**UNIVERSITAT D'ANDORRA**
**UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA**

ENGINYERIA EN INFORMÀTICA

# MEMÒRIA

## Creació d'un sistema de gestió d'avaries en un sistema d'informació geogràfica de distribució d'aigües creat amb GEOMEDIA PUBLICWORKS®

Alumne/a: **Josep SALA SEGALÉS**
Dirigit per: **Antoni PÉREZ NAVARRO**

**CURS 2005-06 (setembre)**

# Resum

En aquesta memòria es realitza una introducció als SIG, Sistemes d'Informació Geogràfica, abastant els aspectes teòrics necessaris per poder implementar un SIG, així com presentant els resultats obtinguts en una aplicació pràctica dels coneixements adquirits. Pretén ser un punt de partida per a tots aquells que vulguin iniciar-se en l'apassionant món del Sistemes d'Informació Geogràfics, o que ja tinguin certs coneixements bàsics i vulguin obtenir unes nocions de com funciona el programari SIG GEOMEDIA PROFESSIONAL®.

Es responen preguntes, com ara, què és un SIG, quines funcionalitats ofereix, quins tipus de dades manipula i per a què s'utilitza. També es donen unes nocions de Cartografia, sense les quals no seria possible entendre el format de les informacions geogràfiques utilitzades en un SIG. Així, doncs, és molt important llegir atentament aquesta part.

Si ja es disposa dels coneixements bàsics sobre els SIG i sobre Cartografia, s'està en disposició de començar a aprendre a utilitzar un programari SIG com ara GEOMEDIA PROFESSIONAL®. Es descriuen les seves funcionalitats bàsiques i l'arquitectura oberta que aquest producte ofereix, destacant la facilitat de manipular informació geogràfica en diferents formats, la possibilitat d'emmagatzemar aquestes informacions en diversos servidors de bases de dades i de personalitzar el SIG amb la creació de comandes programades en VISUAL BASIC®. En concret, es donen els passos necessaris per poder començar a treballar amb els magatzems de dades d'ACCESS® i ORACLE 9i®, i implementar, ja tot seguit, un primer SIG. Es posa de manifest, però que no és possible crear, amb aquesta eina, un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües.

Si ja es coneix el producte de GEOMEDIA PROFESSIONAL® i es vol saber com implementar un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües amb GEOMEDIA®, es pot consultar la introducció sobre el component GEOMEDIA PUBLICWORKS®. Aquest, afegeix les funcionalitats necessàries per aquells SIG que necessitin emmagatzemar informació de connectivitat, com és el cas de les xarxes de distribució.

Finalment s'exposen els procediments seguits i els resultats obtinguts en la creació d'un prototip d'un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües i en el desenvolupament d'un sistema de gestió d'avaries sobre aquest prototip. Per concloure el treball, s'indiquen algunes línies de continuació que es poden aplicar sobre el prototip en un futur...

# Índex

**RESUM** ..... **2**

**ÍNDEX** ..... **3**

ÍNDEX DE FIGURES ..... 5
ÍNDEX DE TAULES ..... 6

**CAPÍTOL 1 INTRODUCCIÓ** ..... **7**

1.1 JUSTIFICACIÓ DEL PFC ..... 7
1.2 OBJECTIUS ..... 8
1.3 ABAST ..... 8
1.4 PLANIFICACIÓ I SEGUIMENT ..... 9
*1.4.1 Preparació de la PAC 1 o Planificació del projecte* ..... *9*
*1.4.2 Preparació de la PAC 2* ..... *9*
*1.4.3 Preparació de la PAC 3* ..... *10*
*1.4.4 Preparació de Treball Pràctic, Memòria i Presentació* ..... *12*
*1.4.5 Debat virtual i tancament del projecte* ..... *12*
1.5 ANÀLISI DE RISCOS I PLA DE CONTINGÈNCIA ..... 12
1.6 FITES PRINCIPALS I PRODUCTES OBTINGUTS ..... 14
1.7 AVALUACIÓ DEL MATERIAL REQUERIT ..... 14
1.8 DESCRIPCIÓ DELS CAPÍTOLS DE LA MEMÒRIA ..... 15

**CAPÍTOL 2 INTRODUCCIÓ ALS SIG** ..... **16**

2.1 CONCEPTE DE SIG ..... 16
2.2 EVOLUCIÓ HISTÒRICA DELS SIG ..... 18
2.3 FUNCIONALITATS I USOS DELS SIG ..... 19
2.4 TIPUS DE DADES USATS PELS SIG ..... 21
*2.4.1 Formats Raster i Vectorial* ..... *22*
2.5 ELS SIG COMPARATS AMB UNA BASE DE DADES AMB COORDENADES I AMB UN SISTEMA CAD ..... 23

**CAPÍTOL 3 INTRODUCCIÓ A LA CARTOGRAFIA** ..... **25**

3.1 CONCEPTES BÀSICS DE CARTOGRAFIA ..... 25
*3.1.1 Paral·lel i Meridià* ..... *26*
*3.1.2 Latitud i Longitud* ..... *27*
*3.1.3 Datum* ..... *27*
*3.1.4 Escala* ..... *28*
3.2 SISTEMES DE PROJECCIÓ GEOGRÀFICA ..... 29
*3.2.1 Projecció UTM* ..... *30*
3.3 SISTEMES DE COORDENADES ..... 31
*3.3.1 Coordenades geogràfiques* ..... *31*
*3.3.2 Coordenades UTM* ..... *32*

**CAPÍTOL 4 GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® ..... 34**

4.1 INTRODUCCIÓ AL PRODUCTE ..... 34
*4.1.1 Arquitectura GEOMEDIA® ..... 35*
*4.1.2 Funcionalitats principals ..... 36*
4.2 MAGATZEMS DE DADES ..... 37
*4.2.1 Metadades en MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®® ..... 38*
*4.2.2 Connexions en MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i® ..... 39*
4.3 FORMATS DE DADES ACCEPTATS ..... 39
*4.3.1 Format MrSID® ..... 40*
4.4 CREACIÓ DE COMANDES EN MICROSOFT VISUAL BASIC® ..... 41
4.5 IDONEÏTAT DEL PRODUCTE PER AL TREBALL PRÀCTIC PLANTEJAT ..... 42

**CAPÍTOL 5 GEOMEDIA PUBLICWORKS® ..... 43**

5.1 INTRODUCCIÓ AL COMPONENT I CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS ..... 43
*5.1.1 El model SFM ..... 44*
*5.1.2 El model AFM ..... 44*
*5.1.3 Metadades AFM en MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i® ..... 45*
5.2 PERSONALITZACIÓ EN MICROSOFT VISUAL BASIC® ..... 46
5.3 IDONEÏTAT DEL PRODUCTE PER AL TREBALL PRÀCTIC PLANTEJAT ..... 46

**CAPÍTOL 6 TREBALL PRÀCTIC ..... 47**

6.1 ESTUDI DE REQUERIMENTS I DEFINICIÓ DEL MODEL DE DADES ..... 48
*6.1.1 Requeriments d'una xarxa de distribució ..... 48*
6.1.1.1. Visió hidràulica i topològica d'una xarxa de distribució ..... 49
6.1.1.2. Visió de components físics d'una xarxa de distribució ..... 51
*6.1.2 Definició del model de dades ..... 53*
6.2 OBTENCIÓ D'INFORMACIÓ CARTOGRÀFICA DE BASE ..... 63
6.3 TRIA DEL MOTOR DE BASE DE DADES I CONFIGURACIÓ ..... 65
*6.3.1 Tria del motor de base de dades ..... 65*
*6.3.2 Configuració de la base de dades ..... 66*
6.4 CREACIÓ I CONFIGURACIÓ DEL GEOWORKSPACE ..... 66
*6.4.1 Sistema de coordenades del Geoworkspace ..... 66*
*6.4.2 Propietats de visualització de la finestra de mapa ..... 67*
*6.4.3 Connexions a magatzems de dades ..... 67*
6.5 IMPORTACIÓ D'IMATGES I DIGITALITZACIÓ D'ENTITATS GEOGRÀFIQUES ..... 70
*6.5.1 Importació a GEOMEDIA® d'imatges MrSID® ..... 70*
*6.5.2 Digitalització de la TOPOGRAFIA ..... 71*
*6.5.3 Digitalització de la XARXA ..... 73*
6.6 DISSENY DE LA INTERFÍCIE D'USUARI ..... 74
6.7 CREACIÓ DEL SISTEMA DE GESTIÓ D'AVARIES ..... 75
*6.7.1 Disseny ..... 75*
6.7.1.1. Diagrama de Cas d'Ús ..... 75
6.7.1.2. Diagrama de Seqüència ..... 76
*6.7.2 Implementació ..... 77*
6.8 FUNCIONAMENT DEL SISTEMA DE GESTIÓ D'AVARIES ..... 79

**CAPÍTOL 7 CONCLUSIONS ..... 80**

**CAPÍTOL 8 LÍNIES DE CONTINUACIÓ ..... 82**

**BIBLIOGRAFIA ..... 84**

INTRODUCCIÓ ALS SIG ..... 84
INTRODUCCIÓ A LA CARTOGRAFIA ..... 85
GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® ..... 85
GEOMEDIA PUBLICWORKS® ..... 86
TREBALL PRÀCTIC ..... 86
LÍNIES DE CONTINUACIÓ ..... 87

**GLOSSARI ..... 88**

# Índex de figures

**Figura 2-01.** Components d'un SIG ..... 17
**Figura 2-02.** Orbis Terrarum de Marcus Agrippa. Segle I a. de C. ..... 18
**Figura 2-03.** Informació Gràfica i Alfanumèrica d'un Objecte Geogràfic ..... 21
**Figura 2-04.** Models *Raster* i Vectorial de l'objecte Estany ..... 22
**Figura 2-05.** Divisió de la informació d'un SIG per capes temàtiques ..... 23
**Figura 3-01.** Representació d'Esferoide, El·lipsoide i Geoide ..... 25
**Figura 3-02.** Aproximació de la forma terrestre per El·lipsoide i Geoide ..... 26
**Figura 3-03.** Paral·lels i eix de rotació ..... 26
**Figura 3-04.** Meridià i antimeridià ..... 27
**Figura 3-05.** Latitud i longitud ..... 27
**Figura 3-06.** El·lipse i El·lipsoide de rotació amb paràmetres a, b i f ..... 28
**Figura 3-07.** Projeccions azimutal, cilíndrica i cònica, i plànols resultants ..... 30
**Figura 3-08.** Exemple de projecció UTM ..... 30
**Figura 3-09.** Coordenades geogràfiques del punt P ..... 32
**Figura 3-10.** Mapa mundial de les zones UTM ..... 33
**Figura 3-11.** Coordenades UTM, fus 30, hemisferis nord i sud ..... 33
**Figura 4-01.** GEOMEDIA® i la seva arquitectura ..... 35
**Figura 4-02.** Finestra corresponent a "Utilidades de bases de datos" ..... 38
**Figura 4-03.** Imatges del Teatre Amazonas, Manaus, Brasil, als nivells de zoom 0, 1, 2 i 3 ..... 40
**Figura 4-04.** Exemplificació de mosaic MrSID® ..... 40
**Figura 4-05.** Exemplificació d'Àrea d'Interès MrSID® ..... 40
**Figura 6-01.** Xarxa ramificada ..... 50
**Figura 6-02.** Xarxa mallada ..... 50
**Figura 6-03.** Xarxa mixta ..... 51
**Figura 6-04.** Exemple de components físics d'una xarxa ramificada ..... 52
**Figura 6-05.** Xarxa d'abastament de la ciutat de Sabadell ..... 63
**Figura 6-06.** Descàrrega a l'ICC del mapa topogràfic a escala 1:5000 de Sabadell - la Creu Alta ..... 64
**Figura 6-07.** Mapa topogràfic i ortofotografia de Castellar del Vallès a escala 1:5000 ..... 65
**Figura 6-08.** Finestra d'inserció a GEOMEDIA® d'imatges georeferenciades ..... 70
**Figura 6-09.** Procés de digitalització de l'entitat ILLA ..... 71
**Figura 6-10.** Procés de digitalització de l'entitat CARRER ..... 72
**Figura 6-11.** Representació al complet de la base topogràfica del prototip ..... 72
**Figura 6-12.** Representació al complet de la base topogràfica i de la xarxa del prototip ..... 73
**Figura 6-13.** Llegenda de mapa del prototip ..... 74
**Figura 6-14.** Diagrama de Cas d'Ús de l'SGA ..... 75
**Figura 6-15.** Diagrama de Seqüència de l'SGA ..... 76
**Figura 6-16.** Menú i botó de l'SGA ..... 79
**Figura 6-17.** Finestra de Diagnòstic d'Avaries de l'SGA ..... 79
**Figura 6-18.** Selecció Punts d'Avaria (esquerra) i Mostra de Resultats SGA (dreta) ..... 79
**Figura 8-01.** Posicionament en temps real sobre GEOMEDIA® amb GPSMedia® ..... 83

# Índex de taules

***Taula 1-01.*** Taula resum de la preparació de la PAC 1 ..... 9
***Taula 1-02.*** Taula resum de la preparació de la PAC 2 ..... 10
***Taula 1-03.*** Taula resum de la preparació de la PAC 3 ..... 11
***Taula 1-04.*** Taula resum de la preparació de Treball Pràctic, Memòria i Presentació ..... 12
***Taula 1-05.*** Taula del Pla de Contingència ..... 13
***Taula 2-01.*** Entitats bàsiques del model vectorial: Punt, Línia, Polígon i Àrea ..... 22
***Taula 2-02.*** Taula comparativa dels sistemes CAD en front dels sistemes SIG ..... 24
***Taula 3-01.*** Alguns models de *datum* amb els valors a, b i f ..... 28
***Taula 3-02.*** Comparativa dels fenòmens estudiables a cada rang d'escales ..... 29
***Taula 4-01.*** Magatzems GDO de GEOMEDIA® i les seves modalitats de funcionament ..... 37
***Taula 6-01.*** Taula relacional corresponent a l'entitat CANONADA ..... 55
***Taula 6-02.*** Taula relacional corresponent a l'entitat BOMBA ..... 56
***Taula 6-03.*** Taula relacional corresponent a l'entitat VÀLVULA ..... 57
***Taula 6-04.*** Taula relacional corresponent a l'entitat JUNTA ..... 58
***Taula 6-05.*** Taula relacional corresponent a l'entitat DIPÒSIT ..... 59
***Taula 6-06.*** Taula relacional corresponent a l'entitat CONSUM ..... 60
***Taula 6-07.*** Taula relacional corresponent a l'entitat BRIGADA ..... 61
***Taula 6-08.*** Taula relacional corresponent a l'entitat MEMBRE DE BRIGADA ..... 61
***Taula 6-09.*** Taula relacional corresponent a l'entitat ILLA ..... 62
***Taula 6-10.*** Taula relacional corresponent a l'entitat CARRER ..... 62

# Capítol 1 Introducció

En aquest capítol s'expliquen totes les tasques pròpies de la part d'organització del projecte, les quals inclouen una justificació del PFC, la definició dels seus objectius, la planificació i seguiment, l'anàlisi de riscos i el pla de contingència, les fites principals amb els productes obtinguts i l'avaluació del material requerit. S'estructura en els següents apartats:

- ***Justificació del PFC***: on s'explica l'àmbit del projecte i s'especifica en què consisteix, justificant totes les activitats a realitzar
- ***Objectius:*** on es defineixen els objectius principals del projecte
- ***Abast:*** on es descriu l'abast del projecte
- ***Planificació i seguiment:*** on s'estableix la planificació de les activitats i tasques del projecte, i el seu seguiment
- ***Anàlisi de riscos i pla de contingència:*** on es parla dels riscos associats al projecte i el pla de contingència a aplicar en cas que es produeixin les situacions de risc
- ***Fites principals i productes obtinguts:*** on se citen les fites del projecte i els productes obtinguts en cada fita
- ***Avaluació del material requerit:*** on s'enumeren els productes de programari necessaris en tot el procés d'elaboració del PFC
- ***Descripció dels capítols de la memòria:*** on s'explica de quins capítols consta la present memòria

## 1.1 Justificació del PFC

La present memòria conté els resultats del treball realitzat en l'elaboració del PFC, Projecte de Fi de Carrera, corresponent als estudis del segon cicle d'Informàtica de la Universitat d'Andorra en col·laboració amb la Universitat Oberta de Catalunya. L'àmbit del treball s'ha centrat al voltant dels SIG, Sistemes d'Informació Geogràfica, i les seves relacions amb els SGBD, Sistemes de Gestió de Bases de Dades, i es divideix en tres parts:

1. Organització destinada a realitzar les tasques de planificació del projecte (el present capítol)
2. Investigació i adquisició de coneixements teòrics en relació al tema tractat
3. Aplicació dels coneixements mitjançant l'elaboració d'un treball pràctic

A la segona part es procedeix a cercar informació en relació al tema tractat i a adquirir els coneixements necessaris per al desenvolupament de la tercera part de caire pràctic. Es tracta de conèixer els SIG, i més concretament el programari SIG, saber què són, quines funcionalitats permeten, quins tipus de dades manipulen i en quin format, etcètera. Com que els SIG estan fortament relacionats amb conceptes de Cartografia, s'adquireixen unes nocions bàsiques sobre aquest tema. S'analitzen les funcionalitats que ofereix el programari INTERGRAPH GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® i el seu component PUBLICWORKS®, el qual permet tractar xarxes públiques amb aquest producte comercial, atès que serà l'eina a utilitzar en l'elaboració del treball pràctic. S'investiguen les possibilitats de personalització del producte mitjançant MICROSOFT VISUAL BASIC®. Es pot trobar aquesta part als Capítols 2 al 5.

A la tercera part s'apliquen els coneixements adquirits a la segona part a través de la creació d'un prototip. S'estableixen dues fases de desenvolupament: una primera fase de creació d'un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües, i una segona fase de disseny i implementació d'un SGA, Sistema de Gestió d'Avaries, sobre el SIG creat utilitzant les facilitats de personalització del producte triat. Es pot trobar aquesta part al Capítol 6.

# 1.2 Objectius

Els objectius principals del projecte són els següents:

- Conèixer els conceptes bàsics d'un SIG
- Adquirir coneixements sobre Cartografia
- Estudiar les possibilitats del producte INTERGRAPH GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® per a la construcció de SIG i les limitacions del seu ús quan es modelen xarxes de distribució d'aigües
- Estudiar les possibilitats del producte GEOMEDIA PUBLICWORKS® i justificar la necessitat del seu ús en els SIG quan es modelen xarxes de distribució d'aigües
- Veure com es poden crear comandes de GEOMEDIA® amb MICROSOFT VISUAL BASIC®
- Construir un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües. Triar un SGBD per a la base de dades del SIG. Definir els models de dades de la base cartogràfica i de la xarxa, i incloure'ls al SIG
- Crear un SGA, Sistema de Gestió d'Avaries, com una o més comandes de GEOMEDIA® implementades en VISUAL BASIC®, les quals gestionen les avaries de la xarxa

# 1.3 Abast

Es considera que el projecte abasta els següents aspectes:

1. Planificació de les tasques a realitzar durant el projecte
2. Estudi dels conceptes i tecnologies necessàries per a la construcció d'un SIG
3. Creació del SIG d'una xarxa de distribució d'aigües i els models de dades associats
4. Implementació d'un SGA que funciona sobre el SIG de la xarxa de distribució d'aigües
5. Realització de proves del SIG creat i de l'SGA implementat
6. Definició de les línies de continuació del treball
7. Elaboració de la Memòria de treball del projecte i de la Presentació
8. Participació en el Debat Virtual

# 1.4 Planificació i seguiment

Amb la planificació del projecte s'indiquen quines activitats i tasques es portaran a terme en el desenvolupament de tot el projecte des del seu llançament fins al seu acabament, les dates previstes d'inici i final, i la durada de cada activitat o tasca. Aquesta planificació pot patir modificacions en funció dels problemes i inconvenients que puguin anar sorgint al llarg del temps, no obstant resten invariables les dates de lliurament de les fites del projecte. El llançament del projecte coincideix amb la trobada presencial d'inici del semestre i amb la consultoria del PFC a l'UAB, Universitat Autònoma de Barcelona, realitzada el 17 de setembre de 2005 i d'aproximadament una hora de durada. Queden establerts els seus objectius, les activitats principals i les fites amb les dates de lliurament.

Com a resultat d'aquesta activitat s'obté el calendari definitiu del projecte en relació al lliurament de la PAC 1, PAC 2, PAC 3, Memòria, Presentació, Treball Pràctic i Debat Virtual. La planificació de les diferents activitats es mostra a continuació en forma d'una taula per cada activitat: taula 1-01 (PAC 1), taula 1-02 (PAC 2), taula 1-03 (PAC 3) i taula 1-04 (Memòria, Presentació i Treball Pràctic), on s'especifica la data d'inici i de final, la seva durada, el nombre de planes aproximades ocupades, una descripció de l'activitat, la relació de tasques i un informe de seguiment.

## 1.4.1 Preparació de la PAC 1 o Planificació del projecte

| **Inici:** | 18-09-2005 | **Final:** | 09-01-2006 | **Durada:** | 20 hores | **Planes:** | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripció Activitat:** | | Preparació de la PAC 1 o Planificació del projecte amb descripció de les activitats i tasques | | | | | |
| **Tasques** | | | | | | | |
| | | | | | | | |

***Taula 1-01***. Taula resum de la preparació de la PAC 1

## 1.4.2 Preparació de la PAC 2

| **Inici:** | 12-10-2005 | **Final:** | 09-01-2006 | **Durada:** | 101 hores | **Planes:** | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripció Activitat:** | | Preparació de la PAC 2 | | | | | |
| **Tasques** | | | | | | | |
| **1** | | **Estudi i elaboració d'una introducció als SIG**:<br><br>- L'objectiu final d'aquesta tasca és comprendre què és un SIG, el seu ús, les seves característiques, els fonaments de com es defineix i s'emmagatzema la informació gràfica i alfanumèrica que representa, i comparar-lo amb una base de dades que contingui unes coordenades i amb un sistema CAD | | | | | |
| **2** | | **Estudi i elaboració d'una introducció a la cartografia**:<br><br>- Com que en la majoria dels casos un SIG es genera sobre un mapa en una superfície 2D, és necessari tenir nocions de cartografia, doncs són fonamentals a l'hora d'interpretar, tractar i representar correctament la informació que gestionarà el SIG. La informació modelada en 2D és en realitat una esfera i cal saber com projectar l'esfera sobre una superfície plana. S'estudiaran els sistemes de coordenades més | | | | | |

| **Inici:** | 12-10-2005 | **Final:** | 09-01-2006 | **Durada:** | 101 hores | **Planes:** | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripció Activitat:** | | Preparació de la PAC 2 | | | | | |
| **Tasques** | | | | | | | |
| | | utilitzats, centrant-se en el que fa servir l'ICC, Institut Cartogràfic de Catalunya | | | | | |
| **3** | | **Instal·lació del programari GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2®** :<br>- Es procedeix a la instal·lació del programari GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® en l'entorn de treball del projecte | | | | | |
| **4** | | **Estudi sobre les possibilitats i les limitacions de GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2®**:<br>- Es procedeix a estudiar el producte per tal de conèixer-ne les seves característiques principals i quines possibilitats ofereix. S'estudien quins són els formats de dades acceptats, si són compatibles amb els formats facilitats per l'ICC, amb quins motors de bases de dades del SIG hi ha connectivitat i com el SIG guarda la informació. S'investiga la possibilitat de crear noves funcionalitats amb desenvolupaments en VISUAL BASIC® i es posa també de manifest les limitacions del producte en relació al projecte a realitzar | | | | | |
| **5** | | **Instal·lació del programari GEOMEDIA PUBLICWORKS®**:<br>- Es procedeix a la instal·lació del programari GEOMEDIA PUBLICWORKS® en l'entorn de treball del projecte | | | | | |
| **6** | | **Estudi sobre les possibilitats de GEOMEDIA PUBLICWORKS®**:<br>- Es procedeix a estudiar el producte per tal de conèixer-ne les seves característiques principals i quines possibilitats ofereix. S'aclareix la raó per la qual es necessita aquest producte per fer un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües i es coneix què aporta en relació a GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® . S'investiga la possibilitat de crear noves funcionalitats amb desenvolupaments en VISUAL BASIC® | | | | | |
| **7** | | **Preparació del lliurament l'esborrany de la PAC 2 per al consultor**:<br>- En data 30-10-2005 estava previst lliurar l'esborrany de la PAC 2 per tal que el consultor la revisés i aportés les correccions oportunes. A causa d'endarreriments motivats per un viatge de l'autor es prefereix no preparar l'esborrany pel consultor i aprofitar per avançar una mica més | | | | | |
| **8** | | **Preparació del lliurament de la PAC 2:**<br>- Es procedeix a preparar el lliurament definitiu de la PAC 2, aplicant, en la mesura del possible, les correccions suggerides pel consultor | | | | | |

***Taula 1-02***. Taula resum de la preparació de la PAC 2

## 1.4.3 Preparació de la PAC 3

| **Inici:** | 06-11-2005 | **Final:** | 09-01-2006 | **Durada:** | 123 hores | **Planes:** | 45 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripció Activitat:** | | Preparació de la PAC 3 | | | | | |
| **Tasques** | | | | | | | |
| **1** | | **Cerca d'ortofotografies i dades geogràfiques**:<br>- Es fa necessari trobar ortofotografies i dades geogràfiques que puguin ser utilitzades | | | | | |

| **Inici:** | 06-11-2005 | **Final:** | 09-01-2006 | **Durada:** | 123 hores | **Planes:** | 45 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripció Activitat:** | | Preparació de la PAC 3 | | | | | |
| **Tasques** | | | | | | | |
| | | en el prototip. Es realitza una recerca a l'ICC, Institut Cartogràfic de Catalunya. També s'esbrina si cal tractar aquestes dades d'alguna manera per tal que el SIG funcioni amb total exactitud i no hi hagi errors de posicionament per problemes de coordenades | | | | | |
| **2** | | **Tria del motor de bases de dades** del SIG**, instal·lació i disseny del model de dades:**<br>- Es tria un motor de base de dades del SIG que sigui adequat i compatible amb el programari utilitzat. S'instal·la, configura i prova. S'esbrina com es guarda la informació geogràfica. Es defineix el model de dades del prototip, indicant totes les entitats gestionades pel SIG amb els seus atributs | | | | | |
| **3** | | **Configuració i preparació del Geoworkspace**:<br>- Una vegada es disposa d'ortografies i dades geogràfiques, i un cop completat el disseny del SIG, es passa a configurar el Geoworkspace o entorn de treball geogràfic per al prototip | | | | | |
| **4** | | **Importació de les dades cartogràfiques**:<br>- En aquest instant s'introdueixen les dades cartogràfiques al prototip, important-les o creant-les | | | | | |
| **5** | | **Disseny de la interfície d'usuari**:<br>- Es defineix com ha de ser la interfície d'usuari i com implementar-la al prototip | | | | | |
| **6** | | **Disseny i Implementació del Sistema de Gestió d'Avaries en VISUAL BASIC®:**<br>- Es desenvolupa el sistema de gestió d'avaries. Es dissenyen els mòduls d'aquest sistema i s'implementen | | | | | |
| **7** | | **Proves del prototip**:<br>- Es realitzen proves sobre el prototip per veure si el seu funcionament és l'esperat | | | | | |
| **8** | | **Definició de les línies de continuació del treball**:<br>- Es defineixen quines poden ser les línies de continuació del projecte, especificant noves funcionalitats a les inicialment establertes | | | | | |
| **9** | | **Preparació del lliurament l'esborrany de la PAC 3 per al consultor**:<br>- Es procedeix a preparar l'esborrany de la PAC 3 per tal que el consultor la pugui revisar i aportar les correccions oportunes. Es lliura en data: 10-12-2005 | | | | | |
| **10** | | **Preparació del lliurament de la PAC 3:**<br>- Es procedeix a preparar el lliurament definitiu de la PAC 3 aplicant, en la mesura del possible, les correccions suggerides pel consultor | | | | | |

***Taula 1-03***. Taula resum de la preparació de la PAC 3

### 1.4.4 Preparació de Treball Pràctic, Memòria i Presentació

| **Inici:** | 18-12-2005 | **Final:** | 09-01-2006 | **Durada:** | 75 hores | **Planes:** | 90+20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripció Activitat:** | Preparació de la PAC 1 o Planificació del projecte amb descripció de les activitats i tasques | | | | | | |
| **Tasques** | | | | | | | |
| **1** | **Realització de més proves sobre el Treball Pràctic, realització de retocs i correccions sobre la Memòria**:<br>- Es modifica la memòria, la qual s'ha anat completant amb els lliuraments de PAC1, PAC 2 i PAC 3. Després de donar per bona la Memòria i el Treball Pràctic es procedeix a revisar els aspectes formals. Es realitzen proves sobre el prototip | | | | | | |
| **2** | **Elaboració de la Presentació**:<br>- S'elabora una sèrie de vint diapositives amb l'objectiu de reflectir de forma breu el treball realitzat durant aquest projecte i els seus resultats | | | | | | |
| **3** | **Preparació del lliurament de l'esborrany de la Memòria i de la Presentació per al consultor**:<br>- Es procedeix a preparar l'esborrany de la Memòria i de la Presentació per tal que el consultor les pugui revisar i aportar les correccions oportunes. Es lliura la Memòria en data 01-01-2006, però no la Presentació | | | | | | |
| **4** | **Preparació del lliurament de la Memòria i de la Presentació:**<br>- Es procedeix a preparar el lliurament definitiu de la Memòria i de la Presentació aplicant, en la mesura del possible, les correccions suggerides pel consultor | | | | | | |

***Taula 1-04***. Taula resum de la preparació de Treball Pràctic, Memòria i Presentació

### 1.4.5 Debat virtual i tancament del projecte

Del 16 al 20 de gener de 2006 el Tribunal d'Avaluació posarà preguntes en relació al projecte i caldrà respondre en un termini màxim de 24 hores a partir del moment de recepció del missatge. El dia 20 de gener de 2006 es tancarà el debat virtual i es donarà per acabat el projecte.

