TREBALL FINAL DE CARRERA:

ÀREA BASES DE DADES SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

PUNT INFORMACIÓ TURÍSTICA DE PINEDA DE MAR

Autor:
Pere Catalan Escribano
Enginyeria Tècnica de Sistemes

Consultor:
Jordi Ferrer Duran
juny de 2005

UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

DEDICATÒRIA I AGRAÏMENTS

Aquest treball és la culminació de moltes hores de sacrifici, tant meu com de les persones que tinc al voltant, així com de molta dedicació i nits d'estudi.

A elles principalment voldria dedicar tota aquesta feina.

Agraïments també als diversos agents sense els quals no hauria estat possible arribar fins aquí: a la UOC per donar la magnífica oportunitat d'estudiar des de casa; a la "bateria" de consultors que estan quasi sempre a peu del canó pendents de nosaltres; al tutor que m'ha orientat molt bé sempre que m'he adreçat a ell i, com no, a l'Ajuntament de Pineda de Mar per permetre'm disposar de dades i a Intergraph i Oracle que a través dels convenis establerts amb la UOC han fet possible que puguem utilitzar eines líders del mercat amb la finalitat de preparar-nos pel nostre futur professional.

RESUM

Les aplicacions de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) originàriament van ser desenvolupades bàsicament per fer front a diverses necessitats molt localitzades, la qual cosa va implicar una manca d'homogeneïtat i estandardització, per bé que van permetre ja apuntar les possibilitat d'una nova tecnologia en contínua expansió. Va ser a partir dels anys 60 quan es va començar la seva utilització a nivell més general ja que alguns països (Canadà, Estats Units, etc.) van apostar pels SIG amb la finalitat de resoldre problemàtiques diverses. Això va permetre que altres organismes i empreses poguessin comprovar realment l'aplicació i potència dels Sistemes d'Informació Geogràfica.

Un SIG està composat tant per maquinari (servidors, estacions de treball, memòries, etc.) com per programari (Sistema Gestor de Bases de Dades –SGBD-, eines per entrada i manipulació de la informació, etc.), per les dades que ha de tractar i lògicament pels recursos humans que fan possible la definició, programació i interrelació dels components esmentats.

Donada l'especificitat d'aquests sistemes, el tipus d'informació amb la que tracten -tot i tenir un ventall força ampli- segueix unes estructures molt determinades. La gestió de les dades gràfiques i alfanumèriques cada cop més s'encomana a sistemes gestors de bases de dades independents del programari SIG utilitzat (amb la intenció de dotar-los de més independència). Genèricament les dades es divideixen en dos grans blocs: gràfiques (model *raster* i model vectorial) i alfanumèriques. Les dades gràfiques seran d'un tipus o un altre en funció, bàsicament, de les funcionalitats que es pretenguin amb l'aplicació en qüestió. Normalment aquests dos tipus de dades són tractades per separat i enllaçades pel SIG mitjançant la referència geogràfica que els és comuna.

Es podria dir que un SIG suficientment sofisticat ha de poder donar resposta a les següents preguntes genèriques:
- Localització: Què hi ha a...?
- Condició: On es troba?
- Tendència: Què ha canviat des de...?
- Distribució: Quins patrons de distribució espacial existeixen?
- Modelització: Què succeeix si... ?

La potència real dels SIG radica en la relació que s'estableix entre les dades geogràfiques (gràfiques referenciades geogràficament) i les dades alfanumèriques que hi estan associades. Bàsicament un SIG ofereix funcionalitats de: captura i organització de dades, gestió de taules alfanumèriques i anàlisi espacial.

Les aplicacions dels SIG són enormes: cartografia automatitzada, gestió d'infrastructures, gestió territorial, gestió mediambiental, gestió d'equipaments socials, gestió de recursos geològicominers, gestió del tràfic, demografia, geomàrketing, banca, etc.

ÍNDEX DE CONTINGUTS

1. MEMÒRIA 6

1.1. INTRODUCCIÓ 7

1.1.1. Justificació del Treball Final de Carrera (TFC) i context en el qual es desenvolupa 7

1.1.2. Objectius del TFC 7

1.1.3. Enfocament i mètode seguit 8

1.1.4. Planificació del TFC 10

1.1.5. Productes obtinguts 12

1.1.6. Breu descripció d'altres capítols de la memòria 12

1.2. DESCRIPCIÓ, CARACTERÍSTIQUES I APLICACIONS DELS SIG. INTRODUCCIÓ 13

1.2.1. Orígens 13

1.2.2. Components 14

1.2.3. Formes de representació 15

1.2.4. Funcionalitats 23

1.2.5. Programari utilitzat 26

1.2.6. Àrees d'aplicació (diferents casos) 26

1.3. DESCRIPCIÓ D'APLICACIONS PRÀCTIQUES. 30

1.3.1. Digitalització de cartografia i incorporació a un SIG d'un Pla General d'Ordenació Urbana (PGOU) 30

1.3.2. SIG per a la gestió de recollida de Residus Sòlids Urbans 33

1.3.3. Implementació d'un SIG per a la caracterització i anàlisi espacial de fonts contaminants zones marítimes. 36

1.4. APLICACIÓ SIG. PUNT D'INFORMACIÓ TURÍSTICA 40

1.4.1. Descripció de l'aplicació 40

1.4.2. Objectius 40

1.4.3. Planificació 40

1.4.4. Components 41

1.4.5. Dades a recollir 41

1.4.6. Formes de representació 45

1.4.7. Programari utilitzat 47

1.4.8. Aplicació resultant 47

1.5. CONCLUSIONS 53

2. GLOSSARI 54

3. BIBLIOGRAFIA 56

ÍNDEX DE FIGURES

Il·lustració 1: Representació raster (píxels). 18
Il·lustració 2: Representació vectorial. 20
Il·lustració 3: Punt d'informació turística. Diagrama ER. 44
Il·lustració 4: Punt d'informació turística. Rutes E/1:14.000. 50
Il·lustració 5: Punt d'informació turística. Rutes E/1:1.000. 50
Il·lustració 6: Punt d'informació turística. Zones oci properes E/1:1.750. 51
Il·lustració 7: Punt d'informació turística. Serveis i espais E/1:13.350. 52
Il·lustració 8: Punt d'informació turística. Serveis i espais E/1:1.000. 52

1.MEMÒRIA

1.1. INTRODUCCIÓ

Avui en dia i des de diverses organitzacions s'hi inverteixen grans sumes de diners en el desenvolupament de bases de dades georeferenciades i en Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG ó GIS –acrònim de l'anglès *Geographic Information Systems*-). És previsible que durant els propers anys s'hi inverteixin moltes més quantitats de diners. Tot això està succeint en un breu termini de temps, de fet fa pocs anys els SIG eren una eina molt especialitzada únicament a l'abast d'algunes organitzacions i una curiositat per al públic en general. Aquesta expansió té bàsicament dues explicacions.

- En primer lloc cal tenir en compte l'abaratiment dels costos dels equips informàtics, que cada dia són més.
- En segon lloc –i més important- és que la geografia (i les dades que serveixen per a quantificar-la) forma ja part del nostre món quotidià: la majoria de les decisions que prenem diàriament –en l'àmbit empresarial i de l'administració- estan relacionades o influenciades per un fet geogràfic: els camions de bombers, per exemple, s'envien a la seva destinació per la ruta més curta possible, les aportacions econòmiques dels governs als ens locals es basen freqüentment en la distribució geogràfica de la població, les malalties s'estudien gràcies a la identificació de les àrees on es produeixen i de la velocitat a la qual es propaguen, etc.

1.1.1. Justificació del Treball Final de Carrera (TFC) i context en el qual es desenvolupa

L'objectiu principal d'aquest treball és el d'oferir una bona introducció en el que són els Sistemes d'Informació Geogràfica dins el marc de les bases de dades, atesa la expansió d'aquestes cap a nous reptes de la gestió de la informació en forma de Sistemes d'Informació Geogràfica.

Els SIG ofereixen suport al modelatge, obtenció, manipulació, gestió i anàlisi de dades espacialment referenciades per a resoldre determinats problemes de planificació i gestió. Per tant és d'interès l'estudi de bases de dades alfanumèriques i gràfiques, que són el suport d'aquest tipus de sistemes.

1.1.2. Objectius del TFC

Amb el present TFC es pretén donar una visió genèrica però el suficientment clara sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica.

L'objectiu d'un SIG (explicat sintèticament) és accedir, mitjançant una eina gràfica, a les dades dels elements representats per extreure'n la informació que es vulgui (òbviament informació prèviament emmagatzemada o deduïble d'aquesta).

El terme SIG engloba sistemes molt variats, aplicant-se molts cops a instal·lacions que no són pròpiament un SIG. Es poden distingir tres tipus de programes que,

tot i que puguin rebre el nom conjuntament de SIG tenen diferències fonamentals al seu àmbit d'aplicació:

- SIG pròpiament dit: gran sistema informàtic que gestiona completament una base de dades geogràfiques.
- Aplicacions anomenades *Desktop Mapping* (DM): sistemes d'anàlisi i visualització integrats entre les aplicacions *Desktop* d'ordinador personal.
- Sistemes de Disseny assistit per Ordinador (CAD) i sistemes afins.

En conseqüència, un dels objectius del present treball és donar les bases per poder diferenciar un SIG d'aquella aplicació o sistema que no ho és, tot i que en algunes ocasions ho pugui semblar.

Un SIG en sentit complet és una aplicació que gestiona una base de dades espacial; permet la creació i estructuració de les dades partint de fonts d'informació com els mapes, la teledetecció, bases de dades existents, etc., a més de possibilitar la anàlisi, visualització i edició de mapes de la base de dades; compta amb eines que permeten crear noves dades derivades de les existents, etc., es tracta, per tant, d'una branca de les bases de dades. Habitualment els projectes de bases de dades es caracteritzen per tenir la majoria de conflictes resolts i així, en general, els problemes es limiten a estudiar la tecnologia i executar el projecte. En el món dels SIG, però cada projecte és un problema nou que cal resoldre i que, en molts casos, està al llindar de la innovació tecnològica. Per a treballar amb un SIG és també necessari tenir algunes nocions de cartografia i coneixements de geometria.

Els objectius concrets del TFC són els següents:
- Conèixer les característiques fonamentals dels SIG (aplicacions, capacitats, components, etc.)
- Saber plantejar un projecte de SIG.
- Familiaritzar-se amb la terminologia i eines que ens proporcionen els SIG i saber utilitzar-les per a resoldre un problema concret.
- Aprendre a realitzar una aplicació de SIG sobre un programa d'ús general, desenvolupant una aplicació pràctica.

1.1.3. Enfocament i mètode seguit

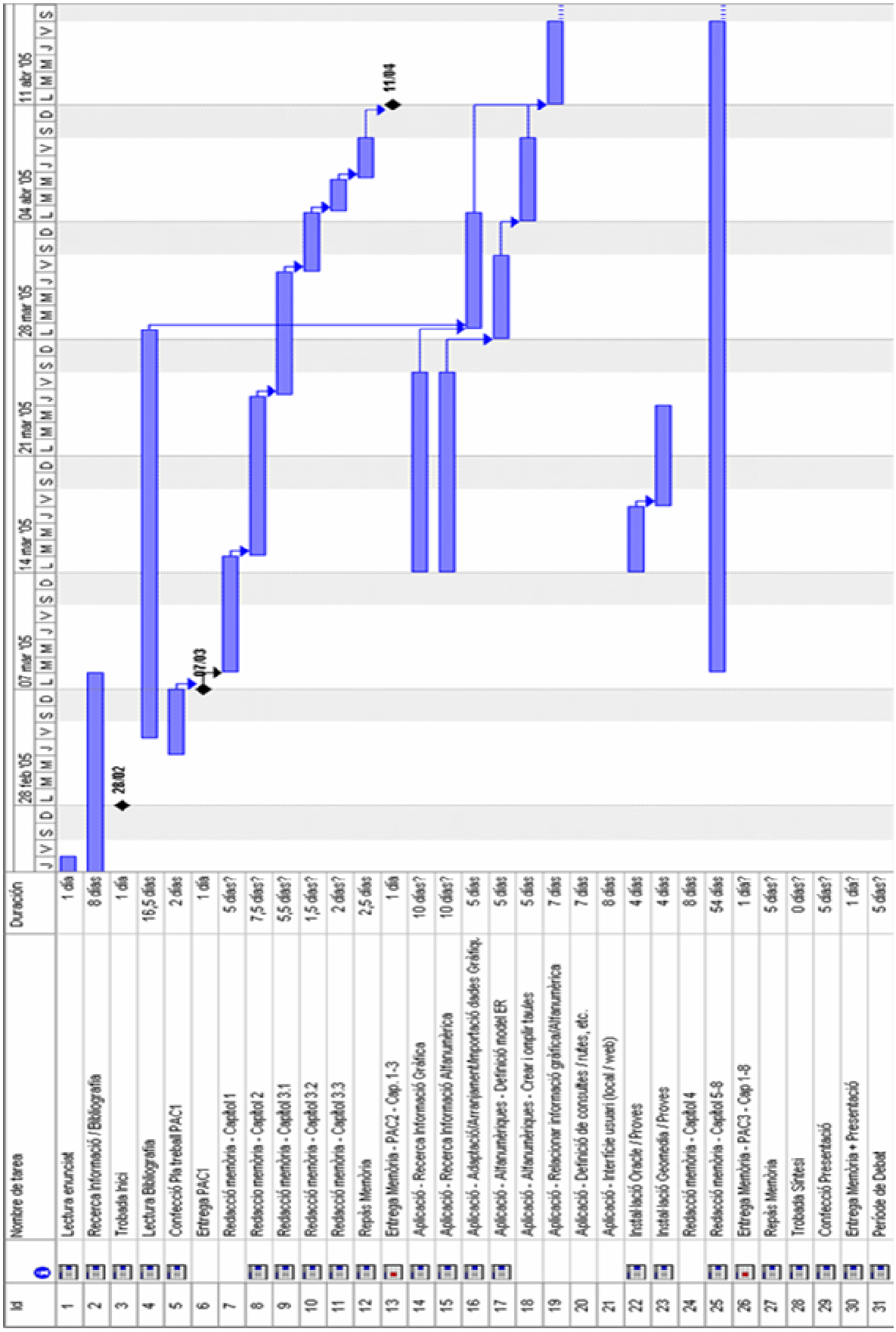
Aquest document té com a doble finalitat explicar amb el major rigor i brevetat possibles els conceptes que implica treballar amb un SIG, així com veure a grans trets les aplicacions que, amb més o menys dificultat pel que respecta a la seva implementació i cost, ofereix aquesta tecnologia.

Ha calgut, per assolir les finalitats descrites, una àmplia lectura de la bibliografia recomanada (documents en format paper i molta de la informació existent a la xarxa), la qual consta degudament reflectida a l'apartat de bibliografia de treball.

