem descarregar-les d'Internet a través d'una connexió Bluetooth. Es poden rebre per ràdio utilitzant canals preparats per a això, com són IRDS en una emissora FM. També les proporcionen sistemes de satèl·lits preparats especialment per a aquest tema. Als EEUU podem trobar WAAS, a Europa EGNOS i al Japó MSAS, tots compatibles entre si.

### **5.4.5 Aplicacions bàsiques del GPS**

El GPS ha evolucionat des que va néixer l'any 1973 i avui dia s'ha convertit en una eina imprescindible a molts sectors professionals.

En el sector del transports trobem aplicacions diverses com són la localització de vehicles, cerca de rutes, vigilància de velocitat, etc.

En l'àmbit de l'oci i l'esport, localització precisa de punts d'interès (Waypoints), traçat d'itineraris i rutes, etc.

Com a eina per a la navegació terrestre, marítima i aèria.

En topografia i geodèsia es poden fer mapes molt més precisos i més fiables.

En el sector civil podem destacar la seva utilitat a l'hora de fer salvament i recerca a les muntanyes, a la neu, seguiment de malalts i discapacitats, etc.

## 5.5 Capítol 5, GeoMedia®

### 5.5.1 Introducció

*GeoMedia*® és un SIG d'*Intergraph* per als sistemes operatius Windows® 2000, *Windows*® XP o posteriors. És una eina que permet recollir dades SIG, omplir una base de dades i finalment presentar la informació en mapes temàtics.

Amb aquest SIG es poden combinar dades de diferents fonts i diferents formats tot en el mateix entorn. Es poden realitzar consultes complexes amb dades espacials i atributs de diferent procedència i finalment construir mapes temàtics amb les dades que obtenim de les consultes, per tal de visualitzar-les de forma més entenedora .

Amb *GeoMedia*® es poden capturar i mantenir les dades de manera senzilla ja que compta amb unes eines que faciliten aquesta tasca. El sistema permet recollir dades a partir d'imatges raster localitzant punts molt precisos i molt ràpidament. És possible capturar dades gràfiques mitjançant tauleta digitalitzadora. Compta amb eines d'edició de geometria com ara la divisió automàtica de vectors i la digitalització de geometria coincident. Amb la detecció i correcció automàtica d'errors es poden localitzar els errors de captura i solucionar-los ràpidament.

*GeoMedia*® incorpora també un entorn de desenvolupament de software que ens permet personalitzar –lo amb eines com *Microsoft*® *Visual Basic*® i *VisualC++*®.

### 5.5.2 Entorn de treball – Geoworkspace

Un *Geoworkspace* és l'entorn de treball de *GeoMedia*®. Dintre d'aquest entorn es troben les connexions amb els magatzems i les dades, les finestres de mapa i les finestres de dades, la finestra de composició, les barres d'eines, la informació referent al sistema de coordenades que estem utilitzant i les consultes que prèviament hem creat.

Tota la configuració i les connexions es guarden dins un fitxer amb l'extensió *.gws*, però les dades reals es guarden als magatzems. Si s'ha de traslladar o copiar el *Geoworkspace* s'ha de tenir en compte de traslladar o copiar al mateix temps els magatzems amb els quals tingui connexions i situar-los a la mateixa ruta en que estava l'original.

### 5.5.3 Elements principals

#### 5.5.3.1 Sistemes de coordenades

El sistema de coordenades que té definit un *Geoworkspace* permet relacionar les entitats amb la seva posició en el món real.

Cada magatzem pot tenir les dades amb el seu sistema de coordenades propi i únic, diferent al que està definit al *Geoworkspace*. Per tal que les dades es puguin visualitzar

correctament, s'ha de definir un fitxer de coordenades que permeti transformar el sistema de coordenades de les dades al sistema del *Geoworkspace* al mateix temps que es visualitzen. Aquest fitxer de sistema de coordenades té extensió \*.csf.

Es pot crear amb la utilitat [**Definir archivo de sistema de coordenadas**]

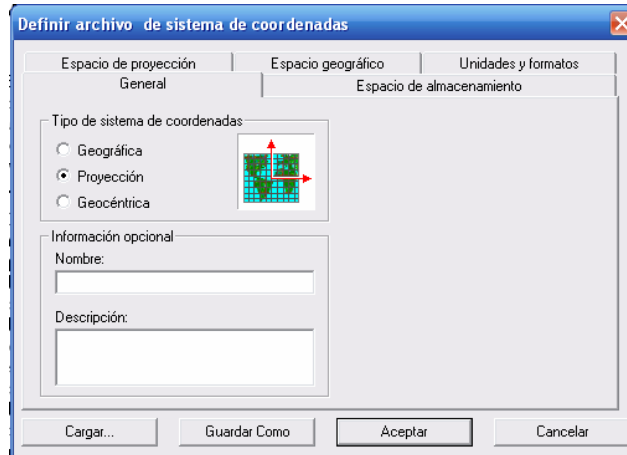


Figura 26: Caixa de diàleg per crear el fitxer de sistema de coordenades

El software admet diferents tipus de sistemes de coordenades:

- **Sistema de coordenades geogràfic** (predeterminat). Referit a un esferoide que representa les coordenades en format longitud, que és la distància angular des d'un meridià d'origen, i latitud, que és la distància angular des de l'Equador.
- **Sistema de coordenades projectat** Referit a un pla de projecció amb una relació amb l'esferoide conegut, que expressa les coordenades en forma de X i Y, on X assenyalava a l'est i Y assenyalava al nord.
- **Sistema de coordenades geocèntric** Referit a un sistema cartesià amb origen al centre de la Terra, que expressa les coordenades en forma de X, Y, Z, on l'eix X passa per la intersecció del meridià principal amb l'Equador, l'eix Y passa per la intersecció de l'Equador amb el pla a 90 graus a l'est i l'eix Z correspon a l'eix polar de la Terra.

Si canviem el sistema de coordenades després de visualitzar les dades, aquestes es transformaran segons el nou sistema de coordenades i la visualització s'actualitzarà.

### 5.5.3.2 Magatzem

La geometria de les entitats i les dades dels atributs es poden visualitzar al *Geoworkspace* per mitjà de les connexions que fem amb els magatzems on es troben les dades.

Un magatzem és una font de dades per a *Geomedica*®. En un mateix magatzem només pot haver un tipus de dades, un tindrà dades *ACCES* i un altre CAD, però en un mateix magatzem no podran existir els dos tipus al mateix temps.

Magatzems de lectura i escriptura: són els de tipus *ACCESS*, *ORACLE* i *SQL SERVER*. D'aquests l'únic que es pot crear des de l'entorn de treball és el de tipus *ACCESS*, els altres s'hauran de crear des d'aplicacions pròpies d'*ORACLE* o *SQL SERVER*.