## 1.5 Anàlisi de riscos i pla de contingència

Els riscos que es poden identificar tot just començat el projecte són els que es mostren a continuació a la taula 1-05, on es presenta una breu descripció del RISC i una possible SOLUCIÓ:

| **1** | **Generació d'Encavalcaments** | |
|---|---|---|
| **IMPACTE** | **RISC** | **SOLUCIÓ** |
| El volum dels continguts d'algunes PACs, i el Treball Pràctic s'han vist | Que la càrrega de treball de les PACS i/o pràctiques de l'assignatura de Compiladors 2, realitzada conjuntament amb el PFC, sigui | S'han planificat les dates de lliurament de les fites del projecte tenint en compte que no coincideixin en el temps amb els lliuraments |

| | | |
|---|---|---|
| condicionats per l'impacte negatiu dels treballs i pràctiques de l'assignatura de Compiladors 2 | superior al temps inicialment previst. Afortunadament no tindrà incidència en relació a exàmens o proves de validació, atès que l'esmentada assignatura no en té | de l'assignatura de Compiladors 2. Per altra banda, l'autor d'aquest projecte gaudirà, a priori, d'alta disponibilitat durant tot el semestre, i en qualsevol moment podrà dedicar més hores que les inicialment previstes |
| **2** | **Disponibilitat del Programari** | |
| | **RISC** | **SOLUCIÓ** |
| S'ha disposat de les eines facilitades | No disposar de tot el programari necessari, com ara GEOMEDIA PROFESSIONAL® , GEOMEDIA PUBLICWORKS® o MICROSOFT VISUAL BASIC® per poder començar el seu estudi i el treball pràctic | Es pot intentar de trobar-lo a Internet o prescindir d'ell i crear el SIG de distribució d'aigües només amb el programari disponible, però amb molta més càrrega de treball i amb la possibilitat que es puguin desenvolupar totes les funcionalitats previstes |
| **3** | **Risc tecnològic** | |
| | **RISC** | **SOLUCIÓ** |
| Totes les hores han estat poques i finalment ha mancat temps, atès que aquest factor ha pesat molt durant tota la durada del projecte | Com que l'autor no disposa d'experiència en projectes relacionats amb SIG i és del tot nou des d'un punt de vista tecnològic, pot succeir que les estimacions de temps no siguin encertades | S'ha efectuat una previsió de més hores de les que possiblement siguin necessàries |
| **4** | **Risc físic** | |
| | **RISC** | **SOLUCIÓ** |
| S'han realitza còpies periòdiques en suport DVD+RW | Es poden patir pèrdues de dades pel mal funcionament del maquinari emprat en aquest projecte. Una fallada tècnica pot ocasionar la pèrdua irreparable de molta informació i fer que el projecte fracassi | Es realitzaran de forma regular còpies de seguretat de totes les dades generades durant el procés |

***Taula 1-05***. Taula del Pla de Contingència

# 1.6 Fites principals i productes obtinguts

Les fites principals del projecte corresponen a les activitats principals:

1. Llançament del Projecte (**17 de setembre de 2005**):
   El consultor explica en què consisteix el PFC, Projecte de Fi de Carrera
2. Lliurament PAC 1-Planificació del Projecte (**21 de setembre de 2005**):
   Es defineix el Pla de Treball del PFC. El consultor ho valida prèviament
   Producte obtingut: **PAC 1**
3. Lliurament PAC 2 (**5 de novembre de 2005**):
   Estudi sobre SIG, cartografia, GEOMEDIA PROFESSIONAL® i GEOMEDIA PUBLICWORKS®. El consultor ho valida prèviament
   Producte obtingut: **PAC 2**
4. Lliurament PAC 3 (**17 de desembre de 2005**):
   Cerca d'ortofotografies i dades geogràfiques, tria del motor de bases de dades del SIG, instal·lació i disseny del model de dades, configuració i preparació del Geoworkspace, importació de les dades cartogràfiques, disseny de la interfície d'usuari, implementació del Sistema de Gestió d'Avaries en VISUAL BASIC®, proves del prototip i definició de les línies de continuació del treball. El consultor ho valida prèviament
   Producte obtingut: **PAC 3**
5. Lliurament de Memòria, Presentació i Treball Pràctic (**9 de gener de 2006**):
   El consultor ho valida prèviament
   Productes obtinguts: **Memòria en format PDF, Presentació en format PPT, Geoworkspace en format GWS i Base de dades en format MDB**
6. Fi del Projecte (**20 de gener de 2006**):
   Al finalitzar el Debat Virtual

# 1.7 Avaluació del material requerit

Els requisits de programari són els següents:

- ✓ Microsoft Windows 2000 Professional® o Windows XP®
- ✓ Microsoft Office 2003® (Access®, Word®, Excel®, Powerpoint®)
- ✓ Microsoft Project Professional 2003®
- ✓ Microsoft Visual Studio 6.0® o .NET®
- ✓ Intergraph Geomedia Professional 5.2®
- ✓ Intergraph Geomedia PublicWorks Manager 5.2®
- ✓ Oracle 9i Server®
- ✓ Lizardtech Geoexpress with MrSID5.0®
- ✓ Adobe Reader 7.0®
- ✓ PDFCreator 0.8.0

# 1.8 Descripció dels capítols de la memòria

A continuació es presenta una breu introducció dels capítols que tot seguit segueixen a aquest capítol introductori. En total són 8 incloent el present. Dels capítols 2 al 5 es reflecteix tota la càrrega teòrica necessària per a la realització de la part pràctica i el capítol 6 està destinat a explicar tota la feina feta en el treball pràctic. El capítol 7 aporta les conclusions i el 8 les línies de continuació del projecte. S'estructura en els capítols següents:

- **Capítol 2** Introducció als SIG: Es fa una breu introducció als SIG, Sistemes d'Informació Geogràfica, presentant els seus antecedents històrics, les seves principals funcionalitats i usos, els tipus de dades que gestionen, i les diferències en front dels sistemes CAD

- **Capítol 3** Introducció a la cartografia: Es presenten les nocions de cartografia necessàries per tal que les informacions que gestiona un SIG estiguin correctament representades. S'aprenen els sistemes de projecció i els sistemes de coordenades més utilitzats, posant un incís especial en aquells que usa l'ICC, Institut Cartogràfic de Catalunya, font d'obtenció de les informacions geogràfiques utilitzades en el treball pràctic

- **Capítol 4** Geomedia Professional 5.2® : S'elabora un breu estudi del producte que s'utilitzarà en la part pràctica, destacant les seves principals característiques, els formats de dades acceptats, la connectivitat amb servidors de bases de dades estàndard, esmentant la idoneïtat del seu ús per al treball pràctic plantejat i la possibilitat que ofereix de crear comandes personalitzades en llenguatges estàndard

- **Capítol 5** Geomedia PublicWorks®: S'elabora un breu estudi del component que s'utilitzarà en la part pràctica, destacant les seves principals característiques, esmentant la idoneïtat del seu ús per al treball pràctic plantejat i la possibilitat que ofereix de crear comandes personalitzades en llenguatges estàndard

- **Capítol 6** Treball Pràctic: Es detallen les activitats portades a terme durant tot el procés de construcció del prototip i s'informa dels resultats obtinguts

- **Capítol 7** Conclusions: Es presenten les conclusions de l'autor en relació al PFC

- **Capítol 8** Línies de continuació: Es presenten les línies de continuació: possibles millores o ampliacions de funcionalitats que poden ser portades a terme sobre el prototip de la pràctica en un futur

# Capítol 2 Introducció als SIG

Aquest capítol presenta una visió general però aclaridora del concepte de SIG, Sistemes d'Informació Geogràfica, dels seus antecedents històrics, de les seves funcionalitats i usos principals, dels tipus de dades utilitzats, i finalment de les peculiaritats d'aquest sistema en front de sistemes CAD, *Computer-Aided Design*, i bases de dades amb coordenades. S'estructura en els següents apartats:

- ***Concepte de SIG***: on s'explica què és un SIG
- ***Evolució històrica dels SIG***: on es descriu una mica d'història des de l'ús dels primers mapes fins als SIG actuals
- ***Funcionalitats i usos dels SIG***: on es posa de manifest de quines funcionalitats disposen els SIG i per a què s'utilitzen
- ***Tipus de dades usats pels SIG***: on s'estableix quins tipus de dades fan servir els SIG i amb quin format
- ***Els SIG comparats amb un sistema CAD i una base de dades amb coordenades***: on es posen de manifest les principals diferències entre un SIG i un sistema CAD, i una base de dades que contingui coordenades

## 2.1 Concepte de SIG

El terme SIG prové de l'acrònim de Sistema d'Informació Geogràfica (en anglès *GIS*, *Geographic Information System*). Algunes definicions **[2-01]** descriuen un SIG com un Sistema d'Informació especialitzat en el tractament i anàlisi d'informació georeferenciada, basada principalment en la localització espacial, és a dir, aquella en la que la posició espacial ocupada pels objectes del món real que es modelen forma part inherent de l'esmentada informació:

- "Aplicació informàtica l'objectiu de la qual és desenvolupar un conjunt de tasques amb informació geogràfica digitalitzada" [TOMLINSON, 1967]
- "Sistema informàtic dissenyat per a la manipulació, anàlisi i cartografia d'informació espacial" [BERRY, 1987]
- "Conjunt d'eines per reunir, introduir, emmagatzemar, recuperar, transformar i cartografiar dades espacials sobre el món real per a un conjunt particular d'objectius" [BURROUGH, 1988]

Tot i que en sentit estricte es coneixen els SIG com aplicacions informàtiques o paquets de programari, d'altres definicions **[2-01]** van més enllà i presenten els SIG com a entorns de treball, més aviat que com a simples eines informàtiques de programari:

- "Sistema de maquinari, programari i procediments elaborats per facilitar l'obtenció, gestió, manipulació, anàlisi, modelat, representació i sortida de dades espacialment referenciades per resoldre problemes complexos de planificació i gestió" [NCGIA, *National Center for Geographic Information and Analisys-USA*, 1990]

Acceptant aquesta nova definició, el paquet de programari tan sols seria un component més del que realment és un SIG **[2-01]**. Els SIG s'han constituït en els darrers deu anys en una de les més importants eines de treball i d'ajuda a la presa de decisions per a investigadors, analistes, planificadors, i en totes aquelles activitats que tenen a veure amb la manipulació i l'anàlisi d'informació relacionada amb diversos nivells d'agregació espacial o territorial.

Tot i que els SIG tenen una gran capacitat d'anàlisi, aquests no poden existir per ells mateixos, i necessiten disposar d'una organització, de personal i d'equipaments dedicats a la implementació i manteniment dels SIG. En un sentit ampli es pot descriure com una tecnologia que manipula informació geogràfica i està formada per cinc components, com s'il·lustra a la figura 2-01:

**Maquinari**. Conjunt d'equipaments on s'executa el programari SIG i que permeten l'entrada i la sortida d'informació geogràfica en diferents mitjans i formes. Usualment en entorns de xarxa, tot i que en alguns casos és possible treballar en "desconnexió". Servidors amb capacitat per gestionar i processar bases de dades, i clients o estacions de treball amb recursos i capacitat de processament gràfic

**Programari.** Eines necessàries per capturar, entrar, manipular, emmagatzemar, cercar, analitzar, visualitzar i desplegar la informació geogràfica. Els sistemes proposen una interfície gràfica d'usuari per accedir més fàcilment i integren o utilitzen un SGBD per emmagatzemar la informació geogràfica

**Equip Humà**. Personal destinat a conceptualitzar la base de dades, a capturar i entrar les informacions geogràfiques en l'SGBD i a realitzar anàlisis complexes de les informacions geogràfiques emprant el programari SIG, basant-se en el pla definit en els Mètodes d'Anàlisi: desenvolupa, opera, manté i administra el sistema

**Figura 2-01.** Components d'un SIG

**Informació Geogràfica**. Combina informació gràfica georeferenciada amb informació topològica i alfanumèrica per crear informació geogràfica o espacial

**Mètodes d'Anàlisi**. Són procediments que es porten a terme sobre el SIG d'acord a un pla ben dissenyat

# 2.2 Evolució històrica dels SIG

Des de l'antiguitat els homes han intentat crear models de l'espai físic que els envoltava amb finalitats diverses. Ja les primeres societats civilitzades van construir models més o menys aproximats que representaven informació espacial. Els mapes més antics que es coneixen daten de l'any 2.500 a. de C. però probablement ja en van existir d'altres amb anterioritat. Un dels pioners en l'elaboració de mapes va ser el poble fenici **[2-02]**, dedicats fonamentalment a la navegació marítima, l'exploració i el comerç, necessitaven eines que els facilitessin les seves activitats. A causa d'aquesta necessitat van recopilar informació en un format pictòric i a partir d'aquí van desenvolupar tota una cartografia primitiva.

Els grecs van assolir molts coneixements en camps com les matemàtiques i la geometria, i van aportar elements nous per completar la cartografia com per exemple la mesura de distàncies emprant un model matemàtic: Teorema de Pitàgores ($a^2 + b^2 = c^2$). També es van embarcar en la navegació i van realitzar observacions astronòmiques amb la finalitat de mesurar distàncies sobre la superfície de la Terra, informació aquesta que van guardar en mapes. Els romans no van fer una altra cosa que imitar els grecs i utilitzar tota la informació heretada, però millorant tota la logística relacionada amb l'accés a la informació, centralitzant-la. Les cartografies d'aquesta època i de temps posteriors fins a l'arribada dels satèl·lits i de les fotografies aèries presentaven moltes inexactituds, com es pot observar a la figura 2-02, on es representa l'Orbis Terrarum **[2-03]** o Cosmos Romà obra de Marcus Agrippa al segle I a. de C.:

**Figura 2-02.** Orbis Terrarum de Marcus Agrippa. Segle I a. de C.

No és fins ja passada l'Edat Mitjana, que al segle XVIII els estats van reconèixer la necessitat d'organitzar i sistematitzar d'alguna forma la informació espacial. Seguint el model romà centralitzat, es van crear organismes, alguns dels quals subsisteixen fins el dia actual, dedicats exclusivament a recopilar informació i produir mapes topogràfics de països sencers, com el que es pot observar a la figura 2.

Al segle XIX es van produir grans volums d'informació geogràfica com a conseqüència de l'adquisició de nous coneixements científics de la Terra. És en aquesta època quan es comencen a crear superposicions de mapes temàtics especialitzats sobre un mapa topogràfic de base. És l'any 1854 quan el doctor John Snow **[2-04]**, pioner en epidemiologia, proporcionaria un exemple d'aquest concepte, afegint a un mapa del districte del Soho de Londres informació sobre la localització dels casos declarats de còlera. L'anàlisi d'aquesta informació va ajudar a Snow a determinar la localització precisa del focus d'infecció causant del brot en un pou d'aigua contaminada. També es va emprar la superposició de mapes en les guerres amb la finalitat de presentar els moviments de la tropa en el camp de batalla.

Al segle XX es van obtenir fotografies aèries i de satèl·lits i juntament amb l'expansió de la informàtica van possibilitar la digitalització de mapes topogràfics precisos i la progressiva aparició d'eines que permetien una bona gestió de la informació espacial. Es considera formalment que el primer sistema SIG va ser el *CGIS-Canadian Geographic Information System* **[2-05]** o Sistema d'Informació Geogràfic Canadenc, destinat a inventariar les terres del Canadà, desenvolupat per Roger Tomlinson als anys 50 i 60. El sistema emmagatzema en un format de fàcil accés mapes digitalitzats i atributs corresponents al terreny canadenc.

A partir de l'any 1980 es van desenvolupar paquets de programari SIG que permetien l'entrada, el desplegament i la manipulació de dades geogràfiques per crear noves capes d'informació. Utilitzaven bases de dades molt senzilles que mantenien de forma separada, encara que relacionada, informació gràfica i alfanumèrica. Als anys 90, els SIG es van beneficiar dels avenços en el camp dels SGBD, Sistemes de Gestió de Bases de Dades, relacionals, i dels inicis de la normalització de la informació geogràfica digital. Amb el constant abaratiment i aparició de noves millores sobre el maquinari, sobretot en termes de capacitat de processament i emmagatzematge, i en la millora del programari i del seu cost, va possibilitar que els SIG s'aproximessin a un gran nombre d'usuaris.

Actualment s'estan instal·lant ràpidament aquests sistemes en els organismes públics, laboratoris d'investigació, institucions acadèmiques, estaments militars, indústria privada, etcètera. En el mercat ja existeix un ventall prou important d'eines **[2-01]** destinades a la creació de SIG:

- Programari comercial: ArcGIS® (Arcview®, ArcInfo®), Mapinfo®, Maptitude®, Geomedia Professional® **[2-06]**, Autodesk Map®, MicroStation Geography®, SmallWorld®, Manifold®, Idrisi®, MapPoint®, TatukGIS®, TNT mips®, MiraMon®
- Programari lliure: GRASS GIS, JUMP, QUANTUM GIS, gvSIG, SAGA GIS
- Programari *freeware*: Spring, FGIS

## 2.3 Funcionalitats i usos dels SIG

Un SIG, en general, ha de disposar de la capacitat per tal de donar resposta a alguna de les següents o similars preguntes **[2-01]**:

- On està localitzat l'objecte A?
- On està l'objecte A en relació al B?
- Quantes instàncies d'objectes del tipus A hi ha en un radi R de B?
- Quin valor pren la funció F a la posició X?
- Quina és la dimensió de B (àrea, perímetre, etc.)?
- Quin és el camí òptim (més curt, més ràpid, menys costós) sobre el terreny des d'un punt ($X_1$, $Y_1$) fins a un altre punt ($X_2$, $Y_2$)?
- Quins objectes hi ha al punt ($X_1$, $Y_1$)?
- Quins objectes compleixen una característica o combinació de característiques?
- Quins objectes són pròxims a aquells que compleixen una característica o una combinació de característiques?
- Què succeiria si en l'objecte A es produís un canvi en un dels seus atributs (estat)?

A continuació es descriuen algunes de les principals funcionalitats dels SIG **[2-08]**:

- **Georeferenciació**. Procediment mitjançant el qual s'identifica una posició en la superfície terrestre. Pot ser directa, a través de l'ús d'un sistema de coordenades establert per a un determinat sistema de projecció, o indirecta, on s'associa l'element georeferenciat a un codi (codi postal, adreça, etcètera)

- **Captura d'informació**. Procés que permet introduir informació a la base de dades geogràfica. Generalment els SIG faciliten la introducció d'informació gràfica i/o alfanumèrica. La informació gràfica es pot dividir en dos tipus: entitats planimètriques, és a dir, de representació plana, com ara carreteres i rius, i entitats topogràfiques, les quals proporcionen informació sobre l'elevació del terreny

- **Manteniment d'informació**. Procés que permet mantenir la informació a la base de dades geogràfica. Tant a la captura com al manteniment es garanteix la integritat i coherència de les informacions mitjançant mecanismes de protecció quan més d'un usuari realitza aquesta tasca simultàniament

- **Anàlisi d'informació**. Facilita el processament de les informacions disponibles amb l'objectiu de generar més informacions:
    - *Operacions lògiques* com ara unió, diferència o intersecció, entre una llista d'objectes o elements seleccionats
    - *Operacions espacials* com ara "contingut per", "entravessat per", "sobre de" entre una llista d'objectes o elements seleccionats
    - *Anàlisi de xarxes*: traçat de camins crítics i recorreguts òptims, proximitats, etcètera
    - *Anàlisi de zones*: càlcul de zones adjacents, contingudes, etcètera
    - *Buffering*: obtenció de l'àrea que envolta a una entitat bàsica: punt, línia o polígon
    - *Overlay*: obtenció del polígon intersecció entre dues àrees o polígons

- **Sortida i representació gràfica de la informació**. Procediment que en diferents suports: paper, pantalla o d'altres, permet mostrar a l'usuari la informació incorporada a la base de dades del SIG i els resultats de les operacions analítiques aplicades sobre ell. També permet obtenir mapes, gràfics, taules numèriques i d'altres tipus de resultats

Les tècniques de cartografia digital, AM, *Automated Mapping*, cartografia assistida per ordinador, orientades a la mecanització de la producció de mapes, van suposar una millora considerable en el procés d'elaboració i es poden considerar precursors dels actuals SIG. No obstant, aquests sistemes tenen una gran mancança al no disposar de capacitat de realitzar anàlisis d'informació espacial complexa, que és l'objectiu principal dels SIG.

Així, doncs, els SIG s'utilitzen en qualsevol disciplina que necessiti la combinació de mapes i plànols cartogràfics, de bases de dades i de procediments complexos d'anàlisi computeritzats, com per exemple en:

- Producció i actualització de cartografia bàsica
- Administració de serveis públics (xarxes de distribució d'energia, de distribució d'aigües, de telèfons, de clavegueram, de transport públic, etcètera)
- Avaluació d'àrees de riscos (prevenció de desastres)
- Atenció d'emergències (incendis, terratrèmols, accidents de trànsit, etcètera)
- Control ambiental (sanejament bàsic ambiental i millora de les condicions ambientals, etcètera)
- Regulació de l'ús del sòl
- Disseny i manteniment de la xarxa viària i gestió del trànsit
- Localització òptima d'infraestructures d'equipament social (educació, salut, esports i recreació)
- Formulació i avaluació de plans de desenvolupament social i econòmic

## 2.4 Tipus de dades usats pels SIG

Tota la generació de nova informació que pugui proveir un SIG depèn significativament de la informació que posseeix la base de dades disponible. La qualitat d'aquesta base de dades i els seus continguts determinen la quantitat i qualitat dels resultats obtinguts del SIG. Així doncs, un SIG funciona com una base de dades que gestiona informació espacial sobre un mapa digital. De fet alguns SIG implementen el seu propi motor de base de dades del SIG, en canvi d'altres utilitzen motors de bases de dades del SIG de tercers.

La informació geogràfica o espacial es divideix en informació **Gràfica** i **Alfanumèrica [2-02].** Una o més informacions gràfiques poden definir una entitat o objecte gràfic, representat en el sistema per un identificador únic i amb una localització sobre el plànol expressada en coordenades geogràfiques (es pot trobar informació sobre coordenades geogràfiques a l'apartat 3.1 del capítol 3). La informació geogràfica conté una referència geogràfica explícita com latitud i longitud, o una referència implícita com domicili o codi postal. Les referències implícites poden ser derivades de referències explícites mitjançant geocodificació.

Cada objecte gràfic pot tenir associada informació alfanumèrica en forma d'atributs de l'objecte. D'aquesta manera, assenyalant un objecte es poden conèixer els seus atributs. De forma inversa, si es realitza una consulta a la base de dades a partir del valor d'uns determinats atributs es pot saber la localització sobre el mapa dels objectes que compleixen la consulta.

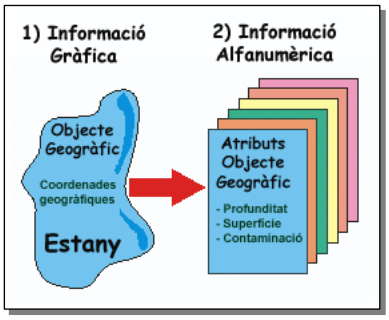



**Figura 2-03**. Informació Gràfica i Alfanumèrica d'un Objecte Geogràfic

A la figura 2-03 es pot veure un exemple d'un objecte geogràfic que modela una entitat del món real corresponent a un estany. La informació gràfica, 1), defineix la seva forma i la corresponent localització geogràfica, i la informació alfanumèrica, 2), estableix els atributs no gràfics de l'objecte, com ara la profunditat, la superfície i el grau de contaminació en el cas de l'estany de l'exemple.
A continuació es detallen els formats utilitzats per representar i emmagatzemar la informació gràfica d'un SIG: *Raster* i Vectorial.

### 2.4.1 Formats *Raster* i Vectorial

La informació gràfica d'un SIG se sol representar i emmagatzemar mitjançant un dels dos models següents **[2-02]**:

1. ***Raster*.** El model *raster* o matricial divideix l'espai en cel·les d'igual mida. Com més grans siguin les dimensions d'aquestes cel·les, menor serà la precisió en la representació de l'espai geogràfic, i llavors es diu que es disposa de menor resolució. A la part superior de la figura 2-04 hi ha representat un estany en format *raster* com a conjunt de cel·les o pícsels

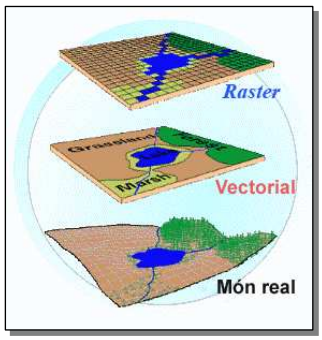
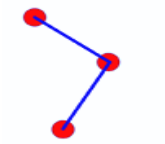
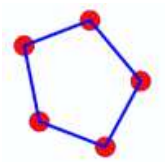
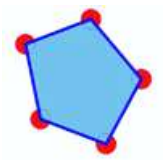



**Figura 2-04.** Models *Raster* i Vectorial de l'objecte Estany

2. **Vectorial**. En el model vectorial les entitats del món real es modelitzen com a col·lecció de coordenades (x,y) a partir de quatre entitats espacials bàsiques, mostrades a continuació a la taula 2-01:

| 1) Punt | 2) Línia | 3) Polígon | 4) Àrea |
|---|---|---|---|
| |  |  |  |

***Taula 2-01***. Entitats bàsiques del model vectorial: Punt, Línia, Polígon i Àrea

A la part del mig de la figura 2-04 es por apreciar la representació de l'estany de l'exemple en format vectorial com una àrea o polígon emplenat. La precisió de localització dels elements sobre

l'espai és major en el model vectorial que en el *raster*. En el mercat hi ha més presència de productes amb model vectorial tot i que molts productes suporten la combinació dels dos models.

Una part de la informació gràfica emmagatzemada és informació topològica, la qual indica relacions entre objectes. En el format vectorial, a més de codificar la posició dels objectes, es necessita establir les relacions topològiques entre els mateixos per a partir d'entitats bàsiques poder construir entitats d'ordre superior: per exemple, una línia a partir de punts, un polígon o àrea a partir de punts i línies, etcètera. Es poden realitzar consultes per conèixer aquest tipus de relacions entre objectes. Els SIG permeten separar usualment la informació en diferents capes temàtiques i les emmagatzemen independentment, per permetre de treballar amb elles de manera ràpida i senzilla. Aquesta separació facilita la generació de nova informació en relacionar els objectes a partir de la seva topologia. Per exemple, a la figura 2-05 es mostra la separació de la informació geogràfica d'un SIG per àrees temàtiques corresponents a la xarxa viària, nuclis urbans, aprofitament del sòl, xarxa fluvial i altituds.

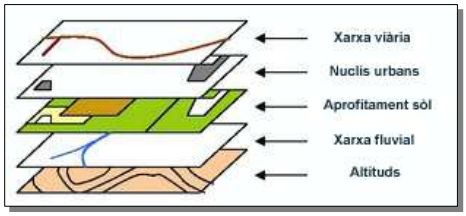



**Figura 2-05.** Divisió de la informació d'un SIG per capes temàtiques

## 2.5 Els SIG comparats amb una base de dades amb coordenades i amb un sistema CAD

És possible que algú hagi pensat alguna vegada que emprant un sistema CAD, *Computer-Aided Design*, o un sistema AM, *Automated Mapping*, cartografia assistida per ordinador, que tingui connexions externes a una base de dades amb informació georeferenciada mitjançant coordenades, sigui suficient per a poder gaudir d'un SIG completament funcional **[2-02]**. Així, a tall d'exemple, un mapa dinàmic on els elements són representats i consultats és necessari però no suficient per disposar d'un SIG, doncs es pot obtenir els mateixos resultats amb un sistema CAD o AM. Un SIG ha de disposar de tot un conjunt de poderoses eines d'anàlisi, doncs la seva característica principal és la d'analitzar i generar nova informació mitjançant la manipulació i la reelaboració d'un conjunt previ de dades [COMAS, 1993].

Quan es pot dir que es disposa d'un SIG? Quan a més d'associar informació a entitats gràfiques georeferenciades s'aconsegueix realitzar **operacions d'anàlisi** entre les diferents entitats i les seves característiques temàtiques, a partir de la definició de dades topològiques o relacions espacials. Aquestes proporcionen informació sobre les relacions entre les diferents entitats, com per exemple connectivitat entre línies o l'adjacència de polígons. Aquest tipus d'informació és vital en determinades aplicacions, com ara l'anàlisi de xarxes, doncs proporciona informació sobre les interconnexions dels diversos elements de la xarxa. Aquest aspecte diferenciador dels SIG no es troba en els sistemes CAD o AM.

Entrant una mica més a fons en el funcionament dels sistemes CAD, es pot dir que basen el seu funcionament en la computació gràfica, que concentra el seu potencial principalment en aspectes relacionats amb la representació i la manipulació d'informació visual. En els sistemes CAD la informació es guarda en forma d'entitats gràfiques organitzades en capes, de manera molt similar a com ho fan els SIG. Aquestes entitats gràfiques poden ser punts, línies o polígons i s'emmagatzemen en un format vectorial. Els SIG tenen la capacitat de relacionar aquestes entitats i de construir noves dades a partir de les ja existents a la base de dades. Els SIG requereixen d'un bon nivell de prestacions gràfiques, però un sistema CAD no és suficient per executar les tasques que requereix un SIG. La manipulació d'informació espacial fa necessari disposar d'una estructura de base de dades diferent, de major volum d'emmagatzematge i de programari especialitzat en el tractament d'informació espacial.

Els SIG i els sistemes CAD tenen molt en comú, doncs tots dos sistemes manipulen els contextos de referència espacial. Les diferències consisteixen en el volum, la diversitat d'informació, les relacions espacials entre entitats, així com en la natura dels mètodes d'anàlisi presents en un SIG. Aquestes diferències poden ser tan grans, que un sistema eficient per a CAD pot no ser apropiat per a SIG i a l'inrevés. A la taula 2-02 es presenta una comparativa entre CAD i SIG. A la primera columna es mostren algunes de les característiques dels sistemes CAD i a la segona les dels sistemes SIG:

| Característiques dels sistemes CAD | Característiques dels sistemes SIG |
|---|---|
| Tenen el propòsit de dissenyar quelcom que encara no existeix, per exemple per dissenyar un hospital, un automòbil, un edifici, etcètera | Tenen el propòsit de reflectir la realitat en base a un model i el poder d'analitzar la informació d'aquest model per generar nova informació i prendre decisions. Per exemple, permetrien decidir el millor emplaçament d'un hospital a dins d'una ciutat |
| Es basen en informació geomètrica i, la creació de les entitats és més aviat precisa de la mà d'un delineant | Es basen en informació geomètrica georeferenciada i bona part de les entitats es creen a partir de mapes i fotografies del terreny, amb un cert grau d'error i imprecisió inevitable però mesurable |
| Tenen absència d'atributs i de relacions topològiques complexes. La complexitat de la informació és menor | Tenen una major complexitat de la informació degut a l'ús d'atributs, capes temàtiques dinàmiques, i a les relacions topològiques entre entitats. Major volum |
| Faciliten habitualment l'enllaç amb una base de dades, però no amb prou integració com per permetre respondre preguntes que combinin criteris espacials i alfanumèrics | Permeten l'enllaç amb una base de dades, possibilitant de realitzar consultes o anàlisis que combinin informació espacial i alfanumèrica |
| Gestionen dades en format vectorial | Gestionen dades en format vectorial i *raster* georeferenciades i amb atributs |
| Separen les entitats geomètriques en capes | Permeten separar d'una forma dinàmica les entitats geomètriques geoferenciades en capes temàtiques o temes en funció dels atributs de les entitats |

***Taula 2-02***. Taula comparativa dels sistemes CAD en front dels sistemes SIG

A continuació, al capítol 3, es pot trobar informació referent als conceptes bàsics de cartografia que són necessaris per poder treballar en un SIG amb informació georeferenciada.

