Llicència

(Creative Commons)

Aquesta obra està subjecta a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 No adaptada de Creative Commons

Aquesta obra està subjecte a la llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 No adaptada de Creative Commons. Podeu copiar-lo, distribuir-lo i transmetre'ls públicament sempre que citeu l'autor i l'obra, no es faci un ús comercial i no es faci còpia derivada.

Si voleu veure una còpia d'aquesta llicència accediu a http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ o envieu una carta sol·licitant-la a Creative Commons, 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, EUA.

UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Enginyeria Tècnica en Telecomunicacions, esp. Telemàtica

APLICACIÓ DE MONITORITZACIÓ DEL POSICIONAMENT

Alumne/a: RAFAEL COLLADOS PIQUERAS

Dirigit per: RAMON CATALÀ POU

CURS 2011-12 (Febrer/Juny)

Resum

A aquest document es presenta un projecte final de carrera enfocat en el desenvolupament d'una aplicació dins de l'àrea dels Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), la qual està integrada dins del IDE (Integrated Development Environment) de Geomedia Professional 6.1.

En concret, el que es vol desenvolupar és, per una part, una aplicació de monitorització de posicionament de persones, que s'encarregarà de fer el seguiment de les mateixes i, mitjançant alertes, avisar a l'usuari de les possibles incidències que es produeixen. Per l'altra part, es disposarà d'una aplicació de simulació integrada al monitor per reproduir el moviment de les persones i poder posar a proba la primera.

Dins del document, en primer lloc es farà un introducció del projecte i la planificació que s'ha tingut en compte per a dur a bon terme el producte final obtingut. Seguidament, es desenvoluparà una part teòrica enfocada als SIG per donar a entendre al lector quin són els principals elements d'aquests sistemes i, a continuació, els fonaments de geodèsia i cartografia necessaris per a comprendre el funcionament de les eines emprades en el projecte.

També, s'ha disposat al document, els coneixements adquirits amb Geomedia i quines possibilitats ofereix per a realitzat aquest i qualsevol altre aplicació de l'àrea dels SIG. Finalment, es comenta quines han estat les passes pràctiques seguides per a poder aconseguir l'objectiu del projecte, realitzant un primer anàlisi de la problemàtica i els casos d'ús que es trobarà l'usuari, a més de quines han estat les decisions presses per a codificar i programar l'aplicació.

Es conclou el document proposant possibles millores de desenvolupament i l'experiència adquirida al llarg dels mesos de dedicació.

Índex

i. Resum 3

ii. Índex 4

1. Introducció al projecte 6

1.1. Justificació 6

1.2. Objectius 7

1.2.1. Objectius del TFC 7

1.2.2. Objectius del projecte SIG 7

1.3. Planificació 8

1.3.1. Fites 8

1.3.2. Planificació i temporització 9

2. Sistemes d'informació geogràfica 11

2.1. Sistemes SIG: components, funcions i funcionament 11

2.1.1. Definició 11

2.1.2. Història 12

2.1.3. Components d'un SIG 13

2.1.4. Tipus de dades geogràfiques 14

2.1.5. Funcions i importància dels SIG 16

2.2. Geodèsia i cartografia 17

2.2.1. Geodèsia 17

2.2.2. Cartografia 17

2.2.3. Sistemes de coordenades 18

2.2.4. Superfícies de referència terrestres 19

2.2.5. Datum geodèsic 21

2.2.6. Projeccions cartogràfiques 21

2.2.7. Projecció UTM 24

3. Geomedia Professional 26

3.1. Elements i funcions de Geomedia 26
3.1.1. GeoWorkspace 26
3.1.2. Sistemes de coordenades 27
3.1.3. Magatzems 27
3.1.4. Classes d'entitats 27
3.1.5. Llegendes 28
3.1.6. Eines d'anàlisi 28
3.2. Preparació de la informació 29
3.3. Integració amb Microsoft Visual Studio 2005 34
4. Aplicacions 37
4.1. Anàlisi de l'aplicació de monitorització 37
4.2. Anàlisi de l'aplicació de simulació 40
4.3. Casos d'ús de l'aplicació 41
4.4. Disseny i codi de l'aplicació 44
4.4.1. Decisions prèvies 44
4.4.2. Disseny lògic i codificació 45
4.4.2.1. Formulari de l'aplicació 46
4.4.2.2. Càrrega de dades 48
4.4.2.3. Monitorització de persones 49
4.4.2.4. Simulació de persones 51
4.4.2.5. Justificació de utilitzar només una aplicació 54
5. Conclusions i possibles millores 55
6. Índex de figures 57
7. Glossari 58
8. Bibliografia 60

1. Introducció al projecte

1.1. Justificació

En aquest projecte el que es cerca aprendre principalment és a familiaritzar-se amb les aplicacions SIG (en aquest farem servir el Geomedia Professional) i fer-lo servir juntament amb un sistema de dades per a integrar una certa funcionalitat.

En el nostre cas, l'entorn en el que es vol aplicar aquesta tecnologia és en la localització de persones físiques a una zona determinada, i més concretament, es vol crear una aplicació que pugui fer el seguiment de persones que estiguin sota vigilància judicial per tal de que es pugui conèixer en tot moment a on es troben i si realment poden estar a aquesta zona o han d'esser amonestats per fer-ho. Per exemple, amb aquesta aplicació es deu poder vigilar que es compleix l'allunyament que hagi estat dictat pel jutjat entre dues persones que disposen del dispositiu. També, es podria vigilar que una certa persona no pugui entrar o sortir d'un edifici, d'una zona, d'una comunitat o fins i tot d'un país, o en el cas contrari que no entri a cap banda a on no l'estigui permès. Finalment, podria ser utilitzar per altres motius, com ara és vigilar a les persones majors, nins, o persones que necessitin una atenció especial.

Les dades es podran obtenir a la realitat amb l'ajuda de qualque receptor GPS que anirà guardant les dades de posicionament i que seran tractades a l'aplicació en temps real. En el nostre cas, la segona part del projecte consistirà en confeccionar un simulador de moviments de gent que pugui posar en funcionament el sistema de posicionament dissenyat, degut a la impossibilitat de tenir d'un sistema de recepció de dades en temps real que puguem utilitzar.

Per tant, a gran trets i que després es desenvoluparà més extensament, el projecte estarà format per dues aplicacions:

- Aplicació de monitorització: a partir de dades d'una base de dades haurà de monitoritzar el moviment de persones i tractar-les en temps real simulat, anant responent al successos i alertes que s'hagin definit prèviament. Haurà de constar d'un visor cartogràfic amb un mapa a on representar les dades, una capa de localitzacions, eines de navegació i finestres d'alertes que s'hauran de definir.
- Aplicació de simulació: haurà de simular el moviment de persones cada x segons, per tant, haurem de definir un algorisme que generi posicions correlatives coherents de tal manera que simuli un desplaçament d'un individu.

A aquest lliurament el que es vol entregar és l'estat dels primers progressos del TFC, e intentar reflectir al document els avenços realitzats. Per això, s'intentarà desenvolupar les tasques propostes al pla de treball, la qual cosa implica a nivell de document començar a redactar un esbós de la part teòrica que s'ha cercat referent a els sistemes SIG. S'explicarà com s'ha muntat l'entorn GWS per a començar a desenvolupar l'aplicació, a més d'intentar explicar quins són els primers progressos i anàlisi fet per començar a desenvolupar l'aplicació i quin camí es vol seguir per tal de poder centrar-se més en la part pràctica durant el tercer període abans del lliurament de la PAC3.

1.2. Objectius

Amb l'execució del projecte es volen assolir una sèrie de coneixements per part de l'alumne que podríem dividir en dos grups: el primer, format pels objectius en comú de qualsevol tipus de TFC i el segon, amb els objectius propis de la temàtica escollida per desenvolupar el projecte, en aquest cas el projecte SIG.

1.2.1. Objectius del TFC

Dins dels objectius que es pretenen aconseguir amb el projecte, els que tenen un caràcter més general i que serviran per enfocar en un futur qualsevol altre tipus de projecte són els següents:

- Realitzar un treball complex que posi en pràctica els coneixements adquirits durant tota la formació universitària.
- Aprendre a elaborar una planificació completa d'un projecte.
- Saber redactar i revisar textos tècnics de caràcter complex, estructurat, ordenat i formal.
- Aconseguir fer servir les eines indispensables específiques per desenvolupar un projecte.
- Aprendre a fer presentacions formals d'un tema elaborat i poder transmetre-ho de manera comprensible, amena i eficient.

1.2.2. Objectius del projecte SIG

Per altra banda dins els objectius propis de la temàtica escollida per fer el projecte podem dir que per podem dividir els objectius en aquells relacionats amb els sistemes d'informació geogràfica com ara són:

- Veure la problemàtica i possibles solucions relacionats amb els SIG.
- Conèixer les característiques i conceptes de la tecnologia.
- Aprendre a desenvolupar aplicacions en el entorn de programació de les SIG.
- Conèixer altres camps científics com la geodèsia i cartografia.
- Relacionar les SIG amb eines d'ús habitual a la vida diària.

I d'altra banda, pel caràcter propi de l'enunciat del projecte s'aconseguiran coneixements referents a programari específic com són:

- Geomedia Professional 6.1: entorn de programació, gestió i anàlisi de dades
- Aprofundir en la utilització de les bases de dades relacionals.
- Ampliar i millorar els coneixement de Visual Basic .NET

1.3. Planificació

1.3.1. Fites

Per tal de poder tenir una bona planificació del TFC i que el tutor pugui tenir un seguiment del treball de l'alumne és interessant que es proposin per ambdues parts unes fites que marcaran el ritme de desenvolupament de les aplicacions i memòria a entregar. Per part, del tutor es va proposar una sèrie de dates per fer les entregues de les tres PACs inicials més la memòria final. Per part de l'alumne, es varen proposar una sèrie de dates per fer entregues parcials o esborranys de les PACs per a que el tutor pugui corregir i aconsellar els canvis que consideri oportú.

A les PACs anteriors, es varen proposar una sèrie de tasques a desenvolupar durant tot el semestre que es temporitzaren de manera que definiren quines d'elles s'havien de realitzar dins de cada període de temps disponible, les quals l'alumne es va proposar entregar-les dins les PACs seguint la planificació proposada. D'aquesta forma es vol aconseguir un bon funcionament del projecte ja que és aconsellable distribuir uniformement el temps de dedicació ja que deixar molta càrrega de treball cap al final del temps disponible és contraproduent.

Les PACs 2 i 3 serviren per fer un control del treball que s'ha de començar a desenvolupar al pla de treball i el tutor tingué l'oportunitat de veure els progressos que faci l'alumne. Per tant, a aquests dos lliuraments, es va proposar entregar parts parcials de la memòria final, juntament amb la progressió que es va anar fent de l'aplicació: a nivell més teòric a la PAC2 i amb molta càrrega més pràctica durant la tercera entrega.

Finalment, a la darrera entrega s'envia la memòria final i les aplicacions finalitzades per ser avaluades.

S'ha intentat ser el més fidel possible a la planificació proposada al pla de treball, però s'ha de considerar que els temps marcats al primer lliurament, són orientatius ja que no es coneix en aprofundiment la càrrega exacta de cada tasca proposada en aquell moment, és possible que surtin noves tasques a realitzar, i també que algunes no siguin de tanta durada com es va planificar.

Per tant, el calendari de fites d'aquest semestre quedaria de la següent manera:

- **13 de març**: Lliurament de l'esborrany de la PAC1 (degut al retard d'activació de l'aula es posposa del lliurament oficial per l'entrega de l'esborrany).
- **17 de març:** Lliurament de la PAC1: Pla de Treball (endarrerit pel mateix motiu).
- **6 de abril(*):** Lliurament de l'esborrany de la PAC2.
- **10 de abril:** Lliurament de la PAC2.
- **10 de maig:** Lliurament de l'esborrany de la PAC3.
- **15 de maig:** Lliurament de la PAC3.
- **4 de juny:** Lliurament l'esborrany de la PAC4: Memòria.
- **11 de juny:** Lliurament de la PAC4 i presentació
- **27 de juny:** Debat virtual.

(*) Es proposa endarrerir un dia l'entrega de l'esborrany respecte al pla de treball inicial per aprofitar millor els dos dies festius consecutius d'aquestes dates.

1.3.2. Planificació i temporització

Per fer una planificació temporal i temporització més acurada hem de tenir en compte les hores disponible de les que es disposarà normalment:

- De dilluns a dijous es podrà dedicar 1 hora fixa al dia al TFC, encara que si fos necessari es podrien ampliar a 2 ó 3.
- El divendres es podran dedicar 2 hores fixes més 1 o 2 addicionals si s'hagués de recuperar hores.
- Dissabtes i diumenges es podrà dedicar 5 hores fixes cada dia i qualcuna més en pics de treball.
- Festius i vacances es contaran igual que els dissabtes i diumenges.

Per tant, les setmanes normals es disposa de 16 hores fixes, ampliables en cas de necessitat. S'ha pensat que durant la PAC4 es demanaran vacances tota la setmana del 4 al 10 de juny per disposar de més temps. S'ha de tenir en compte que s'ha començat el projecte amb una setmana de retràs respecte a la planificació de l'assignatura per motius tècnics. Per això les dues primeres setmanes s'han dedicat més hores del previst per recuperar-les.

Per tant, es pensa dedicar les següents hores al llarg del projecte:

Mes	Dedicació
Març	62 h.
Abril	79 h.
Maig	71 h.
Juny	50 h.
Total	**262 h.**

En la següent taula s'exposa amb detall la planificació de tasques i hores que es volen dedicar:

Tasca	Hores	Dependències
1. Definició	**4**	
1.1. Primers passos	1	
1.2. Llegir documentació	1	1.1
1.3. Primera cerca informació	2	1.2
2. Preparació de la (PAC1)	**25**	**1**
2.1. Consultar projectes anys anteriors	1	1.2
2.2. Llegir enunciat en aprofundiment	2	
2.3. Anàlisis informació. Preparació pla de treball	5	1.3
2.4. Instal·lació i familiarització del OpenProj. Diagrama de Gantt	1	
2.5. Redacció esborrany PAC1	9	2.1, 2.2, 2.3, 2.4
2.6. Enviament de l'esborrany PAC1	0	2.5
2.7. Correccions i ampliacions PAC1	7	2.6

2.8. Enviament de la PAC1	0	2.7
3. Documentació, preparació teòrica i anàlisi d'aplicacions (PAC2)	**65**	**2**
3.1. Cerca en aprofundiment de material	2	1.2
3.2. Instal·lació Geomedia. Cerca de capes	3	1.3, 3.1
3.3. Instal·lació i familiarització VB. NET	5	1.3, 3.1
3.4. Estudi sobre els sistemes SIG	7	
3.5. Començament redacció PAC2	7	3.4
3.6. Cerca de BD, dades i localitzacions per Geomedia	3	3.2
3.7. Anàlisi de l'aplicació de monitorització	10	3.2, 3.3, 3.6
3.8. Anàlisi de l'aplicació de simulació	10	3.2, 3.3, 3.6
3.9. Completar l'esborrany PAC2	4	3.5, 3.7, 3.8
3.10. Enviament d'esborrany PAC2	0	3.9
3.11. Correccions de l'esborrany PAC2	14	3.10
3.12. Enviament PAC2	0	3.11
4. Disseny i construcció del sistema, redacció teoria.	**83**	**3**
4.1. Continuació redacció teoria SIG	8	3.4
4.2. Disseny de l'aplicació. Pla de probes	10	3.7, 3.8
4.3. Construcció de les aplicacions	40	4.2
4.4. Redacció de l'esborrany PAC3	9	4.1, 4.3
4.5. Enviament de l'esborrany PAC3	0	4.4
4.6. Revisió de les aplicacions i l'esborrany PAC3	16	4.5
4.7. Lliurament PAC3	0	4.6
5. Redacció de la memòria final, presentació i correccions aplicacions	**84**	**4**
5.1. Redacció de la part teòrica Geomedia	8	4.1
5.2. Redacció part teòrica SIG	8	4.1, 5.1
5.3. Explicació sistema dissenyat	8	4.2, 5.2
5.4. Correccions i probes funcionament	20	4.3
5.5. Unificació de l'esborrany PAC4	7	5.3, 5.4
5.6. Enviament de l'esborrany PAC4	0	5.5
5.7. Correccions exhaustives part teòrica	7	5.6
5.8. Correccions exhaustives part pràctica	6	5.6
5.9. Sinterització del projecte	6	5.6
5.10. Presentació i edició de video	14	5.9
5.11. Lliurament final del projecte	0	5.10
6. Debat virtual	**1**	**5**
6.1. Contestació a les preguntes del tribunal	1	5.11
TOTAL HORES	**262**	

2. Sistemes d'informació geogràfica

2.1. Sistemes SIG: història, components, tipus de dades

2.1.1. Definició

Per definició podem dir que un sistema d'informació geogràfica és una integració informàtica constituïda per un hardware, un software específic, unes dades geogràfiques i uns procediments determinats capacitat per integrar, emmagatzemar, editar, analitzar, compartir i mostrar informació amb referències geogràfiques. És a dir, és una eina amb la qual es podran fer consultes interactives de dades geogràfiques, però que també es podran analitzar i editar per aconseguir altres objectius per part de l'usuari, en part gràcies a la possibilitat de disposar de diferent capes amb informacions diferents, com es veu a la figura 1.

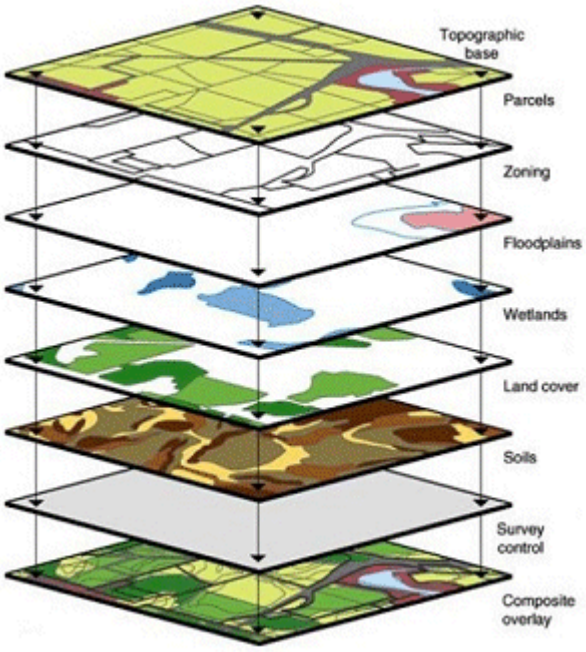

Figura 1: Mòdel de capes SIG. Font: http://sig-seu.blogspot.com.es

Avui en dia, els SIG estan fortament integrats en la societats encara que no sempre som conscients d'aquest fet. Entre d'altres usos comuns en podem trobar: l'arqueologia, la planificació urbana, la gestió de recursos naturals, la cartografia, la logística, la navegació GPS, i en els darrers anys tot un conjunt d'aplicacions mòbils que gestionen dades geogràfiques útils per a l'oci de l'usuari final. També ha estat, és i serà, molt útil per a la ràpida intervenció en tot tipus de desastres ja ens permeten actuar d'una forma més eficient que si s'hagués d'actuar directament sobre el terreny perquè donen una visió més complerta de la situació i permet una actuació més ordenada [1, 2, 3, 4].

2.1.2. Història

Encara que els SIG tal i com els coneixem avui són eines molt complexes i modernes, tenen un cert recorregut al llarg de la història que ha anat evolucionant fins arribar a l'estat actual. De fet, ja des de l'Edat Mitjana fins al començament de l'era digital es feien representacions més o menys acurades de mapes amb l'afegiment de dades de tot tipus, és a dir, ja s'utilitzaven les dades geogràfiques per analitzar informacions relacionades sobre el terreny, i fins a meitat del segle XX aquest desenvolupament dels mapes no va evolucionar massa. Com a exemple, a la figura 2, tenim una composició amb diferents representació al llarg del temps de la mateixa zona de San Francisco.

Però no va ser fins als anys 60 quan es va començar el desenvolupament tecnològic dels SIG tal i com s'han definit anteriorment. El pioner del primer sistema de dades geogràfiques s'atribueix a Roger Tomlinson a l'any 1962 que va crear el Canadian Geographical Information-System (CGIS) per planificar l'ocupació de grans

zones agrícoles, impulsat pel Departament d'Agricultura de Canadà. Va ser el primer que permetia superposar capes d'informació digitalitzades amb dades que es podien manipular i tractar, i va estar operatiu fins als anys 90 encara que no era d'ús públic.

Pràcticament al mateix temps als Estats Units, i més concretament a la Universitat de Harvard, en Howard Fisher va formar el LCGSA (Laboratori de Computació Gràfica i Anàlisi Espacial) al 1964, que durant quasi 30 anys va desenvolupar alguns sistemes com el SYMAP, GRID o ODYSSEY. Al mateix país es van produir altres projectes relacionats amb els SIG com van ser el LUNR (Land Use and Resource Information System), MLMIS (Minnesota Land Management Information System) o el PIOS (Polygon Information Overlay System).