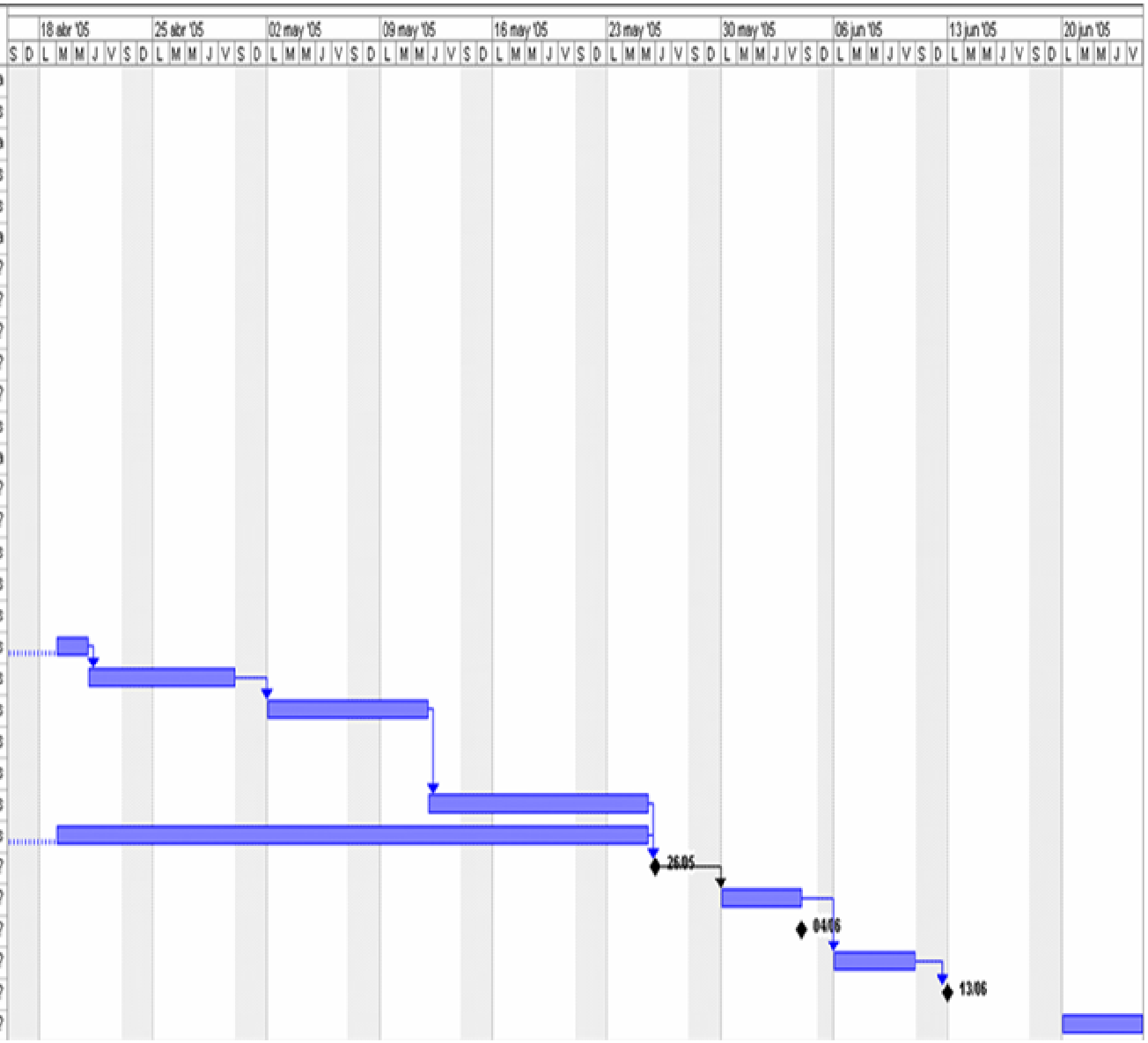
Un cop assimilats els conceptes ha estat possible redactar la present memòria per tal d'enfocar i explicar els conceptes previs que posteriorment seran aplicats a la part pràctica, prèvia instal·lació del programari corresponent.

El camí seguit és plasmat a la planificació del TFC (veure punt següent), que ha permès que les tasques a realitzar fossin seqüencials o simultànies amb altres, en funció de la seva coherència i coneixements previs adquirits en les tasques anteriors.

1.1.4. Planificació del TFC



Id		Nombre de tarea	Duración
1		Lectura enunciat	1 día
2		Recerca Informació / Bibliografia	8 días
3		Trobada Inici	1 día
4		Lectura Bibliografia	16,5 días
5		Confecció Pla treball PAC1	2 días
6		Entrega PAC1	1 día
7		Redacció memòria - Capítol 1	5 días?
8		Redaccio memòria - Capítol 2	7,5 días?
9		Redacció memòria - Capítol 3.1	5,5 días?
10		Redacció memòria - Capítol 3.2	1,5 días?
11		Redacció memòria - Capítol 3.3	2 días?
12		Repàs Memòria	2,5 días
13		Entrega Memòria - PAC2 - Cap. 1-3	1 día
14		Aplicació - Recerca Informació Gràfica	10 días?
15		Aplicació - Recerca Informació Alfanumèrica	10 días?
16		Aplicació - Adaptació/Arranjament/Importació dades Gràfiq.	5 días
17		Aplicació - Alfanumèriques - Definició model ER	5 días
18		Aplicació - Alfanumèriques - Crear i omplir taules	5 días
19		Aplicació - Relacionar informació gràfica/Alfanumèrica	7 días
20		Aplicació - Definició de consultes / rutes, etc.	7 días
21		Aplicació - Interfície usuari (local / web)	8 días
22		Instal·lació Oracle / Proves	4 días
23		Instal·lació Geomedia / Proves	4 días
24		Redacció memòria - Capítol 4	9,5 días
25		Redacció memòria - Capítol 5-8	55,5 días
26		Entrega Memòria - PAC3 - Cap 1-8	1 día?
27		Repàs Memòria	5 días?
28		Trobada Síntesi	0 días?
29		Confecció Presentació	5 días?
30		Entrega Memòria + Presentació	1 día?
31		Período de Debat	5 días?



1.1.5. Productes obtinguts

El resultat de la tasca de desenvolupament del present Treball Final de Carrera ha donat com a fruit la present memòria descriptiva així com el plantejament d'una aplicació pràctica que permetrà de gestionar un punt d'informació turística.

Amb aquesta aplicació es pretén que l'usuari, assenyalant un dels espais d'interès que existeixen al municipi, pugui veure tant les activitats que s'hi realitzen com altres elements característics (en funció del tipus d'espai de què es tracti: oci, cultural, etc.).

Es pretén donar les bases per poder arribar a desenvolupar una eina, basada en la tecnologia SIG, que permeti a l'Administració gestionar completament les activitats, espais, elements, etc. i al visitant consultar tota aquella informació que s'hagi decidit que ha d'estar disponible pel fet que tingui un interès especial.

1.1.6. Breu descripció d'altres capítols de la memòria

A banda dels aspectes introductoris i de planificació pròpiament dits es tracten diferents aspectes amb la finalitat de poder arribar a entendre tant els conceptes bàsics dels Sistemes d'Informació Geogràfica, com el ventall d'aplicacions de què disposen.

En primer lloc es fa un recorregut no massa profund pels orígens dels SIG, donant rellevància a aquells estudis/projectes que a nivell internacional han servit de referència per al seu desenvolupament i que realment han estat un punt de partida i/o inflexió en certs aspectes de la tecnologia dels Sistemes d'Informació Geogràfica.

En segon lloc s'explica de forma sintètica quins són els components d'un Sistema d'Informació Geogràfica, tant a nivell de maquinari com de programari, amb la intenció que el lector es pugui fer una idea de la dimensió que poden adquirir els projectes que es poden desenvolupar dins aquest camp de les bases de dades i que permet, com s'ha dit, relacionar dades geogràfiques (gràfiques) i alfanumèriques.

Pel que respecta a les dades gràfiques, s'explica amb força claredat quins són els dos tipus de dades més usats dels que pràcticament qualsevol Sistema d'Informació Geogràfica del mercat es nodreix: sistema *raster* i sistema vectorial.

Es descriuen d'altra banda les funcionalitats dels Sistemes d'Informació Geogràfica, així com les diverses àrees d'aplicació en què poden ser utilitzats.

Com a ampliació a les àrees d'aplicació dels SIG, s'aprofundeix en tres aplicacions de les quals es descriu el procés que se segueix per al seu desenvolupament, fonts d'informació requerides, objectius, resultats, etc. i finalment es desenvolupa una aplicació real consistent en un punt d'informació turística, en aquest cas aplicat al municipi de Pineda de Mar (El Maresme).

1.2. DESCRIPCIÓ, CARACTERÍSTIQUES I APLICACIONS DELS SIG. INTRODUCCIÓ

1.2.1. Orígens

Les primeres aplicacions dels SIG van dependre de les necessitats locals, i per tant van ser essencialment diferents entre elles als diferents llocs on es van aplicar. A l'Europa continental es va incidir especialment en els sistemes cadastrals i en les bases de dades mediambientals. A tall d'exemple, les inversions majors en SIG a Gran Bretanya, durant els vuitanta, van ser efectuades en sistemes d'empreses de serveis i en la creació d'una base topogràfica 1:1.250 i 1:2.500.

Es podria dir, sense massa lloc a discussió, que el desenvolupament dels SIG comença als anys 60, concretament el primer exemple de SIG que va funcionar és el *Canadian Geographical Information System* (CGIS) –Departament d'Agricultura del Canadà i IBM-, la creació del qual data del 1964 i que des del 1967 ha estat utilitzat per a l'inventari i planejament de l'ocupació del sòl a les grans zones del Canadà. Inicialment, l'aplicació creada al Canadà era capaç de determinar el volum de la tala a realitzar i identificar la via d'accés més adient a l'esmentada tala. Els resultats es van lliurar als governs locals de cada província. Durant el desenvolupament d'aquest projecte es van plantejar gran part del problemes tècnics i conceptuals que posteriorment s'han anat resolent, principalment pel que fa a l'estructura i organització de la base de dades i als mètodes d'entrada d'informació. Hi ha altres sistemes del mateix període, però potser el més rellevant –en tant en quant va ser el primer -, és el que s'ha esmentat.

A altres zones com la Xina i al Japó es va treballar intensament en sistemes per al control i modernització de possibles canvis mediambientals.

Pel que fa als Estats Units, mereix un esment especial l'ús de la tecnologia dels SIG al projecte TIGER (*Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing*) realitzat per l'*U.S. Census Bureau* i el *U.S. Geological Survey*. Aquest projecte, dissenyat per a facilitar la realització i posterior descripció del cens de 1990, va produir una descripció informàtica de la xarxa de transport de EEUU per valor d'aproximadament 170 milions de dòlars.

És especialment interessant remarcar, d'altra banda, el paper del *Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis* (Universitat de Harvard, USA) per ser una de els institucions que més ha aportat en la qüestió dels models de dades; va ésser fundat al 1966 i des de llavors ha anat generant quantitat d'avenços:

- Elaboració del programa SYMAP (1968), de cartografia assistida per ordinador: esborranys de mapes, traçats a baixa resolució amb impressora de línies, sense ajut a la digitalització, etc.
- Desenvolupament del programa POLYVRT, s'integra a la estructura de la informació la topologia dels objectes cartogràfics –tecnologia derivada del DIME

(*Dual Independent Map Encoding*) desenvolupat per la Oficina del Cens dels USA-.
- Creació del programa ODYSSEY, considerat el primer Sistema d'Informació Geogràfica de tipus vectorial del Laboratori de Harvard. En aquest punt s'implementa la digitalització semiautomàtica de les dades espacials, la gestió de les bases de dades i la elaboració interactiva dels mapes.

Genèricament hom pot afirmar, com s'indica al principi d'aquest apartat, que la tendència ha estat, als anys seixanta i setanta, la de la construcció de SIG molt específics lligats a les necessitats concretes d'algunes institucions públiques, instal·lats en grans ordinadors i la finalitat principal dels quals era l'inventariat de recursos (especialment dels usos del sòl) sense massa capacitats analítiques. Posteriorment, amb la creació del sistema *raster* (veure punt 1.2.3.2.1.1) –sistema no adient per inventariat- s'han vist incrementades les possibilitats de la anàlisi geogràfica. És per això que hi ha actualment dues grans línies de desenvolupament, el *raster* i el vectorial; cal esmentar que molts dels sistemes actuals mantenen arxius mixtes i/o tenen molta facilitat de transformació del sistema vectorial a *raster*, la qual cosa permet usar la base de dades vectorial per inventariat i recuperació selectiva de dades, i la *raster* per dur a terme algun tipus d'anàlisi.

En resum, es pot considerar que el desenvolupament dels Sistemes d'Informació Geogràfica és la unió de diverses línies de treball fins el moment molt diferenciades. Aquestes línies són:
- Els sistemes de cartografia assistida per ordinador.
- Plantejament teoricopràctic per a la superposició de mapes amb la finalitat del planejament urbà i regional.
- El desenvolupament de la teledetecció.
- Els avenços tècnics i metodològics de l'anomenada geografia quantitativa.

Els grans productors d'informació (administracions públiques) són majoritàriament els "culpables" del vertiginós desenvolupament i aparició al mercat de diversos productes SIG, la qual cosa, afegida a l'increment de potència de les màquines de sobretaula i al desenvolupament de productes SIG per a entorns Windows, sobretot a partir dels 90, ha permès que aquesta tecnologia sigui usada també amb importància per la empresa privada, més com a usuari final que com a productora d'informació.

Actualment, i amb el gran avenç que està aconseguint la tecnologia del software lliure basat el *linux* estan apareixent (alguns ja són força consolidats), sistemes SIG *open source* i de programari lliure.

1.2.2. <u>Components</u>

Un SIG és, en essència, un programa d'ordinador; es podria dir que el sistema general es composa d'elements lògics (el programari pròpiament dit) i elements físics (el maquinari corresponent), la unió dels quals, correctament configurats, és el que forma un SIG; no obstant això per donar vida al SIG són necessàries dades (amb una estructura molt concreta dins un ventall de possibilitats), personal tècnic,

etc. Seguidament es descriuran a grans trets aquells components considerats més rellevants:

- **Elements físics (maquinari)**: és on opera físicament el SIG. Avui en dia els programes de SIG es poden executar en un gran nombre de tipologia d'equips, des de servidors fins a ordinadors (portàtils o no) interconnectats mitjançant una xarxa o treballant de forma aïllada. Aquests equips, en funció de la seva complexitat estan formats per la CPU (*Central Process Unit*), memòria, sistemes d'emmagatzematge de dades (cinta, disc, etc.).

- **Elements lògics (programari)**: els programes de SIG proveeixen les funcions i eines necessàries per emmagatzemar, analitzar i desplegar la informació geogràfica. Els principals components d'aquests programes són:
  - Eines per a l'entrada i manipulació de la informació geogràfica.
  - Sistema Gestor de Bases de Dades.
  - Eines que permeten recerques geogràfiques, anàlisi i visualització.
  - Interfície gràfica per a l'usuari (GUI –*Graphic User Interface*-) per tal d'accedir fàcilment a les eines.

- **Dades**: probablement aquesta sigui la part més important d'un SIG. Les dades geogràfiques i alfanumèriques poden ser adquirides per qui implementi el sistema d'informació o bé cedides per tercers que ja les tenen disponibles. El SIG integra les dades espacials amb d'altres recursos de dades i pot fins i tot fer ús dels SGBD més habituals per usar la informació geogràfica. L'adquisició de les dades pot arribar a representar fins al 80% del pressupost inicial d'implementació d'un SIG, no obstant això és important que aquesta recopilació sigui el més professional possible atès que els resultats en dependran en gran mesura.

- **Recursos humans**: la tecnologia dels SIG quedarà molt limitada si no es compta amb el personal adient amb suficients coneixements i recursos per operar, desenvolupar i administrar el sistema. Aquest personal ha d'aglutinar una sèrie de coneixements imprescindibles per a l'èxit o fracàs de la implantació: sistemes operatius, bases de dades, cartografia, sistemes d'informació gràfica –CAD-, així com també és convenient que disposi de suficients coneixements de l'entorn on i sobre el qual s'ha d'implantar el SIG.

- **Procediments**: un SIG operarà d'acord amb una planificació ben dissenyada i uns objectius clars, que són els models i les pràctiques operatives característiques de cada organització.

1.2.3. Formes de representació

Als efectes de poder tractar correctament la informació i amb coherència, i dins uns paràmetres establerts, la informació es representa amb unes estructures molt definides, les quals es descriuran seguidament.

1.2.3.1. Base de dades als SIG

Un aspecte fonamental dins els sistemes SIG és la forma d'emmagatzemar la informació. A l'inici d'aquests sistemes era habitual que la gestió d'aquest tipus d'informació es realitzés mitjançant programari propi, no obstant això la tendència actual és la de deslligar el producte SIG del SGBD utilitzat, de forma que sigui possible utilitzar qualsevol dels productes que per aquesta finalitat existeixen al mercat.

Les bases de dades dels SIG contenen dades gràfiques i alfanumèriques integrades amb la finalitat de formar una font completa d'informació. L'exactitud i el nivell de resolució són elements importants per al desenvolupament de la base de dades d'un SIG, i estan determinats per l'ús al qual vagi destinat el sistema. Per exemple, un SIG destinat a aplicacions d'enginyeria requerirà, en general, un alt grau d'exactitud i resolució; si el sistema és pensat per planificacions o anàlisi parcel·laria no es requereix aquest alt grau d'exactitud i detall. Cal tenir en compte aquest aspecte, sobretot per què el preu d'una base de dades gràfica augmenta exponencialment quan s'incrementa el nivell de resolució. Aquests dos aspectes, cost i nivell de detall, han de ser analitzats amb cura amb l'objecte d'optimitzar el disseny d'una base de dades per a un Sistema d'Informació Geogràfica.