# Capítol 3 Introducció a la cartografia

Al capítol anterior s'ha vist que els SIG manipulen informació georeferenciada. Aquest capítol presenta unes nocions mínimes de cartografia detallant aquells aspectes que són fonamentals a l'hora d'interpretar, tractar i representar correctament informació georeferenciada en un SIG (per a més informació sobre els SIG, vegeu el capítol 2). S'expliquen els conceptes bàsics relacionats amb la cartografia. Com que generalment un SIG es representa sobre un mapa en una superfície plana, es veuen alguns dels sistemes de projecció i els sistemes de coordenades. L'estudi se centrarà en els que fa servir l'ICC, Institut Cartogràfic de Catalunya, doncs s'utilitza informació geogràfica en el format lliurat per aquest institut per a la construcció del SIG del present treball. S'estructura en els següents apartats:

- ***Conceptes bàsics de cartografia***: on s'expliquen els conceptes bàsics i fonamentals relacionats amb la cartografia
- ***Sistemes de projecció geogràfica***: on es descriuen alguns dels principals sistemes de projecció geogràfica, incidint especialment en el sistema UTM, *Universal Transverse Mercator*, emprat per l'ICC
- ***Sistemes de coordenades***: on s'introdueixen el sistema de coordenades geogràfiques i el sistema de coordenades UTM

## 3.1 Conceptes bàsics de cartografia

La cartografia **[3-01]** és la ciència que estudia els mètodes de representació de la Terra sobre un mapa. Al ser aquesta "esfèrica" cal utilitzar algun sistema de projecció per passar de l'esfera al pla. La majoria de la gent està acostumada a veure-la representada com una esfera, però la seva forma real s'aproxima més a un el·lipsoide, una esfera aixafada pels pols. Es pot veure un exemple d'esfera o esferoide, i un altre d'el·lipsoide a la figura 3-01:

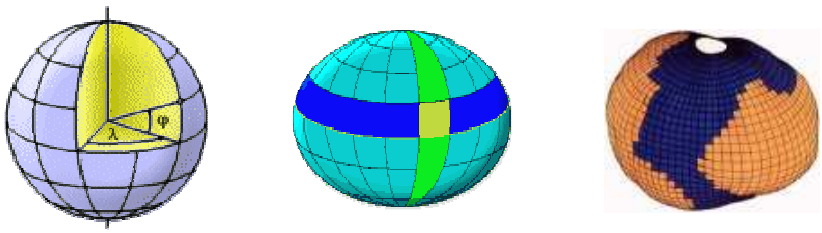



**Figura 3-01.** Representació d'Esferoide, El·lipsoide i Geoide

El problema de la representació de la Terra és encara més complicat, doncs en realitat la forma d'aquesta s'aproxima més a un geoide que a un el·lipsoide. La forma d'aquest geoide, simplificant, es trobaria entre una pilota de futbol i una de rugbi, però vella, desinflada i arrugada. Una possible representació de geoide es pot trobar a la part dreta de la figura 3-01. Els geodesistes, gent que estudia la Geodèsia **[3-02]**, defineixen aquest geoide com a una superfície teòrica de la Terra en la que la direcció de la gravetat és vertical en tots els punts de la mateixa.

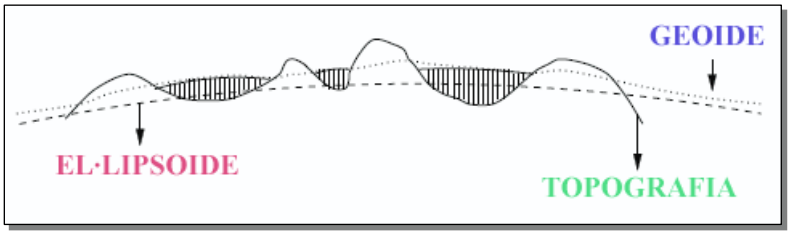


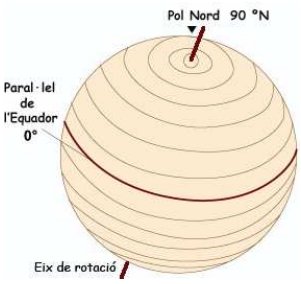

**Figura 3-02.** Aproximació de la forma terrestre per El·lipsoide i Geoide

A la figura 3-02 es poden apreciar les diferències existents en un punt de la Terra entre la topografia o forma real, el geoide i l'el·lipsoide. La forma que s'aproxima més a la forma real és el geoide, no obstant, com que és molt complicat tractar de trobar coordenades que segueixin punt a punt la forma del geoide, una bona part dels geofísics ha optat per treballar amb la forma intermèdia més simple: l'el·lipsoide.

A continuació, i després d'haver definit el concepte de cartografia, es descriuen tota una sèrie de conceptes més relacionats amb ella, com ara paral·lel, meridià, latitud, longitud, *datum* i escala. És necessari entendre'ls bé per poder copsar com funcionen els sistemes de projecció geogràfica i els sistemes de coordenades.

### 3.1.1 Paral·lel i Meridià

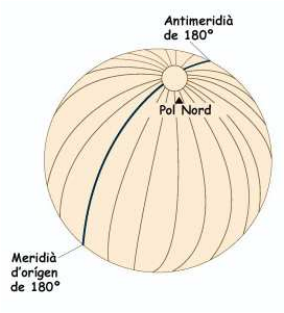
El moviment de rotació de la Terra sobre el seu eix proporciona dos punts naturals: els pols, sobre els quals està basada la xarxa geogràfica.




Els **paral·lels [3-03]** són les interseccions produïdes sobre l'el·lipsoide terrestre per uns plans imaginaris, paral·lels entre ells, d'aquí el seu nom, i alhora perpendiculars a l'eix de gir de la Terra. Sobre l'únic paral·lel que és un cercle màxim, l'Equador, i eix divisori dels dos hemisferis, es mesura la latitud que pot variar entre 0º i els 90ºN i entre 0º i els 90ºS. Per cada grau de diferència al nord (N) o al sud (S) es considera que hi ha un paral·lel, però de fet es poden considerar infinits paral·lels. A la figura 3-03 s'il·lustra tant l'eix de la Terra com els paral·lels perpendiculars a aquest darrer.

**Figura 3-03.** Paral·lels i eix de rotació

Hi ha quatre paral·lels més amb una importància especial que són el Tròpic de Càncer (23,27° N), el Tròpic de Capricorn (23,27° S), el Cercle polar àrtic (66,5° N) i el Cercle polar antàrtic (66,5° S). Els paral·lels sempre tallen els meridians en angles rectes excepte en els pols.




Els **meridians [3-04]** són les interseccions produïdes sobre l'el·lipsoide terrestre per uns plans imaginaris que contenen l'eix de la terra i que corresponen a semicercles màxims els extrems dels quals coincideixen respectivament amb els pols Nord i Sud. És la meitat d'un cercle màxim, és a dir 180º, tal com es pot apreciar a la figura 3-04. A l'altra meitat se la coneix com a antimeridià. Sobre un meridià de referència, el d'origen o meridià zero, es mesura la longitud que pot variar entre 0º i els 180ºE i entre 0º i els 180ºW. Per cada grau de diferència a l'est (E) o a l'oest (W) es considera que hi ha un meridià, però de fet es poden considerar infinits meridians.

**Figura 3-04.** Meridià i antimeridià

## 3.1.2 Latitud i Longitud

La **latitud [3-05]** és la distància angular *d* expressada en graus, mesurada sobre un meridià, entre una localització terrestre i el paral·lel de l'Equador, com es pot veure a la part esquerra de la figura 3-05. És un arc de meridià que varia entre 0º i 90º Nord i entre 0º i 90º Sud. És molt comú expressar les latituds nòrdiques com positives i les latituds del sud com negatives.

La **longitud [3-06]** és la distància angular *d* expressada en graus, mesurada sobre un paral·lel, entre una localització terrestre i el meridià d'origen o referència, acceptat internacionalment com el Meridià de Greenwich (0º de longitud), dels quals se'n pot trobar un exemple a la part dreta de la figura 3-05. És un arc de paral·lel que varia entre 0º i 180º Est i entre 0º i 180º Oest. És molt comú expressar les longituds a l'est com positives i les longituds a l'oest com negatives.

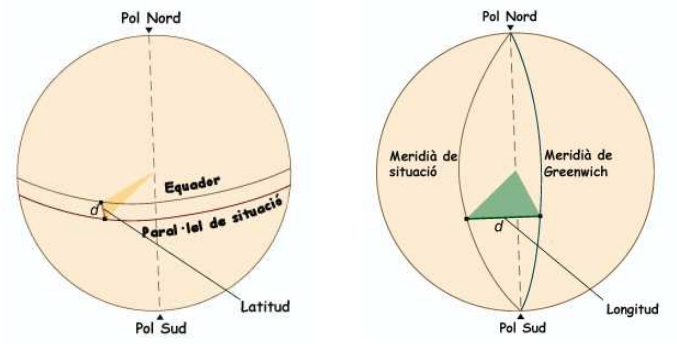



**Figura 3-05.** Latitud i longitud

## 3.1.3 Datum

S'anomena ***datum* [3-07]** al model de dades que aproxima la realitat geodèsica, geoide, d'una zona per a la seva representació sobre un mapa, i inclou tot un conjunt de dades que defineixen una referència per projectar sobre un pla una zona de la Terra. Defineix un origen i situació d'un sistema de coordenades vàlid per a una determinada zona de la Terra, no extrapolable a tota la superfície terrestre.

Ja s'ha explicat anteriorment que la Terra no és perfectament esfèrica. Si ho fos es podria calcular amb exactitud el seu centre i llavors tan sols existiria una única forma de projectar la superfície sobre un plànol, però la forma de la Terra és molt irregular, amb valls i elevacions, i a més es troba aixafada en els pols. La figura geomètrica regular que més s'aproxima a la forma del nostre planeta és l'el·lipsoide de rotació, resultat del gir sobre l'eix major d'una el·lipse. A la part esquerra de la figura 3-06 hi ha dibuixada una el·lipse amb els paràmetres a, radi equatorial, i b, radi polar. Del resultat d'efectuar una rotació de l'el·lipse sobre el seu eix s'obté l'el·lipsoide representat a la part dreta de la figura.

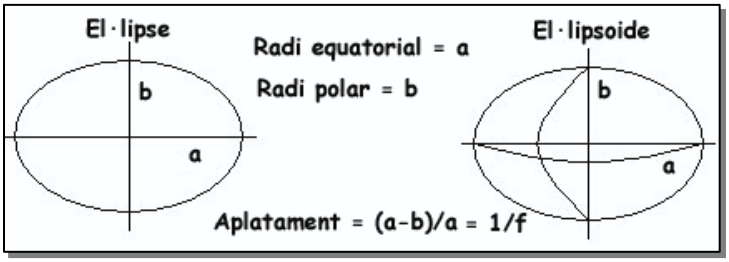



**Figura 3-06.** El·lipse i El·lipsoide de rotació amb paràmetres a, b i f

Un *datum* inclou:

1. Un el·lipsoide amb uns determinats valors dels paràmetres a, b i f
2. Un "punt fonamental" on l'el·lipsoide i el geoide són tangents
3. Un azimut o direcció de referència que defineix el Nord
4. La distància entre el geoide i l'el·lipsoide en l'origen

Al llarg del temps s'han anat definint diversos el·lipsoides, amb valors d'a, b i f diferents. A la taula 3-01 es mostren els més usuals, especificant el nom sota el qual es coneix l'el·lipsoide, i els paràmetres a, b i f:

| El·lipsoide | a | b | 1 / f |
|---|---|---|---|
| Airy 1830 | 6.377.563 | 6.356.257 | 1 / 299,3249646 |
| Fischer 1960 | 6.378.166 | 6.356.784 | 1 / 298,3 |
| Hayford 1909<br>International 1924<br>Datum European 1950 (ED50) | 6378388 | 6356911.946 | 1/297 |
| WGS 1984 | 6.378.137 | 6.356.752 | 1 / 298,257223563 |

***Taula 3-01***. Alguns models de *datum* amb els valors a, b i f

S'han desenvolupat molts models, entre els més habituals el WGS84, *World Geodesic System 1984* i el *Datum European 1950* o ED50. Aquest darrer és el *datum* usat per l'ICC i també en el present treball.

## 3.1.4 Escala

L'**escala [3-08]** és la relació matemàtica que existeix entre la realitat i el mapa o plànol que representa aquesta realitat. Usualment s'expressa en forma de nombre fraccionari, on el numerador descriu la mesura presa en el mapa i el denominador el nombre de vegades que cal augmentar la mesura en el mapa per obtenir la distància real. Normalment té l'aparença 1:10.000 o 1/10.000 que, en aquest cas, vol dir que 1a

unitat lineal sobre el plànol equival a 10.000 unitats lineals sobre el terreny. Aquestes unitats poden ser qualsevol magnitud de longitud: centímetres, metres, kilòmetres, etcètera. Generalment, en els mapes se sol afegir una escala gràfica, un petit dibuix lineal, semblant a un regle graduat, amb l'equivalència de la distància.

Quan més gran sigui el denominador més petit serà el mapa, i quan més petit sigui el denominador més gran serà. Es parla d'escala petita quan tenim mapes petits i d'escala gran quan tenim mapes grans per a la representació del mateix element. Les diferents escales ens permeten estudiar fenòmens diferents, tal com es presenta de forma resumida a la taula 3-02, on s'especifica a l'esquerra el rang d'escales i a la dreta els fenòmens que es poden estudiar:

| Rang d'escales | Fenomen |
|---|---|
| < 1:5.000 | Es poden estudiar fenòmens de molt detall. Aquestes representacions s'anomenen específicament plànols. El seu nom es deu a què a una escala tan gran es pot considerar la Terra plana i no és necessària una projecció |
| 1:5.000 a 1:20.000 | Es poden representar plànols de carrers de ciutats |
| 1:20.000 a 1:50.000 | Es poden estudiar comarques i municipis |
| 1:50.000 a 1:200.000 | Es poden estudiar regions i carreteres |
| 1:200.000 a 1:1.000.000 | Es poden estudiar països i les seves divisions |
| > 1:1.000.000 | Es poden veure continents o fins i tot el món sencer |

***Taula 3-02***. Comparativa dels fenòmens estudiables a cada rang d'escales

En general, en els mapes i també en els SIG, és possible representar la informació a escala real o bé mitjançant una representació que no estigui a escala. Per exemple, en els mapes petits, algunes de les informacions que surten representades poden no estar dibuixades a escala, de tal manera que no és possible calcular en ells l'amplada d'una carretera o l'extensió d'una ciutat, etc. També cal tenir en compte que en mapes menors de 1:1.000.000 només el centre del mapa manté l'equivalència de l'escala. Quan més a les vores més deformacions s'hi troben. El caràcter d'aquestes deformacions depèn del tipus de projecció emprat per crear el mapa.

## 3.2 Sistemes de projecció geogràfica

El procés de transformar coordenades geogràfiques, vegeu l'apartat 3.3 que parla d'aquest tema, les quals representen una entitat esfèrica, a coordenades planes per representar la mateixa entitat en dues dimensions es coneix com projecció geogràfica **[3-09]**, i és el camp d'estudi tradicional de la ciència cartogràfica. L'aparició dels SIG i la possibilitat de combinar informació de diferents mapes amb diferents projeccions ha incrementat la rellevància de la cartografia.

Bàsicament, la projecció consisteix en definir dues funcions que a cada parell de coordenades geogràfiques assigni un parell de coordenades planes:

$$x = fx(\text{latitud}, \text{longitud})$$
$$y = fy(\text{latitud}, \text{longitud})$$

Una projecció implica sempre una distorsió en la superfície representada, i l'objectiu de la cartografia és reduir aquestes distorsions utilitzant la tècnica de projecció més adequada a cada cas. Seleccionant un mètode de projecció podrem decidir quines propietats espacials conservem i quines distorsionem. Les propietats de l'el·lipsoide que es poden mantenir són:

- **Conformitat**. Una projecció és conforme si manté els angles que dues línies formen en la superfície terrestre
- **Equivalència**. És la condició per la qual una superfície en el pla de projecció té la mateixa superfície que en l'el·lipsoide. Aquesta no es pot aconseguir sense deformar considerablement els angles originals. Cap projecció pot ser equivalent i conforme a la vegada
- **Equidistància**. Situació en la que la projecció manté les distàncies reals entre dos punts situats sobre l'el·lipsoide

A la figura 3-07 s'aprecien els tres sistemes de projecció més usuals. Les superfícies de projecció més comunes són els plans (imatge esquerra), els cilindres (imatge central) i els cons (imatge dreta), realitzant respectivament en cada cas projeccions azimutals, cilíndriques i còniques:

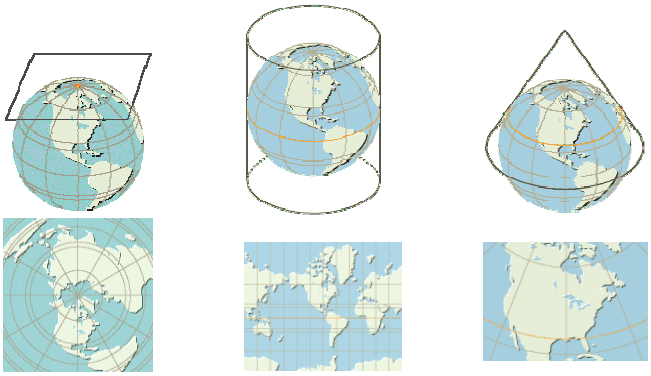


**Figura 3-07.** Projeccions azimutal, cilíndrica i cònica, i plànols resultants

## 3.2.1 Projecció UTM

Es fa un incís especial en relació al sistema de projecció UTM **[3-07]**, atès que és el sistema que es fa servir durant el desenvolupament del prototip del present treball, en utilitzar informacions geogràfiques obtingudes de l'ICC que es troben sota aquest sistema. Vegeu l'apartat 6.2 per obtenir més detalls.

**Figura 3-08.** Exemple de projecció UTM

La projecció UTM és una projecció cilíndrica variant de la projecció Mercator (d'aquesta darrera se'n pot trobar un exemple a la part central de la figura 3-07), però amb una modificació respecte a l'orientació de l'el·lipsoide, en la que aquest se situa transversalment a l'interior del cilindre, com es pot observar a la figura 3-08.

Respecte d'altres sistemes de projecció té els avantatges següents:

- És conforme, és a dir, conserva els angles
- És equivalent en moltes zones de la projecció, exceptuant les latituds per sobre dels 80º i en d'altres no distorsiona les superfícies en grans magnituds
- És un sistema que designa un punt o zona de manera concreta i fàcil de localitzar
- És un sistema emprat en tot el món d'utilització universal, ideat inicialment per a ús militar

# 3.3 Sistemes de coordenades

Un sistema de coordenades és un conjunt de valors que permeten definir unívocament la posició de qualsevol punt en l'espai respecte a un punt de referència. Dins del camp que ens ocupa, els dels SIG, hi ha dos tipus de sistemes de coordenades que més vegades es referencien o s'utilitzen: les coordenades geogràfiques i les coordenades cartesianes UTM, aquestes darreres vinculades al sistema de projecció de l'el·lipsoide terrestre sobre el plànol, conegut com UTM.

## 3.3.1 Coordenades geogràfiques

Un sistema de coordenades geogràfiques **[3-07]** és un sistema de referència utilitzat per localitzar elements geogràfics. Són els paràmetres que determinen la posició d'un punt P de la superfície terrestre i corresponen al vector (latitud, longitud, altitud). El paràmetre altitud pot no ser necessari en algunes implementacions de SIG i llavors només s'utilitza el parell (latitud, longitud). A la figura 3-09 es mostra que les coordenades d'un punt P s'obtenen com a combinació de la latitud i la longitud de l'esmentat punt. Latitud i longitud es mesuren en graus sexagesimals, però per poder representar qualsevol posició amb precisió es fan servir subdivisions en minuts i segons. Com qualsevol sistema de coordenades necessita un origen i el d'aquest sistema queda determinat en el punt on es tallen el paral·lel de l'Equador (latitud 0º) i per conveni internacional el meridià de Greenwich (longitud 0º). El parell (latitud, longitud) es pot mostrar amb tres formats de representació equivalents, on un signe menys darrera del valor indica latitud sud o longitud oest:

1. *Decimal Degree* (DD) Graus.Decimals exemple: 42.307- 106.500
2. *Degree Minute* (DM) Graus:Minuts exemple: 17:46:30 1:30:48-
3. *Degree Minute Second* (DMS) Graus:Minuts:Segons exemple: 42:32:48 1:30:48

L'origen de mesura de les coordenades geogràfiques pot coincidir amb un centre, el de l'el·lipsoide de referència **[3-10]** o el del centre del geoide que coincideix amb el centre de gravetat terrestre. Llavors es parla de coordenades geogràfiques **geocèntriques**. Totes les coordenades geogràfiques que utilitzen l'el·lipsoide com a element de referència s'anomenen coordenades **geodèsiques**.

A partir d'aquesta classificació es pot establir l'existència de tres tipus de coordenades geogràfiques per a un punt P qualsevol de la Terra:

- **Astronòmiques**. Es calculen la latitud i la longitud traçant una línia vertical normal al geoide, una línia des del punt P fins al centre de gravetat terrestre (línia de plomada)
- **Geodèsiques geocèntriques**. Es calculen la latitud i la longitud traçant una línia vertical des del punt P fins al centre de l'el·lipsoide de referència
- **Geodèsiques no-geocèntriques**. Es calculen la latitud i la longitud traçant una línia vertical normal a l'el·lipsoide de referència en el punt P

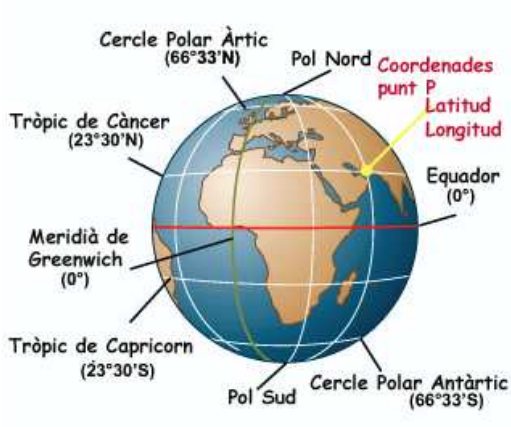



**Figura 3-09.** Coordenades geogràfiques del punt P

No obstant, no s'usa un únic el·lipsoide de referència per a tota la Terra: cada país adapta un determinat el·lipsoide a la seva pròpia regió i introdueix al sistema una sèrie de correccions, l'anomenat *datum* geodèsic que hem vist a l'apartat 3.1.3. D'aquesta manera s'aconsegueix que aquella superfície regional coincideixi el màxim possible amb el geoide de la regió. La major part de *datums* tradicionals no són geocèntrics, per exemple l'ED50. Els més moderns, per exemple el WGS 84, s'estableixen amb l'ajuda del GPS, *Global Positioning System*, i són geocèntrics.

## 3.3.2 Coordenades UTM

Les coordenades cartesianes són un sistema de coordenades format per dos eixos en el pla i per tres en l'espai, que es tallen en l'origen i són mútuament perpendiculars. En el pla, les coordenades cartesianes o rectangulars X i Y s'anomenen respectivament abscissa i ordenada. Els punts es representen en termes de les distàncies que els separen dels eixos de coordenades.

El sistema de coordenades UTM **[3-07]**, és un sistema cartesià de coordenades en el que la projecció de la Terra sobre el plànol utilitzada és la cilíndrica UTM, vista a l'apartat 3.2.1. Es divideix en 60 fusos amb una amplada de 6 graus de longitud per a cada fus, des de la latitud 84ºN a la 80ºS. A la figura 3-10 es mostren les 60 divisions o també anomenades zones UTM. Com qualsevol sistema de projecció genera distorsions que són nul·les als costats i augmenten més al centre del plànol, especialment quan s'incrementa la latitud, com es pot observar a la figura 3-10. Per tant, aquest sistema no s'ha de fer servir en latituds altes i se sol reemplaçar en aquest cas per projeccions azimutals polars.

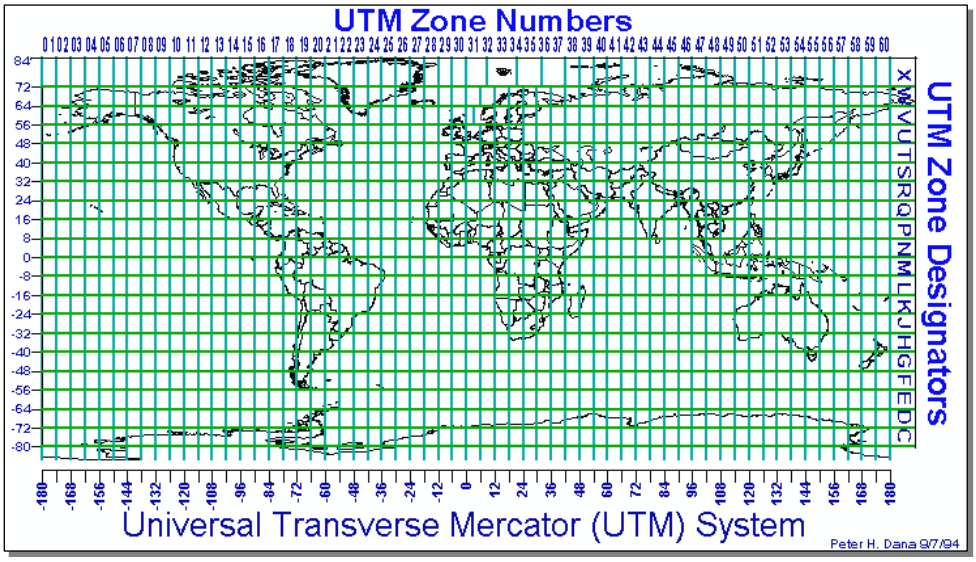



**Figura 3-10.** Mapa mundial de les zones UTM

Tal com es mostra a la figura 3-11, totes les coordenades X, anomenades *Eastings*, i Y, anomenades *Northings*, són referenciades a un únic fus. El meridià central del fus té sempre el valor X=500.000 metres i l'Equador Y del fus varia en funció de l'hemisferi, Y=0 metres per l'hemisferi nord i Y=10.000.000 metres per l'hemisferi sud. Cada fus es divideix en bandes de 8 graus de longitud, donant lloc a àrees relativament petites, en les quals es pot projectar un rectangle pla. Cada banda se solia anomenar en el passat de sud a nord amb una lletra, quan hi havia problemes de limitació de memòria en un SIG, però actualment només s'utilitza el fus.

Les coordenades UTM s'expressen en el format FUS EASTING en metres NORTHING en metres, per exemple: 30 0649120 4735095

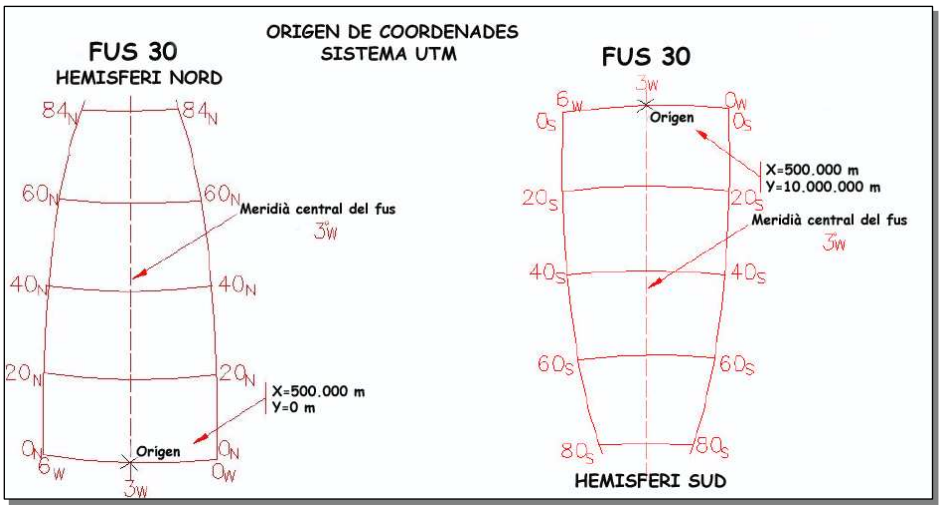



**Figura 3-11.** Coordenades UTM, fus 30, hemisferis nord i sud

A continuació, al capítol 4, una vegada vistos els conceptes bàsics sobre els SIG i sobre Cartografia, es realitza un estudi del programari SIG utilitzat en la realització del treball pràctic.

# Capítol 4 Geomedia Professional 5.2®

Una vegada entesos els conceptes bàsics sobre els SIG i sobre Cartografia, és el moment d'estudiar el funcionament del programari SIG a utilitzar en la realització del treball pràctic. Aquest capítol presenta un estudi del producte GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® , eina de programari destinada a la creació de SIG, Sistemes d'Informació Geogràfica, i escollida per al desenvolupament del prototip del Sistema de Gestió d'Avaries de la xarxa de distribució d'aigües. S'estructura en els següents apartats:

- ***Introducció al producte***: on s'introdueix GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® amb les seves característiques més importants i on s'expliquen algunes de les funcionalitats principals
- ***Magatzems de dades***: on es descriuen els magatzems de dades dels diferents formats i com es poden fer servir els Sistemes de Gestió de Bases de Dades com a magatzems de dades de les entitats creades amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® . Es veuen els casos concrets de MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®®
- ***Formats de dades acceptats***: on s'expliquen quins són els formats de dades geogràfiques que GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® accepta, establint la relació amb els formats de les dades facilitades per l'ICC
- ***Creació de comandes en MICROSOFT VISUAL BASIC®***: on es veu la manera de crear comandes en VISUAL BASIC® que permetin afegir noves funcionalitats al producte
- ***Idoneïtat del producte per al treball pràctic plantejat***: on es posen de manifest els avantatges i les limitacions d'aquest producte per al desenvolupament del prototip del Sistema de Gestió d'Avaries de la xarxa de distribució d'aigües

## 4.1 Introducció al producte

GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® **[4-01]** és un producte comercial de la companyia INTERGRAPH® **[4-02]** que funciona sota WINDOWS® 2000, WINDOWS® XP o posteriors, i que ofereix les funcionalitats pròpies d'un sistema de programari SIG: captura, entrada, manipulació, emmagatzematge, cerca, anàlisi i desplegament d'informació geogràfica. Vegeu l'apartat 2.1-Programari. De fet no és tracta d'un producte aïllat, sinó que forma part de tota una família de programari SIG que porta el nom comercial de GEOMEDIA®: GEOMEDIA®, GEOMEDIA FUSION®, GEOMEDIA PUBLICWORKS®, GEOMEDIA WEBMAP®, etcètera.

GEOMEDIA® és en si mateixa una arquitectura creada per INTERGRAPH® específicament per al tractament d'informació espacial. A continuació, a l'apartat 4.1.1, es troba més informació sobre aquesta arquitectura.

### 4.1.1 Arquitectura GEOMEDIA®

L'arquitectura GEOMEDIA® pretén ser una arquitectura oberta **[4-03]**, evitant l'ús de sistemes propietaris, i emprant estàndards de fet de la indústria. La filosofia seguida en aquest producte es basa en tres principis:

1) Acceptació de diferents informacions geogràfiques de diversos fabricants que poden coexistir al mateix temps en un mateix SIG mitjançant la tecnologia GDO, *Geographic Data Objects*. A l'apartat 4.2 s'enumeren els magatzems de dades de cada tipus
2) Possibilitat d'establir diverses connexions simultànies amb més d'un tipus de servidor de dades i amb els magatzems de dades que aquests gestionen mitjançant la tecnologia GDO. A l'apartat 4.2 s'enumeren els SGBD, Sistemes de Gestió de Bases de Dades amb els quals es pot efectuar connexions a magatzems de dades geogràfiques, incidint especialment en MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®®
3) Possibilitat de realitzar implementacions d'usuari gràcies a complir amb l'estàndard OLE/COM, *Object Linking and Embedding/Component Object Model*, de MICROSOFT®. A l'apartat 4.5 es comenta com crear comandes en VISUAL BASIC®

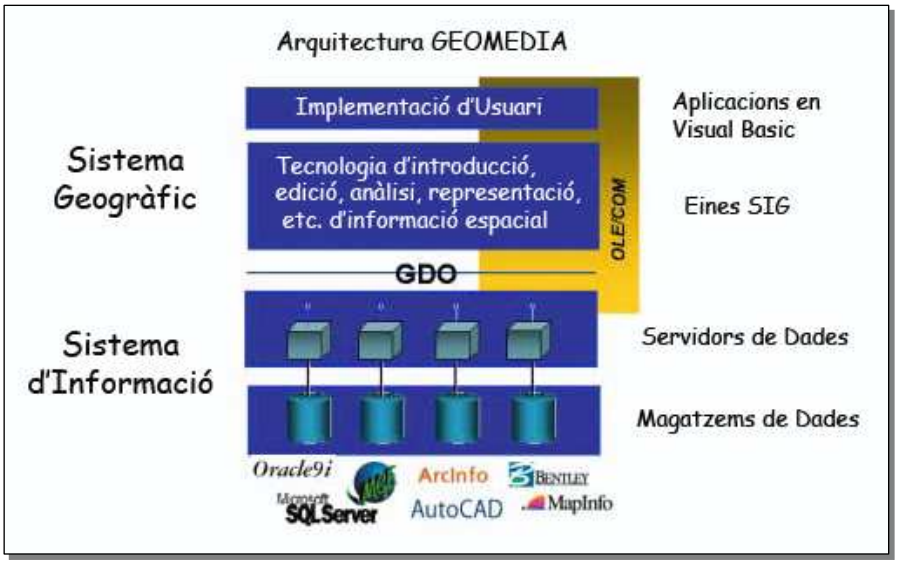



**Figura 4-01.** GEOMEDIA® i la seva arquitectura

A la figura 4-01 es veu un esquema de l'arquitectura on se separa el Sistema d'Informació del Sistema Geogràfic. El Sistema Geogràfic de GEOMEDIA® no disposa d'un gestor de dades propi, però si permet crear connexions amb Sistemes d'Informació externs compostos per Servidors de Dades amb els seus respectius Magatzems de Dades. El Sistema Geogràfic no utilitza un Sistema d'Informació en exclusivitat, sinó que aquest darrer també pot ser emprat per a d'altres usos.

