

Universitat Oberta de Catalunya

Enginyeria informàtica (segon cicle)

PFC – Sistemes d'informació geogràfica

Comparació de SIG basats en codi lliure i SIG comercials

Memòria

Alumne: Xavier Serrat Sorolla

Consultor: Jordi Rovira Jofre

CURS 2006-2007 (Semestre de Primavera)

Dedicatòria i agraïments

A totes les persones que m'han ajudat a conciliar els estudis amb la vida familiar i professional, a la meva família i, en especial, al meu pare que continua sent un gran referent. Sense el vostre suport, no hagués arribat al final. Moltes gràcies de tot cor.

Resum

El present document presenta una valoració comparativa de dos sistemes d'informació geogràfica (SIG) desenvolupats sobre filosofies ben diferents, per un costat un producte comercial de desenvolupament propietari, GeoMedia Professional, i per l'altre un sistema desenvolupat sota les condicions del programari lliure, gvSIG. L'objectiu a assolir és descriure en quina situació es troba el producte de codi lliure vers el seu equivalent comercial pel fet d'haver estat desenvolupat més recentment.

Per poder avaluar les funcionalitats i les possibilitats d'explotació que ens ofereixen els sistemes i valorar-ne els resultats obtinguts, s'ha complementat l'estudi amb tota la informació que s'ha considerat com coneixement bàsic per extreure el màxim rendiment dels productes analitzats.

La realització del treball ens permetrà endinsar-nos en el món del desenvolupament del codi lliure i conèixer les seves característiques, i, específicament, establir les diferències amb altres idees i moviments similars que sovint es confonen però que no són exactament equivalents.

Estudiarem cadascun del sistemes proposats, avaluarem les seves funcionalitats i identificarem els seus punts forts. A mode de conclusió presentarem un estudi comparatiu dels dos productes segons una agrupació comuna de funcionalitats i destacarem les particularitats de cadascun d'ells.

Índex de continguts

<i>Dedicatòria i agraïments</i>	<i>1</i>
<i>Resum</i>	<i>2</i>
1. Introducció	6
1.1. Introducció	6
1.2. Justificació del projecte i objectius	6
1.3. Abast	7
1.4. Enfocament i mètode seguit	8
1.5. Planificació	8
1.6. Descripció dels capítols de memòria	12
2. Els sistemes d'informació geogràfica	13
2.1. Introducció	13
2.2. Definició de SIG	13
2.3. Antecedents	14
2.4. Qüestions que respon un SIG	15
2.5. Components d'un SIG	16
2.6. Funcionament d'un SIG	17
2.7. Avantatges dels SIG	19
2.8. Aplicacions pràctiques	19
3. Conceptes bàsics de cartografia	21
3.1. Introducció	21
3.2. Cartografia i Geodèsia	21
3.3. Sistemes de projecció	24
3.4. Sistemes de coordenades	26
4. Representació de la informació geogràfica	28
4.1. Introducció	28
4.2. El format ràster	28
4.3. El format vectorial	29
4.4. Exemples de formats	31
4.5. Comparació entre els formats ràster i vectorial	32
5. El programari lliure	33
5.1. Introducció	33
5.2. Què es el programari lliure?	33
5.3. Alguns SIG lliures	35
5.4. Valoració dels productes	39
6. GeoMedia Professional 6.0	42

6.1.	Introducció	42
6.2.	Instal·lació	42
6.3.	Preparació de dades	43
6.4.	Consultes	46
6.5.	Presentació de resultats	49
6.6.	Adquisició i edició de dades	51
6.7.	Documentació	53
6.8.	Altres aspectes	53
7.	<i>gvSIG 1.0</i>	55
7.1.	Introducció	55
7.2.	Instal·lació	56
7.3.	Preparació de dades	57
7.4.	Consultes	60
7.5.	Presentació de resultats	65
7.6.	Adquisició i edició de dades	66
7.7.	Documentació	68
7.8.	Altres aspectes	69
8.	<i>Comparativa</i>	71
8.1.	Introducció	71
8.2.	Instal·lació	71
8.3.	Preparació de dades	71
8.4.	Consultes	75
8.5.	Presentació de resultats	76
8.6.	Adquisició i edició de dades	77
8.7.	Documentació	78
8.8.	Altres aspectes	79
	<i>Resum executiu</i>	80
	<i>Conclusió</i>	85
	<i>Línies de futur</i>	87
	<i>Glossari</i>	88
	<i>Referències</i>	89

Índex de figures

• Fig. 1. Representació del geoide i dels el·lipsoides global i local	22
• Fig. 2. Meridians	23
• Fig. 3. Paral·lels	24
• Fig. 4. Projeccions: Cilíndrica directa (A), Cilíndrica secant (B), Cilíndrica obliqua (C), Cilíndrica transversal (D), cònica directa tangent (E) i cònica directa secant (F).	25
• Fig. 5. Projecció de Mercator Transversal Universal: Fusos i zones	26
• Fig. 6. Coordenades geogràfiques	27
• Fig. 7. Representació ràster i vectorial	28
• Fig. 8. Representació vectorial: Llista de coordenades	30
• Fig. 9. Representació vectorial: Diccionari de vèrtexs.	30
• Fig. 10. Representació vectorial: Arc - node.	31
• Fig. 11. Edició d'entitats a GeoMedia	52
• Fig. 12. Aparència de gvSIG	74
• Fig. 13. Aparència de GeoMedia	74
• Fig. 14. Visualització de diverses entrades de llegenda corresponents a diferents consultes.	76
• Fig. 15. Inserció d'una nova entitat a GeoMedia.	77
• Fig. 16. Edició d'entitat a gvSIG	78

1. Introducció

1.1. *Introducció*

En aquest capítol introductorí definirem els objectius que volem assolir quan acabem aquest treball i establirem els límits de l'estudi; explicarem la metodologia seguida a cada part del projecte; veurem la planificació que hem establert per dur-lo a terme i descriurem les incidències més rellevants que l'han afectat amb la descripció de les mesures establertes per la seva correcció.

1.2. *Justificació del projecte i objectius*

Segons la referència [16] entenem com a codi lliure aquell programari que pot ésser utilitzat, analitzat, modificat i redistribuït lliurement per part de la comunitat d'usuaris. El programari amb aquesta característica ha estat creixent de forma sostinguda i ha arribat a conformar tot un estil de desenvolupament d'aplicacions i fins i tot una filosofia d'entendre el programari. L'impacte del codi lliure arriba a força àmbits estesos i diversificats: Entorns de baix nivell com els sistemes operatius, que tenen com a paradigma el sistema operatiu Linux; Aplicacions d'ús general com poden ser OpenOffice al camp dels paquets d'oficina i destinat a un ampli espectre d'usuaris; MySQL com a sistema de gestió de bases de dades per usuaris tècnicament molt especialitzats i sense oblidar la multitud de plataformes que utilitzen Apache o Tomcat com a servidors web.

En aquest moment ens plantegem analitzar un altre tipus de producte desenvolupat sobre les condicions que caracteritzen el codi lliure: els Sistemes d'Informació Geogràfica. Un SIG és sistema que tenint com a fonament una base de dades permet afegir a la informació emmagatzemada una component geogràfica. Aquesta característica conjuntament amb les funcionalitats de manipulació, gestió, obtenció de dades i presentació de resultats que incorpora permeten donar un valor afegit a la informació gràcies a la capacitat d'anàlisi espacial que tenen.

L'objectiu fonamental que persegueix aquest projecte és comparar dos tipus de Sistemes d'Informació Geogràfica (d'ara endavant SIG) diferents respecte a la base sobre la que estan construïts: un producte comercial de desenvolupament privat i un de codi lliure. De manera col·lateral i inevitable s'assoliran altres resultats relacionats com un ampli i detallat coneixement de les característiques dels SIG i un aprenentatge complet tant de funcions com

d'aplicacions dels productes que es compararan ja que s'identificaran els punts forts de cadascun dels sistemes. També suposarà una important introducció al món del codi lliure i el descobriment i aprenentatge de productes existents a l'àrea de SIG.

El producte comercial que es prendrà com a referència serà GeoMedia Professional 6.0 de la casa Intergraph. És aquest un sistema consolidat amb un ampli ventall de funcionalitats disponibles i requerides pel mercat que fa que estigui implantat a multitud d'empreses i organismes públics. Una de les seves característiques és que presenta un entorn d'execució d'escriptori (*desktop*).

Una vegada assimilats els coneixements fonamentals sobre aquests sistemes es triarà un dels productes de codi lliure existents. L'elecció del producte estarà fonamentada sobretot en les funcionalitats que ofereixi optant per aquell que presenti més potencial. Una de les *conditio sine qua non* per ser el producte escollit és que disposi d'un entorn de treball de tipus d'escriptori.

Realitzarem un estudi comparatiu sobre diferents aspectes entre els quals trobarem:

- Funcionalitats d'edició, d'anàlisi i de consulta.
- Rendiment (rapidesa en tractar les dades).
- Accés a diferents orígens de dades.
- Es pot personalitzar? Amb quin llenguatge de programació?
- Documentació associada.
- Exportacions a formats estàndard.
- Facilitat d'instal·lació.
- Aspectes no coberts pel programari
- Etc.

S'assolirà un coneixement avançat de les característiques, funcionalitats i possibilitats d'un producte abastament utilitzat al món laboral com és GeoMedia Professional 6.0, i d'un similar de codi lliure.

1.3. Abast

En aquest projecte estudiarem i valorarem les funcionalitats bàsiques dels SIG a comparar focalitzant-nos en aquells aspectes que, en la part de descripció general dels SIG, hem definit com a requeriments per aquests sistemes.

Volem centrar-nos en sistemes que ofereixen a l'usuari un entorn d'escriptori per accedir a les seves funcions, per tant, les que seran objecte d'aquest estudi seran les funcionalitats accessibles des d'aquesta interfície, fent referències, només de passada, a altres prestacions

dels sistemes com poden ser les característiques de les llibreries de desenvolupament que ofereixen o les possibilitats d'interacció amb altres sistemes.

Farem l'avaluació seguint una organització temàtica de continguts comuna pels dos sistemes però sense oblidar les particularitats de cada producte, a les quals farem esment i en comentarem les característiques.

Per conèixer i poder comparar els sistemes hem considerat convenient establir diferents proves a realitzar amb conjunts de dades adients i s'ha descartat el definir un problema genèric complet i complex que contemplés totes les possibilitats d'ús de les diferents utilitats dels sistemes.

1.4. Enfocament i mètode seguit

Per l'elaboració de la part descriptiva, la metodologia seguida ha estat la recollida d'informació de diferents fonts i la selecció de la que més s'avé als objectius d'aquest projecte. Posteriorment s'ha procedit a l'estructuració i organització de la documentació elaborada.

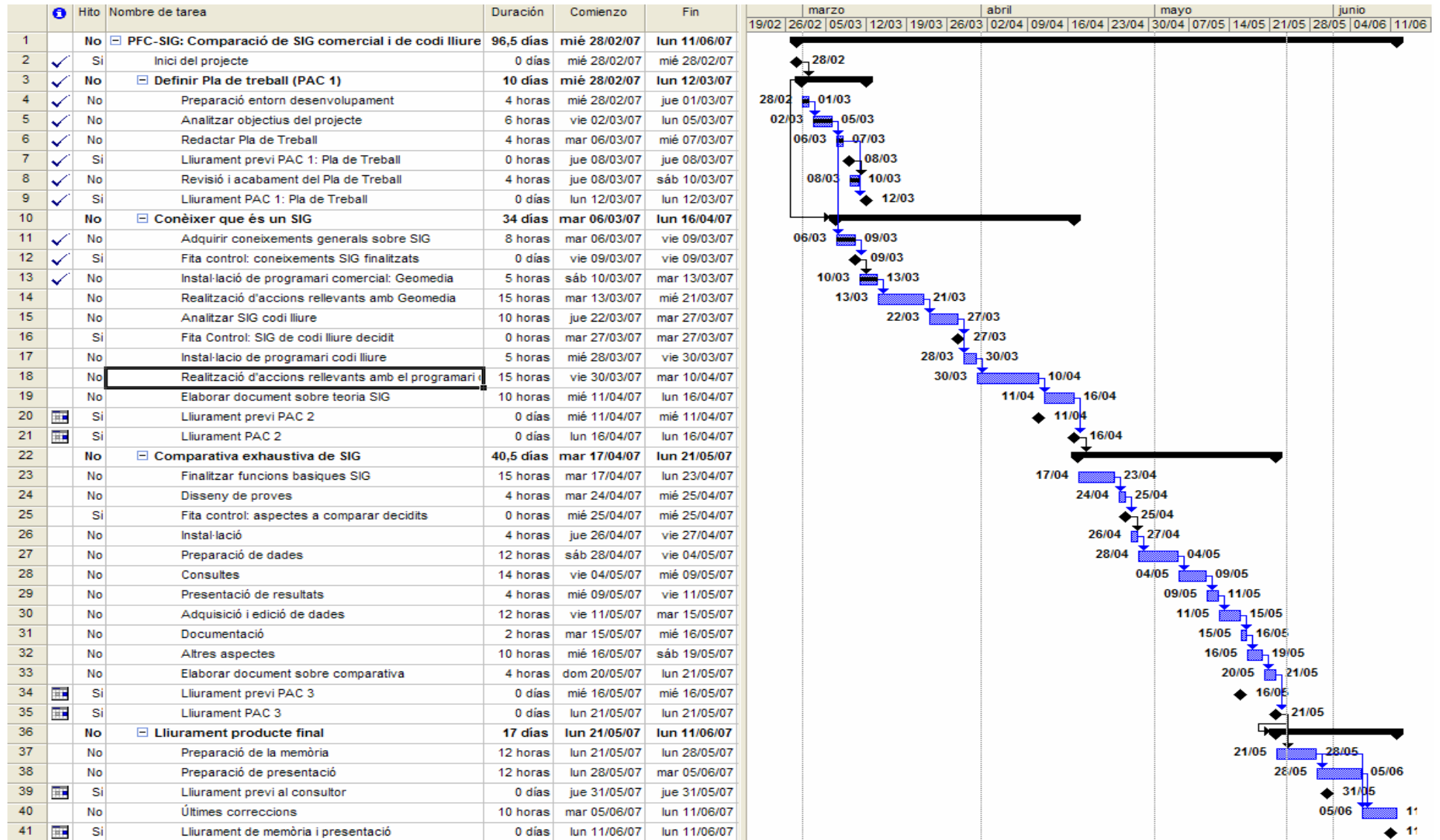
Una vegada assolits els coneixements generals ens disposem a fer un ús pràctic dels sistemes a avaluar. Amb la certesa que el primer pas per comparar dos productes requereix el coneixement de cadascun d'ells, el procediment seguit ha estat la realització de proves amb els dos sistemes de forma independent seguint les directrius marcades per casos pràctics d'aprenentatge.

Ja avaluats de forma independent els sistemes s'ha continuat amb la realització de tot un seguit de proves de forma simultània als dos sistemes, sobre els mateixos conjunts de dades, amb l'objectiu de detectar les similituds i diferències tant als mecanismes per dur a terme les accions dissenyades com als resultats obtinguts. En aquest procés s'analitzen les possibilitats d'ambdós programaris i les facilitats que ofereixen per realitzar els diferents requeriments que de forma genèrica vàrem definir pels SIG.

1.5. Planificació

Presentem tot seguit el diagrama de Gantt definit pel desenvolupament del projecte on podem observar la temporalitat i seqüenciació de les tasques que el componen.

Diagrama de Gantt



Tasques

El treball s'ha estructurat en 4 tasques principals a realitzar seqüencialment, obeint a un procés de desenvolupament paral·lel a l'aprenentatge dels coneixements propis de l'àrea que es treballa i que es descriuran a continuació. Tanmateix, aquesta organització seqüencial respon a una necessitat organitzativa encaminada al acompliment de les fites marcades a la planificació i no implica un procés lineal unidireccional ja que les diferents tasques a desenvolupar desencadenaran un procés iteratiu de revisió dels punts tractats a tasques anteriors.

1. Definició del pla de treball

- Definir l'abast del projecte.
- Declaració d'objectius.
- Descripció de tasques i fites.
- Planificació de les tasques a realitzar.
- Establiment de punts de control per verificar l'adequat desenvolupament dels treballs i garantir la disponibilitat els recursos necessaris a cada moment.

2. Generalitats sobre SIG

- Adquirir coneixements generals sobre els SIG
- Coneixement del producte GeoMedia Professional 6.0
- Valoració de productes SIG de codi lliure

3. Comparativa entre SIG comercial i SIG de lliure elecció

- Decidir els aspectes a comparar .
- Realització de pràctiques amb els dos productes.
- Documentar resultats de les proves.

4. Elaboració de documentació final

- Reflectir el resultat del projecte a la memòria.
- Expressar les línies fonamentals del treball i els resultats a la presentació.
- Complimentar els apartats de síntesi, valoració i conclusió.

Fites

Fites principals

Identifiquem a continuació els punts crítics del projecte, que es corresponen amb lliuraments de documentació elaborada i que són considerades com a ineludibles i sense possibilitat de modificació.

Fita 0: Llançament del projecte 28 febrer 2007

Moment d'inici del projecte. S'ha de verificar el correcte accés a l'aula virtual i la disponibilitat del material necessari.

Fita 1: Lliurament Pac 1 - Pla de Treball - 12 març 2007

S'ha definit la planificació del projecte i s'han aconseguit coneixements genèrics sobre el tema dels SIG que es desenvoluparan al llarg del projecte.

Fita 2: Lliurament Pac 2 16 abril 2007

S'han adquirit els coneixements sobre les característiques i funcionalitats dels SIG, tant de forma genèrica com sobre productes concrets com són GeoMedia Professional 6.0 i un SIG de codi lliure que s'haurà triat.

Fita 3: Lliurament Pac 3 21 maig 2007

S'han definit i realitzat proves exhaustives sobre diferents aspectes dels SIG i s'ha elaborat el document que recull la posició dels SIG considerats.

Fita 4: Lliurament de memòria i presentació 11 juny 2007

Presentació última dels productes finals del projecte en forma de memòria i de presentació.

Incidències

La planificació establerta s'ha dut a terme amb l'assoliment de les fites principals si bé no ha estat exempta d'entrebancs que han fet necessària la redefinició d'algunes tasques. Tanmateix, de forma inicial, no s'havia pogut establir de forma detallada la planificació d'algunes d'elles per manca d'informació i s'ha fet posteriorment.

L'adquisició de coneixements de cartografia i representació de dades va superar amb escreix la durada prevista per la tasca "Adquirir coneixements generals sobre SIG" així com el volum de documentació estimat. Aquest retard va comportar que es dediqués menys temps del previst a les tasques "Realització d'accions rellevants amb GeoMedia" i "Realització d'accions rellevants amb programari lliure" abans del lliurament de la Pac 2. El retard estimat és de 15 hores i es restableix el pla de treball amb la dedicació addicional de temps fins aleshores.

La documentació referent a les característiques dels programaris avaluats es troba disponible als seus llocs web i als respectius manuals d'usuari, i per tant no s'inclou a la memòria. Altrament sí s'hi inclou la documentació elaborada a la realització de proves i que reflecteix les impressions sobre l'ús pràctic de les funcionalitats que ofereixen.

Davant del desconeixement del tema que es tenia a la fase d'elaboració del pla de treball no es va fer una planificació detallada de com es duria a terme la part de comparació dels SIG, indicant simplement que hi hauria una tasca de definició de proves, una de realització de proves i una de preparació de la documentació. La nova planificació de la segona fase del projecte i la correcció dels incompliments de la primera fase han suposat un increment d'hores

de treball de les 58 previstes inicialment fins les 79, temps addicional que s'ha obtingut durant els caps de setmana.

1.6. Descripció dels capítols de memòria

En aquest punt descriurem de forma molt breu els continguts que hem recollit a cadascun dels capítols en què s'ha estructurat la memòria del projecte:

Capítol 1: Introducció

Iniciem el document amb un capítol introductor on descriurem la situació que volem avaluar, l'abast que hem definit a l'estudi i els objectius que ens hem marcat. Inclourem la planificació feta pel desenvolupament del projecte amb les fites més rellevants i les incidències remarcables que han ocorregut.

Capítol 2: Els sistemes d'informació geogràfica

La documentació recull tot un seguit de capítols encaminats a presentar els coneixements bàsics per aprofitar plenament i amb coneixement de causa l'aprenentatge dels dos sistemes que analitzarem. Dins d'aquesta part es presenta la documentació corresponent a una selecció de les matèries que s'ha considerat d'interès conèixer al voltant del món dels SIG, algunes a nivell de coneixements generals altres amb un grau més alt de profunditat.

Capítol 3: Conceptes bàsics de cartografia

Descripció iniciàtica a la cartografia i geodèsia que ens permetran entendre conceptes d'utilització habitual a les aplicacions SIG.

Capítol 4: Representació de la informació geogràfica

Explicació sobre diferents maneres de representar la informació geogràfica i valoració dels seus avantatges i inconvenients.

Capítol 5: El programari lliure

Característiques del programari lliure que ens introdueix a la valoració de diversos SIG d'aquest tipus i que ens permetrà fer la tria del producte a comparar amb GeoMedia.

Capítol 6: GeoMedia Professional 6.0

Aprenentatge del sistema comercial amb el seguiment de casos pràctics.

Capítol 7: gvSIG 1.0

Aprenentatge del sistema de codi lliure amb el seguiment de casos pràctics.

Capítol 8: Comparativa

L'anàlisi inclou un recull de les funcionalitats de cadascun dels sistemes organitzats segons una estructuració de continguts similar i incorpora la valoració subjectiva de l'autor sobre el punt tractat. Com a conclusió valorarem el grau de compliment de tot un seguit de requeriments que plantejarem que poden ser resolts per un SIG.

2. Els sistemes d'informació geogràfica

2.1. *Introducció*

Actualment s'estima que al voltant del 80% de la informació que és tractada per institucions i empreses públiques i privades té relació amb ubicacions geogràfiques o coordenades espacials. Les decisions vinculades a aquestes dades depenen en gran mesura de la qualitat, exactitud i actualització d'aquesta informació que moltes vegades es troba representada en forma de mapes i que té associada una gran varietat d'informació no gràfica.

Els sistemes d'informació geogràfica, amb els seus components de maquinari i programari, s'utilitzen per emmagatzemar i manipular dades espacials. Gràcies a l'evolució que han experimentat des de la seva aparició dues dècades enrere han estat acceptats per analistes, investigadors, planificadors, etc. com a eines essencials per l'ús efectiu d'aquest tipus d'informació. La seva utilitat queda especialment manifesta quan el volum de dades a tractar és prou elevat perquè no sigui factible realitzar-la de forma manual. Aquests sistemes ofereixen un tractament sistemàtic de la informació geogràfica aplicable a una gran diversitat de disciplines. El nombre i tipus d'aplicacions són tan amples i diverses com els conjunts de dades geogràfiques disponibles.

En aquest capítol es presentaran les idees fonamentals que ens permetran endinsar-nos posteriorment en el coneixement exhaustiu d'aquest tipus de producte. Donarem una definició que els descriuï sota diferents punts de vista, veurem l'evolució que els ha portat fins la seva forma actual, descriurem quins problemes resolen i quins són els diferents components que els permeten oferir les seves funcionalitats.

2.2. *Definició de SIG*

Per començar a treballar qualsevol matèria, el primer pas ha de ser delimitar el marc conceptual on ens mourem. Amb aquest objectiu hem d'intentar definir, amb la major precisió possible, els sistemes d'informació geogràfica (SIG).

Els SIG responen a la necessitat de disposar ràpidament d'informació geogràfica per resoldre problemes i respondre preguntes de forma immediata. Són sistemes de maquinari, programari i procediments destinats a l'obtenció, gestió, manipulació, anàlisi, modelatge, representació i sortida de dades espacialment georeferenciats per resoldre problemes concrets de planificació i gestió. Les dades es troben organitzades en bases de dades i generalment es poden

visualitzar mitjançant mapes. Aquest model està conformat per un conjunt de mètodes, eines i dades que estan dissenyats per actuar de forma coordinada i per capturar, emmagatzemar, analitzar, transformar i presentar la informació geogràfica i dels seus atributs per satisfer múltiples propòsits.