La generació de la base de dades inclou la captura i la integració de dades que en general procedeixen de fonts diverses. Aquestes fonts sovint presenten diferents escales i formats que han de ser unificats. Una base de dades completament integrada requereix unes entitats de control i referència a les quals s'han d'ajustar altres entitats que s'incorporin a les diferents capes de la base de dades. Cadascuna de les capes i entitats té una sèrie de característiques que influiran en el desenvolupament de la base de dades inicial, en els processos de manteniment i en les aplicacions en les quals hagin de ser utilitzades.

1.2.3.2. Tipus de Dades

Les dades a un Sistema d'Informació Geogràfica poden ser classificades genèricament en gràfiques i alfanumèriques. Cadascun dels tipus té unes característiques específiques i diferents requisits d'implementació per a un eficaç emmagatzematge, procés i representació.

Les dades gràfiques són descripcions digitals de les entitats del plànol; acostumen a incloure coordenades, regles i símbols que defineixen els elements cartogràfics a un mapa. El SIG utilitza aquestes dades amb la finalitat de generar un mapa o representació gràfica a una pantalla d'ordinador o bé sobre el paper. Genèricament es treballa amb dos tipus de models pel que a dades gràfiques es refereix: *raster* i vectorial.

Les dades alfanumèriques són descripcions de les característiques de les entitats gràfiques. Generalment aquest tipus d'informació és emmagatzemada en formats convencionals, tot i que s'estan començant a utilitzar juntament amb els SIG sistemes de gestió documental, que gestionen aquestes dades com a imatges gràfiques en format *raster*. Les dades alfanumèriques i gràfiques es troben completament integrades, essent aquesta integració, juntament amb la capacitat

de gestió d'ambdós tipus de dades, el que caracteritza els Sistemes d'Informació Geogràfica.

Òbviament, per a poder representar el món real amb dades espacials s'ha de dur a terme un procés d'abstracció. Les entitats del món real poden ser abstretes de diferents formes: com a punts, línies, àrees (abstracció geomètrica o cartogràfica), com a imatges (fotografies) o com a etiquetes (una adreça). D'aquesta manera, un objecte del món real com pot ser un riu, per incorporar-lo al nostre SIG l'abstraurem en una línia, per exemple.

Un cop s'ha aconseguit coherència amb les abstraccions dels objectes del món real, s'ha de ser capaç de representar-les. Aquestes representacions poden ser en format vectorial, format *raster*, com a entitats topològiques (nodes, polígons, etc.), per símbols o per textos. Finalment cal indicar una de les característiques més significatives de les entitats de dades espacials: les relacions existents entre elles. Les més importants d'aquestes relacions són:

Relacions topològiques: es refereix a la posició relativa de dues o més entitats, per exemple, la posició relativa de dues cases. Aquestes relacions poden ser directament a les dades o ser deduïdes a partir de la proximitat, encavalcament, etc.

Classificació: consisteix a distribuir els objectes del món real en diferents classes o categories, per exemple, la capa de transport que comprèn autopistes, carreteres, etc.

Agregació: els objectes del món real poden ser definits com composició o agregació d'altres objectes, per exemple un campus universitari es pot considerar com l'agregació d'edificis, camps de joc, carreteres, etc.

Associació: és similar a les relacions topològiques, ja que en aquesta relació hi té una gran importància la posició. Un exemple podria ser l'associació existent entre un edifici i el carrer més proper.

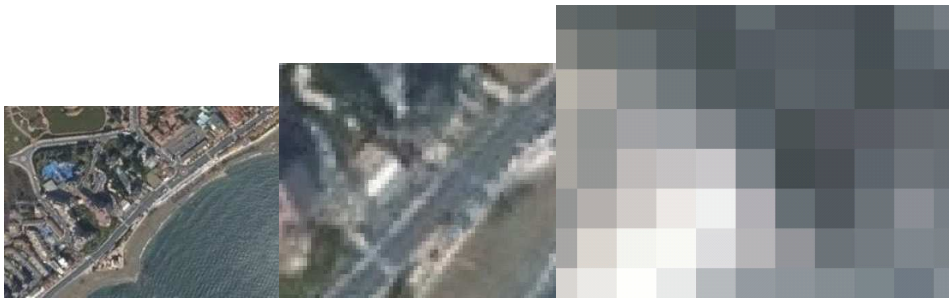
1.2.3.2.1. Imatges gràfiques. Tipus de formats.

Les imatges gràfiques poden ser emmagatzemades en format *raster* (cada línia es defineix per tots els seus punts mitjos, essent emmagatzemats tots ells) o en format vectorial (cada línia queda definida per un punt inicial i un punt final -o punt i vector- essent aquests els únics punts que s'emmagatzemen).

1.2.3.2.1.1.Model raster

Al model *raster* l'espai és discretitzat en petits rectangles o quadrats, la grandària que tenen aquests elements és fonamental i determina la resolució. Aquest model utilitza un única primitiva molt similar al punt, el píxel (contracció de les paraules angleses *picture element*): malla de punts de forma quadrada o rectangular que conté valors numèrics i representa les entitats cartogràfiques i els seus atributs alhora. Els models lògics

menys complexes són els basats en el model conceptual *raster*, en gran mesura degut a que la georeferenciació i la topologia són implícites a la posició - columna i fila - del píxel de cada malla. Cada atribut temàtic és emmagatzemat a una capa pròpia. La separació entre dades cartogràfiques i dades temàtiques no existeix, ja que cada capa representa un únic tema i cada cel·la conté una única dada numèrica. La malla de píxels pot ser regular o també irregular (és el cas dels models *quadtree* i *octree*).



Il·lustració 1: Representació *raster* (píxels).

La precisió de la georeferenciació al model *raster* està esbiaixada conceptualment per la porció de territori que representa el píxel, que és la unitat de mesura lineal i superficial mínima del sistema. El model conceptual *raster* té serioses limitacions conceptuals de precisió de la referenciació, amb un marge d'error equivalent a la meitat de la base i de l'alçada del píxel.

Per emular la precisió del sistema vectorial, el sistema *raster* necessita molt més espai d'emmagatzematge de dades; l'emmagatzematge intern de la informació associada a cada capa és un aspecte de molta importància en un sistema informàtic, havent-se de buscar un compromís entre varis dels següents requisits que estan normalment en competència:

- El volum d'emmagatzematge necessari que es pretén minimitzar. Generalment s'utilitza un dels dos mètodes següents per aquesta finalitat:

  Run-length enconding: es basa en que els objectes freqüentment s'estenen sobre àrees més grans que un únic píxel, d'aquesta manera aquest mètode en lloc de guardar els valors de cadascun dels píxels, agrupa les files d'una matriu *raster* en blocs amb valor idèntic. Per exemple, si els valors d'una fila de píxels que representen una imatge blanc i negre fossin "000011100", usant aquest mètode s'emmagatzemarien com "403120".

  Quadtrees: una de les tècniques més usades consisteix en dividir un mapa en una estructura jeràrquica basada en el principi de descomposició recursiva de l'espai en quadrants, resultant una

determinada estructura d'arbre. S'utilitza amb l'objectiu de reduir espai d'emmagatzematge i temps de processament de les dades gràfiques en format *raster*. Quan la descomposició és en octants, el model s'anomena *octree*.

- La eficiència d'accés a la informació ha de ser màxima.
- Afortunadament els temps de resposta requerits a les operacions efectuades sobre aquesta informació (en general, operacions de composició de capes) acostuma a ser baix.

El model *raster* té una organització molt simple de les dades, la qual cosa permet realitzar amb gran facilitat determinats processos d'anàlisi, com la superposició de plànols. Aquesta operació és molt senzilla de programar mitjançant operacions amb matrius (computacionalment molt costosa quan els temes estan en format vectorial), es realitza amb molta rapidesa i automàticament si els temes són *raster*, no obstant això el resultat quedarà afectat d'un error degut a la discretització. Els gràfics d'un *raster*, tot i que relativament deficients, es poden realitzar amb dispositius barats, com per exemple una impressora d'injecció de tinta. Els seus inconvenients bàsicament són el gran volum d'emmagatzematge que requereix, la baixa qualitat de les representacions gràfiques i la dificultat de realitzar anàlisis complexos sobre els gràfics. Per finalitzar cal dir que el model *raster* no reconeix explícitament l'existència d'objectes geogràfics, i per tant, a les aplicacions on sigui indispensable l'ús d'aquest tipus d'objectes, és un model que no podrà ser utilitzat.

1.2.3.2.1.2.Model vectorial

El model vectorial, per a la representació de les dades gràfiques, utilitza tres tipus bàsics d'entitats (primitives bàsiques):

- **Nodes:** es tracta d'un objecte sense dimensions (almenys a l'escala triada) que representa una unió topològica o un punt terminal i que especifica una localització geomètrica; en qualsevol cas, es tracta de la entitat bàsica per a representar entitats amb posició però sense dimensió (almenys a l'escala triada). Al format vectorial reben el nom de punts. Els elements puntuals són tots aquells objectes relativament petits respecte del seu entorn més immediat, es representen mitjançant línies de llargada zero. Per exemple, elements puntuals poden ser un pal de la xarxa elèctrica o un embornal de la xarxa de pluvials.

- **Línies (o arcs):** són objectes d'una dimensió definits per un node inici i un node final (restringides a la línia recta en algunes implementacions). Els objectes lineals es representen per una successió de punts on l'amplada de l'element lineal és insignificant respecte de la magnitud de la seva llargada, amb aquest tipus d'objectes es modelen i defineixen les carreteres, les línies de transmissió d'energia, els rius, les canonades, etc.

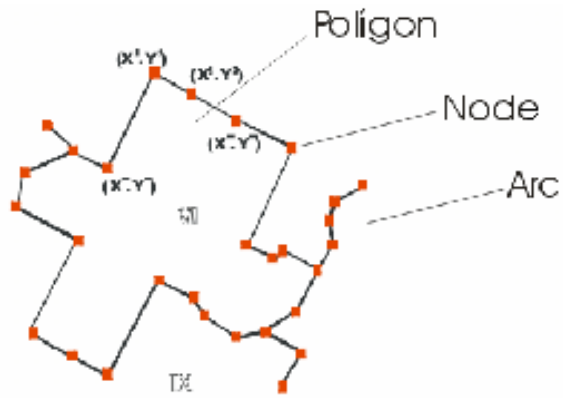
- **Polígons (o àrees)**: són objectes limitats i continus de dues dimensions. Els objectes de tipus àrea es representen a un SIG d'acord amb un conjunt de línies i punts tancats per formar una zona perfectament definida a la qual se li pot aplicar el concepte de perímetre i llargada. Amb aquest tipus es modelen les superfícies (mapes de boscos, sectors socioeconòmics d'una població, etc.)

  Cal aclarir, respecte de la determinació dels elements puntuals, que a un plànol que inclogui els detalls més rellevants d'un objecte particular, aquest pot figurar com a un element del tipus àrea, en canvi a un altre plànol que no inclogui detalls associats a l'objecte, pot aparèixer com a un objecte puntual.

  Depenent de la documentació que es consulti, es pot trobar un quart tipus d'entitat, **el volum**.

Entre les entitats descrites existeixen una sèrie de relacions: un línia es defineix per dos o més punts (nodes), una àrea és limitada per una sèrie de línies (la qual cosa constitueix una mínima definició topològica), etc.

Normalment les dades vectorials s'emmagatzemen prenent com a estructura les relacions definides, una manera de fer-ho pot ser la següent:
- Node origen, node final d'arc i relació ordenada dels nodes interns, si existissin.
- Seqüència ordenada dels arcs que defineixen un polígon.
- Polígons a dreta i a esquerra de cada arc.



Il·lustració 2: Representació vectorial.

El detall amb el qual s'emmagatzemen les relacions és un compromís entre l'eficiència del procés i la modelització exacta de la realitat. Els procediments d'anàlisi en aquest model són més laboriosos, però més precisos que al model *raster*, ja que comporten la resolució analítica d'interseccions entre arcs, la determinació d'àrees i l'avaluació de posicions relatives entre elements diferents (punt/polígon, punt/línia, etc.)

La posició de les dades pot ser georeferenciada directament, mitjançant un sistema de coordenades, o indirectament, fent ús per exemple de la direcció postal, en ambdós casos la solució és molt eficaç. Els atributs no espacials són emmagatzemats a una base de dades alfanumèriques interrelacionada amb la base de dades cartogràfiques, oferint amb això possibilitats molt diferents de les del model *raster*. Les interrelacions topològiques s'expliciten fins a l'últim detall i amb gran sofisticació. En el cas vectorial, no existeix limitació conceptual a la precisió de la georeferenciació, hi podria haver en tot cas una limitació matemàtica i física de precisió del maquinari.

Aquest model és molt més semblant a la percepció humana de l'espai que la que ofereixen els models *raster*, està més d'acord amb la cartografia tradicional i possiblement sigui aquesta una de les raons per les quals resulta més intuïtiu. No obstant això, el principal avantatge d'aquest model respecte del model *raster* és la seva capacitat per expressar les relacions espacials existents entre les entitats, és a dir, la informació topològica, que és la que dóna al model la semàntica necessària per a representar el coneixement territorial.

Històricament s'han diferenciat SIG vectorials i *raster*. Actualment els principals sistemes SIG combinen els dos tipus d'estructures. El debat *raster*/vectorial ha evolucionat de la qüestió "quin és millor?", a la qüestió "¿sota quines condicions és millor un que l'altre, i com podem combinar-los de manera flexible?".

Degut a que actualment els SIG treballen els dos formats, és convenient tenir en compte una sèrie de recomanacions/principis sobre l'ús de cadascun d'ells:

- Utilitzar el format vectorial per a la realització de gràfics i mapes precisos.
- Utilitzar el format vectorial per a la anàlisi de xarxes (esteses elèctriques i telefòniques, rutes de transport, etc.).
- Per a la superposició i combinació de plànols és més ràpid i barat el model *raster*.
- Utilitzar el model *raster* quan es treballa amb representacions i simulacions de superfícies.
- Utilitzar el format el format *raster* i vectorial en combinació quan és necessari representar línies amb precisió (vectorial) i superfícies plenes (*raster*).
- Disposar d'algorismes de conversió vectorial-*raster* i a la inversa.
- Recordar que es poden editar simultàniament dades *raster* i vectorials.

1.2.3.2.2. Informació alfanumèrica

Amb la informació alfanumèrica es complementa l'aspecte gràfic de l'objecte geogràfic, afegint-li una sèrie d'atributs que segons l'abstracció considerada que li són necessaris per modelar amb més cura la realitat que es vol reflectir al SIG, és a dir, mitjançant la informació alfanumèrica es descriuen les característiques de les entitats gràfiques. A una base de dades d'un SIG es poden trobar dos tipus d'informació alfanumèrica: els atributs alfanumèrics i les dades geogràficament referenciades.

1.2.3.2.2.1.Atributs alfanumèrics:

Proporcionen informació descriptiva sobre les característiques de les entitats gràfiques. Es relacionen amb aquestes entitats a través d'identificadors comuns que s'emmagatzemen tant al registre alfanumèric com al gràfic. Un sistema SIG ha de ser capaç de realitzar consultes o anàlisi sobre els atributs alfanumèrics de forma independent i generar mapes basats en aquests atributs.

1.2.3.2.2.2.Dades geogràficament referenciades

Mitjançant aquest tipus de dades es descriuen incidents o fenòmens que es produeixen a una localització específica. A diferència dels atributs aquestes dades no descriuen una entitat gràfica sinó que proporcionen informació (nombre d'edificis permesos a una zona, nombre d'accidents a una cruïlla, inspeccions de salut a un barri, etc.) associada a una localització geogràfica. Aquest tipus de dades s'emmagatzema i gestiona de forma separada i no es relaciona directament amb les entitats geogràfiques de la base de dades del SIG.