Tal com es pot veure a la figura, el Sistema Geogràfic està compost per les Eines SIG, les quals ofereixen tot un conjunt de funcions relacionades amb informacions espacials, i per les Implementacions d'Usuari o desenvolupaments a mida seguint l'estàndard OLE/COM.

### 4.1.2 Funcionalitats principals

Les funcionalitats que GEOMEDIA® ofereix s'accedeixen totes a través de l'espai o entorn de treball que s'utilitza per definir i treballar amb un SIG. Aquest espai s'anomena *Geoworkspace*. En aquest entorn es poden realitzar, entre d'altres, les activitats següents:

- **Establir el sistema de coordenades del Geoworkspace**: S'estableix un únic sistema de coordenades per a tot el SIG, encara que les entitats geogràfiques tinguin cadascuna el seu propi sistema de coordenades, l'eina s'encarrega de realitzar les conversions necessàries per tal que totes les dades tinguin el mateix sistema de coordenades que el definit en el Geoworkspace
- **Crear connexions a magatzems de bases de dades**: Es creen les connexions amb els magatzems de dades que contenen o han de contenir les entitats geogràfiques del SIG. Vegeu l'apartat 4.2
- **Definir classes d'entitat:** Es defineixen les classes d'entitat i els seus atributs. Un dels atributs indica la representació geomètrica (Punt, Línia, Àrea, Compost, Text o Imatge) de la classe, mentre que la resta d'atributs són propietats alfanumèriques d'aquesta. Vegeu l'apartat 2.4
- **Transferir classes d'entitat i les seves instàncies entre magatzems:** Es transfereixen les classes d'entitat i les instàncies creades d'aquella classe entre un magatzem origen i un magatzem destí
- **Crear i configurar finestres de mapa**: Es crea una finestra de mapa. Aquesta finestra serveix per col·locar les instàncies d'entitat i es la zona de visualització de les dades gràfiques georeferènciades del SIG. La configuració de la finestra permet, per exemple, establir l'escala nominal del mapa (si s'insereix un mapa, l'escala nominal correspondria a la seva escala). En un Goeworkspace es poden crear diverses finestres de mapa i cadascuna conté una llegenda
- **Configurar la llegenda associada a una finestra de mapa**: Es poden definir quines classes d'entitat han d'aparèixer a la llegenda i quina és la seva representació. També es poden crear mapes temàtics de manera que les instàncies d'entitat es representin gràficament d'una determinada manera en funció dels valors dels seus atributs
- **Crear finestres de dades**: Es crea una finestra de dades d'una instància d'entitat. Es visualitzen o s'editen els atributs d'una instància d'entitat. Si el magatzem que conté la instància és de lectura-escriptura, els canvis sobre atributs queden reflectits automàticament a la finestra de mapa que la conté
- **Inserir instàncies d'entitat**: S'insereix una instància d'entitat a l'interior d'una finestra de mapa, seleccionant-la de la llista de les classes d'entitat dels magatzems de dades disponibles. Si l'entitat té una geometria d'àrea o composta se la pot crear dibuixant-la sobre la finestra de mapa, marcant els punts del polígon que la forma, o també es pot inserir un cercle i associar-lo a aquesta entitat
- **Inserir imatges georeferenciades**: S'insereix una imatge *raster* georeferenciada com una instància d'una entitat on la geometria de la classe és de tipus imatge. Aquesta imatge es pot mostrar en una finestra de mapa com qualsevol altra instància d'entitat. Si l'entitat no existeix se la pot crear en un magatzem de dades de lectura/escriptura

- **Validar i arreglar dades**: Permet mantenir la integritat de les dades revisant la informació i validant la geometria i la connectivitat. També es poden corregir dades mitjançant el retall i l'extensió de geometries fins a interseccions, inserir interseccions i efectuar arranjament de connectivitat i geometria
- **Analitzar dades**: Permet crear consultes per localitzar les entitats que compleixen uns determinats valors dels seus atributs o que mantenen determinades relacions espacials entre elles, o una combinació. Els resultats es mostren gràficament a la finestra de mapa o en forma tabular en una finestra de dades.

# 4.2 Magatzems de dades

La tecnologia GDO, *Geographic Data Objects*, permet a GEOMEDIA® manipular un bon nombre de dades geogràfiques en diferents formats, i fer-ho de forma simultània, de tal manera que en un mateix SIG hi convisquin al mateix temps dades geogràfiques en diferents formats. En general s'entén per magatzem GDO aquell magatzem de dades receptacle d'una o més entitats geogràfiques. Aquests es classifiquen, segons la seva modalitat de funcionament, en magatzems de només lectura i lectura/escriptura.

A continuació, a la taula 4-01, es pot veure una llista dels formats de dades i les seves versions que són acceptats pel producte com a magatzems GDO, i amb quina modalitat poden ser aquests utilitzats:

| Font del Format de Dades | Versió | Modalitat |
|---|---|---|
| Arc/Info Coverage® | 7 | Lectura |
| ArcView Shapefile® | 2, 3 | Lectura |
| AutoCAD® | 2000 | Lectura |
| FRAMME® | 4 | Lectura |
| MicroStation® | 95, SE, J | Lectura |
| MapInfo® | 6.0 | Lectura |
| MGE® | 8.0 | Lectura |
| ODBC® | | Lectura |
| Microsoft Access® | 97, 2000, XP | Lectura/Escriptura |
| Oracle Relational Model® | 7, 8 | Lectura/Escriptura |
| Oracle Object Model® | 8i, 9i® | Lectura/Escriptura |
| Microsoft SQL Server® | 7, 2000 | Lectura/Escriptura |
| IBM DB2® (Q2, 2002) | | Lectura/Escriptura |

***Taula 4-01***. Magatzems GDO de GEOMEDIA® i les seves modalitats de funcionament

A més de les entitats geogràfiques, un magatzem o *warehouse* contindrà informació referida a la mateixa informació, en forma de metadades. Sense aquestes, les entitats geogràfiques no acaben de quedar completament definides, i es fa imprescindible, per al bon funcionament del magatzem a dins del SIG, que s'hagin creat just abans d'utilitzar-lo, altrament el producte alertarà de que manca crear-les.

Tot seguit, a l'apartat 4.2.1, s'exposen els casos concrets de com crear les metadades per als magatzems de MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®.

### 4.2.1 Metadades en MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®®

Els magatzems d'ACCESS® són, en certa manera, els magatzems natius del producte, atès que en facilita la seva creació en forma de fitxer MDB i a la vegada ja prepara les corresponents metadades. La creació d'un magatzem d'ACCESS® es pot efectuar seleccionant del menú principal de GEOMEDIA® l'opció "*Almacén/Almacén nuevo...*".

Per al cas d'ORACLE 9i®, i en general per a tots els servidors d'ORACLE® compatibles amb GEOMEDIA®, cal haver instanciat un servei d'ORACLE® per al magatzem abans de procedir a crear les metadades. Per a la creació de les metadades en magatzems d'ORACLE® s'ha de fer servir una eina, *Utilidades de Bases de Datos*, que es proveeix amb el mateix GEOMEDIA®: *("Program\DatabaseUtilities.exe").* L'eina proposa en una finestra tota una llista de models de dades i se selecciona l'*Oracle Object Model*. A continuació mostra una nova finestra on es demana d'introduir les informacions següents:

1) el **nom de l'usuari**, en aquest cas un usuari declarat a la instància que tingui prou privilegis, per exemple "SYSTEM"
2) la seva **contrasenya**, i
3) la **cadena host** o valor corresponent al nom de la instància o servei

A continuació de validar les dades entrades apareix un menú, vegeu la figura 4-02, amb diverses opcions i s'escull l'opció "*Crear tablas de metadatos*". Com a resultat s'obté un esquema de nom "GDOSYS" a la instància del servei creat.

**Figura 4-02.** Finestra corresponent a "*Utilidades de bases de datos*"

Tal vegada s'han creat les metadades del magatzem o magatzems, i tot just abans de començar a llegir, escriure o modificar entitats, s'ha de procedir a crear les connexions, una per a cada magatzem. A l'apartat 4.2.2 s'exposen els casos concrets de com crear les connexions per als magatzems de MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®.

### 4.2.2 Connexions en MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®

Les connexions amb magatzems d'ACCESS® són força senzilles de realitzar, atès que es creen i s'inicien en modalitat "Lectura/Escriptura" de forma automàtica cada vegada que es crea un magatzem, en no haver-hi validació d'usuari.

La creació d'una connexió a un magatzem de dades d'ORACLE® ha de procedir a validar l'usuari que manipularà la base de dades. Se selecciona del menú principal de GEOMEDIA® l'opció "*Almacén/Conexión nueva...*". Apareix un assistent que facilita la tasca de definició de la connexió. A continuació s'escull el tipus de connexió: "*Modelo de objeto Oracle de solo lectura*" o bé "*Modelo de objeto Oracle de lectura y escritura*". L'assistent sol·licita les informacions següents:

- **Nom de la connexió**. S'estableix, per exemple, com "`Oracle 9i/SIG`"
- **Descripció de la connexió**. Es pot deixar en blanc, doncs el nom de la connexió és suficientment explícit
- **Nom de l'usuari**. S'estableix com "`GDOSYS`". És un usuari que té els drets necessaris per gestionar el magatzem i les entitats. Es crea amb la comanda que defineix les metadades de GEOMEDIA®. Vegeu l'apartat 4.3.1
- **Contrasenya**. S'especifica la contrasenya de l'usuari GDOSYS. Abans s'ha d'assignar aquesta contrasenya a l'usuari emprant les eines d'ORACLE®
- **Amfitrió**. Correspon al servei de base de dades d'ORACLE® que conté el magatzem. Per exemple, es pot suposar l'existència d'un servei de nom "`SIG`"

Tot seguit, l'assistent permet escollir l'estat de la connexió tal qual quedarà després de la seva creació: lectura, lectura/escriptura o bé tancada.

Només en el cas que s'hagi instal·lat el component PUBLICWORKS® de GEOMEDIA®, l'assistent també permet seleccionar si el magatzem ha de contenir les entitats del model avançat, AFM, *Advanced Feature Model*, pròpies del component PUBLICWORKS®, vegeu l'apartat 5.1.1, o bé les entitats del model estàndard, SFM, *Standard Feature Model*, pròpies del mateix GEOMEDIA®.

## 4.3 Formats de dades acceptats

GEOMEDIA® permet treballar sobre un mateix Geoworkspace amb els dos tipus d'informació gràfica comentats a l'apartat 2.4: *raster* i vectorial. En aquest punt no s'entra a comentar els tipus de fitxers en format vectorial que el producte suporta, i només es dóna una explicació dels fitxers en format *raster* que l'ICC, Institut Cartogràfic de Catalunya, lliura **[4-04]**, atès que és el tipus de fitxer obtingut d'aquest organisme i utilitzat durant la realització del treball pràctic.

Alguns dels fitxers en format *raster* suportables són, per exemple, GeoTIFF i MrSID®. Els dos porten incorporada la informació de georeferència en el mateix fitxer. A continuació es fa una breu introducció del segon, MrSID®, a l'apartat 4.3.1.

### 4.3.1 Format MrSID®

MrSID®, *Multi-resolution Seamless Image Database*, és un format d'imatge *raster* georeferenciat propietat de LIZARDTECH® **[4-05]**. Les característiques principals són les següents:

- **Multiresolució**. Per a cada imatge es crea un número determinat de nivells de zoom que depenen de dos factors: la mida original de la imatge i el nombre de nivells que desitja l'usuari. El nivell de zoom zero correspon a la imatge a la seva resolució original, i la resta de nivells: 1, 2, ..., n, corresponen a les mateixes imatges, però amb la meitat de resolució a cada nivell de zoom, tal com s'exemplifica a la figura 4-03. Aquesta tècnica permet gaudir d'una visualització més còmoda i menys distorsionada de la imatge a diferents nivells de zoom

**Figura 4-03.** Imatges del Teatre Amazonas, Manaus, Brasil, als nivells de zoom 0, 1, 2 i 3

- **Mosaics**. És possible crear mosaics a partir d'imatges en format MrSID® ja existents, creant un nou fitxer MrSID®, i evitar la necessitat de manipular les parts per separat. Se'n pot veure una exemplificació a la figura 4-04:

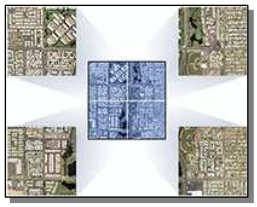


**Figura 4-04.** Exemplificació de mosaic MrSID®

- **Àrees d'interès**. Es poden seleccionar àrees d'una imatge per a què tinguin un nivell de qualitat més alt, utilitzant un nivell més baix de compressió només per a aquella zona, com es pot veure a la figura 4-05:

**Figura 4-05.** Exemplificació d'Àrea d'Interès MrSID®

- **Compressió i descompressió sense pèrdua i amb pèrdua**. És factible reduir l'espai d'emmagatzematge sense perdre qualitat de les imatges utilitzant algorismes de compressió sense pèrdua (*lossless*) o perdent qualitat amb algorismes de compressió amb pèrdua (lossy)

# 4.4 Creació de comandes en Microsoft Visual Basic®

GEOMEDIA® compleix amb l'arquitectura de components OLE/COM, *Object Linking and Embedding/Component Object Model*, de MICROSOFT®. L'estàndard binari COM permet implementar objectes de tal manera que es puguin comunicar, emprant interfícies, amb d'altres objectes sense necessitat de saber en quin llenguatge s'han programat. L'estàndard OLE permet a una aplicació exposar objectes a d'altres aplicacions i utilitzar objectes que d'altres exposen. Una aplicació pot actuar com a Client OLE usant objectes que d'altres exposen, com a Servidor OLE exposant objectes, o com a Client-Servidor OLE usant i exposant objectes. A través d'aquesta arquitectura és possible personalitzar GEOMEDIA® de tres formes diferents:

1) **Creant aplicacions basades en components GEOMEDIA®**: Són aplicacions independents que no es comuniquen en cap moment amb GeoMedia.exe, i només utilitzen els controls i les biblioteques de tipus exposats. Per exemple, una aplicació que, usant només components, obre un warehouse i mostra les entitats que conté sobre un mapa
2) **Creant aplicacions controladores de GEOMEDIA®**: Són aplicacions que depenen de l'execució de GeoMedia.exe. Si no s'està executant l'executen i si ja està en execució es connecten a ella, controlant la seva activitat. Per exemple, per obrir un Geoworkspace existent i executar una consulta predefinida, processant amb posterioritat els resultats
3) **Creant comandes GEOMEDIA®**: Una vegada creada una comanda, aquesta s'integra completament a la mateixa aplicació de GeoMedia.exe, podent ser només executada en aquest entorn o *Framework*. Per exemple, una comanda per crear entitats noves a partir de la intersecció de dues entitats existents

Aquest apartat se centra exclusivament en la tercera forma, la de creació de comandes, atès que és el mètode que s'ha de fer servir per al desenvolupament del SGA, Sistema de Gestió d'Avaries. Les comandes estan construïdes com Servidors OLE, i s'executen exclusivament a petició de l'operador a través de la interfície d'usuari del *Framework*. Existeixen dos tipus de comandes en funció de la seva forma d'interactuar amb l'usuari:

1) **Modals**: Prenen el control total de l'aplicació fins que la comanda acaba. S'inclouen a dins d'aquesta classificació les comandes que mostren caixes de diàleg per introduir dades, les que s'habiliten quan se selecciona un tipus d'objecte o les que no necessiten de la intervenció de l'usuari una vegada iniciades
2) **No Modals**: Prenen el control de l'aplicació temporalment per crear o connectar-se a finestres i es desactiven només quan reben un event sol·licitant la desactivació. Funcionen en dues fases:
    a. inici modal en el que prenen el control de l'aplicació per crear una nova finestra o escoltar events d'altres d'existents, retornant tot seguit el control a l'aplicació
    b. cicle de processament en el que es detecta un event i s'executa el procés associat

Una forma de crear una comanda és emprant l'**Assistent de Comandes GeoMedia** de VISUAL BASIC®, una eina que ajuda a crear-les amb gran facilitat, portant a terme de forma automàtica la major part de les tasques mecàniques. Aquest és, de fet, un complement (*Add-In*) que s'afegeix a l'entorn de desenvolupament. Abans d'invocar l'assistent cal haver-lo fet disponible emprant l'opció del menú

"*Complementos/Administrador de Complementos*" i seleccionant el "*GeoMedia Command Wizard*". Una vegada fet disponible ja es pot invocar utilitzant l'opció del menú "*Complementos/ GeoMedia Command Wizard*". L'assitent crea un projecte VISUAL BASIC® com un Servidor OLE, generant un mòdul de Clase, una subrutina `main` i, depenent del que hagi triat l'usuari que crea la comanda, un `form`. L'assistent també crea les parts de codi que són bàsiques per a qualsevol comanda. A partir d'aquest punt es pot començar a desenvolupar la comanda a mida de les necessitats de l'usuari.

# 4.5 Idoneïtat del producte per al treball pràctic plantejat

El producte GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® és una eina que permet crear i mantenir la base del SIG de la xarxa de distribució d'aigües del prototip sense problemes, en disposar de totes les funcionalitats, vegeu l'apartat 4.1.2, necessàries a aquest propòsit. Presenta l'avantatge de gaudir d'una arquitectura oberta que aporta els beneficis següents:

1) **Facilita molt la integració de dades de diferent procedència**, podent aprofitar pràcticament de forma immediata per al prototip les informacions geogràfiques que ofereix l'ICC en format MrSID®. Tal com s'ha vist ja a l'apartat 4.3.1, aquest format d'imatges *raster* millora la qualitat de visualització en utilitzar multiresolució

2) **Ofereix una varietat prou important d'SGBD**, Sistemes de Gestió de Bases de Dades, d'entre els quals poder-ne utilitzar un o més com a magatzems de dades en lectura/escriptura. Vegeu l'apartat 4.2. Per a la creació del prototip es disposa d'un servidor d'Oracle 9i, sent compatible amb el producte

3) **És personalitzable utilitzant diversos llenguatges de programació**, com ara VISUAL BASIC®, VISUAL C++®, DELPHI®, etcètera, la qual cosa facilita la creació de comandes d'usuari com s'ha comentat anteriorment a l'apartat 4.4

No obstant, també presenta certes limitacions en relació a les peculiaritats de la xarxa de distribució d'aigües i les funcions que ha d'oferir l'SGA, Sistema de Gestió d'Avaries. Amb l'actual producte no es poden resoldre de forma fàcil els aspectes del prototip relacionats amb:

1) **Associativitat**: Establir quines classes d'entitat es poden associar o connectar entre elles i quines associacions s'estableixen entre les instàncies d'entitat en el model creat

2) **Cardinalitat**: Definir la quantitat mínima i màxima d'entitats d'una classe *a* que es poden associar a entitats de classe *b*

3) **Seguiment:** Un seguiment o *trace* és un recorregut per la xarxa, seguint les entitats associades des d'un punt inicial seleccionat fins a un punt on es localitza una entitat que compleix una condició d'aturada

En un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües és molt important tenir aquests aspectes resolts, atès que, d'altra manera, no seria possible realitzar consultes i crear funcionalitats que depenen de la connectivitat de les entitats de la xarxa. Així, per exemple, no seria possible realitzar el tipus de consultes de l'SGA: quines vàlvules cal tancar per aïllar una zona o quins punts de la xarxa quedaran sense subministrament com a conseqüència del tancament d'unes vàlvules. El producte GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2®, no és, doncs, apropiat per implementar aquest tipus de SIG. Al capítol 5, que es presenta a continuació, es fa una breu introducció al component PUBLICWORKS® de GEOMEDIA® que cobreix les limitacions abans esmentades, i sí permet implementar-les en combinació amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2®.

# Capítol 5 Geomedia PublicWorks®

Als capítols anteriors s'han descrit els conceptes i les eines necessàries per implementar un SIG de qualsevol tipus. Al capítol 4 s'ha efectuat una revisió de les funcionalitats del programari SIG GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2®, observant que té limitacions importants quan es vol crear un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües. Aquest capítol presenta un estudi del component GEOMEDIA PUBLICWORKS®, extensió (*Add-In*) de GEOMEDIA® que afegeix noves funcionalitats i nous models de dades especialment adaptats a les peculiaritats de les xarxes de distribució d'aigües. S'estructura en els següents apartats:

- ***Introducció al component i característiques principals***: on s'introdueix GEOMEDIA PUBLICWORKS® amb les seves característiques més importants. Es veuen els models d'entitat estàndard (SFM, *Standard Feature Model*) de GEOMEDIA® i el model d'entitat avançat (AFM, *Advanced Feature Model*) específic de PUBLICWORKS®. També s'exposen els procediments que cal efectuar per tal de crear metadades AFM en MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®
- ***Personalització en Microsoft Visual Basic®***: on se citen les facilitats de personalització que el component ofereix mitjançant una interfície programable en VISUAL BASIC®, la qual ha de permetre afegir al prototip les funcionalitats pròpies de l'SGA, Sistema de Gestió d'Avaries
- ***Idoneïtat del component per al treball pràctic plantejat***: on es posen de manifest els avantatges d'aquest component per al desenvolupament del prototip del sistema de gestió d'avaries de la xarxa de distribució d'aigües

## 5.1 Introducció al component i característiques principals

El GEOMEDIA PUBLICWORKS MANAGER® està concebut com una eina especialment dirigida a la modelització de xarxes públiques en un entorn SIG. Una característica diferenciadora respecte a GEOMEDIA® és l'expansió de les eines de captura, col·locació i edició de dades, que han estat adaptades a les peculiaritats de les xarxes públiques, i també l'aportació de regles de validació que faciliten de forma notable la modelització sense errors. No obstant, segurament l'aspecte més rellevant és la definició d'un nou model de dades, el Model d'Entitat Avançat (AFM, *Advanced Feature Model*) **[5-01]**, en contraposició al model de dades ja existent de GEOMEDIA® anomenat SFM (*Standard Feature Model*). El nou model proporciona un cert grau d'intel·ligència respecte de la connectivitat de la xarxa a més d'afegir noves funcionalitats. A continuació es fa una breu descripció dels dos models, començant per l'SFM a l'apartat 5.1.1 i acabant per l'AFM a l'apartat 5.1.2.

### 5.1.1 El model SFM

GEOMEDIA® defineix un model de dades anomenat SFM (*Standard Feature Model*). En aquest, els objectes de la vida real es modelen sense considerar el comportament ni les relacions entre objectes. Les classes d'entitat en aquest model tenen algunes de les característiques següents:

- No descriuen comportaments ni operacions: només informació estructural
- No mantenen relacions amb altres entitats
- No hi pot haver jerarquies d'entitats

### 5.1.2 El model AFM

El model anomenat AFM (*Advanced Feature Model*) és una millora del model SFM que resolt els problemes descrits a l'apartat anterior. Està format pels components següents:

1. **Model d'entitat**: Correspon a l'objecte arrel de l'AFM i representa una connexió a un magatzem. Aquest magatzem conté informació de metadades de l'AFM (vegeu l'apartat 5.1.3)
2. **Entitat**: És una modelització d'un objecte del món real. Es pot obrir o manipular. Pot tenir associats comportaments (operacions i regles), propietats (atributs) i relacions (funcions d'associació). Pot heretar d'altres entitats i iniciar events. Pot ser
    a. **Simple**: Es descriu mitjançant un conjunt d'atributs. Un exemple podria ser una canonada, una junta, una vàlvula, etcètera
    b. **Complex**: Es descriu com un conjunt d'entitats. Un exemple podria ser una xarxa de distribució considerada com una entitat formada per entitats simples com ara canonades, juntes, vàlvules, etcètera
3. **Atribut**: És una propietat d'un objecte del món real i pertany a una determinada entitat del model. Es pot obrir o manipular. Pot tenir comportaments (controladors, regles i controladors d'event) associats i també iniciar events. Pot ser un atribut heretat d'altres atributs d'entitats heretades
4. **Funció d'associació**: Especifica la forma en la que una entitat pot interactuar amb una altra entitat. Una entitat pot estar relacionada amb diverses entitats mitjançant vàries funcions d'associació. Es pot obrir o manipular. Pot heretar d'altres funcions d'associació. Pot contenir operacions i regles. Una associació entre dues entitats *a* i *b* és sempre una relació de *a* amb *b* i de *b* amb *a*
5. **Operació**: Defineix un comportament associat a un objecte vinculat, especificant tot el que es pot fer amb aquell objecte. El tipus de les operacions varia en funció del tipus d'objecte: entitat, atribut o funció d'associació. Pot iniciar events
6. **Regla**: Estableix un comportament associat a un objecte vinculat que serveix per validar el model i conservar la seva integritat
7. **Controlador d'event**: És un programa que s'invoca quan succeeix un event en el model d'entitat. Admeten controladors d'events les entitats, els atributs, les funcions d'associació i les operacions

L'AFM també es pot descriure en relació a les parts que l'integren:

I. **Associacions**: Indiquen quines són les entitats que, des d'un punt de vista de la lògica de xarxa, poden ser relacionades o connectades. Per exemple, es pot associar una canonada amb una junta. Utilitzant les associacions és possible analitzar quines entitats estan connectades. Aquesta informació és fonamental per poder realitzar seguiments de la xarxa, com per exemple, quines són les vàlvules que cal tancar per tal d'aïllar una determinada zona, anomenada zona de tall

II. **Cardinalitats**: Defineixen el mínim i màxim nombre d'entitats que es poden associar o connectar a una determinada entitat. Per exemple, una entitat de tipus junta en forma de T, tindrà un mínim i màxim de 3 connexions amb entitats de tipus canonada

III. **Restriccions**: Estableixen les limitacions de connectivitat en relació al valor dels atributs de les entitats. Per exemple, només és possible connectar una boca d'una junta de tipus T amb un diàmetre interior de 17 cm a una canonada amb un diàmetre exterior de 16,75 cm

IV. **Operacions**: Indiquen les accions que es realitzaran automàticament en finalitzar l'execució d'una operació. Per exemple, una canonada ha de dividir-se automàticament en dos quan es digitalitza una vàlvula sobre ella, i aquesta s'ha d'acabar associant a les dues noves canonades

Des del punt de vista de les funcionalitats que acompanyen a l'AFM, se'n poden destacar les següents:

a. **Validació de la xarxa**: Localitza les entitats de la xarxa en les que s'ha violat les regles predefinides

b. **Digitalització basada en regles**: Ajuda a millorar la productivitat quan es digitalitzen entitats, i aquestes s'associen a unes altres de determinades, proposant, per exemple, la digitalització d'una nova entitat associada a la que s'acaba de crear. En aquest cas també s'alerta si alguna regla ha estat violada

c. **Seguiment de la xarxa**: Efectua un seguiment o *trace* per la xarxa, seguint les entitats associades des d'una entitat inicial seleccionada fins a un punt on es localitza una entitat que compleix una condició d'aturada

Com ja s'ha comentat, el nou model AFM necessita que cada magatzem o *warehouse* contingui informació referida a la mateixa informació, en forma de metadades. Tot seguit, a l'apartat 5.1.3, s'exposen els casos concrets de com crear les metadades AFM per als magatzems de MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®.

### 5.1.3 Metadades AFM en MICROSOFT ACCESS® i ORACLE 9i®

Per al cas dels magatzems d'ACCESS®, el procés de creació de les metadades AFM es realitza automàticament des del menú principal de GEOMEDIA® amb l'opció "*PublicWorks/Feature Model...*" en el moment en el què es procedeix a convertir el model SFM d'un magatzem al model AFM, seleccionant primer una connexió a un magatzem i després, amb el botó dret del ratolí, accedint a l'opció "*Convert to AFM.*".

Per al cas dels magatzems d'ORACLE 9i®, i en general per a tots els servidors d'ORACLE® compatibles amb GEOMEDIA®, cal haver creat les metadades AFM tot just abans de procedir a realitzar la conversió del model SFM al model AFM, descrit en el paràgraf anterior pel cas dels magatzems d'ACCESS®, atès que, en aquest cas, les metadades no es creen automàticament.

Es fa servir l'eina SQL*PLUS que acompanya a ORACLE®, executant com a administrador de la base de dades o amb prou privilegis el fitxer de comandes "*Program\CreateAFMMetadata.sql*", inclòs amb PUBLICWORKS®. Com a resultat, les metadades de l'AFM es creen a l'esquema "GDOSYS" obtingut anteriorment en la creació de les metadades SFM.

Cal crear també les metadades AFM necessàries per executar seguiments de xarxa si es fa servir la comanda *Trace* de PUBLICWORKS®: de la mateixa manera s'utilitza l'eina SQL*PLUS executant el fitxer de comandes "*Program\CreateTraceAndDimension.sql*".

Opcionalment és possible definir activadors que afegeixin metadades AFM de forma automàtica cada vegada que es crea una entitat a GEOMEDIA: s'utilitza una altra vegada l'eina SQL*PLUS executant en aquest cas el fitxer de comandes "*Program\CreateAFMTriggerOracle.sql*".

## 5.2 Personalització en Microsoft Visual Basic®

PUBLICWORKS® està compost de components OLE/COM, atès que manté la mateixa arquitectura que GEOMEDIA®, amb els quals es poden desenvolupar aplicacions i comandes personalitzades mitjançant la utilització de llenguatges estàndard, com ara VISUAL BASIC®, VISUAL C++®, DELPHI®, etcètera.

Un magatzem AFM es comporta com un Servidor OLE que ofereix objectes, una llista d'interfícies que cada objecte suporta, així com les propietats persistents de cada objecte.

## 5.3 Idoneïtat del producte per al treball pràctic plantejat

El producte GEOMEDIA PUBLICWORKS®, en combinació amb GEOMEDIA®, és una eina que permet crear, validar i mantenir la base del SIG de la xarxa de distribució d'aigües i implementar l'SGA, Sistema de Gestió d'Avaries, del prototip del treball pràctic sense problemes. Aporta els beneficis següents:

1) **Millora la construcció, validació i representació del model**, adaptant-lo a les característiques pròpies de la modelització d'una xarxa pública: objectiu aquest del treball pràctic plantejat

2) **Implementa en el model les propietats d'Associativitat, Cardinalitat i Seguiment**, imprescindibles per a poder desenvolupar les funcions específiques de l'SGA, Sistema de Gestió d'Avaries

3) **És personalitzable utilitzant diversos llenguatges de programació**, com ara VISUAL BASIC®, VISUAL C++®, DELPHI®, etcètera, la qual cosa facilita la creació de comandes d'usuari, com s'ha comentat anteriorment a l'apartat 5.2., necessàries per a l'SGA, Sistema de Gestió d'Avaries

A continuació, al capítol 6, es presenta el treball pràctic d'aquest projecte, com a aplicació dels coneixements teòrics adquirits en els camps dels SIG, la Cartografia i el programari SIG per a xarxes.