Figura 2: Mapes històrics amb informació geogràfica de San Francisco. Font: http://www.davidrumsey.com/view/2d-gis

Un poc més endavant, dos estudiants del laboratori de la Universitat de Harvard vàren fundar una de les empreses més representatives del món SIG a l'actualitat, com és ESRI (Environment Systems Research Institute), que juntament amb M&S Computing i CARIS, van ser als principis dels anys 70 els primers proveïdors comercials de software SIG, basant-se en el primigeni CGIS del qual varen adoptar algunes de les característiques que el definien, afegint conceptes com l'emmagatzemament d'objectes geogràfics a base de dades. També, durant aquesta dècada es van llançar a l'espai el primer satèl·lit de teledetecció (el ERTS o Landsat I, 1972) i el primer satèl·lit de GPS al 1978, eines clau per el desenvolupament dels SIG.

Als anys 80 amb el ràpid desenvolupament dels ordinadors personals i la baixada de preus, va créixer el nombre de programari de sistemes d'informació geogràfica i va arribar a major nombre de persones que juntament amb el desenvolupament de noves tècniques varen assentar la industria dels gestió de dades geogràfiques.

Durant els següents anys, al començament dels 90 ja hi havia una industria entorn als SIG i es crearen organismes i projectes com RADARSAT que va ser un projecte d'observació climatològica i monitorització de recursos, EUROGI al 1993 que és una organització europea no governamental per donar disponibilitat de informació geogràfica europea i finalment l'Open Geospatial Consortium (OGC) que és una agrupació de unes dues-centes cinquanta organitzacions públiques i privades, que s'encarreguen d'establir protocols i estàndards del món SIG.

Finalment, amb el canvi de segle va arribar l'explosió de les noves tecnologies i la democratització de moltes eines que han pogut arribar a tothom, com són els dispositius mòbils o les eines de geolocalització el que ha provocat un ràpid creixement de dades geogràfiques. A l'any 2004, es crea INSPIRE per part de la Unió

Europea que té com a objectiu tenir disponible informació geogràfica de qualitat per poder fer un seguiment més acurat de les polítiques comunitàries territorials.

Avui en dia, el creixement de dades geospacials ha augmentat exponencialment i són utilitzades massivament per qualsevol persones de manera social o lúdica com per exemple a aplicacions webs de viatges, dispositius mòbils, etc. el que vol dir que d'aquí endavant els sistemes SIG han entrat plenament en la vida quotidiana i seran de vital importància d'aquí en endavant [1,3,4,11].

2.1.3. Components d'un SIG

Com s'ha comentat a la definició de SIG, aquest està format per una sèrie d'elements que no només es tracten del programari sino que és una integració de diferents elements que passem a enumerar a continuació, i que es mostren a la figura 3:

- Tecnologia maquinari o hardware: és la plataforma, màquina i elements perifèrics on ha de córrer el programari. Aquest maquinari ha de complir una sèrie de requisits tecnològics que marca el fabricant del programari per poder funcionar de manera òptima. No només estarà compost per la CPU, sino que també es considera maquinari els perifèrics de lectura i escriptura, la pantalla, impressores, elements de xarxa, etc.
- Tecnologia programari o software: és un conjunt d'eines informàtiques que tenen la funció d'analitzar, tractar, llegir o representar dades de tipus geogràfic que es troben a base de dades relacionals. Hi ha una sèrie de eines molt properes als SIG que serveixen per preparar aquestes dades, importar-les o exportar-les que també es podrien incloure dins del conjunt del programari. Els components bàsic de to programari hauria d'incloure aquests elements:
    - ✓ Eines d'entrada i manipulació geogràfica.
    - ✓ Sistema d'administració de dades o DMBS.
    - ✓ Eines per a la consulta, anàlisi i representació visual de les dades geogràfiques.
    - ✓ Una interfície d'usuari per a poder interactuar amb l'aplicació.

  Al mercat existeixen molts tipus de programari disponible, tant de tipus lliure com de llenguatge propietari com és el cas de Geomedia que s'emprarà per aquest projecte i que necessita fer ús de llicència per poder fer servir-ho.

- Persones: tot el maquinari disponible no és útil si no està gestionat per persones qualificades que entenen el seu funcionament i en saben treure el màxim partit a les possibilitats que aquest proporciona. Per tant, una part molt important dels SIG serà disposar de persones que estiguin capacitades per fer servir el programari.
- Mètodes: són procediments independents per a realitzar tasques relaciones amb el funcionament del SIG. Per tant, hauran d'existir una sèrie de procediments o protocols estandarditzats per aconseguir un mètode fiable per tasques tals com l'anàlisi i manipulació de dades, disseny de la base de dades a emprar, representació de mapes, integració i ús de capes, etc. Serà important definir aquests mètodes abans de començar un projecte ja que d'això dependrà, en bona part, l'èxit final del projecte.

- Dades: tan important com els anteriors són el conjunt de dades que s'han obtingut amb diferents mètodes i que serviran per fer una representació de la realitat al programari SIG. Aquestes dades hauran d'estar emmagatzemades a base de dades locals o remotes, a diferents taules específiques per tipus de dades però que hauran d'estar fortament relacionades entre elles per poder fer diferents anàlisi e interpretacions amb les eines que proporciona el programari SIG.
  Aquestes dades del món real s'hauran de transformar en objectes identificables que hauran de tenir una sèrie de característiques comuns o atributs pel mateix tipus de dada i hauran de permetre uns mètodes a aplicar.
  Els components principal d'un sistema de dades geogràfiques podem dir que són el dispositiu d'entrada de dades, les base de dades espacials i no espacials, sistemes de control i manipulació, i evidentment, la capacitat humana per obtenir-les. Més endavant, es parlarà dels dos tipus principals de tipus de dades geogràfiques o de representació gràfica que en podem trobar: les dades tipus vectorial i les ràster.
- Xarxa: s'ha convertit en un element fonamental per al desenvolupament dels SIG ja que permet la comunicació dels diferents elements, a més de ser una font inesgotable d'informació i dades per al seu tractament. Serveixen per posar a disposició de l'equip humà totes les eines telemàtiques necessàries, transferir informació d'un punt a un altre fàcilment i mol ràpidament ja que les dades obtingudes del món real es poden passar a un laboratori a l'instant. A més, existeixen gran nombre de servidors de dades que proporcionen la informació sense necessitar de tenir-la físicament a cap dispositiu de l'usuari, només s'ha de consultar en temps real.

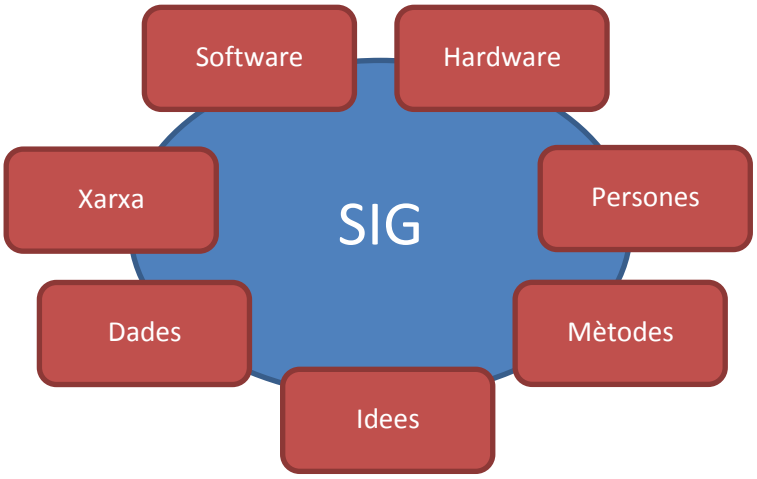

Figura 3: Relació dels components SIG. Font pròpia

- Idees: és l'element no tangible de un sistema SIG però no per aquest motiu menys important, ja que el conjunt d'idees és allò que marca el progrés i prosperitat de la industria SIG al llarg del anys passats, a l'actualitat i el marcarà en el futur. Està compost per totes aquelles idees que aporten qualque innovació, i poden ser tant específiques dins de la branca SIG com d'altres camps que poden ajudar com ara són la física, les matemàtiques o l'enginyeria, i altres que també tenen importància en el procés total com la sociologia, la gestió, el comerç, etc. [1,3,4]

2.1.4. Tipus de dades geogràfiques

Les dades de tipus geogràfic són aquelles de les quals es pot fer una representació gràfica visible per un visualitzador d'un programari SIG. Es tracta de una representació de la realitat d'elements que es troben a la Terra i que són llegits per maquinari especial, i representats per un programari, que mitjançant diferents

tècniques, les representa en diferent tipus de dades amb codis digitals que són emmagatzemats a una base de dades.

Les dades geogràfiques estan composades per tres elements principals:

- Un component espacial: que pot ser de tipus vectorial o raster.
- Atributs que tenen informació associada a l'element.
- Un component temporal que indica la informació del temps en el que ha estat recollida la dada.

D'aquests elements ens centrarem en el tipus de components espacials, que és principalment la localització geogràfica de l'element:

- Model vectorial: és una representació d'una imatge terrestre a través de punts, línies i polígons. Els punts es fan servir per representar elements representats per una única coordenada, o indicar un punt geogràfic concret com, per exemple, una muntanya, una ciutat, etc. Per altra banda les línies són conjunt de punts units que serveixen per delimitar zones geogràfiques com ara són les fronteres d'un país, d'un municipi, les carreteres, rius, etc. Finalment, l'element més complex dels tres són els polígons que són la unió de línies formant un element tancat que representa una àrea del mapa que pot ser un terreny, un edifici, una regió, o qualsevol d'aquest tipus.
- Model raster: és la representació d'imatges a una malla formada per píxels que conté cadascú informació en forma de color de la imatge. El conjunt de píxels dibuixats a un entorn gràfic constitueix la representació del mapa extret de la realitat. Normalment, es guarden dades en format raster quan només e vol fer una representació gràfica d'una porció de la terra sense afegir molta més informació, com per exemple les ortofotografies o imatges satèl·lits.

Per distingir les diferències més clarament podem comparar les dues tecnologies, ja que per una banda les avantatges de les imatges vectorials serien:

- Proporcionen millor precisió gràfica
- Són més adients quan es cerca manegar dades de tipus topològic.

Per un altra costat, es poden enumerar els avantatges per les imatges de tipus raster com:

- Són més adequades per representar objectes o fenòmens continus.
- Faciliten millor la integració de les dades.
- Per operacions de càlculs i actualitzacions són més fàcils de manejar.

A més de les dades de tipus geogràfic un sistema SIG es serveix d'altres tipus de dades per manipular i entendre la informació ja que només amb representacions gràfiques no es pot entendre el mon real a un entorn informàtic. Es necessiten més dades de recolzament que passen a formar part del component atribut que s'ha descrit anteriorment.

Els atributs representen característiques dels elements representats gràficament que ens amplien la informació. Aquests atributs caracteritzen l'element per distingir-ho inequívocament de la resta d'elements similars. Per exemple, si parlem de l'objecte municipi, en podem dir que són atributs d'ell l'àrea que ocupa, la província a la que pertany, el nombre d'habitants, el seu nom, etc. Tots aquests atributs junts, formen un objecte únic a la base de dades.

A més de representació de variables del tipus numèric o caràcters, també són atributs dels elements geogràfics alguns propis d'aquests tipus de sistemes com són les coordenades geogràfiques o distàncies entre punts ja que ajudaran a definir de millor manera la representació, però són dades que únicament són útils en un entorn SIG.[1,3,4]

2.1.5. Funcions i importància dels SIG

Els SIG s'han convertit en una eina molt útil a molt d'àmbits de la vida com s'ha recalcat al punt 2.1.1 ja que formen part de la vida diària de aquesta nova societat de la informació globalitzada en la qual el factor geogràfic ha anat augmentant en importància exponencialment gràcies a les noves tecnologies i a les noves necessitats de la gent d'estar connectades arreu del món i conèixer que passa al món que l'envolta. En aquesta nova situació juga un paper molt important els SIG ja que són l'eina primària per aconseguir moltes d'aquestes aplicacions, com per exemple, la del projecte que se'ns proposa.

Dintre de les capacitats d'un SIG podem resumir les seves funcionalitats en les que s'exposen a continuació:

- Representació de dades geogràfiques: el SIG ha d'estar capacitat per a recollir dades provinent d l'exterior o món real, transformades en dades que ha de poder llegir i representar per pantalla, tant en format gràfic com de dades. Aquestes dades com s'ha comentat a la definició dels SIG es poden obtenir de diverses fonts.
- Emmagatzemament de dades: s'ha de permetre poder guardar a alguna base de dades comuna totes les dades referents a un mateix entorn de treball per facilitat la feina de tenir-les totes juntes en el format requerit per poder-les consultar ràpidament.
- Manipulació de dades: aquestes dades emmagatzemades han de poder-se consultar, editar i transformar en altres dades mitjançant diferents processos escollits per l'usuari que voldrà experimentar per tal d'aconseguir qualque resultat que sigui del seu interès. Dins d'aquestes operacions s'ha de poder adaptar la informació geogràfica de tal manera que les diferents fonts d'informació es puguin ajuntar y ser compatibles.
- Anàlisi i eines: ha de contenir diverses eines analítiques per tal de poder realitzar multitud d'operacions adaptades al tipus de dades que s'estan manipulant, és a dir, eines per poder analitzar capes diferents de dades agrupades segons el tipus. Aquestes eines han de permetre fusionar vistes

de capes, ajuntar-les, relacionar-les, poder fer operacions amb els diferents objectes que les conformen, etc.

- Extracció de resultats: evidentment totes aquestes operacions han de poder ser exportables tant des del punt de vista gràfic com de dades per poder-se analitzar i utilitzar en altres entorns.[1]

2.2. Geodèsia i cartografia

2.2.1. Geodèsia

La geodèsia és una ciència que té com a objectiu primer estudiar y determinar les dimensions i estructura del planeta Terra, del seu camp gravitatori i variacions temporals. Ja va ser utilitzada antigament per les cultures del Orient Mitjà, el grecs i els romans per dividir territoris i calcular distàncies i durant els segles posteriors es van anar descobrint i perfeccionar diferents tècniques. De fet, la paraula "geodèsia" prové del grec i es podria traduir per "dividir la terra", encara que en la pràctica la funció més utilitzada és la de determinar posicions de punts sobre la superfície de la Terra.

Es pot dir que està basada en dos camps de la ciència com són la física i les matemàtiques, sobretot en la geometria que és la part fonamental que es fa servir en altres branques dels estudis geogràfics com per exemple, la topografia, la navegació o la cartografia. A més, és evident que tot estudi geogràfic té una forta incidència en altres camps com per exemple l'enginyeria, l'astronomia o les aplicacions militars.

De forma clàssica es divideix la geodèsia en dos grups que es denominen:

- Geodèsia superior: que intenta representar figures de la Terra i que es divideix en:
    - **Geodèsia teòrica** que pretén estudiar i determinar el camp gravitatori de la Terra que es considera molt dificultós ja que va variant amb el temps.
    - **Geodèsia física** que intenta determinar a nivell local o global la figura terrestre mitjançant diferents tècniques per poder representar la realitat, dins alguna superfície geomètrica com pot esser un el·lipsoide o un geoide.
    - **Geodèsia matemàtica o cartogràfica** s'encarrega de determinar la posicions de punts damunt la superfície del planeta Terra, per després poder representar-los amb la geodèsia física.
- Geodèsia pràctica o topografia: que intenta representar parts petites del planeta considerant la superfície plana.[1,12,13,14]

2.2.2 Cartografia

La cartografia és la ciència que s'encarrega de la representació de la Terra i els elements geogràfics que la conformen a sobre d'un mapa. Com que la Terra no és plana i els mapes si, la cartografia té com a missió fer representacions el més fidel possible de la realitat, i per això es defineixen diferents sistemes de projeccions. Per tant, és evident que es tracta d'una part fonamental dels sistemes SIG ja que necessiten d'aquestes

representacions per poder tractar les dades provinents de la realitat física. A la figura 4 tenim un exemple d'aquest tipus de representació.

Figura 4: Mapa urbà. Font: http://www.sitibsa.com

L'element fonamental de la cartografia és el mapa i segons la International Cartographic Association, ICA, es defineix com "la representació gràfica abstracta de la superfície de la Terra que mostra les relacions espacials entre les característiques geogràfiques, generalitza les seves aparences simplificant-les amb fins comunicatius i aplica símbols per facilitar-ne la interpretació." Per tant, són representacions del món real, mitjançant formes geomètriques a una superfície plana. [1,15,16]

2.2.3. Sistemes de coordenades

Un sistema de coordenades és una creació artificial que permet, des del punt de vista geogràfic i analític, determinar la posició d'un objecte. Aquesta posició es pot determinar de múltiples formes, que és el que fa que existeixen diferents sistemes de coordenades, i que s'escolliran en funció de les necessitats de la representació que es necessitin. Els més comuns i utilitzats són tres:

- Coordenades geogràfiques: fan ús d'una superfície esfèrica tridimensional per fer la representació de les localitzacions a sobre de la Terra. Per determinar les coordenades, s'utilitzen dos angles mesurats des del centre del planeta i que se denominen latitud i longitud.

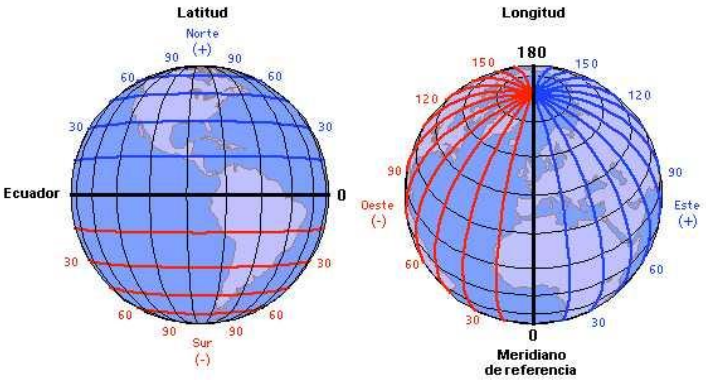

Figura 5: Coordenades geogràfiques. Font: http://almez.pntic.mec.es

La latitud d'un punt és l'angle mesurat des del centre de la Terra cap al nord entre l'equador i la posició d'un punt sobre la superfície terrestre. Les línies horitzontals que es defineixen amb aquests sistema són paral·leles a l'equador i es denominen **paral·lels**. Quan més a prop es troben dels pols, són més petits com es veu a la figura 5.

La longitud d'un punt és l'angle mesurat al llarg de l'equador des de qualsevol punt de la Terra. Les línies verticals que es defineixen són cercles d'igual tamany que passen pels dos pols i que es denominen **meridians**. La referència és el meridià de Greenwich.

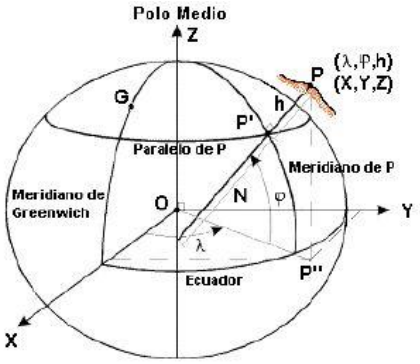

Figura 6: Coordenades cartogràfiques. Font: http://www.cartovirtual.es

- Coordenades cartesianes: és un sistema de coordenades que utilitza un espai tridimensional per fer la representació. Per tant, fa ús de tres coordenades que defineixen la posició del espai, com es representa a la figura 6:
    - Eix x: passa pel centre de la Terra i pel meridià de Greenwich.
    - Eix z: passa pel centre de la Terra i pels pols.
    - Eix y: forma un angle de 90º amb els altres dos eixos.

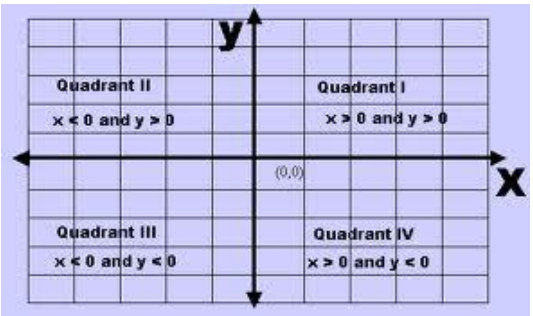

Figura 7: Coordenades projectades. Font: http://faculty.ccbcmd.edu

- Coordenades projectades: és un sistema que s'utilitza a sobre de superfícies planes a on es situa una malla o grid a on es localitzen les coordenades i a on s'ha hagut de definir un origen de coordenades. Els valors de les coordenades es referencia amb dues dades (x i y) respecte al centre de coordenades, dividint l'espai de coordenades en quatre quadrants com es veu a la figura 7. [1]

2.2.4. Superfícies de referència terrestres

A l'hora de intentar fer una representació terrestre es trobem amb el problema de que la superfície real de la Terra és esfèrica mentre que les representacions que es fan d'ella són gairebé sempre en dues dimensions, és a dir planes, ja que és molt més còmode aquest tipus de representació per al seu estudi. El problema el trobem ja que una esfera no es pot passar a un pla fidelment ja que es necessari estirar o reduir cert punts de l'esfera per poder fer l'adaptació, per la qual cosa és impossible fer una representació totalment fidel. Aquest és el motiu per el qual es fan servir diferent tipus de projeccions que intenten deformar i coordenades com s'ha comentat en l'apartat anterior. En aquest cas, existeixen dos tipus de superfícies de referència a partir de les quals es pot fer les diferents projeccions: el geoide i l'el·lipsoide, que són representacions que serveixen per unificar la forma de la Terra de forma teòrica, ja que és molt irregular i complexa, degut a les forces gravitatòries, les pressions, la radiació, etc. I per tant, fa que la forma de la Terra varïi amb el temps.

