

## PRESENTACIÓ

El període 2005-2006 ha estat una etapa de canvis importants per a l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). La nova Llei 16/2005, de 27 de desembre, de la informació geogràfica i de l'Institut Cartogràfic de Catalunya pretén actualitzar i aprofundir el marc regulador des de noves perspectives. En aquesta Llei es recull especialment el caràcter estratègic de la innovació i la recerca d'alt nivell.

Una de les funcions específiques que aquesta nova Llei impulsa és organitzar, dur a terme, dirigir, tutoritzar i elaborar programes de recerca, d'innovació i de formació científica i tècnica en els àmbits propis de la seva actuació, per l'ICC mateix o en col·laboració amb altres entitats i organismes, en particular amb les universitats catalanes i altres organitzacions especialitzades en serveis cartogràfics. És per això que l'ICC compagina les tasques productives amb la recerca, el desenvolupament de tecnologies pròpies i la innovació en productes i serveis.

El desenvolupament propi permet no tan sols optimitzar els recursos disponibles, sinó assolir el coneixement necessari per a impulsar la innovació tecnològica, ser centre de referència de les tecnologies geomàtiques a Catalunya i gaudir de la autoritat i el prestigi necessaris per a realitzar tasques normatives. La seva responsabilitat en la direcció de la Comisió de Normas del Consejo Superior Geográfico n'és un bon exemple.

Les línies mestres de recerca i desenvolupament són definides en el Contracte Programa de l'ICC. L'organització interna, en la qual els grups de producció i de desenvolupament són integrats en una mateixa unitat, permet identificar les necessitats reals i desenvolupar eines i solucions pròpies de forma ràpida i natural en les àrees estratègiques de geodèsia, cartografia, fotogrametria i procés d'imatge. La vocació de la recerca a l'ICC és desenvolupar eines, processos i mètodes operacionals innovadors que optimitzin l'obtenció, el procés i la gestió de la informació.

En aquest document es presenta el recull dels projectes de recerca, desenvolupament i innovació tecnològica que s'han portat a terme a l'ICC durant el període 2005-2006 en els diferents àmbits tecnològics anteriorment esmentats. A diferència de les darreres edicions, aquest document no recull la recerca desenvolupada per l'Institut Geològic de Catalunya (anterior Unitat de Geologia de l'ICC), creat per Llei a finals del 2005.

Barcelona, 2006

## ÀMBITS TECNOLÒGICS DE R+D+IT

Els projectes de recerca i desenvolupament que es porten a terme a l'ICC s'emmarquen dins dels àmbits tecnològics següents:

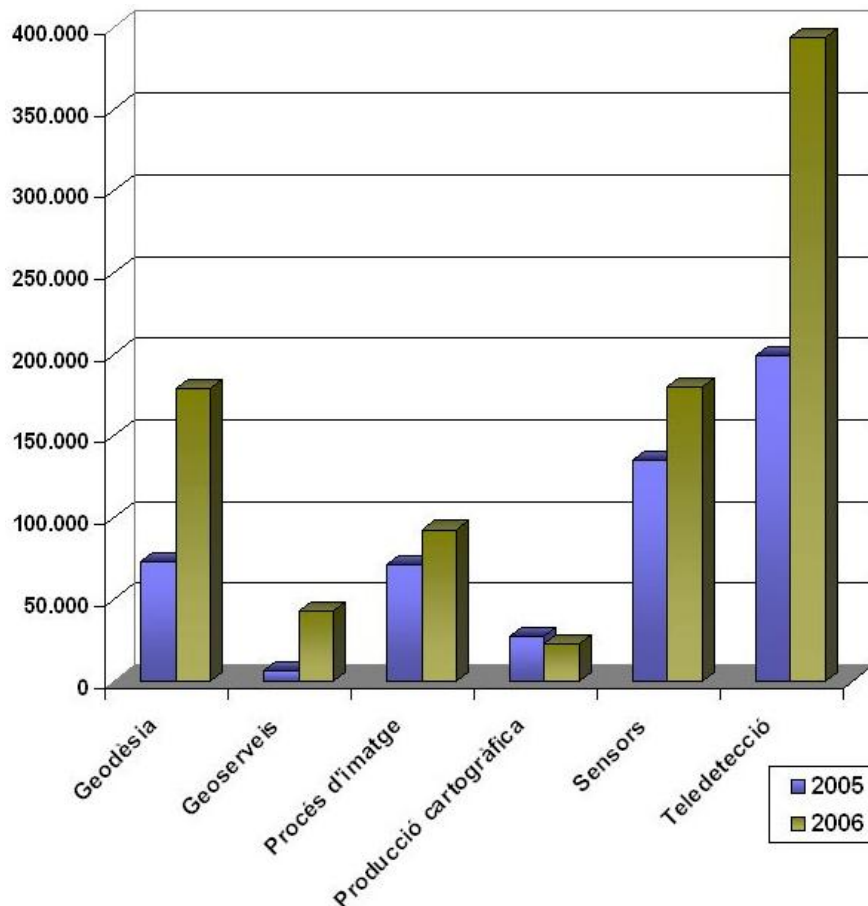
- ▶ **Geodèsia:** Els serveis públics englobats en el Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC) tenen com a objectiu donar un marc de referència precís i homogeni a la informació geogràfica, i també facilitar el posicionament sobre el territori. Els projectes inclouen temes de fotogrametria i geodèsia, tals com la gravimetria i l'orientació de sensors.
- ▶ **Sensors:** Els sensors són els instruments amb què es realitza la captura inicial de dades. Es tracta doncs de conèixer a fons totes les seves possibilitats per a la cartografia. Això inclou també la determinació acurada del seu model geomètric per a poder mesurar amb precisió. En aquest sentit, cal destacar les tasques realitzades per a millorar la precisió de càmeres fotogramètriques digitals.
- ▶ **Procés d'imatge:** Una bona part de les dades que capturen els sensors són o es poden assimilar a imatges digitals. Per aquest fet, el procés digital d'imatges ha esdevingut una eina estratègica per a millorar la qualitat dels seus productes imatge i optimitzar-ne i automatitzar-ne la producció.
- ▶ **Teledetecció:** Les dades captades amb els sensors d'observació de la Terra, bé siguin passius (sistemes òptics multiespectrals i hiperespectrals), bé siguin actius (làser i radar) tenen aplicació en tasques topogràfiques i també en aplicacions temàtiques útils per a la planificació, la gestió i el control territorial i dels recursos. La seva característica principal és la continuïtat i freqüència de captura de dades a costos notablement més reduïts que els obtinguts amb el treball de camp. És per aquest motiu que els programes de desenvolupament de la Unió Europea al voltant de la Seguretat i Medi Ambient (GMES) posen l'èmfasi en l'ús de la teledetecció en els processos de decisió de les administracions. En aquest sentit, l'ICC treballa amb sensors espectrals aerotransportats o en satèl·lit per a aplicacions diverses d'usos del sòl, detecció de canvis en seqüències successives d'imatges del territori, mesura dels moviments del terreny (subsidiències) amb interferometria diferencial radar i en possibles aplicacions de les dades, i amb l'altímetre làser (lídar) aerotransportat en àmbits mediambientals i urbans, entre altres.
- ▶ **Producció cartogràfica:** Les tasques s'adrecen a la generalització automàtica de cartografia i bases cartogràfiques. La generalització implica recollir la cartografia de base una sola vegada i derivar productes a escales més petites semiautomàticament. L'ICC té en producció dues cadenes de treball que parteixen de la base topogràfica 1:5 000 per a obtenir mapes a escala 1:10 000 i una base topogràfica a escala 1:25 000 amb un alt grau d'automatisme. L'ICC ha iniciat una línia de treball sobre la modelització de ciutats per cartografia en 3D.
- ▶ **Geoserveis:** La constant evolució de les tecnologies de la informació generen un seguit d'aplicacions basades en la geoinformació. L'ICC treballa en el desenvolupament de les tecnologies necessàries per a millorar i facilitar l'accés a la informació geogràfica mitjançant serveis Web.