# **Capítol 6** Treball pràctic

Després de recopilar informació sobre els SIG, la Cartografia, i el programari SIG per a xarxes de distribució d'aigües, es procedeix a la realització del treball pràctic d'aquest projecte, dividit en dues fases. La primera fase consisteix en l'estudi, definició i elaboració d'un prototip d'una xarxa de distribució d'aigües en l'entorn d'un Sistema d'Informació Geogràfica, utilitzant el programari INTERGRAPH GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2®, vegeu el capítol 4, conjuntament amb el component GEOMEDIA PUBLICWORKS MANAGER 5.2®, vegeu el capítol 5, aquest darrer concebut especialment per a la creació, manteniment i gestió de xarxes públiques. S'implementen els models de dades de la cartografia de base: illes de cases i carrers, i de la xarxa de distribució d'aigües: dipòsits, canonades, juntes, vàlvules, punts de consum, etcètera, mitjançant un motor de bases de dades estàndard triat. En el cas del model de dades de la xarxa de distribució d'aigües es fa necessari definir-lo tenint en compte que es desenvolupa un SGA, Sistema de Gestió d'Avaries. Després de definir el model de dades es procedeix a instanciar les entitats del model tot creant el prototip.

A la segona fase es dissenya i implementa un SGA, Sistema de Gestió d'Avaries, funcionant sobre el prototip creat. Aquest sistema indica de forma automàtica, amb la finalitat d'aïllar la zona, quines vàlvules cal tancar en cas que hi hagi una o més avaries en determinats punts de la xarxa, i quins punts de consum s'han de veure afectats pel tancament d'aquestes vàlvules. La implementació de l'SGA de la xarxa de distribució d'aigües pot ser desenvolupat en MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0®, creant una o més comandes de GEOMEDIA® a través de la interfície de programació que aquest producte ofereix. Aquest capítol presenta una relació de les activitats portades a terme durant el procés de construcció del prototip, fase 1, i durant el desenvolupament de l'SGA, fase 2, i s'estructura en els següents apartats:

- ***Estudi de requeriments i definició del model de dades***: on s'estudia quins són els requeriments, principalment a nivell de dades, que cal tenir en compte per construir un model d'una xarxa de distribució d'aigües. S'investiga com és i de quins components està constituïda a la realitat una xarxa de distribució d'aigües, i a partir d'aquests coneixements es defineix un model de dades de les entitats del prototip
- ***Obtenció d'informació cartogràfica de base***: on es realitza una cerca a la plana web de l'ICC per tal d'obtenir, si és possible, una base cartogràfica d'illes de cases i carrers, o bé imatges de mapes topogràfics i/o ortofotografies en format MrSID® que serveixin de punt de partida i de referència per a la digitalització de la informació cartogràfica de base del prototip del Sistema d'Informació Geogràfica

- ***Tria del motor de bases de dades i configuració***: on es decideix el motor o motors de bases de dades a utilitzar i s'explica el perquè de la seva utilització, així com el procés de configuració per al seu ús com a magatzems de dades de GEOMEDIA®
- ***Creació i configuració del Geoworkspace***: on s'explica la creació de l'espai de treball de GEOMEDIA® o *Geoworkspace*, la creació d'un sistema de coordenades per al prototip que tingui les mateixes característiques que el sistema de coordenades emprat per l'ICC en les informacions obtingudes d'aquesta institució, i l'assignació d'aquestes coordenades al *Geoworkspace*. També es veu com es defineixen les connexions amb els magatzems de dades
- ***Importació d'imatges i digitalització d'entitats geogràfiques***: on es detalla el perquè de la tria de MrSID® com el format de les imatges de referència per a la creació de la base cartogràfica, el tractament previ que les imatges obtingudes de l'ICC en aquest format han de rebre abans de poder ser visualitzades en GEOMEDIA®, i la seva importació. També es descriu el procés de digitalització de la base cartogràfica d'illes de cases i carrers mitjançant el model d'entitat estàndard (SFM, *Standard Feature Model*) de GEOMEDIA®, i de les entitats geogràfiques de la xarxa de distribució mitjançant el model d'entitat avançat (AFM, *Advanced Feature Model*) de PUBLICWORKS® i les associacions entre entitats d'aquest darrer model
- ***Disseny de la interfície d'usuari***: on es defineix la interfície d'usuari del SIG i la tria dels símbols més adients per a una representació prou entenedora de la base cartogràfica, de la xarxa de distribució i de tots els seus components
- ***Creació del Sistema de Gestió d'Avaries***: on s'explica el procés de desenvolupament del sistema de gestió d'avaries, el qual es divideix en dues etapes: disseny i implementació. Aquest ha de permetre trobar les vàlvules que cal tancar, per tal d'aïllar un o més components de la xarxa, tot assenyalant aquests components mitjançant el cursor, i també indicar a l'usuari quines zones de la xarxa (canonades, ramals i punts de consum) quedaran sense subministrament d'aigua com a conseqüència del tancament d'aquestes vàlvules
- ***Funcionament del Sistema de Gestió d'Avaries***: on s'exposa com funciona el Sistema de Gestió d'Avaries des del punt de vista de l'usuari que l'ha d'utilitzar

# 6.1 Estudi de requeriments i definició del model de dades

El primer pas a portar a terme per construir el prototip és entendre bé quins són els components que formen una xarxa de distribució d'aigües i quines són les seves característiques bàsiques, per després poder-les modelar a l'entorn d'un SIG. El camp d'estudi d'aquests requeriments correspon a l'Enginyeria Hidràulica Aplicada i en certa manera també a l'Arquitectura.

## 6.1.1 Requeriments d'una xarxa de distribució

El procés de subministrament d'aigua, des de la seva captació fins al seu consum, passa per tota la sèrie d'etapes **[6-01]** següents:

1. **Captació**: La primera etapa consisteix en obtenir l'aigua d'alguna de les fonts en les que és present a la natura: explotació d'aqüífers subterranis, abducció des de rius, llacs i embassaments, dessalinització d'aigua de mar, reutilització d'aigües residuals, o fins i tot obtenció d'aigua de boira en indrets àrids **[6-02]**
2. **Tractament**: A la segona etapa se cerca aconseguir una millora de la qualitat de l'aigua de Captació, tant si aquesta es destina a un consum directe o a un ús industrial. Se segueixen diferents fases:
    - **Clarificació**: Es procedeix a l'emmagatzematge de l'aigua i a la sedimentació de substàncies simples que hi puguin ser presents
    - **Floculació i decantació**: Es realitza clarificació i depuració de l'aigua amb l'objectiu d'eliminar partícules col·loïdals, microcontaminants i microbis
    - **Filtració**: L'aigua passa per una sèrie de cossos porosos amb la finalitat de filtrar-la
    - **Esterilització**: Finalment s'afegeix a l'aigua una substància (gas, cloramina, hipoclorit sòdic, etcètera) que provoca una reacció fortament oxidant, la qual destrueix la matèria orgànica, i la flora bacteriana i vírica
3. **Regulació i Emmagatzematge**: A la tercera etapa s'ha de garantir el subministrament d'aigua en els moments en els quals la demanda és més elevada i a la vegada s'ha d'assegurar prou pressió de l'aigua a totes les parts de la xarxa distribució. Aquests dos objectius s'assoleixen construint dipòsits en zones altes, de forma que es disposi d'aigua per a un consum equivalent al d'un o dos dies, i on la pròpia força de la gravetat s'utilitza per assegurar la pressió. Moltes vegades amb la força de la gravetat no n'hi ha prou i cal emprar estacions de bombeig que transmetin energia a l'aigua fins a transportar-la a cotes superiors
4. **Distribució**: La darrera etapa és la que fa arribar l'aigua emmagatzemada en dipòsits a tots aquells punts on es produeix un consum: edificis, indústries, boques de reg i incendi, etcètera, mitjançant una xarxa de distribució o sistema hidràulic format per un conjunt d'elements, on cada element té un comportament hidràulic molt ben definit

A continuació s'explica quins són els elements que usualment formen una xarxa de distribució, tant des dels punts de vista hidràulic i topològic, com des del punt de vista dels components físics que la configuren.

#### 6.1.1.1. Visió hidràulica i topològica d'una xarxa de distribució

Realitzant una abstracció de la xarxa com un sistema topològic, aquesta està formada per les entitats hidràuliques següents **[6-03]**:

1. **Línia**: Segment de la xarxa que transporta un cabal constant entre dos nusos, no té ramificacions i se sol caracteritzar per mantenir en tot el seu recorregut una uniformitat en el tipus de material i en el diàmetre de secció. S'inclouen a dins d'aquesta classe els components físics passius que dissipen l'energia de l'aigua, tals com canonades, vàlvules de regulació, etcètera, o també aquells components físics actius que comuniquen energia al fluid, com ara les estacions de bombeig o més simplement bombes. Es pot trobar més informació sobre els diferents components físics a l'apartat 6.1.1.2 d'aquest mateix capítol

2. **Nus**: Punt de la xarxa on es reuneixen dues o més línies, o bé l'extrem final d'una línia. S'inclouen a dins d'aquesta classe tots aquells components físics que s'utilitzen per unir dues o més línies, com ara les juntes de tipus Recte, Colze, Té, Creu, etcètera. Es pot classificar en els tipus següents:
   - **Nus Font**: Rep una aportació externa de cabal i el flux es dirigeix cap a la línia connectada al nus
   - **Nus de Consum**: Aporta cabal cap a l'exterior provinent de la línia connectada al nus
   - **Nus de Connexió**: Ni rep ni aporta cabal, només transfereix el cabal entre dues o més línies en un determinat sentit, el del flux de l'aigua
3. **Trajecte**: Successió de línies connectades entre elles, sense formar ramificacions o ramals
4. **Ramal**: Conjunt de línies que parteixen d'un mateix nus al qual només hi aporta cabal una única línia. Pot tenir o no d'altres ramals en el seu interior. Dos nusos qualssevol només poden estar connectats per un únic trajecte. Una xarxa formada només per ramals és una **Xarxa Ramificada,** amb una estructura arborescent, tal com es pot veure a la figura 6-01. Amb aquesta morfologia l'aigua sempre circula en el mateix sentit. Presenta dos inconvenients principals: 1) un tall en un ramal pot deixar sense aigua a tots els consumidors; i 2) cal efectuar, per a evitar contaminacions, descàrregues freqüents de l'aigua estancada en els extrems de les ramificacions

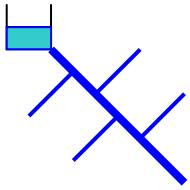


**Figura 6-01.** Xarxa ramificada

5. **Malla**: Trajecte tancat amb origen i final al mateix nus. Pot tenir o no d'altres malles en el seu interior. Una malla s'anomena **independent**, **bàsica** o **no redundant** quan no se superposa amb cap altra malla. En canvi, una malla serà **redundant** o **no bàsica** quan se superposi a dues o més malles bàsiques. Una xarxa formada només per malles és una **Xarxa Mallada**. En aquest cas les línies es connecten les unes amb les altres formant circuits tancats, tal com es mostra a la figura 6-02. Dos nusos poden estar connectats per dos o més trajectes. D'aquesta forma l'aigua no sempre circula en el mateix sentit. Donen major seguretat de servei, doncs un tall en un punt no té perquè significar el tall del subministrament a una determinada zona, en haver-hi una línia alternativa. També presenten menys problemes de contaminació en no haver-hi punts d'aigua estancada

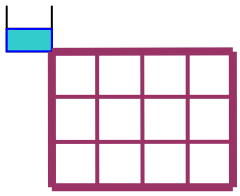


**Figura 6-02.** Xarxa mallada

No és gaire habitual que les xarxes segueixin una topologia ramificada pura o bé una topologia mallada pura, sent el més freqüent la combinació d'ambdues, formant una **Xarxa Mixta**, tal com es mostra a la figura 6-03. Presenta dos avantatges principals: 1) despeses d'instal·lació i desplegament inferiors als d'una xarxa completament mallada; i 2) despeses de manteniment inferiors als d'una xarxa completament ramificada. És, doncs, una solució de compromís

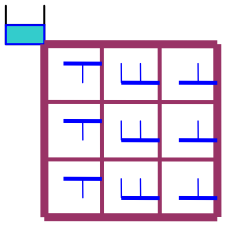


**Figura 6-03.** Xarxa mixta

Existeix programari especialitzat en la modelització de xarxes de distribució d'aigua que simula el seu comportament hidràulic. Un d'aquests és, per exemple, EPANET **[6-04]**, desenvolupat per la Divisió de Recursos Hídrics i Subministraments d'Aigua de l'Agència per a la Protecció del Medi Ambient dels Estats Units d'Amèrica, amb caràcter de programari de domini públic, de lliure utilització i distribució. Aquest programari modela els components físics com ara canonades, vàlvules i bombes com a línies, i les juntes i dipòsits com a nusos.

No necessàriament s'han de representar al SIG totes les línies mitjançant línies gràfiques, atès que el concepte de línia fa més aviat referència a un tipus d'entitat hidràulica i no a una forma de representació. A continuació es detalla quins són els components físics que usualment formen una xarxa de distribució, i que ja s'han fet explícits en els paràgrafs anteriors.

### 6.1.1.2. Visió de components físics d'una xarxa de distribució

Anteriorment s'ha vist quins són els elements que formen part d'una xarxa de distribució des d'un punt de vista merament topològic i conceptual, i aquesta visió ajuda a entendre millor el comportament hidràulic d'una xarxa. No obstant, un dels objectius d'aquest projecte és aconseguir representar els components físics de la xarxa en l'entorn d'un SIG. Per aquest motiu es detallen a continuació els components un a un:

1. **Canonada**. És una línia o part d'una línia d'una sola peça que transporta l'aigua mitjançant un flux, normalment a pressió, entre els seus dos punts extrems, en un sol sentit en les xarxes ramificades i en els dos sentits en les xarxes mallades. Algunes de les seves propietats són la llargada, el diàmetre interior i exterior, i el material de fabricació. Es fabriquen utilitzant diferents materials com ara el formigó armat, el ferro colat, l'acer, el PVC, etcètera. Usualment és freqüent que les instal·lacions reals de xarxes de distribució utilitzin, com a molt, dos o tres diàmetres de canonada diferents. Així, per exemple, en funció de la seva capacitat de transportar fluxos d'aigua, se solen classificar en els tipus següents:

    - **Artèries Principals**: Són les conduccions de major diàmetre i cabal, i alimenten les artèries secundàries. Se sol procurar que només hi hagi artèries secundàries connectades a artèries principals
    - **Artèries Secundàries**: Són de menor diàmetre que les anteriors i transporten l'aigua des de les artèries principals fins a les Canonades de Servei
    - **Canonades de Servei**: Són les de menor diàmetre i transporten l'aigua des de les artèries secundàries fins als punts de consum.

2. **Bomba**. És una línia que transmet energia a l'aigua mitjançant l'abducció d'aquest element per un dels extrems i la impulsió mecànica per l'altre, aconseguint elevar-la a cotes superiors. Un indicador de la seva capacitat d'impulsió és la corba característica a velocitat nominal expressada en termes de cabal transportat per altura. El sentit de l'aigua sempre és únic, des del nus d'abducció fins al nus d'impulsió. Existeixen bombes centrífugues, perifèriques, rotatòries, etc.

3. **Vàlvula**. És una línia que regula el cabal o la pressió d'un punt de la xarxa. Existeixen vàlvules de Cabal que només regulen el cabal que passa per un punt i d'altres de Pressió que només regulen la pressió. Hi ha vàlvules que només regulen en un sentit i d'altres que ho fan en els dos. També es poden classificar en vàlvules de papallona, de comporta, etcètera, en funció del mecanisme que s'utilitza en la seva fabricació. S'inclouen aquí també les claus de pas utilitzades sobretot en els trams finals, a prop dels punts de consum

4. **Junta**. És un component que, en general, permet unir dues o més canonades entre elles, o bé dues o més línies, actuant llavors com a nus. També es pot considerar junta un terminador, la missió del qual és taponar un dels extrems d'una canonada o d'una línia. D'altres tipus de juntes són, per exemple, els allargadors de dues boques amb diferents angles de gir: Colze (90º), Recte (180º), etcètera, les juntes de tipus Té amb tres boques o les de tipus Creu amb quatre. Si una junta uneix canonades o línies de diferent diàmetre es parla llavors d'una junta reductora

5. **Dipòsit**. És un nus amb una certa capacitat d'emmagatzematge, en el qual el volum d'aigua emmagatzemada pot variar amb el temps, amb un nivell mínim i un nivell màxim. Pot ser soterrat, semisoterrat, superficial i elevat

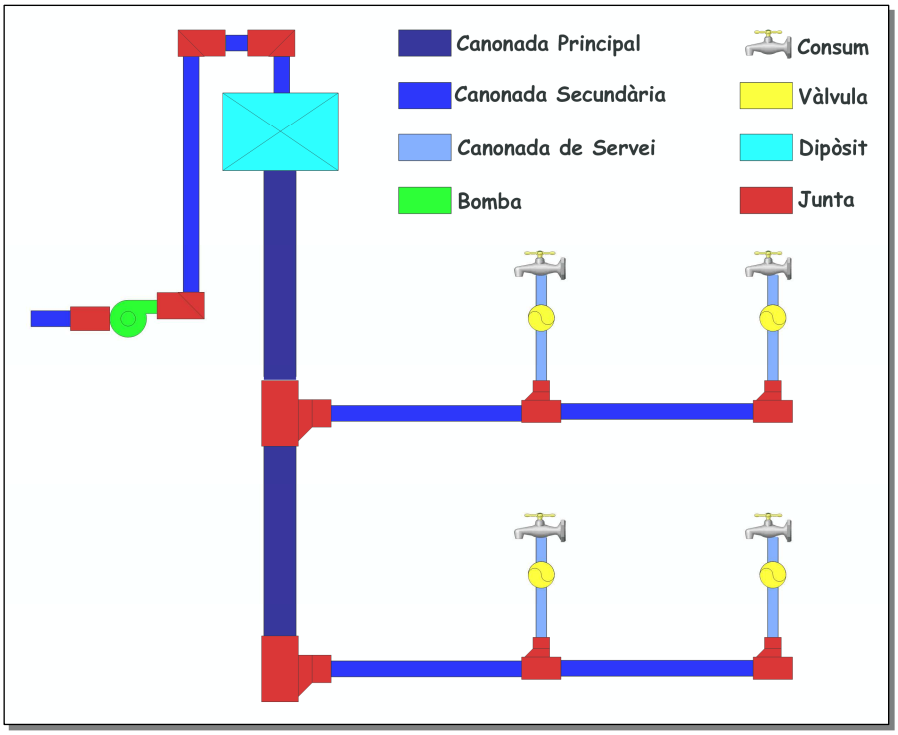



**Figura 6-04.** Exemple de components físics d'una xarxa ramificada

A la figura 6-04 es pot veure un exemple d'una xarxa de distribució de morfologia ramificada amb els components físics que la formen. És una xarxa que disposa d'un dipòsit situat en una zona elevada, des d'on s'aconsegueix emmagatzemar i fer arribar, per gravetat, l'aigua a tots els punts de la mateixa. L'aigua que arriba al dipòsit no disposa de prou energia per ella mateixa i s'ha d'impulsar mitjançant una bomba fins a la cota on se situa el dipòsit. Des d'allà surt una canonada principal que s'uneix a una altra canonada principal i a una canonada secundària mitjançant una junta de tipus Té, formant un ramal. La canonada secundària s'ajunta, per la seva banda, amb una altra canonada secundària i amb una canonada de servei mitjançant una junta de tipus Té, de mesura proporcional als diàmetres de les respectives canonades. Entre dues canonades de servei hi ha instal·lada una vàlvula reguladora de pas, que permet controlar si arriba o no cabal al punt de consum.

### 6.1.2 Definició del model de dades

La xarxa de distribució que s'ha modelat al prototip contempla els components físics de les etapes de Regulació i Emmagatzematge, així com els components físics de l'etapa de Distribució, deixant de banda la Captació i el Tractament. Atès que el més usual, a la pràctica, és l'existència de xarxes mixtes que combinen ramals amb malles, s'ha decidit construir el prototip seguint una morfologia mixta.

La xarxa està composta pels tres tipus de canonades descrites anteriorment a l'apartat 6.1.1.2 d'aquest mateix capítol:

1) **Canonada Principal**
2) **Canonada Secundària**
3) **Canonada de Servei**

Les canonades i d'altres components s'uneixen entre ells emprant juntes de diversos tipus. Al prototip s'han definit els tres tipus següents:

1) **Allargador**. De dues boques, amb diferents angles de gir de les boques especificat com un atribut
2) **Té**. De tres boques
3) **Creu**. De quatre boques

En relació a les vàlvules s'han definit els dos tipus següents:

1) **Reguladora**. Regula el cabal que circula per un punt de la xarxa i aquest és ajustable a un rang de valors compresos entre 1 i 10. El valor 0 indica que la vàlvula està tancada
2) **Clau de Pas**. És una vàlvula de cabal que permet obrir o tancar el pas de l'aigua que passa per un punt i se solen col·locar al costat del comptador

La xarxa del prototip presenta un únic **Dipòsit** de tipus superficial, del qual surt una **Canonada Principal** que s'estén en forma d'eix per tot el carrer principal d'una població utilitzant **Juntes** de tipus **Té** i **Allargadors**. En alguns dels trams entre **Canonades Principals** s'han col·locat **Vàlvules** reguladores de cabal.

Mitjançant juntes de tipus **Té** es fan arribar **Canonades Secundàries** cap a l'interior dels carrers, on també es col·loquen **Vàlvules** reguladores de cabal en certs trams i s'utilitzen **Juntes** dels diferents tipus per unir-les. Finalment es fa arribar l'aigua als **Punts de Consum** mitjançant **Canonades de Servei**. Cada **Punt de Consum** té connectada una **Vàlvula** en forma de **Clau de Pas** que permet tallar el subministrament a aquell punt en concret.

Alguns dels atributs del **Punt de Consum** corresponen a les dades del comptador de l'aigua associat. També s'inclou una **Bomba** centrífuga encarregada d'impulsar l'aigua des d'un punt de captació (no representat) fins al **Dipòsit** i una **Brigada** que es troba localitzada en un punt sobre el mapa.

S'ha considerat que alguns dels components físics poden rebre lectures a distància (teledetecció) i, fins i tot, gestionar-los a distància (telegestió), mitjançant l'ús de circuiteria especialitzada, complementada per un mòdem GPRS encarregat d'enviar i rebre informacions a través de la xarxa de telefonia mòbil GPRS. Aquests components tenen, llavors, associat un número de telèfon. Les mesures obtingudes en cada lectura en temps real es guarden a la base de dades, per tal de facilitar d'aquesta manera la consulta de la darrera lectura obtinguda del component. Exemples d'ús són, per exemple, lectura i/o control de l'estat d'obertura de les vàlvules reguladores o l'estat de funcionament d'una bomba, el seu nivell de combustible, etcètera. Es pensa que aquest tipus d'informació pot ser sol·licitada pels usuaris encara que el SIG no en visualitzi el seu estat en temps real.

El prototip té en compte l'estructura de funcionament de l'empresa o entitat pública que porta la gestió de la xarxa, sobretot en allò que té a veure amb el seu manteniment. S'ha suposat que a l'empresa hi treballen operaris de manteniment que es desplacen en grups, anomenats Brigades, a punts de la xarxa on es necessita efectuar una revisió o qualsevol treball de reparació o manteniment. A cada component de la xarxa s'especifica la Brigada que va realitzar la darrera intervenció de manteniment, així com la data de dita intervenció.

Un operari de Brigada és un Membre de Brigada, el qual només forma part d'una única Brigada. A cada Brigada hi ha un Cap, que a la seva vegada és un Membre de Brigada, encarregat de rebre les ordres del punt de control central a través d'un dispositiu de telefonia mòbil GPRS i que també porta incorporat un dispositiu de posicionament global o GPS, que obté la posició via satèl·lit. La localització precisa d'una Brigada pot permetre una assignació òptima dels treballs de manteniment de la xarxa, en manar una ordre a la Brigada més propera al lloc de l'avaria. També pot facilitar enormement les tasques de localització dels components de la xarxa a les Brigades que realitzen manteniment, emprant un SIG portàtil connectat al GPS, el qual recupera la posició de la Brigada i la mostra en temps real.

Al Capítol 8 es descriuen algunes línies de continuació del treball pràctic que estan relacionades amb els aspectes de teledetecció i telegestió de la xarxa comentats als dos paràgrafs anteriors.

Tot seguit es detalla cada component físic definit a l'apartat 6.1.1.2 i la seva corresponent modelització en forma de taula relacional, especificant també la seva representació geomètrica com a entitat geogràfica a dins del SIG:

**I. CANONADA**:

Es representa gràficament mitjançant una línia. Es distingeixen els tres tipus de canonades utilitzant un mapa temàtic, vegeu a l'apartat 4.1.2: **Configurar la llegenda associada a una finestra de mapa**), classificat per l'atribut *Tipus*. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-01:

| **Taula:** | **CANONADA** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Línia | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id (Clau)* | Numèric | Identificador de la Canonada |
| *Tipus* | Text | Descripció del Tipus**: PRINCIPAL/SECUNDÀRIA/SERVEI** |
| *Cota_Minima* | Numèric | Altura Mínima a la que està situada expressada en metres sobre el nivell del mar |
| *Cota_Maxima* | Numèric | Altura Màxima a la que està situada expressada en metres sobre el nivell del mar |
| *Es_Soterrada* | Booleà | Està Soterrada? |
| *Profunditat* | Numèric | Profunditat de soterrament de la canonada si és soterrada expressada en metres |
| *Llargada* | Numèric | Llargada expressada en metres |
| *Material* | Text | Descripció del Material de Fabricació |
| *Fabricant* | Text | Descripció del Fabricant |
| *Data_Fabricacio* | Data | Data de la Fabricació |
| *Diametre_Interior* | Numèric | Diàmetre Interior expressat en metres |
| *Diametre_Exterior* | Numèric | Diàmetre Exterior expressat en metres |
| *Coeficient_Rugositat* | Numèric | Coeficient de Rugositat de Manning expressat en adm |
| *Cabal_Maxim* | Numèric | Cabal Màxim expressat en metres cúbics/segon |
| *Pressio_Maxima* | Numèric | Pressió Màxima suportable expressada en kiloPascals |
| *Installador* | Text | Nom de l'Instal·lador |
| *Data_Installacio* | Data | Data de la Instal·lació |
| *Id_Brigada_Darrera_Intervencio* | Numèric | Identificador de la Brigada de manteniment que va realitzar la darrera intervenció |
| *Data_Darrera_Intervencio* | Data | Data de la Darrera Intervenció |
| *Estat* | Numèric | Descripció de l'Estat:<br>0-Avariat 1-Reparant 2-Funcionant |
| *Es_Per_Canviar* | Booleà | És Per Canviar? |
| *Data_Prevista_Canvi* | Data | Data Prevista del Canvi |
| *Es_Resseguit* | Booleà | El component ja ha estat resseguit durant el diagnòstic? |
| *Diagnostic* | Text | Descripció del darrer diagnòstic efectuat: **AFECTAT/NORMAL** |

***Taula 6-01***. Taula relacional corresponent a l'entitat CANONADA

Cal destacar especialment els atributs *Es_Resseguit* i *Diagnostic*, atès que són utilitzats per l'SGA. El primer és usat, durant el diagnòstic d'avaries, per tal d'evitar els cicles que es produeixen quan es realitzen seguiments en xarxes de topologia mixta o mallada, impedint que es torni a avaluar la connectivitat d'un component de la xarxa que ja ha estat avaluat anteriorment. El segon indica el resultat del diagnòstic sobre el component avaluat. S'utilitza un mapa temàtic classificat per l'atribut *Diagnostic* amb la finalitat de mostrar els resultats del diagnòstic sobre la finestra de mapa.

Els dos atributs esmentats també s'utilitzen amb la mateixa finalitat en la resta de components.