Magatzems de només de lectura: Són magatzems que només permeten la lectura de dades. Les dades d'aquests magatzem no es podem modificar, però en el cas que s'haguessin de modificar podem enviar les dades a un magatzem de lectura i escriptura amb la comanda: **[Sacar a clase de entidad]**

TIPUS DE MAGATZEM	LECTURA	ESCRITURA	CREACIÓ
ACCESS	SÍ	SÍ	SÍ
ARC/INFO	SÍ	NO	NO
ARCVIEW	SÍ	NO	NO
CAD	SÍ	NO	NO
FRAMME	SÍ	SÍ	NO
MAPINFO	SÍ	NO	NO
MGE MGDM	SÍ	NO	NO
MGSM	SÍ	NO	NO
ODBC TABULAR	SÍ	NO	NO
Model d'Objectes d'ORACLE	SÍ	SÍ	NO
SMARTSTORE	SÍ	NO	NO
Servidor de SQL	SÍ	SÍ	NO
Servidor d'arxius de TEXTE	SÍ	NO	NO

Taula 1: Tipus de magatzem i característiques

### 5.5.3.3 Finestra de Mapa

La finestra de mapa visualitza gràficament les dades geogràfiques ( entitats, imatges, consultes, etc.)

Cada finestra de mapa conté els següents elements: una llegenda, una barra d'escala i una fletxa nord. Aquests elements es pot fer que siguin visibles o no.

- **La llegenda** mostra dos fitxes que permeten examinar de dues maneres les dades de la finestra de mapa. La fitxa **[orden de visualización]** mostra la prioritat a l'hora de visualitzar les dades, l'ordre ascendent en que estan disposades les entrades en la llegenda és l'ordre en que s'aniran visualitzant a la finestra de mapa. La fitxa **[grupo]** ofereix l'oportunitat d'agrupar i ordenar les entrades de la llegenda independentment de l'ordre de visualització. També poden realitzar-se manipulacions sobre tot un grup d'entrades de cop ( activar-les o desactivar-les ).



Una llegenda té una entrada diferent per a cada objecte del mapa. Si una classe d'entitat o una consulta té diversos atributs de geometria o de text, s'afegeix a la llegenda una entrada per a cadascun d'aquests.

Cada entrada conté un títol i una clau d'estil. Si s'activen les estadístiques d'una llegenda, l'entrada mostra el número d'objectes del mapa entre parèntesi a continuació del títol.



Figura 27: Descripció d'elements de la llegenda.

Clau d'estil	Significat
	L'objecte del mapa és visualitzat segons escala.
	L'objecte del mapa és localitzable, es pot fer "clic" sobre l'entitat del mapa i recuperar els seus atributs.
	No existeixen dades carregades
	Entrada de llegenda en estat no vàlid.
	Classe d'entitat de punt.
	Classe d'entitat de línia
	Classe d'entitat d'àrea
	Etiqueta de text
	Classe d'entitat composta
	Classe d'entitat d'imatge
	Visualització temàtica segons rangs
	Visualització temàtica de valors únics

Taula 2: Significat de les claus d'estil

- **Fletxa nord.** La fletxa nord serveix de referència per senyalar el nord del mapa. Es pot col·locar a qualsevol lloc dintre de la finestra del mapa i la seva mida es mantindrà constant independentment de l'escala.

Només pot haver una fletxa nord en una finestra de mapa.

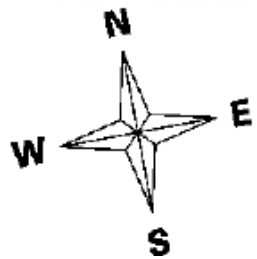


Figura 28: Exemple de fletxa nord

- **Barra d'escala.** La barra d'escala indica l'escala de la finestra que s'està visualitzant, està graduada en unitats de terra per indicar distàncies en el mapa.

La barra d'escala es pot ocultar o mostrar amb la comanda “*Ver > Barra de escala*”

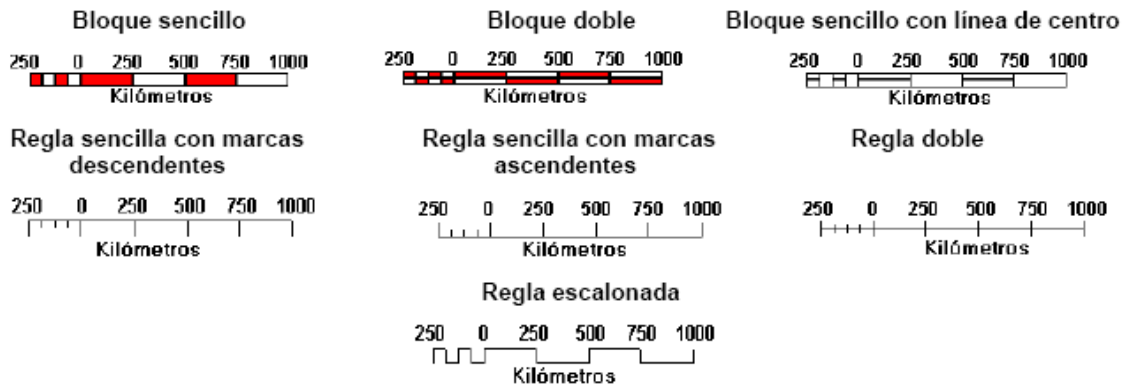


Figura 29: Exemples de barra d'escala

- **Propietats de visualització.** Escala de visualització és un factor d'escala per tal de visualitzar les dades a la finestra. Aquest factor canvia quan ens apropem o ens allunyem.

Escala nominal de mapa, és el factor d'escala que serveix com a escala de referència o base.

Escala de visualització mínima, quan l'escala de visualització estigui per sobre de la mínima l'entitat es visualitzarà, si està per sota no es veurà.

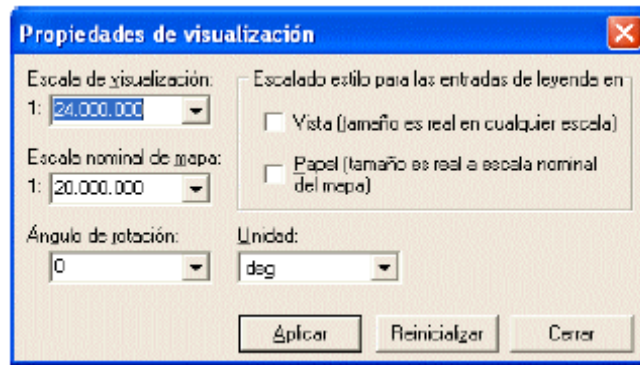


Figura 30: Quadre de diàleg per definir les propietats de visualització

### 5.5.3.4 Finestra de Dades






Una finestra de dades conté els atributs no gràfics d'una classe d'entitat o consulta. Això equival a una taula, on cada columna representa un atribut i cada fila una entitat.

Les finestres de dades visualitzen classes d'entitat d'àrea, punt, imatge, compostes, de text o no gràfiques.

En un magatzem de lectura i escriptura es poden fer modificacions a les entitats utilitzant una finestra de dades.

Figura 31: Exemple de finestra de dades.

- **Classes d'entitats i entitats.** Una entitat es pot representar en una finestra de mapa mitjançant una geometria i també es pot definir a la base de dades mitjançant atributs no gràfics.