Figura 8: Diferències entre el·lipsoide i geoide. Font: http://www.iesvillegas.com

- Geoide: és el sistema de referència que intenta interpretar de forma teòrica més que real la forma de la Terra, essent pràcticament esfèric excepte per un lleuger aplatament als pols. Per això es considera que la força de la gravetat és equipotencial per tot el planeta, i és equivalent al nivell del mar, també mitjà. És a dir, s'intenta unificar les forces que actuen sobre la superfície terrestre, encara que siguin diferents com es veu a la figura 9 considerant que tota la plataforma terrestre està a nivell del mar, que també és considera uniforme i sense marees. El nivell mitjà del mar s'obté de fer la mitja entre el màxim i el mínim nivell mesurat. De forma teòrica pareix que ens trobem davant d'un model senzill, però és bastant complicat d'aconseguir ja que la Terra es troba afectada per moltes forces que la deformen i dificulta la tasca de definició del geoide. A la figura 8 es pot veure la diferència entre el geoide i l'el·lipsoide que s'explica a continuació.

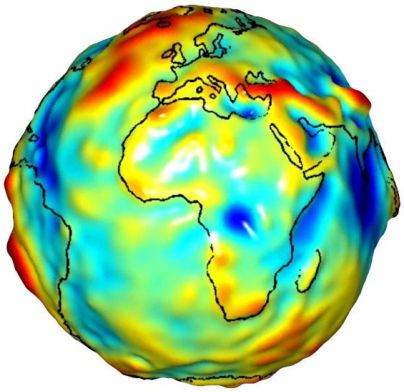

Figura 9: Forces gravitatòries sobre la Terra. Font: http://nacc.upc.es

- El·lipsoide: és també una figura de representació tridimensional però que, a diferència del geoide, té l'avantatge que la seva interpretació de la Terra no depèn del material d'aquesta i pretén aconseguir una superfície regular amb l'ajuda de operacions matemàtiques. En geodèsia és habitual l'ús de l'el·lipsoide de revolució, que és una superfície generada a partir d'un el·lipse que gira al voltant d'uns dels seus eixos de simetria, normalment el semieix menor que és el radi polar (des del centre de la Terra fins a un del pols). Existeix també el semieix major que va des del centre de la Terra fins a la superfície terrestre a través de l'equador. Altres paràmetres que afecten a l'el·lipsoide són el factor d'aplanament que indica el grau d'aplanament respecte a una esfera (valors a prop de 0 s'apropen a l'esfera) i l'excentricitat que determina el grau de desviació de l'orbita el·líptica respecte de l'orbita circular.

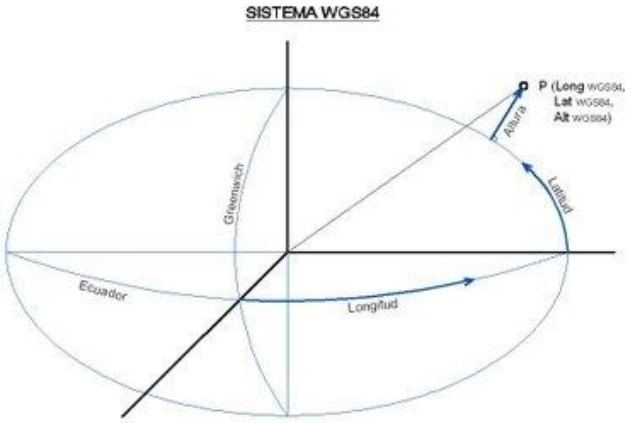

Figura 10: El·lipsoide amb sistema WGS84. Font: http:// materialtest.blogspot.com

L'el·lipsoide és més utilitzat a l'hora de fer representacions geogràfiques per la seva senzillesa matemàtica. A més, existeixen els el·lipsoides locals que permeten ajustar encara més a la realitat la representació real de la Terra. Existeixen diferents tipus d'el·lipsoides locals que s'ajusten millor a unes zones que a altres. Es defineixen variant els paràmetres que hem comentat anteriorment, és a dir, els semieixos, el factor d'aplanament i l'excentricitat. Entre alguns

dels més habituals o coneguts en trobem Clarke 1880 (Norte Amèrica), GRS 1980, International 1924 o WGS 84 (exemple de la figura 10). [1]

2.2.5. Datum geodèsic

El datum geodèsic serveix per fixar uns punts de referència a partir dels quals es poden definir la resta de coordenades a utilitzar, i per això s'intenta definir un punt de tangència en comú entre les superfícies del geoide i l'el·lipsoide de forma que es pot fixar l'espai tridimensional.

D'altra forma es pot dir que el datum és un conjunt de mesures que defineixen l'orientació d'un el·lipsoide determinat, per tant, estarà constituir per dos elements fonamentals:

- L'el·lipsoide constituït per les seves característiques pròpies: semieixos, factor d'aplanament i excentricitat.
- Punt fonamental de referència en el que hi hagi tangència entre el geoide i l'el·lipsoide, i que ha de contenir la longitud, la latitud o l'azimut d'una direcció en concret.

Factors que s'han de tenir en compte al datum geodèsic són l'alçada el·lipsoïdal (h), alçada ortomètrica (H), o l'ondulació geoidal (N) com es veu a la figura 11.

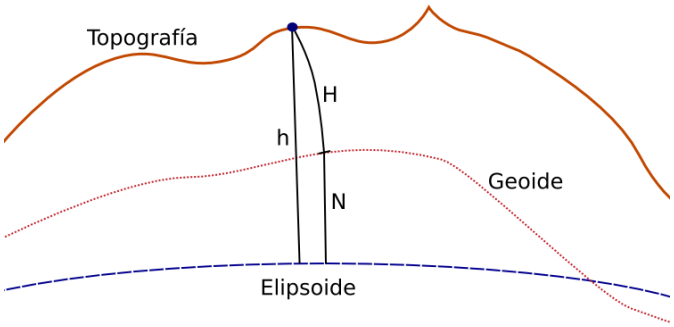

Figura 11: Datum geodèsic. Font: http://nacc.upc.es

Existeixen dos tipus de datum diferents:

- Datum vertical: és la superfície de referència que permet el càlcul d'alçades, que normalment és el geoide i l'alçada serà la ortomètrica (H).
- Datum horitzontal: és la relació entre la Terra física i les coordenades horitzontals, que permet establir la latitud i longitud d'un punt determinat i que necessàriament haurà de venir determinat al punt on l'el·lipsoide i el geoide siguin tangents.

Com a comentari d'interès per la descàrrega de capes per al projecte cal dir que fins l'any 2007 l'el·lipsoide emprat era el International 1924 amb datum europeu 1950 (ED50), però que des de llavors s'ha passat a utilitzar l'el·lipsoide GRS80 amb datum ETRS89, el que provoca divergència de sistemes de referència ja que no totes les capes que es poden trobar actualment es troben actualitzades. [1]

2.2.6. Projeccions cartogràfiques

En l'ús diari dels mapes és impossible tenir reproduccions fidels i a escala de la Terra en tres dimensions, per la qual cosa, és necessari interpretar aquesta realitat a mapes de dues dimensiones que són molt més manejables per a les persones. Per tal d'aconseguir-ho és necessari fer projeccions cartogràfiques de la realitat intentant conservar les relacions geogràfiques entre els elements terrestres sense provocar distorsions

que afectin al resultat final. És a dir, s'intentarà que la projecció interpreti de la manera més fidel possible les distàncies, direccions i àrees que es volen representar.

La projecció cartogràfica intentarà agafar els sistemes de referència que s'hagin escollit per esferoide terrestre i interpretarà aquest punts al mapa, és a dir, interpretarà les posicions del meridians y paral·lels descrits anteriorment, produint les distorsions mínimes ja que és impossible no cometre cap per raons matemàtiques. Però, és pot escollir de quina forma es produiran aquestes distorsions perquè afectin menys a la representació i podem dir que tenim una sèrie de projeccions diferents que podem agrupar en dos grans grups:

- Classificació segons les propietats geomètriques: classificació que té en compte la propietat que no és vol distorsionar, en tenim les següents:
    - *Projeccions conformes*: mantenen la forma de la superfície a mostrar al mapa, i els meridians i paral·lels es representen i tallen entre si en angles rectes. És a dir, no distorsiona els angles representats però si la mida de les superfícies lo que provoca distorsions d'escala a major quan més a prop es troben dels pols. Dona la sensació de que regions que no ho són semblin més grans del que són realment.
    - *Projeccions equivalents*: pretenen mantenir les àrees en la mateixa proporció que a la Terra per no canviar el tamany. Per aconseguir-ho s'han de deformar els angles i, per tant, una projecció no pot ser conforme i equivalent alhora.
    - *Projeccions equidistants*: són les que pretenen mantenir les distàncies, bé des del centre de la projecció o be al llarg del cercles màxims o meridians. Tot i això, no totes les distàncies es poden projectar correctament, però s'ha de partir d'una referència que ha d'esser el centre del mapa normalment.
    - *Projeccions azimutals*: en aquest cas el que es vol aconseguir és mantenir les direccions, però no necessàriament les distàncies respecte a un punt de referència. En aquesta representació és possible mantenir les relacions angulars sense distorsions.
    - *Projeccions de compromís*: com el seu nombre indica el que vol és aconseguir un compromís entre totes les característiques anteriors de manera que en part es distorsionen totes però de forma que s'aconsegueix una representació més fidel a la realitat.
- Classificació segons la superfície d'on deriven: projeccions que es basen en la superfície damunt la qual s'ha desplegat el globus terrestre, és a dir, so s'ha desplegat partint d'un con, un cilindre o un pla. A més també poden ser tangent o secants, segons si s'intersequen amb l'esferoide en un punt o línia o si bé o fan en un o dos cercles. Hi ha les següents:
    - *Projeccions còniques*: és projecta la Terra en un con tangent o secant que es talla longitudinalment per visualitzar-lo de forma plana. Els paral·lels es transformen en arcs circulars i el meridians són línies rectes, mentre que el vèrtex del con es situa a un dels pols. S'utilitza un meridià i paral·lel de referència que s'anomenen meridià central i paral·lel

estàndard respectivament. La més utilitzada s'anomena Lambert Conformal Conic o s'empra a cartes aeronàutiques ja que mostra rumbs veritables. Representació a la figura 12.

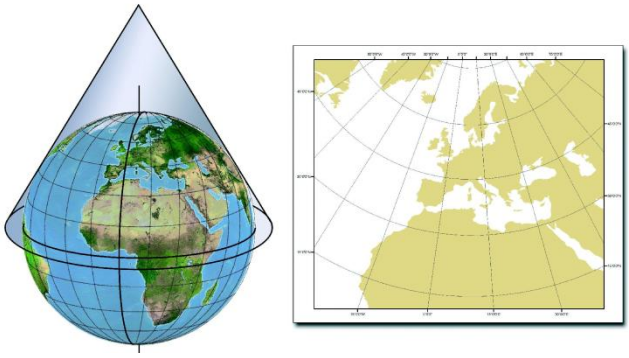

Figura 12: Projecció cònica. Font: http://www.atlasdemurcia.com/

- *Projeccions cilíndriques*: se projecta la representació de la Terra en un cilindre tangent o secant que es talla longitudinalment per obtenir una imatge plana. Normalment el punt de tangència es troba a qualque punt de l'equador, encara que pot ser qualsevol altre, però els paral·lels sempre es troben representat amb línies rectes horitzontals i els meridians en línies rectes verticals formant angles rectes a les interseccions. En aquest tipus de projecció s'utilitzen els rumbs que és qualsevol línia al mapa entre dos punts, que tenen una direcció unívoca i constant, i per tant, serveixen a les cartes nàutiques per conèixer la direcció a seguir. La més utilitzada és la projecció conforme de Mercator. Tenim una representació a la figura 13.

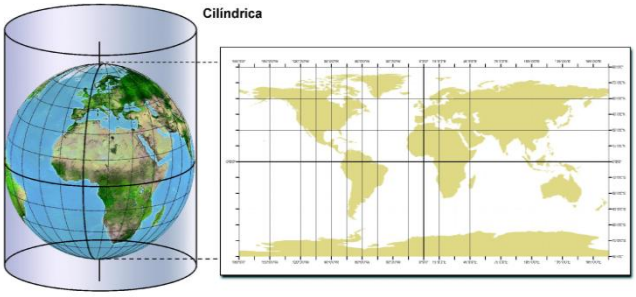

Figura 13: Projecció cilíndrica. Font: http://www.atlasdemurcia.com/

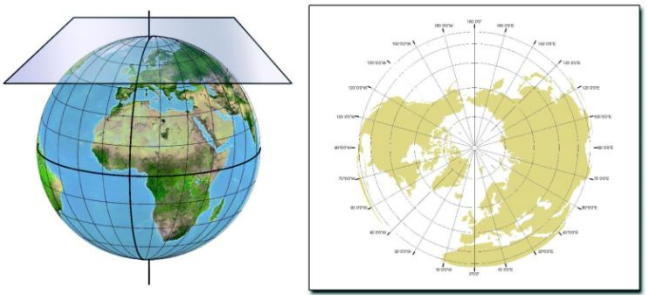

Figura 14: Projecció plana: Font: http://www.atlasdemurcia.com/

Figura 15: Línia geodèsica en vermell. Font: http://ulczyk.blogspot.com.es

- *Projeccions planes*: en aquest tipus de projecció s'aconsegueix amb un pla que toca per a un únic punt a la Terra, normalment els pols o l'equador, i que a partir d'aquest punt es fa una projecció de la resta del planeta a sobre del pla conservant les propietats geomètriques. Dins d'aquest tipus hi ha tres projeccions possibles: gnòmic amb perspectiva des del centre de la Terra, estereogràfica amb la perspectiva és el punt oposat al escollit o ortogràfica si el punt de perspectiva és a l'infinit, com s'aprecia a la figura 14. Com a punt a destacar, comentar

que generen línies geodèsiques que són les línies més curtes entre dos punts sobre la Terra, encara que a la representació al mapa no ho paregui, tal i com es veu a la figura 15. [1]

2.2.7. Projecció UTM

Com a cas especial es comentarà el cas especial de les projeccions UTM ja que són les projeccions comunament més usades. Les projeccions UTM, figura 16, (Universal Traverse Mercator) tenen com a primer punt important el ús de les projeccions Mercator que són projeccions cilíndriques amb meridià central a l'equador de la Terra. En aquests punts al voltant del meridià central es produeixen les distorsions més petites que van augmentant quan més ens allunyem.

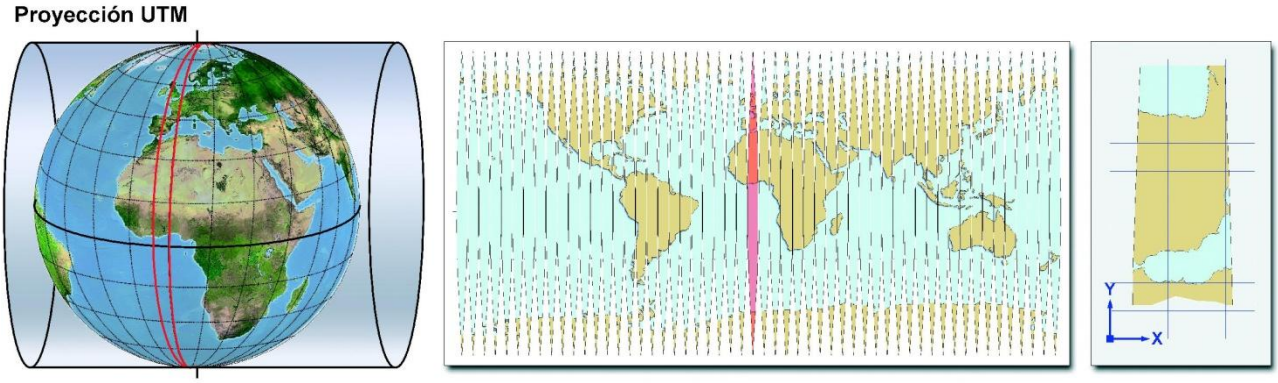

Figura 16: Projecció UTM amb les 60 divisions de la Terra Font: http://www.atlasdemurcia.com

Aquesta limitació provoca que només sigui útil per a representacions a prop de l'equador, llavors per a solucionar el problema es va inventar la projecció transversal Mercator que no és més que girar el cilindre que conté la Terra de forma horitzontal essent tangent a la Terra a qualsevol dels meridians que van de pol a pol. D'aquesta manera s'aconseguia una representació molt fidel de qualsevol punt de la Terra al voltant del meridià escollit, i es pot representar qualsevol punt correctament encara que es segueix tenint el problema d'allunyar-se del meridià de referència.

Per solucionar aquest darrer problema s'inventà el UTM que permet cartografiar qualsevol punt de la Terra fidelment sense distorsionar la resta de punts que es dibuixen al mapa. Per fer això divideix la Terra en 60 projeccions transversal Mercator amb 60 meridians de referència amb 6 graus de diferència entre ells per tal d'aconseguir els 360 graus del voltant total de la Terra. Cadascuna d'aquestes parts representades s'anomenen fusos.

Figura 17: Fusos emprats a Espanya. Font: http://4thperrus.com

Per poder fer la representació correcta d'una determinada zona s'ha de escollir el sistema UTM que tingui el meridià central més a prop del punt central a representar. És molt emprat sempre que no es vulgui representar porcions de la Terra per damunt dels 80 graus nord i sud i és important saber que no es poden barrejar les projeccions perquè són diferents i no coincideixen les coordenades, per tant, a una representació cartogràfica només es pot utilitzar un únic fus. A la figura superior, 17, es veuen els fusos que s'empren al territori espanyol, el 29, 30 i 31

Com a característiques comentar que fan ús d'un fals est i nord, és a dir, no existeixen coordenades negatives ja que el punt 0 es troba al cantó esquerra per a coordenades horitzontals. En el cas de les coordenades verticals, la referència és l'equador a l'hemisferi nord i al sud és situa un fals nord 10.000.000 metres per sota de l'equador per tenir sempre coordenades positives. [1]

3. Geomedia professional

Per l'execució d'aquest projecte enfocat als Sistemes d'Informació Geogràfica l'eina de treball específica haurà de ser un GIS (Geographic Information System) adequat per al tractament de dades SIG. Per part del tutor, s'ha proposat l'ús de Geomedia Professional 6.1. que és un dels GIS més complerts per al tractament de dades georreferenciades.

3.1. Elements i funcions de Geomedia

Geomedia és un SIG preparat per ser utilitzat sota sistemes operatius de Microsoft Windows i fortament integrat ja que la seva estructura de funcions i menús estan basats, i son molt similars, en els dels productes d'oficina del paquet Office. A més, està preparat per integrar-se al llenguatge de programació ofert per la mateixa companyia, és a dir, es poden realitzar aplicacions basades en llenguatge Visual Basic .NET de Microsoft com és el cas del projecte en execució. [17]

3.1.1. GeoWorkspace

El GeoWorkspace a Geomedia és molt similar a qualsevol workspace d'un IDE de programació en qualsevol dels llenguatges més habituals. Per tant, és l'espai de treball a on s'hauran de configurar les característiques principal del projecte, carregar les dades que vulguem fer servir, configuracions de menús, etc. de tal manera que crearem un fitxer tipus .gws, que es podrà guardar localment i que permetrà tornar recuperar el projecte en qualsevol moment, tancar-lo i crear-ne un altre de nou, etc, com es veu a la figura 18.

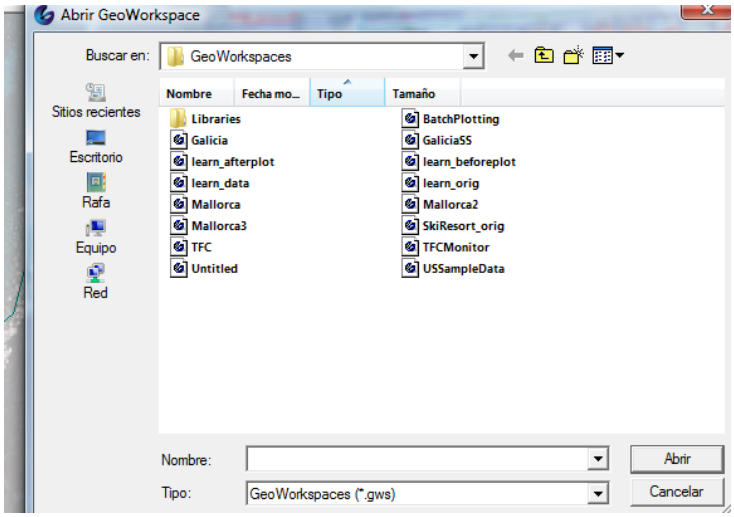

Figura 18: Diferents GeoWorkspace (.gws)

Dins de cada GeoWorkspace s'hauran de definir les connexions als magatzems que és on realment es guarden les dades a emprar, ja que aquestes no es guarden dins del propi .gws, perquè a aquest fitxer només es conserven les rutes per poder arribar-hi i accedir a elles i a quin estat s'han deixat configurades la darrera vegada que es guardà el projecte. Això vol dir que els fitxers .gws no contenen tota la informació necessària per fer portable el projecte, ja que per poder transportar el projecte i executar-ho a altres màquines serà necessari aquest GeoWorkspace, a més de els magatzems amb les mateixes rutes que al PC original, fitxers de sistemes de coordenades, etc. per poder funcionar correctament.