1.2.3.3.Agrupació de les dades

Per millorar l'accés a la informació s'estableixen normalment dos tipus de mecanismes:

- **Índex geogràfics:** els índex geogràfics s'utilitzen a un SIG per a seleccionar, relacionar i recuperar dades en funció de la seva localització geogràfica, de manera similar a com actuen els índex a una base de dades tradicional; no constitueixen informació en sí i únicament serveixen per millorar els accessos.
- **Relacions espacials:** proporcionen la informació sobre les relacions entre les diferents entitats gràfiques, com són la connectivitat entre les línies o l'adjacència en el cas dels polígons. Aquest tipus d'informació serà fonamental per determinades aplicacions com per exemple la anàlisi de xarxes, atès que proporcionen informació sobre les interconnexions dels diferents elements de la xarxa. Aquest tipus de relacions és un dels aspectes diferenciadors dels sistemes SIG, que no acostuma a trobar-se a altres sistemes gràfics, com poden ser els sistemes CAD (*Computer Aided Design*).

La manera com s'agrupen els diversos elements constitutius d'un SIG queda determinada per una sèrie de característiques comuns a varis tipus d'objectes del model, aquestes agrupacions són dinàmiques i generalment obeeixen a condicions i necessitats especificades per l'usuari.

S'entén per **categoria** o **cobertura** la unitat bàsica d'agrupació de varis mapes que comparteixen algunes característiques comunes en forma de temes relacionats amb els objectes continguts als mapes. Sobre un mapa es defineixen

objectes (amb una grandària i localització respecte de la superfície terrestre), aquests posseeixen atributs (gràfics o alfanumèrics). Així tenim que si un conjunt de mapes relacionats rep el nom de **categoria**, un conjunt de categories rep el nom de **tema** i un conjunt de temes disposat sobre una àrea específica d'estudi s'agrupa en forma d'**índex temàtic** o **geoíndex** del projecte SIG. D'aquesta manera l'arquitectura jeràrquica d'un projecte queda exposada pel concepte d'**índex**, **categoria**, **objectes** i **atribut**.

1.2.4. Funcionalitats

Fins ara s'ha descrit els SIG mitjançant definicions de tipus formal i per medi de la seva capacitat per satisfer demandes espacials, relacionant conjunts de dades mitjançant la seva localització geogràfica. Igualment un SIG pot descriure's també enumerant el tipus de qüestions a les que pot donar resposta. Un SIG suficientment sofisticat ha de poder donar resposta a cinc demandes genèriques:

- Localització: Què hi ha a...?
  La primera de les preguntes es refereix a identificar què és el que es troba a una localització determinada. La localització pot descriure's de diverses maneres, per exemple, pel seu topònim, pel seu codi postal, o per referències geogràfiques com latitud i longitud.

- Condició: On es troba...?
  La segona demanda és la inversa de la primera i requereix d'una anàlisi espacial. Enlloc d'identificar el que es troba a un punt, el que es busca és un lloc que reuneixi certes condicions (per exemple, un terreny sense bosc, que tingui una superfície més gran de 2.000 metres quadrats, que estigui a menys de 100m. d'una carretera i al qual les seves condicions geotècniques permetin suportar edificis).

- Tendència: Què ha canviat des de...?
  Aquesta pregunta involucra a les dues anterior i la seva resposta estableix quines diferències es donen en una àrea determinada a través del temps.

- Distribució: Quins patrons de distribució espacial existeixen...?
  Aquesta pregunta és més complexa. Es planteja al voler determinar, per exemple, si el càncer és una causa important de mortalitat entre les persones que resideixen a les proximitats d'una central nuclear; o també, al voler conèixer quantes situacions anormals es produeixen a una determinada distribució espacial i on es localitzen.

- Modelització: Què succeeix si... ?
  Qüestió que es planteja a l'intentar conèixer que passa a un sistema quan es dóna una circumstància determinada, per exemple, que li succeeix a un sistema viari si construïm una carretera, o que succeiria si es produís un determinat abocament tòxic a la xarxa de subministrament d'aigua potable. Les respostes requereixen, a més de la informació geogràfica, altres informacions addicionals, com poden ser determinades lleis científiques.

1.2.4.1.Georeferenciació

La georeferenciació es pot definir com aquell procés mitjançant el qual s'identifica una posició a la superfície terrestre. Existeixen dos tipus de georeferenciació, la directa i la indirecta.

1.2.4.1.1.Georeferenciació directa

Es basa en l'ús d'un sistema de coordenades establert per a un determinat sistema de projecció.

Els sistemes de projecció estan pensats per resoldre el problema de projectar la superfície corba de la terra a un sistema pla. Tot i que tot sistema de projecció distorsiona la realitat, podem mantenir sense distorsió l'àrea (projeccions equivalents), les distàncies (equidistants) o els angles (conformes).

D'entre els sistemes de projecció globals (vàlids a tot el globus terraqüi), el més utilitzat és el corresponent a la projecció UTM *(Universal Transversal Mercator*), que s'obté projectant sobre un cilindre la directriu del qual és un meridià terrestre (al llarg del qual la distorsió és nul·la). En aquest cas, la georeferenciació s'expressa mitjançant un identificador de zona i dues coordenades (x, y) en metres, segons els eixos E-O i N-S respectivament. Aquest sistema és l'utilitzat per la majoria dels organismes cartogràfics nacionals i internacionals, així com és en el que es proporcionen habitualment les dades d'imatges de satèl·lits. No obstant això, els problemes es presenten quan és necessari treballar amb dades de dues zones diferents.

També s'utilitzen amb certa freqüència les anomenades coordenades planes, resultants d'obviar la curvatura terrestre, per la qual cosa són vàlides per problemes l'àrea d'interès dels quals sigui de dimensions moderades, ja que en altre cas es produirien inconsistències degut a les distorsions introduïdes.

Normalment els SIG comercials proporcionen funcionalitats per realitzar canvis de coordenades entre varis sistemes diferents, ja que és habitual disposar d'informació gràfica referida a diferents sistemes de projecció.

1.2.4.1.2.Georeferenciació indirecta o discreta.

Es fonamenta en associar a l'element que es representa una clau o índex, normalment amb significat administratiu (adreça, codi postal, etc.), que pot ser utilitzada per a la determinació d'una posició, naturalment amb una precisió no sempre equivalent a la obtinguda amb georeferenciació directa. El principal avantatge d'aquest sistema és poder aprofitar de forma immediata la gran quantitat d'informació disponible amb georeferenciació directa.

1.2.4.2.Tractaments d'imatges gràfiques

Dins les funcions bàsiques d'un sistema d'informació (en general) es pot descriure la captura de la informació, aquesta es du a terme mitjançant processos de digitalització, processament d'imatges de satèl·lit, vídeos, processos aerofotogramètrics, entre d'altres.

Una altra de les funcions bàsiques de processament d'un SIG fa referència a la part de la anàlisi que es pot realitzar amb les dades gràfiques i no gràfiques, es pot especificar la funció de contigüitat d'objectes sobre una àrea determinada i es pot especificar la funció de coincidència que es refereix a la superposició d'objectes disposats sobre un mapa.

Funcionalitat del SIG:

- Construir dades geogràfiques: mitjançant dades geomètriques existents en CAD, o capturant-les per digitalització, vectorització d'imatges, GPS, etc., el sistema permet depurar-les i estructurar-les topològicament, associant-les amb bases de dades alfanumèriques. D'aquesta manera s'obtenen dades espacials llestes per al seu ús en les anàlisis.
- Model cartogràfic: creació de nous mapes a partir de mapes existents: combinant atributs del terreny com pendent, vegetació, tipus de sòl, etc. Mitjançant un model matemàtic es poden crear noves variables, amb un índex d'erosionabilitat, de risc d'incendis, etc.
- El SIG permet analitzar els mapes estructurats en combinació amb bases de dades associades. Es poden interrogar per seleccionar les dades d'interès, veure els resultats interactívament triant la simbologia en funció dels atributs associats i produir cartografia de qualitat.
- També es poden preparar aplicacions a mida, com un pla de control d'incendis, d'avaluació d'impactes ambientals, un model que pugui preveure la evolució d'un incendi o d'una inundació, aplicacions verticals com un sistema de gestió municipal o una aplicació per una empresa elèctrica, etc.

1.2.4.3.Resum funcionalitats

Sintèticament, les funcionalitats d'un SIG són les següents:

1.2.4.3.1.Captura i Organització de dades

- Funcions de digitalització.
- Funcions de filtrat de línies.
- Funcions de transformació de coordenades.
- Funcions de localització d'errors.
- Funcions de georeferenciació.
- Funcions de gestió de taules.
- Funcions de esborrat selectiu.
- Funcions de creació de topologies.
- Funcions de creació de mapes *raster* a partir de temes vectorials.
- Funcions de vectorització d'un mapa temàtic *raster*.
- Funcions de tractament d'imatges.
- Funcions de tall i unió de xarxes de polígons.

1.2.4.3.2.Gestió de Taules Alfanumèriques

- Funcions de localització de registres
- Funcions de creació i modificació de la estructura d'una taula.
- Funcions d'indexat de taules.

- Funcions de relació entre taules i d'unió lateral.
- Funcions d'afegir registres procedents d'altres taules.
- Funcions d'importació i exportació.
- Funcions d'esborrat selectiu.
- Funcions d'actualització de columnes.

1.2.4.3.3.Anàlisi Espacial

- Funcions d'anàlisi d'influència.
- Funcions d'intersecció.
- Funcions de creació de mapes temàtics.
- Funcions de localització i selecció d'entitats (inclusió, proximitat)
- Funcions d'agrupament i classificació.

1.2.5. Programari utilitzat

- *GeoMedia Professional 5.2*.
- *Oracle 9i*.
- *Microsoft Word 2002*.
- *Microsoft Power Point 2002*.
- *Microsoft Project 2002*.
- *AutoCAD 2004*.

1.2.6. Àrees d'aplicació (diferents casos)

Són molt diversos els sectors on els SIG poden ser utilitzats com una eina potent d'ajuda a la gestió. Entre aquests es poden esmentar els següents:

- **Cartografia automatitzada:** els organismes públics han pres la iniciativa en el manteniment de plànols digitals de cartografia. Aquests plànols poden ser posteriorment oferts a empreses a les quals els puguin ser d'utilitat. Els propis organismes s'encarreguen posteriorment de proporcionar versions actualitzades periòdicament.

- **Gestió d'infrastructures:** alguns dels primers SIG van ser utilitzats per les empreses encarregades del desenvolupament, manteniment i gestió de xarxes d'electricitat, aigua, telèfons, clavegueram, etc., (el que habitualment es coneix com *utilities*). A aquestes empreses els SIG emmagatzemen informació alfanumèrica d'instal·lacions, que es troba relacionada amb les seves representacions gràfiques. Aquests sistemes acostumen a emmagatzemar també informació relativa a la connectivitat dels elements representats gràficament, amb la finalitat de poder realitzar anàlisi de xarxes.

  La anàlisi de xarxes és un dels punts forts d'un SIG. Tot el que es pot representar com una xarxa es pot analitzar mitjançant eines SIG. L'aplicació més coneguda pot ser l'obtenció de rutes òptimes per al repartiment de mercaderies, transport regular de viatgers i seguiment de flotes de vehicles (amb dispositius GPS).

La producció de plànols, així com la possibilitat d'elaborar qualsevol tipus de consulta, sigui gràfica o alfanumèrica, són les funcions més habituals a aquests sistemes, per bé que també s'utilitzen en tasques d'enginyeria, d'inventariat, planificació de xarxes, gestió de manteniment, etc.

- SIG a aigües d'Alacant: es va realitzar per a optimitzar la gestió del subministrament i distribució d'aigua potable. En aquest projecte va ser fonamental la capacitat de tractament de xarxes pròpia dels SIG, així com la seva capacitat per a relacionar tota la informació alfanumèrica relacionada amb les xarxes de subministrament.

- Anàlisi d'accessibilitat al pla director d'infrastructures: els SIG constitueixen una eina molt apropiada per al càlcul dels nivells d'accessibilitat i la cartografia dels resultats finals. Aquest projecte fou realitzat dins el Pla Director d'Infrastructures del MOPT, per tal d'avaluar els canvis als nivells d'accessibilitat derivats de les actuacions contemplades al Pla, adoptant una doble vessant territorial i poblacional.

- Optimització de rutes de transport escolar: el CESGA va realitzar un projecte pilot d'optimització de rutes escolars i un altre de càlcul de noves rutes per alumnes d'ESO, ambdós projectes per a la Conselleria d'Educació de la *Xunta de Galicia*.

- **Gestió territorial:** són aplicacions dirigides a la gestió d'ajuntaments o diputacions, basades en la utilització de formats mixtes *raster*-vectorial. Aquestes aplicacions permeten un ràpid accés a la informació gràfica i alfanumèrica, i proporcionen funcions per a la anàlisi espacial de la informació, incloent-hi informació procedent de vàries capes superposades. Faciliten d'altra banda les tasques de manteniment d'infrastructures, mobiliari urbà, etc., i permeten realitzar una optimització de la realització de feines de manteniment d'empreses de serveis. Ofereixen també la possibilitat de generar, de forma automàtica, documents d'informació gràfica i alfanumèrica com ara cèdules urbanístiques, cèdules cadastrals, etc.

  - SIG en estudis d'urbanisme i medi ambient: redacció i desenvolupament de Plans Generals i Normes Subsidiàries, redacció de Plans Parcials, Projectes d'Urbanització, Projectes de Compensació i Reparcel·lacions, Avaluacions d'Impacte Ambiental, Plans Especials i Catàlegs són tasques que s'han desenvolupat amb SIG per equips d'Urbanisme i Medi Ambient.

- **Gestió mediambiental:** són aplicacions dirigides a institucions de medi ambient i empreses d'enginyeria, que faciliten la avaluació de l'impacte mediambiental en la execució de projectes. Integrats amb sistemes d'adquisició de dades permeten la anàlisi en temps real de la concentració de productes contaminants, per accelerar l'execució de mesures correctores. Proporcionen també un ajut fonamental en tasques com repoblacions forestals, planificació d'explotacions agrícoles, etc.

- Cartografia de Zones de Risc d'Inundació de Màlaga: el resultat d'aquest projecte va ser la elaboració d'una llarga sèrie de mapes molt detallats sobre el diferent grau de risc d'inundació que existeix a la planura al·luvial, segons sigui la seva alçada sobre el llit del riu i que ha servit de base per a la previsió i presa de decisions del Servei de Protecció Civil de Màlaga.

- El Sistema d'Informació ambiental d'Andalusia: atenent als principis que han de regir la creació d'una informació ambiental que permeti una anàlisi en el temps i l'espai dels recursos naturals, la *Dirección General de Planificación de la Agencia del Medioambiente* està actuant a través de la implantació d'un Sistema d'Informació Ambiental (*SinambA*). Aquest sistema tracta bases de dades relacionals, informació cartogràfica, bàsica i temàtica, digitalitzada amb criteris topològics i la teledetecció com a font d'anàlisi multitemporal continuat. Aquest sistema ha estat dissenyat per a poder realitzar modelitzacions i anàlisi sobre els recursos naturals d'Andalusia a tres escales diferents: una de reconeixement regional, una altra de semidetall, que abasta també a tota la regió i una altra de detall, que afecta únicament als espais naturals protegits, la gestió de la qual correspon a l'Agència de Medi Ambient.

- Aplicació del càlcul d'estudi d'impacte ambiental a la construcció d'una via ràpida a la *Península del Morrazo* (Pontevedra): aquest projecte va servir per avaluar les diferents alternatives projectades per a la construcció d'una carretera i triar la que menys impacte ambiental causés, en funció de diverses capes d'informació georeferenciada com edificacions, mapes de vegetació hidrografia o jaciments arqueològics.

- **Gestió d'equipaments socials:** dirigides a la gestió de serveis com ara els serveis sanitaris, centres escolars, etc., proporcionen informació sobre els centres ja existents a una determinada zona i ajuden en la planificació d'ubicacions per a nous centres. Aquests sistemes augmenten la productivitat a l'optimitzar recursos, ja que permeten assignar de forma adient els centres als usuaris. Utilitzats en serveis sanitaris, permeten realitzar estudis epidemiològics relacionant incidència de malalties amb entorn vital.