Tipus de geometria	
	Una entitat de punt es representa per un o més punts en un mapa on figura la posició d'una entitat. Els punts poden tenir orientació i es poden rotar. Exemple: un arbre, un pou, una boca de rec, etc.
	Una entitat lineal es representa mitjançant un o més arcs o línies. Exemples: un riu, el ferrocarril, etc.
	Una entitat d'àrea es representa mitjançant zones delimitades. Cada límit conté un o més forats i els límits i forats a la vegada poden estar formats per una o varies línies o arcs.
	Les entitats de text es representen per textos. Els textos poden tenir orientació, és a dir poden rotar.
	Una entitat d'imatge és una imatge raster

Taula 3: Tipus de geometria

## 5.5.4 Validació i correcció de dades

*GeoMedia*® disposa d'eines que permeten mantenir la integritat de les dades, revisant la informació de la geometria i validant la geometria i la connectivitat.

També existeixen altres eines que permeten corregir retallant, corregir les connexions, les interseccions, etc.

A continuació es dona una petita explicació d'algunes d'elles.

- **[Información de la geometría]** Permet visualitzar i editar informació referent a la geometria d'entitats individuals que existeixen al magatzem.

Amb aquesta eina es pot detectar si dos punts que semblen el mateix són realment el mateix, quin és el vèrtex que s'ha d'eliminar per solucionar els problemes amb els bucles, etc.

- **[Validar geometría]** Cerca en el model de dades de *GeoMedia*® errors de geometria que provoquin problemes en altres processos. Els possibles errors serien punts coincidents dintre d'una cadena de línies, àrees que es tanquen sobre si mateixes.

Aquesta eina és útil com a primera neteja dels possibles errors de les dades, especialment si les dades són importades d'altres fonts.

- **[Arreglar geometría]** Aquesta comanda permet corregir automàticament els problemes que s'han detectat després de fer [Validar

geometria], aquesta eina treu en una consulta els errors, generalment seran del tipus duplicats o punts que tornen enrere, [Arreglar geometria] rectifica els errors automàticament, els esborra de la consulta i deixa els que no es poden solucionar de forma automàtica.

- **[Validar conectividad]** Aquesta eina és útil a l'hora de corregir errors a la digitalització, línies massa llargues o massa curtes, nodes no coincidents, geometries de tall sense dividir etc.. Tot i que poden no ser necessàriament errors, és convenient corregir-los ja que així quedarà tot més exacte i polit.
- **[Arreglar conectividad]** Aquesta eina s'utilitza per reparar els error que es troben quan validem la connectivitat. Aquest errors que ens mostra a la consulta s'arreglen de manera automàtica, s'esborren de la llista i es deixen els que només es poden arreglar de manera manual.

### 5.5.5 Analitzar dades

*Geomedia*® permet analitzar les dades de diverses formes utilitzant consultes. Amb una consulta es tracta de seleccionar les entitats que compleixen amb unes determinades condicions.

Les consultes es fan directament sobre les dades i també es poden utilitzar filtres.

Una consulta pot visualitzar immediatament o bé es pot guardar integrant-la a la llegenda i visualitzar-la quan convingui.

També es poden fer consultes espacials, mirant de trobar entitats que compleixen unes condicions i que estan dintre d'un àrea d'influència determinada.

## 5.6 Capítol 6, Construcció del SIG

En els capítols anteriors s'ha introduït al lector en tots aquells conceptes i eines que son necessàries per a la realització de la part pràctica del TFC.

Aquest capítol té com a finalitat la creació d'un SIG que permeti gestionar les rutes en camins no cartografiats.

En primer lloc s'estableixen els requeriments del projecte, les funcionalitats que s'han d'implementar i l'estructura de la base de dades requerida per poder treballar amb el SIG.

També es defineix l'espai de treball, el sistema de coordenades escollit, la cartografia de base seleccionada i les entitats necessàries per poder construir un prototipus del projecte.

Finalment i per facilitar la càrrega de dades i agilitzar la gestió s'implementaran funcionalitats amb *Visual Basic*® que s'integraran amb l'espai de treball de *GeoMedia*®.

### 5.6.1 Requeriments del projecte

El projecte es centra en les visites que els veterinaris d'una empresa de sanitat animal fan als socis, 3 cops al any.

Es demana:

- Registrar la ruta quan es fa una visita per primer cop. Això es farà mitjançant el GPS, registrant la ruta del recorregut i emmagatzemant-lo en una PDA.
- Carregar la ruta al SIG. Tractar el fitxer i transformar les coordenades, que normalment estan referenciades al Datum WGS84 i transformar-les al Datum European 1950.
- Emmagatzemar la ruta al SIG. Per poder editar-la i recuperar-la quan faci falta per a posteriors visites.
- Localitzar els punts d'encreuament de les diferents rutes emmagatzemades.

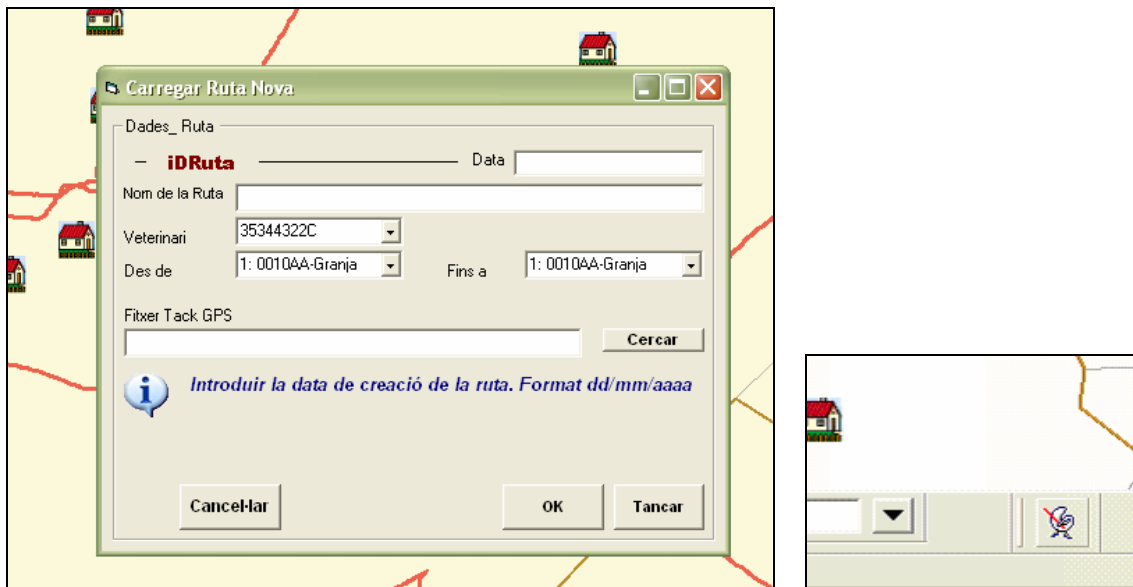
### 5.6.2 Especificacions de les funcionalitats

Les funcionalitats que faran possible la realització dels requeriments son les següents.