Entre les diferents definicions de SIG n'hi ha que ressalten la seva component de base de dades, altres les seves funcionalitats i altres el fet que són una eina de recolzament a la presa de decisions però totes coincideixen que són un sistema integrat per treballar amb informació espacial que s'utilitza com a eina d'anàlisi i de presa de decisions.

Personalment, una vegada adquirits els coneixements bàsics sobre els SIG i treballat amb els productes analitzats, crec que un SIG complementa les funcionalitats que ofereix un SGBD oferint tot un seguit de funcionalitats per obtenir informació relacionada geogràficament d'una forma intuïtiva i fàcil i que seria complex obtenir sense aquestes eines específiques.

2.3. Antecedents

Els SIG utilitzen les tendències tecnològiques més innovadores tant a la part de programari com a la de maquinari per oferir la capacitat de manipulació i atendre els requeriments de presentació que demanden els seus usuaris. Però fins arribar a aquest punt fóra bo fer una breu referència a l'evolució que s'ha produït en aquest camp.

Podem considerar que l'embrió dels SIG és la cartografia primitiva que s'ha anat perfeccionant al llarg dels temps amb les incorporacions pròpies de cada cultura que fou iniciada pels fenicis i enriquida pels grecs amb els seus coneixements sobre geometria.

Tanmateix, no és fins un cert desenvolupament dels computadors que els SIG adquireixen la forma i funcionalitats semblants a com els coneixem actualment. El 1962 s'encomana el primer projecte perquè un sistema informàtic treballi amb dades geogràfiques. En aquest punt la prioritat radicava més en les possibilitats cartogràfiques, com la generació de mapes, que en l'anàlisi de la informació espacial que se li pogués associar.

No fou fins a finals dels 70 que la tecnologia i l'ús dels ordinadors va permetre avançar prou en la manipulació d'informació cartogràfica. Els diferents usos que es feien d'aquesta informació van promoure la creació d'autèntics sistemes d'informació geogràfica per a fins generals.

Es treballa en dues vessants:

- Producció de dibuixos amb un alt nivell de qualitat gràfica. Aquesta tendència va donar lloc als programes de disseny assistit per ordinador (CAD).

- Producció d'informació basat en l'anàlisi espacial però amb baixa qualitat gràfica. Aquesta línia de treball va aprofundir en aspectes com la captura, l'anàlisi i la presentació de dades característiques dels SIG.

A principis dels 80 els SIG eren sistemes completament operatius i a mesura que la tecnologia evolucionava es feia menys costosa, fet que promovia la implantació d'aquest tipus de sistema a diferents sectors de la indústria i l'administració. Aquest impuls definitiu es dona en part gràcies al desenvolupament de les eines de disseny assistit per ordinador (*Computer Assisted Design*, CAD) i a l'aparició d'ordinadors més potents. És ja als anys 90 que es produeix la consolidació dels SIG gràcies a què la potència dels ordinadors permet incrementar les funcionalitats dels programari.

Actualment les innovacions venen del costat del treball en xarxa gràcies a l'expansió d'Internet i al desenvolupament de les tecnologies distribuïdes. La captació i processament d'imatges de gran resolució presa des de satèl·lits i la unificació de formats poden definir el futur desenvolupament dels SIG.

2.4. Qüestions que respon un SIG

El clàssic exemple d'ús d'un SIG el podria donar un dels pioners d'epidemiologia, el Dr. John Snow, que al 1854 va cartografiar la incidència de casos de còlera a un mapa del districte de SoHo a Londres. Amb aquesta informació va localitzar un pou d'aigua contaminada com origen del brot.

La diferència entre un SIG i un mapa rau en el fet que un SIG disposa d'una base de dades per emmagatzemar informació addicional al mapa relacionada amb els objectes que s'hi ubiquen. Aquest fet afegix tot un ampli ventall de possibilitats relatives a la utilització de les dades associades als objectes per fer-ne consultes amples i avançades combinant les preguntes que es fan a un mapa amb les que es fan a un base de dades. Amb els SIG ens podem plantejar qüestions com les següents:

- Recuperació (Quina informació hi ha ...?)
Són funcions de caràcter general que permeten tenir una visió de les dades emmagatzemades a base de filtres, classificacions, estadística i tot tipus de consultes a la base de dades.
- Localització (Què hi ha a ...?)
Pretén determinar què hi ha a un lloc concret, quins objectes i amb quines característiques hi podem trobar. Inclou funcions de veïnatge que avaluen les característiques d'un àrea que envolta una localització concreta.
- Condió (On succeeix ...?)

Aconsegueix trobar llocs amb objectes d'unes determinades característiques o que compleixin certes condicions.

- **Evolució i tendència (Què ha canviat ...?)**
Permet conèixer quins canvis hi ha hagut a una àrea especificada en diferents instants de temps i aventurar-ne l'evolució.
- **Encaminament i rutes (Quin és el camí òptim per ...?)**
Anàlisi de la connectivitat entre punts, per exemple, establiment i anàlisi de rutes entre dos punts per optimitzar trajectes, costos, evitar zones, etc.
- **Pautes i patrons (Quines pautes existeixen ...?)**
La intenció seria descriure i comparar la distribució d'objectes o esdeveniments i intentar explicar perquè es produeix, el que requereix la formulació de preguntes complexes.
- **Modelització (Què passaria si ...?)**
Es busquen models predictius per esbrinar la resposta segons certes condicions.
- **Superposició**
Són funcions expressament dissenyades per generar coneixement a partir de la combinació de les diferents capes en què podem tenir estructurada la informació.

2.5. Components d'un SIG

En aquest apartat veurem a grans trets les parts que componen un SIG i com es relacionen entre elles.

Maquinari

És el lloc on s'executa un SIG. Els requeriments i característiques poden ser diferents i variats i podem trobar un SIG a sistemes centralitzats o a sistemes distribuïts, i tant en configuracions individuals com de xarxa. Els diferents components de maquinari hauran de permetre l'entrada i sortida de la informació geogràfica.

Programari

Els SIG proveeixen eines i funcions per obtenir, emmagatzemar, analitzar i mostrar informació geogràfica. Bàsicament, els components de programari d'un SIG els poden classificar en:

- Sistema de gestió de bases de dades
- Interfície gràfica d'usuari (IGU) per un accés fàcil a les eines
- Eines per l'obtenció i gestió de la informació geogràfica
- Eines de suport per consultes, anàlisi i visualització de dades geogràfiques.

Informació

Bona part de la utilitat d'un SIG està relacionada amb la qualitat de la informació que disposa. Un bona base d'informació afavoreix una resolució òptima de problemes i una resposta encertada a les qüestions que plantegem. Una part important del cost d'implantació d'un SIG la constitueix l'obtenció de dades (entre un 60% i 80% del pressupost total). La recollida de dades és un procés llarg que sovint pot demorar l'obtenció de resultats. L'organització i gestió de les dades ha de ser una política de l'organització.

Recursos humans

Les tecnologies SIG veuen limitat el seu potencial si no són utilitzats per personal específicament preparat per realitzar la seva explotació. La no disposició de personal expert provoca que la informació s'actualitzi i manipuli incorrectament, fent que no s'aconsegueixi obtenir tota l'eficiència possible del programari i maquinari. L'explotació òptima del SIG requereix un bon disseny de models, processos, accions, operatives, etc. adequades a l'organització.

2.6. Funcionament d'un SIG

Veiem en aquest punt en què es basen els SIG per proporcionar els requeriments que demanen els seus usuaris. Aquest sistemes ofereixen resultats que s'obtenen de l'anàlisi de la informació que manipulen, per tant, el seu funcionament es basarà en el tipus d'informació de que disposen, en la manera com s'obté aquesta informació, quins tractaments se'ls dona i com es presenten els resultats.

Tipus d'informació

Els objectes susceptibles de ser analitzats per un SIG són aquells que tenen una dimensió física (es poden mesurar en alçada, amplada i llargada) i una posició a l'espai relativa a la superfície a la que es troben. Aquests objectes tenen associada una informació que classifiquem en dos aspectes:

- Atributs gràfics.
És el tipus d'informació referent a la representació dels objectes a la seva ubicació. Concretament són les coordenades de cada objecte i que el situen geogràficament en el context que s'estudia. Per tractar informàticament els objectes, els assimilen a elements geomètrics com punts, línies, polígons o bé imatges.

- Atributs alfanumèrics.
És el tipus d'informació que descriu els atributs, propietats i característiques dels elements que es representen per entitats. L'estructura d'aquesta informació dependrà de l'aplicació concreta.

Tractament de la informació

Els objectes s'agrupen segons les necessitats de l'usuari en virtut d'unes determinades característiques i formen el que s'anomena cobertures o capes. El SIG separa la informació en diferents capes temàtiques i les emmagatzema de forma independent, fet que permet treballar amb aquestes capes de forma ràpida i senzilla i possibilitant que es relacioni la informació existent mitjançant la topologia dels objectes amb la finalitat de generar nou coneixement. Cada objecte d'una capa conté els dos components: el gràfic i el no gràfic.

Entrada de dades

És l'operació que permet inserir informació al sistema perquè quedi emmagatzemada a la base de dades. Alguns dels mètodes que s'empren per realitzar aquest procés es descriuen a continuació:

- Digitalització i escaneig.
Consisteix en la transformació d'una informació ja recollida a un format digital apte per ser emmagatzemat a la base de dades.
- Exploració.
Consisteix en recórrer l'àrea d'estudi recollint la informació que apreciem dels objectes sobre el que interessa recollir informació utilitzant eines com receptors de GPS.
- Imatges de satèl·lits i fotografies aèries.
Està relacionat amb tècniques com la teledetecció, la fotointerpretació i la fotogrametria que permeten interpretar la informació recollida des de punts de captació remota.
- Obtenció de dades de fonts digitals existents.
El desenvolupament i expansió dels SIG afavoreix el desenvolupament d'estàndards i l'aparició de programes de conversió de formats d'emmagatzematge de la informació que permeten disposar d'una ampla oferta de fitxers amb dades digitalitzades.

Presentació de resultats

El resultat dels processos que el SIG és capaç de fer pot ser mostrat de diferents maneres a l'usuari. Si bé de manera històrica associem la informació geogràfica als mapes, podem trobar altres formes de representació de la informació generada:

- Vista de mapes.
Consisteix en mostrar la informació aconseguida sobre un mapa.
- Vista de taules i informes numèrics.
Són documents que s'elaboren en base als resultats de cerca i anàlisi realitzats.
- Models digitals.
Consisteixen en representacions simplificades de la realitat elaborades a partir de la informació recollida i generada a l'entorn analitzat. S'utilitzen per conèixer o predir propietats de l'objecte real.

2.7. Avantatges dels SIG

L'ús dels SIG cada vegada més estès per a múltiples propòsits ve justificat per un ventall de beneficis que proporciona el seu ús, alguns del quals relacionem tot seguit:

- Estalvi de temps i costos en producció, manteniment i administració de mapes, i en conseqüència, increment de la productivitat.
- Informació exacta, actualitzada i centralitzada.
- Accés ràpid a dades. Permeten consultes ràpides de bases de dades, tant d'informació espacial com alfanumèrica emmagatzemada al sistema, per l'obtenció immediata d'estadístiques, mapes temàtics, anàlisis i informes de gran qualitat, etc.
- Permeten realitzar tasques analítiques i manipulacions complexes i repeticions de models conceptuals sense necessitat de repetir activitats redundants o tedioses. Podem destacar les superposicions de mapes, les transformacions d'escala, la representació gràfica, l'anàlisi de la variabilitat temporal de les dades i la gestió de les bases de dades.
- Ajuda a la presa de decisions per focalitzar esforços i realitzar inversions més efectives.

2.8. Aplicacions pràctiques

Les solucions a diferents problemes a vegades requereixen accés a informació de diversos tipus que només pot ser relacionada geogràficament o per distribució espacial. Són aquest tipus de manipulacions de la informació les que permet fer un SIG. Com hem ressenyat, són molts i variats els sectors als quals els SIG es presenten com una eina de gran potencial. A tall d'exemple en podem anomenar:

- **Cartografia automatitzada.**

La disposició de mapes cartogràfics digitals ha pres una importància rellevant sobretot per part d'administracions públiques que posteriorment els posen a disposició d'entitats privades amb un nivell d'actualització força alt.
- **Gestió d'infraestructures.**

Fou un dels primers usos dels SIG. La gestió de les xarxes dels serveis més habituals, com per exemple llum, aigua, gas, telèfon, requereix de la conjunció de dades alfanumèriques lligades a les diferents representacions gràfiques de les mateixes.
- **Gestió territorial.**

Són aplicacions destinades generalment a entitats de caràcter públic. Faciliten tasques de manteniment, optimitzen el treball a realitzar en infraestructures i permeten generar de forma automàtica documents amb informació gràfica i alfanumèrica.
- **Gestió mediambiental.**

Són aplicacions que permeten avaluar l'impacte mediambiental de l'execució de projectes, recollir dades en temps per establir mesures correctores (contaminació), oferir ajudes en accions de reforestació, planificacions agrícoles, etc.
- **Gestió d'equipaments socials.**

Proporcionen informació sobre centres ja existents i ajuden a la planificació de la ubicació d'altres de nous.
- **Gestió de recursos geològics o miners.**

Faciliten l'estudi de les dades generades per una explotació i proporcionen eines de modelatges de les capes i formacions geològiques.
- **Gestió del tràfic.**

Permeten simular el comportament del tràfic establint models de circulació per diferents situacions de tràfic i incidències i valorar l' impacte de possibles mesures adoptades.
- **Geomàrqueting.**

Estudi de nínxols de mercat, planificació de campanyes, localització de clients, ubicació d'oficines, planificació de campanyes, adequació de productes, etc.
- **Anàlisi de xarxes.**

És un dels punts forts dels SIG, qualsevol cosa que es pot representar mitjançant una xarxa es pot analitzar mitjançant eines SIG. Els SIG acostumen a incorporar mecanismes relatius a la connectivitat dels elements que representen per poder realitzar anàlisis de xarxes. El cas més comú és la planificació de rutes òptimes per repartiment de mercaderies o desplaçaments de gent.

3. Conceptes bàsics de cartografia

3.1. Introducció

Per identificar un lloc, els SIG utilitzen el que anomenem coordenades georeferenciades, que indiquen una ubicació sobre la terra. Aquesta representació ha de resoldre diferents problemes derivats de la representació de la Terra sobre una superfície plana i que són tractats per disciplines com la geodèsia i la cartografia. Al present capítol se n'explicaran els conceptes bàsics que ens ajudaran a entendre algunes característiques dels SIG. Aquestes ciències són per si mateixes àrees de coneixement prou amples per fer-ne un estudi força extensiu, però el nostre objectiu no és aprofundir en la matèria, tan sols familiaritzar-nos amb els termes que es manegen i entendre els conceptes bàsics que apareixen habitualment.

3.2. Cartografia i Geodèsia

El problema que pretenen resoldre és la representació d'una forma de tres dimensions com la Terra sobre un pla de forma que els objectes que hi situem mantinguin la relació espacial que tenen al món real. Ens proposem aplicar models matemàtics per poder treballar sobre aquesta representació, circumstància que ens planteja diversos problemes a considerar:

- Volem representar un objecte de 3 dimensions sobre un pla amb la conseqüent deformació que pateixen les dades. Aquest procés es denomina **projecció**.
- Hem de representar el que volem en una superfície d'unes dimensions molt més reduïdes. L'**escalació** permet ampliar o disminuir una superfície respectant les seves proporcions.
- Hem d'identificar la ubicació d'un punt de la superfície terrestre, fent-lo correspondre sobre un mapa de manera que es mantingui la relació entre la representació i el món real. Per traslladar un punt qualsevol sobre la superfície a un mapa que la representa es fan servir els anomenats "**Sistemes de coordenades**".

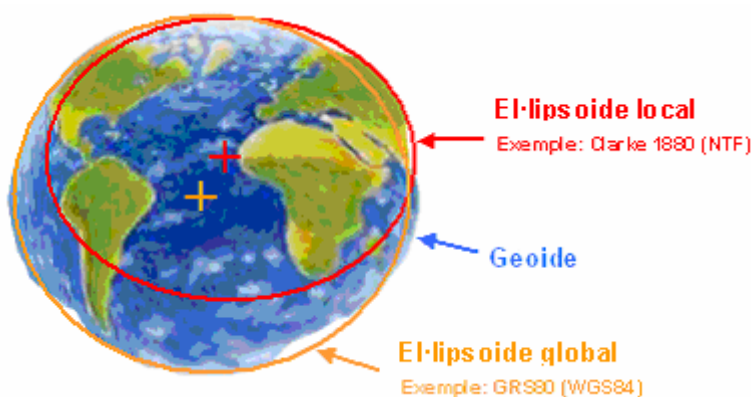
La **geodèsia** [16] és un conjunt de coneixements i tècniques que permeten associar la forma de la terra a una figura geomètrica per poder-ne fer un tractament matemàtic.

S'entén per **cartografia** [16] la ciència que tracta la representació de la terra sobre un pla i com situar diferents elements sobre aquesta superfície de manera que la representació resulti útil per l'ús que se li vol fer.

Per a entendre com funcionen els sistemes de coordenades i l'error que poden tenir en intentar correspondre ambdós punts s'han de comprendre uns conceptes que ens permetran desenvolupar la resta del capítol.

El geoide

Per poder fer un tractament matemàtic de la superfície de la terra cal associar-la a una figura geomètrica. Aquesta forma s'anomena geoide i es defineix com la superfície teòrica de la terra que uneix tots els punts que tenen la mateixa atracció gravitatòria. El geoide s'aproxima bastant a un el·lipsoide de revolució, figura geomètrica que sí podem tractar matemàticament i que minimitza les diferències entre la superfície real i la teòrica. En tractar-se d'una simplificació, cada zona de la terra pot utilitzar l'el·lipsoide que més s'adapti a aquella regió i s'anomena el·lipsoide de referència local. Els podem veure representats a la figura 1.



• Fig. 1. Representació del geoide i dels el·lipsoïdes global i local

Els paràmetres necessaris per a definir l'el·lipsoide són tres (figura 2):

- Radi polar: b
- Radi equatorial: a
- Factor d'aixafament: $f = (a - b) / a$

El datum

Si el geoide defineix la forma de la Terra, el datum defineix la posició de l'el·lipsoide en relació amb el centre de la Terra. Així doncs, per a trobar el datum es necessita:

- L'el·lipsoide.
- El punt fonamental: Punt on coincideixen les verticals al geoide i a l'el·lipsoide.

Eix de rotació de la terra.

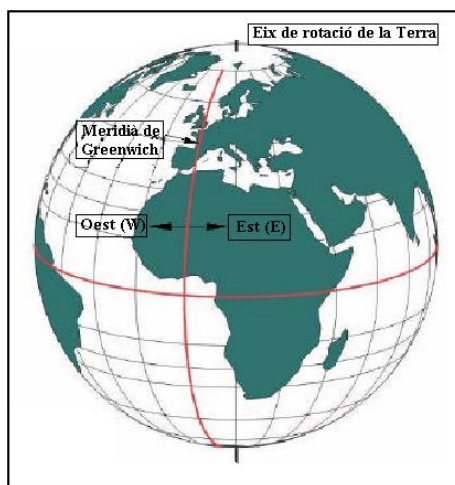
És la recta ideal de gir de la terra, és a dir, la recta que uneix els dos pols.

Eix de l'equador.

És l'eix perpendicular a l'eix de la terra i que passa pel centre de la terra.

Meridians.

Són les línies d'intersecció amb la terra amb els infinits plans que contenen l'eix de la terra format circumferències imaginàries que passen pels dos pols. Definim un meridià de referència amb el número 0° i anomenat de Greenwich que podem veure representats a la figura 2. A partir d'aquest se'n defineixen uns altres 23, amb una diferència de 15° i que marquen els fusos horaris (es deriva de la idea que en 24 hores la terra fa un gir complet, per tant $360^{\circ}/24 \text{ hores} = 15^{\circ}/\text{hora}$). Divideix la Terra en dues meitats: est i oest.

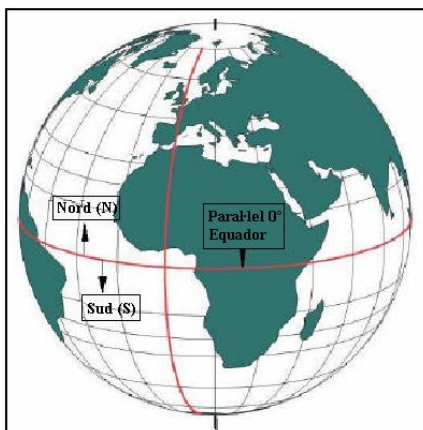


• Fig. 2. Meridians

Paral·lels

Són les línies d'intersecció dels infinits plans perpendiculars a l'eix de rotació de la terra amb la superfície terrestre, dit d'una altra manera, són els plans paral·lels al pla de l'equador que passa per l'eix de l'equador i és perpendicular a qualsevol pla que es formi a partir de l'eix de la terra.

El paral·lel de referència és el paral·lel de l'equador, representat a la figura 3, que és el que es troba a més distància del centre de la terra. És la circumferència màxima que envolta la Terra, equidistant als dos pols i amb una longitud de 40.068,66 km. Es pren com a origen per a determinar la latitud geogràfica de qualsevol punt situat sobre la Terra. Aquest divideix la terra en hemisferi nord o boreal i hemisferi sud o austral.



• Fig. 3. Paral·lels

3.3. Sistemes de projecció

Per representar la superfície de la Terra els cartògrafs fan servir diferents sistemes matemàtics anomenats projeccions, que són xarxes de meridians i paral·lels dibuixats sobre una superfície plana, per transportar una realitat esfèrica sobre una superfície plana.

Tota representació de la Terra sobre un mapa presenta, a causa del pas d'una superfície esfèrica a una de plana, certes deformacions (anamorfosi). L'anamorfoosi pot ser de tres tipus:

- **Anamorfoosi lineal.** Les distàncies a l'el·lipsoide i al pla són diferents.
- **Anamorfoosi superficial.** La superfície a l'el·lipsoide és diferent a la superfície al pla.
- **Anamorfoosi angular.** Els angles a la superfície de l'el·lipsoide són diferents als angles obtinguts al pla.

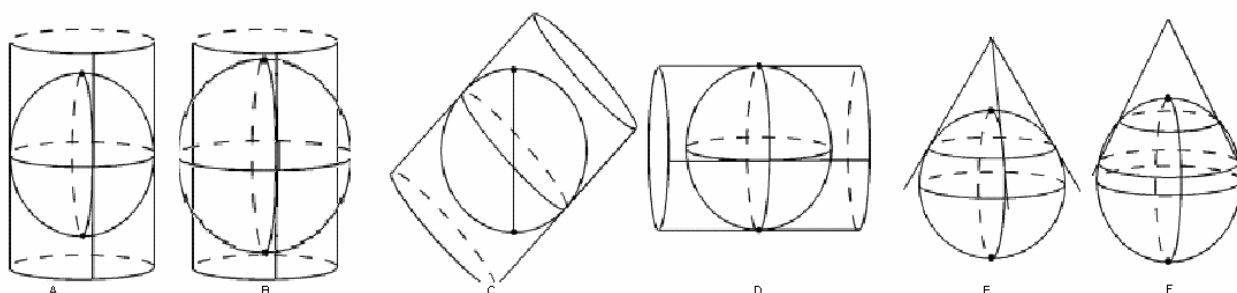
Per aquests motius existeixen diversos sistemes de projecció o mètodes de correspondència entre els punts del globus terrestre i el pla. Hi ha tres tipus bàsics segons les deformacions provocades depenent de la variable que conservin:

- **Projeccions conformes:** Conserven els angles originals, per tant respecten la forma però no les superfícies.
- **Projeccions equivalents:** Respecten les superfícies però no les seves formes.
- **Projeccions equidistants:** Mantenen la distància real entre tots els punts del mapa a partir del centre de projecció.

Cap projecció pot ser de tots els tipus alhora. En funció de la utilitat que es busqui s'escollirà un dels sistemes, encara que normalment es prefereix el conforme, ja que representa la forma real dels continents.