## DADES ECONÒMIQUES I INDICADORS

En primer lloc es presenta les dades econòmiques sobre els projectes de desenvolupament. Aquestes dades corresponen a les despeses realitzades en el marc dels projectes de desenvolupament agrupats segons els àmbits temàtics.

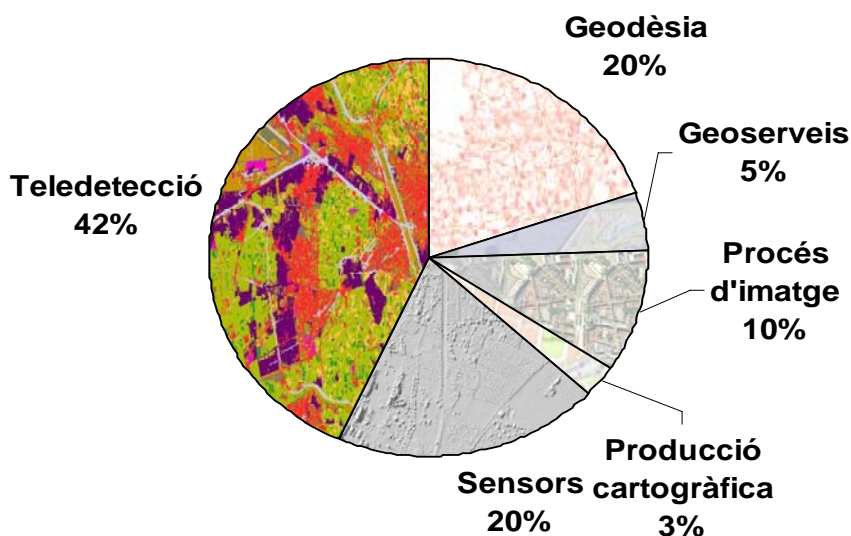
	2005	2006
Geodèsia	72 583	178 722
Procés d'imatge	71 098	92 560
Producció cartogràfica	27 234	22 954
Sensors	134 922	179 937
Teledetecció	199 201	393 594
Geoserveis	5 937	43 196
	<b>510 975</b>	<b>910 966</b>

Taula 1. Pressupost anual dels projectes de desenvolupament per cada àmbit temàtic.



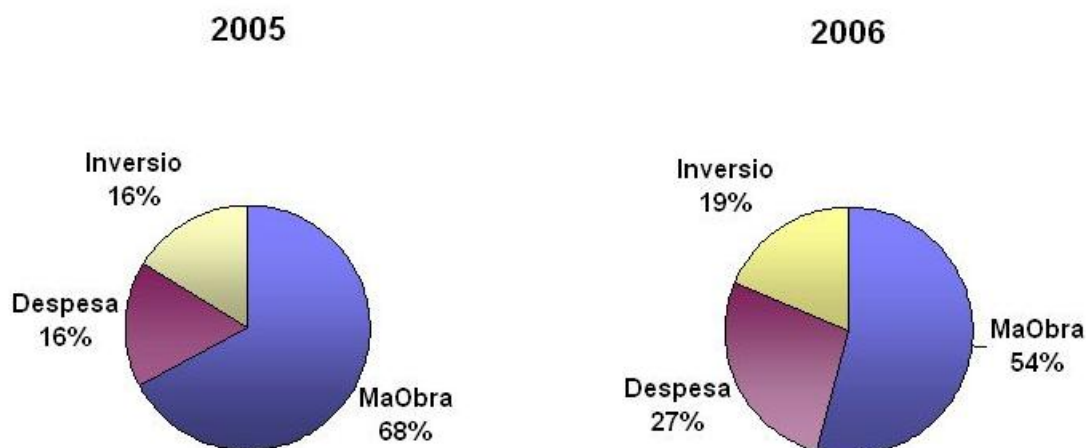
Gràfic 1. Evolució del cost dels projectes de desenvolupament per àmbits temàtics. Anys 2005 i 2006.