A més, dins del GeoWorkspace disposem de dues finestres per visualitzar les dades representades, una finestra de mapa a on es veuran en format geogràfic les dades escollides per al nostre entorn, i per altra banda, tenim la finestra de dades a on es mostraran els atributs del objectes que haguem escollit en les connexions als magatzems que explicarem a continuació.

3.1.2. Sistemes de coordenades

Els sistemes de coordenades són fonamentals en la configuració del GeoWorkspace perquè defineixen el tipus de projecció que s'emprarà en la representació de dades, el quals es guardaran a un fitxer (.csf) com es mostra a la figura 19. Si la configuració del fitxer no coincideix amb el tipus de dades que volem veure, la representació serà errònia. Entre les moltes opcions que es permeten configurar, podem destacar que es pot escollir entre el tipus de sistema de coordenada (geogràfica, projectat o geocèntrica), el sistema de projecció si el sistema es projectat (UTM, tranverse mercator, Lambert, Robinson, i molts altres), el datum geodèsic (ETRS89, European 1950, WGS84, etc.) datum vertical, paràmetres de l'el·lipsoide, unitats de projeccions, etc. [17]

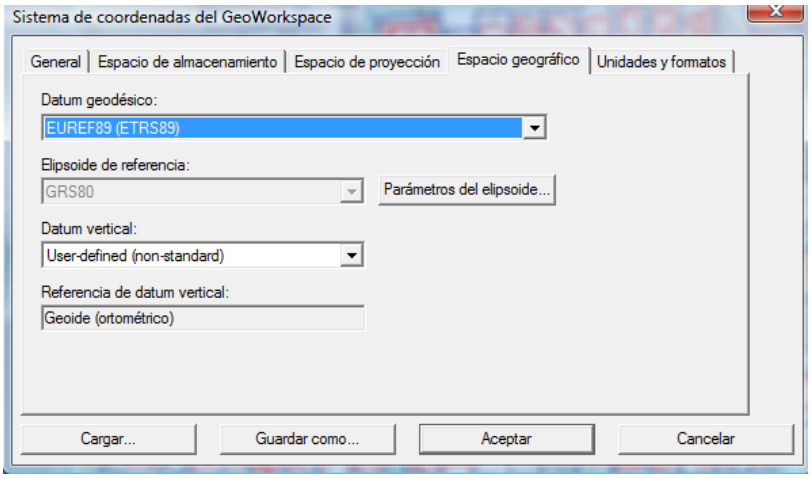

Figura 19: Configuració del fitxer de sistemes de coordenades (.csf)

3.1.3. Magatzems

Els magatzems és el lloc on es troben les dades a manipular o llegir per utilitzar al nostre GeoWorkspace. Per poder integrar-les a l'entorn de treball tenim diferents opcions i modes d'accés a les dades segons convingui.

Com a mode d'accés podem dir que existeixen dos que podem combinar i que són mode de lectura, escriptura o lectura-escriptura. Com les pròpies paraules indiquen, el mode lectura s'utilitzarà quan les dades representades només les volem a mode de visualització o consulta i no volem modificar-les en cap moment. Per altra banda, el mode de escriptura s'emprarà quan volem anar modificant qualque atribut per obtenir diferents resultats o representacions segons sigui necessari.

Per un altre costat, haurem de aconseguir les dades de qualque banda i Geomedia permet connectar-se a multitud de opcions per fer-ho. Per exemple, permet connectar-se remotament a repositoris de dades del tipus WMS(Web Map Service) o WFS (Web Feature Service) des d'on podrem obtenir dades de mapes i de atributs dels objectes, respectivament, típicament en mode de lectura per representar-les al GeoWorkspace. També es permet connectar-se a arxius descarregats de diferents fonts obtingudes a Internet i que poden ser del molt tipus diferents, com per exemple arxius del ESRI o CAD que es podem llegir i utilitzar igualment a Geomedia que permet realitzar la conversió. Una vegada establertes les diferents connexions, si ha anat bé, podem veure que als magatzems es troben les diferents entitats u objectes amb els seus atributs per ser utilitzats. [17]

3.1.4. Classes d'entitats

Les classes d'entitats són les unitats bàsiques per a treballar a Geomedia, i podríem dir que vendrien a ser els tipus de dades que volem utilitzar o la estructura de la qual està composada cada objecte. La forma de

representació d'aquestes classes d'entitat vendria a ser la taula, com per exemple serà la taula "Persones" al nostre projecte. Dins d'aquesta taula o classe d'entitat, tindrem diferents atributs o característiques del objecte i cada un dels registres serà un element del tipus definit que es considera l'entitat. Per tant, des d'un punt de vista més de programació orientada a objectes, una entitat vendria a ser una instanciació de la classe d'entitat amb uns valors determinats possibles per a aquesta classe.

Les entitats, són els elements de treball realment, ja que són els objectes ja definits amb les característiques agafades i representades de la realitat. Llavors, una entitat pot ser qualsevol element geogràfic del món real que pot ser representat a un entorn informàtic com és el SIG de Geomedia. Seguint amb l'exemple de les persones, la classe d'entitat seria això mateix: "Persona" i l'entitat seria qualsevol persona: "Joan", "Maria" o "Pere".

Evidentment, la representació a un SIG d'aquestes entitats haurà de ser qualque tipus de dades manipulable i representable, i tenim tres tipus a Geomedia: els punts quan és un element puntualment situat a un espai geogràfic (una persona podria ser d'aquest tipus), línies si volem representar objectes que tenen un recorregut però que l'espai que ocupen no és rellevant (rius, carreteres, etc.) i finalment polígons que serviran per interpretar àrees de terreny, edificis, municipis, o països entre d'altres.[17]

3.1.5. Llegendes

Quan tenim les connexions amb els magatzems i disposem de diferents entitats a cadascun d'ells, podem seleccionar quins volem utilitzar a les finestres de dades o mapa. Aquestes seleccions són les llegendes, que són les representacions i utilitat que ens proporciona Geomedia per conèixer quin tipus d'entitat estem manipulant. Per això ens proporciona una finestra a on apareixen totes les entitats seleccionades, amb el seu títol, escales, estadístiques i al estil de qualsevol eina de Windows, clicant al damunt podem navegar per un menú amb multitud d'opcions per fer les modificacions adients a les nostres necessitats. Les entrades de les llegendes estan diferenciades per colors i tipus de dades per tenir una fàcil identificació i donar més usabilitat a l'aplicació. [17]

3.1.6. Eines d'anàlisi

Les eines d'anàlisi de Geomedia permet obtenir noves dades per aconseguir assolir l'objectiu que es proposi l'usuari i que només amb la simple exposició de les dades no pot conèixer. Per tant, amb aquest tipus de operacions es podran conèixer dades de la realitat combinant diferents entitats o objectes que tinguem a la base de dades, relacionar atributs concrets, establir relacions, etc.

Aquestes consultes segons les condicions que s'imposen mostraran els resultats obtinguts en forma de nou objecte o entrada de llegenda al mapa, i/o a la finestra de dades sempre i quan s'hagi obtingut qualque resultat.

Les operacions estan enfocades des d'un punt de vista de consulta sql a la base de dades però sense perdre de vista que es tracten entitats que representen objectes físics geogràfics, i per tant, s'obtindran resultats enfocats al món geogràfic. Entre les operacions més comuns i útils en poder trobar algunes de les següents:

a) **Relacions**: típica operació de relació de dues taules a base de dades a on es relacionen dos camps en comú i s'obté un nou conjunt de registres amb les dades filtrades per la relació.

b) **Consulta d'atributs**: altre consulta típica de base de dades a on es poden seleccionar les entitats els atributs de les quals compleixen unes certes condicions.

c) **Consulta amb filtres espacials**: Des del punt de vista geogràfic servirà per obtenir entitats que tenen qualsevol tipus de relació física del tipus: es toquen, es solapen, estan separades, una conté a l'altre, estan contingudes parcialment o totalment dins de, són iguals, i totes aquelles altres operacions derivades d'aquestes.

d) **Altres filtres espacials**: com poden ser la intersecció d'elements, és a dir, aconseguir un nou element resultant de la intersecció d'altres dos. La diferència espacial que és el cas contrari. La zona d'influència que és un àrea al voltant de un objecte determinat que volem que tingui certa presència o importància a l'anàlisi i que es pot fer servir com a una entitat.

e) **Geocodificacions**: a partir de dades de qualsevol tipus, com per exemple coordenades o direccions es poden construir objectes que les utilitzin provinents d'una fulla de càlcul per exemple.

f) **Anàlisi geomètric**: Permet calcular elements de qualsevol dels objectes (polígons, línies o punts), com per exemple, el perímetre d'un àrea, azimuts, projeccions, etc. [17]

3.2. Preparació de la informació a Geomedia

Un dels primers objectius d'aquest projecte era familiaritzar-se amb l'entorn de treball que s'utilitzarà per desenvolupar el projecte. Sense cap dubte, el punt més conflictiu hauria d'estar, necessàriament, en la pràctica que es té en l'ús de les eines SIG ja que durant tota la carrera no s'han utilitzat i, per tant, s'haurà de començant a utilitzar-los sense cap tipus de coneixement anterior. Per altra banda, ja és té un grau de aprenentatge més gran tant en la utilització de base de dades i també de llenguatge de programació orientant a objectes (més específicament en Java que en .Net). Els coneixements de Visual Basic tampoc són gaire grans però no es considera un problema tant important ja que s'ha estimat que no hi ha una càrrega tant gran de desenvolupament en aquest entorn como si hi haurà als SIG.

Per aquest motiu, bona part del temps dedicat a investigar i preparar els entorns han estat utilitzats en tasques relacionades amb Geomedia Professional. Un dels objectius del projecte era aconseguir un GeomediaWorkSpace (GWS) adient per a l'execució de la pràctica. Les passes donades per aconseguir-ho han estat les següents:

a) **Instal·lació de l'aplicació Geomedia Professional**: s'ha escollit instal·lar-ne la versió 6.1. disponible a l'apartat de materials de l'assignatura ja que encara que no es coneixen les versions prèvies, és lògic pensar que aquesta darrera versió serà més estable i tindrà qualque funcionalitat extra que no es tenia a versions anteriors. El procediment de la instal·lació ha estat l'estàndard i no s'ha trobat cap tipus de problema en realitzar-ho.

b) **Obtenció de la llicència**: Geomedia Professional en ser un entorn de desenvolupament SIG de programari propietari que pertany a Intergraph necessita de llicència per a poder treballar sense problemes. La instal·lació estàndard et permet tenir disponibles totes les seves funcionalitats completes però només durant 30 dies, que són del tot insuficients per a aquest projecte. Per tant, mitjançant el tutor s'ha aconseguir disposar d'una llicència per tot un any.

c) **Anàlisi d'altres SIG alternatius**: l'elecció d'un programari propietari enlloc de qualque alternativa lliure vindria justificada per l'ampli repertori de funcions disponibles a Geomedia en front d'altres alternatives que encara que disposen de funcionalitats paregudes, no tenen tantes opcions a l'abast de l'usuari. Tot i això s'han instal·lat com a mesura de recolzament i per poder comparar un altre SIG, en aquest cas de programari lliure, com és el cas del gvSIG. També s'ha llegit documentació a sobre del SIG ArcGIS ja que en alguns llocs de vegades es fan comparatives entre Geomedia i ArcGIS com a sistemes pareguts en la seva capacitat de tractament d'informació georreferenciada.[5]

d) **Altres complements:** No s'ha instal·lat cap mòdul més per a Geomedia ja que no s'ha detectat la necessitat de utilitzar-ne cap més per a l'execució del projecte.

e) **Cerca de la base cartogràfica:** Com habitant de Mallorca he intentat que la zona a utilitzar durant el projecte fos qualque part de la geografia de l'illa. Per aquest motiu, es va descartar l'ús de les dades del ICC ja que com és natural només es disposen de dades del territori de Catalunya.

Per les Illes Balears existeix l'homònim IDEIB (Infraestructura de dades de les Illes Balears, http://www.ideib.cat)[6] que juntament amb el SITIBSA (Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears, S.A., http://www.sitibsa.com)[7] proporcionen un servei de dades georreferenciades per la seva obtenció i anàlisi. S'ha intentat utilitzar les dades proporcionades per aquest servei ja que disposa de totes les capes que es consideren necessàries per l'objectiu del projecte, però per desgràcia el servei WMS que proporcionen per a connectar-se a la seva base de dades (http://ideib.caib.es/pub_ideib/public/Ortofoto/MapServer/WMSServer?) pareix que darrerament està caigut, ja que només es permet la connexió a algunes parts que no són exactament les que es volien emprar. A la figura 20 es pot veure el visualitzador web del que disposa l'IDEIB.

Figura 20: Imatge del servei de visualització del IDEIB amb la zona que es vol emprar.

Per tant, com que no s'ha pogut utilitzat aquest servei, s'ha optat en segon terme emprar els serveis WMS d'altres entitats com l'IGN[8], i més concretament el del servei "Cartociudad" com es comentarà més endavant, juntament amb la descarrega de fitxers de dades georreferenciades del IGN i també del cadastre del Ministeri d'Hisenda i Administració pública.

Els WMS són servidors que produeixen mapes de forma dinàmica amb informació geogràfica ràster que representen imatges digitals. Aquests servei permet fer la superposició de diferents mapes per construir-ne altres de nous, ja que es permet jugar amb les transparència de manera que es pugui veure per pantalla informació complementària en només un cop d'ull.

En principi per constituir el GWS inicial de treball s'ha optat per utilitzar com a base cartogràfica tres servidors principalment que són:

- Cartociudad (http://www.cartociudad.es) [9]: és una base de dades oficial d'àmbit nacional amb estructura topològica SIG que permet la navegació per tot el territori espanyol. Conté el parcel·lari cadastral, districtes censals i postals dividits en polígons. El servei WMS emprat és: http://www.cartociudad.es/wms/CARTOCIUDAD/CARTOCIUDAD?.
- Cadastre (http://www.sedecatastro.gob.es) [10] : és una base de dades també pertanyent a l'estat espanyol que conté informació cadastral de tot el territori. Aporta informació més completa i específica a la ja aportada pel servei de Cartociudad. Del servei del cadastre s'ha optat per fer la descarrega dels fitxers físics amb les dades ja que ténen informació geomètrica de les parcel·les que s'haurà de fer servir per als càlculs de la monitorització de posició de les persones en referència a la situació de les localitzacions. En aquests casos és millor tenir-les a disposició per poder fer qualsevol manipulació.
- PNOA [8]: Servei nacional web de mapes que permet la visualització de dades d'ortofotografia del "Plan Nacional de Ortogragía Aérea (PNOA)". Permet la visualització d'ortofotos, és a dir, de fotografies reals del terreny amb dades georreferenciades. Poden ser útils per donar un caire més realista al GWS que volem constituir. El seu servei WMS és: http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA?Request=GetCapabilities&Service=WMS. S'emprarà per donar un fons d'un mapa real al conjunt de dades anteriors, i que sigui més atractiva la visualització del monitor per veure el moviment de les persones. S'ha optat per descarregar l'imatge de la zona que volem fer servir.

f) **Integració de les dades al GWS:** com que ja tenim les dades que volem utilitzar serà necessari integrar-les dins el Geomedia Professional. Per això, engeguem l'aplicació i GWS nou utilitzant una plantilla prèviament definida, en aquest cas per començar s'escull la "UTM31", ja que volem fer una representació de dades a les Illes Balears i com s'ha explicat a la part de teoria als punts 2.2.6 i 2.2.7. la projecció de tipus UTM necessita especificar quin fus s'emprarà per obtenir una representació correcta de les dades. En el nostre cas el fus que correspon a les Illes Balears és el 31 i s'emprarà la projecció UTM31.

Una vegada fet això disposem ja de l'entorn amb el visualitzador en blanc. En aquest punt hem de decidir quin són les dades que hem de carregar per tenir-les al visualitzador. És important carregar només aquelles que tinguin qualque ús a l'aplicació ja que si carreguem dades que no s'han d'emprar, podem córrer el risc de que el rendiment de l'aplicació sigui lent i resulti que sigui poc útil. A més s'ha de tenir en compte que és una aplicació que ha de esser àgil ja que es necessita que s'actualitzin les dades contínuament hi haurà de ser un procés automàtic i ràpid ja que perdria el sentit tenir un refresc de segons i que el monitor sigui més lent en actualitzar.

En la part de "Almacén" es crea un de nou que farem servir més endavant com a magatzem de dades del projecte, anomenat "TFCMonitorRCollados.mdb" i a més s'estableixen les connexions amb alguns dels WMS comentats abans. També s'estableixen les connexions amb les carpetes a on tenim guardades les dades descarregades de les fonts comentades anteriorment, obtenim un resultat que es mostra a la figura 21.

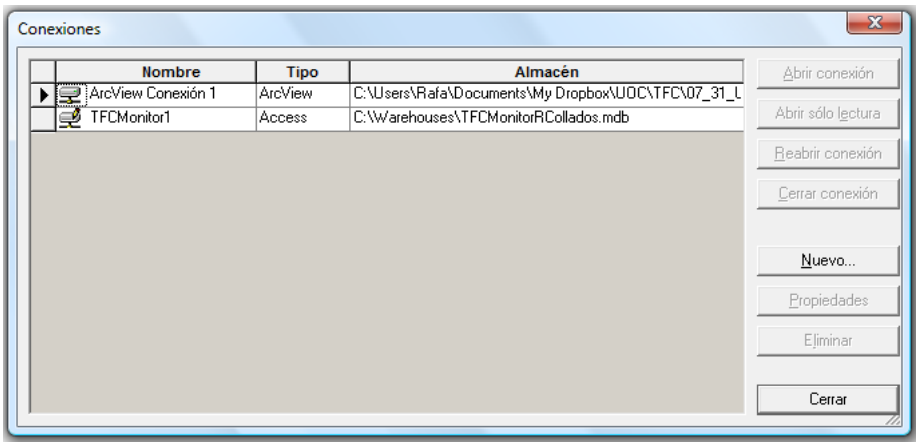

Figura 21: Connexions establertes als WMS i dades descarregades

Les fonts de dades que tenim guardades i que haurem de carregar estan formades per arxius del tipus shapefile, que estan preparats per a ser llegits pel SIG ArcView de ESRI però que també son perfectament exportables a Geomedia. Contenen informació dels elements geogràfiques i de tots els atributs i característiques que el composen. Cada element geogràfic està constituït per una sèrie d'arxius que es descriuen a continuació i podem veure a la figura 22:

- Arxiu .shp: és l'arxiu principal que conté les geometries dels objectes a representar.
- Arxiu .shx: és l'índex de les entitats geomètriques anteriors.
- Arxiu .dbf: és la base de dades del objectes descarregat, i que, per tant, conté les dades dels atributs associats als objectes representats.

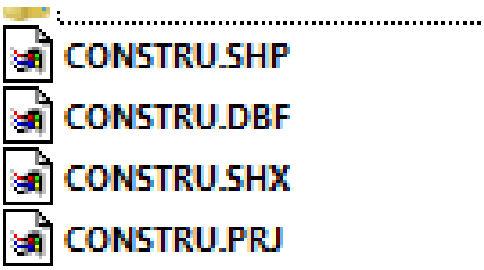

Figura 22: Arxius de shapefile

- Arxiu .prj: és un arxiu informatiu que conté la informació necessària per a que l'usuari conegui quin tipus de arxiu de sistema de coordenades haurà d'emprar per a que les dades dels objectes siguin representades correctament a Geomedia. Un exemple de dades que conté aquest arxiu:

PROJCS["ED_1950_UTM_Zone_31N",GEOGCS["GCS_European_1950",DATUM["D_European_1950",SPHEROID["International_1924",6378388,297]],PRIMEM["Greenwich",0],UNIT["Degree",0.0174532925199433295]],PROJECTION["Transverse_Mercator"],PARAMETER["False_Easting",500000],PARAMETER["False_Northing",0],PARAMETER["Central_Meridian",3],PARAMETER["Scale_Factor",0.9996],PARAMETER["Latitude_Of_Origin",0],UNIT["Meter",1]]

Podem destacar el fet que indica que té PROJCS i GEOGCS que indica que serveix tant per fer servir coordenades projectades com coordenades geogràfiques (explicades al punt 2.2.3). Al cas de les coordenades projectades especifica que s'ha d'emprar un el·lipsoide datum europeu 1950 amb projecció UTM31, mentre que per les coordenades geogràfiques es demana un geoide amb datum europeu 1950 també. Altra dada d'interès és el fet de que l'esfera ha de seguir la normativa International 1924. A més s'especifiquen moltes més dades útils per construir l'arxiu del sistema de coordenades (.csf).