Un altre tipus de classificació de les projeccions es refereix a la figura geomètrica sobre la que es projecta. En podem veure una representació a la figura 4:

- **Cilíndriques:** Utilitzen un cilindre tangent o secant a aquest com a pla de projecció. Les característiques comuns de totes les projeccions cilíndriques són els meridians representats per línies rectes paral·leles equidistants i perpendiculars als paral·lels, també rectes però espaiats de forma diferent a cada modalitat de projecció cilíndrica. Quan l'eix del cilindre de projecció és perpendicular a l'eix nord - sud del globus, la projecció cilíndrica s'anomena transversal. Quan la posició no és directa ni transversal s'anomena obliqua.
- **Pseudocilíndriques:** Projecció similar a la cilíndrica en la qual els meridians, en lloc de ser línies rectes paral·leles, són corbes.
- **Còniques:** Projecció inspirada en la perspectiva cònica que, amb el focus al centre del globus, utilitza un con tangent o secant a aquest com a pla de projecció que posteriorment desenrotlla. Generalment l'eix del con es fa coincidir amb l'eix nord - sud del globus.
- **Azimutals:** Projecció en la qual el globus queda projectat sobre un pla que li és tangent o secant. Segons que el punt de tangència o el centre del cercle secant estigui situat a un pol, a l'equador o a un altre lloc, qualsevol projecció azimutal pren, respectivament, la posició polar, equatorial o obliqua.
- **Altres:** Altres mètodes de representar el globus o una part del mateix no classificables entre els anteriors.



• Fig. 4. Projeccions: Cilíndrica directa (A), Cilíndrica secant (B), Cilíndrica obliqua (C), Cilíndrica transversal (D), cònica directa tangent (E) i cònica directa secant (F).

A tall d'exemple presentem un cas concret de projecció, si bé documents especialitzats se'n poden trobar d'altres de diferents.

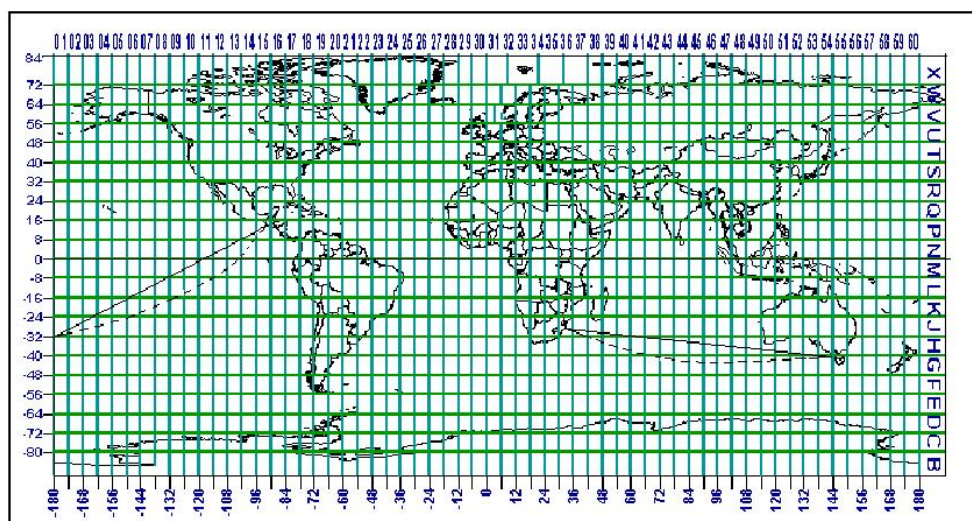
Projecció de Mercator¹ Transversal Universal

El sistema de projecció UTM, que són les sigles d'*Universal Transverse Mercator*, és el sistema de projecció que va adoptar l'exèrcit americà durant els anys quaranta, i que va esdevenir un estàndard. Es basa en la projecció definida per Mercator, una projecció cilíndrica en la que la

¹ Gerardus Mercator, cartògraf belga del segle XVI, va decidir buscar un tipus de projecció que permetés indicar el rumb d'una embarcació en llargues distàncies mitjançant una línia recta.

superfície del cilindre és tangent a la Terra per l'equador, encara que en aquest cas, el cilindre és transvers a l'eix de rotació de la terra; és a dir, amb l'eix sobre l'equador. Per tant, el cilindre és tangent a l'el·lipsoide, al voltant de la línia del meridià central o origen.

La projecció Mercator Transversal Universal (UTM) es fa servir per a dividir la superfície de la Terra en zones de 6 graus (fusos), cadascuna projectada fent servir la projecció Mercator Transversal amb el centre al meridià central de cada zona. Els números de zona UTM designen 60 posicions longitudinalment i les lletres de zona 20 posicions transversals (zones), representant la terra com es pot apreciar en la figura 5.



• Fig. 5. Projecció de Mercator Transversal Universal: Fusos i zones

3.4. Sistemes de coordenades

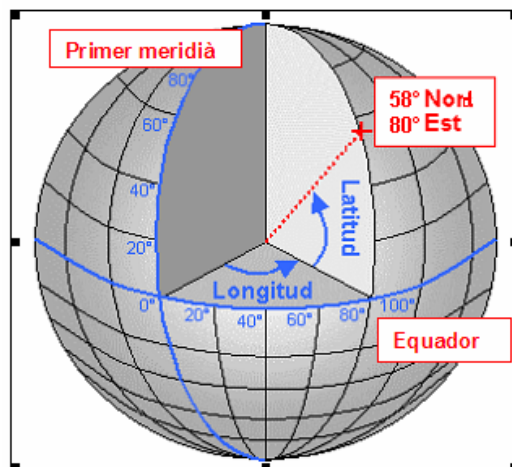
L'objectiu de definir un sistema de coordenades és disposar d'un conjunt de valors que identifiqui un punt a l'espai de manera que ens permeti situar-lo i mesurar-lo sobre el pla i localitzar-lo sobre la superfície real que es tracta. En aquest punt veurem 2 sistemes de coordenades.

Coordenades geogràfiques

Les coordenades geogràfiques determinen la posició d'un punt sobre la superfície terrestre fent servir dues dades numèriques anomenades latitud i longitud. Es basa en els conceptes de meridians i paral·lels que hem tractar anteriorment que cobreixen la superfície de la Terra i formen la xarxa de coordenades geogràfiques. En podem veure un exemple a la figura 6.

La **longitud** d'un punt és l'angle que formen el pla del meridià que passa pel punt i el meridià d'origen. La longitud és la distància angular entre qualsevol punt de la superfície terrestre i el meridià inicial. Els valors que pot prendre és de 0° a 180° en direcció Est des del meridià de Greenwich i de 0° a 180° en direcció Oest des del mateix.

La **latitud** d'un punt de la superfície terrestre és l'angle format pel pla que passa pel punt i pel centre de la terra i el pla de l'equador. Dit d'una altra manera, la latitud és la distància angular entre qualsevol punt de la superfície terrestre i l'equador. El rang de valors va de 0° a 90° en direcció Nord i de 0° a 90° en direcció Sud.



• Fig. 6. Coordenades geogràfiques

La intersecció d'un paral·lel i un meridià marca la situació concreta d'un punt sobre la Terra. És per això que quan es vol localitzar un indret es dona el valor de les seves coordenades geogràfiques.

Coordenades UTM

Les coordenades UTM són les coordenades que permeten localitzar un punt terrestre a un mapa confeccionat utilitzant el sistema de projecció UTM. Les coordenades UTM es caracteritzen per referenciar primer el fus on es troba, després la zona dins del fus i, finalment, la distància en metres que es troba el punt, tant des de l'origen de longituds de la zona com de l'origen de latituds de la zona.

Un cop situat el punt a localitzar en el fus i la zona corresponents, per tant delimitat un rectangle de 6° per 8°, s'ha d'indicar a quina distància relativa, dins del quadrat definit pel fus, es troba del límit oest del fus. Aquest valor tindrà un màxim de 10.000 metres, que serà el que es troba situat al límit est del fus. Després, s'ha d'indicar a quina distància es troba el punt, latitudinalment, de l'origen de latituds, que és l'equador. Aquest valor no pot ser superior a 10.000.000.

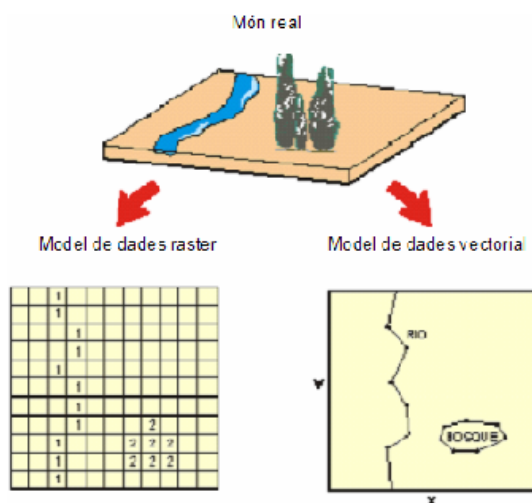
4. Representació de la informació geogràfica

4.1. Introducció

Per incorporar el món real al nostre sistema cal realitzar un procés d'abstracció que permeti representar les entitats reals amb formes que puguin ser gestionades informàticament. Aquesta representació la podem fer en punts, línies i polígons (abstracció geomètrica), en imatges (fotografies) o com etiquetes (informació alfanumèrica). La forma en la que ens sigui més útil representar aquestes abstraccions definirà el format de representació emprat.

Els formats habituals per representar la informació geogràfica que manipulen els SIG, que podem apreciar en la figura 7, i que s'emmagatzemen a les seves bases de dades són:

- El format vectorial
- El format ràster



• Fig. 7. Representació ràster i vectorial

Els dos models de dades serveixen per representar informació geogràfica i cadascun té els seus avantatges i inconvenients. Els SIG més moderns poden treballar amb aquestes dues representacions de la informació.

4.2. El format ràster

El format ràster divideix l'espai en una malla formada per cel·les d'igual mida anomenades píxels. A cadascuna d'aquestes cel·les se li assignen uns valors que representen característiques de la superfície real. La informació rasteritzada reflecteix les variacions contínues de la informació espacial ja que es registra informació de tots els punts. El fet de

tractar tots els elements de la superfície terrestre de la mateixa forma simplifica el treball i l'emmagatzematge de dades.

Resolució del format

Un punt important a destacar és la resolució, és a dir, la mida que tindran les cel·les del format. S'ha de trobar un equilibri entre resolució de la imatge i la mida del fitxer. En principi, com més petita sigui aquesta mida, millor resolució es tindrà, i menys informació s'ometrà. Ara bé, com més petita és la cel·la més cel·les es tenen i, per tant, es necessita més espai per emmagatzemar la informació i els tractaments d'aquesta es fan més lents. Per aquest motiu s'ha d'arribar a una solució de compromís: la cel·la ha de ser prou petita per representar el nivell de detall requerit i prou gran per que l'emmagatzematge i el processament de les dades sigui eficient.

Organització de les dades

En el format *ràster* cada característica s'ha de considerar per separat. Així, si es volen tractar diferents atributs s'hauran de tenir diferents mapes. Cadascun d'aquests mapes s'organitza com a **capes** o **cobertures** que es poden anar superposant per augmentar el nivell d'informació. Com ja s'ha vist, els fitxers *ràster* tendeixen a ser molt grans i més quan es volen emmagatzemar diverses cobertures. En principi s'ha de guardar un número identificador per cada cel·la així com la seva corresponent taula d'atributs. Per disminuir la mida d'aquests fitxers s'han d'utilitzar tècniques de compressió.

Veiem els pros i contres d'aquest format a la següent taula:

Avantatges	Desavantatges
Simplicitat de treball i emmagatzematge de les dades.	Fitxers de mida molt gran
Rapidesa en la captura de dades	La qualitat gràfica ve determinada per la resolució
Facilitat d'anàlisi espacial i simulació	Dificultat en l'estructuració per capes
Es poden obtenir formats <i>ràster</i> de manera automatitzada	S'han d'utilitzar tècniques de compressió
Facilitat de combinació de diferents tipus de dades	

4.3. El format vectorial

En el model vectorial els objectes estan representats per parells ordenats de coordenades donant lloc a entitats, bàsicament punts, línies i polígons. La informació sobre aquestes entitats s'emmagatzema com una col·lecció de coordenades. Aquest model és útil per descriure característiques discretes i menys potent per representar característiques de variació continua, ja que el que s'emmagatzema són els punts geomètrics que caracteritzen la figura abstracta a partir de l'entitat real.

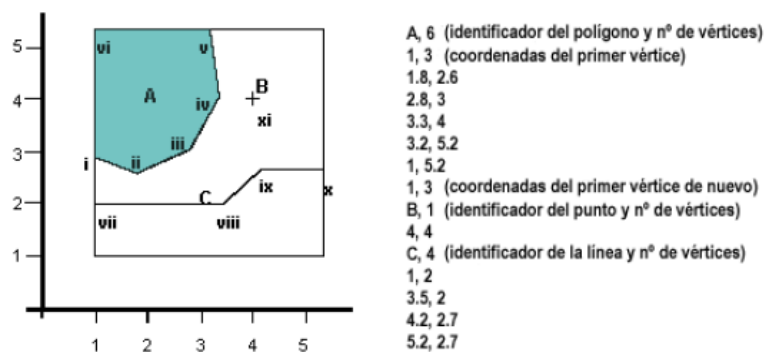
A diferència del format *ràster*, en el format vectorial no es tracten tots els punts de la mateixa manera, sinó que s'intenta aproximar els objectes existents a la realitat mitjançant components

vectorials (punts, línies i polígons) representats per parells de coordenades relatives a algun sistema cartogràfic. Aquest fet provoca que els mapes vectorials tinguin fitxers d'emmagatzematge de mida petita.

En canvi, pel que fa a la base de dades, la seva complexitat és elevada donat que els elements s'emmagatzemen de forma diferent segons el seu tipus (línia, polígon, etc.). També és té més complexitat a l'hora de combinar dades vectorials de tipus diferents, és més complicat unir dues fonts d'informació en format vectorial que en format ràster. Tanmateix resulta fàcil relacionar objectes del mateix tipus, per exemple fer operacions amb dues línies en format vectorial.

Existeixen diferents tipus de representacions vectorials:

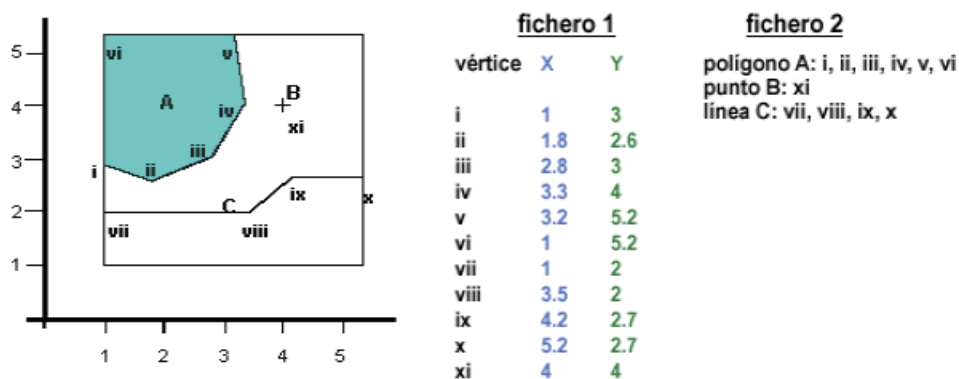
- Llista de coordenades (figura 8).



• Fig. 8. Representació vectorial: Llista de coordenades

Per cada element s'emmagatzema un identificador, amb el nombre de vèrtexs i la llista d'aquests.

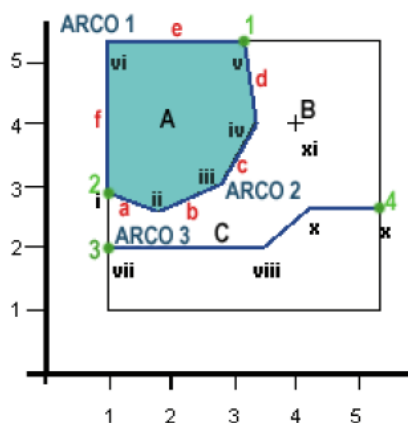
- Diccionari de vèrtexs (figura 9).



• Fig. 9. Representació vectorial: Diccionari de vèrtexs.

Existeix un fitxer amb la relació de tots els vèrtexs i un altre que indica per cada element quins vèrtexs el conformen.

- Mètode arc - node (figura 10).



• Fig. 10. Representació vectorial: Arc - node.

Es basa en representar els arcs mitjançant parells de coordenades, i amb agrupacions d'aquests es formen les línies i polígons.

Veiem els avantatges i desavantatges a la següent taula:

Avantatges	Desavantatges
Fitxer d'emmagatzematge de mida petita	Alta complexitat quan es crea una BD per emmagatzemar la informació
Bona presentació i resolució	La combinació de diferents tipus de dades resulta complexa
Molta precisió per representar les dades originals	
Facilitat de descripció i aplicació topològica	
Facilita les relacions entre objectes del mateix tipus	
Més velocitat de procés	

4.4. Exemples de formats

Les característiques de les dades que volem emmagatzemar definiran les estructures de dades que contindran aquesta informació al sistema. A continuació veurem alguns dels tipus de fitxers més utilitzats.

Formats ràster

Existeixen una sèrie de formats que emmagatzemen imatges però no informació geogràfica.

Els més habituals són: **BMP** (BitMaP), **GIF** (Graphic Interchange Format), **JPG** (Joint Photographics Expert Group File Interchange Format) i **TIFF** (Tagged Image File Format).

Ara veiem uns tipus de formats ràster que a més de la imatge contenen informació geogràfica.

- **GeoTIFF**. Es va desenvolupar a partir del format TIFF. Emmagatzema una imatge ràster georeferenciada.
- **JPEG o TIFF**. A vegades aquests fitxers porten associats un fitxer de text pla amb la localització d'uns determinats punts en una projecció.

- **MrSID.** Desenvolupada per Lizardetech permet una factor de compressió molt elevat en imatges de gran resolució.
- **ECW.** Estàndard de compressió d'imatges ràster desenvolupat per l'empresa *Earth Resource Mapping*. Presenta unes ràtios de compressió molt elevades.

Formats vectorials

- **DWG.** DraWinG. Associat al programari AutoCAD de la marca Autodesk. Emmagatzema informació vectorial utilitzant capes.
- **DWF.** Drawing Web Format. Associat al programari AutoCAD de la marca Autodesk. És un format d'intercanvi de dades vectorials a través de la xarxa, preparat per exportar dades per la seva publicació.
- **DXF.** Drawing eXchage Format. Associat al programari AutoCAD de la marca Autodesk. És un format d'intercanvi de dades entre programes CAD. Al fitxer hi ha objectes (elements sense part gràfica) i entitats (que si tenen part gràfica).
- **SHP.** Shapefile. Associat a la marca ESRI. És un format que no emmagatzema informació topològica i això permet una càrrega menor es espai i més rapidesa en dibuixar a pantalla.
- **DGN.** Associat a la programari MicroStation. És equivalent al format DWG.

4.5. Comparació entre els formats ràster i vectorial

Els dos format presentats són perfectament útils per representar l'escenari a tractar en el SIG. Els sistemes actuals permeten treballar amb els dos tipus de dades, i s'utilitza el que millor s'adapta a la situació concreta que se'ns presenta. Tenint en compte els avantatges i inconvenients que hem vist per cada tipus de format, presentem una taula comparativa:

	Format ràster	Format vectorial
Emmagatzematge	Models pesats ja que s'ha emmagatzemar informació de cada cel·la. Emmagatzematge senzill ja que suposa guardar els píxels.	Models lleugers ja que s'emmagatzemem els punts de la seva geometria i els atributs associats a l'element. Emmagatzematge complex ja que s'han de representar vectors de diferent tipus i la informació associada.
Obtenció de dades	Ràpida ja que només cal discretitzar l'espai en píxels d'una mida adequada al cas.	L'obtenció de nodes, arcs i polígons no és ràpida
Precisió en la representació	Precisió lligada a la resolució amb repercussió directa sobre la mida.	Acostuma a ser molt precís.
Manipulació de dades	Fàcil ja que els elements estan continguts als píxels i cal representar la imatge. La forma no queda gaire clara i pot dificultar algunes consultes.	Complexa perquè s'ha de construir l'espai segons els vectors emmagatzemats. Guarda la topologia i la relació espacial amb la resta dels elements.

En definitiva, a cada cas concret haurem de valorar quina és la forma de representació de la informació s'adapta millor a les necessitats que tinguem.

5. El programari lliure

5.1. Introducció

Abans d'endinsar-nos en l'estudi d'un producte que s'emmarca dins les característiques del que es coneix com a programari lliure fem una lleugera passada per aquest concepte per tal de donar-li una definició i entendre les diferències amb altres conceptes que sovint es confonen.

Podem lligar el programari lliure al projecte GNU (acrònim recursiu que significa *GNU is Not Unix*), que fou iniciat per Richard Stallman amb l'objectiu de crear un sistema operatiu lliure. Les seves principals motivacions per engegar aquest projecte es recullen al Manifest GNU, entre les que destaca tornar a l'esperit de col·laboració existent en els temps inicials de la comunitat d'usuaris de computadors².

Per garantir que el programari de GNU fos lliure perquè tots els usuaris el poguessin executar, copiar, modificar i distribuir lliurement, el producte havia de ser alliberat sota una llicència que garantís aquests drets i que evités la restricció d'aquests en el futur. La idea es coneix amb el nom de *copyleft*, en contraposició al terme *copyright*, i està continguda a la Llicència General Pública (GPL) de GNU.

AL 1985, Richard Stallman va crear la Free Foundation Software (FSF, Fundació pel Programari Lliure) per estendre l'ús i el coneixement del programari lliure i per proveir de suport logístic, legal i financer el seu projecte, que ha estat, i continua sent desenvolupat en gran part per voluntaris. La Free Software Foundation ha formulat les llicències GNU General Public License, la GNU Lesser General Public License i la GNU Free Documentation License (GFDL) i amb els anys s'han establert com les llicències per a Programari Lliure més usades.

5.2. Què es el programari lliure?

El programari lliure és, primer de tot, una forma ètica de concebre els programes d'ordinador, que inclou tant la seva producció com la seva distribució i utilització a diferència de conceptes

² Entre els anys 60 i 70 del segle XX, el programari no era considerat un producte per si mateix sinó quelcom afegit als grans ordinadors de l'època. En aquest entorn era habitual que els programadors i altres figures vinculades al desenvolupament del programari compartissin lliurement els seus programes. A finals dels 70, les companyies van adoptar l'hàbit d'imposar restriccions als usuaris recollides en forma de llicència.

com codi obert (*Open Source*) que, com veurem posteriorment, obeeixen a raons purament tècniques.

Però què és, exactament, el programari lliure? Aquest concepte s'està utilitzant des dels anys 80 i la seva primera definició es recull al butlletí GNU, vol 1 núm. 6 de gener de 1989. La definició donada per la Fundació pel Programari Lliure (FSF, Free Software Foundation) diu que perquè un programa sigui considerat de codi lliure cal que respecti 4 drets o llibertats fonamentals de cara a l'usuari, i que s'anomenen llibertats fonamentals de l'usuari de programari lliure.

1. Dret a utilitzar el programa.

Els usuaris han de tenir dret a utilitzar el programa sense restriccions on vulguin, com vulguin i pel que vulguin. Els programes que tenen restriccions d'utilització amb determinades finalitats (comercials per exemple), limitació d'ús per un cert període o número d'utilitzacions, prohibició d'ús a determinats llocs o en un nombre limitats d'equips no segueixen aquest primer principi.

2. Dret a conèixer com funciona el programa.

Els usuaris han de tenir el dret de poder estudiar i entendre com funciona el programa i si ho desitgen, a poder adaptar-lo a les seves necessitats específiques. Es considera que el codi font d'un programa, com la seva forma entenedora i modificable, equival al seu llibre d'instruccions.

3. Dret a distribuir el programa.

Els usuaris han de tenir dret a distribuir el programa a qualsevol persona que ho desitgin, de forma gratuïta o remunerada.