- Per poder registrar la ruta al SIG s'ha de fer amb anterioritat treball de camp, que consistirà en la recollida de dades mitjançant una PDA que porta incorporat un GPS. S'han enregistrat trames a la comarca d'Urgell, aquestes trames rebudes pel GPS són del tipus estàndard NMEA i es desen a un fitxer

de text amb l'extensió \*.nmea. El protocol NMEA *National Marine Electronics Association* s'explica més detalladament l'annex A.

- Un cop rebuts els fitxers amb les rutes i amb l'ajuda d'una aplicació feta amb Visual Basic s'incorpora aquesta al SIG de manera automàtica. El programa obre un formulari (*Figura 32*) on s'introdueixen les dades referents a la ruta que es vol carregar i al mateix temps es selecciona el fitxer \*.nmea que s'ha de processar.



**Figura 32:** Formulari de l'aplicatiu i botó de la comanda.

- El programa llegeix el fitxer indicat al formulari, extreu les dades necessàries, latitud, longitud i altitud. ***llegirTrama()***
- Fa el tractament de les dades. El format de les coordenades que porta la trama NMEA són del tipus ggmm,mmmmm, i s'han de passar al format gg:mm:ss, que és el format que s'utilitza més tard a l'hora de transformar les coordenades geogràfiques a UTM. ***formatearCoor()***
- La següent acció serà la de crear el nou registre a la taula ruta de la base de dades (Magatzem) amb les dades que hi ha al formulari. ***creaRuta()***
- Un cop creada la ruta al magatzem, es dibuixa gràficament amb les coordenades registrades i es fa la connexió amb les dades alfanumèriques. ***dibuixaRuta()***

Existeix una altra funcionalitat que permetrà cancel·lar el procés en cas que es produeixi un error o es vulgui esborrar la ruta recentment incorporada. ***esborraRuta()***

- Un cop la ruta està dibuixada al SIG, ens permetrà l'edició i revisió d'aquesta i la correcció d'errors que es puguin haver produït. Donada la precisió del receptor serà més o menys ajustada (*Figura 33*).



Figura 33: Exemple de rutes amb errors a editar.

- Referent a la incorporació dels punts d'encreuaments (Nodes) amb altres rutes, es farà amb una consulta espacial, amb la que es posicionaran els punts d'intersecció (Nodes) al mapa . Això és possible ja que a l'hora d'incorporar les rutes també hem fet servir l'alçada que ens ha proporcionat el GPS. El procés de la consulta espacial, només marcarà els punts en que realment es creuen les rutes, deprenant les interseccions que van a diferent alçada( ponts, túnels, etc.) Els encreuaments (Figura 34) també requereixen una posterior edició; finalitzada aquesta es poden incorporar a la base de dades com a node de tipus 2.

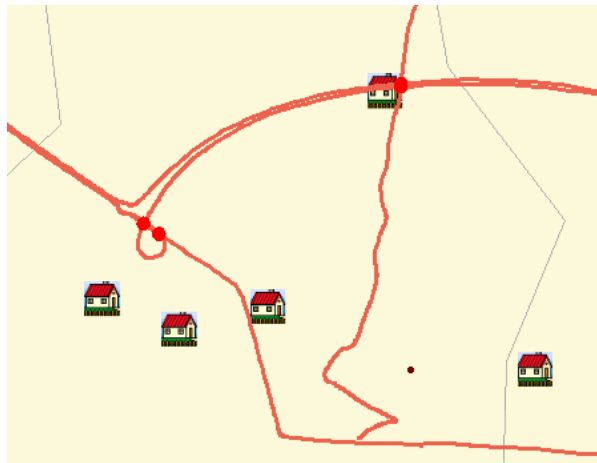


Figura 34: Visualització de la consulta per trobar les interseccions.

### 5.6.3 Estructura de dades

L'estructura de dades és mínima, la necessària per implementar el projecte. Utilitzem un magatzem de tipus Access de lectura i escriptura creat des de *Geomedia* amb la plantilla normal.mdb.

A continuació es relacionen les entitats creades i una petita explicació.




Entitat: **TFC\_Ruta** Tipus d'entitat: **Línia**. Aquesta entitat és la que serveix per emmagatzemar les dades principals d'una ruta, els seus nodes d'origen i destinació, el veterinari que l'ha fet i el dia en que es va enregistrar.

Entitat: **TFC\_RutaGPS** Tipus d'entitat: **Alfanumèrica**. Aquesta entitat serveix per



emmagatzemar els punts que formen la ruta i que es van recollir amb el GPS. Aquesta entitat no és imprescindible ja que l'entitat TFC\_Ruta al ser del tipus línia ja guarda aquestes dades.

Entitat: **TFC\_Node** Tipus d'entitat: **Punt**. Aquesta entitat emmagatzema tots els punts que poden ser utilitzats com a origen o destinació d'una ruta, així com punts d'interès que en un futur es vulguin registrar, tal com benzineres, bars o restaurants, etc. En aquesta entitat es fa servir l'atribut tipus node per tal de diferenciar els diferents punts, granges, centres veterinaris, encreuaments, etc. Ajudats de l'atribut tipus Node i les oportunes consultes podem diferenciar al mapa els nodes relacionant-los amb diferents simbologies:

Granja (Tipus 1)	Encreuament (Tipus 2)	Seu Veterinària (Tipus 3)
		

Entitat: **TFC\_Granja** Tipus d'entitat: **Alfanumèrica**. Aquesta entitat serveix per emmagatzemar les dades alfanumèriques de les granges, tal com el propietari, el seu codi d'identificació, l'adreça, etc.

Entitat: **TFC\_CentreVeterinari** Tipus d'entitat: **Alfanumèrica**. Aquesta entitat serveix per emmagatzemar les dades alfanumèriques dels centres veterinaris, tal com el responsable, el seu codi d'identificació, l'adreça, etc.

Entitat: **TFC\_Veterinari** Tipus d'entitat: **Alfanumèrica**. Aquesta entitat emmagatzema les dades dels veterinaris que treballen a l'empresa.