Amb les dades donades anteriorment, es pot construir l'arxiu de sistema de coordenades seguint les indicacions. És important conèixer que aquest arxiu marcarà el camí per a mostrar les dades a Geomedia i, per tant, els arxius de dades emprats han de tenir concordança amb aquest ja que si no, no es representaran correctament o ni tan sols es representaran.

Una vegada tenim l'arxiu de sistemes de coordenades definit, haurem de carregar les dades i per això, encara serà necessari seguir una passa més abans. S'ha de preparar un fitxer .ini associat a cada conjunt de dades shapefile amb les mateixes característiques i que indiqui quin fitxer .csf emprarà aquest conjunt de dades. Quan ja tenim tot preparat, podem anar a la part "Leyenda" i després a "Agregar entrada a leyenda..." a on podem accedir a les connexions que tenim establertes (figura 23). Escollim les dades que es vulguin fet servir i acceptem per que es representin al "MapWindow" de Geomedia. S'ha carregat els objectes necessaris per obtenir el mapa d'un barri amb els carrers, parcel·les i edificis a on es podran moure els individus que haurem de controlar.

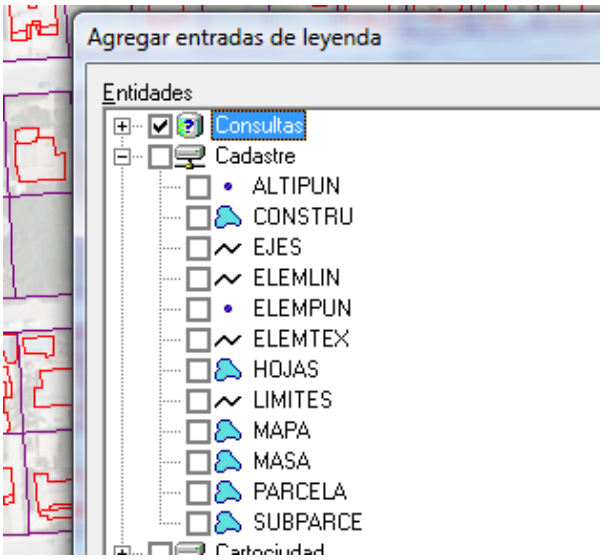

Figura 23: Entrades de la llegenda.

Per carregar el mapa descarregat del PNOA amb informació geogràfica de la part que necessitem per al barri escollit, s'ha anat a Geomedia al menú de "Insertar" i "Imágenes georreferenciadas" a on haurem d'escollir un altra cop l'arxiu .ini configurat anteriorment ja que volem seguir utilitzant el mateix

sistema de coordenades. Es cerca el fitxer que volem carregar que és del tipus .ecw i escollim el magatzem TFC.mdb definit en primer lloc a on es guardaran les dades de la imatge georreferenciada. Amb això ja tenim carregada la imatge de fons que farem servir.

Finalment, el darrer pas que haurem de fer per inserir les dades dels elements geomètrics carregats a la base de dades serà anar a "Sacar a clases de entidad", escollir les dades que volem representar al mapa i fer la importació cap a la base de dades TFCMonitorRCollados.mdb (s'ha escollit aquest nom perquè sigui fàcilment identificable per al tutor si ha de disposar de vàries amb noms pareguts).

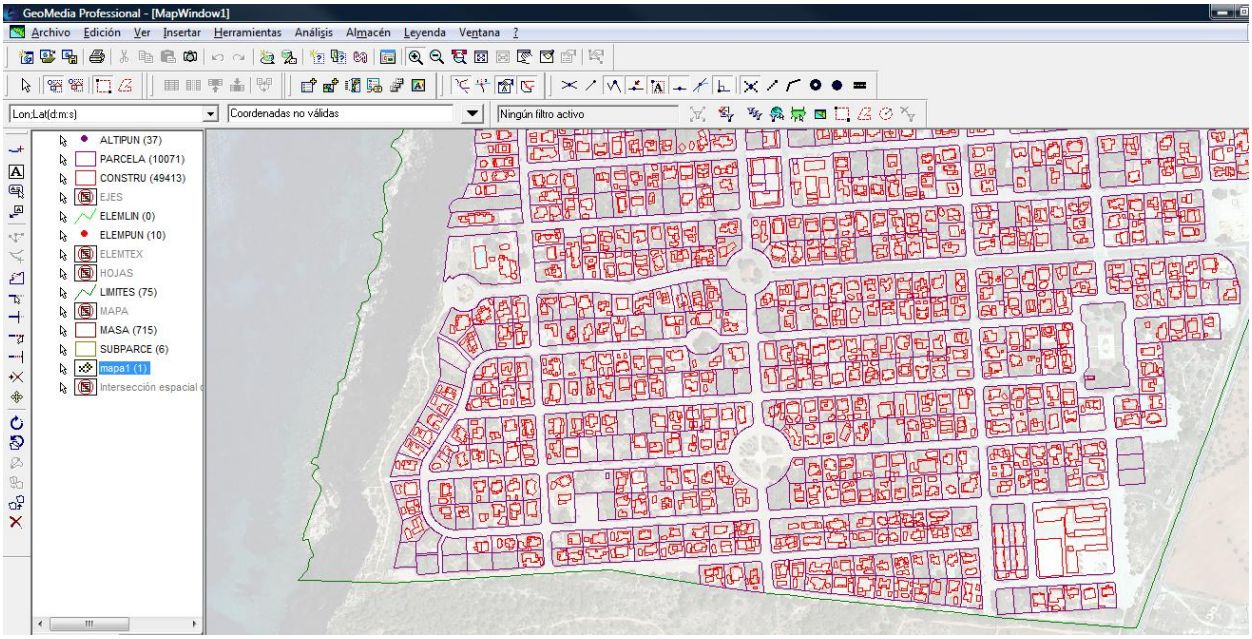

Figura 24: Visualització del GWS obtingut finalment

Finalment s'ha obtingut el producte que es mostra a la figura 24. Tot i això aquesta només és la base amb la que es començarà a treballar i en funció de les necessitats s'haurà d'anar modificant adientment.

Com es comentarà a l'apartat 4.4, s'ha optat per carregar dinàmicament la informació comentada, és a dir, les connexions, mapes i entrades de llegenda les carrega l'aplicació de monitorització en engegar-se. Això s'ha fet per dos motius: el primer disposar de tots els objectes i connexions necessaris a l'aplicació i segon que com s'han guardat totes les geometries a la BBDD amb "Sacar clases a entidad..." el projecte serà molt més fàcilment transportable per ser provat a qualsevol màquina només amb la còpia de la base de dades. De fet el projecte es pot executar sobre un workspace en blanc ja que carrega tot lo necessari en executar la comanda Geomedia. [17]

3.3. Integració amb Visual Basic 2005

Per poder fer operacions i programar la nostra aplicació de monitorització de posicionament de persones, no és suficient amb les eines que ens ofereix Geomedia i, per tant, serà necessari fer ús d'un altre llenguatge com és Visual Basic . Net que permet la integració total amb Geomedia.

Microsoft Visual Studio és un IDE que ens permetrà treballar amb aquest llenguatge propietari de Microsoft i que funciona sota el S.O. de Windows. En el nostre cas es farà ús de Microsoft Visual Studio 2005 ja que permet la integració amb Geomedia com s'explicarà a continuació. Aquesta dada era desconeguda en un principi i es va procedir a instal·lar la versió 2010, però en seguida consultant per fòrums es va veure que no era possible treballar amb totes dues aplicacions integrades i es va procedir a utilitzar una que si ens assegurés la compatibilitat. Tot i això, aquest fet va suposar un petit retràs en la planificació ja que la instal·lació i desinstal·lació (més les descarregues de més de 2GB de cada IDE) van suposar un parell de dies de retràs en el dia a dia previst.

Visual Studio 2005 està basat en la versió .NET Framework 2.0 que és el llenguatge serveix de unió entre la capa d'aplicacions i el core del S.O de Windows, és a dir genera el codi necessari per comunicar-se entre ells.

Per dur a terme la instal·lació es va procedir a fer una instal·lació normal, aconseguint tenir en complet funcionament la plataforma de desenvolupament però sense la integració amb Geomedia activada. Si, com és

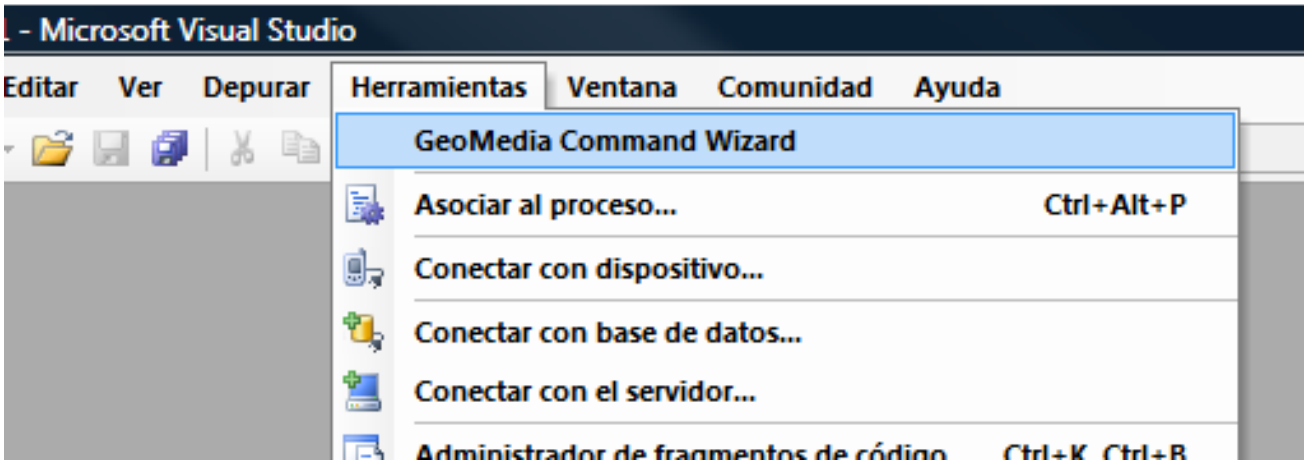

Figura 25: Menú de Geomedia Command Wizard integrat a Visual Studio

el nostre cas, s'ha instal·lat primer Geomedia que Visual Studio, s'haurà d'anar a la carpeta de Geomedia i executar l'aplicació "regwiznet" que hi ha a la carpeta Wizard. Una vegada fet aquest procediment, ja tenim actiu el mòdul que comunica les dos aplicacions i que s'anomena Geomedia Command Wizard, que ens facilitarà al feina per programar juntament amb Geomedia.

De fet la següent passa que haurem de dur a terme serà la creació d'un projecte amb aquesta nova comanda que ara apareix al menú de Visual Basic com es veu a la figura 25. Per fer-ho, s'ha executar aquesta opció del menú i omplir el formulari que ens apareix a on s'han d'escollir alguns paràmetres com el nom del projecte, si és de .NET o C#, el tipus de formulari que s'emprarà, quan s'executarà, etc. Aquests paràmetres després es podran modificar si cal.

Per desenvolupar la nostra aplicació s'ha optat per crear una comanda de Geomedia com apareix a la figura 26 escollir el llenguatge Visual Basic i la primera opció "Create a new Project for a command". S'han omplert les opcions del formulari fins arribar a la pantalla de si volem un control modal (obté tot el control de Geomedia i només el recuperem en tancar el formulari del Command Wizard) o sense control modal. En aquest cas s'ha escollir que l'aplicació sigui modal ja que l'usuari ha d'interactuar amb l'aplicació utilitzar les eines de navegació, i s'ha permès iniciar i aturar el simulador, i modificar el temps de refresc dins el formulari.

Una vegada compilat l'executable de la aplicació es podrà executar dins Geomedia afegint-lo al menú mitjançant el menú "Herramientas" y "Personalizar" a on es podrà afegir com a element del menú, icona, etc. totalment integrat al entorn d'una aplicació de Windows.

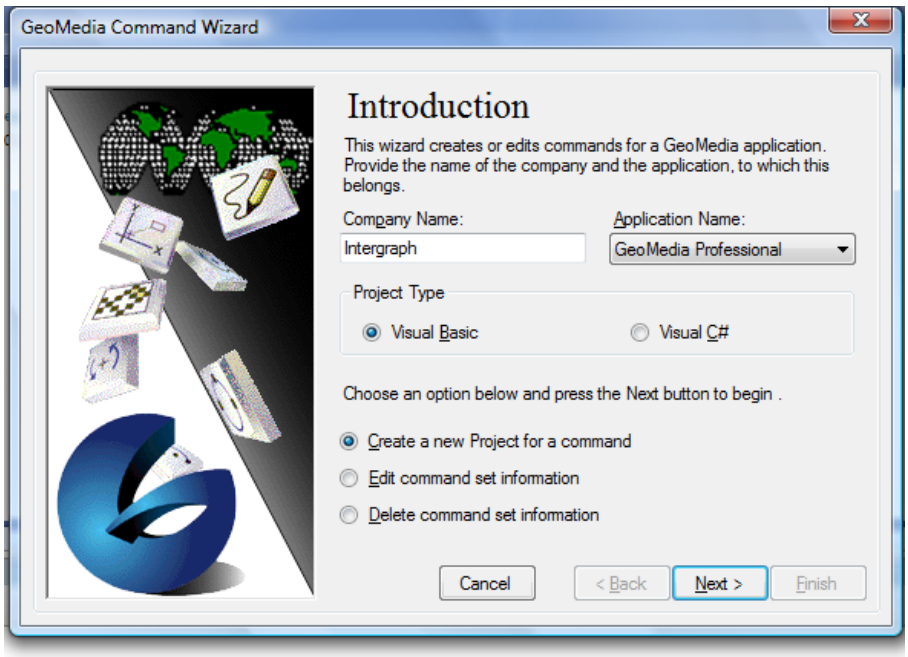

Figura 26: Formulari per introduir les dades de la comanda Geomedia

4. Aplicacions

4.1. Anàlisi de l'aplicació de monitorització

Per tal de fer un bon anàlisi de l'aplicació que se'ns demana és molt important fer una bona toma de requeriments. Per això, el primer pas que haurem de prendre és saber exactament quins requisits ha de complir el sistema a construir.

A l'enunciat del projecte es diu que el sistema ha de tenir una sèrie de característiques, com ara són:

- **Base de dades de persones**: és a dir haurem de disposar d'una BBDD a on apareguin les persones sobre les quals es vulgui fer un seguiment interactiu al mapa que hem preparat. Per això, serà necessari definir una estructura de base de dades que com a mínim haurà de tenir les següents taules de dades:
    - Taula de persones: Aquesta taula haurà tenir un índex numèric o codi identificatiu (potser un comptador inicialitzat a 1), a més del nom de la persona, i el identificador de la localització a la qual està associada (suposarem que serà el lloc a on té fixada la residència) i per últim, la geometria del punt que representa a la persona i que s'utilitzarà per dibuixar-la al mapa. Cal comentar que s'ha definit que cada vegada que es reiniciï l'aplicació la persona retorna a la seva posició inicial que serà la que té definida la localització a la qual està associada, és a dir, cada persona començarà el moviment a la seva localització associada. Aquesta taula serà construïda per el desenvolupador en la seva totalitat amb dades fictícies excepte el ID Localització que s'agafarà un a l'atzar de la taula que es comenta en el següent punt. Aquesta serà l'estructura de la taula "persona":

ID Persona	Nom Persona	ID Localització	Geometria
Numèric (Enter)	Text	Numèric(Doble)	Objecte OLE

    - Taula de localitzacions: Haurà de ser una taula amb l'identificador de la localització, a més de tenir la posició d'aquesta localització. Aquesta posició serà fixa ja que es tracta de elements immòbils. Es considerarà que aquesta localització, encara que ocupi una certa àrea dins del mapa representat, estarà georreferenciada com a un únic punt. D'aquesta manera que serà més senzill fer el càlcul de distàncies entre la persona-localització. Com aquesta informació la tenim a la taula de "parcel·la" obtinguda del cadastre del Ministeri l'utilitzarem tal qual per al nostre desenvolupament. A més, seran útils els camps de geometria (indica un punt concret com es desitja) i l'àrea de la parcel·la que com s'explica al punt 4.4 del desenvolupament, ha estat molt útil per tractar una de les restriccions.

ID Localització	Àrea	Posició Localització X	Posició Localització Y	Geometria
Integer(Enter)	Integer(Enter)	Integer(Doble)	Integer(Doble)	Objecte OLE

    - Taula de posicions de persones: Per poder fer un seguiment del moviment de les persones seria adient tenir una taula a on quedin registrades les persones. Per això, s'ha pensat que seria interessant disposar d'un altra taula que tingui com a columnes algunes dades; el ID de la persona en qüestió, i la posició o coordenades en la qual es troba en un moment

determinat i que serà representada al mapa cada interval x de temps, per tant, s'haurà d'actualitzar cada x temps tots el camps de la taula. La clau primària d'aquesta taula seria la ID de persona ja que cadascuna només pot estar a una posició a un moment donat. A més, s'ha considerat interessant que aquesta taula contengui altres camps útils de control i per la simulació del moviment: tokens (número de "passes" de la persona en el mateix sentit), sentit (direcció aleatòria de la persona: nord, sud, oest o est) i temps aturat (torns sense moviment de la persona), un atribut "mostrar" per saber si hem de mostrar o no la persona, a més de l'objecte que representa la geometria i que s'ha de dibuixar en cada torn. El funcionament i justificació d'aquest camps s'explica més extensament al punt 4.4 de desenvolupament de l'aplicació.

-

ID Persona	Pos. X	Pos. Y	Tokens	Sentit	Temps Aturat	Mostrar	Geometria
Int(Enter)	Int(Doble)	Int(Doble)	Int(Enter)	Int(Enter)	Int(Enter)	Int(Enter)	Objecte OLE

- Taula de restriccions: Finalment disposarem d'una taula de restriccions que haurem de consultar a cada moviment de les persones per comprovar que no s'ha complit algunes de les restriccions indicades. Aquesta taula constarà de un ID de restricció únic que serà la clau primària, un ID de persona que indicarà a quina persona fa referència la restricció, un "Tipus" que indicarà els tipus de restricció aplicada (els tipus definits s'expliquen a l'apartat 4.4), un camp de "metres" per els casos que sigui necessari indicar la distància en metres de allunyament, un ID del objecte destí sobre el qual s'executa la restricció (altra persona o edifici), i finalment un flag de control per indicar que la restricció ja ha estar informada a la finestra d'alertes.

ID Restr.	ID. Persona	ID. Objecte	Tipus	Metres	Flag
Int(Enter)	Int(Enter)	Int(Enter)	Int(Enter)	Int(Enter)	Int(Enter)

Per tant, l'estructura inicial de la base de dades de persones i localitzacions quedaria segons l'esquema que es mostra a la figura 27:

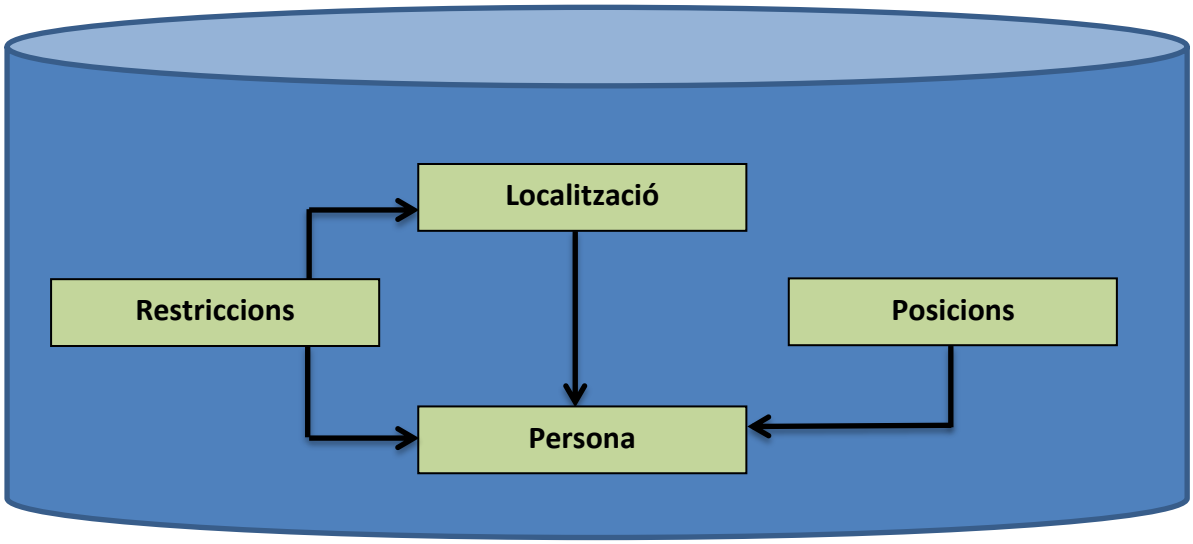

Figura 27: Esquema de base de dades de persones

- **Visor cartogràfic:** la part visual del programa i a on l'usuari podrà monitoritzar el moviment de les persones estarà format per un visor que ha de poder carregar la informació georreferenciada d'un mapa que s'ha obtingut de diferents fonts com s'indica a l'apartat 3.2 d'aquest document.