4. Dret a millorar el programa.

Els usuaris han de tenir dret a millorar un programa i publicar i distribuir les seves modificacions. El programari lliure sempre es distribueix amb el seu codi font i és totalment legal el modificar-lo. L'usuari també té dret a no publicar i distribuir les seves millores si no vol.

Una puntualització important és que el terme lliure és refereix a la llibertat no al preu ja que el programari lliure no té perquè ser gratuït. Tal com diuen els seus partidaris, l'accepció que s'ha de donar a la paraula lliure és "*free as in a free speech, not as in free beer*". Està perfectament admès el fet que es distribueixin programes de forma remunerada per poder subsistir els programadors i distribuïdors.

Altres termes semblants

Sovint s'utilitzen conceptes similars als de programari lliure que no es refereixen ben bé a la mateixa idea i que són utilitzats moltes vegades com sinònims sense ser-ho estrictament.

El terme **programari gratuït**, derivat del terme *freeware*, s'aplica a aquells programes en els que la seva adquisició no comporta una contraprestació econòmica. Pot arribar a incloure el codi font, però no es considera programari lliure si no arriba a garantir els drets de modificació i distribució del mateix.

Un altre concepte a diferenciar és del **programari de domini públic**, que és aquell pel qual no cal demanar cap llicència perquè els seus drets pertanyen a la comunitat. Pot fer-se servir per qualsevol persona amb finalitats legals i indicant l'autor. Els drets d'aquest producte han estat donats a la humanitat o bé han caducat.

El **programari de codi obert** (*Open Source*), malgrat compartir llicències semblants a les del programari lliure, és un moviment filosòficament diferent ja que els objectius perseguits són:

1. Donar rellevància als beneficis de compartir codi font.
2. Interessar als principals productors de programari i a les empreses d'alta tecnologia en aquest concepte.

La principal diferència amb el moviment de programari lliure és que aquest fa un especial èmfasi en aspectes morals i ètics del programari, sense prioritzar l'excel·lència del producte, que és l'objectiu bàsic del moviment *Open Source* que es centra només en els avantatges tècnics.

5.3. Alguns SIG lliures

Sota la consideració de programari obert, i centrant-nos en l'àmbit dels SIG podem trobar una gran diversitat de projectes que ofereixen productes que satisfan les necessitats que es generen en aquesta matèria. Trobarem productes que consisteixen en llibreries de desenvolupament amb funcions que realitzen les accions més rellevants fins a entorns complets d'execució, amb més o menys funcionalitats, que permeten a l'usuari manipular dades espacials des d'un entorn totalment amigable.

Amb l'objectiu de recollir informació que ens permeti seleccionar un producte SIG comparable a un sistema comercial coneixerem, a grans trets, les característiques d'aquests projectes i valorarem els recursos que ofereixen per fer-ne una anàlisi a fons.

Molts productes de codi lliure implementen serveis estàndards definits per l'*Open Geospatial Consortium*; per aquest motiu, creiem oportú començar el capítol fent una breu ressenya a aquest organisme.

Open Geospatial Consortium [17]

L'Open Geospatial Consortium (OGC) fou creat el 1994 i agrupa a 342 organitzacions públiques i privades i universitats. Ha de servir com a fòrum global per la col·laboració entre desenvolupadors i usuaris de productes espacials i serveis de dades, i per avançar en el desenvolupament d'estàndards per la interoperabilitat geoespacial. Els seus objectius són:

1. Definició d'estàndards oberts i interoperables a l'àmbit dels Sistemes d'Informació Geogràfica per proporcionar valor als membres i avantatges als usuaris.
2. Promoure acords entre les diferents empreses del sector que facilitin la interoperació entre els seus sistemes de geoprocessament i l'intercanvi d'informació geogràfica en benefici dels usuaris, i facilitar que els continguts i serveis geoespacials siguin integrats en els processos cívics i de negoci.
3. Facilitar l'adopció d'arquitectures espacials obertes a l'entorn de l'empresa.
4. Avançar estàndards com a recolzament a nous i innovadors mercats i aplicacions per tecnologia geoespacial.
5. Analitzar els avantatges socials, econòmics i científics d'integrar recursos electrònics de localització a processos comercials i institucionals a tot el món.

Les seves especificacions proveeixen als desenvolupadors de tecnologia per realitzar complexos sistemes d'informació i serveis per tots tipus d'aplicacions. Les més importants sorgides de l'OGC són:

- **GML**³ - Llenguatge de Marcatge Geogràfic.
- **WMS** - *Web Map Service* o Servei de mapes a la web que produeix mapes en format d'imatge per ser visualitzats per un navegador web o en un client senzill. El servei WMS permet la creació d'una xarxa de servidors de mapes distribuïts a partir dels quals els clients es poden construir els seus mapes a mida.
- **WFS** - *Web Feature Service* o Servei d'entitats vectorials per aconseguir informació geoespacial vectorial. Permet obtenir la informació i fer consultes sobre ella.
- **WCS** - *Web Coverage Service*. Servei per accedir a informació geoespacial ràster. Permet consultar el valor dels atributs emmagatzemats a cada píxel.

Geotools [18]

Geotools és una biblioteca SIG de codi lliure que permet desenvolupar solucions SIG adaptades als estàndards. Proporciona una implementació de les especificacions de l'Open Geospatial Consortium tal com van apareixent. Està escrit en llenguatge de programació Java i

³ GML (Geographic Mark-up Language) és un llenguatge que segueix les pautes de XML i que s'utilitza pel modelatge, transport i emmagatzematge d'informació geogràfica. La seva importància radica en el fet de poder ser utilitzat com a format comú entre els diferents SIG existents.

presenta molta activitat pel fet de col·laborar-hi una comunitat d'usuaris molt dinàmica. El seu disseny i concepció modular fa que moltes implementacions de programari lliure a l'àmbit dels Sistemes d'Informació Geogràfica facin ús dels desenvolupaments de Geotools.

Jump [19]

JUMP és un conjunt d'aplicacions de codi lliure que proporcionen una sèrie d'API i interfícies gràfiques d'usuari per visualitzar i manipular conjunts de dades espacials. És una aplicació SIG modular que permet la consulta i la creació i modificació de dades geogràfiques vectorials emmagatzemades en diferents formats com GML, DXF i ESRI shapefile. El programa també permet l'exploració de serveis WMS. Aquest Sistema d'Informació Geogràfica està programat en Java i és multiplataforma. La seva arquitectura modular facilita la creació de d'ampliacions que afegixen funcionalitats específiques.

MapServer [20]

MapServer és un entorn de desenvolupament Open Source per construir aplicacions SIG per entorns Internet/Intranet amb la finalitat de consultar, visualitzar i analitzar informació geogràfica a través de la xarxa. Les seves característiques principals són:

- És multiplataforma: funciona sota Linux/Apache i Windows.
- Soporta diferents formats vectorials i ràster.
- Suport pels entorns de desenvolupament més populars: PHP, Python, Perl, Java i C++.
- Segueix les especificacions de l'Open Geospatial Consortium.

GRASS [21]

GRASS és l'acrònim anglès de *Geographic Resources Analysis Support System*; és un SIG de programari lliure que pot suportar informació ràster i vectorial i té eines pel processament digital d'imatges, la gestió de dades geoespacials, la producció d'imatges i mapes, la modelització espacial i la visualització. És un producte abundantment utilitzat tant a entorns acadèmics com productius arreu del món. El producte GRASS es va desenvolupar per plataformes Unix però actualment està disponible per multitud de plataformes i sistemes operatius.

uDig [22]

uDig és l'acrònim d'*User-friendly Desktop Internet GIS* i és, al mateix temps, una aplicació visor/editor geoespacial i una plataforma amb la que es poden crear noves aplicacions derivades. uDig és el nucli d'un sistema d'informació geogràfica que proporciona una

plataforma Java per desenvolupar aplicacions espacials de codi obert. uDig ha esta desenvolupat donant èmfasi al seguiment dels estàndards públics desenvolupats per l'Open Geospatial Consortium i amb una especial atenció a les característiques WMS i WFS.

Deegree [23]

Deegree és un entorn implementat amb Java que permet el desenvolupament d'aplicacions SIG locals i basades en la xarxa. Després de 5 anys de desenvolupament, el projecte Deegree és la implementació més extensiva dels estàndards de l'OGC al camp del programari lliure. Està publicat sota les condicions de la *Lesser GNU General Pùblic License*.

gvSIG [7]

gvSIG és un programa per la manipulació d'informació geogràfica amb precisió cartogràfica fàcil d'utilitzar. Permet tractar amb informació vectorial i ràster. Permet l'accés a servidors de mapes que compleixen les especificacions de l' Open Geospatial Consortium. Està desenvolupat en llenguatge de programació Java i funciona en diferents sistemes operatius com Windows, Linux y Mac OS X. Utilitza llibreries estàndards de SIG con Geotools o Java Topology Suite. Es distribueix sota llicència GNU GPL. Pot treballar amb diferents formats vectorials i ràster.

gvSIG és un projecte finançat per la Conselleria d'Infraestructures i Transport de la Generalitat Valenciana i la Unió Europea i és desenvolupat per l'empresa IVER, Tecnologies de la Informació S.A.

Quantum GIS (QGIS) [24]

Quantum GIS és un SIG de programari lliure per plataformes Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows que permet tractar formats ràster i vectorials i gestionar bases de dades. Entre les seves característiques podem destacar:

- Suport per l'extensió espacial de PostgreSQL: PostGIS.
- Manipulació de formats vectorials i ràster.
- Possibilitats d'utilitzar QGIS com a interfície gràfica de GRASS, aprofitant la potencia d'aquest en un entorn de treball mes amigable.

Kosmo [25]

Kosmo és un SIG d'escriptori de funcionalitats avançades que forma part de tot un seguit de

desenvolupaments que s'aniran posant a disposició de la comunitat. Ha estat desenvolupat per l'empresa SAIG S.L. (Sistemas Abiertos de Información Geográfica, S.L.) i està distribuït sota llicència GNU GPL.

Kosmo ha estat implementat amb el llenguatge Java i s'ha desenvolupat a partir de la plataforma que ofereix Jump i d'una sèrie de llibreries abastament conegudes i esteses que han estat utilitzades en altres projectes de programari lliure entre les destaquen Geotools i JTS⁴. Està disponible pels sistemes operatius Windows i Linux.

Es tracta d'una aplicació capaç de visualitzar i processar dades espacials, que disposa d'una interfície amigable i que té capacitat d'accedir a diferents formats de dades tant vectorials com ràster. Una de les seves característiques és la possibilitat d'ampliar les seves funcionalitats a base d'extensions.

5.4. Valoració dels productes

Després del recorregut per les característiques de diferents productes SIG de programari lliure i guiats per l'objectiu de seleccionar un producte concret comparable a GeoMedia Professional, arriba el punt que hem de fer una valoració eliminatòria dels mateixos i triar el que s'aprofundirà més en el seu ús i coneixement i sobre el que es realitzaran les proves comparatives objecte d'aquest projecte.

Els criteris que ens duran a prendre la determinació definitiva van més enllà de les funcionalitats que puguin oferir els productes. Aspectes com la disponibilitat d'informació tant de caràcter tècnic com genèric, la facilitats d'accés a aquesta tant en forma de manual com en forma de tutorials tenen una importància fonamental. Veiem una taula resum dels diferents SIG de codi lliure estudiats:

⁴ JTS: acrònim de *Java Topology Suite*, és un conjunt documentat de funcions que proporciona un model d'objectes espacials i funcions fonamentals de geometria 2D. Ha estat desenvolupat en Java per l'empresa *Vivid Solutions* i es distribueix sota llicència LGPL. És una biblioteca àmpliament utilitzada en els SIG de programari lliure amb funcions d'anàlisi espacial, consultes avançades i creació de topologia.

Producte	web	Idioma	Entorn d'escriptori	Formats de dades	Llenguatge	Llicència	documentació	Observacions
Geotools	http://www.geotools.org	anglès	no	Shapefile, GML, WFS, PostGIS, Oracle Spatial, ArcSDE, GeoMedia, MySQL, Tiger, VPF, MapInfo	Java	GNU/LGPL	manual d'usuari tutorial	Llibreria utilitzada a diferents projectes SIG
Jump	http://www.jump-project.org	anglès	si	WKT, GML, ESRI shapefile	Java	Open Source	guia per desenvolupadors guia d'usuari documentació API	Disposa d'entorn d'escriptori i ofereix API pel desenvolupament d'aplicacions
MapServer	http://mapserver.gis.umn.edu/	anglès alemany francès portuguès	no	TIFF/GeoTIFF, ESRI shapefile, ESRI Arcsde, PostGIS, Oracle Spatial, MySQL		Open Source	guies how-to faq tutorials	No te com objectiu proporcionar totes les funcionalitats dels SIG sino oferir un entorn de desenvolupament de funcions SIG a Internet
Grass	http://grass.itc.it/	anglès, existeixen traduccions del manual i llistes de correu en castellà	si	Raster: ARC/GRID, E00, GIF, GMT, TIF, PNG, ERDAS LAN, Vis5D, SURFER, etc. Vectorial: ARC/INFO, ArcView SHAPE, BIL, DLG (U.S.), DXF, DXF3D, GMT, GPS-ASCII, USGS-DEM, IDRISI, MOSS, MapInfo MIF, TIGER, VRML, etc.	C	GNU/GPL	manual d'usuari manual del programador	Moltes funcionalitats d'anàlisi tractament de dades
UDIG	http://udig.refrains.net	Anglès	si	ESRI Shape files, PostGIS, DB2, Oracle Spatial	Java	GNU/LGPL	manual d'usuari manual de programador tutorial	Disposa d'entorn d'escriptori i ofereix API per desenvolupar aplicacions
Deegree	http://www.deegree.org	anglès	no	GML, PostGis, Oracle Spatial	Java	GNU/LGPL	manual de programador tutorial	Ofereix funcions per desenvolupar aplicacions que ofereixen els serveis de l'OGC
GvSIG	http://www.gvsig.gva.es	valencià anglès castellà entorn en altres idiomes	si	Vectorials: shp, dgn v7 (no v8) , dxf (texto), OpenDWG) Raster: ecw,, tiff /geotiff.jpg, png, gif , MrSID, img , jpeg2000 , bmp	Java	GNU/GPL	manual d'usuari manual d'instal·lació manual de programador tutorials faq	Moltes funcionalitats, molt suport institucional, serveis OGC accessibles
QGIS	http://qgis.org/	anglès alemany italià	si	PostGIS, ArcInfo, GeoTIFF	C++	GNU/GPL	manual d'usuari manual de programador	Facilitats per la integració amb GRASS
Kosmo	http://www.saig.es/kosmo.php	castellà, anglès, francès, portuguès	si	ecw ,MrSid, Tiff/geotiff, png, bmp, jpg, gif, jpeg, Shape, Dxf, Oracle Spatial, MySQL, PostGIS, Dbf,	Java	GNU/GPL	manual d'usuari manual de les extensions	Suport OGC en el futur

Una característica necessària és l'existència d'un entorn d'escriptori que ofereixi a l'usuari l'accés a les funcionalitats del sistema. Aquesta condició descarta tots aquells productes que el que ofereixen és una sèrie de llibreries i recursos per implementar funcions de SIG com podrien ser Geotools, MapSever o Deegree.

En aquest punt, els productes que formen el conjunt sobre el qual es farà la tria final és el format per GRASS, QGIS, gvSIG i Kosmo.

Una característica que he considerat rellevant ha estat la disponibilitat de documentació en castellà. Si bé es poden trobar traduccions al castellà del manual d'usuari de molts dels productes estudiats, el fet que el lloc web, amb els seus apartats de caràcter més tècnic estigui en català o castellà, ha tingut un pes fonamental a l'elecció. El fet que siguin productes del nostre país afavoreix la tria com a demostració que aquí es fan apostes pel desenvolupament de productes seriosos.

Aquesta restricció redueix l'elecció a Kosmo i gvSig. Una característica que es té la intenció d'estudiar és el funcionament dels serveis OGC, que encara no estan implementats a Kosmo. Una altra característica que, personalment m'ha cridat l'atenció és la possibilitat d'ampliar les funcionalitats del sistema amb les extensions que siguin útils per l'usuari i que aquest pugui configurar les que desitgi utilitzar.

Aquestes valoracions han fet decantar la tria cap a el sistema gvSIG, que a més a més, disposa d'un lloc web ampli i complert, gràcies, possiblement, al recolzament institucional que disposa. Ens ofereix un entorn d'escriptori amigable i fàcil d'utilitzar, accés als formats de dades més habituals, possibilitats d'accedir a diferents tipus de sistemes de gestió de bases de dades, accés a serveis definits pel l'OGC i moltes funcionalitats característiques dels SIG.

6. GeoMedia Professional 6.0

6.1. Introducció

GeoMedia és un producte de la casa Intergraph, un dels principals proveïdors de programari espacial a escala mundial. Aquesta empresa proporciona solucions a tot tipus d'organitzacions, públiques i privades, i de tota mida, a sectors tant diversos com la seguretat, la gestió d'infraestructures o de serveis com gas, aigua, electricitat, comunicacions, etc.

GeoMedia és un potent conjunt d'eines d'anàlisi especialitzades en diferents propòsits vinculats als sistemes d'informació geogràfica. És un producte de captura i administració de dades espacials dissenyat específicament per treballar amb bases de dades relacionals normals, sobre les que s'apliquen les funcionalitats de captura, visualització i producció de dades. Entre els diferents components de la família podem parlar de GeoMedia, GeoMedia Grid, GeoMedia Image, GeoMedia Objects, GeoMedia Professional, GeoMedia Terrain, GeoMedia Viewer, etc. així com productes orientats a entorns web, per exemple GeoMedia Web Map, entre d'altres.

El mecanisme que s'ha considerat adient per familiaritzar-se amb els conceptes que manega i el seu ús ha estat la realització dels casos pràctics que figuren al document "Aprendizaje de GeoMedia Professional" [1] on es proposen diferents accions a dur a terme amb l'aplicació de diferents funcions. La reflexió posterior a la realització d'aquests casos ha determinat l'organització del contingut d'aquest capítol en els següents apartats:

- Instal·lació del programari
- Aparença de l'aplicació
- Preparació de dades
- Consultes
- Presentació de resultats
- Adquisició i edició de dades
- Documentació
- Altres aspectes

Qualsevol informació addicional al producte o al seu proveïdor pot trobar-se al lloc web del fabricant [6].

6.2. Instal·lació

Aquest primer punt presenta les impressions extretes de la primera acció a realitzar amb el producte: la seva instal·lació.

La instal·lació escollida s'ha fet amb les opcions presentades per defecte i no s'ha tingut cap problema per dur-la a terme. A més de l'executable, la instal·lació també inclou un compendi d'ajudes addicionals, sota la denominació d'utilitats, per complementar el sistema. Queden disponibles diferents fitxers d'ajuda tant per l'usuari final com pel programador.

Cal tenir en compte les recomanacions que s'indiquen al manual d'instal·lació respecte a la conveniència d'instal·lar els controladors que serviran de vincle amb altres aplicacions com servidors de bases de dades i la forma de fer-ho.

Impressió personal: Procés fàcil, sense que es sol·licitin decisions complexes a l'usuari i ben documentat al manual d'instal·lació.

6.3. Preparació de dades

En aquesta part veurem les possibilitats que ofereix l'aplicació per adequar les dades amb les que es desitja treballar i la seva presentació segons les preferències de l'usuari. És la part prèvia a l'aplicació de les funcionalitats que ens permetran realitzar les anàlisis desitjades. Veurem com accedir a les dades que volem analitzar i quines opcions ens ofereix per facilitar-ne la interpretació.

Definirem alguns conceptes que el sistema manega i que ens permetrà entendre les funcionalitats que es descriuran posteriorment.

Cas d'estudi

Anomenem cas d'estudi el problema que volem tractar. La filosofia de treball es basa en definir un entorn en el que declararem l'origen de les dades a gestionar i analitzar, la configuració de les aparences dels diferents elements que han de visualitzar-se i les accions que s'han de realitzar. Aquest context és defineix com **GeoWorkspace** i és la unitat de treball en la que es desenvolupen totes les accions. L'usuari se l'adequa per realitzar les tasques desitjades, mitjançant la configuració d'una sèrie de característiques:

- Configuracions relatives a l'aparença de l'àrea de treball, tant a la part d'interfície com definint un sistema de coordenades o carregant una imatge ràster de fons, i a la forma com es visualitzaran els objectes.
- Conté les connexions amb els magatzems de dades, les finestres de mapa i dades, les finestres de composició, les barres d'eines, la informació del sistema de coordenades i les consultes que hagi creat.

Els GeoWorkspaces es creen en base a una plantilla, que si bé n'existeix una per defecte, l'usuari en pot crear d'altres adequades i especialitzades als objectius perseguits. La plantilla

per defecte conté una finestra de mapa buida, una llegenda buida i un sistema de coordenades predefinit.

Qualsevol element del món real que té una representació en un mapa mitjançant una figura geomètrica i que té associats una sèrie d'atributs no gràfics és una **entitat**. Les entitats s'integren en **classes d'entitat** que defineixen els atributs i de quin tipus són. Ens referim a les entitats com a cadascuna de les ocurrències de la classe.

Orígens de dades

La possibilitat de treballar amb diversos orígens de dades i en diferents formats sense la necessitat de fer conversions ens oferirà la possibilitat d'analitzar informació espacial des de diferents fonts, un dels requeriments que fem als SIG. Les dades no es troben al GeoWorkspace sinó que es mantenen a la seva ubicació física i des de l'aplicació es tenen referències a aquestes dades. Això permet que qualsevol canvi a les dades quedi reflectit a tots aquells llocs on s'utilitzen.

A GeoMedia les fonts de dades s'anomenen **magatzems** i s'hi accedeix a través d'una **connexió**. Els diferents tipus de connexions donen accés als diferents orígens de dades als que pot accedir GeoMedia. Una vegada establerta la connexió es seleccionen les entitats amb les que es vol treballar. Un magatzem conté informació gràfica i atributs alfanumèrics. Podem tenir, a un mateix GeoWorkspace, connexions amb diferents magatzems amb dades en formats diferents i GeoMedia ens permetrà realitzar anàlisis conjuntes.

Veiem en un quadre els diferents orígens i formats de dades accessibles:

Origen	GeoMedia
Fitxer	MDB (Access). Permet lectura/escriptura i crear la BD. DWG. AutoCAD. Només lectura. DXF. Format d'intercanvi d'AutoCAD. Només lectura. ARC/INFO. Només lectura. Shapefile (SHP) d'ArcView. Només lectura. FRAMME. Només lectura. SmartStore. Arxius de text. Diferents formats d'imatge
Servidors de bases de dades	Oracle. Lectura/escriptura SQL Server. Lectura/escriptura ODBC: Lectura <ul style="list-style-type: none"> • CAD • MGE • MGDM • MGESM • Tabular (per exemple: Excel)

Aquesta característica es veu complementada per les possibilitats d'exportació de dades que ofereixen els sistemes i que veurem a la part de presentació de resultats.

Aparença de l'aplicació

En aquest apartat valorarem l'aspecte que presenta l'aplicació i la impressió que dóna a l'usuari. En tractar-se d'una aplicació d'escriptori és important la interfície d'usuari que presenta ja que proporciona els elements que ens permetran comunicar-nos amb el programa. És important indicar que està disponible en castellà.

La presentació de l'aplicació es compon d'una finestra a la qual hi trobem el menú, les barres d'eines, la barra d'estat i la zona de treball que anomenarem finestra principal. Les barres d'eines que apareixen són les que configura l'usuari però amb botons actius segons les accions que es poden realitzar. A la finestra principal es visualitzaran les dades que l'usuari indiqui i el resultat de les accions que realitzi. Hi trobem diferents finestres de mapa, de dades i de composició que són els documents amb els que treballa l'usuari.

Es poden personalitzar diferents aspectes de l'aplicació com l'aparença, la ubicació de fitxers a carpetes i altres factors. Resulta remarcable la possibilitat de guardar i recuperar la configuració personal de l'entorn. Aquesta facilitat s'agraeix donat la gran quantitat de factors que són configurables que, si bé donen una gran versatilitat, compliquen l'ús inicial. Afavoreix la reutilització ja que permet guardar estils i plantilles per ser usades posteriorment a altres casos d'estudi.