## II. BOMBA:

Es representa gràficament mitjançant un punt. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-02:

| **Taula:** | **BOMBA** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Punt | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id (Clau)* | Numèric | Identificador de la Bomba |
| *Tipus* | Text | Descripció del Tipus: CENTRÍFUGA/PERIFÈRICA/ROTATÒRIA |
| *Cota* | Numèric | Cota a la que està situada expressada en metres |
| *Cabal_Maxim* | Numèric | Cabal Màxim expressat en metres cúbics/segon |
| *Cabal_Actual* | Numèric | Cabal Actual mesurat en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància, expressat en metres cúbics/segon |
| *Pressio_Maxima* | Numèric | Pressió Màxima suportable expressada en kiloPascals |
| *Pressio_Actual* | Numèric | Pressió Actual mesurada en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància, expressada en kiloPascals |
| *Potencia_Motor* | Numèric | Potència del Motor de la Bomba expressada en kilowatts |
| *Potencia_Bomba* | Numèric | Potència d'Impulsió de la Bomba expressada en kilowatts |
| *Corba_Caracteristica* | Numèric | Relació de Cabal trafegat per altura expressada en metres cúbics/metre |
| *Nivell_Combustible* | Numèric | Nivell de Combustible Actual mesurat en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància, expressat en litres (Només per a Font d'Alimentació amb Combustible) |
| *Material* | Text | Descripció del Material de Fabricació |
| *Es_Alimentacio_Combustible* | Booleà | Funciona la bomba alimentada amb combustible? |
| *Consum_Combustible* | Numèric | Consum de Combustible expressat en litres/hora (Només per a Font d'Alimentació amb Combustible) |
| *Fabricant* | Text | Descripció del Fabricant |
| *Data_Fabricacio* | Data | Data de la Fabricació |
| *Installador* | Text | Descripció de l'Instal·lador |
| *Data_Installacio* | Data | Data de la Instal·lació |
| *Id_Brigada_Darrera_Intervencio* | Numèric | Identificador de la Brigada de manteniment que va realitzar la darrera intervenció |
| *Data_Darrera_Intervencio* | Data | Data de la Darrera Intervenció |
| *Estat* | Numèric | Descripció de l'Estat:<br>0-Avariat 1-Reparant 2-Funcionant |
| *Es_Per_Canviar* | Booleà | És Per Canviar? |
| *Data_Prevista_Canvi* | Data | Data Prevista del Canvi |
| *Telefon_GPRS* | Text | Número del Telèfon del dispositiu GPRS associat a la circuiteria de control de la Bomba i que permet recollir informacions en temps real i gestionar a distància |
| *Es_Resseguit* | Booleà | El component ja ha estat resseguit durant el diagnòstic? |
| *Diagnostic* | Text | Descripció del darrer diagnòstic efectuat: **AFECTAT/NORMAL** |

***Taula 6-02***. Taula relacional corresponent a l'entitat BOMBA

### III. VÀLVULA:

Es representa gràficament mitjançant un punt. Es distingeixen els dos tipus de vàlvules utilitzant un mapa temàtic classificat per l'atribut *Tipus*. També s'utilitza un mapa temàtic classificat per l'atribut *Diagnostic* amb la finalitat de mostrar els resultats del diagnòstic d'avaries sobre la finestra de mapa. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-03:

| **Taula:** | **VALVULA** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Punt | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id (Clau)* | Numèric | Identificador de la Vàlvula |
| *Tipus* | Text | Descripció del tipus: **REGULADORA/CLAU DE PAS** |
| *Classe* | Text | Descripció de la Classe de Vàlvula: CABAL/PRESSIÓ |
| *Es_Bidireccional* | Booleà | És una Vàlvula Bidireccional? |
| *Cota* | Numèric | Altura a la que està situada expressada en metres sobre el nivell del mar |
| *Cabal_Maxim* | Numèric | Cabal Màxim expressat en metres cúbics/segon |
| *Cabal_Actual* | Numèric | Cabal Actual mesurat en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància, i expressat en metres cúbics/segon |
| *Pressio_Maxima* | Numèric | Pressió Màxima suportable expressada en kiloPascals |
| *Pressio_Actual* | Numèric | Pressió Actual mesurada en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància expressada en kiloPascals |
| *Es_Soterrada* | Booleà | Està Soterrada? |
| *Profunditat* | Numèric | Profunditat de soterrament de la Vàlvula si és soterrada |
| *Material* | Text | Descripció del Material de Fabricació |
| *Fabricant* | Text | Descripció del Fabricant |
| *Data_Fabricacio* | Data | Data de la Fabricació |
| *Installador* | Text | Nom de l'Instal·lador |
| *Data_Installacio* | Data | Data de la Instal·lació |
| *Id_Brigada_Darrera_Intervencio* | Numèric | Identificador de la Brigada de manteniment que va realitzar la darrera intervenció |
| *Data_Darrera_Intervencio* | Data | Data de la Darrera Intervenció |
| *Diametre_Exterior_1* | Numèric | Diàmetre Exterior de la boca 1 expressat en metres |
| *Diametre_Interior_1* | Numèric | Diàmetre Interior de la boca 1 expressat en metres |
| *Diametre_Exterior_2* | Numèric | Diàmetre Exterior de la boca 2 expressat en metres |
| *Diametre_Interior_2* | Numèric | Diàmetre Interior de la boca 2 expressat en metres |
| *Estat* | Numèric | Descripció de l'Estat: 0-Avariat 1-Reparant 2-Funcionant |
| *Obertura* | Numèric | Grau d'Obertura mesurat en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància: 0-Tancada 1 a 9-Obertura parcial 10-Obertura Total |
| *Es_Per_Canviar* | Booleà | És Per Canviar? |
| *Data_Prevista_Canvi* | Data | Data Prevista del Canvi |
| *Telefon_GPRS* | Text | Número del Telèfon del dispositiu GPRS associat a la circuiteria de control de la Vàlvula i que permet recollir informacions en temps real i gestionar a distància |
| *Es_Candidata* | Booleà | És una Vàlvula Candidata a ser tancada segons l'SGA? |
| *Es_Resseguit* | Booleà | El component ja ha estat resseguit durant el diagnòstic? |
| *Diagnostic* | Text | Descripció del darrer diagnòstic: **OBRIR/TANCAR/AFECTAT/NORMAL** |

***Taula 6-03***. Taula relacional corresponent a l'entitat VÀLVULA

Cal destacar especialment l'atribut *Es_Candidata*, atès que és utilitzat per l'SGA (vegeu l'apartat 6.7.2)

**IV. JUNTA**:.

Es representa gràficament mitjançant un punt. Es distingeixen els tres tipus de juntes utilitzant un mapa temàtic classificat per l'atribut *Tipus*. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-04:

| **Taula:** | **JUNTA** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Punt | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id (Clau)* | Numèric | Identificador de la Junta |
| *Tipus* | Text | Descripció del Tipus de Junta: **ALLARGADOR/TÉ/CREU** |
| *Cota* | Numèric | Altura a la que està situada expressada en metres sobre el nivell del mar |
| *Es_Soterrada* | Booleà | Està Soterrada? |
| *Profunditat* | Numèric | Profunditat de soterrament de la Junta si és soterrada expressada en metres |
| *Data_Fabricacio* | Data | Data de la Fabricació |
| *Installador* | Text | Nom de l'Instal·lador |
| *Data_Installacio* | Data | Data de la Instal·lació |
| *Id_Brigada_Darrera_Intervencio* | Numèric | Identificador de la Brigada de manteniment que va realitzar la darrera intervenció |
| *Data_Darrera_Intervencio* | Data | Data de la Darrera Intervenció |
| *Material* | Text | Descripció del Material de Fabricació |
| *Fabricant* | Text | Descripció del Fabricant |
| *Diametre_Exterior_1* | Numèric | Diàmetre Exterior de la boca 1 expressat en metres |
| *Diametre_Interior_1* | Numèric | Diàmetre Interior de la boca 1 expressat en metres |
| *Diametre_Exterior_2* | Numèric | Diàmetre Exterior de la boca 2 expressat en metres |
| *Diametre_Interior_2* | Numèric | Diàmetre Interior de la boca 2 expressat en metres |
| *Diametre_Exterior_3* | Numèric | Diàmetre Exterior de la boca 3 expressat en metres |
| *Diametre_Interior_3* | Numèric | Diàmetre Interior de la boca 3 expressat en metres |
| *Diametre_Exterior_4* | Numèric | Diàmetre Exterior de la boca 4 expressat en metres |
| *Diametre_Interior_4* | Numèric | Diàmetre Interior de la boca 4 expressat en metres |
| *Angle_Gir_2* | Numèric | Angle de gir de la Junta amb 2 boques (ALLARGADOR): 90º=Colze 180º=Recte expressat en graus |
| *Cabal_Maxim* | Numèric | Cabal Màxim expressat en metres cúbics/segon |
| *Pressio_Maxima* | Numèric | Pressió Màxima suportable expressada en kiloPascals |
| *Estat* | Numèric | Descripció de l'Estat: 0-Avariat 1-Reparant 2-Funcionant |
| *Es_Per_Canviar* | Booleà | És Per Canviar? |
| *Data_Prevista_Canvi* | Data | Data Prevista del Canvi |
| *Es_Resseguit* | Booleà | El component ja ha estat resseguit durant el diagnòstic? |
| *Diagnostic* | Text | Descripció del darrer diagnòstic efectuat: **AFECTAT/NORMAL** |

***Taula 6-04***. Taula relacional corresponent a l'entitat JUNTA

### V. DIPÒSIT:

Tot i tractar-se d'un element que es podria representar gràficament mitjançant un punt, es prefereix utilitzar una àrea per a què sigui més fàcilment identificable. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-05:

| **Taula:** | **DIPOSIT** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Àrea | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id (Clau)* | Numèric | Identificador de Dipòsit |
| *Nom_Descriptiu* | Text | Nom Descriptiu amb el qual es coneix |
| *Tipus* | Text | Descripció del Tipus de Dipòsit: SOTERRAT/SEMISOTERRAT/SUPERFICIAL/ELEVAT |
| *Cota* | Numèric | Altura sobre el nivell del mar expressada en metres |
| *Cabal_Entrada_Maxim* | Numèric | Cabal d'aigua que com a màxim accepta el dipòsit en la seva entrada expressat en metres cúbics/segon |
| *Cabal_Entrada_Actual* | Numèric | Cabal d'aigua entrant actual mesurat en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància, expressat en metres cúbics/segon |
| *Cabal_Sortida_Maxim* | Numèric | Cabal d'aigua que com a màxim accepta el dipòsit en la seva sortida expressat en metres cúbics/segon |
| *Cabal_Sortida_Actual* | Numèric | Cabal d'aigua sortint actual mesurat en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància, expressat en metres cúbics/segon |
| *Capacitat_Actual* | Numèric | Capacitat actual mesurada en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància, expressat en metres cúbics/segon |
| *Capacitat_Maxima* | Numèric | Capacitat Màxima del reservori expressada en metres cúbics |
| *Capacitat_Minima* | Numèric | Capacitat Mínima del reservori expressada en metres cúbics |
| *Diametre_Interior* | Numèric | Diàmetre interior del dipòsit |
| *Diametre_Exterior* | Numèric | Diàmetre exterior del dipòsit |
| *Constructor* | Text | Nom del Constructor que el va construir |
| *Data_Construccio* | Data | Data de construcció |
| *Id_Brigada_Darrera_Intervencio* | Numèric | Identificador de la Brigada que va fer la darrera intervenció sobre el dipòsit |
| *Data_Darrera_Intervencio* | Data | Data de la darrera intervenció d'una brigada de manteniment |
| *Estat* | Numèric | Descripció de l'Estat: 0-Avariat 1-Reparant 2-Funcionant |
| *Telefon_GPRS* | Text | Número del Telèfon del dispositiu GPRS associat a la circuiteria de control del Dipòsit i que permet recollir informacions en temps real i gestionar a distància |
| *Es_Resseguit* | Booleà | El component ja ha estat resseguit durant el diagnòstic? |
| *Diagnostic* | Text | Descripció del darrer diagnòstic efectuat: **AFECTAT/NORMAL** |

***Taula 6-05***. Taula relacional corresponent a l'entitat DIPÒSIT

A part dels components físics de la xarxa de distribució explicats en els paràgrafs anteriors, es poden definir encara algunes entitats més, les quals seran útils per completar el SIG. A continuació es detalla l'entitat que modela els punts de consum:

**VI. CONSUM**:

Correspon a un punt de consum de la xarxa de distribució on hi arriba una Canonada de Servei. Encara que en la realitat els punts de consum corresponen a habitatges individuals o a d'altres infraestructures individuals, s'ha establert una simplificació del model, en el qual els punts de consum es fan coincidir amb illes d'habitatges o a illes d'infraestructures, delimitades sobre el plànol per zones contigües. Alguns dels seus atributs fan referència al comptador que comptabilitza la quantitat d'aigua consumida en aquell punt. Al prototip es defineixen quatre tipus de consums: Domèstic, Agrícola, Industrial i Equipaments.

Es representa gràficament mitjançant un punt. Es distingeixen els quatre tipus de consums utilitzant un mapa temàtic classificat per l'atribut *Tipus*. També s'utilitza un mapa temàtic classificat per l'atribut *Diagnostic* amb la finalitat de mostrar els resultats del diagnòstic d'avaries sobre la finestra de mapa. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-06:

| **Taula:** | **CONSUM** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Punt | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id (Clau)* | Numèric | Identificador del Punt de Consum |
| *Nom_Descriptiu* | Text | Nom Descriptiu del Punt de Consum o Carrer i Número per on arriba la Canonada de Servei |
| *Tipus* | Text | Destí de l'aigua: **DOMÈSTIC/AGRÍCOLA/INDUSTRIAL/EQUIPAMENTS** |
| *Consum_Any_Anterior* | Numèric | Consum de l'Any Anterior expressat en metres cúbics |
| *Consum_Any_Actual* | Numèric | Consum de l'Any Actual expressat en metres cúbics |
| *Consum_Total* | Numèric | Consum Total expressat en metres cúbics |
| *Num_Comptador* | Numèric | Número de Comptador |
| *Fabricant* | Text | Descripció del Fabricant del Comptador |
| *Data_Fabricacio* | Data | Data de Fabricació del Comptador |
| *Id_Brigada_Installacio* | Numèric | Identificador de la Brigada que va realitzar la instal·lació |
| *Data_Installacio* | Data | Data d'Instal·lació |
| *Id_Brigada_Darrera_Intervencio* | Numèric | Identificador de la Brigada de manteniment que va realitzar la darrera intervenció |
| *Data_Darrera_Intervencio* | Data | Data de la Darrera Intervenció |
| *Consum_Actual* | Numèric | Consum Actual mesurat en temps real mitjançant elements de mesura i gestió a distància, i expressat en metres cúbics |
| *Estat* | Numèric | Descripció de l'Estat:<br>0-Avariat 1-Reparant 2-Funcionant |
| *Es_Per_Canviar* | Booleà | És Per Canviar? |
| *Data_Prevista_Canvi* | Data | Data Prevista del Canvi |
| *Telefon_GPRS* | Text | Número del Telèfon del dispositiu GPRS associat a la circuiteria de control del Comptador i que permet recollir informacions en temps real i gestionar a distància |
| *Es_Resseguit* | Booleà | El component ja ha estat resseguit durant el diagnòstic? |
| *Diagnostic* | Text | Descripció del darrer diagnòstic efectuat: **AFECTAT/NORMAL** |

***Taula 6-06***. Taula relacional corresponent a l'entitat CONSUM

A continuació es defineixen dues entitats més relacionades amb el Sistema de Gestió d'Avaries i que es poden integrar a dins del SIG:

### VII. BRIGADA:

Els treballadors de manteniment de la xarxa es poden agrupar en brigades.

Es representa gràficament mitjançant un punt. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-07:

| **Taula:** | **BRIGADA** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Punt | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id (Clau)* | Numèric | Identificador de la Brigada |
| *Id_Cap_Brigada* | Numèric | Identificador del Membre de Brigada que és el Cap de la Brigada |
| *Latitud_GPS* | Numèric | Latitud de la Brigada obtinguda amb GPS i transmesa amb GPRS |
| *Longitud_GPS* | Numèric | Longitud de la Brigada obtinguda amb GPS i transmesa amb GPRS |
| *Telefon_GPRS* | Text | Número del Telèfon del dispositiu GPRS associat a GPS i en possessió del Cap de Brigada |

***Taula 6-07***. Taula relacional corresponent a l'entitat BRIGADA

### VIII. MEMBRE DE BRIGADA:

Es relaciona cada treballador de manteniment amb una brigada.

No es representa gràficament. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-08:

| **Taula:** | **MEMBRE_BRIGADA** | |
|---|---|---|
| Geometria: | - | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id (Clau)* | Numèric | Identificador del Membre de Brigada |
| *Nom* | Text | Nom del Membre de Brigada |
| *Telefon_GSM* | Numèric | Número del Telèfon Mòbil GSM |
| *Id_Brigada* | Numèric | Identificador de la Brigada a la qual pertany |

***Taula 6-08***. Taula relacional corresponent a l'entitat MEMBRE DE BRIGADA

Fins a aquest punt només s'han definit les entitats que modelen la xarxa de distribució i resta encara per establir quins són els atributs que modelen la base cartogràfica formada per illes de cases i carrers, i quines entitats emmagatzemen les imatges georeferènciades corresponents a mapa topogràfic i ortofoto que s'importaran per poder crear la base cartogràfica descrita. Sobre aquesta base es construeix la infraestructura de la xarxa a dins del SIG:

### IX. ILLA:

Conjunt d'edificis i/o infraestructures que se situen col·lindants els uns dels altres. En el model creat es classifiquen en dues zones: **OEST** i **EST**, en funció de a quina banda del carrer principal es troben situades. S'efectua aquesta distinció atès que la xarxa de distribució només correspon a la zona **EST** de la població i s'ha volgut ressaltar les illes d'aquesta zona amb una representació diferent a la de les illes de la zona **OEST**.

Es representa gràficament mitjançant una àrea. Es distingeixen utilitzant un mapa temàtic classificat per l'atribut *Zona*. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-09:

| **Taula:** | **ILLA** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Àrea | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id_Illa (Clau)* | Numèric | Identificador de l'Illa |
| *Zona* | Text | Descripció de la Zona: **OEST**/**EST** |
| *Num_Illa* | Numèric | Número de l'etiqueta d'Illa o identificador que permet una identificació ràpida a sobre del plànol |

***Taula 6-09***. Taula relacional corresponent a l'entitat ILLA

### X. CARRER:

Espai públic no edificat, lineal, vorejat de cases o de parets, que fa de camí per a anar d'un lloc a l'altre en una ciutat, una vila, un poble.

Es representa gràficament mitjançant una àrea. S'ha triat una àrea en comptes d'una línia, tot i que els carrers se solen representar a dins d'un SIG en forma de línia, per tal de tenir perfectament identificats, mitjançant consultes espacials, quins són els carrers en els quals estan instal·lats els diferents components de la xarxa. Es modela aquesta entitat a la taula relacional mostrada a continuació i indicada com taula 6-10:

| **Taula:** | **CARRER** | |
|---|---|---|
| Geometria: | Àrea | |
| **Atributs** | | |
| **Nom** | **Tipus** | **Descripció** |
| *Id_Carrer (Clau)* | Numèric | Identificador del Membre de Brigada |
| *Nom* | Text | Nom del Carrer |
| *Num_Maxim* | Numèric | Número més alt de la numeració del Carrer |

***Taula 6-10***. Taula relacional corresponent a l'entitat CARRER

**XI. MAPA_TOPOGRAFIC:**

Es representa gràficament mitjançant una imatge i conté el mapa topogràfic de la població.

**XII. ORTOFOTO:**

Es representa gràficament mitjançant una imatge i conté la ortofotografia de la població.

## 6.2 Obtenció d'informació cartogràfica de base

El segon pas a realitzar per construir el prototip és cercar i obtenir informació cartogràfica de base georeferenciada, si és possible trobar-la, o en forma de mapa topogràfic o ortofotografia que serveixi de base per definir les entitats del model, i que també pugui ser aprofitada com a fons del SIG, si s'escau. És a dir, es necessita un plànol a partir del qual poder digitalitzar manualment, si es necessari, mitjançant les eines facilitades pel SIG de GEOMEDIA®, els components de la base cartogràfica del prototip formada per illes de cases i carrers, i també els diferents components de la xarxa. De totes formes es procura obtenir la base cartogràfica ja en format digital, però en molts casos no es pot aconseguir i s'ha d'introduir tal qual ja s'ha comentat en aquest mateix paràgraf.

S'ha procedit en primer lloc a intentar trobar a Internet la descripció d'una xarxa real que es pugui modelar. La recerca fa possible obtenir un plànol de la xarxa de distribució **[6-05]** de la ciutat de Sabadell, el qual es mostra a la figura 6-05:

**Figura 6-05.** Xarxa d'abastament de la ciutat de Sabadell

Encara que al plànol només es visualitza la localització dels dipòsits i de les canonades principals, pot servir d'un bon punt de partida per tal de construir un model semireal de la xarxa d'abastament de la ciutat de Sabadell. El plànol no és georeferenciat, per la qual cosa no serveix com a base per construir les entitats del prototip, només pot servir per tenir una orientació de com definir les entitats de dipòsits i canonades principals.

Ara ja es disposa d'un model de referència a partir del qual començar a treballar, però manca la informació cartogràfica de base o el mapa topogràfic i/o ortofotografia de la ciutat de Sabadell, que han de servir de base per a la definició de les entitats de la xarxa. A l'efecte d'aconseguir aquestes informacions es procedeix a accedir a la web de l'ICC **[6-06]** on es realitza una recerca pel topònim "Sabadell". El resultat mostra la disponibilitat de diversos mapes topogràfics i ortofotografies a diferents escales, i entre elles un mapa topogràfic d'una porció de la ciutat a escala 1:5000, tal com s'il·lustra a la figura 6-06, però no està disponible una base cartogràfica o topogràfica:

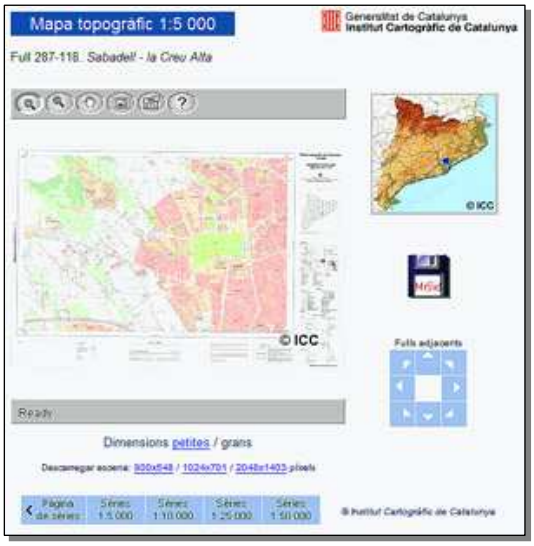



**Figura 6-06.** Descàrrega a l'ICC del mapa topogràfic a escala 1:5000 de Sabadell - la Creu Alta

En absència d'una base cartogràfica, és important que el mapa topogràfic o l'ortofotografia triada siguin d'una escala tal que es puguin apreciar amb cert detall els carrers i les illes de cases, i poder així introduir més fàcilment aquestes entitats al SIG de forma manual. El mapa a escala 1:5000 és força adequat per a l'esmentat propòsit, però es dóna la circumstància que l'ICC no ofereix el plànol complet de la ciutat de Sabadell a aquesta escala, només porcions, i a més a més, aquestes tenen el contorn tal qual el plànol va ser imprès, i en dificulta el construir un mosaic amb les diferents parts. Vegeu l'apartat 6.2.1-Mosaics. Encara que es retallin els contorns, l'orientació de la imatge no permet d'efectuar un tall net de tot el plànol i la imatge resultant de la unió de les parts no resulta gaire agradable a la vista.

Davant d'aquests inconvenients es decideix d'efectuar la tria d'una altra població catalana amb les dimensions propicies per tal que tota ella es mostri en un mapa topogràfic o ortofotografia a escala 1:5000. Després d'efectuar algunes comparacions entre algunes poblacions del Vallès Occidental s'escull la població de Castellar del Vallès. Atès que no es disposa d'un plànol de la xarxa d'abastament d'aigua d'aquesta localitat, es procedeix a definir una xarxa completament fictícia. Es torna a realitzar una recerca a

la web de l'ICC **[6-06]** però aquesta vegada pel topònim "Castellar del Vallès". Tampoc hi ha disponible en aquest cas una base cartogràfica, però s'obté un mapa topogràfic i una ortofotografia a escala 1:5000 en el format MrSID®, vegeu apartat 6.2.1, dels quals se'n pot veure una representació a la figura 6-07 i on s'aprecia que pràcticament la totalitat de la població es troba representada a dins dels límits del plànol:

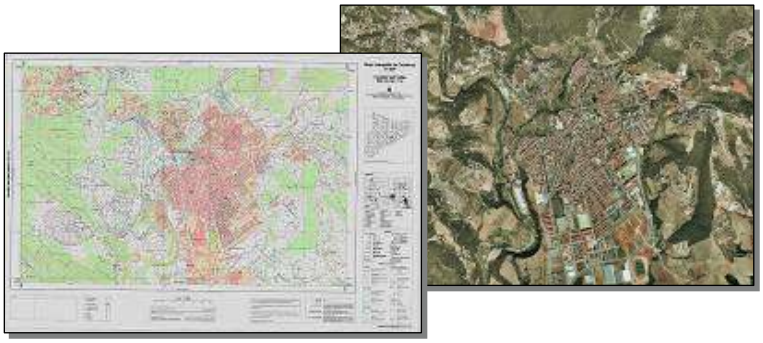


**Figura 6-07.** Mapa topogràfic i ortofotografia de Castellar del Vallès a escala 1:5000

Els arxius digitals de l'ICC són sempre georeferenciats al fus 31 UTM, vegeu l'apartat 3.3.2, i amb *datum* ED50, vegeu l'apartat 3.1.3, dades aquestes que es tindran en compte posteriorment quan es defineixi el sistema de coordenades del prototip, vegeu l'apartat 3.3.

# 6.3 Tria del motor de base de dades i configuració

Amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® és possible connectar de forma simultània amb més d'una base de dades de diferents fabricants. La base de dades és llavors utilitzada com a magatzem per guardar i llegir les entitats geogràfiques creades, o només per llegir-les. D'entre el conjunt de motors de bases de dades que GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® accepta, n'existeixen uns pocs amb els quals es pugui efectuar operacions de lectura/escriptura o bé només lectura: aquest és el cas de MICROSOFT ACCESS® o ORACLE 9i®. Vegeu l'apartat 4.2.

## 6.3.1 Tria del motor de base de dades

MICROSOFT ACCESS® està pensat més aviat per ser utilitzat com a motor de base de dades en entorns monousuaris amb poc volum d'operacions i no té la potència ni la robustesa del motor d'ORACLE 9i®, més aviat ideat per a entorns multiusuaris amb grans volums d'operacions. Així, doncs, sembla que si el prototip de SIG ha de ser alimentat, gestionat, mantingut i consultat per un nombre gran de persones, es fa més convenient emprar ORACLE 9i®. Es considera que aquest serà el cas i es procedeix a instal·lar ORACLE 9i *Server*® juntament amb ORACLE 9i *Client*®.

A continuació es torna a instal·lar GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2® i GEOMEDIA PUBLICWORKS®, atès que GEOMEDIA® necessita que estigui instal·lat ORACLE 9i *Client*® per poder crear connexions a magatzems de dades d'ORACLE®. Tot seguit es procedeix a crear una base de dades de nom "SIG" emprant el *Database Configuration Assistant* d'ORACLE®. La base de dades "SIG" servirà de magatzem

on estaran emmagatzemades les entitats del prototip. No obstant, cal abans realitzar algunes accions sobre la base de dades per tal que pugui ser efectivament utilitzada per GEOMEDIA® i PUBLICWORKS®. Aquestes accions preparatòries es descriuen a continuació, a l'apartat 6.3.2 d'aquest mateix capítol.

### 6.3.2 Configuració de la base de dades

La preparació o configuració de la base de dades "SIG" persegueix dos objectius principals:

1. Crear el sistema de metadades per a la gestió del SFM, *Standard Feature Model*, el model d'entitat estàndard de GEOMEDIA®. Es procedeix, seguint els passos descrits a l'apartat 4.2.1, a crear les metadades SFM pel magatzem d'ORACLE 9i®

2. Crear el sistema de metadades per a la gestió de l'AFM, *Advanced Feature Model*, el model d'entitat avançat de PUBLICWORKS®. Es procedeix, seguint els passos descrits a l'apartat 4.2.1, a crear les metadades AFM pel magatzem d'ORACLE 9i®

## 6.4 Creació i configuració del Geoworkspace

L'espai de treball que s'utilitza a GEOMEDIA® per definir i treballar amb un SIG s'anomena *Geoworkspace*. És l'àmbit en el que es defineixen aspectes com ara el sistema de coordenades que s'utilitza al SIG, les connexions a magatzems de bases de dades, i en general tot allò relacionat amb la representació visual i gràfica de les entitats.

Es procedeix a la creació d'un *Geoworkspace* amb el nom "PFC.gws" i a la seva configuració, la qual consistirà en establir el sistema de coordenades, definir algunes propietats de visualització de les finestres de mapa i especificar les connexions amb els magatzems de dades.

### 6.4.1 Sistema de coordenades del Geoworkspace

Abans d'establir el sistema de coordenades del Geoworkspace es crea, mitjançant l'eina "*Program\defcsf.exe*", un sistema de coordenades amb el nom "PFC.csf" que ens serà d'utilitat tant per definir el sistema de coordenades del Geoworkspace com els sistemes de coordenades dels magatzems de dades i de les entitats que aquests contindran.

El sistema de coordenades del Geoworkspace vindrà marcat pel sistema de coordenades de les imatges obtingudes de l'ICC, i aquestes estan sempre georeferenciades al fus 31 UTM i amb datum ED50, tal com ja s'ha comentat a l'apartat 6.2 d'aquest mateix capítol. Així, doncs, es procedeix a la creació del fitxer amb el sistema de coordenades, especificant que el sistema de projecció és:

- UTM, *Universal Transverse Mercator*, els paràmetres de projecció són: Hemisferi Nord i Zona 31, i el *Datum* geodèsic: *European 1950*.

Posteriorment s'utilitza el fitxer "PFC.csf" per establir el sistema de coordenades del Geoworkspace, mitjançant l'opció que apareix al menú principal de GEOMEDIA® a "*Ver/Sistema de coordenadas del Geoworkspace.../Cargar...*"

### 6.4.2 Propietats de visualització de la finestra de mapa

Una altra configuració del Geoworkspace té a veure amb les propietats de visualització de les finestres de mapa o "*MapWindow*", com ara l'escala de visualització, l'escala nominal del mapa, l'angle de rotació i la propietat que determina l'estil de visualització de les entitats gràfiques quan canvia l'escala de visualització. Cada finestra de mapa té les seves pròpies propietats de visualització. Es crea, de moment, una única finestra de mapa que contindrà el mapa topogràfic i l'ortofotografia de Castellar del Vallès com a fons intercanviables, així com tots els elements de la base cartogràfica i de la xarxa de distribució que es digitalitzaran manualment al seu damunt. La configuració queda com segueix:

- L'**escala nominal** de la finestra de mapa es fa coincidir amb l'escala del mapa topogràfic o ortofotografia que s'ha obtingut, la qual correspon a 1:5.000
- L'**escala de visualització** defineix com es mostra la finestra de mapa, amb quin nivell de zoom, cada vegada que es carrega el Geoworkspace, i pot variar en funció de les accions preses per l'usuari en relació als allunyaments o apropaments de finestra de mapa. S'estableix el seu valor a 1:14.600 amb l'objectiu que tota la població de Castellar del Vallès quedi continguda a dins de la finestra de mapa en una pantalla a resolució de 1.024x768 pícsels
- L'**angle de rotació** permet canviar l'orientació de visualització de les entitats definides a la finestra de mapa. S'estableix el valor 0 per tal que coincideixi amb l'orientació del mapa topogràfic original
- L'**estil de visualització de les entitats gràfiques** quan canvia l'escala de visualització permet canviar la manera en la que les entitats gràfiques es mostren quan es produeix un canvi en l'escala de visualització, mantenint la seva mida constant o fent-la variable. Es deixa sense marcar cap de les dues opcions, doncs s'escollirà aquesta propietat de forma independent per a cada entitat de la xarxa

### 6.4.3 Connexions a magatzems de dades

A l'apartat 6.3 s'ha descrit la tria del motor de base de dades escollit, aquell que serà usat com a magatzem de dades de les entitats de la base cartogràfica i de la xarxa de distribució que s'han de crear. Ara es procedeix a crear la connexió en lectura/escriptura amb el magatzem d'ORACLE 9i®, seguint els passos descrits a l'apartat 4.2.2.

L'opció "*Almacén*" del menú principal de GEOMEDIA® conté una opció força interessant: "*Sacar a clases de entidad...*". Aquesta permet copiar entitats entre diferents magatzems de dades, la qual cosa pot ser aprofitada per establir una manera de treballar millor. A causa de què el motor d'ORACLE® consumeix molts recursos i fa que el sistema on es construeix el SIG vagi una mica lent, es prefereix optar per una estratègia en la qual es facin servir magatzems de dades d'ACCESS® durant la fase de desenvolupament:

atès que tan sols hi ha una persona que, per ara, els manipuli; i un magatzem de dades d'ORACLE® durant la fase d'explotació. Al final del desenvolupament es poden traspassar les entitats dels magatzems de desenvolupament al d'explotació. Aprofitant que ja s'ha configurat el servidor de bases de dades d'ORACLE®, s'ha definit una instància, s'han creat les metadades i s'ha establert una connexió de magatzem en lectura/escriptura, es procedeix a realitzar una prova de traspàs de les entitats d'un magatzem d'Acess, dels exemples que acompanyen a GEOMEDIA®, al magatzem d'ORACLE®. Els resultants són satisfactoris i el temps del traspàs és menyspreable. Només cal preveure de crear, en l'entorn del *Geoworkspace*, noves connexions als magatzems d'ORACLE®.

Amb aquesta nova estratègia es procedeix a crear dos magatzems i les respectives connexions de dades d'ACCESS®:

1. **Access/TOPOGRAFIA**. Contindrà la base cartogràfica de carrers i illes de cases, així com les imatges georeferenciades del mapa topogràfic i de l'ortofotografia. Es declara en modalitat de lectura/escriptura fins que s'hagin creat totes aquestes entitats, i llavors es modificarà a només lectura. Es conserva el model SFM, en no precisar per a aquest cas de les funcions avançades de l'AFM. Com a resultat s'obté el fitxer "*Topogafria_Castellar.mdb*"

2. **Access/XARXA**. Contindrà les entitats de la xarxa de distribució. Es declara en modalitat de lectura/escriptura. Amb posterioritat es procedeix a transformar el model SFM d'aquest nou magatzem al model AFM, atès que ara sí són necessàries les noves capacitats d'aquest model avançat. A l'apartat 5.1.3 es descriu la manera de realitzar la conversió. Com a resultat s'obté el fitxer "*XarxaDistribucióAigua_Castellar.mdb*"

Una vegada ja es disposa dels magatzems s'està en posició de definir les classes d'entitat del model, usant les eines que el programari SIG utilitzat ofereix. Primerament es creen les classes d'entitat i els seus respectius atributs del magatzem Access/TOPOGRAFIA, accedint al menú principal de GEOMEDIA® a "*Almacén/Definición de clase de entidad...*" i escollint aquest magatzem de la llista de magatzems. Després es creen les classes d'entitat del magatzem Access/XARXA, accedint al menú principal de GEOMEDIA® a "*PublicWorks/Feature Model...*", escollint aquest magatzem de la llista de magatzems, fent clic amb el botó dret del ratolí a sobre de "*Feature Classes*" i finalment seleccionant "*Define Feature Class and Table ...*".