  Aquest visor cartogràfic haurà de ser una aplicació senzilla. La seva funcionalitat s'haurà de limitar a representar el mapa i refrescar-se cada segon per actualitzar la posició de les persones dins del mapa representat. Per a construir-lo s'emprarà Visual Basic .NET, i el procés que hauria de seguir l'aplicació a grans trets hauria de ser:
  - Consulta de mapa a Geomedia.
  - Si està disponible càrrega i visualització.
  - Consulta de base de dades de persones.
  - Carrega totes les persones disponibles en la posició actual

- **Capa cartogràfica:** aquesta capa haurà de ser una capa que representi els edificis o parcel·les del barri escollit, i per tant, haurà de delimitar geomètricament dins del mapa les distintes localitzacions que s'associaran a cada persona. Aquesta capa existia l'opció de construir-la o aconseguir-la de qualque WMS. En el nostre cas, s'ha obtingut el fitxer del municipi escollit del cadastre que té disponibles capes de les parcel·les delimitades per geometria de la zona a representar.

- **Eines de navegació:** mitjançant programació Visual Basic .Net s'ha de poder afegir al visualitzador algunes funcionalitats bàsiques per poder fer més senzill la monitorització de les persones. Com a mínim s'ha pensat que haurà de poder-se fer algunes operacions del tipus zoom o desplaçament. A més seria útil tenir altres eines a l'aplicació del tipus:
  - Temps de refrescament: escollir si es vol refrescar el mapa cada x segons.
  - Persones a visualitzar: en principi es carregarien totes les persones, però es podria deixar que l'usuari esculli només a quins vol veure a cada moment.

- **Finestres d'alertes:** als requisits demanats a l'enunciat es demana que existeixi una finestra d'alertes integrada al visualitzador. Aquesta finestra d'alertes haurà de ser una finestra dins l'aplicació que haurà de sortir en el moment en el que es compleixin qualque de les restriccions definides a la base de dades. Per tant, haurà de existir una taula -més a la base de dades que tindrà les restriccions existents i definides entre persona-persona o persona-localització. Les alertes que s'hauran de definir com a mínim són:
  - Avís d'alerta quan dues persones determinades es troben a menys d' x metres.
  - Avís d'alerta quan una persona surt d'una localització (edifici, barri..)
  - Avís d'alerta quan una persona es troba a menys d' x metres d'una determinada localització.
  - Avís d'alerta quan una persona entra en una determinada localització.
  - Detectar quan una persona porta més de x hores sense moviment.

En la figura 28 que es pot visualitzar seguidament, es fa una representació visual de l'aspecte que haurà de tenir l'aplicació final:

Figura 28: Pantalla de l'aplicació de monitorització

Com es pot veure a manera d'esquema a la imatge l'aplicació tindrà una estructura molt senzilla a on estarà la ventana de mapa amb el formulari de la comanda Geomedia composada per dos elements diferents: les eines de navegació que hauran d'estar disponibles en tot moment i la finestra d'alertes que s'ha aprofitat el formulari per integrar-la dins ja que per manejar els objectes al desenvolupament queda un codi molt més llegible i fàcil d'integrar, a més que estèticament s'ha vist que és bastant menys invasiu. L'aplicació haurà de tenir accés continu a la BBDD ja que s'han de llegir i escriure dades cada x segons d'interval escollit per l'usuari.

4.2. Anàlisi de l'aplicació de simulació

L'aplicació de simulació serà una eina bastant senzilla, la qual tindrà només com a funció simular el moviment de les persones que es troben a la base de dades ja que no disposem d'un sistema de recepció de dades interactiu. En principi, no és obligatori que el moviment de les persones transcorri dins els eixos vials, encara que seria bastant atractiu poder aconseguir-ho, però segurament això complicaria molt la lògica d'aquesta aplicació. En canvi, si ha de tenir un moviment continu dins el mapa, per tant, el procés d'aquesta aplicació haurà de ser:

- Accés a la BBDD de persones per llegir la posició de cada persona.
- Càlcul de la nova posició mitjançant un algorisme que el desplaci a una posició adjacent a l'anterior.
- Procés repetitiu a cada x segon.

La figura 29 mostra aquest procés que haurà de ser tant senzill com:

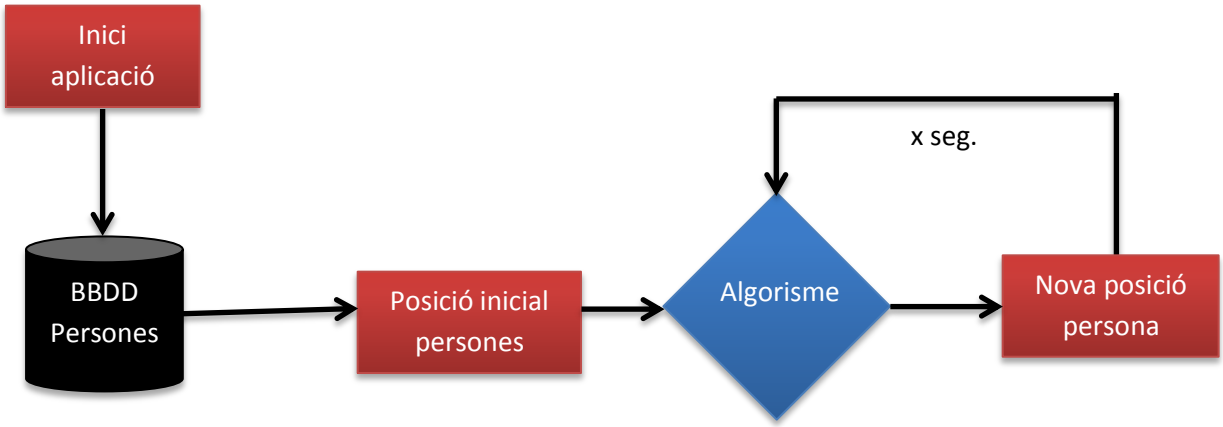

Figura 29: Diagrama de flux de l'aplicació de simulació

4.3. Casos d'ús de l'aplicació

Els casos d'ús de la aplicació no formen part de l'aplicació com a tal però són molt útils quan volem conèixer que fa aquest programa. Per tant, hauran de ser part important de l'anàlisi del projecte en el seu conjunt. Els casos d'ús bàsicament serveixen per tenir la visió del usuari final i veure como tractaria ell el sistema que té davant seu i com interactuen tot dos junts.

A continuació, es disposarà a la figura 30, a mode de diagrama, els casos d'ús que es pot trobar l'usuari amb l'aplicació de monitorització L'aplicació de simulació no està enfocada per a l'ús de cap usuari ni te cap funcionalitat amb la que pugui haver qualque interacció entre l'usuari i el programa ja que s'haurà d'engegar de manera automàtica en iniciar l'altra programa i realitzar contínuament la seva funció definida prèviament.

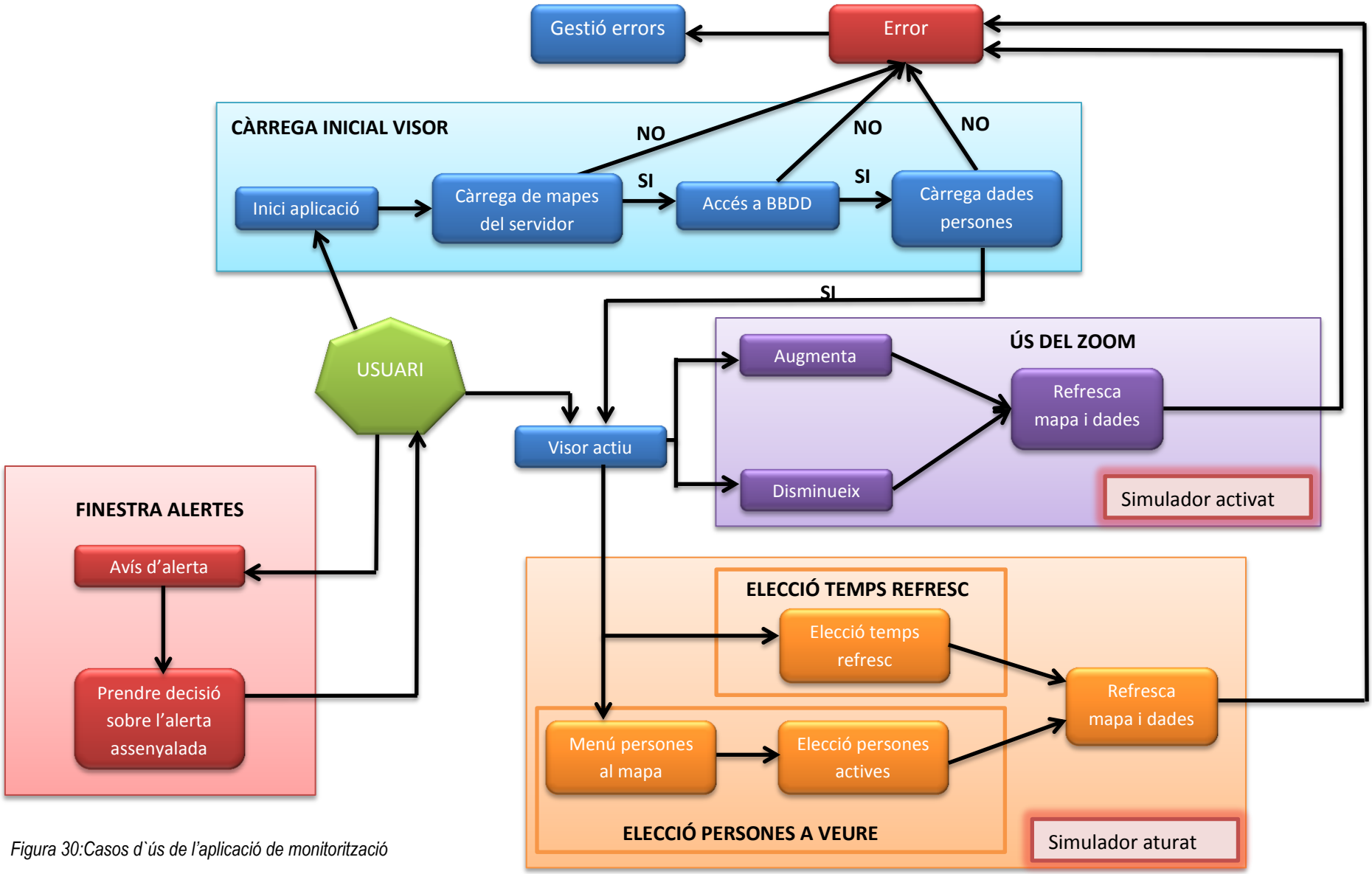

Figura 30:Casos d`ús de l'aplicació de monitorització

Tal i com es veu a l'esquema representat just al damunt, l'usuari és l'agent central encarregat de interactuar amb l'aplicació, ja que com el seu propi nom indica, es tracta d'una aplicació de monitorització. Això vol dir que és una aplicació construïda per a que una persona estigui observant el que ocorre a cada moment i actuï en conseqüència, és a dir, està totalment orientada a l'usuari.

Llavors, en un primer moment, el primer pas per part de l'usuari serà engegar el monitor i aquest haurà de executar la primera acció que és la representada a l'esquema com a "CÀRREGA INICIAL VISOR". En aquest procés l'usuari només ha de iniciar l'aplicació, però internament el procés que s'haurà de dur a terme és el dissenyat:

- Càrrega de mapes
- Accés a la BBDD
- Càrrega de dades de persones.

Aquest procés estarà a càrrec directament a Geomedia que haurà de fer tot el procés automàticament. A l'aplicació només es podrà fer un control d'errors per informar a l'usuari en cas de que la seqüència hagi produït qualque error, com per a exemple no poder accedir a algun servidor WMS, no hi ha accés a la BBDD, etc.

Una vegada carregat el monitor tenim el visor actiu i aquí ja va en funció del que vulgui l'usuari les accions que es poden realitzar, les quals podem dividir en tres grups depenent de si el simulador està en marxa o aturat:

a) Amb el simulador en marxa podrem:

- <u>Augmentar o disminuir el zoom del mapa actiu a pantalla</u>: aquesta acció permetrà apropar-se o allunyar-se dins el mapa, és a dir, augmentar o disminuir l'escala del mapa representat. El procés rebrà quin és l'acció seleccionada, s'executarà el zoom tornant a recarregar el mapa amb la nova configuració.

- <u>Finestra d'alertes</u>: aquest punt d'interacció de l'usuari amb l'aplicació té un caràcter visual ja que es tractarà d'una finestra a on surti la informació que faci referència a les restriccions definides a BBDD. Aquesta finestra, per tant, tindrà un objectiu informatiu per a l'usuari que només podrà visualitzar l'avís i actuar segons el protocol que tingui especificat. Només serà visible amb el simulador activat.

b) Amb el simulador aturat es permet fer aquestes operacions

- Elecció de temps de refresc: es podria donar a l'usuari la opció d'escollir cada quan temps es vol fer el refresc de la posició de les persones representades al mapa. Per defecte serà de dos segons, però podria ser que a l'usuari l'interessi que sigui cada més temps per motius de rendiment de la seva màquina, per exemple.

- Menú de persones al mapa: es podria també fer ús d'un menú a on estiguessin representades totes les persones del mapa de manera que es pugui escollir quines volem veure en un determinar moment. És a dir, es podria fer el seguiment d'una selecció d'individus que no inclogui a totes les persones que estan a BBDD.

Totes dues accions hauran de tornar a refrescar el mapa el que representa que es torni a dibuixar les dades segons les eleccions de l'usuari.

4.4. Disseny i codi de l'aplicació

En el següent apartat es passarà a explicar com s'ha dissenyat finalment el codi que fa possible el funcionament de l'aplicació de monitorització i el simulador que es demana a l'enunciat del projecte SIG.

4.4.1. Decisions prèvies

Com s'ha comentat a apartats anteriors, finalment s'ha optat per crear una comanda Geomedia amb control modal del procés, per desenvolupar el projecte. Aquesta elecció es justifica des del punt de vista de que el usuari ha de poder accés en tot moment a un menú a on realitzar les operacions que consideri oportunes, i tal com es demana al requisits del sistema s'ha de permetre, com a mínim, que es pugui tenir eines de navegació tals com zoom per apropar-se o allunyar-se de la imatge que se està visualitzant en un determinat moment. A més s'han afegit algunes funcions més com la possibilitat d'engegar o aturar el simulador o canviar en durant el procés el temps de refresc de l'aplicació. Cal afegir que l'opció de fer una comanda enlloc d'una aplicació surt de la necessitat de executar el projecte al mateix SIG mitjançant un botó que doni el control total al formulari de Visual Basic ja que durant la monitorització es pretén que l'usuari només pugui realitzar les operacions que permeti l'aplicació com és monitoritzar les persones, moure's pel mapa i veure els avisos a la finestra d'alertes. A més l'eina de Command Wizard que s'ha afegit a VS2005 ha facilitat molt aquesta operació.

En quant al disseny de l'aplicació cal comentar abans d'explicar el codi que, tal com s'ha especificat amb més detall al punt 4.1 d'aquest mateix informe, la base de dades conté 4 taules bàsiques que són les que s'han emprat per donar funcionalitat al programa que són, per una banda la obtinguda del Cadastre Nacional, com són les parcel·les de la zona utilitzada i que ja contenien els atributs i geometries necessaris per fer la funció de localitzacions, i per altra banda, s'han creat 3 taules més noves per definir les persones que volem monitoritzar. A l'anàlisi descrit al punt 4.1 cal afegir que la taula de persones s'ha construir amb noms aleatoris i dades fictícies fins a un total de 20 persones com demana l'aplicació i que s'ha dissenyat amb l'ajuda de l'opció "Definir clase de entidad..." de Geomedia. Igualment, s'han assignat una localització (agafant l'id de cada parcel·la escollida) per a cada persona de la taula diferent amb lo qual s'utilitzen més de 20 localitzacions inicials, a més de ser totes les del barri susceptibles de esser utilitzades a la taula de restriccions.

Aquesta taula de restriccions està composada per tantes entrades o registres com restriccions es vulguin considerar. Hi haurà un camp que determina el tipus de restricció que seran els quatre següents:

- **Valor "1": Persones a menys d'x metres de distància d'una altra persona.**

  En aquest cas es farà servir el camp "metres" per determinar a quina distància mínima s'han de situar les persones per a que no surti un avís. A més el camp de "idobjecte" identifica l'altra persona que interactua en la restricció.

- **Valor "2": Persona a menys d'x metres de distància d'un edifici o parcel·la.**

  A aquesta opció es fa servir el mateix criteri que l'anterior en quant a la utilització de l'atribut "metres" però el camp "idobjecte" en aquest cas serveix per identificar l'edifici al qual no es pot apropar la persona en qüestió.

- **Valor "3": Persona que surt de una determinada parcel·la sense permís.**

  En aquest cas no cal fer ús del camp "metres" ja que només es controla a quin 'idobjecte' ens referim en relació a la persona i a l'aplicació es calcularà si la persona es troba dins o fora de la parcel·la associada.

- **Valor "4": Persona que entra a una determinada localització sense permís.**

  Finalment ens trobem amb el cas exactament contrari al anterior, és a dir, el càlcul que es farà serà similar i sortirà l'alerta sempre i quan qualcú entri a un edifici que no li està permés.

El "flag" de la taula servirà per controlar que el procés ja ha llençat un missatge d'alerta referent a aquest avís.

També és interessant explicar la taula de pospersona ja que a més del camps amb l'identificador de la persona, les coordenades a on es troba i la geometria, conté tres camps interessants per poder controlar la simulació del moviment de les persones:

- **Tokens**: número de passes que cada persona dona en un determinat sentit. (També pot servir per determinar el nombre de "torns" sense que una persona es mogui de la seva posició.
- **Sentit**: s'han assignat a cada sentit que pot escollir una persona un número que indicarà cap a on ha de caminar (1 cap a dalt, 2 cap a la dreta, 3 cap a baix i 4 cap a l'esquerra), a més hi ha un cinquè estat que determina quan una persona no s'ha de moure. El funcionament lògic s'explicarà més endavant quan es tracti el tema de la simulació amb més detall per mantenir un ordre de desenvolupament.
- **Temps aturat**: és el nombre de "torns" que una persona duu sense moure's.

4.4.2. Disseny lògic i codificació

Al següents punts s'explicarà com s'ha codificat la solució per les aplicacions de monitorització i de simulació des del punt de vista de la programació i resolució dels problemes que s'han plantejat a l'hora de aconseguir els objectius marcats al projecte. Es dividirà en tres parts que justificaran el motiu de les accions dutes a terme per definir el formulari de l'aplicació que serà el punt a través del qual interactuarà l'usuari, la monitorització de les persones que haurà de controlar les restriccions definides i avisar a l'usuari en cas de que ocorri qualcuna, i finalment l'algorisme que s'ha emprat per a aconseguir que les persones tinguin un moviment el més natural possible per el mapa.

Des del punt de vista del codi, també s'ha dividit en tres parts que són un formulari que fa de nexe d'unió entre les altres dues: el monitor i el simulador, que es troben junts al mateix projecte però clarament diferenciades les seves funcionalitats i mètodes, ja que totes les funcionalitats del simulador han estat separades a una classe anomenada "simulador" que és totalment independent de la resta de l'aplicació

4.4.2.1. Formulari de l'aplicació

A aquesta part de l'explicació teòrica es vol explicar el formulari emprat a l'aplicació que farà la funcionalitat de menú d'interacció entre l'usuari i el programa, ja que serà la via de contacte per a que l'usuari pugui realitzar les operacions que consideri oportunes.

S'ha escollit tenir un formulari amb totes les característiques integrades, en primer lloc, per motius funcionals i d'espai ja que es van intentar realitzar altres tipus de configuracions però del tot insatisfactòries. Per la meva experiència a llocs de treball, s'ha tingut en compte que l'aplicació ha d'esser vàlida per a ser utilitzada en multitud de plataformes i provant a diferents màquines es va comprovar que a pantalles petites, l'aplicació era difícil de utilitzar ja que el formulari ocultava, gairebé, la meitat del mapa. Per tant, quan més integrat i discret siguin més útil a diferents màquines serà.

L'altra motiu de fer tot el formulari integrat ha estat el fet de que com s'ha escollit tenir una comanda Geomedia de tipus modal, aquesta pren tot el control de l'aplicació, i per tant, el control està en tot moment en el formulari i es va considerar que la lògica per a poder "jugar" entre varis formularis a la vegada a una aplicació d'aquest tipus seria del tot innecessària quan integrar tot dins del mateix mòdul era la solució que es considera més neta, àgil i usable per a l'usuari. I tenint en compte que és una aplicació dirigida a la practicitat i la funcionalitat per a la ràpida resposta en cas d'alerta es considera una solució totalment justificada.

Aquesta decisió comporta que surti un conflicte en el fet que es demanava que les aplicacions de simulació i monitorització fossin totalment independents, però com es justificarà després de la solució que s'ha pensat per al simulador al punt 4.4.2.5. els mòduls de simulació i monitorització no comparteixen cap variable en comú. Només pertany a totes dues aplicacions l'accés al mateix formulari ja que per mantenir la unitat del mòdul es necessari integrar les cridades a les funcions de cadascuna de les aplicacions des del mateix, i de fet només s'utilitzen els mètodes del simulador al temporitzador.