A continuació es mostren les relacions entre les diferents entitats (Figura 35):

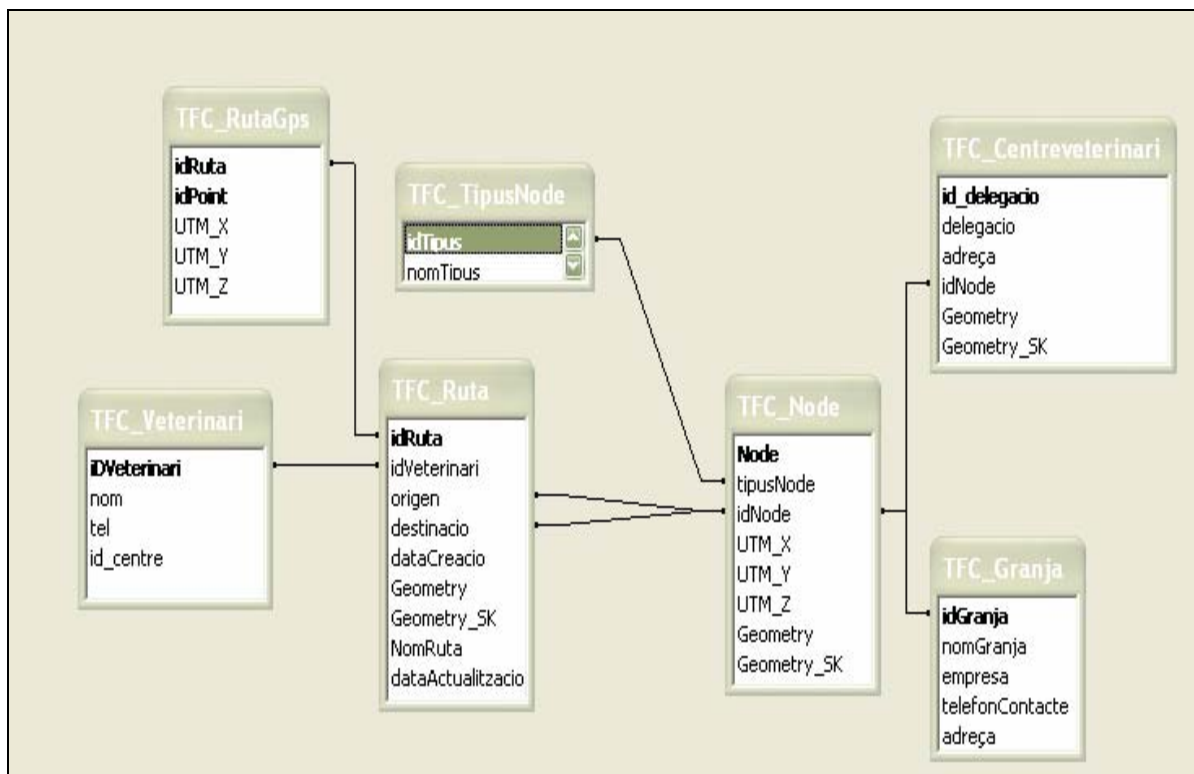


Figura 35: Estructura de la Base de dades

### 5.6.4 Creació de l'espai de treball

Per a la realització del projecte s'ha creat un SIG amb les següents característiques:

- Nom del SIG: **TFCRutes.gws** que correspon al fitxer del *Geoworspace*.
- Plantilla utilitzada: **TFCRutaFus31.gwt** que ens permet crear un *Geoworkspace* amb el sistema de coordenades UTM i centrat al fus 31 que és el que correspon a Catalunya.
- Sistema de Coordenades<sup>8</sup> del *Geoworspace*: **TFCRutes.csf**
  - Tipus de sistema de coordenades: **Projecció**
  - Unitats de emmagatzemament: **1 cm**
  - Sistema de projecció i fus: **UTM - Fus 31**
  - Datum Geodèsic i el·lipsoide **European 1950 Internacional**.
- Cartografia de base: La cartografia s'ha obtingut de la Web de l'ICC (Institut Cartogràfic de Catalunya).















<sup>8</sup> Aquest sistema és el que fa servir l'ICC (Institut Cartogràfic de Catalunya), d'on s'ha tret la cartografia de base que s'utilitza en aquest SIG.

- o Base municipal de Catalunya<sup>9</sup> 1:1000000 (BM-1000M) v3.3, inclou dades vectorials de municipis, comarques, províncies i de la comunitat autònoma, amb els límits d'aquests, els noms i la situació dels topònims.

Els fitxers descarregats de la web, estan en format \*.dgn (fitxers CAD de *MicroStation*). Per tal d'incorporar-los al SIG, primer s'ha de crear un magatzem de tipus CAD, on seleccionem els fitxers \*.dgn que interessin i associem al magatzem un sistema de coordenades, en aquest cas serveix el mateix que hem definit per al *Geoworkspace*, ja que coincideix amb les especificacions dels arxius de l'ICC. S'ha creat un fitxer de d'esquema de servidors CAD **CSD\_TFC.csd**, per seleccionar les capes de la cartografia que s'han d'incorporar al SIG.

Seguidament es fa la connexió entre el magatzem i el SIG. Un cop visualitzada la cartografia s'extreuen les classes d'entitat, s'associen llegendes a aquestes i es defineixen els rangs de visualització.

A la (Taula 4) es pot apreciar la simbologia utilitzada per representar les entitats encastades des de la cartografia de base i els rangs de visualització d'aquestes.

Classe d'entitat	Geometria	Rang de visualització		
 LimitCosta (82)	Línia	1:1.000 / 1:1.000.000.000		
 nomCapMunicipi (904)	Text	1:1.000 / 1:300.000		
 CapMunicipi (904)	Punt	1:1.000 / 1:300.000		
 nomCapComarca (41)	Text	1:1.000 / 1:2.000.000		
 CapComarca (41)	Punt	1:1.000 / 1:2.000.000		
 nomCapComunitat (1)	Text	1:1.000 / 1:120.000.000		
 CapComunitat (1)	Punt	1:1.000 / 1:120.000.000		
 nomMunicipis (82)	Text	1:1.000 / 1:200.000		
 Municipis (82)	Punt	1:1.000 / 1:200.000		
 nomComarca (41)	Text	1:1.000 / 1:2.000.000		
 Comarca (41)	Punt	1:1.000 / 1:2.000.000		
 LimitMunicipal (1031)	Area	1:1.000 / 1:500.000		
 LimitComarcal (64)	Area	1:1.000 / 1:2.000.000		
 LimitProvincial (18)	Area	1:1.000 / 1:120.000.000		

Taula 4 : Definició de geometria i rangs de visualització de la cartografia de base.

<sup>9</sup> [http://www.icc.es/web/content/ca/common/icc/icc\\_serveis\\_descarregues\\_ciu.html](http://www.icc.es/web/content/ca/common/icc/icc_serveis_descarregues_ciu.html)

Diferents estils de mapa segons l'escala de visualització (Figura 36) i (Figura 37).