- **Gestió de recursos geològicominers:** faciliten el tractament d'un gran volum d'informació generat després de varis anys d'explotació intensiva, proporcionant funcions per a la realització d'anàlisi d'elements puntuals (sondejos o punts topogràfics), lineals (perfils, estesa d'electricitat), superfícies (àrees d'explotació) i volums (capes geològiques). Proporcionen a més eines de modelització de les capes o formacions geològiques.

- **Gestió del tràfic:** s'utilitza per a modelitzar el comportament del tràfic establint models de circulació per a una via en funció de les condicions de trànsit i llargada. Assignant un cost als nodes (o punts) als quals existeix un semàfor, es pot obtenir una informació molt útil:

Deduir el camí més curt en distància o en temps entre dos punts. Si la informació s'actualitza amb la freqüència adient, pot ser una eina molt eficaç a l'hora de recomanar itineraris.

Simular l'efecte que pot tenir un canvi en les condicions normals (talls per obra, manifestacions, etc.).

- **Demografia:** s'hi inclouen aquí un conjunt heterogeni d'aplicacions el nexe de les quals és la utilització de les característiques demogràfiques, i en concret la seva distribució a l'espai, per a la presa de decisions. El repertori d'aplicacions abasta el marketing, la selecció d'ubicacions per a la implantació de negocis o serveis públics, la zonificació electoral, etc.

  L'origen de les dades acostuma a ser els registres estadístics confeccionats per algun organisme (l'INE o l'equivalent a nivell autonòmic. Aquest grup d'aplicacions no requereix d'una precisió elevada, i en general, tracten escales petites.

  - SIG a l'INE: aquest projecte fa referència a les funcionalitats que el SIG proporciona a l'*Instituto Nacional de Estadística* (INE). Desenvolupat per la *Unitat de Cartografia Digital*, utilitza informació geogràfica digitalitzada produïda per altres Organismes de l'Administració a la qual s'hi afegeix la informació geogràfica específicament estadística: les seccions censals, permetent la seva connexió amb la informació alfanumèrica de les bases de dades estadístiques.

  - El Sistema d'Informació Geogràfica Cadastral (SIGCA): el Centre Directiu de la *Secretaria de Estado de Hacienda del Ministerio de Economía y Hacienda* (CGCCT) va organitzar un sistema de gestió i difusió de les dades cadastrals, que a més de facilitar el manteniment de l'inventari referenciat espacialment de béns immobles i la seva valoració, permet desenvolupar una gestió integrada que facilita la gestió tributària i la presa de decisions de les diferents Administracions Públiques, basades en l'anàlisi i elaboració de la informació recollida a l'Inventari Cadastral.

- **Geomarketing:** la base de dades unida a la informació geogràfica resulta indispensable per a planificar una campanya de marketing adient o la tramesa de correu promocional. Addicionalment, es podrien dissenyar rutes òptimes a seguir pels comercials.

- **Banca:** els bancs i caixes són uns bons usuaris de SIG, ja que necessiten ubicar els seus clients i planificar tant les seves campanyes com la obertura de noves oficines, incloent informació sobre les sucursals de la competència.

1.3. DESCRIPCIÓ D'APLICACIONS PRÀCTIQUES.

1.3.1. Digitalització de cartografia i incorporació a un SIG d'un Pla General d'Ordenació Urbana (PGOU)

1.3.1.1.Descripció

Els Plans Generals d'Ordenació Urbana de molts municipis, sigui perquè són relativament antics i no es disposava de suficient tecnologia tant avançada com ara (fa més de 10 anys), sigui perquè en aquell moment no hi havia tanta necessitat de compartir la informació (via web, per exemple), o perquè va mancar el plantejament d'algú (desconeixement de la matèria); encara es troben en la majoria de casos en format paper, amb plànols a diferents escales (de vegades amb aspectes aparentment contradictoris) i normativa que únicament es pot consultar en persona a les dependències (o bé si es disposa d'un exemplar).

Es tracta d'explicar, amb no massa extensió, el procés a seguir de digitalització de cartografia, les decisions de disseny més rellevants, i arribar finalment a obtenir un sistema que permeti la consulta de les dades a través d'Internet via web. De fet aquest últim punt resulta intranscendent però és interessant disposar d'aquesta documentació en format digital ja que la cartografia tradicional comporta molts desavantatges:

- Composició de plànols manualment amb molta dedicació (en temps).
- Al tractar-se d'un procés manual i treballar directament a escala s'hi introdueixen necessàriament errors.
- És complex modificar un plànol.
- Els plànols estan representats a una escala i per tenir una representació a una escala diferent s'ha de tornar a dibuixar.
- Etc.

La cartografia digital incorpora molts avantatges:

- Les dades únicament s'introduiran un cop (encara que aquest inicialment sigui llarg), i es poden utilitzar molts cops i per diverses representacions.
- Modificar un plànol és senzill, ràpid, eficient i permet tenir la cartografia actualitzada.
- Es dibuixa a escala real (errors mínims) i és en el moment d'imprimir o de representar-los quan s'escala.
- Es poden consultar molts cops sense haver de tenir-los en paper i es facilita l'accés amb nous canals com ara internet.
- Cada arxiu gràfic es pot organitzar per nivells o capes, amb dades homogènies distribuïdes a cada capa (segons interessi), la qual cosa permet veure només aquell nivell que en aquell moment és d'utilitat.

Disposar de la informació digitalitzada i al SIG ofereix avantatges directes com ara no haver de consultar a diversos llocs la informació, redactar informes tipus (de qualificació, per exemple) directament, càlcul de superfícies precís, etc., la qual cosa permet oferir al ciutadà informació amb més rapidesa i de més qualitat.

1.3.1.2.Planificació

La planificació de la implementació es divideix en diferents fases com ara:

- Digitalització de dades gràfiques (vectorial i *raster* en funció dels usos que posteriorment es vulgui donar –explicat al punt 1.2.3.2.1-).
  La digitalització de la cartografia es pot dur a terme amb taula digitalitzadora i/o escàner, no obstant això, i atès que una cartografia de PGOU ha de ser el més precisa possible és aconsellable implementar-la manualment ajustant cada línia del planejament amb la base cartogràfica que haurem prèviament validat com a bona (cadastre, etc.). Aquest mode de treball és molt més lent però garanteix la qualitat de la informació pràcticament al 100%.
- Digitalització de dades alfanumèriques.
  Es pot dur a terme en format PDF generat a partir de l'escanejat de la informació disponible en paper, etc. En qualsevol cas és interessant haver previst un procés d'indexat amb la finalitat de facilitar les cerques d'informació. Per evitar la seva manipulació el document PDF es pot protegir amb una clau.
- Càrrega de dades al SIG.
  Entrada de dades alfanumèriques a la base de dades (del propi SIG) o del SGBD usat, i enllaç d'aquestes dades amb les corresponents referències gràfiques.
- Transformació de dades per publicar a internet.
- Disseny i implementació de les pàgines web.

1.3.1.3.Components

- Eina de CAD compatible amb el SIG.
- Eines de tractament de text i exportació a PDF.
- Sistema d'Informació Geogràfica (per exemple *GeoMedia*) instal·lat en servidor.
- Servidor de SIG.
- Llenguatge de desenvolupament (compatible amb el SIG).
- SGBD extern (ja que facilitarà el treball amb dades que seran utilitzades també per altres aplicacions).
- Informació gràfica totalment digitalitzada (un únic plànol) organitzada per nivells o capes (no dividit en sectors) ja que es facilita posteriorment el càlcul que impliqui elements que d'altra manera quedarien dividits en plànols consecutius. Les capes poden ser per exemple:
  - Relleu (corbes de nivell, cotes, etc.)
  - Hidrografia.
  - Vegetació (boscos, jardins, cultius, etc.)
  - Divisions administratives (del PGOU).
  - Vies de comunicació (Camins, vials, ferrocarrils, etc.)
  - Llindars (Murs, tanques, etc.)
  - Urbanisme (Línies d'urbanisme)
  - Mobiliari urbà (si és excessiu es poden preveure capes per tipus de mobiliari).
  - Infrastructures (una capa per cadascuna –aigua, gas, clavegueram, enllumenat públic, etc.-)
  - Cadastre (Línies i informació cadastral) .

    - Planejament (línies de planejament –PGOU digital pròpiament dit-).

- Dades alfanumèriques del PGOU digitalitzades.
- Mòdul per servir informació a internet.
- Tècnic en urbanisme (arquitecte): principalment per supervisar el procés de digitalització de les línies del planejament.
- Tècnic en SIG: supervisió tècnica del projecte i coordinació d'equips per:
    - Digitalització.
    - Ús d'eines SIG.
    - Disseny de pàgines web.
- Delineant amb coneixements de CAD (el que s'utilitzi).
- Topògraf per adquisició de certa informació de camp.
- Tècnic informàtic per disseny de pàgines web (en ASP).

1.3.1.4.Dades a recollir

Informació gràfica i alfanumèrica:

- La informació gràfica normalment es troba a diferents escales i cada escala pot representar diferents zones.
- La informació gràfica s'acostuma a trobar en sèries de plànols segons la temàtica (cada tema per un plànol diferent) de cada zona.
- Informació de camp (tant gràfica com alfanumèrica):
    - Relleu (corbes de nivell, cotes, etc.).
    - Hidrografia.
    - Vegetació (boscos, jardins, cultius, etc.).
    - Divisions administratives (del PGOU).
    - Vies de comunicació (Camins, vials, ferrocarrils, etc.).
    - Llindars (Murs, tanques, etc.).
    - Urbanisme (Línies d'urbanisme).
    - Mobiliari urbà.
    - Infrastructures (una capa per cadascuna –aigua, gas, clavegueram, enllumenat públic, etc.-).
    - Cadastre (Línies i informació cadastral) .
    - Planejament (línies de planejament –PGOU digital pròpiament dit-).

- El gruix de la informació alfanumèrica hauria de ser aportat per organismes (cadastre, etc.) i empreses (gas, distribució elèctrica, telefònica, clavegueram, etc.); aquestes últimes en ocasions també poden facilitar informació ja en format SIG (en funció molts cops de convenis a dues bandes).

1.3.1.5.Aplicació resultant

L'aplicació resultant és una cartografia totalment digitalitzada i una normativa urbanística a disposició de la totalitat dels personal de l'Administració als quals es doni accés.

Pel que fa al Planejament es permetran consultes tant gràfiques com alfanumèriques, es podrà generar un informe urbanístic únicament seleccionant la parcel·la, serà possible fer cerques sobre incongruències (línies de façana a menys de X metres de parcel·les veïnes), etc.

Els usuaris veuran una millora atès que podran consultar via web tota aquella informació que es cregui convenient que ha de ser pública.

La digitalització de la cartografia al SIG, permetrà una gestió més eficient del municipi i facilitarà la presa de decisions i fins i tot pot ser un bon punt de partida per la redacció de normatives que limitin en certa manera una densitat massa elevada de determinades activitats (determinades activitats s'han d'allunyar més de Xm. de les similars, per exemple).

Si les dades es complementen amb el padró d'habitants pot ser una eina que permeti generar amb relativa facilitat les seccions censals, notificacions a determinades àrees (per exemple un carrer determinat per obres, o uns edificis a menys determinada distància d'una activitat).

Si es carreguen dades cadastrals, d'activitats econòmiques, etc., es poden obtenir amb força facilitat discrepàncies existents, estats de les activitats, etc.

Pel que fa a les infrastructures i serveis, es poden obtenir per anàlisi de xarxes rutes òptimes de neteja, manteniment viari, d'enllumenat públic, etc. És possible inventariar absolutament tot el mobiliari urbà, arbres, etc.

En definitiva, s'obre una via de treball que a la llarga permetrà canviar el mode de treballar de la corporació de forma que cada usuari accedeixi a aquelles dades que li són útils per a la seva tasca, tenint-les centralitzades i permetent alhora gestionar els serveis amb més eficiència.

1.3.2. SIG per a la gestió de recollida de Residus Sòlids Urbans

1.3.2.1.Descripció

Es tracta d'obtenir una aplicació SIG que pugui ser utilitzada com a recolzament a la gestió d'inventaris i tasques de manteniment en l'àmbit de la recollida de Residus Sòlids Urbans (RSU).

Utilitzant cartografia vectorial amb una base de dades amb les estadístiques de pes recollit a cada contenidor, es podrà establir (un cop es tinguin dades suficients) una ruta òptima en funció del nivell d'ús dels contenidors, i fins i tot l'aplicació podrà suggerir noves ubicacions per tal d'optimitzar el servei.

1.3.2.2.Planificació

La planificació de la implementació es divideix en diferents fases com ara:

- Digitalització de dades gràfiques (vectorial) amb la definició clara dels eixos dels carrers, interseccions, ubicacions de contenidors i generadors de residus més importants.
- Digitalització de dades alfanumèriques: associar cada línia de carrer al seu nom, la ubicació dels contenidors al número de policia i fins i tot el seu ús.

- Càrrega de dades al SIG: entrada de dades alfanumèriques a la base de dades (del propi SIG) o del SGBD usat, i enllaç d'aquestes dades amb les corresponents referències gràfiques.

1.3.2.3.Components

- Eines gràfiques (qualsevol eina de CAD que sigui compatible amb el SIG).
- Eines textuals (tractament de text i PDF).
- SGBD.
- Llenguatge de desenvolupament (compatible amb el SIG)
- Bona cartografia digitalitzada (en aquest cas vectorial).
- Taula amb noms de vials.
- Taules amb noms de barris, polígons industrials, etc.
- Traçat els eixos de vials.
- Calcular les interseccions de tots ells entre si.
- Associació de cada eix vial amb el codi del vial corresponent.
- Tècnic en SIG: supervisió tècnica del projecte i coordinació d'equips per:
    - Digitalització.
    - Ús d'eines SIG.
- Delineant amb coneixements de CAD (el que s'utilitzi).

1.3.2.4.Dades a recollir

- Bona cartografia digitalitzada.
- Taula amb noms de vials.
- Taules amb noms de barris, polígons industrials, etc.
- Atributs associats:
    - Amplada de tram.
    - Espais reservats per aparcament de vehicles.
    - Sentit de circulació.
    - Nombre de carrils.
    - Tipus de paviment.
    - Amplada de voreres, etc.

1.3.2.5.Aplicació resultant

<u>L'aplicació resultant permetrà, entre altres coses:</u>

- Conèixer el nom d'un vial, seleccionant el tram corresponent.
- Marcar en pantalla un vial complet, seleccionant-lo a la taula de noms de vials
- Conèixer llargades de trams i totals de vials.
- Permetre efectuar tasques de modificació de la cartografia (voreres, rotondes, zones verdes, etc.)
- Marcatge de punts singulars que puguin afectar la gestió del servei (amb clara ubicació al plànol per part de l'usuari).

<u>Càlcul d'itineraris de recollida i neteja</u>

- L'itinerari ha de ser una successió contínua de trams (on el final d'un tram coincideixi amb l'inici del següent).
- Als trams assignats a un itinerari de recollida es poden dur a terme les següents accions: recollida, abast i desplaçament.

- Recollida: el vehicle utilitzat transcorre pel tram fent l'activitat de recollida de RSU.
- Abast: algun operari s'apropa al punt de recollida, però el vehicle no passa pel tram.
- Desplaçament: el vehicle transcorre pel tram però no es produeix recollida.

Modificació d'itineraris
Es poden esborrar trams dels extrems (no es pot deixar sense continuïtat un recorregut).

Les opcions bàsiques de consulta són:
- Visualitzar un o varis itineraris.
- Consultar els itineraris que passen per determinada zona (total o parcialment).
- Consultar els itineraris que passen per un tram concret.
- Consultar textualment les característiques d'un itinerari.
- Obtenir les fulles de ruta.

Contenidors
Las operacions aplicables als contenidors són:
- Mantenir l'inventari.
- Controlar les incidències de l'estat de contenidors.
- Comunicacions amb usuaris.

Manteniment de l'inventari
Per cada nombre de policia de cada tram, es poden controlar els contenidors assignats i la seva dedicació. La fitxa estàndard de l'inventari és:
- Nom del vial.
- Tram.
- Número de policia.
- Dedicació: comunitat de propietaris, local comercial, empresa, associació, etc.
- Nombre i tipus de contenidors.