Al magatzem Access/TOPOGRAFIA es creen les classes d'entitat següents:

- CARRER
- ILLA
- MAPA_TOPOGRAFIC
- ORTOFOTO

Al magatzem Access/XARXA es creen les classes d'entitat següents:

- BOMBA
- BRIGADA
- CANONADA
- CONSUM
- DIPOSIT
- JUNTA
- MEMBRE_BRIGADA
- VALVULA

Tal com s'ha comentat a l'apartat 5.1.2, el model AFM permet definir associacions entre entitats. És a dir, es poden declarar les connectivitats entre entitats del model. Aquesta nova informació incorpora coneixement de la topologia de la xarxa, és informació topològica que abans no era possible obtenir amb el

model SFM. Les relacions entre entitats era un dels aspectes que no quedava resolt amb el producte GEOMEDIA® utilitzat tot sol, però que ara, amb PUBLICWORKS® es poden definir fàcilment, podent efectuar com a conseqüència, seguiments de la xarxa, en conèixer la seva topologia. Per poder implementar les funcions de l'SGA, cal disposar d'informació referent a la connectivitat entre les entitats, i facilitar d'aquesta manera la programació de seguiments a l'interior d'una comanda. Amb aquesta finalitat es procedeix a crear les associacions necessàries accedint al menú principal de GEOMEDIA® a "*PublicWorks/Feature Model...*", escollint el magatzem Access/XARXA de la llista de magatzems, fent clic amb el botó dret del ratolí a sobre de "*Feature Classes*" i finalment seleccionant "*Create Associations ...*".

Al magatzem Access/XARXA es creen les associacions següents en forma de taules:

- C_BOMBA_CANONADA (1)
- C_CANONADA_CONSUM (2)
- C_CANONADA_JUNTA (3)
- C_CANONADA_VALVULA (4)
- C_DIPOSIT_JUNTA (5)
- C_DIPOSIT_VALVULA (6)

Cada associació correspon a una taula amb dues claus primàries. La primera clau s'importa de la primera entitat de l'associació i la segona clau de la segona entitat. A mesura que es creen instàncies d'entitats de la xarxa i aquestes es van connectant, s'actualitzen les taules amb els respectius valors de les claus primàries de les entitats. Tot i que els seguiments programats en l'SGA poden ser executats en qualsevol dels dos sentits de la xarxa, no és necessari crear les associacions en els dos sentits, atès que una associació estableix la connectivitat de la primera entitat amb la segona i de la segona amb la primera. S'han determinat les associacions observant la connectivitat real, dos a dos, dels tipus d'instàncies del model de xarxa creat.

Per exemple, en el model creat hi ha una entitat de tipus BOMBA que està connectada a una entitat de tipus CANONADA, associació (1), i una entitat de tipus CANONADA que està connectada a una entitat de tipus BOMBA, associació (1). Mitjançant la taula d'associació (1) és possible saber, per a cada instància de BOMBA representada per la seva clau primària, Id, quines són les canonades representades per la seva clau primària, Id, amb les quals la BOMBA està connectada. Amb la mateixa taula d'associació, a partir d'una instància de CANONADA, és possible conèixer les instàncies de BOMBA que la primera té connectades.

D'igual forma s'estableixen associacions de CANONADA amb CONSUM (2), JUNTA (3), i VALVULA (4), facilitant saber quines entitats de tipus CONSUM, JUNTA o VALVULA estan connectades a una determinada entitat de tipus CANONADA. Amb les associacions (5) i (6) es poden saber quines entitats de tipus JUNTA o VALVULA estan connectades a entitats de tipus DIPOSIT. Les associacions (3) i (5) també permeten saber quines entitats de tipus CANONADA o DIPOSIT estan connectades a entitats de tipus JUNTA, i finalment, les associacions (4) i (6) també determinen quines entitats de tipus CANONADES o DIPOSITS estan connectades a entitats de tipus VALVULA.

A continuació cal realitzar la importació de les imatges georeferenciades corresponents al mapa topogràfic i a l'ortofoto a l'interior d'una finestra de mapa, i procedir a la digitalització manual de les entitats partint del plànol del mapa topogràfic que s'haurà col·locat com a fons de la finestra de mapa. Aquestes dues tasques es descriuen a continuació a l'aparat 6.5.

# 6.5 Importació d'imatges i digitalització d'entitats geogràfiques

Per poder digitalitzar les entitats cal importar les imatges que s'utilitzaran com a fons abans de dibuixar. L'apartat 6.5.1 descriu els problemes que s'han trobat a l'importar les imatges obtingudes de l'ICC en format MrSID® i com s'han resolt. Després es mostren els resultats obtinguts en la digitalització manual de les entitats, tant de la TOPOGRAFIA, vegeu l'apartat 6.5.2, com de la XARXA, vegeu l'apartat 6.5.3.

## 6.5.1 Importació a GEOMEDIA® d'imatges MrSID®

INTERGRAPH® afirma que GEOMEDIA® és compatible amb dues de les versions de MrSID: versió 2 i versió 3. Amb aquesta informació es prova d'importar directament les imatges georeferenciades que han estat obtingudes de l'ICC accedint al menú principal de GEOMEDIA® a "*Insertar/Imágenes Georeferenciadas...*". A continuació apareix una finestra de diàleg tal com es mostra a la figura 6-08:

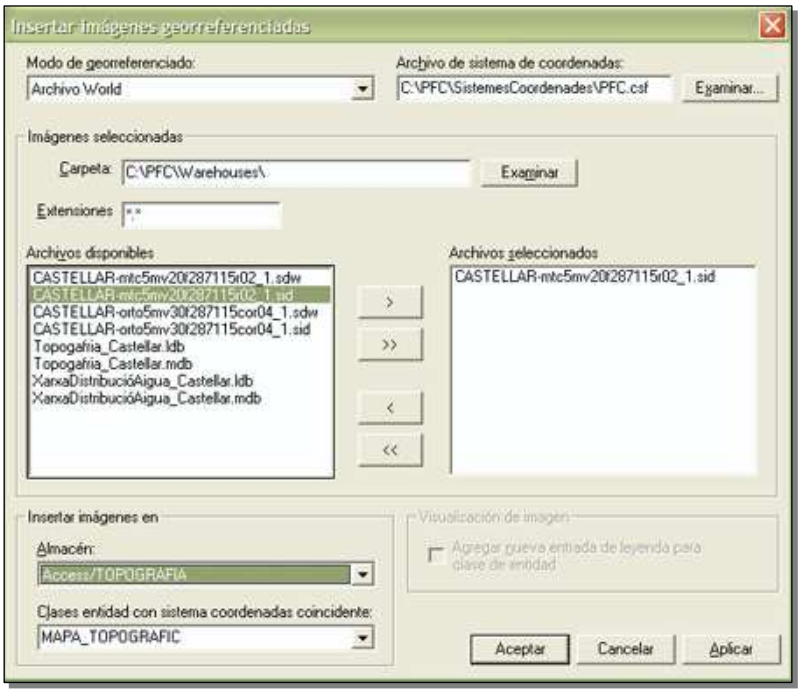



**Figura 6-08.** Finestra d'inserció a GEOMEDIA® d'imatges georeferenciades

A GEOMEDIA® es considera que els arxius en format MrSID® (**.sid*), tot i ser georeferenciats internament, segueixen la modalitat de georeferenciat de tipus *World*, és a dir, que les georeferències s'obtenen a partir d'un arxiu extern (**.sdw*). Se selecciona "*Archivo World*" a "*Modo de georeferenciado*", "PFC.csf" a "*Archivo de sistema de coordenadas*" (és l'arxiu amb el sistema de coordenades del *Geoworkspace* que correspon al sistema de coordenades emprat per l'ICC: vegeu l'apartat 6.4.1), s'afegeix a "*Archivos seleccionados*" l'arxiu MrSID® que es vol importar i finalment s'especifiquen el magatzem: "Access/TOPOGRAFIA"; i la classe d'entitat que contindrà la imatge: "MAPA_TOPOGRAFIC".

Tot i que apareix a la llegenda de la finestra de mapa l'entitat MAPA_TOPOGRAFIC, la imatge no es visualitza. Per resoldre aquest problema es procedeix a descarregar la versió d'avaluació de l'eina Lizardtech Geoexpress with MrSID 5.0® **[6-07]**. Aquest producte permet, entre d'altres funcions, crear, actualitzar, generar mosaics, vegeu l'apartat 4.3.1-Mosaics, optimitzar i retallar imatges en format MrSID®. S'aprofita, mitjançant el *Job* "*Images*", per retallar el contorn que envolta el mapa topogràfic fent-lo coincidir amb les mateixes dimensions que l'ortofotografia. La imatge generada s'actualitza a la versió 3, mitjançant el *Job* "*Updates*" marcant a "*Encode Options/Output-Output Options*" les opcions "*Create Flattened Mosaic*" i "*Enable multiresolution updating*" i finalment s'optimitza el resultat, usant compressió amb pèrdua, vegeu l'apartat 4.3.1-Compressió i descompressió sense pèrdua i amb pèrdua, de manera que la imatge ocupi menys espai de disc i es visualitzi amb més celeritat a l'interior de la finestra de mapa quan es fa un zoom. En aquest procés s'ha generat un nou arxiu *sid* i un nou arxiu *World sdw*.

Es prova de nou a importar la imatge del mapa topogràfic, aconseguint la visualització correcta al fons de la finestra de mapa. Es procedeix també a actualitzar, optimitzar i importar la imatge corresponent a la ortofotografia. En aquest instant ja s'està en posició de poder començar a crear instàncies de les entitats emprant les eines de digitalització manual que acompanyen a GEOMEDIA®. Tot seguit es procedeix a la creació de la base cartogràfica o topografia.

## 6.5.2 Digitalització de la TOPOGRAFIA

Primer de tot s'introdueixen manualment les entitats corresponents a les **ILLES**. Aquesta classe d'entitat ha estat declarada amb una geometria en forma d'àrea, i per introduir cada instància d'entitat cal especificar cadascun dels punts que conformen el seu polígon accedint al menú principal de GEOMEDIA® a "*Insertar/Entidad...*", seleccionant el magatzem Access/TOPOGRAFIA la classe d'entitat ILLA, i resseguint sobre el plànol cadascun dels punts. A la figura 6-09 s'observa el resultat de digitalitzar una ILLA emprant les eines ofertes per GEOMEDIA®:

**Figura 6-09.** Procés de digitalització de l'entitat ILLA

A continuació s'introdueixen manualment les entitats corresponents als **CARRERS**. Val a dir que només s'han digitalitzat els carrers corresponents a la zona **EST** de la població on hi ha la xarxa de distribució. Aquesta classe d'entitat ha estat declarada amb una geometria en forma d'àrea. Es realitza el mateix procés abans esmentat i el resultat s'observa a la figura 6-10:

**Figura 6-10.** Procés de digitalització de l'entitat CARRER

El resultat final de digitalitzar la TOPOGRAFIA s'observa a la figura 6-11, on s'han efectuat canvis en relació a la visualització de les entitats, mostrant-les completament emplenades, i també s'han classificat les **ILLES** en funció de la seva zona (**OEST**: color verd i **EST**: color groc) emprant un mapa temàtic per *Zona* i identificant cada ILLA de la zona EST amb una etiqueta numèrica:

En un principi es pretén construir una xarxa de distribució d'aigües que abasti tota la població, i per aquest motiu es comença per digitalitzar totes les seves illes de manera molt laboriosa. A continuació es comença a implementar el model de la xarxa i s'aprecia que el volum de feina necessari per crear la xarxa de la població sencera pot resultar enorme, i pot endarrerir molt la resta de tasques del projecte. Per aquest motiu es decideix restringir la xarxa a la zona **EST**, però visualitzant les illes de la zona **OEST**, per tal d'aprofitar la feina feta, i per si en un futur és possible crear una xarxa també en aquesta zona.

**Figura 6-11.** Representació al complet de la base topogràfica del prototip

A continuació es procedeix a la digitalització de les entitats dels components de la XARXA.

## 6.5.3 Digitalització de la XARXA

El resultat final de digitalitzar la XARXA, usant punts, línies i alguna àrea, s'observa a la figura 6-12. En la imatge més gran d'aquesta figura es pot observar el traçat complet de la xarxa, el qual segueix un model de topologia mixta ramificada-mallada:

- A la part superior hi ha un DIPOSIT (en color blau cel) que alimenta tota la xarxa. També a la part superior hi ha una BOMBA (en color taronja) que a través d'algunes CANONADES SECUNDÀRIES (en color blau fosc) impulsa l'aigua obtinguda d'alguna font de captació (no representada) fins al DIPOSIT

- A partir d'aquest DIPOSIT surt una CANONADA PRINCIPAL (en color vermell) que transcorre pel mig de la població i alimenta d'aigua a CANONADES SECUNDÀRIES. D'aquestes últimes surten CANONADES de SERVEI (en color verd) que fan arribar l'aigua als punts de CONSUM (rodona de color vermell). Les CANONADES s'uneixen mitjançant JUNTES (rodona de color magenta) i en certs trams es col·loquen VALVULES (rodona de color negre) que regulen el cabal. A l'apartat 6.6 s'estableix la simbologia triada per representar aquests elements

- A les imatges ampliades s'aprecia com es fa arribar l'aigua a les ILLES, representades per punts de CONSUM, unint, mitjançant JUNTES, CANONADES PRINCIPALS, SECUNDÀRIES i de SERVEI. Al tram final arriba una CANONADA de SERVEI, la qual connecta amb una VALVULA de tipus CLAU DE PAS que permet fer arribar o no l'aigua fins al punt de CONSUM mitjançant una altra CANONADA de SERVEI. A la imatge ampliada de l'esquerra s'observa la creació d'un mapa temàtic d'entitats VALVULA per *Obertura* (una rodona negra amb fons blau clar representa una obertura completa (*Obertura*=10), i una rodona amb fons groc representa que la vàlvula està tancada (*Obertura*=0)). A la imatge ampliada de la dreta s'ha realitzat una consulta espacial, demanant aquelles entitats CANONADA que estan connectades a entitats VALVULA, i on l'estat d'aquestes darreres és *Obertura*=0 (S'observa ara el color de la canonada en verd).

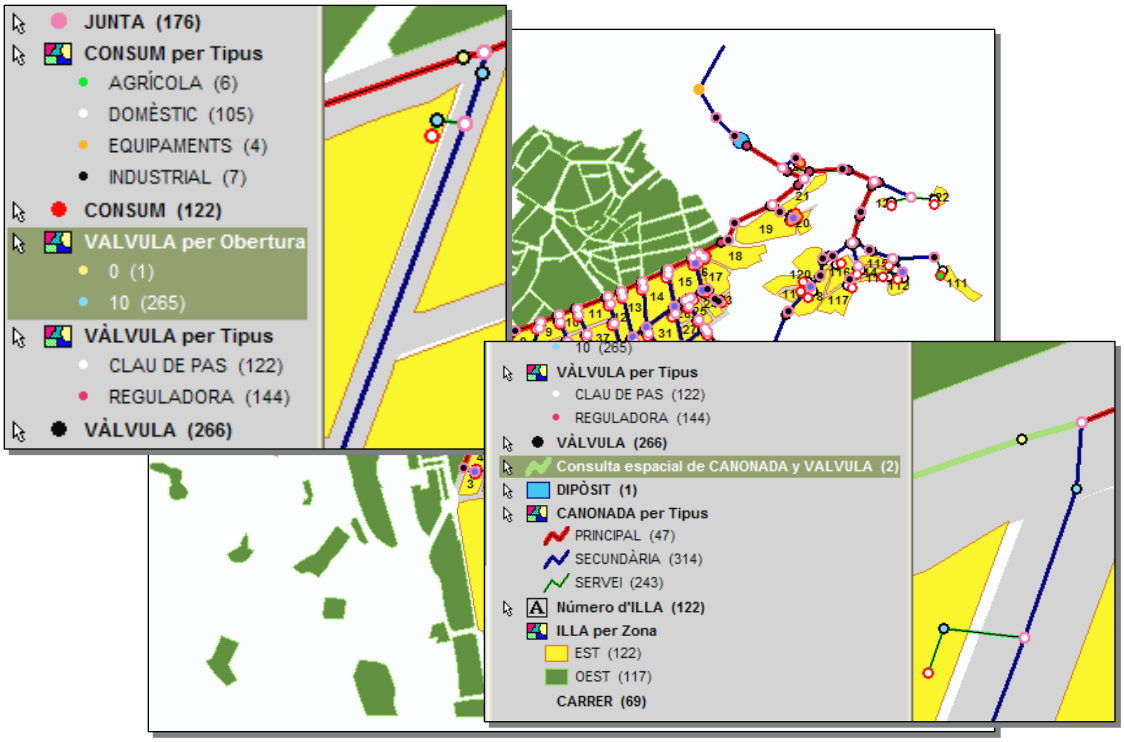
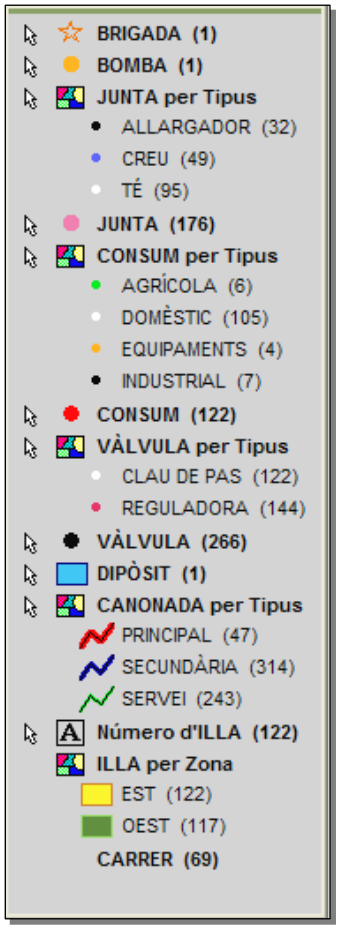



**Figura 6-12.** Representació al complet de la base topogràfica i de la xarxa del prototip

# 6.6 Disseny de la interfície d'usuari

Una bona interfície d'usuari és important, atès que una bona representació visual pot ajudar a comprendre millor el significat de cada component del prototip. Aquesta tasca consisteix a configurar la llegenda de la finestra de mapa, especificant l'estil de cada entitat i creant una temàtica per a cada entitat que es pugui classificar per *Tipus*: aquest és el cas de les entitats JUNTA, CONSUM i VÀLVULA. També es crea una temàtica per *Zona* per a l'entitat ILLA.

A continuació es mostra la representació de cada component tal com es visualitza a la llegenda, figura 6-13, i a la finestra de mapa, a la seva dreta:



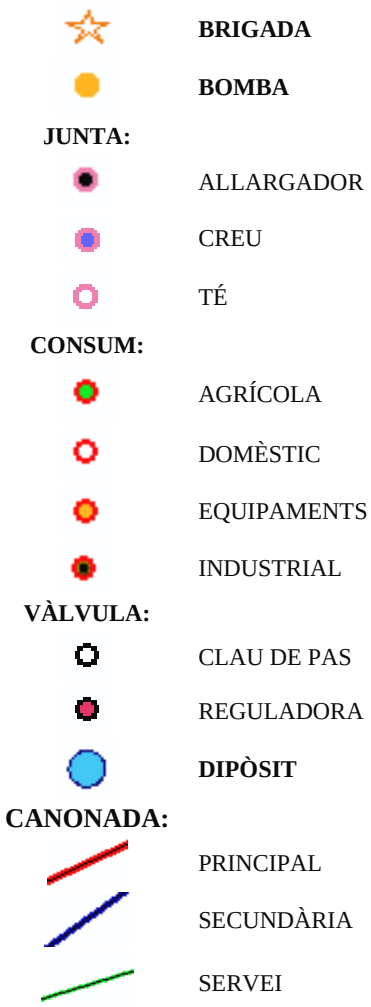




**Figura 6-13.** Llegenda de mapa del prototip

Per acabar amb el prototip es configuren tres finestres de mapa que es diferencien pel seu fons:

1. Xarxa de Distribució d'Aigua/Est-Castellar del Vallès (No hi fons)
2. Mapa Topogràfic+Xarxa de Distribució d'Aigua/Est-Castellar del Vallès (amb fons de mapa)
3. OrtoFoto+Xarxa de Distribució d'Aigua/Est-Castellar del Vallès (amb fons d'ortofoto)

# 6.7 Creació del Sistema de Gestió d'Avaries

El procés de desenvolupament del Sistema de Gestió d'Avaries segueix un cicle de vida iteratiu basat en prototipatge, fonamentat en tres etapes :

1) Disseny
2) Implementació
3) Proves

↓

És fidel als Requeriments? Sí/No

SGA

S'ha triat aquest model de cicle de vida degut, principalment, a les proporcions reduïdes del sistema. El procés iteratiu permet corregir aspectes de disseny a partir de les proves realitzades, fins a obtenir un producte que compleix amb els requeriments sol·licitats pels usuaris, i a més, gaudeix també de les qualitats mínimes exigides pel mercat. A continuació es descriuen les etapes de Disseny i d'Implementació realitzades durant la primera iteració. En successives iteracions es detecten mancances i errors, i es corregeixen, quedant modificats alguns dels diagrames i el pseudocodi mostrats a continuació.

## 6.7.1 Disseny

Durant l'etapa de disseny s'elabora un diagrama de Cas d'Ús, figura 6-14, que permet detectar els mòduls que composen el sistema, així com un diagrama de Seqüència, que permet establir les relacions entre aquests mòduls, figura 6-15.

### 6.7.1.1. Diagrama de Cas d'Ús

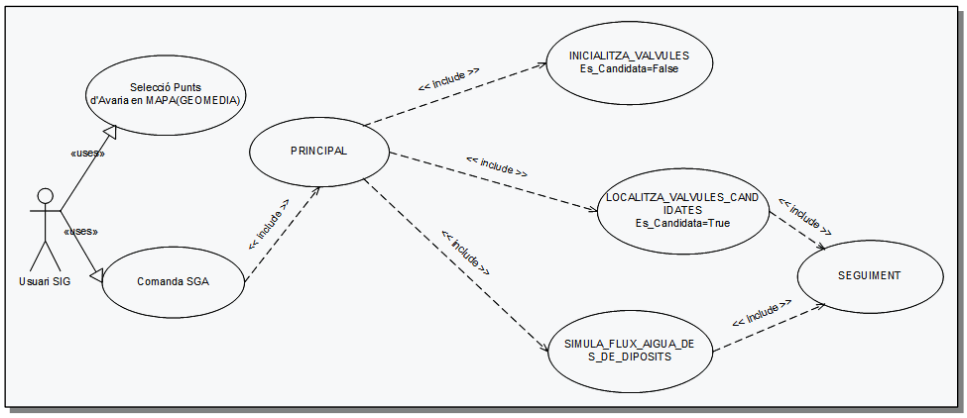



**Figura 6-14.** Diagrama de Cas d'Ús de l'SGA

A la figura 6-14 es pot veure el diagrama de Cas d'Ús de l'SGA. L'usuari del SIG (Usuari SIG) efectua una selecció dels punts de la xarxa que tenen una avaria, marcant-los en la finestra de MAPA de GEOMEDIA®.

A continuació, demana d'executar la comanda de l'SGA. Aquesta està formada per un mòdul PRINCIPAL, des del qual es realitza una crida a cada un dels mòduls següents: INICIALITZA_VALVULES, LOCALITZA_VALVULES_CANDIDATES i SIMULA_FLUX_AIGUA_DES_DE_DIPOSITS. Des dels dos darrers mòduls es realitzen crides al mòdul SEGUIMENT. A continuació s'explica la funció de cada mòdul:

- Mòdul **INICIALITZA_VALVULES**: Canvia l'estat de l'atribut *Es_Candidata* al valor "*False*" a totes les instàncies d'entitat de tipus VALVULA
- Mòdul **LOCALITZA_VALVULES_CANDIDATES**: Localitza les entitats que l'Usuari SIG ha seleccionat al MAPA com a punts d'avaria. Mostra en destacat sobre el mapa aquestes entitats i per cada entitat seleccionada es realitza la crida al mòdul SEGUIMENT. Mitjançant tècnica recursiva, aquest darrer mòdul localitza, a través d'informació de connectivitat, les vàlvules que cal tancar per a aïllar els punts seleccionats, i canvia el valor de *Es_Candidata* al valor "*True*" de la vàlvula trobada
- Mòdul **SIMULA_FLUX_AIGUA_DES_DE_DIPOSITS**: Localitza les entitats de tipus DIPOSIT que hi ha a la xarxa, i per cada entitat trobada realitza la crida al mòdul SEGUIMENT. Mitjançant tècnica recursiva, aquest darrer mòdul ressegueix tota la xarxa, a partir dels DIPOSITS, a través d'informació de connectivitat, fins a trobar un punt de CONSUM. Mentre no troba cap VALVULA candidata (*Es_Candidata*="*True*") segueix avançant sense ressaltar sobre el MAPA cap de les entitats trobades. En el moment en que localitza una VALVULA candidata, la ressalta en el MAPA, i ressalta també les entitats que troba a partir d'aquell moment
- Mòdul **SEGUIMENT**: Executa, utilitzant recursivitat, el seguiment de la xarxa aprofitant la informació de connectivitat disponible. Hi ha dos tipus de seguiments: 1) Per trobar VALVULES i 2) per trobar CONSUMS. Mitjançant paràmetres s'especifica el tipus de seguiment, l'entitat origen, l'entitat destí i si s'ha de destacar sobre el mapa el que troba o no. L'entitat destí és l'entitat a partir de la qual s'han de trobar les entitats connectades a ella i continuar el SEGUIMENT. L'entitat origen serveix per saber de quina entitat es procedeix i no retornar a ella

### 6.7.1.2. Diagrama de Seqüència

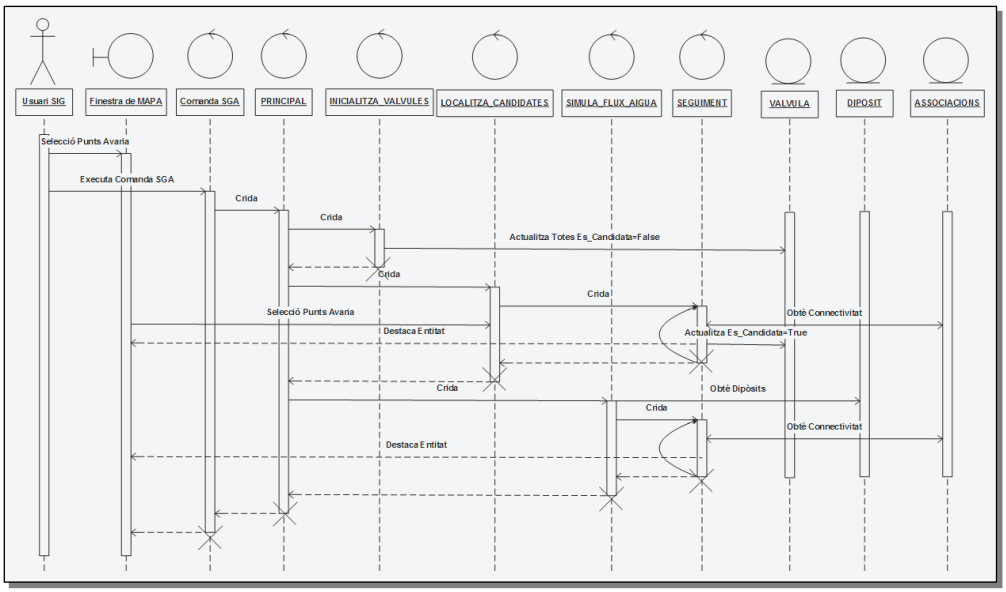



**Figura 6-15.** Diagrama de Seqüència de l'SGA

### 6.7.2 Implementació

En l'etapa d'implementació es defineix el pseudocodi de cada mòdul i després es codifica en el llenguatge de programació. A continuació es descriu el pseudocodi de cadascun dels mòduls, començant pel mòdul PRINCIPAL:

```
Modul PRINCIPAL
Inici_Modul
  ObreConnexioMagatzem("Access/XARXA")
  Crida_Modul INICIALITZA_VALVULES
  Crida_Modul LOCALITZA_VALVULES_CANDIDATES
  Crida_Modul SIMULA_FLUX_AIGUA_DES_DE_DIPOSITS
  TancaConnexioMagatzem("Access/XARXA")
Fi_Modul
```

```
// Recupera una llista de totes les entitats de tipus VALVULA:
// Per cada vàlvula actualitza el valor de l'atribut Es_Candidata a FALSE
Modul INICIALITZA_VALVULES
Inici_Modul
  Llista_Valvules <- ObteEntitatsMagatzem(VALVULA, totes)
  Per cada entitat_valvula de Llista_Valvules
    ActualitzaAtributEntitat(VALVULA, entitat_valvula, Es_Candidata, FALSE)
  Fi_Per
Fi_Modul
```

```
// Obté les entitats assenyalades per l'usuari com a punts d'avaria en un MAPA
// Per cada entitat efectua un seguiment recursiu fins a trobar una vàlvula
// Actualitza l'atribut Es_Candidata de la VALVULA trobada a TRUE
Modul LOCALITZA_VALVULES_CANDIDATES
Inici_Modul
  Llista_Enitats_Avaria <- ObteSeleccioVistaMapa(MAPA)
    Per cada entitat_avaria de Llista_Entitats_Avaria
      VisualitzaDestacat(entitat_avaria)
      Crida_Modul SEGUIMENT(1, entitat_avaria, entitat_avaria, FALSE)
    Fi_Per
Fi_Modul
```

```
// Recupera una llista de totes les entitats de tipus DIPOSIT
// Per cada dipòsit efectua un seguiment recursiu fins a trobar una vàlvula marcada com
// Es_Candidata=TRUE, destacant sobre el mapa a partir d'aquell moment les entitats
// trobades. Finalitza la recursivitat quan troba una entitat de tipus CONSUM
Modul SIMULA_FLUX_AIGUA_DES_DE_DIPOSITS
Inici_Modul
  Llista_Diposits <- ObteEntitatsMagatzem(DIPOSIT, totes)
  Per cada entitat_diposit de Llista_Diposits
    Crida_Modul SEGUIMENT(2, entitat_diposit, entitat_diposit, FALSE)
  Fi_Per
Fi_Modul
```

```
// Recupera les entitats connectades a l'entitat_desti
//      Si tipus_seguiment=1
//        Si tipus(entitat_connectada)=VALVULA
//              - Actualitza l'atribut Es_Candidata de la VALVULA trobada a TRUE
//              - Mostra la VALVULA amb una visualització destacada
//              - Finalitza la Recursivitat
//      Si tipus_seguiment=2
//        Si tipus(entitat_connectada)=VALVULA
//          - S'obté atribut Es_Candidata
//          Si Es_Candidata
//            - Es_Destaca=TRUE
//        Si Es_Destaca=TRUE
//              - Mostra l'entitat_connectada amb una visualització destacada
//        Si tipus(entitat_connectada)=CONSUM
//          - Finalitza la Recursivitat
// Per cada entitat_connectada diferent d'entitat_origen efectua un SEGUIMENT
Modul SEGUIMENT(tipus_seguiment, entitat_origen, entitat_desti, destacada)
Inici_Mòdul
  Var Es_Destaca=destacada

  Llista_Enitats_Connectades <- ObteEntitatsConnectades(entitat_desti)
  Per cada entitat_connectada de Llista_Entitats_Connectades
    Si entitat_connectada <> entitat_origen
      Si tipus_seguiment=1
        Si tipus(entitat_connectada)=VALVULA
          ActualitzaAtributEntitat(VALVULA, entitat_connectada,Es_Candidata, TRUE)
          VisualitzaDestacat(entitat_connectada)
        Altrament
          Crida_Modul SEGUIMENT(1, entitat_desti, entitat_connectada, FALSE)
        Fi_Si
      Altrament
        Si tipus_seguiment=2
          Si tipus(entitat_connectada)=VALVULA
            entitat_valvula <- ObteEntitatsMagatzem(VALVULA, entitat_connectada)
            Si entitat_velvula=Es_Candidata
              Es_Destaca=TRUE
            Fi_Si
          Fi_Si
          Si Es_Destaca=TRUE
            VisualitzaDestacat(entitat_connectada)
          Fi_Si
          Si tipus(entitat_connectada) <> CONSUM
            Crida_Modul SEGUIMENT(2, entitat_desti, entitat_connectada, Es_Destaca)
          Fi_Si
        Fi_Si
      Fi_Si
    Fi_Si
  Fi_Per
Fi_Modul
```

# 6.8 Funcionament del Sistema de Gestió d'Avaries

El funcionament de l'SGA a nivell d'usuari és molt senzill. L'usuari que vol conèixer les vàlvules candidates a tancar a causa d'una o més avaries, i els ramals i els punts de consum afectats pel tancament d'aquestes vàlvules, s'ha de posicionar a la finestra de mapa i seleccionar, mitjançant el ratolí, les entitats de la xarxa afectades per una avaria. A la figura 6-18 (esquerra), s'observen dues canonades seleccionades (en color verd). A continuació ha de seleccionar l'opció "Avaries" del menú "SGA" o bé fer clic amb el ratolí per sobre del botó assignat a l'SGA, que es troba en una barra d'eines de GEOMEDIA® i que executa la comanda:

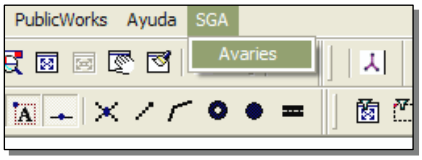



**Figura 6-16.** Menú i botó de l'SGA

Tot seguit es presenta la finestra de diagnòstic d'avaries que permet a l'usuari inicialitzar els atributs de la base de dades corresponents a l'SGA, deixant el SIG sense cap avaria, o bé efectuar el diagnòstic d'avaries a partir de la selecció prèvia de les entitats seleccionades:

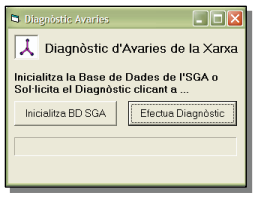



**Figura 6-17.** Finestra de Diagnòstic d'Avaries de l'SGA

Una vegada executada l'opció d'efectuar el diagnòstic i tancada la finestra d'avaries, es visualitzen en forma destacada, sobre la finestra de mapa, les vàlvules candidates, els ramals i punts de consum afectats. Se'n pot veure un exemple a la figura 6-18 (dreta).