A la **finestra de dades** es mostren els atributs no gràfics d'una classe d'entitat o d'una consulta, presentant-ne una vista formatada amb files i columnes. En aquesta finestra no trobarem dades de caràcter espacial.

Si les dades que es mostren corresponen a una base de dades de lectura/escriptura, es poden editar els valor de les entitats que hi apareixen. Aquests canvis es reflecteixen automàticament a la finestra de mapa ja que totes les finestres visibles estan vinculades i qualsevol canvi a una d'elles s'actualitza automàticament a les altres (actualització dinàmica).

A la **finestra de mapa** es mostren les dades gràfiques tant de naturalesa vectorial com ràster. Hi trobem dues parts clarament diferenciades:

- Zona de visualització gràfica, on apareixen els gràfics dels diferents objectes.
- Zona de gestió d'elements visualitzats, anomenada **llegenda**. Permet definir les característiques del que apareix a la zona de visualització. Els elements amb els que volem treballar s'anomenen **entrades de llegenda**, i és fàcil establir si són visibles o no i l'ordre de visualització que tenen (per gestionar els solapaments entre ells). Tenim la possibilitat d'agrupar les entrades de llegenda per facilitar la seva utilització.

Pot completar el seu aspecte amb imatges de fons, una barra d'escala i una fletxa per indicar el nord. Es poden configurar diferents possibilitats de visualització pels elements que apareixen a les finestres d'informació gràfica, sobretot a GeoMedia que permet la creació i edició d'**estils** per particularitzar les representacions permetent recuperar els estils definits prèviament. També es pot configurar el sistema de coordenades a utilitzar.

La visualització es pot complementar amb etiquetes, que permet l'associació d'informació textual a les entitats. Pot ser un text escrit per l'usuari o el valor d'un o més dels seus atributs i es poden afegir línies directrius cap a l'entitat sobre la que informen.

Poden coexistir simultàniament diferents finestres de dades per presentar els atributs de diverses classes d'entitat o consultes.

La **finestra de composició** permet dissenyar el format que ha de tenir la sortida impresa de resultats i les veurem amb més deteniment a la part presentació de resultats.

Impressió personal: El fet de disposar tot l'entorn a un element com el GeoWorkspace dóna sensació d'unicitat i integritat al cas d'estudi. Ens ofereix la possibilitat d'accedir a diferents fonts de dades i en diferents formats. La interfície amb moltes eines dóna sensació de gran potencial de funcions però alhora la sobrecarrega de botons fa que la forma de treball sigui menys intuïtiva. Tanmateix la finestra per presentació de resultats i gestió dels seus continguts és adequada. Es valora positivament l'actualització dinàmica de la part gràfica si es canvia algun dels atributs. És fàcil l'ús de les eines de visualització com el zoom, el desplaçament i l'enquadrament.

6.4. Consultes

Les consultes són accions destinades a l'obtenció d'informació sobre les dades que tenim enregistrades. Respecte a les consultes que es fan a bases de dades relacionals incorporen la possibilitat d'utilitzar operadors espacials.

Cada consulta crea una nova entrada de llegenda. Això permet definir noves consultes sobre consultes anteriors. En una consulta podem seleccionar el subconjunt d'atributs que vulguem presentar i el seu ordre. El resultat d'una consulta pot visualitzar-se a la finestra de mapa i a la finestra de dades. Les consultes es poden editar una vegada fetes.

La capacitat de seleccionar entitats de forma individual o en conjunt s'inclou en aquest apartat ja que, com veurem al producte gvSIG, una selecció pot ser el resultat d'aplicar uns criteris definits per l'usuari. Aquesta circumstància ens ha dut a afegir en aquest apartat les possibilitats de selecció d'entitats existents.

Les diferents funcions de consulta espacial incloses al producte GeoMedia Professional estan dirigides a entitats de naturalesa vectorial. Si bé existeixen eines per manipular entitats de tipus ràster, les eines específiques d'anàlisi d'aquest tipus d'informació la trobem a un altre producte de la família GeoMedia: GeoMedia Grid.

Veiem els diferents tipus de consultes que podem realitzar.

Selecció d'entitats

Existeixen diversos mecanismes per seleccionar entitats bé individualment o en conjunt definint un rectangle amb l'ajuda del ratolí. Disposa de mecanismes per seleccionar entitats que queden solapades per altres i per seleccionar totes les entitats d'una entrada de llegenda. GeoMedia també disposa d'un mecanisme per crear una consulta prenent com origen un conjunt d'entitats seleccionades.

Mapes temàtics

A mig camí entre la presentació i el resultat d'una consulta, per les capacitats d'anàlisi que incorpora, trobem el que anomenem mapes temàtics. Es basa en presentar les diferents entitats d'una capa amb una coloració basada en el valor d'alguns dels seus atributs.

Filtres espacials

Un filtre serveix per seleccionar una àrea del mapa (zona geogràfica o conjunt d'entitats) on s'executaran les accions següents, limitant el nombre d'objectes que poden aparèixer al mapa i facilitant la interpretació de resultats per part de l'usuari. Els filtres afavoreixen el rendiment de l'aplicació ja que limiten l'àmbit geogràfic al que s'executen les accions. Només pot haver un filtre actiu.

Es pot establir un filtre partint d'un conjunt d'entitats seleccionades o bé fent una selecció gràfica de forma rectangular, poligonal o circular, a més a més de permetre guardar i recuperar filtres ja fets.

Consultes d'atributs

Es construeixen definint condicions sobre atributs i valors i relacionant-les amb operadors lògics. Per la seva construcció ens ofereix un quadre de diàleg que facilita l'elecció de camps, operadors lògics i valors.

Consultes espacials

Donen la possibilitat de realitzar consultes segons la situació relativa de les entitats. Els criteris espacials que poden definir són:

- Estan en contacte.

- Estan a certa distància (proximitat).
- Estan contingudes (total o parcialment).
- Contenen (total o parcialment).
- Es solapen.
- S'uneixen.
- Són iguals espacialment.

Aquestes consultes espacials es poden combinar amb els d'atributs utilitzant el quadre de diàleg que les defineix.

Zones d'influència

Representen zones d'interès al voltant d'entitats i poden ser utilitzades directament per anàlisi espacial o bé com entrada per noves consultes. El resultat d'aquest tipus de consultes és un nou conjunt d'entitats d'àrea. Les zones d'influència es poden definir de forma variable en funció del valor d'un atribut de les entitats sobre les que es defineixen o de forma constant (segons el format com expressem aquest valor obtindrem una representació de valor únic, apilat o per anells). Tenim la possibilitat de combinar a una entitat única aquelles entitats resultants que es toquin.

Intersecció espacial

Fa la superposició espacial de les dues entrades de llegenda indicades (entitats o consultes) per trobar les àrees de coincidència. Els atributs són els de les dues entitats que s'operen.

Diferència espacial

A partir de dues entitats o consultes d'entrada elimina de la primera la part corresponent a la segona. Es pot aplicar sobre diversos tipus de geometria encara que no són vàlides totes les combinacions (per exemple podem sostreure una àrea d'una línia però no a l'inrevés).

Consulta nativa

Alguns tipus de connexions amb magatzems (Oracle, MGSM) admeten aquest tipus d'operacions que consisteixen en consultes espacials que s'executen al servidor per aprofitar les capacitats d'aquest.

Relacions

Una relació entre dues capes permet combinar atributs de dues entitats que comparteixen els valors d'alguns atributs. Equivalent als enllaços del tipus *inner join*, *left join* o *right join* de les bases de dades relacionals.

Anàlisi de geometries

Proporciona informació sobre dades d'ús comú pròpies de cada tipus de geometria, per exemple, per polígons indica l'àrea, el perímetre i la ràtio àrea/perímetre² i en el cas de línies

diu longitud, azimut i direcció. Permet configurar la presentació de la consulta en diferents formats i unitats de mesura.

Atributs funcionals

Una manera especial d'obtenir informació, i per tant podrien definir-la com un tipus de consulta, és la creació d'atributs funcionals. Són atributs calculats mitjançant una expressió que pot incloure altres atributs de l'entitat. Les expressions poden ser editades amb l'ajuda d'un editor d'expressions. Aquests atributs s'actualitzen automàticament quan canvia algun dels atributs que intervenen a l'expressió.

Combinació analítica

Permet combinar, en una de sola, diferents entitats d'una classe d'entitat o consulta que compleixen certs criteris com que es toquin o comparteixen valor per certs atributs. Els atributs de l'entitat resultant poden definir-se mitjançant expressions que tenen en compte els valors dels atributs a les entitats components.

Agregació

Permet disposar d'atributs a una classe d'entitat (resum) calculats en base a un altra classes d'entitat (detall) entre les quals hi ha una relació espacial o d'atributs. Per exemple, si tenim una classe d'entitat 'província' i una classe d'entitat 'municipi', amb aquest tipus de consulta podríem saber el total d'habitants si disposem d'aquesta informació per cada municipi.

Unió

Presenta conjuntament les entitats de les classes d'entitat o de consultes que es demana unir.

Sistemes de referència lineal (LRS)

GeoMedia proporciona eines per treballar amb entitats d'aquest tipus que permeten analitzar dades associades a xarxes lineals com són la segmentació dinàmica i la ubicació de precisió.

Impressió personal: S'avalua un complet conjunt de mecanismes de consulta tant de tipus espacial com sobre atributs. La dificultat per aplicar-les és variable i en alguns casos cal recórrer al manual d'usuari per interpretar correctament alguns dels paràmetres d'entrada que requereixen. Malgrat aquest punt, la interfície en forma de quadre de diàleg facilita la construcció i edició de consultes. Ofereix la possibilitat d'editar aquestes consultes ja fetes. El fet que cada nova consulta aparegui com una nova entrada de llegenda permet fer consultes sobre consultes de forma fàcil.

6.5. Presentació de resultats

Tota la informació que ens presenta el sistema a la finestra de mapa podem traslladar-la a un model imprès complementant-la amb tot un seguit d'informació addicional. També ens pot

interessar disposar de la informació obtinguda en algun format concret per poder ser emmagatzemada o tractada per altres sistemes. Veiem en aquest punt quines opcions facilita el sistema per obtenir aquestes dues formes de sortida de resultats.

Sortides impreses

A part de les visualitzacions per pantalla de taules de dades i vistes gràfiques, els programes ofereixen la possibilitat d'obtenir sortides impreses combinant en una o diverses pàgines tots els elements que volem que apareguin en un model de sortida. Aquestes sortides es dissenyen amb finestres de composició.

La finestra de composició utilitza marcs de composició que són contenidors on es poden ubicar diferents tipus de gràfics. Habitualment una finestra de composició estarà formada per un mapa i unes notes marginals com poden ser la llegenda, la fletxa de nord, la barra d'escala i alguns elements identificatius com títols o logotips. Alguns elements d'aquesta visualització estan directament vinculats a les finestres de mapa i podem indicar si han de reflectir els canvis que tenen en aquestes.

Disposem d'un volum important de funcionalitats pel disseny de la finestra de composició com poden ser la incorporació d'elements externs (objectes) i eines per facilitar el disseny gràfic. Podem utilitzar plantilles predefinides (de GeoMedia o d'altres productes com MicroStation o SmartSketch) o construir-ne de noves, amb l'ajuda de tot un ventall de barres d'eines disponibles per aquesta finalitat.

El resultat final pot imprimir-se directament i exportar-se a formats propis de GeoMedia o diferents formats d'imatge: GIF, JPG, TIF. La sortida a PDF és possible si es disposa d'Adobe Acrobat.

Exportació de dades

Una manera d'obtenir les dades corresponents a una vista és utilitzar l'opció de treure a classe d'entitats utilitzant una connexió que permeti l'escriptura. El resultat serà una nova classe d'entitats formada per les entitats resultants de la consulta.

Una altra manera és utilitzar l'opció d'exportació, que ens permet obtenir els següents formats de dades:

- Arxius shape. Extensió SHP.
- Format d'intercanvi de MapInfo: MIF/MID
- Arxius de disseny de MicroStation: DGN
- Models d'objecte d'Oracle.
- SLQ Server
- Arxius d'AutoCAD: DWG

- Format d'intercanvi d'AutoCAD: DXF

Impressió personal: Gran capacitat d'edició del model de sortida amb la disponibilitat de múltiples funcions per aconseguir un disseny de gran qualitat. Possibilitat d'exportar la informació a diferents formats en concordança amb els orígens de dades als quals te accés, incloent els formats més habituals i vinculats a productes propietaris molt estesos.

6.6. *Adquisició i edició de dades*

En aquest apartat ens proposem descriure les funcions del SIG que ens permetran definir informació espacial indicant la seva posició (coordenades) i els seus atributs. L'edició de dades compren dues vessants:

- Edició de la geometria: creació, modificació i eliminació d'elements gràfics.
- Edició dels atributs alfanumèrics: creació, modificació i eliminació de dades associades a elements gràfics.

Edició de la geometria

Per facilitar l'edició gràfica, GeoMedia incorpora mecanismes per obtenir i modificar dades de caràcter geogràfic i de caràcter alfanumèric. Algunes d'aquestes eines permeten capturar dades sense haver d'editar les entitats de forma individual. Pot utilitzar-se una taula digitalitzadora.

Enumerem algunes possibilitats que ofereix el sistema:

- Permet inserir entitats a una classe d'entitat i canviar una entitat d'una classe a una altra. Les noves entitats es poden definir de forma gràfica sobre el mapa o introduint una sèrie de valors característics de l'entitat.
- Una altra possibilitat és convertir el resultat d'una consulta a una nova classe d'entitat.
- Les entitats existents poden modificar-se amb comandes usuals en els àmbits d'edició gràfica: Copiar, rotar, moure, altres..., i amb operacions de desfer i refer accions.
- Podem inserir una imatge ràster i adequar-la de forma fàcil a la resta d'entitats ja presents al mapa i aprofitar-la per fer digitalitzacions directes . La barra d'eines SmartSnap permet identificar certs tipus de punts (coincidència de punts, interseccions, tangències, etc.) per facilitar les tasques d'edició.
- Podem veure informació detallada de la geometria que conforma una entitat i podem redigitalitzar la geometria mantenint el seu tipus.
- Podem crear noves entitats a partir d'entitats d'àrea i lineals ja existents aplicant un conjunt d'accions per obtenir noves formes:
 - Combinar entitats
 - Retallar entitats

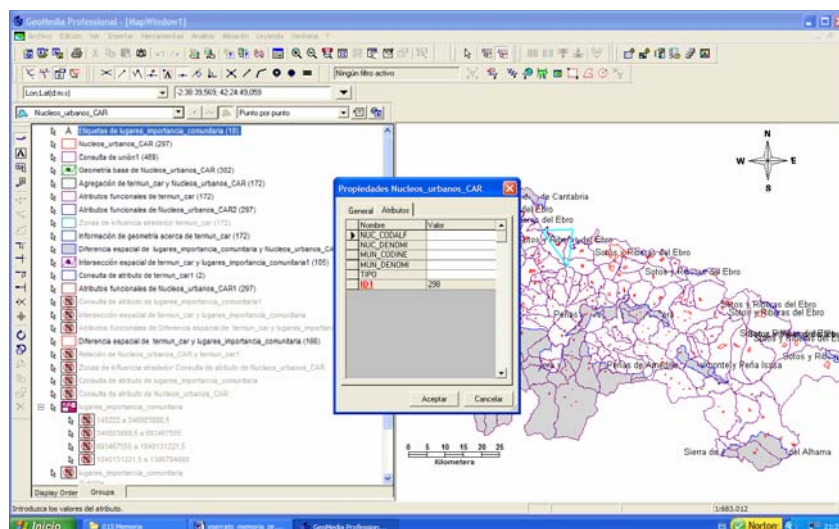
- Divisió d'entitats
- Estendre entitats lineals.

Finalment destacarem que incorpora mecanismes per detectar i corregir els errors més habituals que es poden produir en la captura com poden ser l'existència de condicions geomètriques no vàlides (per exemple, polígon no tancat) o errors en la connectivitat entre entitats.

Edició dels atributs alfanumèrics

Podem definir una nova classe d'entitat declarant atributs corresponents a les propietats de l'element que representa i el tipus de geometria. Una vegada definida podem inserir entitats, noves o ja existents, a la nova classe d'entitat creada. Els atributs de les entitats es poden editar individualment o bé tots alhora mitjançant valors constants o expressions matemàtiques. Una manera eficient d'afegir informació és definir relacions entre les entitats i taules de tipus text que contenen els atributs que s'adjunten i enviar el resultat a una nova entitat.

A la figura 11 podem veure un procés d'edició d'una nova entitat, en les que després definir la geometria de la entitats s'hi introdueixen els atributs.



• Fig. 11. Edició d'entitats a GeoMedia

Impressió personal: El sistema disposa de mecanismes per crear noves classes d'entitats de forma fàcil i inserir-hi nous elements. Permet editar característiques gràfiques i alfanumèriques de forma natural encara que cal conèixer la gran disposició d'eines especialitzades que ofereix per facilitar aquesta tasca. Proporciona mecanismes per detectar i corregir alguns dels errors més habituals (validació de geometria i connectivitat). L'edició individual pot ser un procés manual molt laboriós, per tant són molt útils les funcions que permeten editar simultàniament diverses entitats.

6.7. Documentació

La documentació integrada amb el programa ofereix documents d'ajuda tant per usuari final com per desenvolupadors d'aplicacions a l'entorn de GeoMedia. Des del mateix entorn de treball es té accés a fitxers d'ajuda en el format tradicional de Windows, on trobem un manual d'usuari amb la descripció de les funcionalitats bàsiques i de les utilitats que ofereix i un manual d'aprenentatge que serveix d'iniciació al sistema amb la realització de diferents casos pràctics.

El manual d'usuari és molt complet i detallat, explicant conceptes generals que justifiquen la presència de la funcionalitat. En format PDF estan disponibles el manual d'usuari i el manual d'instal·lació, i de cara al desenvolupador d'aplicacions, trobem el manual del programador i el manual de referència dels objectes de GeoMedia, aquests últims en anglès. Aquesta informació es pot complementar amb la que hi ha disponible a la web del producte on podem trobar documents de suport en forma de FAQ⁵ (Frequently Asked Questions), notes tècniques i notícies relacionades amb el producte. Tota aquesta informació està disponible en anglès.

Impressió personal: El manual d'usuari és complet i detallat, per tant útil com a document de consulta puntual. Com iniciació al sistema, el document que orienta a la realització de casos pràctics és força útil ja que fa un recorregut per les diferents funcions del programa de forma pràctica mostrant els resultats que es poden obtenir i ajudant a la seva interpretació. La documentació de la web, sobretot la part de notes tècniques, proporciona respostes concretes sobretot a usuaris avançats del sistema.

6.8. Altres aspectes

A part del temes tractats als punts anteriors l'aplicació presenta altres característiques que veurem només a tall de fer-ne esment però que tenen tot un potencial de desenvolupament molt interessant.

Ampliació de funcions

GeoMedia és un entorn de desenvolupament que permet crear aplicacions autònomes amb llenguatges com Visual Basic i Visual C++ utilitzant les llibreries del sistema. El manual del programador i la guia de referència dels objectes de GeoMedia proporcionen la documentació associada a aquesta capacitat.

⁵ FAQ: Acrònim de Frequently Asked Questions que es refereix a un recull de consultes comuns que acostumen a fer els visitants d'un lloc web.

Integració amb altres aplicacions

GeoMedia pot funcionar com un servidor OLE (Object Link Embedding). Això suposa que es pot integrar un objecte com un GeoWorkspace en una aplicació contenidor que admeti OLE i obrir-la des d'ella.

Catàlegs

Els catàlegs ofereixen un servei de metadades dins de GeoMedia. Aquesta informació complementa les dades amb informació com l'origen de les dades, el mecanisme d'obtenció, el propietari, les condicions d'ús, la qualitat, etc. que poden ajudar a evitar errors. Amb GeoMedia poden crear i utilitzar catàlegs propis o d'altres remots.

Biblioteques

GeoMedia habilita un mecanisme per afavorir la reutilització d'arxius de definició de diferents tasques. Les biblioteques són magatzems d'arxius compartibles de GeoMedia i entre ells podem trobar:

- Connexions de catàleg.
- Connexions de magatzems
- Llegendes
- Consultes
- Categories
- Filtres espacials
- Estils

Tots aquests components poden ser copiats al GeoWorkspace amb un considerable estalvi de feina.

Impressió personal: Les funcionalitats descrites en aquest punt de forma conglomerada obeeixen només a un criteri d'organització del tema, sense que aquesta consideració signifiqui que tenen menys importància que la resta. Simplement és un indicatiu que no han estat considerades funcionalitats bàsiques del SIG en la comparació que fem amb gvSIG. Tanmateix, el valor afegit que proporcionen a l'aplicació les fa prou interessants perquè, com a mínim, en fem esment si més no com a trets característics del sistema.

7. gvSIG 1.0

7.1. Introducció

Afrontem ara l'estudi de gvSIG 1.0. De la mateixa manera que hem fet amb la utilització de GeoMedia, ens basarem en un cas pràctic [4] disponible al seu lloc web [7] i el complementarem amb el manual d'usuari [5]. Seguirem la mateixa estructura de continguts que hem definit amb GeoMedia.

gvSIG és una eina orientada a la gestió d'informació geogràfica. Es presenta en forma d'aplicació d'escriptori amb una interfície amigable i senzilla, i és capaç d'accedir als formats més usuals de forma àgil, tant ràster com vectorial. Permet realitzar gestió de dades espacials i fer anàlisis complexes sobre aquestes tant de forma local com remota. Està orientada a usuaris finals d'informació de naturalesa geogràfica, tant professionals com d'administracions públiques (ajuntaments, diputacions, conselleries o ministeris).

Com a punt de partida ha estat molt útil la presentació del producte disponible a la seva pàgina web on poden trobar l'evolució del producte, el seus objectius i la descripció de com es troba actualment, entre altra informació d'interès.

Els trets que defineixen les característiques del producte venen donats pels requeriments definits en la seva específica i pels objectius que es persegueixen.

Portabilitat

El sistema funciona en diferents plataformes maquinari / programari, inicialment Linux i Windows. El llenguatge de programació és Java. Es vol garantir que un grup d'usuaris d'un mateix departament pugui usar el mateix programa i dades, sense importar que les plataformes que usen no siguin homogènies. De la mateixa manera es podran incorporar amb facilitat nous usuaris independentment del maquinari / programari usat.

Modularitat

El sistema ha de ser susceptible de ser ampliat una vegada tancat el seu desenvolupament. Per aconseguir-ho, el programa serà construït amb un conjunt de funcions bàsiques algunes de les quals formen part del nucli del programa i altres estan programades com a extensions (connectors). Les noves extensions s'integraran de manera transparent com si formaren part del programa des del principi. Cada usuari podrà tenir en l'ordinador només aquelles parts que necessiti.

Interoperable

Haurà de ser capaç de llegir i d'escriure dades de diverses fonts i en diferents formats. En la versió actual ja és capaç d'accedir a les dades d'altres programes propietari, com ara ArcView, AutoCAD o Microstation sense necessitat de canviar-los de format. Els nous formats que puguin aparèixer en el futur requeriran el desenvolupament de noves extensions que s'incorporaran al programa.

Codi obert

En tot moment els programadors tindran accés al codi font original del programa, circumstància que promourà el desenvolupament de noves funcionalitats o la modificació de les existents.

Sense llicències

No caldrà pagar res per cada instal·lació que es realitzi, sense límit de quantitat.

Subjecte a estàndards

Es seguiran les directrius marcades per l'OGC i la Unió Europea.