Cal destacar el significatiu augment del cost dels projectes en l'àrea de teledetecció. Això es deu en gran part a la despesa que s'ha realitzat en el projecte RISCMASS, ja que en ser el darrer any de projecte s'han fet efectius els pagaments de totes les tasques que s'estaven realitzant.



Gràfic 2. Repartició dels costos dels projectes de desenvolupament per àmbits.

Si s'analitza el repartiment dels costos dels projectes de desenvolupament en l'any 2006 s'observa que més del 80% dels costos s'inverteixen en els àmbits de teledetecció, geodèsia i sensors. Aquestes àrees tenen un component tecnològic molt important. Atès que les necessitats dels clients evolucionen ràpidament, l'esforç per desenvolupar nous productes i metodologies es fa imprescindible per a poder competir en el mercat.



Gràfic 3. Distribució dels costos dels projectes de desenvolupament en mà d'obra, despeses corrents i inversions (anys 2005 i 2006).

L'augment més significatiu és la despesa corrent del 2006, a causa d'un augment de subcontractacions a centres de recerca i altres col·laboradors.

Any	Pressupost total	Desenvolupament	
2001	24 725 630	916 805	3,7%
2002	23 623 670	714 131	3,0%
2003	23 476 840	880 002	3,7%
2004	19 977 191	827 253	4,1%
2005	23 118 498	912 853	3,9%
2006	26 006 900	1 197 723	4,6%
<b>2006*</b>	<b>23 102 142</b>	<b>910 966</b>	<b>3,9%</b>

**Taula 2. Inversió en projectes de desenvolupament en relació a la facturació de l'ICC.**

**\*No inclou els projectes de la Unitat de Geologia.**

Tot i no tenir en compte els projectes de la Unitat de Geologia (actualment Institut Geològic de Catalunya) la despesa en projectes de desenvolupament s'ha mantingut per raó del RISCMASS i del sistema GEOMÒBIL, projectes que durant l'any 2006 han experimentat un augment d'activitat.

	2005			2006		
	Nbre. proj.	Cost mj.	Cost/investigador	Nbre. proj.	Cost mj.	Cost/investigador
Geodèsia	8	9 072	51 845	7	25 531	136 364
Procés d'imatge	5	14 219	41 216	5	18 512	46 093
Producció cartogràfica	2	13 617	112 887	2	11 477	106 149
Sensors	3	44 974	82 965	4	44 984	70 841
Teledetecció	10	19 920	54 716	8	49 199	91 520
Geoserveis	1	5 936	68 832	1	43 196	101 488
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>17 619</b>	<b>58 602</b>	<b>27</b>	<b>33 739</b>	<b>84 338</b>

**Taula 3. Indicadors referents als projectes de desenvolupament per àrees temàtiques: nombre de projectes, cost mitjà dels projectes i cost dels projectes de desenvolupament per investigador (nombre d'investigadors equivalents). Anys 2005 i 2006.**

El cost mitjà dels projectes varia molt en funció de si cal fer inversions o subcontractacions a centres de recerca o universitats, com és el cas, per exemple, dels projectes dedicats a geodèsia o producció cartogràfica.



### PERSONAL INVESTIGADOR

Les diferents unitats de l'ICC compaginen les tasques de suport i de desenvolupament amb les tasques de producció dins de les mateixes unitats. Aquesta organització facilita la detecció d'oportunitats i requeriments, la transferència de coneixements i la ràpida implementació dels desenvolupaments realitzats.