El formulari que farà les funcions de menú d'interacció amb l'usuari tindrà dos estats, un quan es carrega l'aplicació i un altre quan s'engega el simulador. Per a situar l'explicació es mostra a la figura 31 quin és l'aspecte del formulari en tot dos casos:

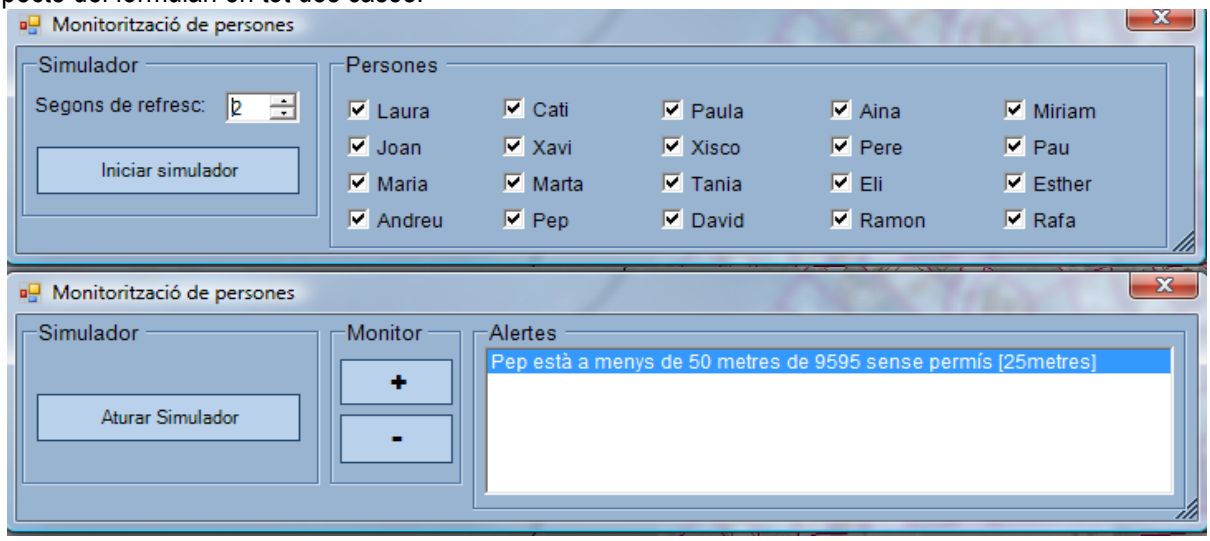

Figura 31: Formulari per l'aplicació de monitorització de persones

En el primer cas, quan es carrega l'aplicació o quan s'atura el simulador, el formulari conté dues parts diferenciades:

- La primera part del formulari està composat per la funcionalitat del simulador que consta de dos objectes, un selector per escollir el nombre de segons de refresc que vulgui l'usuari per a veure el refresc de les persones i un botó d'iniciar el simulador que s'encarrega de posar en marxa el temporitzador inclòs al formulari que agafa el temps escollit al selector i que desapareix en ser pitjat.

  A nivell de codificació el selector de temps el que fa es agafar el valor que s'hagi escollit i multiplicar-ho per 1000 milisegons. El rang anirà de 2 fins a 15 segons, ja que l'usuari ha de poder escollir el temps de refresc més adient per al seu maquinari, ja que a les probes realitzades s'ha vist que per ordinadors lents el processament i actualització de dades és massa lent i és millor augmentar l'interval. Així mateix no s'ha trobat gaire pràctic utilitzar menys de dos segons també per motius de rendiment, ja que amb un segon el sistema es sobrecarrega massa inclòs a l'ordinador més potents dels que s'han utilitzat. Per altra banda, al formulari trobem un temporitzador de VB que s'encarrega d'executar cada interval de temps les dues funcions (explicades al punt 4.2.2.4) que realitzen la simulació: MovePersona I LoadEntryPersona. El botó d'aturar només realitza l'operació de bloquejar el temporitzador fins que es torni a iniciar.

- La segona part d'aquest format del formulari conté els noms de totes les persones actives al mapa. Aquesta funcionalitat té com a objectiu identificar a les persones ja que permetrà escollir quines volem veure al mapa, si totes, algunes o només una d'elles. Això no vol dir que la resta de persones es mantinguin inactives, ja que es tracta d'un monitor de persones, e igualment encara que no es mostrin si qualcuna d'aquestes persones ocultes produeix un alerta sortirà a pantalla també ja que pot ser necessari conèixer-la. Aquesta funcionalitat només té com a objectiu simplificar la identificació i seguiment de algun en particular.

Una vegada activat el simulador ens trobem amb un menú diferent, diferenciat en tres parts:

- Existeix un altre botó per a aturar el simulador que només apareix quan es troba en marxa l'aplicació i que, per tant, ocupa el lloc del botó d'inicialitzar, la funció del qual serà bloquejar el temporitzador i torna al primer menú.

- La segona part del formulari conté els control de monitorització en els qual es troben les opcions de les que disposa l'usuari per millorar la monitorització. En el nostre cas es disposa de dos botons per fer zoom a l'aplicació, que simplement utilitzaran la funció de la vista de mapa per realitzar zoomIn (botó +) i de zoomOut (botó -). A continuació la funció de zoom per al primer cas:

```
GMMapView1.ZoomFactor = 0.5
GMMapView1.Zoom(True, True, 1, 1, 1)
```

- Finalment, es disposarà de la finestra d'alertes integrada al formulari a on es mostraran totes les alertes que siguin detectades per la funció "ComprovarRestriccions". A continuació, a la figura 32, aspecte de la finestra d'alertes amb alguns missatges:

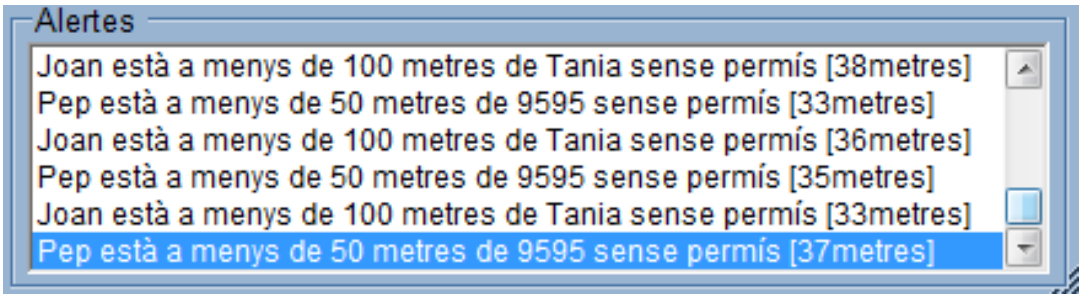

Figura 32: Finestra d'alertes amb alguns missatges

4.4.2.2. Càrrega de dades

Abans de començar a monitoritzar persones ens trobem que el formulari ha de realitzar algunes funciones prèvies que permetin al monitor disposar de totes les eines necessàries per a poder executar-se correctament.

En executar la comanda Geomedia, el sistema ordena la càrrega del formulari però abans de que aparegui per pantalla podem escollir que es realitzin algunes funcions o passes prèvies que creguem útils. En el nostre cas, es recuperaran i carregaran algunes variables necessàries posteriorment per al monitor, com la vista del mapa, característiques de les llegendes, quin sistema de coordenades es farà servir, o el zoom inicial del mapa.

S'ha decidit que en aquesta fase es carreguin totes les dades inicials i estàtiques que es necessiten al mapa enlloc de tenir-les carregades al GeoWorkspace prèviament, sobretot per a tenir el control de poder gestionar la lògica d'errors. Al mateix temps, aquest fet aporta altres avantatges com és el fet de que realment no es faci necessari donar-li a l'usuari un .gws configurat, sino que pot escollir un en blanc creat per ell mateix, deixant dependre de d'un donat.

Els passos següents que es prendran abans de carregar el formulari seran:

- Control d'error en cas de no trobar o no carregar el GeoWorkspace
- Configuració i assignació de característiques de menú de llegendes, situat a l'esquerra amb les capes que es carregaran seguidament.
- Configuració del mapa, amb el sistema de coordenades, zoom, entre d'altres. A aquest punt es controla la possibilitat de que l'arxiu .csf de sistema de coordenades es trobi a la situació que s'espera, mostrant un missatge d'error al cas contrari.
- Inicialitzacions de les connexions a la base de dades de "TFCMonitorRCollados" a on es troben totes les dades necessàries per a l'aplicació.
- Càrrega de les capes a les entrades de llegenda per part de la funció "InitLegendEntries". Per realitzar aquesta funció s'han definit alguns arrays de constants a l'aplicació amb les dades necessàries de cada entrada de llegenda: "LegendNames" (Noms de les taules), "GeometryNames" (Nom de l'atribut

de geometries), “StyleNames” (Tipus de estil per aplicar unes determinades propietats visuals). D’aquesta manera la càrrega de les entrades de llegenda escollides, es poden carregar simplement passant per paràmetre aquest valors per als 7 casos existents, evitant repetir el codi. Finalment aquesta part del codi quedaria:

```
Private Sub InitLegendEntries()
    Dim i As New Integer
    Dim objConnLE As New PClient.Connection

    objConnLE = GeoApp.Document.Connections.Item("TFCConnection")

    For i = 1 To 7
        Me.LoadLegendEntry(objConnLE, i)
    Next

    i = Nothing
    objConnLE = Nothing
End Sub
```

La funció “LoadLegentEntry” agafarà la posició dels arrays per a cada entrada i el carregarà, amb el seus estils i refrescarà el menú de llegendes per a poder ser visualitzat.

- Amb la càrrega des de l’inici de l’aplicació s’haurà de restaurar la base de dades al seu estat inicial amb dues funciones: “InitPersona” que restaura les posicions de la taula de posicions de persones, i “InitRestriccions” per retornar els flags d’aquesta taula també al seu estat primigeni.

Geomedia presentarà l’aspecte de la figura 33 una vegada carregada l’aplicació sense iniciar el simulador.

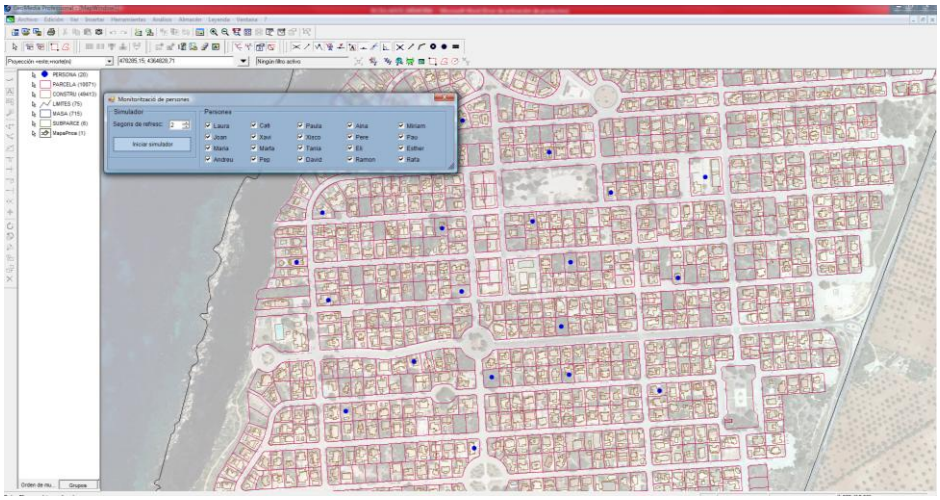

Figura 33: Aplicació carregada i preparada per utilitzar

4.4.2.3. Monitorització de persones

En aquest punt s’explicarà la part que implica a l’aplicació de monitorització de persones a un mapa carregat prèviament i que s’inicialitza com s’ha comentat al punt anterior.

L’aplicació de monitorització serà realment la part que s’encarrega de comprovar que s’infringeixi qualsevol de les restriccions descrites a la taula de restriccions. I per aquesta funció s’ha realitzat una única funció

"ComprovarRestriccions" que s'encarregarà de comprovar a cada interval de temps, (de aquí sigui molt necessari que el lligam entre el simulador i el monitor sigui el temporitzador del formulari),

Una vegada començada la simulació a cada "torn" es farà la comprovació que consistirà en recórrer tots els registres de la taula de restriccions, analitzar quin és el valor de camp "tipus" que té quatre possibles valors. Finalment quedarà codificat cada cas segons el codi que es mostra a continuació:

- **Valor "1"**: Persones a menys de x metres de distància. Es comprovarà que el mòdul de la distancia entre les dues persones implicades en l'acció sigui menor que la distància marcada a l'atribut "metres" de la taula. Una serà la que tingui la restricció i l'altra la que s'hagi assenyat com a "idobjecte" a les restriccions. El codi utilitzat és:

```
'Control de tipus de restricció 1
If objRS1.GFields("TIPUS").Value = 1 And objRS1.GFields("FLAG").Value = 0 Then
      objRS2 = objDB.OpenRecordset("SELECT * FROM POSPERSONA WHERE IDPERSONA = " &
objRS1.GFields("IDOBJECTE").Value, GDO1.GConstants.gdbOpenDynaset)
       Dim puntAx, puntAy, puntBx, puntBy, metres, distancia As Double
       puntAx = objRS3.GFields("COORDX").Value
       puntAy = objRS3.GFields("COORDY").Value
       puntBx = objRS2.GFields("COORDX").Value
       puntBy = objRS2.GFields("COORDY").Value
       metres = objRS1.GFields("METRES").Value
       distancia = Maths.Sqrt(((puntBx - puntAx) ^ 2) + ((puntBy - puntAy) ^ 2))
       If distancia < metres Then
       ListBox1.Items.Add(objRS3.GFields("NOMPERSONA").Value & " està a menys de " &
metres & " metres de " & objRS2.GFields("NOMPERSONA").Value & " sense permís [" &
Maths.Round(distancia) & "metres]")
            ListBox1.SelectedIndex = ListBox1.Items.Count - 1
      End If
End If
'Fi de control de tipus de restricció 1
```

- **Valor "2"**: Persona a menys de x metres de distància d'una parcel·la. De la mateixa manera que al cas anterior però en aquesta ocasió l'atribut "idobjecte" es tracta de l'identificador de la parcel·la.

```
'Control de tipus de restricció 2
If objRS1.GFields("TIPUS").Value = 2 And objRS1.GFields("FLAG").Value = 0 Then
       Dim puntAx, puntAy, puntBx, puntBy, metres, distancia As Double
       puntAx = objRS3.GFields("COORDX").Value
       puntAy = objRS3.GFields("COORDY").Value
       puntBx = objRS2.GFields("COORX").Value
       puntBy = objRS2.GFields("COORY").Value
       metres = objRS1.GFields("METRES").Value
       distancia = Maths.Sqrt(((puntBx - puntAx) ^ 2) + ((puntBy - puntAy) ^ 2))
       If distancia < metres Then
             ListBox1.Items.Add(objRS3.GFields("NOMPERSONA").Value & " està a menys de "
& metres & " metres de " & objRS2.GFields("ID1").Value & " sense permís [" &
Maths.Round(distancia) & "metres]")
             ListBox1.SelectedIndex = ListBox1.Items.Count - 1
      End If
End If

'Fi de control de tipus de restricció 2
```

- **Valor "3"**: Persona surt de la parcel·la sense tenir permís per fer-ho. En aquesta ocasió s'han especificat uns marges (margeXdrt, margeXesq, margeYdlt, margeYbai) de les parcel·les per poder saber quan una persona ha sortit de les mateixes. Es volia fer servir el filtre espacial per a tal objectiu, però no es va aconseguir fer-ho funcionar com es requeria. Per tant, com a solució alternativa es va

decidir fer-ho d'aquesta altra manera ja que igualment quan la geometria de la persona sobrepassa el límits de cada parcel·la no es complirà la restricció i es mostrarà l'alerta. El "flag" determina que ja s'ha avisat d'aquesta incidència i no ha de tornar a sortir per a no sobrecarregar la finestra d'alertes.

```
'Control de tipus de restricció 3
If objRS1.GFields("TIPUS").Value = 3 And objRS1.GFields("FLAG").Value = 0 Then
       If (margeXdrt < objRS3.GFields("COORDX").Value) Or (margeXesq >
objRS3.GFields("COORDX").Value) Then
       ListBox1.Items.Add(objRS3.GFields("NOMPERSONA").Value & " ha sortit de la
parcel·la " & objRS2.GFields("ID1").Value & " sense permís")
             ListBox1.SelectedIndex = ListBox1.Items.Count - 1
             objRS1.Edit()
             objRS1.GFields("FLAG").Value = 1
             objRS1.Update()
      ElseIf (margeYdlt < objRS3.GFields("COORDY").Value) Or (margeYbai >
objRS3.GFields("COORDY").Value) Then
             ListBox1.Items.Add(objRS3.GFields("NOMPERSONA").Value & " ha sortit de la
parcel·la " & objRS2.GFields("ID1").Value & " sense permís")
             ListBox1.SelectedIndex = ListBox1.Items.Count - 1
             objRS1.Edit()
             objRS1.GFields("FLAG").Value = 1
       objRS1.Update()
       End If
End If
'Fi control de tipus de restricció 3
```

- **Valor "4"**: Persona que entra a una parcel·la sense permís per fer-ho. L'explicació d'aquest cas es igual al cas anterior però tenint en compte que es marcarà l'alerta si la geometria entra a la parcel·la enlloc de sortir.

```
'Control de tipus de restricció 4
If objRS1.GFields("TIPUS").Value = 4 And objRS1.GFields("FLAG").Value = 0 Then
       If (margeXesq < objRS3.GFields("COORDX").Value) And
(objRS3.GFields("COORDX").Value < margeXdrt) And (margeYdlt >
objRS3.GFields("COORDY").Value) And (margeYbai < objRS3.GFields("COORDY").Value) Then
              ListBox1.Items.Add(objRS3.GFields("NOMPERSONA").Value & " ha entrat a la
parcel·la restringida " & objRS2.GFields("ID1").Value)
              ListBox1.SelectedIndex = ListBox1.Items.Count - 1
              objRS1.Edit()
              objRS1.GFields("FLAG").Value = 1
              objRS1.Update()
       End If
End If
'Fi de control de tipus de restricció
```

4.4.2.4. Simulació de persones

Per aconseguir que les persones carregades a base de dades tinguin un moviment paregut al de persones, i que compleixin els requisits definits a l'enunciat, s'ha pensat en un sistema basat en "torns" tipus joc de rol a on a cada torn es llança un dau i segons la puntuació es permet un determinat tipus de moviment o un altre als personatges.

De la mateixa manera s'ha intentat aconseguir la lògica de control de les persones del simulador, i per fer-ho s'han creat dues entrades més a la base de dades, com s'ha comentat en apartats anteriors, que son el camp "token" i el camp "sentit".

En primer lloc serà útil determina l'ús de l'atribut "sentit". Simplement és un codi que indica quin serà el comportament de la persona a cada interval de temps i que vendrà donat per cinc possibles valors predeterminats:

- Valor "1": Moviment cap al Nord geogràfic
- Valor "2": Moviment ca al Est geogràfic
- Valor "3": Moviment cap al Sud geogràfic
- Valor "4": Moviment cap al Oest geogràfic
- Valor "5": Cap moviment

L'altre camp utilitzat en el moviment es denomina "token" i determinarà el nombre de repeticions del tipus "sentit" de cada persona, és a dir, el nombre de "torns" o intervals de temps en que s'haurà de repetir el moviment assignat.