Les denominacions que dona el producte a diferents funcions divergeixen de les que dona GeoMedia a funcionalitats equivalents. Malgrat aquesta diferència, farem un agrupació lògica de funcions similar a la que hem establert amb GeoMedia. Els apartats en què hem dividit aquest estudi són els següents:

- Instal·lació del programari
- Aparença de l'aplicació
- Preparació de dades
- Consultes
- Presentació de resultats
- Adquisició i edició de dades
- Documentació
- Altres aspectes

7.2. Instal·lació

La instal·lació d'aquest producte sobre una plataforma Windows presenta la particularitat de poder fer la instal·lació del programari només del sistema o bé conjuntament amb els requisits de l'entorn Java que necessita, ja que a més a més de la màquina virtual de Java el programa fa ús d'unes llibreries específiques (JRE, llibreries JAI i JAI Image I/O). En els dos casos el fitxer executable d'instal·lació ha fet aquesta sense problema i funcionant correctament.

Una consideració que cal tenir en compte és disposar de l'operativitat de l'entorn d'execució de Java en tot el referent a definició de variables de sistema que indiquen la ubicació dels executables i llibreries de la màquina virtual.

Impressió personal: Sense dificultat ni complicacions, no es requereixen decisions complexes d'usuari i ben documentat al manual d'instal·lació, si bé la no disponibilitat de l'entorn d'execució de Java pot requerir operacions més enllà del que podria ser el perfil de l'usuari del SIG.

7.3. Preparació de dades

El primer pas per realitzar l'estudi d'un cas és adequar les dades que manipularem a l'entorn de treball de manera que ens sigui fàcil la seva identificació i la interpretació de la informació que contenen. Aquest procés està molt relacionat amb la interfície de l'aplicació i amb l'origen de la informació. Veurem tot seguit com es lliga el cas d'estudi que volem dur a terme amb les fonts de dades i l'aspecte de la zona de visualització on treballarem.

Coneixerem els conceptes que el sistema utilitza per referir-se als elements que participaran a les funcions que veurem als punts posteriors.

Cas d'estudi

Si anomenem cas d'estudi el problema que vulguem tractar, tractarem de definir tot allò relacionat amb ell en un entorn anomenat **projecte** en el que declararem l'origen de les dades a gestionar i analitzar, la configuració de les aparences dels diferents elements que han de visualitzar-se i la definició de les accions que s'han d'executar.

Orígens de dades

Donada la gran varietat de formats en què es poden trobar les dades i la multitud d'orígens diferents on es poden ubicar és interessant que el SIG ens proporcioni la possibilitat d'analitzar informació espacial des de diverses fonts, consideració que gvSIG ha tingut en compte. Al projecte no trobarem les dades sinó lligams amb els seu origen.

Veiem en un quadre els diferents formats i orígens de dades als que poden accedir diferenciant les dades gràfiques de les alfanumèriques:

Origen	Inf. gràfica	Inf. Alfanumèrica
Fitxer	SHP. Shapefile d'ESRI. DGN. MicroStation DXF. Format d'intercanvi d'AutoCAD DWG. AutoCAD GML Diferents formats d'imatge	CSV DBF Texte

Servidors de bases de dades	JDBC <ul style="list-style-type: none"> • PostGIS⁶ • MySQL Spatial Oracle Spatial (a partir de la versió 1.0.2)	ODBC MySQL PostGRESQL Oracle
Serveis OGC	WFS WMS WCS	
Altres	ArcIMS	

Destaca la possibilitat d'accedir a orígens de dades en servidors remots d'Internet a través de serveis estandarditzats.

Aparença de l'aplicació

En aquest apartat valorarem la imatge inicial que presenta el sistema i les possibilitat de configuració que té, abans d'endinsar-nos en la utilització.

La interfície està disponible en diferents idiomes entre els quals s'inclouen el valencià i el castellà, i es compon d'una finestra a la qual hi trobem el menú, la barra d'eines, la barra d'estat i la zona de treball on es presenten els diferents documents.

Les barres d'eines que apareixen a gvSIG depenen del tipus de document amb el que estiguem treballant aconseguint d'aquesta manera presentar una interfície no sobrecarregada que dóna una grata impressió de facilitat d'ús.

Presenta algunes opcions configurables per l'usuari de caràcter general on a més d'opcions de visualització i d'ubicació de subdirectoris de projectes i dades, trobem opcions de connexió a través de xarxa i la definició de les extensions aplicables al sistema. Les extensions són funcionalitats que cada usuari pot decidir tenir habilitades o no en funció dels seus requeriments.

Algunes funcionalitats que es troben a faltar són la configuració dels subdirectoris de dades per cada projecte, si bé es pot definir com a característica general no es pot fer individualment pel projecte.

Anomenem finestra principal a la zona de treball que ens permetrà presentar les dades, tant gràfiques com alfanumèriques, i on es mostraran els resultats de les accions realitzades.

L'aplicació basa el seu funcionament en el treball amb tres tipus de documents que es manipulen amb un gestor de projectes:

⁶ PostGIS i MySQL Spatial són extensions de les bases de dades relacionals PostgreSQL i MySQL respectivament per la seva utilització en SIG.

- **Vistes.** Documents gràfics.
- **Taules.** Documents de dades.
- **Mapes.** Impressió de resultats.

Es poden tenir tantes finestres com convingui d'aquests tipus. Es poden copiar dins del mateix projecte o a d'altres projectes. Veiem de forma individual les característiques d'aquests documents.

Vistes

Tenen la finalitat de visualitzar les dades que l'usuari defineixi i el resultat de les accions que realitzi. Proporciona una barra d'eines on tenim mecanismes de navegació per la part gràfica i que ofereix canvis d'escala (zoom), desplaçaments i funcions de gestió de l'enquadrament que inclou l'ajust de la imatge a la zona de visualització.

A les finestres de vista trobem tres parts clarament diferenciades:

- Zona de visualització gràfica
És la part de la finestra on apareixen els gràfics dels diferents objectes.
- Zona de gestió d'elements visualitzats.
S'anomena **Taula de continguts** (ToC) i permet definir les característiques del que apareix a la zona de visualització. Els elements amb els que volem treballar s'anomenen capes a gvSIG. És fàcil i còmode establir si són visibles o no i l'ordre de visualització que tenen (per gestionar els solapaments entre ells). Tenim la possibilitat d'agrupar les capes per facilitar la seva utilització.
- Un **localitzador** per facilitar l'enquadrament de les imatges a la finestra de visualització.

Les dades gràfiques s'organitzen com a capes a una vista. Una **capa** és un conjunt d'elements del mateix tipus que és representen amb el mateix tipus de geometria. La forma de procedir és crear una nova capa a una vista i associar-la a un origen de dades. Els elements a visualitzar poden ser vectorials o ràster.

Una opció que facilita la visualització es la localització d'entitats per atributs que ens fa un zoom de les entitats que compleixen la condició (localitzador per atribut).

Les etiquetes són informació textual que apareix associada a una entitat. Pot ser un text escrit per l'usuari o el valor d'un o més dels seus atributs. A gvSIG es pot fer una capa d'anotacions que permet, a una capa de punts, etiquetar les entitats de forma senzilla sense crear una nova capa, només modificant la forma com es presenta.

En capes ràster podem configurar diferents opcions com el brillo, el contrast, la transparència, etc. que ens milloraran la visualització per pantalla.

Taules

Les taules són documents que contenen informació alfanumèrica. En elles podem veure, de forma tabular per files (registres) i columnes (camp), els atributs dels objectes.

El sistema diferencia dos tipus de taules que convé tenir presents perquè tenen certes particularitats a l'hora de treballar amb elles:

- Taules internes. Són aquelles que contenen els atributs alfanumèrics dels elements de les capes definides a les vistes.
- Taules externes. Són taules d'atributs alfanumèrics afegides al projecte, en principi, no vinculades directament a elements gràfics.

Es poden configurar diferents possibilitats de visualització pels elements que apareixen a les finestres d'informació gràfica. A l'estudi dels orígens de dades hem presentat els diferents formats als que gvSIG proporciona accés.

Mapes

Són documents per la presentació en format imprès. Els veurem amb més detall a la part de sortida de resultats. Poden definir plantilles de mapes per reutilitzar els dissenys elaborats.

Impressió personal: Es valora positiu el fet de disposar tot allò relacionat amb el cas d'estudi en un únic element com el projecte. La capacitat d'accedir a diferents orígens de dades i en diferents formats suposa una gran capacitat de tractament i d'anàlisi. Es percep adequat el disseny de la zona de treball i s'agraeix la simplicitat de la interfície que presenta.

7.4. Consultes

Una bona part de les situacions que poden resoldre's amb l'ajuda d'un SIG s'engloben genèricament sobre la idea d'obtenir informació tant sigui per resoldre preguntes puntuals com per generar informació d'unes certes característiques. Les funcionalitats que ens ofereix en aquest camp les agrupem sota l'epígraf de consultes que dona títol al present apartat.

Les consultes són accions destinades a l'obtenció d'informació sobre les dades que tenim al projecte. Aquesta informació potser ser referida a les entitats que compleixen certs criteris fixats per l'usuari sobre els atributs geogràfics o alfanumèrics. Les funcionalitats de consultes ofereixen una gran part d'allò que requerim d'un SIG:

- Visualitzar informació intuïtivament
- Buscar dades geogràficament.

- Respondre consultes ràpidament i amb precisió.

Englobarem en aquest punt totes les accions que ens proporcionin aquests objectius malgrat que el concepte de consulta a gvSIG és referent a les següents opcions:

- Obtenir els atributs d'un element d'una capa
- Mesurar una àrea d'un polígon dibuixat sobre la vista.
- Mesurar la distància entre dos punts indicats a la vista.

gvSIG és un sistema fonamentalment vectorial. Malgrat incorpora mecanismes i funcions per tractar dades en formats ràster, aquestes es focalitzen al voltant de la presentació i visualització, sense incidir en temes d'anàlisi d'aquest format. Tanmateix existeixen extensions encara no integrades, en fase de pilot, que es poden descarregar del lloc web i que proporcionen funcionalitats analítiques sobre dades ràster.

Atenent a la seva capacitat de generar informació també considerarem consultes les següents accions:

Mapes temàtics

Una opció de visualització interessant per les capacitats d'anàlisi visual que proporciona és la utilització de cartografia temàtica que consisteix en la presentació en forma de mapes temàtics. Es basa en presentar les diferents entitats d'una capa amb una coloració basada en el valor d'algun dels seus atributs. Es pot definir per un valor únic de l'atribut o per un rang de valors. El rang d'escala determina en quin rang l'entitat es visualitzarà.

Selecció d'entitats

Són seleccions que es fan amb l'ajuda del ratolí i que permeten obtenir un conjunt d'entitats d'una capa a criteri de l'usuari bé per marcació directa o indicant una figura geomètrica. No es tracta estrictament d'una consulta però creiem adequat indicar aquesta possibilitat per diferenciar-la d'altres mètodes de selecció que sí hem catalogat com a consultes i que veiem tot seguit.

Les consultes de selecció tenen com a resultat un conjunt d'entitats que compleixen els criteris indicats i que pot considerar-se un nou conjunt de selecció, afegir-se a una selecció prèvia o eliminar-se de la selecció establerta.

Una vegada feta la selecció per qualsevol dels mètodes indicats podem obtenir el seu complementari utilitzant l'opció d'invertir selecció.

Selecció espacial

Consisteixen en la selecció dels elements d'una capa que compleixin, respecte als elements d'una altra capa, un dels següents criteris:

- Siguin iguals
- Siguin disjunts
- S'intersequin
- Es toquin
- Es creuin
- Continguin
- Estiguin continguts
- Es superposin

La finalitat és obtenir un conjunt d'entitats que compleixen una sèrie de criteris que s'han anat aplicant seqüencialment. Això suposa, però, que si es vol modificar algun dels criteris s'ha de refer tot el procés de seleccions ja que no es crea una nova capa a no ser que explícitament se li indiqui que exporti els elements seleccionats.

Selecció per atributs

Un altre tipus de consultes que ens permet fer és la selecció dels elements que els seus atributs compleixen determinades característiques. gvSIG les anomena **filtres**.

Aquest tipus de consulta es crea mitjançant un quadre de diàleg que dona opció a definir consultes complexes utilitzant els atributs i els seus valors combinats amb operadors lògics. D'aquesta manera s'estalvia a l'usuari conèixer SQL per fer la consulta.

Eines de Geoprocessament

Són extensions de gvSIG que permeten aplicar una sèrie de processos sobre capes vectorials i que generen noves capes també vectorials, en format SHP, que aporten informació addicional. Durant l'execució d'aquests geoprocessos es pot seguir treballant ja que s'executen en segon pla. El problema que presenten és que no es poden editar i si es vol canviar alguna característica s'han de tornar a fer.

Zones d'influència

Representen zones al voltant dels elements que estan d'alguna manera afectades per alguna de les seves característiques. A més de les apreciacions visuals que ens ofereixen ens permeten fer altres consultes espacials sobre elles per extreure nova informació.

Les àrees d'influència es creen a partir d'una de les capes existents o d'una selecció d'elles. És aplicable a qualsevol tipus d'element vectorial (punt, línia, polígon) i el resultat és una nova capa vectorial de polígons. Podem demanar una representació amb anells concèntrics i en cas de polígons les zones d'influència poden ser interiors, exteriors o ambdues i visualitzada amb un cert grau de transparència. Potser definida per una valor fix (igual per tots els elements) o el valor d'un dels camps (l'abast pot ser diferent per cada element).

Opcionalment es pot demanar que els elements resultants que es toquin quedin fusionats (l'execució es demora bastant i depèn del nombre d'elements que es fusionin que a priori no es pot saber).

Retallar

Permet extreure d'una capa una zona d'interès definida per una capa de retall. La capa d'entrada no queda modificada.

Dissoldre

Agafant com entrada una capa de polígons, fusiona en un sol aquells que tinguin el mateix valor a un camp especificat.

Ajuntar

Crea una nova capa on fiquem tots els elements de les capes indicades. És útil en el cas de tenir elements del mateix tipus a capes diferents i ens interessa tenir-los tots a una mateixa capa.

Envolvent convexa

Calcula el polígon de menor àrea que conté tots els elements de la capa d'entrada.

Diferència espacial

Consisteix en sostreure planta d'una entitat d'una altra. El resultat és l'entitat original sense la part corresponent a l'entitat que es sostreu. Treballa amb dues capes poligonals, la d'entrada i la de solapament. Permet obtenir aquelles zones de la capa d'entrada que no estan presents a l'altra. La capa resultant manté l'esquema d'atributs alfanumèrics de la capa d'entrada. Complementa l'acció de retallar en el sentit que si retallant podem obtenir la zona que ens interessa, amb la diferència podem excloure la zona indicada.

Intersecció espacial

Proporciona una geometria resultant de fer la intersecció entre dues entitats. Té com entrada 2 capes poligonals, la d'entrada i la de solapament. Crea un element per cada intersecció entre les dues capes que prendrà els atributs d'ambdues capes.

Unió

Pren com entrada dues capes poligonals i el resultat són tots els elements de les dues capes (els que pertanyen a la intersecció, els que pertanyen a la primera que no estan a la segona i els que pertanyen a la segona que no estan a la primera).

Enllaç espacial

És equivalent a l'enllaç (*join*) de les bases de dades relacionals però la característica comuna per vincular les dues capes és espacial. Els criteris espacials utilitzats són el veí més proper (relació 1:1) o contingut en (relació 1:M). El resultat uneix els atributs de la capa enllaçada amb els de la taula indicada en aquelles entitats que acompleixen el criteri espacial indicat.

Desplaçament 2D

Aplica un desplaçament a tots els punts de les geometries d'entrada segons els valors x i y indicats.

Reprojectar

Permet canviar la projecció geodèsica de la capa vectorial indicada. És útil quan tenim al mateix projecte cartografies en projeccions diferents i les volem fer concordar.

Consultes sobre taules

A les taules podem ordenar la presentació i seleccionar registres que compleixin certes característiques (filtres) com a les vistes.

Seleccionant un camp numèric d'una taula tenim accés als valors estadístics més habituals: Suma, recompte, mitja, màxim, mínim, àmbit, variància i desviació típica.

La **unió de taules** consisteix en establir un enllaç (*join* en la nomenclatura de bases de dades relacionals) entre dues taules mitjançant un camp comú de manera que a la primera apareixen els camps de la segona en tots aquells registres que tenen correspondència segons el camp d'enllaç indicat. No crea una taula nova, es manté l'enllaç fins que s'indica que es desfai la unió.

L'**enllaç de taules** estableix un vincle entre dues taules a través d'un camp comú amb la finalitat que les modificacions a una de les taules es manifestin a l'altra.

Impressió personal: El fet que algunes de les accions que hem considerat com a consultes presentin com a resultat una selecció d'entitats dificulta l'edició i l'execució reiterada de la mateixa consulta. De fet gvSIG només considera consultes les sol·licitud d'informació sobre una entitat o mesures de distàncies o àrees. Per fer consultes hem d'anar fent successives seleccions de forma acumulada sense possibilitats d'edició a no ser que exportem a noves capes els resultats intermedis obtinguts. Ofereix una ampla oferta de funcionalitats de consulta però difícils d'emmagatzemar i editar. Les eines de geoprocessament ofereixen un potent i ampli conjunt de funcions de tractament espacial, amb l'inconvenient de que s'executa el procés però no queda enregistrat.

7.5. Presentació de resultats

Probablement vulguem recollir els resultats del nostre treball a un document que segueixi algun tipus de model o disseny. També es possible que necessitem extreure les dades aconseguides en algun format concret. Aquestes tasques les veiem a continuació en el que anomenem presentació de resultats.

El document que permet fer una impressió dels resultats obtinguts amb les diferents accions executades per l'usuari és el mapa, que permet dissenyar i combinar a una pàgina els elements que ens interessa que apareguin.

Un altre dels resultats que poden obtenir és l'exportació de la informació obtinguda a uns dels formats que permet el sistema.

Sortides impreses

A part de les visualitzacions per pantalla de taules de dades i vistes gràfiques, els programes ofereixen la possibilitat d'obtenir sortides impreses combinant en una pàgina tots els elements que volem que apareguin en un model imprès. Aquestes sortides s'anomenen mapes a gvSIG.

Els mapes permeten dissenyar el model de sortida combinant els elements que volem que apareguin. L'accés als mapes es fa mitjançant el gestor de projectes. Incorpora eines per facilitar el disseny gràfic, la inserció, edició i col·locació dels diferents elements (mida, posició, alineament, etc.). El primer pas és configurar la pàgina on plasmar el resultat.

Els elements típics que formen part del mapa són les vistes, barres d'escala, fletxa de nord, llegendes (capes visibles a la ToC), imatges, text, objectes gràfics i caixes (taules). Alguns elements d'aquesta visualització estan directament vinculats a les finestres de mapa i

reflecteixen els canvis que tenen en aquestes. Explícitament podem indicar que aquest efecte no es produeixi.

Podem exportar el resultat a formats PDF i PS o bé imprimir-ho. La configuració d'un mapa es pot guardar com plantilla per reutilitzar-la en altres casos.

Exportació de dades

Es poden guardar en diferents formats els elements d'una capa o aquells que estiguin seleccionats. Els formats contemplats són:

- Shape
- DXF (només la geometria, no s'exporten els atributs alfanumèrics).
- PostGIS
- GML
- Exportació de vistes: Els resultats són capes ràster.
 - PNG
 - JPG
 - BMP
 - WMC (Web Map Context). Crea un arxiu .cml que pot ser importat per un servidor WMC (pag. 147)
 - Exportació a ràster georreferenciat: Un retall d'una vista es pot exportar a una imatge georreferenciada en els formats geoTIFF, JPG i JPEG2000. La durada d'aquest procés depèn molt de la mida en píxels de la imatge, per tant és una característica que cal tenir en compte.
 - Es pot seleccionar part d'una imatge ràster i guardar-la en diferents formats i amb diferents opcions de visualització (brillo, contrast, transparència, etc.)

Impressió personal: facilitat de disseny de la sortida. Es prima la facilitat i rapidesa en l'obtenció del model de sortida. Respecte a l'exportació, la fa als formats més habituals destacant els referents a serveis estàndard (GML) i a productes de codi lliure (PostGIS).

7.6. Adquisició i edició de dades

Veurem les possibilitats que ofereix per afegir nova informació, modificar l'existent i eliminar la que no ens serveixi. Descobrirem quines opcions permet i quins mecanismes proposa el sistema per dur a terme aquestes accions, i quines eines ens ofereix per facilitar aquesta tasca.

L'edició de dades comprèn dues vessants:

- Edició gràfica: creació, modificació i eliminació d'elements gràfics.
- Edició dels atributs alfanumèrics: creació, modificació i eliminació de dades associades a elements gràfics.

Edició de la geometria

Es fa gràcies a l'extensió CAD que inclou. Permet crear entitats complexes a partir d'ordres de dibuix: punt, multipunt, línia, arc, polilínia, polígon, rectangle, quadrat, cercle i el·lipse. La referenciació dels punt es fa per coordenades des de la consola (cartesianes o polars, absolutes o relatives) o en mode gràfic. El mode de treball via consola permet expressar amb precisió les dades requerides i és un mètode de treball còmode per usuaris avesats a altres sistemes que l'utilitzen.

Existeixen mètodes propis per fer la selecció d'elements en el mode edició més complets i sofisticats que en el mode de visualització.

Les diferents geometries es poden copiar, rotar, escalar, fer la simetria, moure, editar un vèrtex i definir un polígon intern a un altre a voluntat de l'usuari. En funció del tipus de geometria es poden fer unes accions o altres, motiu pel qual és important conèixer el tipus de geometria que es tracta.

La creació d'una nova capa requereix definir el format i l'ubicació on emmagatzemar-la: SHP, DXF o PostGIS, definir el tipus de geometria (punt, multipunt, línia, polígon) i els atributs que contindrà amb el seu tipus (Boolean, date, integer/double, string) i mida del camp. En crear la capa es crea el fitxer i queda preparada per edició.

En crear una nova capa o entrar al mode d'edició s'adeqüen els menús i les barres d'eines oferint els recursos pròpis d'aquesta funció. A continuació dibuixem els elements sobre el mapa i complementem amb els valors dels atributs funcionals. Tenim la possibilitat de realitzar aquest procés mitjançant un consola d'ordres en mode text. Com ajuda a l'edició es poden desfer i refer accions tenint accés a una pila de comandes per refer les últimes accions realitzades.

Hi ha una sèrie de característiques pròpies del mode edició que poden ser configurades per l'usuari com són la graella gràfica de fons, el *snapping*⁷ i el *flatness*⁸.

Edició d'atributs alfanumèrics

⁷ Snapping: És el procés de moure un element fins que coincideixi amb les coordenades d'un altre. Es defineix la tolerància d'aquest procés de forma que si dos elements es situen mes a prop de la tolerància definida es considerarà que estan junts.

⁸ Flatness: En gvSIG qualsevol línia corva està formada per trams rectes; el flatness defineix la mida màxima d'aquests trams.

En aquest punt hem de tenir en compte la diferència entre taules internes i externes que hem mencionat anteriorment:

- Les taules internes que contenen els atributs alfanumèrics dels elements d'una capa es poden editar entrant al mode edició de la capa, visualitzant la taula d'atributs. En aquest cas, per inserir un nou registre s'ha de crear un nou element gràfic. Per eliminar un element gràfic eliminem el registre corresponent a la taula de dades. Es pot modificar l'estructura de la taula, afegint o suprimint camps.
- Les taules externes vinculades al projecte es modifiquen entrant en mode edició de la taula (una opció diferent a l'edició de la capa). També hem comentat anteriorment els orígens de dades que permeten inserir aquest tipus de taules al nostre projecte. No es poden crear taules externes noves però sí modificar-ne l'estructura, editar, afegir i eliminar registres.

Una capa d'events permet afegir una nova capa a partir d'una taula indicant quins atributs tenen les coordenades x, y.

Impressió personal: Convé tenir clares les diferències entre els documents taules de dades i les taules associades a les entitats gràfiques. Proporciona mecanismes d'ús senzill per introduir noves entitats i utilitats per realitzar les operacions més comuns en entorns gràfics.

7.7. Documentació

El programa no inclou ajuda a l'estil dels programes de Windows i es troba a faltar per realitzar consultes puntuals sobre les funcionalitats que ofereix tant a la part d'utilització com als resultats que proporciona.