Els contenidors es poden dotar de xip identificador per poder assignar automàticament el pes dels residus de cada local i personalitzar la facturació.

Control d'incidències
Mantenir en bon estat els contenidors implica conèixer les incidències del seu ús:
- Trencament d'eixos.
- Trencament de tapa.
- Cremat.
- Desapareguts.

Les incidències es poden recollir per diferents vies:
- Directament dels veïns.
- Per l'Ajuntament.
- Per avisos del servei de recollida, neteja, manteniment, rentat de contenidors, etc.
- Per avisos del servei de neteja.
- Per avisos del servei de manteniment.

- Per avisos del servei de rentat de contenidors.

Informes bàsics d'incidències:
- Incidències hagudes durant un període de temps determinat.
- Incidències hagudes d'un tipus i en un període determinats.
- Conèixer les incidències pendents de tancament.
- etc.

Comunicacions amb usuaris
La base de dades d'inventari permet conèixer les adreces dels usuaris que tenen assignat algun contenidor. D'aquesta forma se'ls pot mantenir informats de diverses actuacions especials:
- Canvi de normatives.
- Resposta a incidències.
- Serveis especials.
- Advertiments per mal ús dels contenidors.

1.3.3. Implementació d'un SIG per a la caracterització i anàlisi espacial de fonts contaminants zones marítimes.

1.3.3.1.Descripció

L'estat ambiental de determinats llocs, malgrat que cada cop hi ha més consciència mediambiental, és una preocupació per a les institucions i per a molts ciutadans. Entre les diverses causes es troben les fonts contaminants, i per aquestes es pot pensar en implementar un SIG que possibiliti la seva caracterització i anàlisi espacial.

El SIG permetrà obtenir mapes temàtics dels indicadors que possibilitin la realització d'anàlisis espacials de la regió objecte de control.

La creixent aportació de residus sòlids i aigües residuals (urbanes i industrials), a moltes zones costaneres del planeta (principalment en països subdesenvolupats), producte del creixement de la producció de béns i serveis, constitueix una amenaça que desperta l'atenció mundial. És de vital importància per a la humanitat la comprensió dels processos i fenòmens presents a àrees marines i costaneres, ja que són àrees que presenten una elevada fragilitat davant qualsevol impacte produït sobre aquestes, la qual cosa repercutirà sobre els components biòtics i l'activitat antropogènica.

Cal tenir en compte que a molts llocs es donen abocaments d'aigües residuals urbanes i industrials, deixalles portuàries, etc., sense cap mena de control. La conscienciació pública és baixa, amb tractaments obsolets o inexistents d'aigües a les indústries i sistemes de clavegueram, polítiques ambientals no integrades, controls ambientals molt baixos i pressupostos molt limitats per a la implantació de solucions.

Normalment es processos de contaminació i degradació ambientals estan associats a un llarg procés acumulatiu (durant molts anys), que ha estat associat

al desenvolupament de l'assentament de poblacions i que s'agreuja amb l'increment demogràfic i l'activitat industrial.

Per aconseguir reduir la contaminació cal incidir en el control de les presumptes fonts contaminats que aboquen els residus a les costes sigui de forma directa o indirecta (a través de corrents fluvials o drenatges pluvials, etc.); és aquí on pren importància l'ús d'un SIG que pugui donar informació espacial i permeti obtenir diferents mapes temàtics producte de la anàlisi que el SIG realitza amb aquesta informació.

1.3.3.2.Planificació

- El SIG permetrà obtenir la caracterització espacial de les fonts presumptament contaminants de la zona d'estudi.
- Serà necessari determinar els indicadors i paràmetres que inclourà la base de dades a implementar al SIG (aquests indicadors i paràmetres són els que diran en quina situació s'està).

Caldrà prèviament efectuar les següents tasques:
- Anàlisi estadístiques dels comportaments dels indicadors hidroquímics.
- Digitalització de plànol topogràfic a escala adient que representi correctament la zona d'estudi.
- Ubicació espacial de les fonts presumptament contaminants.
- Creació de la base de dades referent a la caracterització de les fonts.
- Sortida i representació gràfica de la informació.

Esquema de punts a dur a terme:
- Recollida de dades de l'estat actual (per fonts directes i indirectes)
- Implementació de les dades al SIG.
- Preparació de la base cartogràfica analògica.
- Creació de la base cartogràfica digital i de les dades geogràfiques.
- Vinculació d'elements espacials amb atributs
- Generació de nova informació i sortida cartogràfica.

1.3.3.3.Components

- Eina de CAD compatible amb el SIG.
- Eines de tractament de text i exportació a PDF.
- SIG per entrada, recuperació i actualització no espacial, així com per a la confecció i anàlisi de diferents mapes temàtics.
- Llenguatge de desenvolupament (compatible amb el SIG).
- Sistema Gestor de Bases de Dades.
- Base cartogràfica digital (*raster* i vectorial per l'aplicació que ens ocupa ja que caldran mapes temàtics, divisions administratives, etc.) de les dades geogràfiques.
- Elements espacials.
- Atributs.
- Tècnic en SIG: supervisió tècnica del projecte i coordinació d'equips per:
    - Digitalització.

  - Ús d'eines SIG.
  - Disseny de pàgines web.
- Delineant amb coneixements de CAD (el que s'utilitzi).
- Biòleg, geòleg, etc.

1.3.3.4.Dades a recollir

- Recopilació de la informació continguda a inventaris i controls realitzats anteriorment a les fonts presumptament contaminants (històric de dades).
- Recerca i recopilació d'informació referent al tema (contaminació d'aqüífers, etc.).
- Nivells dels indicadors i paràmetres que permeten caracteritzar l'estudi (normalment en format analògic fruït de mesures de control rutinàries).

Per cada font caldrà comptar amb les següents dades:
- Identificador amb el número de representació cartogràfica en model digital (recull l'ordre en que van ser cartografiades les fonts sobre el format digital).
- Nom de la font.
- Empresa o Organisme a la qual pertany.
- Municipi on està ubicada.
- Disponibilitat de llicències ambientals. (SI/NO).
- Caracterització de les aigües residuals (SI/NO).
- Entre els seus residus o elements contaminants hi ha hidrocarburs (SI/NO).
- Expulsió de gasos o partícules a l'atmosfera (SI/NO).
- Utilització de matèries primes perilloses al procés productiu (SI/NO).
- Presència de sistema de tractament del abocaments (SI/NO).
- Disponibilitat de recursos financers per a la solució de problemes ambientals (SI/NO).
- Implementació de sistema d'educació ambiental dels treballadors (SI/NO).
- Destinació final dels residus generats.
- Existència de plans de mesura per tal de minimitzar o eliminar els danys ecològics al medi (SI/NO).
- Canvis a la línia tecnològica, amb disminució d'aportació de càrregues contaminants al sistema (SI/NO).
- Altres que es considerin d'utilitat.

Els indicadors han de permetre la simulació del nivell d'incidència de cada font sobre l'ecosistema.

1.3.3.5.Aplicació resultant

- SIG que permet tractar, processar i actualitzar la informació relativa a les fonts contaminants de la zona d'estudi, així com l'obtenció de diferents mapes temàtics que ens donin la seva distribució.
- En primer lloc es té una caracterització en el moment que comença l'estudi del lloc objecte de la tasca, segons els indicadors triats (oxigen dissolt en aigua, fòsfor total, nitrogen amoniacal, demanda biològica d'oxigen, etc.)
- Seguidament, amb l'aplicació resultant es poden analitzar les dades introduïdes a la base de dades i representar mapes temàtics en funció de la reducció

d'abocaments (o control d'aquests) per les indústries censades (sempre sota el punt de vista dels indicadors triats).

- Els indicadors són analitzats en relació als altres de tal manera que permetrà investigar quantes fonts hi ha per un indicador determinat i com es comporten aquestes des del punt de vista mediambiental.
- SIG capaç de caracteritzar les fonts segons el comportament dels indicadors establerts.
- Es podran analitzar espacialment i temàtica aspectes relacionats amb l'estudi de fonts contaminants.
- S'obtindran ràpidament visualitzacions en mapes temàtics d'afectacions directes per qualsevol incident (abocament).

1.4. APLICACIÓ SIG. PUNT D'INFORMACIÓ TURÍSTICA

1.4.1. Descripció de l'aplicació

L'aplicació controla (en part) un Punt d'Informació Turística del municipi de Pineda de Mar. Estan dibuixats els elements principals (monuments, museus, punts d'interès, etc.), s'han recollit les seves dades i es permet accedir gràficament a elles; l'aplicació també permet realitzar diferents consultes.

1.4.2. Objectius

L'objectiu final és poder desenvolupar una eina, basada en la tecnologia SIG, que permeti a l'Administració gestionar completament les activitats, espais, elements, etc. i al visitant consultar tota aquella informació que s'hagi decidit que ha d'estar disponible pel fet que tingui un interès especial.

Amb aquesta aplicació es pretén d'una banda que el visitant, assenyalant un dels espais d'interès que existeixen al municipi, pugui veure tant les activitats que s'hi realitzen com altres elements característics (en funció del tipus d'espai de què es tracti: oci, cultural, etc.) i de l'altra banda que el gestor d'aquests espais i/o activitats pugui disposar d'una eina senzilla i intuïtiva per tal de treure el màxim rendiment dels recursos disponibles.

1.4.3. Planificació

La planificació de la implementació es divideix en diferents fases com ara:

- Recopilació de dades gràfiques (vectorial i *raster* en funció dels usos que posteriorment es vulgui donar).
  És d'esperar que no calgui digitalitzar cap tipus de cartografia atès que s'ha previst poder treballar directament amb la informació vectorial proporcionada en format *.dwg*. Possiblement caldrà recórrer a les eines de vectorització de dades mostrades en pantalla a partir de les eines que proporciona *GeoMedia* (*Smart Snap*) atès que pot interessar redefinir certes entitats definides amb un tipus de geometria a *AutoCAD*, en altre tipus d'entitats (de línies tancades a àrees, per exemple.). La importació de la cartografia a partir de la definició d'un magatzem CAD garanteix la qualitat de la informació pràcticament al 100%.
  Les dades *raster* seran georeferenciades ja que s'utilitzaran com a base (fotografies aèries del municipi).

- Digitalització de dades alfanumèriques.
  En aquest cas les dades alfanumèriques es preveu que bàsicament siguin en format .txt.
- Definició del model entitat/interrelació (ER) de l'aplicació resultant, definició i creació de les taules necessàries a *Oracle*.
- Càrrega de dades al SIG.
  Entrada de dades gràfiques a la base de dades d'*Oracle*, i càrrega de les dades alfanumèriques corresponents a cada referència gràfica.
- Definició de consultes.

Definició de les consultes que es creguin necessàries per a l'ús que haurà de tenir l'aplicació.

1.4.4. Components

- *AutoCAD 2004*, per analitzar i concretar aquelles entitats a importar al SIG.
- Eines de tractament de text (*Microsoft Word* o *wordpad*)
- Sistema d'Informació Geogràfica (*GeoMedia Professional 5.2*).
- SGBD (Sistema Gestor de Bases de Dades) extern *Oracle 9i* (en previsió de facilitar el treball amb dades que seran utilitzades també per altres aplicacions).
- Informació gràfica totalment digitalitzada (un únic plànol) organitzada per nivells o capes (no dividit en sectors) ja que es facilita posteriorment el càlcul que impliqui elements que d'altra manera quedarien dividits en plànols consecutius. La definició de capes i elements compleix amb el Plec d'Especificacions Tècniques per a l'elaboració de cartografia topogràfica 3D 1:1000 i 1:2000, versió 2.1, de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.
- Tècnic en SIG: supervisió tècnica del projecte i coordinació d'equips per:
    - Digitalització.
    - Ús d'eines SIG.
- Delineant/tècnic amb coneixements d'*AutoCAD*.

1.4.5. Dades a recollir

1.4.5.1.Dades gràfiques

Bàsicament, les entitats amb les que treballo han estat importades al magatzem d'*Oracle* a partir de cartografia en format *.dwg* –vectorial- (construïda segons el Plec d'Especificacions Tècniques per a l'elaboració de cartografia topogràfica 3D 1:1000 i 1:2000, versió 2.1, de l'Institut cartogràfic de Catalunya):

- Illes (d'habitatges i espais públics).
- Toponímies en general (noms de carrer, zones, etc.).
- Camins, etc.

He hagut de modificar les dades font per tal que estiguessin conformades per polilínies tancades (no ho estaven inicialment), de manera que posteriorment a *GeoMedia* els puc donar un tractament d'àrea (més apropiat a aquest tipus d'entitat) que no pas el de línia que per defecte m'identificava *GeoMedia*.

D'altra banda, per obtenir una imatge més amigable inicialment de l'aplicació, així com una orientació més precisa per part dels usuaris, he decidit utilitzar una base de fotografia aèria georeferenciada, proporcionada per l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), que utilitzo com a imatge *raster* de fons. Aquesta imatge està composada de quatre fotografies que conformen la totalitat del municipi, la font de dades les proporciona en format *.sid*, raó per la qual s'han transformat en format *.jpg* (i el de coordenades *.jpw*, *world*) amb les eines apropiades i retallades per alleugerir-les en pes.

1.4.5.2.Dades alfanumèriques

En aquest punt m'he nodrit de dues fonts:

- Calendari d'activitats de Pineda de Mar.
- Documentació descriptiva dels espais disponible al propi web de la corporació.

1.4.5.3.Relació entre dades (model ER)

Bàsicament per a definir l'estructura he partit que l'objectiu principal són els espais (diversos distribuïts pel municipi) i que en aquests es desenvolupen diferent tipus d'activitats. Les premisses de les quals he partit són les següents:

a. Cada espai [ESPAI] té un nom que l'identifica. De cadascun dels espais interessarà saber, a banda del nom, la ubicació (adreça o zona), les activitats/interessos que s'hi ofereixen i una descripció del lloc (de caràcter històric, cultural, lúdic, etc.).

b. Cal tenir en compte que a cada espai es poden oferir diverses activitats [ACTIVITAT] (tot i que també es pot donar el cas que no se n'ofereixi cap, sinó que únicament tingui interès de tipus històric). També pot passar que una mateixa activitat es pugui dur a terme a diversos espais. Cal tenir en compte, però, que tota activitat enregistrada a la base de dades ha de ser oferta com a mínim a un dels espais.

c. De les activitats interessarà conèixer la data inicial i final [TEMPS].

d. Per a totes les activitats, interessarà disposar de la possibilitat d'emmagatzemar el contacte de l'esdeveniment (empresa, persona de contacte, telèfon, adreça, etc.). Pot donar-se el cas que un mateix contacte (empresa) organitzi més d'una activitat i que algunes activitats estiguin organitzades per més d'una empresa [EMPRESA].

e. Tots i cadascun dels espais emmagatzemaran els tres espais veïns que tenen més a prop, per ordre de proximitat [PROXIMITAT].

f. Es podran definir rutes interessants (com a circuits recomanats). Cada ruta podrà contenir diversos espais i un espai podrà pertànyer a diverses rutes.

<u>Definició de taules i atributs:</u>
Òbviament als noms dels atributs s'hi han omès els accents.

ESPAIS (ID<u>_espais</u>, nom_espai, ubicacio, descripcio, tipus, link)
El concepte ESPAIS és ampli (per no complicar la base de dades), per tant he previst un atribut "tipus" que em permetrà discernir quina classe d'espai és:

1- Cultural.
2- Oci.
3- Allotjament.
4- Transports.

5- Administració.
6- Restauració.
7- Esports.
8- Sanitat.
9- Ensenyament.

{ID_espais} tipus TEXT. La identificació única de l'espai.
{nom_espai} tipus TEXT.
{ubicacio} tipus TEXT.
{descripcio} tipus MEMO.
{tipus} tipus INT. El tipus d'espai.
{link} tipus MEMO.