El funcionament consistirà en un moment inicial, en escollir un valor per a cadascun del camps de forma aleatòria mitjançant un Randomize() de Visual Basic. El camp "token" s'ha establert que tingui un valor entre 1 i 60 i el camp "sentit" entre 1 i 5 que son el nombre de tipus de moviments existents. A continuació el codi per escollir el "token" i el "sentit":

```
If objRS.GFields("TOKENS").Value = 0 Then
       objRS.GFields("TOKENS").Value = Int((60 * Rnd()) + 1)
       objRS.GFields("SENTIT").Value = Int((5 * Rnd()) + 1)
       '1 = Cap a dalt; 2 = Cap a la dreta; 3 = Cap a baix; 4 = Cap a l'esquerra; 5
Aturat
       objRS.GFields("TEMPS_ATURAT").Value = 0
End If
```

Una vegada escollit un valor per a cada persona de la taula, es comencen el "torns" que corresponen a cada interval de temps al qual la persona pot moure's o no depenent del valor de "sentit". El procés serà com s'indica a l'esquema següent per a cada interval x de temps:

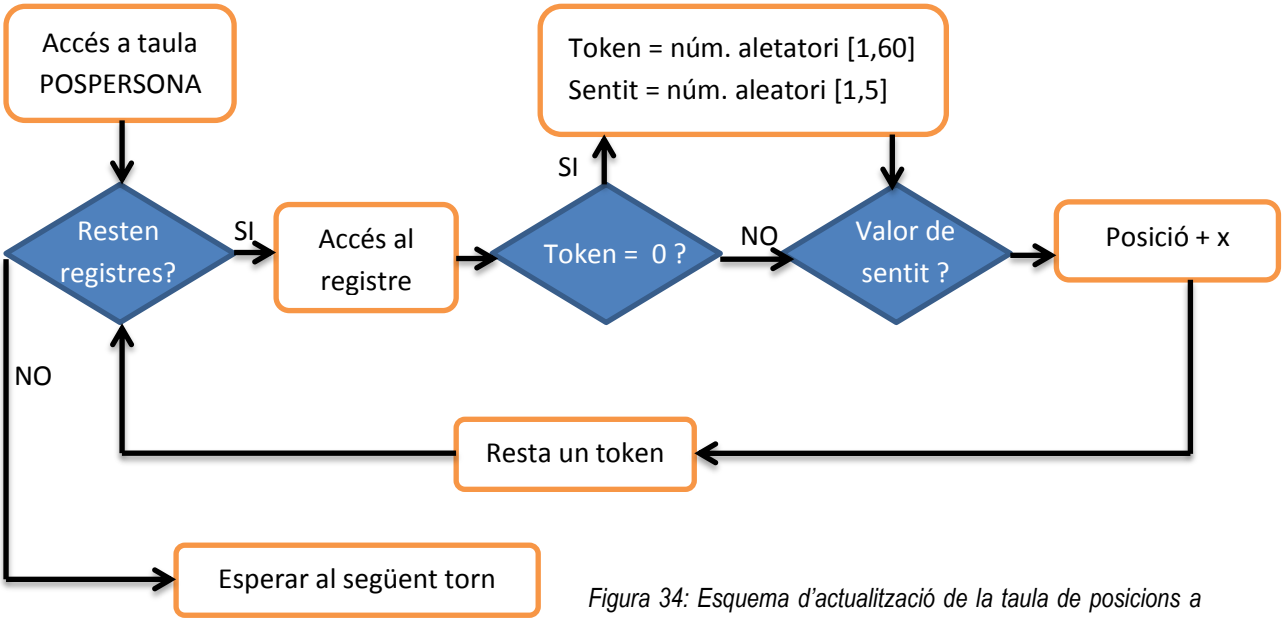

Figura 34: Esquema d'actualització de la taula de posicions a

Com es veu a la figura superior, per a cada "torn" es fa un recorregut de tots el registres de la taula de posicions de les persones. Primerament, es comprova el nombre de "tokens" restants. Si el valor del "token" és igual a 0 s'assigna un nou valor i un nou sentit ja que vol dir que s'ha esgotat el nombre de vegades repetides del mateix sentit i es determina que la persona ja pot canviar el seu sentit de la marxa o pot escollir quedar-se aturada. Aquest comportament serà el que provocarà l'aleatorietat del moviment però amb una certa lògica ja que el més probable és que una persona segueixi durant un cert temps una mateixa ruta fins que es canviï el seu sentit, tal i com podria passar a la vida real. Tot i això, el moviment serà el demanat com a requisits a l'enunciat i certament es podria fer una lògica molt més complexa que tingués en compte altres paràmetres de comportament, com per exemple, les persones haurien de caminar pels carrers i no a través de les parcel·les, o que no s'aturin fora de les parcel·les.

Si continuem analitzant l'esquema veurem que a cada volta de comprovació es mira el "sentit" de la persona i en funció del seu valor fa un moviment de 2 metres cap a la direcció escollida. S'ha escollit 2 metres perquè el resultat del moviment queda bastant natural. El codi utilitzat serà:

```
If objRS.GFields("SENTIT").Value = 1 Then
      objRS.GFields("COORDY").Value = objRS.GFields("COORDY").Value + 2
ElseIf objRS.GFields("SENTIT").Value = 2 Then
      objRS.GFields("COORDX").Value = objRS.GFields("COORDX").Value + 2
ElseIf objRS.GFields("SENTIT").Value = 3 Then
      objRS.GFields("COORDY").Value = objRS.GFields("COORDY").Value - 2
ElseIf objRS.GFields("SENTIT").Value = 4 Then
      objRS.GFields("COORDX").Value = objRS.GFields("COORDX").Value - 2
ElseIf objRS.GFields("SENTIT").Value = 5 Then
      objRS.GFields("TEMPS_ATURAT").Value = objRS.GFields("TEMPS_ATURAT").Value + 1
Else
      MsgBox("Error: Inconsistència a la BBDD")
End If
```

A continuació es guarda la nova posició a la taula en funció, i seguidament es resta un "token" al atribut de la taula per restar un "torn". Es guarden totes les actualitzacions de la taula i es torna el control a la següent operació que serà la de dibuixar al mapa la nova geometria generada.

La funció encarregada de dibuixar la nova posició de la persona al mapa haurà de tenir la capacitat de connectar-se novament a la taula de posicions de persones dins el mateix "torn" que correspon a un interval de temps definit per l'usuari, però en aquesta ocasió només haurà de modificar les dades corresponent a les noves geometries a més de llegir les noves posicions i geocodificar-les al mapa. Per aquest motiu, es tornarà a fer el recorregut de la taula de tots el registres que identifiquen a cada persona que haurem de situar.

Per realitzar aquesta operació es farà servir una de les eines de les que disposa Geomedia com és la Geocodificació de dades. Aquesta eina permet introduir un valor x(coordenada horitzontal) e y(coordenada vertical) dels eixos de coordenades (també l'alçada però no ens interessa en aquest cas), que juntament amb el tipus de sistema de coordenades, ens tornarà una nova geometria de la posició transformada a dades geogràfiques compatibles amb Geomedia per poder enregistrar a les entrades de llegenda. Per aquest motiu, també prèviament s'haurà de escollir el tipus de entrada de llegenda que volem que representi a les persones en moviment, que serà un punt ja que una persona és un objecte puntual dins d'un mapa. Finalment es passarà al objecte de llegenda, la geometria generada per l'eina de Geomedia. Aquesta operació s'ha

realitzat amb el següent codi, en primer lloc la preparació del Pipe de geocodificació i la preparació de l'entrada de llegenda amb els estils i seguidament la inserció a la taula de la nova geometria generada:

```
objConnPers.CreateOriginatingPipe(objOPipe)
objOPipe.GeometryFieldName = "GEOMETRY"
objOPipe.Table = "POSPERSONA"
Dim objCGP As New GMService.CoordGeocodePipe
With objCGP
       .CoordSystem = GMMapView1.CoordSystemsMgr.CoordSystem
       .InputRecordset = objOPipe.OutputRecordset
       .InputFirstCoordFieldName = "COORDX"
       .InputSecondCoordFieldName = "COORDY"
       .OutputGeometryFieldName = "OutGeometry"
       .OutputStatusFieldName = "OutStatus"
End With

GMMapView1.Legend.LegendEntries.Append(objRLE, 1)
With GMMapView1.Legend.LegendEntries.Item(1)
       .InputRecordset = objCGP.OutputRecordset
       .GeometryFieldName = "OutGeometry"
       .Style = objstyle1
       .PropertySet.Append(objproperty)
End With
```

Inserció de la geometria a la taula:

```
objRSGeo = objDB.OpenRecordset("SELECT * FROM POSPERSONA",
GDO1.GConstants.gdbOpenDynaset)
objCGP.OutputRecordset.MoveLast() : objCGP.OutputRecordset.MoveFirst()
Do While Not objCGP.OutputRecordset.EOF
       objRSGeo.MoveLast() : objRSGeo.MoveFirst()
       Do While Not objRSGeo.EOF
              objRSGeo.Edit()
              If
objRSGeo.GFields("IDPERSONA").Value=objCGP.OutputRecordset.GFields("IDPERSONA").Value
Then
            Dim outGeo=objCGP.OutputRecordset.GFields("OutGeometry").Value
            objRSGeo.GFields("GEOMETRY").Value = outGeo
             End If
             objRSGeo.Update()
             objRSGeo.MoveNext()
       Loop
       objCGP.OutputRecordset.MoveNext()
Loop
```

Finalment el que s'haurà de fer es carregar les entrades de llegenda al mapa i refrescar aquest per tal de que les noves geometries es dibuixen al mapa donant la sensació de que a cada interval de temps la geometria que representa a la persona ha avançat en la direcció que té assignada. Aquest procés realitzat repetitivament dona la sensació de que les persones "caminen" per el mapa tal i com es demanava com a requisit de l'aplicació.

4.4.2.5. Justificació de utilitzar només una aplicació

Els dos mètodes que controlen la simulació de les persones s'han inclòs al mateix projecte que el monitor ja que el formulari que s'ha creat conté el temporitzador de moviment del qual depenent directament per executar per "torns" les passes a cada interval de temps definit. Tot i això l'únic nexe d'unió entre els mètodes

del monitor i els de simulació l'accés a les mateixa bases de dades, per la qual cosa considero que el simulador és totalment independent del monitor, però per una qüestió tècnica de programació i d'usabilitat per l'usuari és molt més eficient i pràctic tenir només un formulari que suporti les funcions de totes dues aplicacions, a més de que han de compartir l'interval de temps que executa el cicle de processos que s'han de executar.

A una situació real el temporitzador s'empraria només per al monitor, però com hem afegir una simulació fictícia, allò més lògic serà que els temporitzador estiguin sincronitzar, i en aquest cas, ésser el mateix.

Tanmateix es podrien llevar la classe del simulador de l'aplicació sense tocar res de codi i el monitor funcionaria igualment amb altre sistema d'entrada de dades com ara podria ser un GPS personal ja que la resta de variables creades són totalment independents, inclòs aquelles que haurien de complir la mateixa funció s'han duplicades a les diferents classes per a poder tenir un codi més portable en cas de que es vulgui extreure el simulador i posar-hi altra mètode d'entrada de dades.

5. Conclusions i possibles millores

A aquest darrer apartat es comentarà i analitzarà l'experiència obtinguda al llarg d'aquests mesos de desenvolupament de l'aplicació de monitorització de persones.

Primerament, comentar que encara que els coneixements sobre Geomedia eren inexistents he trobat molt interessant les funcions que aquesta ofereix i les possibilitats que permet a l'usuari per analitzar dades de tipus geogràfic. No havent provat mai altra aplicació SIG d'aquest estil en aprofundiment no es pot comparar per saber si és millor o pitjor que altres, o quines característiques són millors. Però el que si que he trobat és que les eines que proporciona, una vegada has fet unes quantes probes i practiques un poc, no són gaire difícils de entendre i fer servir. Tot i això la part del projecte més complicada ha estat aquesta, ja que tant per obtenir les dades necessàries, com per aconseguir entendre els diferents tipus de dades existents (diferents projeccions European 1950 i ETRS89) i aconseguir que quadressin al espai de treball es va perdre més temps del que es tenia previst en un inici i això va fer que s'hagués de recuperar temps per fer altres tasques que es tenien planificades d'altra manera al Pla de Treball. Per tant, la meva experiència és positiva encara que em va costar avesar-m'hi a l'entorn i les configuracions cartogràfiques i sistemes de coordenades.

Per altra banda, encara que no havia programat mai en Visual Basic .Net he de dir que ha estat menys dificultós ja que si tinc experiència en Java que és bastant similar l'estil de programació.

En quant a la codificació del projecte crec que s'han assolit tots els requisits plantejat i s'ha desenvolupat qualcú més, com el menú de persones que he trobat interessant. L'elecció de fer una sola aplicació amb per al monitor i simulador crec que està ben plantejat ja que són funcionalitat totalment diferents però a nivell de programació, usabilitat i rendiment és molt més eficaç fer-ho d'aquesta manera, sempre i quan es deixi clar que no tenen res a veure a nivell de programació les dues aplicacions. Tant és així que el simulador es podria llevar del codi en 1 minut i afegir un altre sistema d'entrada de dades.

Personalment ha estat un repte difícil de superar per el pocs temps disponible fora de la feina per a dur a terme el projecte, però crec que l'esforç a valgut la pena.

Finalment, comentar les possibles millores que es podrien afegir al desenvolupament creat. Per una banda, crec que es podria optimitzar el codi per a que fos més ràpida l'accés i actualitzacions de les posicions, ja que en ordinadors ràpids funciona bé, però a altres més petits no acaba d'esser molt fluid. Considero que estaria bé fer que l'usuari pogués conèixer quina és cada persona, ja que totes en ser iguals no es poden diferenciar. Es podria fer un codi de colors amb llegenda, o afegir el nom de la persona al costat i que es vagi movent juntament amb la persona. També serien útils més eines de moviment per el mapa, poder clicar damunt de les geometries de les persones i que et surti un menú amb algunes dades d'aquestes. Crec que seria de gran ajuda qualsevol tipus de ajuda visual per a l'usuari, encara que amb el sistema de selecció de persones creat, seria possible complir aquesta funcionalitat.

En resum, ha estat una experiència molt enriquidora i expressar el meu agraïment al tutor Ramon Català Pou per la seva ajuda sempre que ha estat necessària.

6. Índex de figures

Figura 1: Model de capes SIG 11
Figura 2: Mapes històrics amb informació geogràfica de San Francisco 12
Figura 3: Relació dels components SIG 14
Figura 4: Mapa urbà 18
Figura 5: Coordenades geogràfiques 18
Figura 6: Coordenades cartogràfiques 19
Figura 7: Coordenades projectades 19
Figura 8: Diferències entre el·lipsoide i geoide 19
Figura 9: Forces gravitatòries sobre la Terra 20
Figura 10: El·lipsoide amb sistema WGS84 20
Figura 11: Datum geodèsic 21
Figura 12: Projecció cònica 23
Figura 13: Projecció cilíndrica 23
Figura 14: Projecció plana 23
Figura 15: Línia geodèsica 23
Figura 16: Projecció UTM amb les 60 divisions de la Terra 24
Figura 17: Fusos emprats a Espanya 24
Figura 18: Diferents GeoWorkspaces 26
Figura 19: Configuració de fitxer de sistemes coordenades (.csf) 27
Figura 20: Imatge del servei de visualització del IDEIB amb la zona que es vol emprar 30
Figura 21: Connexions establertes als WMS i dades geogràfiques 32
Figura 22: Arxius de shapefile 32
Figura 23: Entrades de la llegenda 33
Figura 24: Visualització del WS obtingut finalment 34
Figura 25: Menú de Geomedia Command Wizard integrat amb Visual Studio 35
Figura 26: Formulari per introduir les dades de la comanda Geomedia 36
Figura 27: Esquema de base de dades de persones 38
Figura 28: Pantalla de l'aplicació de monitorització 40
Figura 29: Diagrama de flux de l'aplicació de simulació 41
Figura 30: Casos d'ús de l'aplicació de monitorització 42
Figura 31: Formulari per l'aplicació de monitorització de persones 46
Figura 32: Finestra d'alertes amb alguns missatges 48
Figura 33: Aplicació carregada i preparada per utilitzar 49
Figura 34: Esquema d'actualització de la taula de posicions a cada interval 52

7. Glossari

BBDD: Base de dades, conjunt de dades referents a un mateix context emmagatzemats ordenadament per al seu posterior utilització.

CAD: Computer-aided design, conjunt d'eines computacionals per al disseny d'objectes.

CGIS: Canadian Geographical Information System, primer SIG o sistema de dades geogràfiques creat per Roger Tomlinson.

Datum: és un conjunt de punts de referencia a la superfície de la Terra, definits en base a un el·lipsoide de referencia, que serveix per definir un sistema de coordenades geogràfic.

ESRI: Environment Systems Research Institute, empresa puntera en desenvolupament de SIG creada als anys 70.

Fus: una de les 60 divisions de Nord a Sud de la terra entre dos meridians.

Geoide: és el cos de forma gairebé esfèrica encara que amb un lleuger aplatament als pols (esferoide), definit per la superfície equipotencial del camp gravitatori terrestre que coincideixin amb el nivell mitjà del mar.

Geocodificació: procés d'assignació de coordenades geogràfiques a dades que volen interpretar un objecte d'una realitat geogràfica.

Geodèsia: ciència que tracta de representar la forma de la superfície de la Terra, tant des del punt de vista físic com matemàtic, així com el seu camp de gravitació.

Geografia: és la ciència que té per objecte l'estudi de la superfície terrestre i la distribució espacial i les relacions recíproques dels fenòmens físics, biològics i socials que en ella es manifesten.

Geoworkspace (GWS): espai de treball amb la configuració escollida per l'usuari per al seu projecte de Geomedia.

GPS: Global Positioning System, sistema global de posicionament mitjançant satèl·lit.

Hardware: és el conjunt de parts físiques d'un ordinador constituït típicament, per un processador, placa mare, memòria RAM, targetes gràfica i de xarxa, i altres elements opcionals.

ICC: Institut Cartogràfic de Catalunya

IDE: Integrated Development Environment, entorn de treball per a desenvolupar una aplicació informàtica.

IDEIB: Infraestructura de dades espacial de les Illes Balears.

IGN: Instituto Geogràfica Nacional.

Latitud: és la distància angular, mesurada sobre un meridià, entre una localització terrestre (o de qualsevol altre planeta) i l'Equador.

LCGSA: Laboratori de Computació Gràfica i Anàlisi Espacial, primer laboratori de investigació de sistemes de informació geogràfica.

Longitud: és la localització d'un punt determinat de la Terra respecte a una línia nord-sud anomenada Meridià de Greenwich

Meridià: és una línia imaginària que dóna la volta a la Terra passant pels pols. El meridià de Greenwich és el semicercle imaginari que uneix els pols i passa per Greenwich, més precisament per l'antic observatori astronòmic d'aquest suburbi de Londres.

Paral·lels: Són unes línies imaginàries paral·leles entre elles que donen la volta a la terra i són perpendiculars a l'eix de gir de la Terra.

Projecció: és un procediment matemàtic per a representar una part de la superfície de la Terra, que és esfèrica, sobre un mapa, que és una superfície plana.

SIG: Sistema d'informació geogràfica.

SITIBSA: Servei d'informació territorial de les Illes Balears.

Software: és el conjunt dels programes informàtics, procediments i documentació que fan alguna tasca en un ordinador.

TFC: Treball final de carrera.

Visual Basic .Net, VB o VB2005: llenguatge de programació orientat a objectes, dissenyat per l'empresa Microsoft.

WFS: Web Feature Service.

WMS: Web Map Service.

8. Bibliografia

- [1] Apunts de la UOC: Sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica, Treball Final de Carrera. Barcelona: Albert Botella Plana, Anna Muñoz Bollas, Rosa Olivella, Joan Carles Olmedillas Hernández, Jesús Rodríguez Lloret. [1ª ed. Febrer 2009]
- [2] Wikipedia.org [en línia]. San Francisco CA, USA: Wikimedia Foundation, Inc.; [actualitzat el 18 de maig de 2011]. Enllaç: http://ca.wikipedia.org/wiki/Sistema_d'informaci%C3%B3_geogr%C3%A0fica
- [3] Wikipedia.org [en línia]. San Francisco CA, Estats Units: Wikimedia Foundation, Inc.; [actualitzat el 31 de març de 2012].
  Enllaç: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica
- [4] Wikipedia.org [en línia]. San Francisco CA, USA: Wikimedia Foundation, Inc.; [actualitzat el 8 d'abril de 2012]. Enllaç: http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system
- [5] Esri.es [en línia]. Madrid, Espanya: Esri España; [actualitzat al 2010]. Enllaç: http://www.esri.es/es/productos/arcgis/
- [6] Ideib.cat [en línia]. Palma de Mallorca, Espanya: Govern de les Illes Balears; [actualitzat el 30 de setembre de 2011]. Enllaç: http://www.ideib.cat
- [7] Sitibsa.com [en línia]. Palma de Mallorca, Espanya: SITIBSA - Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears, S.A.U; [actualitzat 2009]. Enllaç: http://www.sitibsa.com
- [8] Ign.es [en línia]. Madrid, Espanya: Instituto Geográfico Nacional. [accedit el 3 d'abril de 2012]. Enllaç: http://www.ign.es
- [9] Cartociudad.es [en línia]. Madrid, Espanya: Ministerio de Fomento. [accedit el 4 d'abril de 2012]. Enllaç: http://www.cartociudad.es
- [10] Catastro.meh.es [en línia]. Madrid, Espanya; Dirección General de Catastro, Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. [accedit el 4 d'abril de 2012]. Enllaç: http://www.catastro.meh.es
- [11] www.uca.es [en línia]. Cadis, Espanya; Universitat de Cádiz, Departamento de Historia, Geografía y Filosofía. http://www2.uca.es/dept/filosofia/TEMA%202.pdf [accedit el 28 d'abril de 2012]
- [12] iag.csic.es [en línia]. Madrid, Espanya; Instituto de Astronomia y Geodesa. [accedit el 5 de maig de 2012] Enllaç: www.iag.csic.es/museo/docs/historia_geodesia.pdf
- [13] cartesia.org [en línia]. Madrid, Espanya; Cartesia; [accedit el 6 de maig de 2012] Enllaç: http://www.cartesia.org/download.php?op=getit&lid=104
- [14] Wikipedia.org [en línia]. San Francisco CA, USA: Wikimedia Foundation, Inc.; [actualitzat el 4 de maig de 2012]. Enllaç: http://es.wikipedia.org/wiki/Geodesia
- [15] Wikipedia.org [en línia]. San Francisco CA, USA: Wikimedia Foundation, Inc.; [actualitzat el 10 de maig de 2012]. Enllaç: http://es.wikipedia.org/wiki/Cartograf%C3%ADa
- [16] Fomento.gob.es [en línia]. Madrid, Espanya: Ministerio de Fomento; [accedit el 6 de maig de 2012]. Enllaç: http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/cartografia/
- [17] Api de Geomedia [arxiu]. Instal·lació de Geomedia.