Figura 36 : Visualització de províncies i comarques



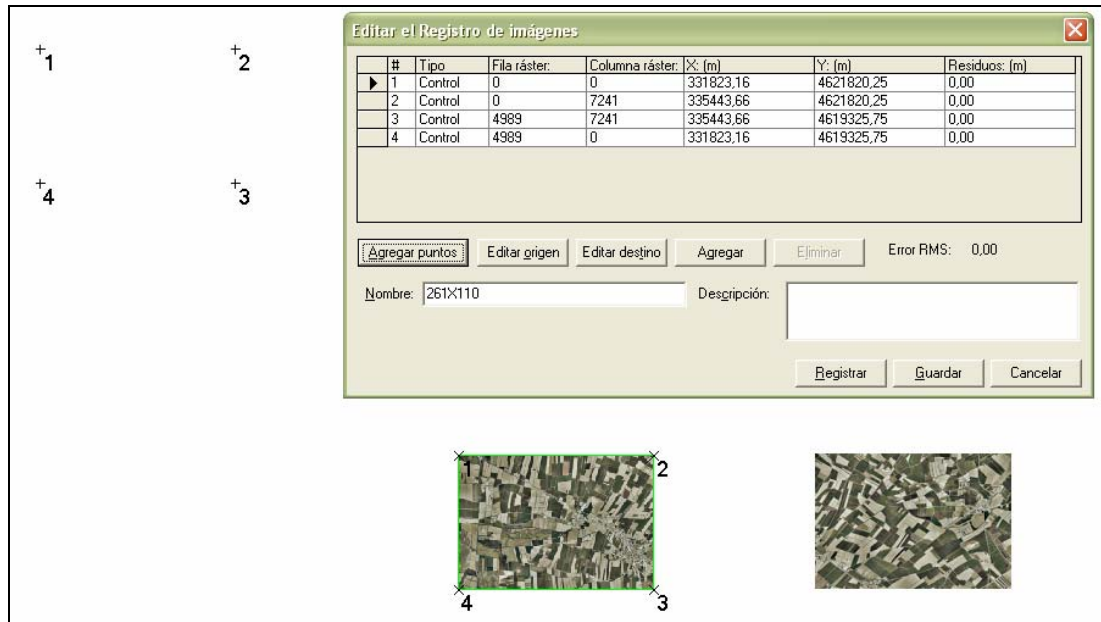
Figura 37: Visualització de municipis

- **Inserció d'imatges raster (ortofotos). En format MrSID.** S'han seleccionat 4 ortofotos de la zona d'Urgell ja que és en aquesta comarca on s'han recollit les dades amb el GPS. Aquestes 4 imatges no cobreixen la totalitat de la zona tractada, però com a mostra s'ha decidit que era suficient.

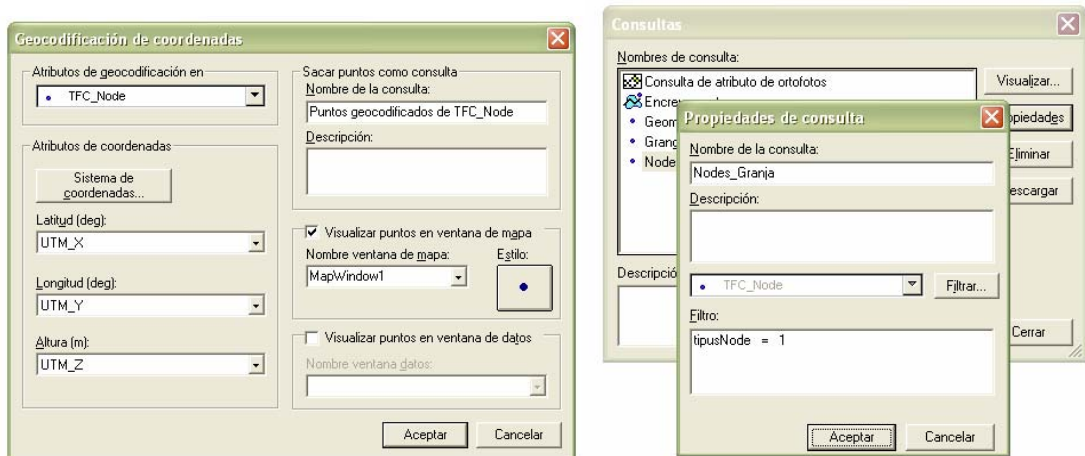
Primerament s'han d'inserir les imatges amb l'eina de *Geomedia*® : **[Insertar > imatge interactiva]** marcant un rectangle qualsevol a la finestra de mapes, després s'han de georeferenciar les imatges amb l'eina **[Herramientas > Registro de imágenes]**, per fer això es necessita saber les coordenades de les ortofotos. Junt amb la imatge raster MrSID ve donat un fitxer de text amb les dades de la imatge: la coordenada superior esquerra i la amplada i alçada de la imatge en píxels; amb aquestes dades es pot calcular la resta de coordenades<sup>10</sup> i fer la georeferenciació de les ortofotos.

---

<sup>10</sup> Per més informació sobre el mètode per fer els càlculs veure el document subministrat a l'aula "Inserció d'imatges raster de data 23 de desembre de 2004"



- **Inserció d'entitats** georeferenciades (Granges). Per simular les granges, s'ha utilitzat un fitxer del tipus *\*.excel* en el que hi ha els codis identificatius de les granges i les coordenades UTM de la seva situació. Aquest fitxer s'ha importat a la base de dades directament des de ACCESS i seguidament, s'han omplert les taules TFC\_Granja i TFC\_Node amb les dades corresponents mitjançant consultes.



**Figura 38: Formularis de consultes, per incorporar les granges**

El pas següent ha estat geocodificar els nodes per poder visualitzar-los a la finestra de mapa, això s'ha fet amb l'eina **[Análisis < geocodificación de coordenadas]**. Selecció només els nodes de tipus 1 (granges) podem visualitzar-los a la finestra de mapa amb la simbologia adient (Figura 38). Aquest procediment es pot aplicar a qualsevol altre entitat que es vulgui incorporar si disposem de les coordenades. Podrien per exemple recollir punts amb el GPS amb el posicionament de granges que encara no disposem informació, de les benzineres, etc.

Finalment s'ha definit l'estil de les entitats i com apareixeran a la finestra de mapa, per tal de mantenir la coherència de les dades gràfiques (Figura 39) (Figura 40).