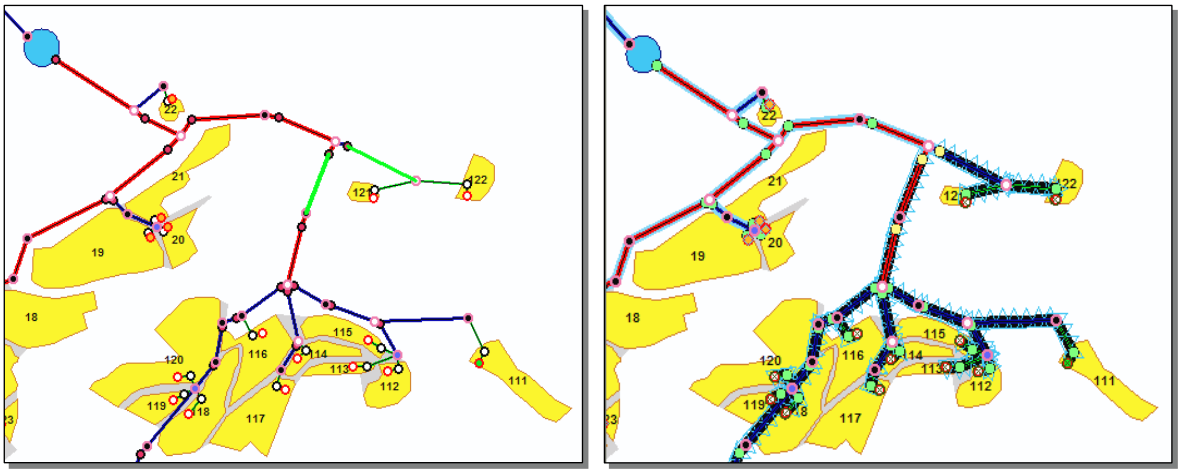


**Figura 6-18.** Selecció Punts d'Avaria (esquerra) i Mostra de Resultats SGA (dreta)

# **Capítol 7** Conclusions

Aquest capítol presenta algunes consideracions finals en relació al treball efectuat. La realització de les activitats d'aquest projecte de fi de carrera ha permès a l'autor arribar a les següents conclusions:

- Els SIG són una poderosa eina de modelització de la realitat geogràfica, que reuneixen, en un sol producte, el poder dels sistemes computacionals gràfics del tipus CAD, *Computer-Aided Design* (Disseny Assistit per Ordinador*)*, o AM, *Automated Mapping* (Cartografia Assistida per Ordinador), el poder de las bases de dades i els SGBD, Sistemes de Gestió de Bases de Dades, i en alguns casos també el poder de les eines de desenvolupament de programari. Però si alguna cosa carateritza a un SIG per sobre de la resta de les eines esmentades, **és la seva capacitat per realitzar anàlisis espacials complexes**, relacionant informació gràfica amb informació gràfica, o informació gràfica amb informació alfanumèrica

- Per poder construir un SIG **es fa necessari disposar d'uns coneixements mínims en el camp de la Cartografia**, atès que bona part de la informació que manipulen és informació gràfica georeferenciada emprant un sistema de coordenades geogràfiques. S'han de conèixer especialment els sistemes de projecció i els sistemes de coordenades geogràfiques utilitzades principalment avui en dia en la cartografia digital i en els SIG: UTM

- Tot i que GEOMEDIA PROFESSIONAL®, en la seva versió 5.2, **NO és una eina SIG adequada per a la modelització de xarxes de distribució d'aigües**, sí que és una eina potent que es pot fer servir per implementar qualsevol tipus de SIG, sempre i quan no es requereixi disposar d'informació i funcionalitats relacionades amb la connectivitat de les entitats, com succeeix en les xarxes de distribució d'aigües, on s'ha de tenir en compte informació d'odre topològic a nivell de les relacions entre entitats. El producte, de fet, sí emmagatzema informació d'ordre topològic, però ho fa a nivell dels components bàsics de qualsevol entitat: punts, línies, polígons i àrees.

  Un dels principals avantatges d'aquesta eina és la seva arquitectura oberta, que facilita la integració d'informació geogràfica en diferents formats i en diferents sistemes de coordenades, permet emmagatzemar-la en diferents magatzems de dades en forma de servidors de bases de dades, i alhora és personalitzable mitjançant una API, *Application Program Interface*, que segueix l'arquitectura estàndard OLE/COM. No obstant, en la versió provada s'han observat esporàdicament alguns errors de funcionament quan es digitalitzen entitats, i fins i tot, el tancament inesperat de l'aplicació, apareixent una finestra que informa d'aquest fet

- GEOMEDIA PUBLICWORKS® es podria considerar com una versió avançada de GEOMEDIA® que **SÍ és una eina SIG adequada per a la modelització de xarxes de distribució d'aigües**, atès que resolt les limitacions del producte original en matèria de connectivitat mitjançant un nou model d'entitat, l'AFM, i a través de noves prestacions en forma d'associacions d'entitats AFM. És important destacar que sense aquest component no s'hagués pogut implementar un SIG d'una xarxa de distribució d'aigües amb les funcionalitats demanades al Sistema de Gestió d'Avaries, atès que aquest sistema necessita informació de connectivitat per poder realitzar seguiments a la xarxa

- No n'hi ha prou, quan s'implementa un SIG, de disposar de coneixements del que pot o no pot fer un SIG, en general, de conèixer els conceptes de Cartografia relacionats amb un SIG, de saber fer anar el programari SIG, de saber gestionar les bases de dades dels magatzems del SIG, i fins i tot de saber personalitzar un SIG amb un llenguatge de programació, **si no s'han adquirit abans els coneixements fonamentals d'allò que es vol modelar**. En el cas d'aquest treball s'ha fet palès que cal quelcom més que tot el coneixement abans esmentat. Per poder modelar una xarxa de distribució d'aigües ha estat necessari adquirir molta informació sobre aquesta matèria, abastant camps més propis de l'enginyeria hidràulica

- L'autor considera molt positiva la seva primera experiència en el camp dels SIG, tot i que l'esforç per adquirir els coneixements primer, i per adaptar-se després a la forma en la que es treballa en aquests sistemes, ha estat molt important, i ha requerit moltes més hores de les previstes inicialment. Moltes vegades, en relació al treball pràctic, l'autor ha pres decisions i ha executat accions que no s'ajusten a la manera usual en la que els professionals d'aquest camp solen treballar, i és aquí on s'evidencia que cal un nivell encara superior de coneixement: el ***KNOW HOW* dels SIG**, o allò que els francesos anomenen "*le savoire faire*", que només s'adquireix amb l'exercici de la pràctica professional

# **Capítol 8** Línies de continuació

Aquest capítol presenta les línies de continuació del treball pràctic, és a dir, algunes millores o ampliacions de funcionalitats que poden ser portades a terme sobre el prototip en un futur:

1. **POSICIONAMENT EN TEMPS REAL MITJANÇANT GPS**. Seria interessant que la informació de posicionament d'una brigada, obtinguda via dispositiu GPS i transmesa via mòdem GPRS, es pogués visualitzar en temps real sobre el mapa del prototip. Aquesta funcionalitat extra permetria aprofitar millor els recursos de manteniment de la xarxa quan s'ha produït una avaria, dotant de coneixement a la central de comandament en relació a si ja hi ha una brigada treballant a la zona.

   També seria de molta ajuda per a les mateixes brigades poder disposar d'un sistema SIG portàtil connectat a un GPS, on es visualitzés en tot moment la posició de la brigada sobre el plànol i ajudar a localitzar els components soterrats.

   Existeixen productes que s'afegeixen a GEOMEDIA® i que realitzen aquesta funcionalitat extra relacionada amb el posicionament GPS. Un d'aquests productes és, per exemple, GPSMedia® de la companyia francesa NASCA Géosystèmes® **[8-01]**. Les seves característiques principals són les següents:

   - Efectua la comunicació entre la sortida sèrie d'un dispositiu GPS i un magatzem de GEOMEDIA®
   - Utilitza un estàndard de comunicació anomenat NMEA 183
   - Registra en una classe d'entitat de tipus punt o composta, amb un interval de temps determinat per l'usuari, la posició geogràfica i una selecció de paràmetres subministrats pel GPS: altitud, quantitat de satèl·lits utilitzats, etcètera
   - Visualitza en temps real, sobre la finestra de mapa activa, la posició transmesa pel GPS

   El producte és pot utilitzar directament, sense necessitat d'efectuar cap adaptació, si s'aplica al cas en que les brigades disposen d'un SIG portàtil. Per al cas de la visualització sobre el SIG del comandament central de la posició en temps real de les brigades, caldria estudiar el producte a fons per determinar-ne la seva adaptació

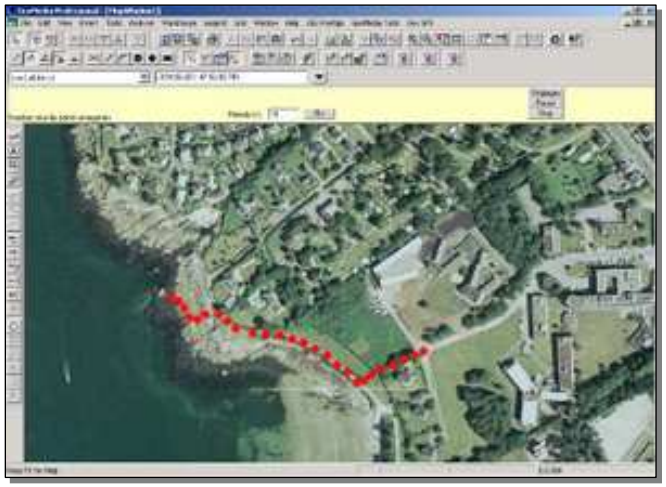


**Figura 8-01.** Posicionament en temps real sobre GEOMEDIA® amb GPSMedia®

2. **CREACIÓ DE COMANDA PER ENVIAR ORDRE DE TREBALL A BRIGADA MÉS PROPERA**. Es tractaria de desenvolupar una nova comanda, que assenyalant una brigada a sobre del mapa, proposés una finestra de diàleg en la qual s'introduïssin les ordres o peticions de manteniment a enviar, i que finalment s'enviessin aquestes ordres a través de mòdem GPRS. Se suposa que en aquest cas les brigades es localitzen en temps real a sobre del plànol i l'assignació de la brigada a una intervenció de manteniment es realitza amb intervenció humana

3. **MODIFICACIÓ DE LA COMANDA DE L'SGA**. Es tractaria de modificar la comanda del Sistema de Gestió d'Avaries per tal que, a més de cercar les vàlvules a tancar i els trams afectats per una o més avaries, enviés l'ordre de treball via mòdem GPRS a la brigada més propera. Se suposa que en aquest cas l'assignació de la brigada a una intervenció de manteniment es realitza de forma automàtica en funció de la proximitat de la brigada al lloc de l'avaria o avaries

4. **CREACIÓ DE COMANDA PER OBTENIR ESTAT A DISTÀNCIA D'UN COMPONENT.** Es tractaria de crear una nova comanda que, assenyalant a sobre del plànol un component de la xarxa, amb capacitat de teledetecció, generés una trucada al dispositiu i obtingués el seu estat a petició de l'usuari. Per exemple, conèixer el nivell de combustible d'una bomba

5. **CREACIÓ DE COMANDA PER GESTIONAR ESTAT A DISTÀNCIA D'UN COMPONENT.** Es tractaria de crear una nova comanda que, assenyalant a sobre del plànol un component de la xarxa, amb capacitat de telegestió, generés una trucada al dispositiu i modifiqués el seu estat a petició de l'usuari. Per exemple, ajustar el grau d'obertura d'una vàlvula, engegar o aturar una bomba, etcètera

# Bibliografia

## Introducció als SIG

**[2-01]** ***Sistema de Información Geográfica en Epidemiología y Salud Pública***
*Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*
*Ministerio de Salud de Chile*
[http://epi.minsal.cl/SigEpi/tema01.html, 12 d'octubre de 2005]

**[2-02]** ***Sistemas de Información Geográficos***
*Álvaro de J. Carmona, Jhon Jairo Monsalve R*
[http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml, 12 d'octubre de 2005]

**[2-03]** ***Orbis Terrarum-El Cosmos Romano***
*Lucus Augusti*
[http://www.arqweb.com/lucusaugusti/orbis.asp, 12 d'octubre de 2005]

**[2-04]** ***Sistemas de Información Geográfica***
*Wikipedia*
[http://es.wikipedia.org/wiki/SIG, 12 d'octubre de 2005]

**[2-05]** ***Canadian Geographic Information Systems***
*Wikipedia*
[http://en.wikipedia.org/wiki/Canadian_GIS, 12 d'octubre de 2005]

**[2-06]** ***Intergraph Geomedia Professional***
[http://www.intergraph.com/gmpro/, 12 d'ctubre de 2005]

**[2-07]** ***Introducción a los Sistemas de Información Geográfica***
*Francisco Alonso Sarría*
[http://www.ctio.noao.edu/ftp/pub/leiton/MAMC/LIBROS/Introducci%F3n%20a%20los%20Sistemas%20de%20Informaci%F3n%20Geogr%E1fica_temario.pdf, 13 d'ctubre de 2005]

**[2-08]** ***SIG para principiantes***
*Geographic Learning for Sustainable Development*
*MyCOE, The My Community, Our Earth Project*
[http://www.aag.org/sustainable/resources/student_guide/3%20Otros/3.SIG%20para%20principiantes.pdf, 13 d'ctubre de 2005]

# Introducció a la cartografia

**[3-01]** ***Cartografía***
*Wikipedia*
[http://es.wikipedia.org/wiki/Cartograf%C3%ADa, 14 d'octubre de 2005]

**[3-02]** ***Geodesia***
*Wikipedia*
[http://es.wikipedia.org/wiki/Geodesia, 14 d'octubre de 2005]

**[3-03]** ***Paralelo***
*Wikipedia*
[http://es.wikipedia.org/wiki/Paralelo, 14 d'octubre de 2005]

**[3-04]** ***Meridiano***
*Wikipedia*
[http://es.wikipedia.org/wiki/Meridiano, 14 d'octubre de 2005]

**[3-05]** ***Latitud***
*Wikipedia*
[http://es.wikipedia.org/wiki/Latitud, 14 d'octubre de 2005]

**[3-06]** ***Longitud***
*Wikipedia*
[http://es.wikipedia.org/wiki/Longitud, 14 d'octubre de 2005]

**[3-07]** ***Las Coordenadas Geográficas y la Proyección UTM. El DATUM***
[http://www.internety.net/fbueno/palmgps/documentos/cgpUTM.pdf, 15 d'octubre de 2005]

**[3-08]** ***Map scale***
*Wikipedia*
[http://en.wikipedia.org/wiki/Map_scale, 15 d'octubre de 2005]

**[3-09]** ***Nociones de Cartografía***
[http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/Geodesia/Seccion%20Temas%20de%20Cartografia/NOCIONESCARTOGRAFIA.PDF, 15 d'octubre de 2005]

**[3-10]** ***Reference ellipsoide***
*Wikipedia*
[http://en.wikipedia.org/wiki/Reference_ellipsoid, 15 d'octubre de 2005]

# Geomedia Professional 5.2®

**[4-01]** ***Intergraph Geomedia Professional***
[http://www.intergraph.com/gmpro/, 20 d'ctubre de 2005]

**[4-02]** ***Intergraph***
[http://www.intergraph.com/, 20 d'ctubre de 2005]

**[4-03]** ***GeoMedia Architecture Advantatge-White Paper***
[http://spatialnews.geocomm.com/whitepapers/GeoMedia_Architecture_Advantage.pdf, 21 d'ctubre de 2005]

**[4-04] FAQ-Preguntes freqüents**
ICC-Institut Cartogràfic de Catalunya
[http://www.icc.es/catala/catafaq.html, 22 d'octubre de 2005]

**[4-05]** ***LIZARDTECH España***
[http://www.lizardtech.es/index.php, 23 d'octubre de 2005]

**[4-06]** ***Desarrollo de Aplicaciones GeoGráficas con Geomedia-Marzo 2003***
*INTERGRAPH*

# Geomedia PublicWorks®

**[5-01]** ***Manual del usuario de Modelo de entidad de Geomedia PublicWorks Manager***
*INTERGRAPH*
[http://imgssupport.intergraph.com/documents/DJF087710.pdf, 12 de novembre de 2005]

# Treball pràctic

**[6-01]** ***Abasto de aguas urbanas***
*Editorial de Construcción Arquitectónica*
*Universidad de las Palmas de Gran Canaria*
[http://editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/1_ABASTO/index.htm, 9 de novembre de 2005]

**[6-02]** ***Los captadores de brumas***
*Revista 22/Año 2001*
*Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente*
*Gobierno de Canarias*
[http://www.gobcan.es/medioambiente/revista/2001/22/275/, 9 de novembre de 2005]

**[6-03]** ***Dimensionado óptimo de redes de distribución de agua ramificadas considerando los elementos de regulación***
*Tesis Doctoral de Rafael Pérez García*
*Universidad Politécnica de Valencia*
[http://www.itistmo.edu.mx/MetalMecanica/dimensionamiento%20optimoderedesdedistribuciondeagua.pdf, 10 de novembre de 2005]

**[6-04]** ***EPANET 2.0 en Español***
*Análisis Hidráulico y de Calidad en Redes de Distribución de Agua*
[http://www.idmh.upv.es/manual/EN2manual_esp.pdf, 10 de novembre de 2005]

**[6-05] Ajuntament de Sabadell**
El web de l'aigua-Abastament d'aigua
[http://www.sabadell.net/Cat/Aigua/documents/Aigua_PlanolAbastament.PDF, 11 de novembre de 2005]

**[6-06] Distribució de Productes Digitals**
ICC-Institut Cartogràfic de Catalunya
[http://ranger.icc.es/sid/iccplus/bin/toponimia.html, 11 de novembre de 2005]

**[6-07]** ***LIZARDTECH España***
[http://www.lizardtech.es/index.php, 12 de novembre de 2005]

**[6-08]** ***Manual del usuario de Modelo de entidad de Geomedia PublicWorks Manager***
INTERGRAPH
[http://imgssupport.intergraph.com/documents/DJF087710.pdf, 12 de novembre de 2005]

# Línies de continuació

**[8-01]** ***GPSMedia***
*NASCA Géosystèmes*
[http://www.nasca-geosystemes.com/1024/pdf/fiche%20produit_esp.pdf, 20 de desembre de 2005]

# Glossari

## *A*

***AM***
*Automated Mapping* · 29, 34, 103
***AUTOMATED MAPPING***
Cartografia assistida per ordinador · 29, 34, 103

## *B*

***BASE DE DADES***
Conjunt de dades organitzades i estructurades de tal manera que és eficient i fàcil la seva recuperació · 11, 19, 20, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 57

## *C*

***CAD***
*Computer-Aided Design* · 11, 20, 22, 23, 34, 35, 36
***CANADIAN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM***
Sistema d'Informació Geogràfic Canadenc destinat a inventariar les terres del Canadà, desenvolupat per Roger Tomlinson als anys 50 i 60. El sistema emmagatzema en un format de fàcil accés mapes digitalitzats i atributs corresponents al terreny canadenc · 26
***CARTOGRAFIA***
Ciència que estudia els mètodes de representació de la Terra sobre un mapa · 9, 10, 12, 19, 20, 23, 25, 29, 37, 38, 39, 44
***CARTOGRAFIA DE BASE***
Base cartogràfica · 10
***CGIS***
*CGIS-Canadian Geographic Information System* · 26
***COMPUTER AIDED DESIGN***
Disseny Assistit per Ordinador. Sistema de programari destinat a la generació computeritzada de dissenys, que utilitza informació gràfica en format vectorial per a construir els models · 22, 34, 103
***COORDENADES***
Cadascuna de dues magnituds o més que determinen la posició d'un element espacial (un punt, un pla, etc). · 11, 14, 22, 23, 32, 33, 34, 39, 47, 50
***COORDENADES GEOGRÀFIQUES***
Dues magnituds (latitud i longitud) o tres (latitud, longitud i altitud) que determinen la posició d'un element sobre la superfície terrestre · 30, 44, 46, 47, 48, 49

## *D*

***DADES CARTOGRÀFIQUES***
Informació Geogràfica · 15, 19
***DADES GEOGRÀFIQUES***
Conjunt d'informacions georeferenciades de tipus gràfic i els seus atributs alfanumèrics associats · 14, 15, 19, 27
***DATUM***
Model de dades que aproxima la realitat geodèsica, geoide, d'una zona per a la seva representació sobre un mapa, i inclou tot un conjunt de dades que defineixen una referència per projectar sobre un pla una zona de la Terra. Defineix un origen i situació d'un sistema de coordenades vàlid per a una determinada zona de la Terra, no extrapolable a tota la superfície terrestre · 39, 41, 42, 43, 50

## *E*

***EL·LIPSOIDE***
Superfície teòrica de la Terra en forma d'el·lipse de revolució que s'aproxima el màxim a la forma del geoide · 38, 39, 42, 44, 45, 46, 48, 49, 50

## *G*

***GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2®***
Eina de programari SIG de la companyia INTERGRAPH · 2, 9, 10, 12, 13, 17, 19, 20, 27, 53, 54, 55, 56, 58, 59
***GEOMEDIA PUBLICWORKS 5.2®***
Component que s'afegeix a l'eina de programari SIG GEOMEDIA PROFESSIONAL® i que està especialitzat en la modelització de xarxes públiques · 9, 10, 13, 17, 19, 20, 55
***GEOREFERENCICACIÓ***
Procediment mitjançant el qual s'identifica una posició en la superfície terrestre. Pot ser directa, a través de l'ús d'un sistema de coordenades establert per a un determinat sistema de projecció, o indirecta, on s'associa l'element georeferenciat a un codi (codi postal, adreça, etcètera) · 28
***GEOWORKSPACE***
Espai o entorn de treball que s'utilitza per definir i treballar amb un SIG a GEOMEDIA® · 15, 19, 56, 57
***GIS***
*Geographic Information System,* Sistema d'Informació Geogràfica · 23

## *I*

***ICC***
Institut Cartogràfic de Catalunya · 12, 14, 20, 37, 38, 43, 45, 54
***INFORMACIÓ ALFANUMÈRICA***
Dades associades a informació gràfica en l'entorn d'un SIG · 11, 25, 27, 28, 30, 31
***INFORMACIÓ GEOGRÀFICA***
Conjunt d'informacions georeferenciades de tipus gràfic (informació gràfica) i els seus atributs alfanumèrics (informació alfanumèrica) associats · 14, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 37, 45, 55
***INFORMACIÓ GEOREFERENCIADA***
Informació geogràfica que està referenciada a un sistema de coordenades geogràfiques · 23, 25, 34, 35
***INFORMACIÓ GRÀFICA***
Dades representades gràficament i georeferenciades en l'entorn d'un SIG · 11, 27, 28, 30, 31, 32, 33
***INFORMACIÓ TOPOLÒGICA***
Informació gràfica que indica les relacions entre les entitats o objectes d'un SIG · 33
***INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA***
Entitat de dret públic de la Generalitat de Catalunya que té com a finalitat dur a terme tasques tècniques de desenvolupament d'informació cartogràfica i geològica · 12, 14, 20, 37

## *L*

***LATITUD***
Distància angular expressada en graus, mesurada sobre un meridià, entre una localització terrestre i el paral·lel de l'Equador. És un arc de meridià que varia entre 0º i 90º Nord i entre 0º i 90º Sud. És molt comú expressar les latituds nòrdiques com positives i les latituds del sud com negatives · 30, 40, 47, 48, 49

***LONGITUD***
Distància angular expressada en graus, mesurada sobre el paral·lel de l'Equador, entre una localització terrestre i el meridià d'origen o referència, acceptat internacionalment com el Meridià de Greenwich (0º de longitud). És un arc de paral·lel que varia entre 0º i 180º Est i entre 0º i 180º Oest. És molt comú expressar les longituds a l'est com positives i les longituds a l'oest com negatives · 30, 40, 41, 47, 48, 49

## *M*

***MAPA TOPOGRÀFIC***
Representació en dues dimensions de la superfície de la Terra que mostra la seva topografia a escala d'una part o de tota ella · 26

***MICROSOFT ACCESS®***
Sistema de Gestió de Base de Dades monousuari de la companyia MICROSOFT® · 54, 55, 58, 59

***MICROSOFT VISUAL BASIC®***
Llenguatge de programació de caire visual, propietat de la companyia MICROSOFT®, orientat a la creació d'aplicacions i d'altres components de programari destinats a funcionar sota la plataforma Windows · 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 54, 55

***MOTOR DE BASE DE DADES***
Sistema de Gestió de Base de Dades · 10, 12, 14, 19, 30

***MrSID***
*Multi-resolution Seamless Image Database*, format d'imatge *raster* georeferenciat propietat de LIZARDTECH® · 20

## *O*

***OPERACIONS D'ANÀLISI***
Realització d'operacions en un SIG que proporcionen informació sobre les relacions entre les diferents entitats, com per exemple connectivitat entre línies o l'adjacència de polígons. · 34

***ORACLE 9i***
Servidor de Bases de Dades, versió 9i, de la companyia ORACLE® · 20, 54, 55, 58, 59

***ORTOFOTOGRAFIA***
Tècnica fotogràfica que permet la creació de fotografies georeferenciades i ortorectificades per a la producció de mapes de gran precisió · 14, 15, 19

## *P*

***PROGRAMARI SIG***
Funcions i eines de programari necessaris per capturar, entrar, manipular, emmagatzemar, cercar, analitzar, visualitzar i desplegar la informació geogràfica. Els sistemes proposen una interfície gràfica d'usuari per accedir més fàcilment i integren o utilitzen un SGBD per emmagatzemar la informació geogràfica · 9, 24, 27, 54

## *R*

***RASTER***
Representació de la informació gràfica d'un SIG en format matricial, dividint l'espai en cel·les d'igual mida. Com més grans siguin les dimensions d'aquestes cel·les, menor serà la precisió en la representació de l'espai geogràfic · 31, 32, 33, 35

## *S*

***SGA***
Sistema de Gestió d'Avaries · 9, 10, 11
***SGBD***
Sistema de Gestió de Base de Dades · 8, 24, 25, 27, 55
***SIG***
Sistema d'Informació Geogràfica · 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 44, 46, 47, 53, 55, 56, 57, 59
***SISTEMA D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA***
Sistema de maquinari, programari i procediments elaborats per facilitar l'obtenció, gestió, manipulació, anàlisi, modelat, representació i sortida de dades referenciades espacialment per resoldre problemes complexos de planificació i gestió [NCGIA, *National Center for Geographic Information and Analisys-USA*, 1990] · 8, 20, 22, 23, 53
***SISTEMA DE COORDENADES GEOGRÀFIQUES***
Sistema de coordenades utilitzat per localitzar un punt de la superfície de la Terra a sobre d'un mapa · 38, 47
***SISTEMA DE GESTIÓ D'AVARIES***
Comanda de GEOMEDIA PROFESSIONAL® que localitza les vàlvules que cal tancar per tal d'aïllar un o més components de la xarxa de distribució afectats per avaries, i indicar els ramals i punts de consum afectats pel tancament d'aquestes vàlvules · 9, 15, 19, 53, 54
***SISTEMA DE GESTIÓ DE BASE DE DADES***
Programari que fa possible la creació i el manteniment d'una Base de Dades. En aquests moments és molt usual que les Bases de Dades siguin relacionals basades en el llenguatge d'interrogació SQL. Al component de programari que gestiona una Base de Dades se'l sol anomenar també motor · 8, 27, 53, 55
***SISTEMES DE COORDENADES***
Conjunt de valors que permeten definir unívocament la posició de qualsevol punt en l'espai respecte a un punt de referència. · 12, 20, 37, 38, 39, 41, 46, 48, 50, 56, 57
***SISTEMES DE PROJECCIÓ GEOGRÀFICA***
Formes diferents de realitzar una projecció geogràfica · 20, 37, 38, 39, 44, 46, 50

## *U*

***UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR***
Sistema de projecció cartogràfic cilíndric variant de la projecció Mercator. També es relaciona amb el sistema de coordenades cartesianes utilitzat per a aquest tipus de projecció. El se ús és pràcticament universal · 38
***UTM***
*Universal Transverse Mercator* · 38, 45, 46, 50, 51

## *V*

***VECTORIAL***
Representació de la informació gràfica d'un SIG en format vectorial mitjançant punts, línies, polígons i àrees · 31, 32, 35

## *X*

***XARXA DE DISTRIBUCIÓ D'AIGÜES***
Xarxa Pública destinada a transportar aigua potable als punts on és consumida · 9, 10, 13, 53, 54
***XARXA PÚBLICA***
Infraestructura formada per canalitzacions i d'altres elements destinada a la distribució o recol·lecció d'aigües · 9