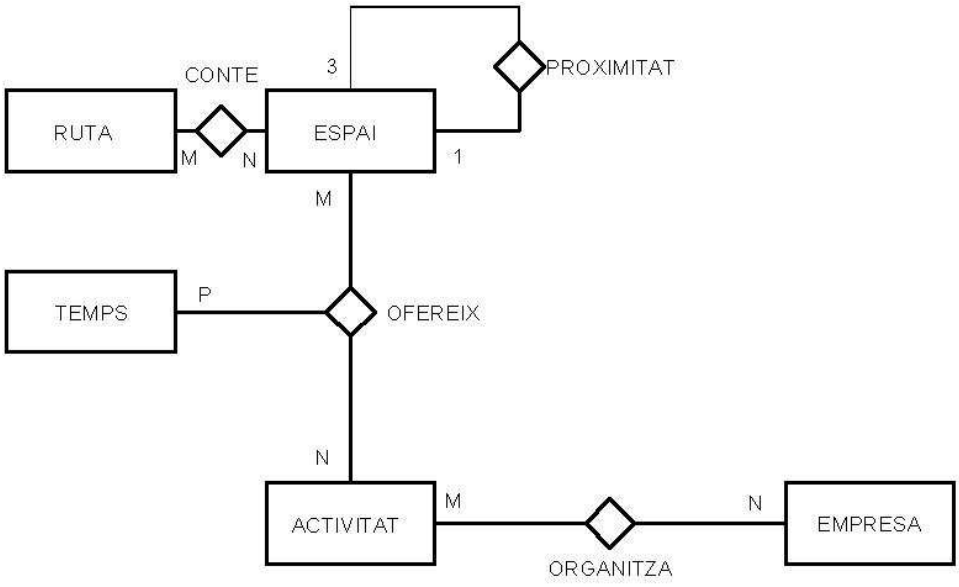
TEMPS (data_inici, data_final)
{data_inici} tipus DATE.
{data_final} tipus DATE.

RUTA (ID, nom_ruta)
{ID} tipus INT (autonumber). La identificació única de l'espai.
{nom_ruta} tipus TEXT.

ACTIVITAT (ID_activitat, nom_activitat, descripcio)
El concepte ACTIVITAT és ampli, es refereix a qualsevol esdeveniment que es vulgui enregistrar a la base de dades.
{ID_activitat} tipus TEXT. La identificació única de cada activitat.
{nom_activitat} tipus TEXT.
{descripcio} tipus MEMO.

EMPRESA (ID_empresa, nom_empresa, adreca, telefon, pers_contacte)
El concepte EMPRESA és ampli, es refereix a qualsevol organitzador (pot ser una persona, entitat veïnal, associació cultural, etc.)
{ID_empresa} tipus TEXT. La identificació única de cada empresa.
{nom_empresa} tipus TEXT.
{adreca tipus} TEXT.
{telefon tipus} TEXT.
{pers_contacte} tipus TEXT.

La figura següent mostra un diagrama ER que satisfà els requisits anteriors. Els atributs de les entitats no figuren al diagrama i es llisten a part:



Il·lustració 3: Punt d'informació turística. Diagrama ER.

El Model Relacional que es desprèn del diagrama és el següent (apareixen les taules derivades de les interrelacions PROXIMITAT, OFEREIX i ORGANITZA):

ESPAIS (ID_ESPAIS, NOM_ESPAI, UBICACIO, DESCRIPCIO, TIPUS, LINK, GEOMETRY)
{ID_ESPAIS} tipus VARCHAR2(5). Clau primària (PK) d'ESPAIS.
{NOM_ESPAI} tipus VARCHAR2(50) not NULL.
{UBICACIO} tipus VARCHAR2(50).
{DESCRIPCIO} tipus CLOB.
{TIPUS} tipus INT(2) not NULL.
{LINK} tipus CLOB.
{GEOMETRY} tipus SDO_GEOMETRY (atribut creat directament amb *GeoMedia*)

RUTA (ID, NOM_RUTA)
{ID} tipus INT (autonumber). PK de RUTA.
{nom_ruta} tipus VARCHAR2(50).
{GEOMETRY} tipus SDO_GEOMETRY (atribut creat directament amb *GeoMedia*)

CONTE (ID_ESPAIS, ID_RUTA)
{ID_ESPAIS, ID_RUTA} és PK de RUTA.
{ID_ESPAIS} tipus VARCHAR2(5). Clau forana (FK), referencia ESPAIS.
{ID_RUTA} tipus INT. FK, referencia RUTA [ID_RUTA].

PROXIMITAT(ID_ESPAIS, ID_ESPAIS_PROP)
{ID_ESPAIS, ID_ESPAIS_PROP} és PK de PROXIMITAT.
{ID_ESPAIS} tipus VARCHAR2(5). FK, referencia ESPAIS.
{ID_ESPAIS_PROP} tipus VARCHAR2(5). FK, referencia ESPAIS.

ACTIVITAT (ID_ACTIVITAT, NOM_ACTIVITAT, DESCRIPCIO)
{ID_ACTIVITAT} tipus VARCHAR2(3). PK d'ACTIVITAT.
{NOM_ACTIVITAT} tipus VARCHAR2(30) not NULL.
{DESCRIPCIO} tipus CLOB.

OFEREIX (ID_ESPAIS, ID_ACTIVITAT, DATA_INICI, DATA_FINAL, DESCRIPCIO)
{ID_ESPAIS, ID_ACTIVITAT, DATA_INICI, DATA_FINAL} és PK d'OFEREIX.
{ID_ESPAIS} tipus VARCHAR2(5). FK, referencia ESPAIS.
{ID_ACTIVITAT} tipus VARCHAR2(5). FK, referencia ACTIVITAT.
{DATA_INICI} tipus DATE.
{DATA_FINAL} tipus DATE.
{DESCRIPCIO} tipus CLOB.

EMPRESA (ID_EMPRESA, NOM_EMPRESA, ADRECA_EMPRESA, TELEFON_EMPRESA, PERS_CONTACTE)
{ID_EMPRESA} tipus VARCHAR2(10). PK d'EMPRESA.
{NOM_EMPRESA} tipus VARCHAR2(30) not NULL.
{ADRECA_EMPRESA} tipus VARCHAR2(50).
{TELEFON_EMPRESA} tipus VARCHAR2(15).
{PERS_CONTACTE} tipus VARCHAR2(30).

ORGANITZA (ID_ACTIVITAT, ID_EMPRESA, AMBIT_ORGANITZACIO)
{ID_ACTIVITAT, ID_EMPRESA} és PK d'ORGANITZA.
{ID_ACTIVITAT} tipus VARCHAR2(5). FK, referencia ACTIVITAT.
{ID_EMPRESA} tipus VARCHAR2(10). FK referencia EMPRESA.
{AMBIT_ORGANITZACIO} tipus VARCHAR2(50) not NULL.

1.4.6. Formes de representació

1.4.6.1.Informació gràfica:

Treballo amb dos tipus d'informació:

- *Raster*: format de les quatre fotografies georeferenciades *(.jpg –world-*) que conformen la totalitat de l'àrea del municipi.
- Vectorial: la resta de la informació gràfica, importada del dibuix font de format *.dwg* (*AutoCAD*). L'adquisició d'aquestes dades la he dut a terme seguint el següent procés:
  - Definició d'un arxiu de coordenades (UTM, Zona 31, *datum European 1978*) amb la utilitat "Definir archivo de coordenadas" que proporciona *GeoMedia*.
  - Definició d'un magatzem CAD amb la utilitat "Definir almacén de CAD" que proporciona *GeoMedia*. Ha calgut que li indiqués diversos paràmetres com ara el tipus de magatzem, sistema de coordenades (a partir de l'arxiu creat anteriorment), els diversos dibuixos font i cadascuna de les entitats a

importar. Per cada entitat a importar he definit el tipus de geometria (*point*, *linear*, *compound*, *text*, etc.) així com les propietats a partir de les quals selecciono els objectes font (*LayerName*, *ColorType*, etc. que es corresponen amb els valors que reben aquestes variables al dibuix original d'*AutoCAD*).

- Utilitzar l'eina "Sacar a clase de entidad" de *GeoMedia* per passar directament aquelles entitats que no necessito tractar prèviament al magatzem d'*Oracle* que he creat.

El servidor de dades del model d'objectes d'*Oracle* proporciona a *GeoMedia* les eines necessàries per accedir tant a les dades simples d'*Oracle* com al tipus de dades d'objectes espacials d'*Oracle*. S'aconsegueix així l'accés als magatzems *Oracle* que contenen dades basades en la ubicació en format SDO_GEOMETRY i dades alfanumèriques basades en atributs.

Per treballar en lectura/escriptura és necessari crear un esquema de metadades d'*Oracle*, l'usuari del qual amb el nom GDOSYS. Les taules de metadades a GDOSYS són les encarregades d'emmagatzemar la informació que utilitzen tots els esquemes als quals els cal accés de lectura/escriptura des de *GeoMedia*. Aquest esquema també és l'utilitzat per emmagatzemar la informació de sistema de coordenades per a totes les classes d'entitat.

Calen entrades de metadades per a totes les taules abans que *GeoMedia* pugui treballar amb elles (espacials, estàndard i vistes).

Tant la creació de l'esquema GDOSYS com les entrades de metadades per a les taules que no han estat creades amb *GeoMedia*, s'han dut a terme amb l'eina "Utilidades de bases de datos" que es proporciona amb *GeoMedia Professional 5.2*.

A la base de dades que ens ocupa, tant la informació gràfica com la alfanumèrica s'emmagatzemen a una base de dades *Oracle*. He utilitzat la creada per defecte amb la instal·lació d'*Oracle* (anomenada UOC). El procés seguit per la seva habilitació per treballar amb *GeoMedia* és el següent:

- Creació de l'usuari "GDOSYS" amb la "Herramienta de bases de datos" que proporciona *GeoMedia*.
- Inserció de les metadades corresponents (per treballar amb *GeoMedia*) amb la mateixa utilitat de bases de dades.
- Les taules que incorporen elements gràfics (les de fotografies i l'anomenada ESPAIS) les he creat directament amb *GeoMedia*, per la qual cosa ja tenen incorporades les metadades i índex necessaris; la resta de taules les he creat des de *SQL+* o bé des de *Oracle Enterprise Manager* i posteriorment (per poder utilitzar-les amb *GeoMedia*) els he hagut d'afegir les metadades necessàries amb l'eina que proporciona *GeoMedia* de bases de dades.

Les dades gràfiques emmagatzemades a la base de dades d'*Oracle*, procedents directament d'*AutoCAD* (filtrades amb els atributs apropiats) formen les següents taules (entre parèntesi el tipus de geometria): GDOSYS.AUTOPISTA (línia), GDOSYS.CAMINS (línia), GDOSYS.CARRETERES (línia), GDOSYS.CONREU

(línia), GDOSYS.ESPORTS (línia), GDOSYS.FERROCARRIL (línia), GDOSYS.ILLES (composta), GDOSYS.LIMIT (composta), GDOSYS.PLACES (composta), GDOSYS.PLATJA (línia), GDOSYS.RIERES (línia), GDOSYS.RUTA (línia) i GDOSYS.TEXT_CARRERS (text).

Les rutes les he plantejat com línies (que figurarien els camins) que passen pels espais que composen la ruta.

He definit un filtre espacial que coincideix amb el límit del terme municipal amb la intenció que el treball amb el *geoworkspace* sigui més ràpid ja que no necessito carregar les dades que queden fora el límit establert.

1.4.6.2.Informació alfanumèrica

La càrrega de dades alfanumèriques la he realitzat des de consola (*SQL+*), havent definit una arxiu *.sql* amb les instruccions INSERT i UPDATE necessàries.

Cas que es disposi oferir la informació via web, serà interessant que la taula ESPAIS disposi d'un atribut on es definirà una URL que apuntarà directament a la informació de cadascun dels espais que ja té disponible la corporació al seu lloc web.

1.4.7. Programari utilitzat

És el següent:

- *GeoMedia Professional 5.2* com a programa de Sistema d'Informació Geogràfica.
- *Oracle 9i* com a Sistema Gestor de Bases de Dades, per tal gestionar els magatzems de lectura/escriptura de les dades.
- *AutoCAD 2004*, bàsicament per estudiar la estructura de la cartografia proporcionada, amb la finalitat de poder definir amb la màxima concreció possible els valors de les entitats que importaré al SIG.

1.4.8. Aplicació resultant

1.4.8.1.Procés seguit

- Instal·lació i proves de programari de Sistema Gestor de Bases de Dades (*Oracle 9i*) i del *GeoMedia Professional 5.2*.
- Creació d'usuari GDOSYS amb l'eina de *GeoMedia* i incorporació de les metadades amb la mateixa eina.
- Estudi del plànol font d'*AutoCAD* i definició de la informació a importar (a partir dels atributs d'A*utoCAD* - *LayerName*, *LineType*, etc.-)
- Plantejament real de l'aplicació i definició del model entitat-interrelació (model ER).
- Descripció de taules i creació a la base de dades. A aquelles taules que no han estat creades amb *GeoMedia* se'ls ha d'afegir les metadades amb l'eina de *GeoMedia*.

- Creació d'arxiu de sistema de coordenades pel *workspace* - en aquest cas UTM zona 31 *datum European 1978*.
- Definició d'un arxiu de magatzem de CAD amb l'eina de *GeoMedia* (per tal d'importar correctament les dades d'*AutoCAD*).
- Creació amb *GeoMedia Professional 5.2* del *workspace* nou i de les connexions als dos magatzems de dades (el de CAD i el d'*Oracle*).
- Càrrega de les dades gràfiques a la base de dades d'*Oracle*. En cas que sigui interessant importar-les directament des d'*AutoCAD* la càrrega es fa des de la utilitat de *GeoMedia* "Sacar a clase de entidad"; si interessa fer alguna modificació (el cas de les rieres, per exemple) llavors es capturen les entitats directament des de la pantalla –representant en aquesta les dades del magatzem CAD- del *workspace* de *GeoMedia Professional 5.2* amb les eines de caçat que proporciona l'aplicació.
- Definició de les entitats des de *GeoMedia* i emmagatzemament de cadascuna d'elles al magatzem d'*Oracle* (taula ESPAIS).
- Càrrega de les dades alfanumèriques i gràfiques (pertanyent a les entitats).
- Creació de les consultes necessàries a la "Llegenda" de *GeoMedia Professional 5.2*.
- Arranjament de la presentació: escales, presentació de noms de carrers, etc.

1.4.8.2.Descripció de l'ús

Generalitats:

- El nom dels carrers apareix a partir de l'escala 1:5.000 o inferior, les etiquetes interactives a partir de 1:3.000 (no té sentit mostrar text a una escala 1:10.000 si la mida és constant al variar la escala ja que no el veurem).
- Diferents elements apareixeran segons la escala a la que ens movem, de forma que no carreguin excessivament el gràfic i sigui intel·ligible.

He definit diverses finestres de mapa, cadascuna amb una finalitat pròpia:

<u>Finestra RUTES</u>

Definició de rutes amb els monuments associats a cadascuna. Les rutes i els elements associats són distingibles pel seu color. A cada monument se li ha associat una etiqueta interactiva.

Per definir una ruta creo a la taula RUTA una entitat tipus línia que segueix el recorregut d'interès, aquesta línia té un identificador únic (ID) i un nom (que és optatiu).

La representació de la ruta es du a terme a la finestra del mapa mostrant una <u>consulta per atribut</u> de l'identificador de ruta que ens interessa, amb una línia puntejada i triant un color diferent per cadascuna.

La representació dels espais que pertanyen a una ruta es du a terme a la finestra del mapa mostrant la consulta final següent:

- En primer lloc obtinc una consulta (CONS_R) amb la relació interior de la taula CONTE i la taula ESPAIS, per l'atribut ID_ESPAIS. Obtinc una taula

amb tots els espais que pertanyen a alguna ruta, i els seus atributs corresponents.
- Consulta per atribut de CONS_R mostrant a la finestra de mapa tots els espais que tenen com a ID_RUTA el que ens interessi en aquell moment.

Els espais els represento amb un punt de mida 15pt. amb el mateix color triat per la ruta.

Zones Oci Properes

Per ús intern de la organització. He definit zones de protecció de 150m. de radi prop de llocs sensibles (escoles, zones sanitàries, etc.) de forma que s'intenti respectar per no programar algun tipus d'activitats molestes.

El camí seguit és el següent:
- Definir consulta conjunta (CONS_S) dels espais que considero sensibles (sanitaris i educatius), utilitzant l'atribut TIPUS de la taula ESPAIS (Tipus1 OR Tipus2).
- Definir i representar a la finestra de mapa les Zones d'Influència amb radi 150m sobre les entitats de CONS_S.