Del lloc web es pot obtenir un manual d'usuari i d'instal·lació i documentació de cursos i casos pràctics. La realització d'aquest casos pràctics ha estat molt important a la part d'aprenentatge ja que uneix l'explicació de funcionalitats, la forma de dur-les a terme i la interpretació de resultats amb la seva aplicació a situacions que podrien ser reals.

Les funcionalitats que es no es troben encara integrades al sistema, com el pilot ràster, disposen del seu manual al lloc web.

També hi ha disponible un ampli recull d'articles, presentacions i ponències sobre el sistema, així com la possibilitat de consultar llistes de distribució de correu tant pel l'usuari del sistema com pel desenvolupador d'aplicacions.

Impressió personal: Malgrat la disponibilitat de manuals he trobat carències a la documentació per desenvolupar extensions i scripts, si bé existeixen exemples i manuals, trobo a faltar la documentació de referència de les llibreries que es poden utilitzar.

7.8. *Altres aspectes*

Ampliació de funcions

gvSIG ha estat concebut des del seu principi com un producte escalable al que s'han de poder afegir nous mòduls que ampliiïn les seves capacitats. Per un altre costat, el fet d'estar desenvolupat sota llicència GNU/GPL permet als usuaris fer les aportacions que estimin convenientes a l'aplicació. El sistema afavoreix aquestes consideracions permetent que s'incorporin funcionalitats en forma de noves extensions.

Aquestes noves extensions es desenvolupen en llenguatge Java i hi ha disponible informació al lloc web per desenvolupar-les així com exemples que faciliten l'aprenentatge en el desenvolupament, si bé no es prou exhaustiva.

Un altre tipus d'ampliacions són els *scripts*. A la versió estudiada hi ha una extensió que permet realitzar scripts en diversos llenguatges de programació, com ara Jython, Javascript, beanShell o Groovy, i l'aplicació ofereix una consola pel seu desenvolupament.

Georreferenciació d'imatges

Podem realitzar la georreferenciació d'una imatge JPG, TIF, GIF, BMP utilitzant punts de control sobre una cartografia base georreferenciada (ràster o vectorial). Fa una georreferenciació bàsica calculant l'origen i la mida del píxel de la imatge (no rota ni ortorectifica ni reprojecta).

Serveis de l'OGC

És un dels propòsits del sistema seguir les pautes que marca l'Open Geospatial Consortium i implementar una sèrie de serveis estandarditzats destinats a la cerca i obtenció d'informació geogràfica per Internet. En aquesta línia ha implementat les següents característiques.

GML (Geographic Markup Language)

És un llenguatge XML que s'utilitza pel modelatge i emmagatzematge d'informació geogràfica i és utilitzat com a format comú d'intercanvi entre diferents SIG. gvSIG és capaç d'adquirir dades en aquest formats i també d'exportar-ne.

WFS (Web Feature Service)

És un dels estàndards de l'OGC (Open GeoSpatial Consortium) suportats pel gvSIG. És un protocol de comunicació que permet recuperar d'un servidor una capa vectorial en format GML. gvSIG recupera les geometries i els arxius de cada capa inclosa en l'arxiu GML.

WMS (Web Map Service)

gvSIG inclou un client WMS que compleix l'estàndard de l'OGC. WMS defineix una representació ràster d'un mapa, en format d'imatge, adequada per la seva representació a pantalla sense incloure les dades.

WCS (Web Coverage Service)

És un altre dels estàndards de l'OGC suportats per gvSIG. És un servidor de capes ràster que, a diferència de WMS, proporciona dades per la seva anàlisi posterior.

Catàleg

És un servei que permet buscar informació geogràfica per Internet mitjançant camps clau. Ens hem de connectar a un servidor de catàleg introduint els paràmetres necessaris: adreça, servidor, nom de la base de dades. Una vegada connectats podem introduir criteris de cerca per esbrinar els recursos disponibles que ens poden interessar, accedir a un dels recursos existents i afegir-lo com a capa. Actualment gvSIG permet carregar recursos del tipus WMS, WCS i PostGIS.

Nomenclàtor

És un servei que proporciona la relació entre un topònim i les coordenades geogràfiques on es troba. gvSIG disposa d'un client de catàleg que permet fer cerques per topònims i centrar la vista al punt desitjat. De la mateixa manera que als catàlegs de geodades hem d'establir la connexió amb el servidor indicant l'adreça i el protocol.

Impressió personal: Considero especialment interessant la possibilitat d'ampliació de funcionalitats mitjançant extensions i la implementació de serveis que faciliten la cerca i obtenció de recursos utilitzant Internet com a mostra d'una de les idees que m'ha transmès la filosofia amb que està desenvolupat el projecte i que resumiria de manera informal com "el futur és compartir".

8. Comparativa

8.1. *Introducció*

Iniciem en aquest capítol la valoració crítica de les experiències adquirides amb el treball amb els dos sistemes protagonistes d'aquest estudi. Seguirem el mateix esquema utilitzat en l'anàlisi de cadascun dels programaris i que es basa en una organització temàtica de les funcionalitats que ofereixen.

L'objectiu que ens marquem és arribar a donar una idea de la situació global d'un programari vers l'altre, sent conscients que les conclusions no seran absolutes però sí que indicaran en temes concrets la diferència entre els productes. El que ens proposem és indicar en quina mesura els programaris treballats assoleixen les funcions i els requeriments que a la primera part demanàvem a un SIG.

Un element a considerar en el resultat de l'estudi és en quina mesura la subjectivitat de l'autor pot influir en l'objectivitat requerida. Si bé no és un factor que es pugui aïllar completament, indicarem explícitament aquelles valoracions que són més susceptibles de patir aquest efecte.

8.2. *Instal·lació*

Aquest procés no ha suposat cap complicació amb les opcions per defecte i recolzat perfectament per la documentació específica tant a GeoMedia com a gvSIG.

gvSIG pot requerir actuacions de caire més informàtic que d'usuari de SIG relacionades amb l'operativitat de l'entorn Java. Potser seria adequat incloure al manual d'instal·lació alguna referència sobre aquest punt.

8.3. *Preparació de dades*

En aquest punt contrastarem les opcions dels sistemes per preparar l'entorn i emprendre el cas d'estudi que vulguem dur a terme. En aquesta fase a més de tenir present l'enunciat del problema que ens ocupa, inclourem el format i ubicació de les dades que disposem i l'organització de com en farem la presentació per tractar-lo de la forma més clara possible. És aquest el primer pas a fer en el tractament del problema: adequar l'entorn de l'aplicació al cas d'estudi.

Cas d'estudi

En aquesta part trobem sota conceptes diferents la mateixa idea: disposar d'una estructura que emmagatzemi l'origen de les dades a gestionar i analitzar, la configuració de les aparences dels diferents elements que han de visualitzar-se i les accions que definim que s'han de realitzar. Com hem vist aquest context s'anomena **projecte** en el cas de gvSIG i **GeoWorkspace** en el cas de GeoMedia.

En aquesta part poden destacar la similitud de la forma d'organitzar el cas d'estudi i les possibilitats de configuració de l'aplicació en les que GeoMedia destaca per la gran quantitat de factors que permet personalitzar.

Orígens de dades

Tant un sistema com l'altre ens donen la possibilitat de treballar amb diversos orígens i formats de dades. En ambdós casos les dades no es troben al projecte/GeoWorkspace sinó que es mantenen a la seva ubicació física i des de l'aplicació es tenen referències a aquestes dades. Això permet que qualsevol canvi a les dades quedi reflectit a tots aquells llocs on s'utilitzen.

Les proves s'han realitzat bàsicament en format shape amb gvSIG i amb aquest format i Access amb GeoMedia.

Veiem en un quadre els diferents orígens de dades accessibles de cada sistema:

Origen	GvSIG	GeoMedia
Fitxer	DGN. AutoCAD DWG. AutoCAD DXF. AutoCAD GML SHP. Shapefile d'ESRI. Diferents formats d'imatge	MDB (Access). Permet lectura/escriptura i crear la BD. DWG. AutoCAD. Només lectura. DXF. AutoCAD. Només lectura. ARC/INFO. Només lectura. Shapefile (SHP) d'ArcView. FRAMME SmartStore Arxius de text. Diferents formats d'imatge
Servidors de bases de dades	JDBC <ul style="list-style-type: none"> • PostGIS • MySQL 	Oracle SQL Server ODBC: <ul style="list-style-type: none"> • CAD • MGE • MGDM • MGESM • Tabular (per exemple: Excel)
OGC	WFS WMS WCS	
Altres	ArcIMS	

Trobem uns formats, que són ampliament utilitzats, que poden ser tractats per les dues aplicacions com són shape i formats d'autoCAD, i d'altres que poden ser tractats per alguna d'elles.

Per part de gvSIG destaquen les possibilitats d'accedir a serveis estàndards a través d'Internet (serveis WFS, WMS, WCS i format GML) i la possibilitat d'interaccionar amb sistemes de gestió de bases de dades lliures com PostGRESQL i MySQL.

Altrament, GeoMedia permet la connexió amb sistemes de gestió de bases de dades àmpliament implantats però de desenvolupament propietari com Oracle i SQL Server. Ofereix la possibilitat de crear des de zero magatzems de tipus Access. Per poder disposar de totes les funcions que ofereix cal treballar amb connexions de lectura/escriptura.

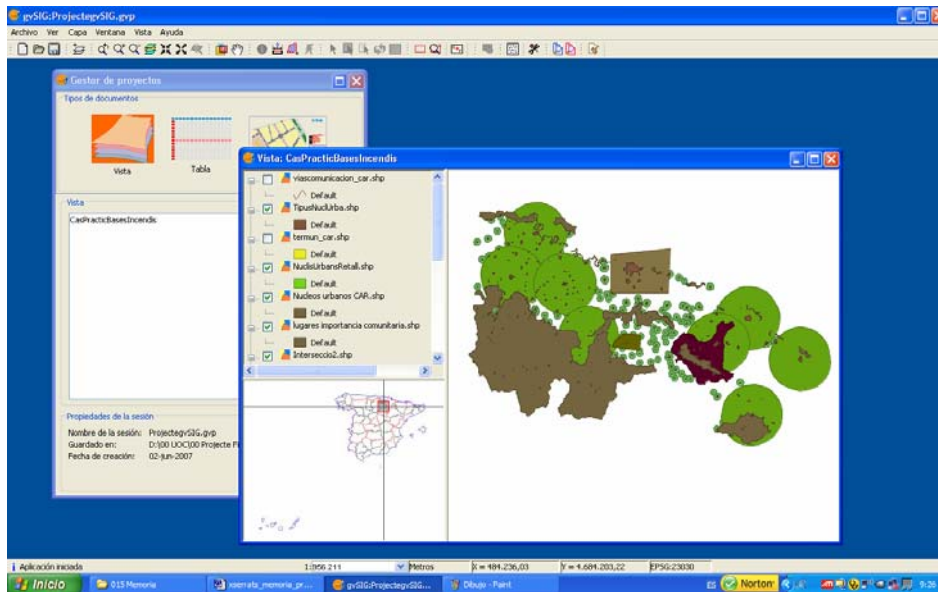
Aparença de l'aplicació

L'aspecte de la interfície de l'aplicació, és a dir, de la imatge que ofereix als usuaris és similar pels dos sistemes: zona de treball amb barres d'estat i eines, i zona de visualització de resultats. Hi han opcions configurables, si bé GeoMedia en permet algunes més.

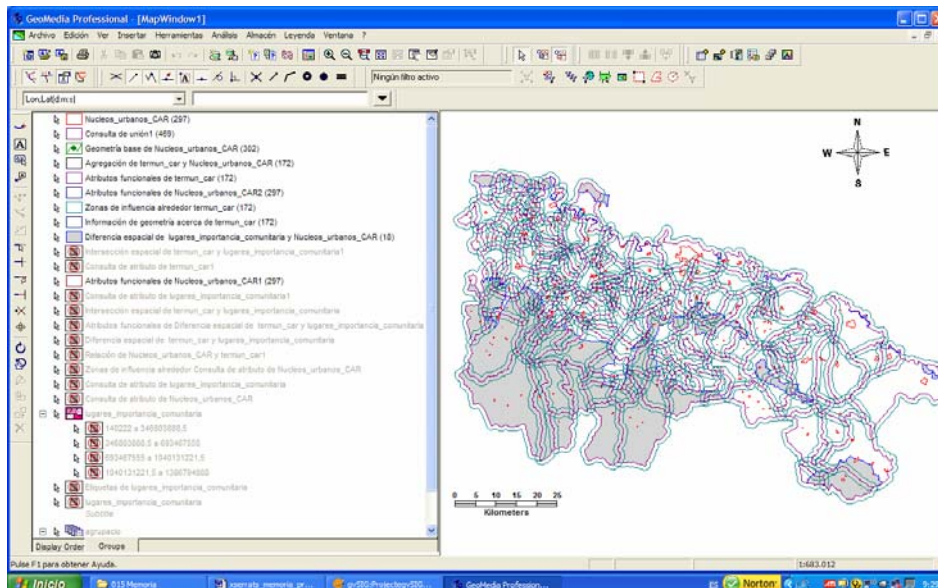
La part de la finestra per mostrar resultats presenta el mateix disseny, una zona de presentació de resultats gràfics i una zona per gestionar els elements que s'hi visualitzem, oferint moltes possibilitats de configuració per la presentació i oferint mecanismes fàcils i intuïtius per decidir la visibilitat dels diferents elements. La disponibilitat d'aquest entorn en castellà es valora positivament sobretot per la dificultat addicional que comporta la comprensió de conceptes específics del tema amb la llengua no habitual.

En tots dos casos es dona aspecte de senzillesa i facilitat d'ús, si bé de seguida hom percep la necessitat de tenir ben assentats certs coneixements sobre conceptes geogràfics i estar familiaritzats amb els diferents elements dels productes (projecte, entitats, atribut, GeoWorkspace, vista, etc.). gvSIG dona una primera impressió de més senzillesa ja que no sobrecarrega la finestra de treball amb multitud de barres d'eines i menús amb moltes opcions, tal com podem veure a la figura següent. Pel contrari, GeoMedia facilita les tasques a usuaris experimentats presentant en forma de botons moltes de les funcions més habituals.

Podem observar a les figures 12 i 13 una gran similitud en el disseny de la zona de treball i al tipus de documents que hi podem tenir, malgrat les diferents denominacions que troben.



• Fig. 12. Aparència de gvSIG



• Fig. 13. Aparència de GeoMedia

Més enllà de l'aparència trobem altres similituds. Com a mostra presentem una taula que conté les equivalències entre els diferents termes amb els que treballen:

GvSIG	GeoMedia
Projecte	GeoWorkspace
Vista	Finestra de mapa
Taula	Finestra de dades
Taula de contingut	Llegenda
Capa	Entrada de llegenda

Cal ressaltar el gran potencial que presenta GeoMedia per la personalització de les representacions dels elements gràfics i de les finestres de l'aplicació. Si bé gvSIG també

ofereix possibilitats de configurar la visualització, els estils de GeoMedia superen amb escreix aquestes possibilitats.

8.4. Consultes

Les funcionalitats de consultes ofereixen una gran part d'allò que requerim d'un SIG:

- Visualitzar informació intuïtivament
- Buscar dades geogràficament.
- Respondre consultes ràpidament i amb precisió.

Existeixen diferències sobre el concepte consulta entre els dos sistemes. Per gvSIG es consideren consultes les sol·licituds d'informació sobre els atributs alfanumèrics d'una entitat, la mesura de la distància entre 2 punts i la mesura de l'àrea d'un polígon. El conjunt d'entitats que compleixen certes condicions sobre atributs alfanumèrics o espacials es considera una selecció o filtre. Altres tipus d'operacions que produeixen com a resultat una nova capa es realitzen mitjançant geoprocessos.

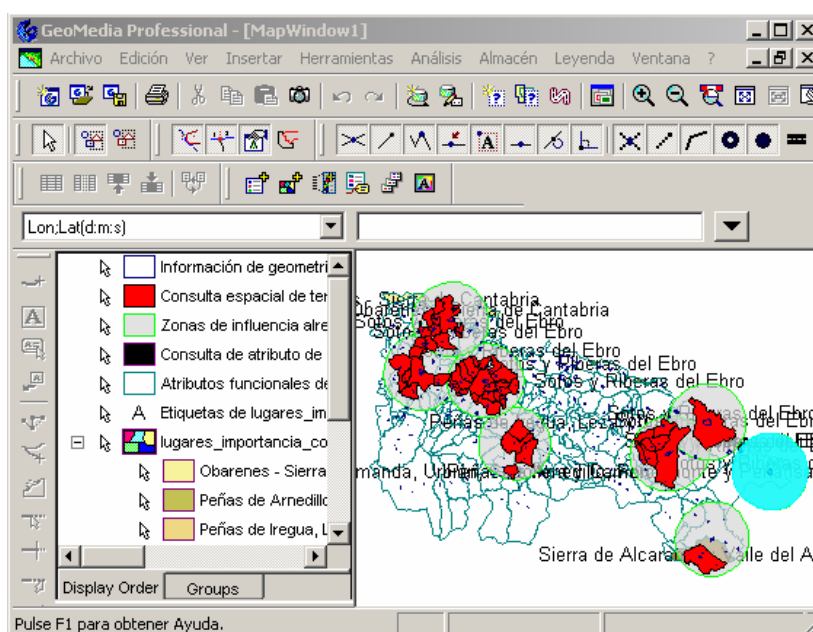
Tant un sistema com l'altre permeten fer seleccions d'entitats de forma manual amb el ratolí, seleccionant diferents entitats de forma individual o marcant zones que delimitaran les entitats seleccionades. Sembla molt útil la possibilitat de definir filtres espacials que ofereix GeoMedia i per la que poden aplicar consultes genèriques sobre entitats que aconsegueixen el filtre. L'avantatge que comporta és el major rendiment que podem obtenir si el procés és costós en temps d'execució.

Respecte a les funcionalitats ofertes hi ha un conjunt important que són proporcionades per ambdós sistemes, on estarien incloses les més utilitzades. Altres consultes més especialitzades ofertes per un sistema i per l'altre no podrien ser implementades per mètodes alternatius. Finalment resten altres funcionalitats a les que haurem de renunciar si treballem en un dels sistemes. Reflectim-les a la següent taula:

GeoMedia	gvSIG
Mapes temàtics	Mapes temàtics
Selecció d'entitats	Selecció d'entitats
Consultes d'atributs	Selecció per atributs
Consultes espacials	Seleccions espacials
Zones d'influència	Zones d'influència
Intersecció	Intersecció
Diferència	Diferència
Relació	Unió de taules
Agregació	Estadística
Unió	Unió
Funcionalitats d'edició	Retallar, dissoldre, ajuntar, trasllació, reprojecció
	Envolvent convexa

	Unió espacial
Consulta nativa	
Anàlisi de geometria	
Atributs funcionals	
Combinació analítica	
Sistemes de referència lineal	

A gvSIG les seleccions no es guarden per poder-se recuperar més tard. Poden fer successives seleccions però si volguéssim treballar de diferents maneres sobre el resultat d'una consulta seria necessari exportar la selecció a una nova capa i fer-hi les seleccions que consideréssim pertinents. GeoMedia emmagatzema cada consulta com una nova entrada de llegenda que pot visualitzar-se de forma immediata i editar-se per modificar alguns dels seus paràmetres. En podem veure un exemple de presentació en la figura 14.



• Fig. 14. Visualització de diverses entrades de llegenda corresponents a diferents consultes.

8.5. Presentació de resultats

Considerem els resultats com els models d'impressió que podem dissenyar i l'exportació de dades que podem dur a terme.

Sortides impreses

Als sistemes el mètode per obtenir una sortida impresa de resultats es basa en el disseny d'un model que s'omple amb els resultats obtinguts a la finestra de treball.

GeoMedia proporciona un ampli conjunt de funcionalitats i mecanismes per obtenir un informe de sortida de gran qualitat al qual s'han d'invertir força estones de feina. Per l'altre costat,

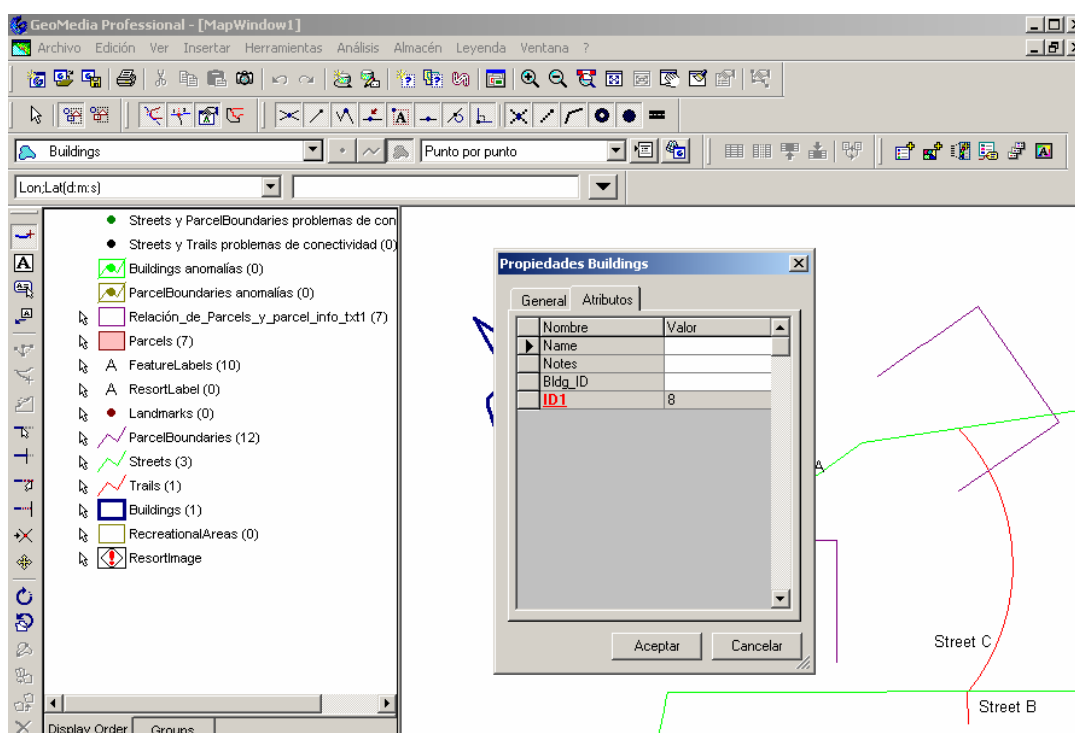
gvSIG proporciona uns mecanismes més senzills amb l'objectiu de proporcionar aquesta sortida però de manera més fàcil encara que sigui a costa de no obtenir un disseny tan acurat.

Exportació a altres formats

Respecte a la sortida a altres formats es veu la predilecció de gvSIG pels formats estàndard i de GeoMedia pels productes propietaris encara que els dos ofereixen sortida cap a format habituals com shape i AutoCAD.

8.6. Adquisició i edició de dades

Tots dos sistemes proporcionen mecanismes per introduir nova informació tant de forma gràfica com alfanumèrica. GeoMedia proporciona mecanismes orientats a evitar errors amb l'edició introduint eines relacionades amb els tractament dels punts de captura i les seves possibles consideracions. A la figura 15 podem veure una pantalla del procés d'edició d'una entitat.

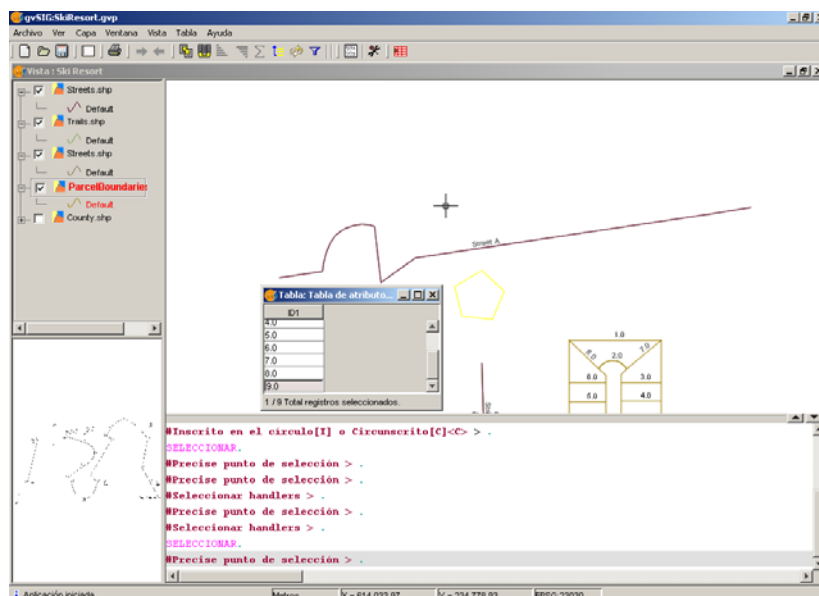


• Fig. 15. Inserció d'una nova entitat a GeoMedia.