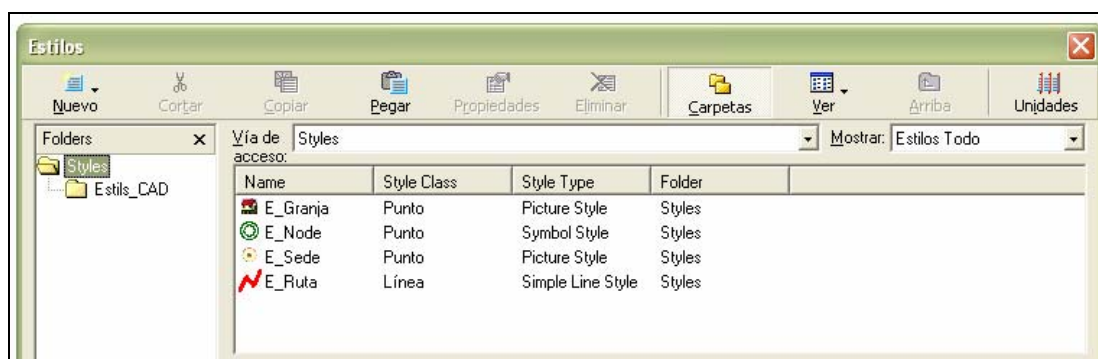


Figura 39: Estils definits per a les entitats gràfiques

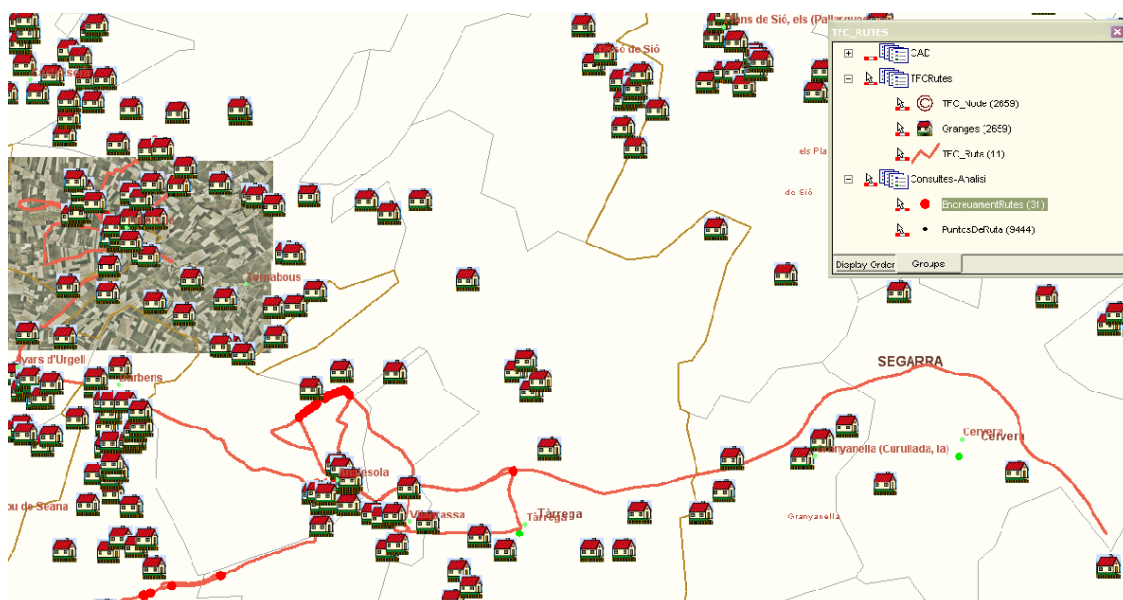


Figura 40: Entitats del SIG i aspecte del mapa base.

Finalment s'ha registrat la comanda creada<sup>11</sup> a Visual Basic, amb l'executable: **installUsrCommand/prod "Geomedia Profesional" GMRutes.dll GMRutes.ini**, per tal de poder integrar la comanda a la barra d'eines del GeoworSpace (Figura 32).

<sup>11</sup> s'ha seguit el mètode explicat al document subministrada l'aula " Depurar una comanda amb Visual Basic 30 de maig de 2006"

## 5.7 Capítol 7, Conclusions

Els Sistemes d'Informació Geogràfica són eines flexibles i potents per tractar tot tipus de problemes amb base espacial. Flexibles perquè s'adapten a les necessitats de molts i diversos camps d'actuació, i permeten planificar i gestionar infinitat d'activitats. Potents perquè la utilització d'eines de gestió de dades i de programació externes amplia les possibilitats de realitzar consultes i anàlisis cada cop més complexos.

D'acord amb els objectius plantejats al començament d'aquest projecte, s'han treballat i aconseguit les següents fites:

- Conèixer i comprendre que és un SIG.
- Documentar els conceptes i principis bàsics per treballar amb un SIG. Degut a la característica interdisciplinària d'aquests sistemes, s'ha fet necessari introduir conceptes relatius a geodèsia, cartografia i tecnologia GPS.
- Conèixer el SIG comercial *GeoMedia® Professional*. Utilitzar-lo i treballar amb les seves utilitats bàsiques.
- Dissenyar i implementar el prototipus d'una aplicació SIG, basada en *GeoMedia® Professional*, que aporta solucions a la gestió de rutes en camins no cartografiats, d'acord amb l'enunciat proposat.
  - Configurar l'entorn de treball (*GeoworkSpace*) de *GeoMedia®*.
  - Utilitzar eines del programari: definir sistemes de coordenades, crear entitats, magatzems, consultes d'anàlisi, ...
  - Obtenir i incorporar dades externes: cartografia de base (ICC), ortofotos, localització de les granges, ...
  - Capturar, sobre el terreny, dades de les rutes amb receptor GPS.
  - Utilitzar el software de programació Visual Basic per crear una comanda i integrar-la a l'entorn de treball de *GeoMedia* per ampliar les funcionalitats del sistema.
    - A partir d'un fitxer amb tracks en format NMEA, capturats amb un receptor GPS incorporat en una PDA (amb software NAVIO), la comanda dibuixa la ruta a la cartografia base automàticament.

### **Dificultats trobades.**

Amplitud i complexitat del cos teòric necessari per assolir el coneixements bàsics interdisciplinàries que conformen els SIG.

Incidències en la instal·lació del software en quant a la comunicació entre *GeoMedia® Professional* i *Visual Basic*.

## **Línies de futur.**

A partir del prototipus dissenyat s'obren moltes possibilitats de desenvolupament. Podem citar l'automatització de les consultes més freqüents, el càlcul d'itineraris, i la creació de noves funcionalitats, per exemple "Assignació de viatges": optimitzaria les granges que un veterinari pot visitar en una o varies jornades de treball, en funció del tipus de granja, l'actuació que s'ha de realitzar i el càlcul del itinerari tenint en compte les mínimes distàncies entre granges i els nodes de connexions entre les diferents rutes emmagatzemades al SIG.



## 6 GLOSSARI

---

**ALFANUMERIC** Conjunt de caràcters de lletres, números enters, signes de puntuació i símbols especials. Terme utilitzat per definir una combinació de lletres i números.

**ATRIBUT** Dada alfanumèrica associada a una entitat geogràfica.

**CADASTRE** Sistema d'Informació Territorial basat en el parcel·lari i en una xarxa de referència geodèsica, organitzat generalment en capes.

**CAPA** Conjunt de dades espacials associades lògicament en funció d'un contingut temàtic comú.

**CEL·LA** Element bàsic d'informació en una estructura raster matricial.

**CONSULTA** Recuperació d'informació d'una base de dades a partir d'unes condicions establertes.

**COORDENADA** Quantitat utilitzada per definir una posició en un sistema de referència.

**DATUM** Model aproximat de la forma de la superfície terrestre, en una determinada zona de la Terra. Serveix com a origen de les coordenades d'un sistema.

**DGPS** Correcció diferencial dels errors mitjançant la informació processada per una estació de referència.

**EL·LIPSOIDE** Superfície formada per la revolució d'una el·lipse al voltant del seu eix menor.

**ENTITAT GEOGRÀFICA** Element del món real que no pot ser dividit en altres fenòmens de la mateixa classe, sobre el qual s'emmagatzema informació en una base de dades geogràfica.

**EQUADOR** Paral·lel de major radi, que divideix l'esfera terrestre en dos hemisferis, Nord i Sud.

**ESCALA** Relació numèrica entre les dimensions de les entitats geogràfiques expressades en un mapa i les dimensions reals d'aquestes entitats en la superfície terrestre.