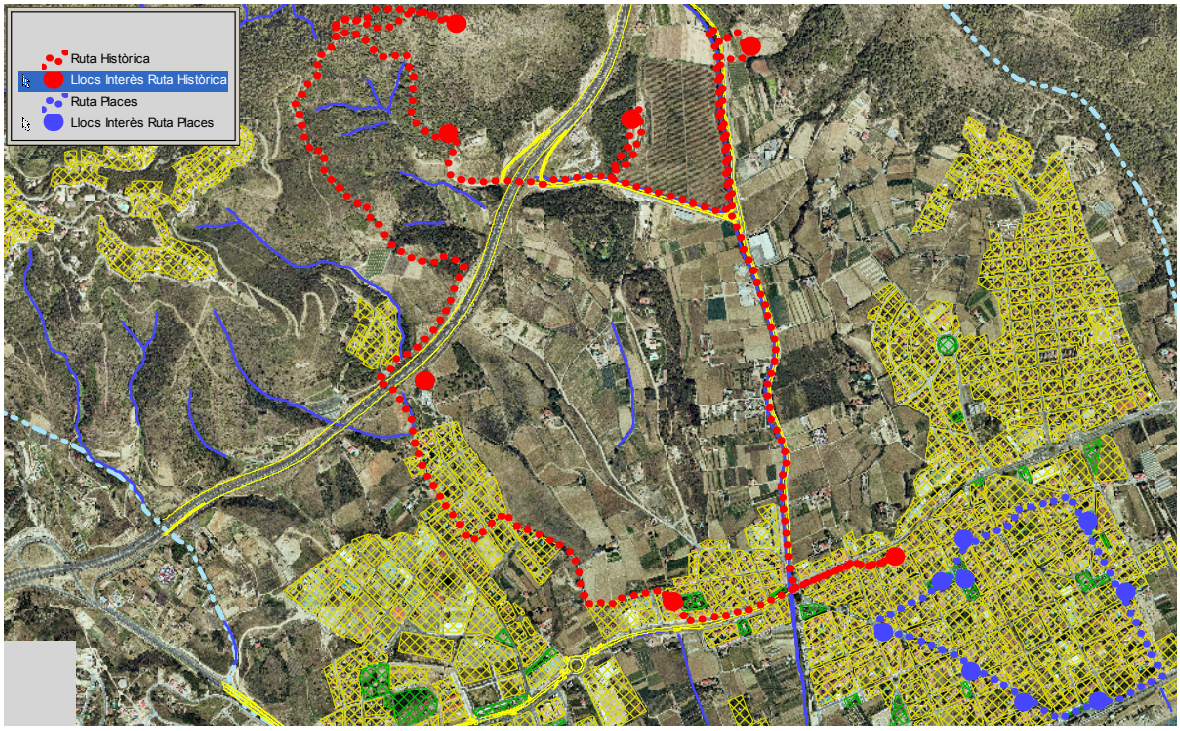
Serveis i Espais

Diversos serveis del municipi i espais d'interès. Dóna una idea de la diversitat que s'hi pot trobar.

El camí seguit és el següent:
- Definir una consulta per atribut (CONS_En) per cada tipus d'espai que vulgui representar, utilitzant l'atribut TIPUS de la taula ESPAIS.
- Representar a la finestra de mapa cadascuna d'aquestes consultes, triant un pictograma/color diferent per cada tipus d'espai.

1.4.8.3.Exemples

Rutes:



Il·lustració 4: Punt d'informació turística. Rutes E/1:14.000.

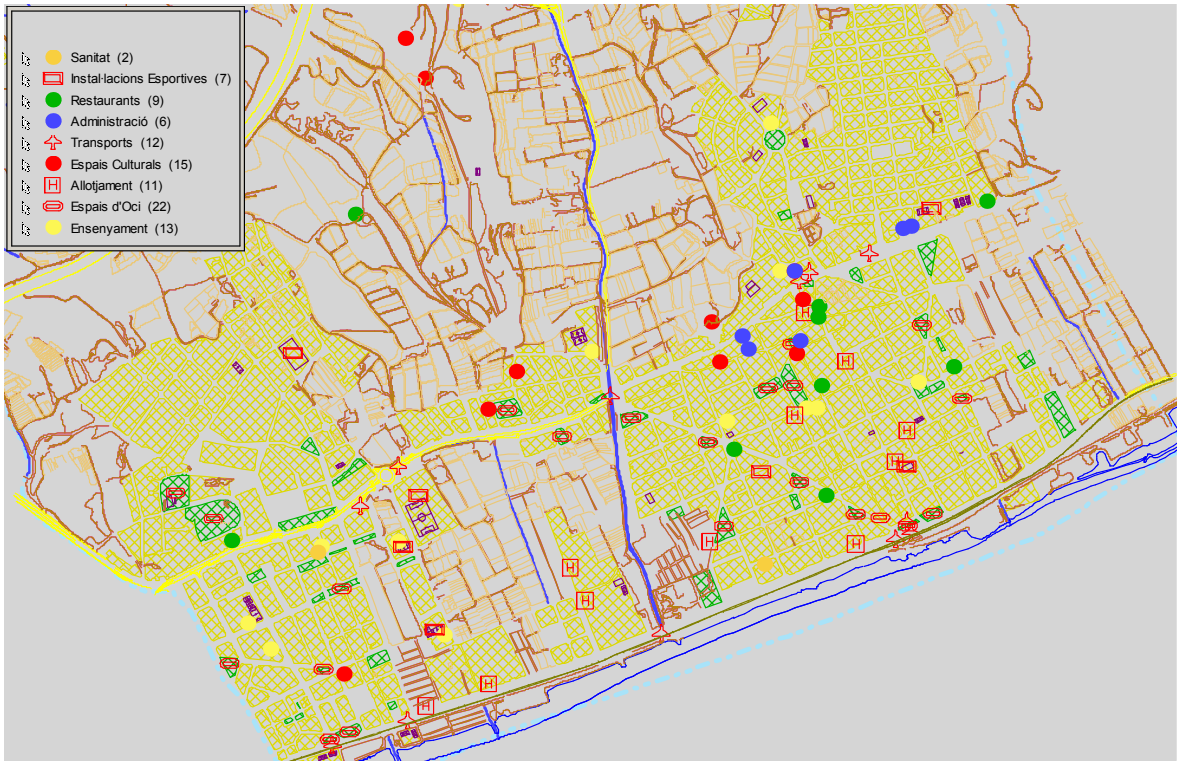
E/1:1.000

Il·lustració 5: Punt d'informació turística. Rutes E/1:1.000.

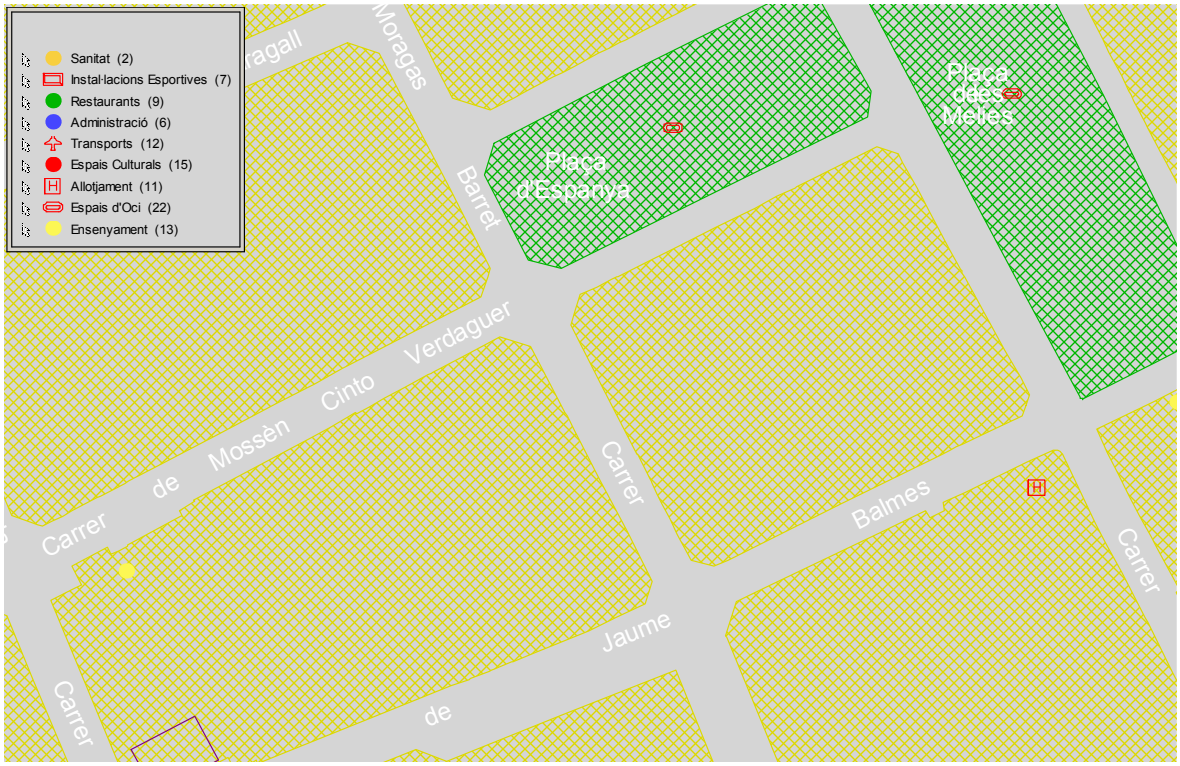
Zones oci properes:

Il·lustració 6: Punt d'informació turística. Zones oci properes E/1:1.750.

Serveis i espais:



Il·lustració 7: Punt d'informació turística. Serveis i espais E/1:13.350.



Il·lustració 8: Punt d'informació turística. Serveis i espais E/1:1.000.

1.5. CONCLUSIONS

Es pot comprovar amb la lectura del present document que el SIG uneix vàries disciplines de la informàtica en una tecnologia que permet representar gràficament diferents entitats geogràfiques prèviament emmagatzemades a una base de dades.

Òbviament a una base de dades s'hi poden emmagatzemar, a banda d'entitats amb referències geogràfiques, infinitat d'altres tipus de dades, algunes de les quals relacionades amb les entitats georeferenciades que es representen al SIG, i aquí és on realment radica la potència i funcionalitat d'un SIG: és possible tractar les dades i analitzar-les, podent representar gràficament atributs derivats dels emmagatzemats (densitats, mitjanes, etc.), representar mapes temàtics on es pot reflectir el comportament espacial i/o temporal d'una determinada variable (creixement de població, contaminació d'un vector mediambiental determinat, etc.).

Són de gran importància, com s'ha vist, les operacions gràfiques que es poden dur a terme amb un SIG, sempre relacionades amb les dades que hi ha emmagatzemades a la base de dades enllaçada. Es té la possibilitat, per exemple, de poder marcar zones d'influència prop d'una entitat geogràfica (per tipus o per una de concreta), zones pròximes, operacions gràfiques amb superfícies (unió, intersecció, diferència, etc.); els mapes obtinguts per qualsevol dels processos es poden superposar i tractar a gust de l'usuari, la qual cosa permet modelar la realitat o les previsions segons les necessitats del moment.

En definitiva, un SIG és una eina de la qual en l'actualitat difícilment poden prescindir algunes empreses (distribució de serveis –Gas Natural, AGBAR, Clabsa, Endesa, etc.) i administracions (cadastre, Generalitat de Catalunya –Departament de Medi Ambient -, ajuntaments, etc.), ja que resulta relativament barat d'implementar (degut bàsicament al vertiginós avenç dels equips informàtics) i que permet simplificar tasques rutinàries i tractar intuïtivament i amb facilitat grans quantitats d'informació que d'altra manera requeririen d'unes habilitats i coneixements més específics (gestors de bases de dades i SQL, per exemple), així com detectar aquells comportaments atípics d'algunes entitats que prèviament s'hagi decidit tenir controlades (mitjançant consultes o regles d'integritat que reflecteixin el seu resultat al mapa que s'hi relaciona).

Evidentment disposar d'un SIG, per les empreses i administracions que tractin amb dades geogràfiques, no serà mai el mateix com és avui dia disposar d'un tractament de textos o d'un full de càlcul, bàsicament per la complexa configuració i amplitud de components dels SIG, no obstant això cada cop serà més freqüent trobar-ne en empreses de serveis i entitats que tractin amb informació geogràfica, fins el punt que serà impensable en un futur no massa llunyà plantejar-se gestionar depèn quins serveis sense un Sistema d'Informació Geogràfica.

2.GLOSSARI

A

agregació · 17
anàlisi de dades · 7
anàlisi espacial · 3, 23, 27, 36
arcs · 19, 20
àrees · 7, 12, 17, 18, 20, 28, 33, 36, 40
associació · 17, 35, 43

B

banca · 3
base de dades · 8, 13, 14, 16, 21, 22, 29, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 46, 47, 48, 53
bases de dades · 3, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 25, 28, 29, 46, 53

C

cartografia · 8, 13, 14, 15, 21, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 40, 41, 47
categoria · 22
cobertura · 22
combinació · 21, 25

D

dades alfanumèriques · 3, 7, 16, 21, 25, 31, 33, 34, 40, 46, 47, 48
dades gràfiques · 3, 12, 16, 19, 25, 31, 33, 40, 46, 48
demografia · 3
digitalització · 13, 14, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 40

E

espacial · 8

G

geografia · 7, 14
Geographic Information System · 7
geoíndex · 23
georreferenciació · 18, 21, 24, 25
gestió de recursos · 3
gestió del tràfic · 3
gestió d'equipaments · 3
gestió d'infrastructures · 3
gestió mediambiental · 3
gestió territorial · 3
GIS · 7

I

índex geogràfics · 22
informació alfanumèrica · 21, 26, 27, 29, 32

L

línies · 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 25, 32, 40, 47

M

mapa · 16, 18, 22, 25, 48, 49, 53
mapes · 8, 13, 14, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 36, 37, 38, 39, 53
model ER · 42, 47
model *raster* · 17, 18, 19, 20, 21
model vectorial · 3, 19

N

nodes · 17, 20, 28

R

relacions espacials · 21
relacions topològiques · 17

S

SGBD · 15, 31, 34, 37, 40, 41
SIG · 3, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 47, 53, 57
Sistema d'Informació Geogràfica · 12, 16, 29, 47
Sistema Gestor de Bases de Dades · 3, 15, 37, 41, 47
Sistemes d'Informació Geogràfica · 3, 7, 12, 17
superposició · 14, 19, 21, 25

T

taules alfanumèriques · 3
TIGER · 13

V

vectorial · 12, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 31, 33, 34, 37, 40, 41

3.BIBLIOGRAFIA

Documents

BOSQUE SENDRA, J. (Segona edició corregida: 1997) "*Sistemas de Información Geográfica*". Madrid, Ed. Rialp.

ABBEY, M. , COREY, M i ABRAMSON, I. (Traduït de la primera edició en anglès) "*Oracle 9i. Guia de aprendizaje*". Madrid, Ed. Mc. Graw Hill – Osborne.

INTERGRAPH (*GeoMedia Professional 5.2*) "*Manual del Usuario de GeoMedia Professional*". Proporcionat amb el programari.

DIVERSOS AUTORS. Mòduls de les assignatures Bases de Dades I i Bases de Dades II (Universitat Oberta de Catalunya).

Internet

Associació catalana de SIG: http://www.aesig.org/

Es defineix com la guia de SIG: http://www.gis.com/

Proveïdor de SIG: http://www.intergraph.es/

Proveïdor de SIG: http://www.esri.com/

Visió general sobre SIG: http://www.giscampus.org/

Analista de Cantàbria en SIG: http://www.gabrielortiz.com/

Pagina de INCOM, SL: http://www.incom.cl/

"*Mapping Interactivo*", Revista internacional de Ciències de la Terra: http://www.mappinginteractivo.com/

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

Diputació de Barcelona (Cartografia i SIG local): http://www.diba.es/cartosig/introd.asp

TERMCAT, centre de terminologia i neoloteca: http://www.termcat.net/ http://www.termcat.net/neoloteca/

Institut d'Estudis Catalans, Diccionari descriptiu de la Llengua Catalana: http://dcc.iecat.net/ddlc/index.asp