GeoMedia ofereix, com en d'altres aspectes, moltes funcions d'edició que proporcionen resultats d'excel·lent qualitat però que requereixen el seu coneixement exhaustiu per treure'n profit. Les funcions bàsiques d'edició gràfics es complementen amb d'altres per crear noves entitats a partir de les ja existents con l'extensió, la divisió i la combinació d'entitats entre d'altres.

gvSIG ofereix un conjunt més reduït de funcionalitats d'edició amb aparença de senzillesa però sense el potencial de GeoMedia, encara que el projecte té com objectiu potenciar les possibilitats CAD afegint noves funcionalitats orientades a la cartografia. Els geoprocessos que incorpora com a extensions poden considerar-se eines d'edició des del punt de vista que generen noves capes.

A la figura 16 mostrem un exemple d'edició d'una entitat gvSIG, en la que s'aprecia la taula d'atributs i la consola de treball.



• Fig. 16. Edici3 d'entitat a gvSIG

8.7. Documentaci3

Als dos sistemes disposem de manuals d'usuari i programador i de casos pr3ctics summament 3tils per iniciar-se als sistemes.

GeoMedia afegeix ajuda en format habitual de programes per Windows accessible des del mateix programa i que 3s 3til per consultes puntuals.

Aquesta documentaci3 es veu complementada per la disponible als respectius llocs web en forma de FAQ, notes t3cniques i a llistes espec3fiques de distribuci3 de correus.

No s'ha trobat informaci3 completa sobre els mecanisme de programaci3 d'extensions a gvSIG, ja que la disponible no es considera suficient.

8.8. *Altres aspectes*

Els temes presentats en aquest capítol són aquells que no tenen equivalència entre els dos sistemes però que ofereixen unes capacitats força interessants als sistemes en què s'han implementat i que serveixen per definir la personalitat del producte més enllà de la forma com duen a terme les funcions comuns.

Per gvSIG cal destacar la incorporació de serveis per Internet i que segueixen la línia d'un dels objectius del projecte: oferir els serveis definits pel l'OGC.

A GeoMedia, la possibilitat d'integrar-se amb aplicacions que ofereixen funcionalitat OLE, permet integrar a l'entorn d'aquestes aplicacions els desenvolupaments fets amb GeoMedia.

Resum executiu

Hem arribat al moment aquell en què el que més ens ve de gust dir és allò de “m’agrada que em faci aquesta pregunta”, i no perquè tinguem preparada una resposta convincent sinó simplement per guanyar temps que ens permeti pensar que respondre.

Si reprenem una qüestió que ens vàrem fer a l’inici del projecte en referència a esbrinar la situació dels sistemes de codi lliure respecte els propietaris pel fet d’haver arribat més tard, la resposta que podem donar no és taxativa i depèn de l’enfoc que li vulguem donar:

De forma general els sistemes analitzats ofereixen conjunts de funcionalitats equivalents en els que quasi qualsevol cosa que pugui fer un sistema es pot reproduir amb més o menys dificultat amb l’altre . La seva aparició més tardana no suposa, avui per avui, un menor funcionalitat dels sistemes lliures.

Cadascun dels sistemes incorpora funcionalitats característiques pròpies de les que no es disposem a l’altre i que són prou útils com perquè sí que hi estiguessin presents.

La resposta a la qüestió l’ha de donar cada usuari tipus en funció de les seves necessitats. La possibilitat de disposar de funcionalitats bàsiques de consulta, edició i obtenció de sortides impreses, amb accés a múltiples formats de codificació de dades tant com origen com exportació la tenim als dos sistemes.

A mode de resum reflectim en la següent taula els aspectes comparats:

	GeoMedia	GvSIG	Observacions
Instal·lació	Sense complicacions	Preparació de l’entorn d’execució de Java	Documentació adequada
Cas d’estudi	GeoWorkspace	Projecte	Organització similar
Orígens de dades	Múltiples formats i orígens. Relació amb productes propietaris.	Múltiples formats i orígens. Relació amb productes lliures i serveis de l’OGC.	Comparteixen possibilitat d’accés formats habituals com shape i AutoCAD
Aparença	Molts elements configurables i moltes barres d’eines	Aparença senzilla i facilitat d’ús.	Comparteixen l’estructura de finestra de treball amb barres d’eines, finestra de visualització gràfica i zona de configuració dels elements visibles.
Consultes	Facilitat per edició de consultes i fer consultes sobre consultes	Impossibilitat d’editar consultes. Els resultats són seleccions d’elements que es poden exportar a capes.	Hi ha un nombrós conjunt de tipus de consultes que són ofertes pels dos sistemes: consultes espacials, d’atributs, mapes temàtics, àrees d’influència, operacions de conjunts,...
Sortides	Ampli conjunt d’eines	Mecanismes per dissenyar	Trobem moltes capacitats de disseny enfront

impreses	de disseny	amb facilitat	la facilitat i comoditat
Exportació de dades	Diferents formats	Diferents formats	Comparteixen alguns formats comuns
Edició	Proporciona eines CAD molt potents per l'edició i possibilitats d'obtenir formes complexes	Extensió CAD de fàcil utilització i possibilitat de treballar amb cònsola	Proporcionen eines d'edició si bé les de GeoMedia són més potents.
Documentació	Manuale, casos pràctics, faq i notes tècniques per usuaris i desenvolupadors	Manuale, casos pràctics i llistes de correu per usuaris i desenvolupadors, encara que es troben mancances per aquests últims.	Manuale extensos i complets sobretot a GeoMedia. A gvSIG són molt interessants les llistes de distribució de correu

Respecte a gvSIG podem dir que aconseguix donar suport a les necessitats de qualsevol usuari d'informació geogràfica donant accés a un gran ventall d'origens i formats de dades i proporcionant un extens conjunt d'eines comunes i específiques pel tractament d'aquest tipus de dades. Actualment és un sistema plenament operatiu però al mateix temps en continu desenvolupament amb programes i codi font a l'abast de qualsevol des de la web del projecte amb una comunitats de col·laboradors en creixement disposats millorar el producte.

gvSIG és un complet SIG vectorial de gran potencia que a més a més permet treballar amb els formats cartogràfics més habituals, tant ràster com vectorial. Respecte els formats ràster, malgrat proporciona eines per treballar-hi, georreferenciar imatges i possibilitats per adequar la visualització (modificació del brillo, contrast i transparència), es troben a faltar eines d'anàlisi espacial i d'anàlisi temporal.

En els aspectes d'edició, que potser corresponen més a eines CAD que no pas SIG, aconseguix oferir unes possibilitats força complertes sense dificultar excessivament el seu ús, cosa que permet fer l'edició des del propi sistema sense haver de recórrer a sistemes externs i amb la intenció de potenciar aquesta faceta.

Com a punt fort destacaria que gvSIG és el pas cap a un model, possible gràcies a Internet, que abasta a tots els segments d'usuaris en el que el factor clau és compartir. Una conseqüència positiva és que el fet de ser desenvolupat sota les condicions de la llicència GNU/GPL és un avantatge pels usuaris que poden decantar les seves inversions cap a millores del sistema. Aquest sistema han incorporat la implementació dels serveis estandaritzats oferts pel l'OGC que els permet oferir als usuaris unes capacitats que fins aquest moment no es trobava als SIG.

Possiblement els sistemes de codi lliure segueixen les pautes que en la seva evolució han definit els sistemes propietaris i això els ha permès situar-se al nivell d'uns productes propietaris que han definit les necessitats dels usuaris i les possibilitats de la tecnologia.

Per un altre costat, els sistemes propietaris han arribat a un grau d'especialització i de resolució de necessitats dels usuaris excel·lent, oferint un extens conjunt de funcions especialitzades orientades a satisfer els requeriments més exigents dels usuaris avançats.

Si necessitem un gran potencial d'edició amb requeriments de molta precisió i molt capacitat de representació gràfica, el producte indicat seria GeoMedia.

L'evolució del producte des de la implementació de les funcionalitats bàsiques fins el moment actual ha permès ampliar el sistema amb funcionalitats més específiques com pot ser el perfeccionament de la visualització amb els estils i símbols.

GeoMedia està orientat a usuaris especialitzats que proporciona un gran volum i varietat d'opcions configurables i adaptables a l'usuari i que permet obtenir resultats molt precisos i complets.

GeoMedia Professional pot ésser complementat amb una gran varietat de productes que formen part de la família GeoMedia especialitzats en funcionalitats concretes d'anàlisi geogràfica com per exemple, anàlisi d'informació ràster, entorns de desenvolupament d'aplicacions espacials, gestió territorial, gestió de serveis públics, gestió de xarxes, etc.

GeoMedia aposta amb la integració amb altres productes de caire comercial com poden apreciar a la part d'accés a dades on aposta per sistemes com Oracle i SQL Server. En la integració amb altres aplicacions incorpora la tecnologia OLE que li possibilita la convivència amb aplicacions del paquet Microsoft Office.

Com a punt fort destacaria l'amplia capacitat d'adequació als requeriments de l'usuari oferint múltiples opcions configurables i l'accés als orígens de dades més potents.

La facilitat d'ús és semblant als dos sistemes. Requereix tenir assimilats els conceptes propis de cada sistema (geoworkspace, llegenda, etc. en el cas de GeoMedia; vista, taula, mapa, geoprocés, etc. en cas de gvSIG), així com conceptes geomètrics i cartogràfics bàsics. La disponibilitat de més eines facilita la realització de les tasques però requereix més coneixement del sistema.

En referència al rendiment del sistema, aquest està molt vinculat a la complexitat de les operacions que decidim fer. Acostumen a ser operacions amb cost temporal amb

comportament exponencial en funció de la mida de les dades, de forma que l'execució per un volum acotat d'entitats és quasi immediat i per un nombre gran pot suposar un temps d'execució inacceptable. Els sistemes donen indicacions sobre el rendiment d'algunes funcionalitats als seus manuals referents a l'ús d'índexs i a algunes característiques de la representació gràfica.

Per finalitzar, valorem el grau de compliment dels requeriments que fèiem inicialment als SIG:

- Recuperació (Quina informació hi ha ...?)
Els dos sistemes ofereixen mecanismes de consulta que permeten recuperar la informació associada a les entitats espacials i tenir una visió de les dades emmagatzemades a base de filtres, classificacions, estadística, etc.
- Localització (Què hi ha a ...?)
Fonamentalment aquesta funció està proporcionada pels mètodes de consulta espacials que disposen els dos sistemes i que permeten determinar que hi ha en un lloc concret, quins objectes, amb quines característiques hi podem trobar i quines relacions de veïnatge existeixen.
- Condió (On succeeix ...?)
També els dos sistemes disposen de mecanismes de consulta per trobar llocs amb objectes d'unes determinades característiques o que compleixin certes condicions.
- Evolució i tendència (Què ha canviat ...?)
Per conèixer quins canvis hi ha hagut a una àrea especificada en diferents instants de temps i aventurar-ne l'evolució es requereix disposició i capacitat de tractament d'informació temporal que no està explícitament definida a cap dels dos sistemes estudiats.
- Encaminament i rutes (Quin és el camí òptim per ...?)
L'anàlisi de xarxes és un aspecte dels SIG no implementat a gvSIG ni a GeoMedia Professional si bé existeix un producte de la família GeoMedia especialitzat en aquest tipus d'anàlisi (GeoMedia Transportation Analyst).
- Pautes i patrons (Quines pautes existeixen ...?)
No hi han mecanismes específics per descriure i comparar la distribució d'objectes o esdeveniments i intentar explicar perquè es produeixen en cap dels dos sistemes si bé es poden extreure algunes conclusions a base de realitzar consultes complexes possiblement sobre altres consultes, possibilitat més fàcilment aplicable amb GeoMedia.
- Modelització (Què passaria si ...?)
No hi ha eines explícites per definir models predictius, si bé es poden extrapolar amb l'anàlisi de consultes més senzilles.
- Superposició

Les possibilitats de consultes sobre diferents fonts i algunes de les possibilitats d'edició que tenim (combinació d'entitats, agrupació d'atributs, etc.) ens proporcionen recursos per generar coneixement a partir de la combinació de les diferents capes en què podem tenir estructurada la informació.

Decisions

La tria d'un o altre sistema de cara a decidir la seva implantació en entorns de producció o explotació penso que s'ha de fer valorant aspectes més d'eficiència que d'eficàcia, entre d'altres.

Si entenem per eficàcia la capacitat d'aconseguir uns objectius, l'estudi dels sistemes propietari i de codi lliure demostra que ambdós sistemes proporcionen mecanismes equivalents per realitzar les tasques pròpies dels SIG.

Ara bé, si consideren l'eficiència com la millor manera possible d'obtenir uns resultats, tant en costos com en qualitat, el sistema propietari avaluat ofereix uns mecanismes que en gvSIG haurien de ser complementats amb altres productes. A tall d'exemple, la part de edició gràfica, el que podríem anomenar la funcionalitat CAD inserida en el SIG, és molt superior en GeoMedia. Aquest fet proporciona més bons resultats a GeoMedia que a gvSIG, malgrat ser els dos capaços de fer les mateixes coses. No oblidem però, que per aconseguir aquests resultats de més qualitat hi ha al darrera un procés d'aprenentatge laboriós i costos.

L'altre aspecte a valorar és el referent al cost econòmic d'un i altre producte. De forma taxativa tenim un sistema gratuït i un altre pel qual s'ha de pagar una llicència d'ús. A la pregunta de si val la pena pagar aquest cost econòmic per l'eficiència que proporciona, direm que la resposta és SI sempre i quan, dins dels processos en els quals s'utilitza aquest sistema es guanyi suficient valor afegit que justifiqui la despesa diferencial respecte la utilització d'un producte de codi lliure. Cal no oblidar que el cost del sistema només és una part del cost total del servei i que el fet d'utilitzar un sistema de codi lliure no en fa gratuïta la seva explotació i manteniment.

Personalment, si el SIG és una part fonamental de l'activitat d'una empresa i el seu ús té una afectació directa sobre el resultat, GeoMedia és una bona elecció que de ben segur permetrà rendibilitzar el seu cost ja que se'n traurà el màxim profit de les seves potencialitats.

En cas que el SIG sigui utilitzat com eina de suport sense implicació directa o fonamental sobre el resultat, gvSIG és la millor tria, a l'espera que els productes lliures i els propietaris siguin totalment equivalents.

Conclusió

En aquest document s'ha pretès recollir la informació que s'ha considerat més adequada en relació als objectius del projecte. Aquests eren descriure la situació dels SIG de codi lliure i dels de desenvolupament propietari i de forma simultània adquirir coneixements bàsics sobre SIG, aprendre a utilitzar alguns productes d'aquests tipus (GeoMedia i gvSIG), identificar-ne els punts forts i carències i endinsar-se en el món del desenvolupament de codi lliure.

He considerat que era necessari adquirir unes nocions bàsiques sobre els SIG entre les que s'inclouen les principals funcions que ofereixen, quina és la seva arquitectura i algunes aplicacions pràctiques. En aquest estudi va sorgir la necessitat de conèixer alguns conceptes de cartografia i geodèsia que es manipulen sovint en treballar amb aquest sistemes. També es va considerar oportú conèixer algunes característiques dels formats en què podem tenir la informació geogràfica: el ràster i el vectorial.

S'han avaluat les característiques del producte GeoMedia Professional, coneixent les funcionalitats que ofereix i algunes característiques de la forma d'utilització.

Per decidir el producte de programari lliure a triar s'ha fet una breu presentació del significat del terme lliure en aquest context i les implicacions que té el decidir elaborar un sistema sota aquest tipus de llicència. S'han analitzat diferents productes que comparteixen aquesta característica i s'ha triat gvSIG com a representat d'aquest grup. De la mateixa manera que s'ha fet amb GeoMedia, s'han descrit algunes característiques generals d'aquest sistema.

En la valoració dels dos productes es consideraran aspectes que van des del procés d'instal·lació fins la realització de consultes complexes, passant per les possibilitats que ofereixen la interfície d'usuari, els diferents formats de dades accessibles, la presentació de resultats i la valoració de les ajudes que ofereix el sistema.

La recerca d'informació realitzada i els coneixements assolits han de permetre l'elaboració de tot un seguit de proves que ens permetin deixar palès quina és la situació dels productes de programari lliure vers els productes comercials. Hem analitzat els dos SIG atenent a les seves funcionalitats bàsiques que són aquelles accessibles mitjançant l'entorn d'escriptori que presenten. Hem valorat el comportament i la impressió que ens han donat els sistemes per diferents conjunts de funcions bàsiques que hem definit.

Això ens ha permès fer-nos una idea de la situació funcional d'un SIG comercial i d'un de codi lliure, coneixent les característiques que comparteixen i les particularitats que els defineixen.

Hem comprovat que els dos productes ofereixen un conjunt força homogeni de funcionalitats bàsiques que pot dificultar la tria d'un o altre producte a un usuari que només necessita aquestes funcions.

Per un altre costat hem vist que GeoMedia presenta molta potència i versatilitat aprofitable per usuaris avançats i gvSIG, fidel als seus principis, aposta per oferir serveis orientats a la filosofia en la que s'ha desenvolupat, presentant-se com un producte de comunitat i potenciant l'ús de serveis per Internet.

Finalment, a tall de valoració personal del que ha representat el desenvolupament d'aquest projecte, cal dir que es podria classificar com un treball d'iniciació en una àrea de coneixement fins ara desconeguda, on ens hem trobat amb una gran quantitat d'informació que ha calgut triar per seleccionar la que s'ha considerat més adient als objectius i abast definits, si bé, una gran part de la informació que no s'ha inclòs no deixa de ser interessant. Més enllà dels productes estudiats, el projecte està estrictament relacionat amb altres àrees, per si mateixes molt àmplies, com la cartografia, la representació de la informació i el món del codi lliure a les quals ens considerat oportú fer una petita aproximació.

Respecte al grau d'assoliment dels objectius definits, entenem que aquests s'han aconseguit atenent a que s'han arribat a conèixer els dos sistemes proposats. La utilització de les funcionalitats ofertes ens ha permès fer-nos una composició de context de com es troba un producte de codi lliure vers un altre de equivalent i desenvolupament comercials.

Línies de futur

La conclusió sobre el treball realitzat fa palès que, malgrat haver assolit un gran volum de coneixement tant de caràcter general sobre els SIG com de forma més específica sobre els productes amb que s'ha treballat, només hem donat un petit pas en l'ampli ventall de possibilitats que ens ofereixen. Només a tall d'exemple se'ns acudeixen tot un seguit de possibilitats que es poden dur a terme i que permetrien aprofundir més en el coneixement dels sistemes i explorar noves perspectives d'aplicació.

Considero prou interessant la creació d'aplicacions independents basades en els recursos de desenvolupament que ofereixen els sistemes i que permetria el coneixement específic d'aquests recursos i promouria la reutilització d'unes llibreries ja fetes. És especialment interessant aquest punt amb productes de codi lliure ja que permetrien endinsar-se en l'ús de recursos desenvolupats i producció de programari lliure i compartir els problemes i solucions amb la comunitat que els utilitza, filosofia que se'ns acut en franca expansió sobretot en els productes de més ampli consum per part de la comunitat d'usuaris de sistemes informàtics.

També fóra interessant participar en el desenvolupament d'algunes de les funcionalitats que estan en aquest procés així com participar en l'avaluació de les funcionalitats encara no intgrades que es presenten en forma de pilot.

Un altre punt esmentat en aquest treball i que seria interessant d'ampliar és tot el referent als serveis estandarditzats de cerca i obtenció de dades. Ens permetria per un costat conèixer i familiaritzar-nos amb aquest tipus de serveis i avaluar la qualitat de les dades que hi poden trobar. De forma col·lateral s'aprendrien els mètodes per cercar o trobar la informació que ens pot ser útil pels nostres objectius.

Un altra vessant a conèixer pot venir donada per l'estudi dels diferents formats d'emmagatzematge de la informació i una possible definició d'un format unificat.

Les capacitats dels SIG poden veure incrementat el seu potencial gràcies a l'expansió d'Internet i el desenvolupament de les tecnologies distribuïdes. Es aquest un camp que permetria augmentar les capacitats de procés utilitzant mecanismes cooperatius.

Com podem veure, els punts d'acció que podrien donar continuïtat a aquest treball se'ns presenten apassionants i amb unes possibilitats de rendibilitat elevades ja que ens proporcionarien uns coneixements especialitzats sobre matèries amb una tendència d'ús creixement dins de les tecnologies de la informació i la comunicació.

Glossari

API	Application Programming Interface
CAD	Computer Assisted Design
CS-W	Catalogue Service Web
IGU	Interfície gràfica d'usuari
IMS	Internet Map Server
GIS	Geographic Information System
GML	Geographic Mark-up Language
GNU	GNU is Not Unix
GRASS	Geographic Resources Analysis Support System
GUI	Graphic User Interface
GPL	General Public License
JAI	Java Advanced Imaging
JRE	Java Runtime Environment
JTS	Java Topology Suite
OGC	Open Geospatial Consortium
OLE	Object Link Embedding
POO	Programació orientada a l'objecte.
SGBD	Sistema de gestió de bases de dades
SIG	Sistema d'informació Geogràfica
uDig	User-friendly Desktop Internet GIS
UTM	Universal Transverse Mercator
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WKT	Well Know Text
WMS	Web Map Service (Servei de mapes a la web)

Referències

- [1] Aprendizaje de GeoMedia Professional.
Documentació d'usuari de GeoMedia Professional.
- [2] Manual de usuario de GeoMedia Professional.
Documentació d'usuari de GeoMedia Professional.
- [3] Curso de formación de gvSIG
<http://www.gvsig.gva.es>
- [4] Caso practico gvSIG 1.0
<http://www.gvsig.gva.es>
- [5] gvSIG 1.0. Manual de usuario versión 1.
<http://www.gvsig.gva.es>
- [6] Intergraph.
<http://www.intergraph.com>
- [7] gvSIG
<http://www.gvsig.gva.es>
- [8] Projectes de l'àrea de SIG de semestres anteriors. Realitzats per alumnes de la UOC.
Biblioteca de la UOC.
- [9] Comas, D. y Ruiz, E. (Primera edició: 1993). "Fundamentos de los sistemas de información geográfica". Barcelona, Ariel Geografía.
- [10] Sopde – àrea de sistemes d'informació geogràfica
<http://gis.sopde.es>
- [11] Institut d'investigació de recursos biològics Alexander von Humboldt
<http://humboldt.org.co>
- [12] Monografías: Documentos, publicaciones y recursos educativos
<http://www.monografias.com>
- [13] GNU España
<http://www.es.gnu.org/>
- [14] Free Software fundation europe
<http://www.fsfeurope.org/documents/freesoftware.ca.html>
- [15] Wikilearning
<http://www.wikilearning.com>
- [16] Wikipedia, la enciclopedia libre
<http://www.wikipedia.org>
- [17] Open Geospatial Consortium
<http://www.opengeospatial.org/>
- [18] Geotools
<http://www.geotools.org>
- [19] Jump
<http://www.jump-project.org>

- [20] MapServer
<http://mapserver.gis.umn.edu/>
- [21] Grass
<http://grass.itc.it/>
- [22] uDig
<http://udig.refractor.net>
- [23] Deegree
<http://deegree.sourceforge.net/>
<http://www.deegree.org/>
- [24] Quantum GIS (QGIS)
<http://qgis.org/>
- [25] Kosmo
<http://www.saig.es/kosmo.php>