**FUS** Secció de la Terra limitada per dos meridians.

**GALILEO** Futura xarxa europea de satèl·lits. Proporcionarà major resolució que el sistema GPS, alhora que eliminarà l'actual dependència dels Estats Units per a aquest tipus d'aplicacions.

**GEOIDE** Superfície de nivell equipotencial en el camp de la gravetat terrestre.

**GEORREFERENCIACIÓ** Assignació de dades de posició a les entitats geogràfiques en base a un sistema de referència estàndard.

**GLONASS** Xarxa soviètica de satèl·lits. S'utilitza ocasionalment com a complement de la xarxa GPS en algunes aplicacions de precisió.

**LATITUD** Angle que forma un punt sobre un meridià i l'Equador.

**LÍNIA** Objecte geomètric representat per una sèrie de punts. Objecte geogràfic bàsic en el model de dades vectorial.

**LONGITUD** Angle que forma la projecció d'un punt amb el meridià de referència.

**MAPA** Model gràfic de la superfície terrestre on es representen objectes espacials i les seves propietats mètriques, topològiques i d'atributs.

**MDE** Model digital d'elevació, tipus del Model Digital del Terreny (MDT) on la coordenada z és l'elevació del terreny.

**MERIDIÀ** Intersecció d'un pla que conté l'eix de la Terra amb la superfície d'aquesta.

**MERIDIÀ DE GREENWICH** Meridià que passa per la ciutat de *Greenwich* i que es pren com a referència de 0°.

**NMEA** *National Marine Electronics Association*. En el món del GPS aquestes sigles s'identifiquen amb el protocol, més estès pels receptors, per enviar informació de posició, velocitat i temps, entre d'altres, a un ordinador.

**PARAL·LEL** Línies d'intersecció entre els infinits plans perpendiculars a l'eix de la Terra i la superfície d'aquesta.

**PDA** *Personal Desktop Assistant*. Literalment "assistent personal de sobretaula", s'aplica als mini i microordinadors.

**PÍXEL** Unitat elemental que forma una imatge digital; element més petit d'una imatge que es pot processar i representar.

**POLÍGON** Objecte geomètric representat per una sèrie de línies. Objecte geogràfic bàsic en el model de dades vectorial.

**PROJECCIÓ** Conjunt de transformacions mètriques per a representar la superfície de la Terra sobre un plànol.

**PUNT** Objecte geomètric representat per un parell de coordenades. Objecte geogràfic bàsic en el model de dades vectorial.

**RASTER** Mapa constituït per una matriu regular de cel·les, definides per les coordenades X, Y, N ( X i Y referides a la distància en píxels a l'origen de coordenades i N a la profunditat de color o nivell de gris).

**REGISTRE** Conjunt d'atributs relacionats amb un objecte o entitat geogràfica i que són tractats com a una entitat pel software de gestió de la base de dades geogràfica.

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

**TOPOLOGIA** Definició matemàtica explícita de les interrelacions geomètric-espacials de les entitats cartogràfiques, representades per punts, línies, polígons i volums.

**TRACK** Ruta seguida pel GPS. L'aparell registra automàticament un seguit de punts que es corresponen al camí seguit amb l'aparell encès.

**UTC** *Universal Time Coordinated*. Pren com a referència les 0 hores al meridià 0 (meridià de *Greenwich*).

**VECTORIAL** Model de dades que representa la realitat mitjançant vectors o estructures de vectors.

## 7 BIBLIOGRAFIA

---

Bosque Sendra, J. (Segona edició: 1997). “*Sistemas de Información Geográfica*”. Madrid, Ed. Rialp.

Charte Ojeda, F. (edició: 2001). “*Visual Basic .NET*”. Madrid, Ediciones Anaya Multimedia

Puch, C. (Primera edició:2003). “*Nuevo manual de GPS – “Introducción al Sistema Global de Posición*”. Madrid, Edicions Desnivel S.L. (GPS)

Robinson, A. Sale, R. Morrison, J. Muehrcke, P. (edició: 1987). “*Elementos de cartografía*”. Barcelona, Ediciones Omega.

*Intergraph*, “*Manual del Usuario de GeoMedia® Professional*”

Biblioteca de la UOC , Treballs final de carrera i Projectes final de carrera d'altres semestres.

### INTERNET

Visió general sobre GIS amb referències a programari <http://www.gis.com/>

Associació catalana SIG <http://www.aesig.org/>

SIG <http://www.aesig.org/mundosig/mundosig.htm>

SIG <http://www.gisca.adelaide.edu.au/~bbryan/lectures/fool>

SIG <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001>

Pàgina principal de l'*Open GIS Consortium* <http://www.opengis.org/>

Proveïdor GIS *Intergraph* <http://www.intergraph.es/>

Institut Cartogràfic de Catalunya <http://www.icc.es/>

Trames NMEA ( GPS) <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>

<http://home.mira.net/~gnb/gps/nmea.html>

GPS <http://www.andarines.com/gps/gps1.htm#comienzo>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>

<http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=039>

## 8 ANNEXOS

---

### Annex A:

La *National Marine Electronics Association*. Elabora i publica especificacions, protocols de comunicacions i normes comunament acceptades com estàndards.

En el món del GPS aquestes sigles s'identifiquen amb el protocol de comunicacions més comunament utilitzat per gaire bé qualsevol receptor, per enviar a un ordinador u qualsevol altre dispositiu les dades rebudes pel receptor GPS: posicionament, velocitat i temps principalment.

De entre totes les sentències *nmea* que existeixen, en aquest projecte s'ha aprofundit en l'estudi de una especialment:

**\$GPGGA** – *Global Positioning System Fix Data*. Ens indica les dades generals: posicionament, temps, coordenades etc.

A continuació s'explicarà cada un dels blocs que componen aquesta sentència:

**\$GPGGA, 170834.4124.8963, N, 08151.6838, W, 1.05.1.5, 280.2, M, - 34.0, M, \*75**

Nom	Exemple	Descripció
Identificador de la sentència	\$GPGGA	
Temps	170834	17:08: UTC 34
Latitud	4124.8963, N	41d 24.8963 ' N o 41d 24 ' 54 " N
Longitud	08151.6838, W	81d 51.6838 ' W o 81d 51 ' 41 " W
Qualitat de la recepció: 0=Invàlid 1=Recepció GPS 2=Recepció DGPS	1	Les dades son d'un receptor GPS
Número de satèl·lits	05	5 satèl·lits es visualitzen
Precisió horitzontal (HDOP)	1.5	
Altitud	280.2, M	280.2 metres sobre nivell del mar
Altura del geoide sobre el l'el·lipsoide WGS84	-34.0, M	-34.0 metres
Temps d'actualització des de l'última actualització de DGPS	espai en blanc	Cap actualització passada
Identificació de la estació de referència de DGPS	espai en blanc	Cap identificació de l'estació
Control d'errors en la transmissió de trames.	*75	Utilitzat pels programes per comprovar els errors en les transmissions