L'equip de persones dedicades totalment o parcialment als projectes de desenvolupament és format en la major part per físics, matemàtics, informàtics, enginyers en telecomunicacions, geògrafs i biòlegs.

	2005		2006	
	Hores	Nbre. pers. equivalents	Hores	Nbre. pers. equivalents
Geodèsia	2 240	1,40	2 097	1,31
Procés d'imatge	2 760	1,72	3 213	2,01
Producció cartogràfica	386	0,24	346	0,22
Sensors	2 602	1,62	4 064	2,54
Teledetecció	5 825	3,64	6 881	4,30
Geoserveis	138	0,09	681	0,43
	<b>13 951</b>	<b>8,72</b>	<b>17 282</b>	<b>10,80</b>

**Taula 4. Hores i nombre de persones equivalents dedicades als projectes de desenvolupament. Anys 2005 i 2006.**

El personal equivalent representa entre un 3,5% i 4,5% del total de la plantilla de l'ICC.

Indicadors sobre personal	2005	2006
Personal implicat en tasques de desenvolupament	22	23
Personal amb títol de doctor	3	3
Dedicació mitjana del personal implicat en els projectes de desenvolupament	40%	47%
Becaris acollits en projectes de recerca	7	5
Direcció de projectes de final de carrera	4	1

**Taula 5. Indicadors sobre personal dedicat als projectes de desenvolupament. Anys 2005 i 2006.**

A causa que la major part del personal de desenvolupament compagina les tasques de desenvolupament amb les de suport a la producció, el percentatge de dedicació a desenvolupament no arriba al 50%. Els indicadors ens indiquen que durant l'any 2006 la dedicació a desenvolupament ha estat una mica superior a l'any passat.

#### Projectes final de carrera dirigits:

- ▶ "Implementació de l'aplicació FGG (Forward GNSS Generator) per a la xarxa CATNET". Autor: Ricard Vilalta. (Unitat de Geodèsia)

#### Estada de pràctiques internacional:

- ▶ "Investigations on DMC auto-calibration". Autor: Isabelle Riesinger. Universitat Tècnica de Munic, Alemanya. (Unitat de Geodèsia)

#### Grups de recerca

Durant el 2006 la Generalitat de Catalunya va reconèixer el **Grup de Recerca en Georeferenciació i Calibració de Sensors d'Observació de la Terra** format pels investigadors de la Unitat de Geodèsia.

## DIFUSIÓ I COMUNICACIÓ

L'ICC fa un esforç per difondre els resultats de la recerca realitzada a la comunitat científica i al públic en general. És per això que anualment es participa en congressos i revistes especialitzades, i també altres activitats de difusió científica. Les activitats realitzades se sintetitzen en el quadre següent.

<b>Indicadors de comunicació externa (publicacions)</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Articles amb refereee	1	4
Conferències amb refereee (full paper)	2	4
Conferències amb refereee (abstract)	18	5
Curs, col·loqui, conferència convidada	2	0

**Taula 6. Indicadors de comunicació externa. Anys 2005 i 2006.**

En aquest àmbit cal destacar la jornada de presentació dels resultats del projecte RISCMASS, realitzada el 27 de setembre a la seu de l'ICC, en la qual es va projectar un DVD que s'ha elaborat per difondre les tasques realitzades en el projecte.

D'altra banda, conscients de la importància de la comunicació i difusió del coneixement entre les unitats i sobretot entre el personal investigador, s'organitzen activitats internes amb l'objectiu de potenciar aquesta comunicació.

<b>Indicadors de comunicació interna</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Número de presentacions tècniques	1	9
Número de comissions de recerca realitzades	5	6
Número de informes de congressos i conferències	19	15

**Taula 7. Indicadors de comunicació interna. Anys 2005 i 2006.**

Alguns dels projectes de desenvolupament de l'ICC es realitzen conjuntament amb altres centres de recerca o altres entitats. Aquest tipus de projectes són molt positius ja que permeten una transferència de coneixements entre els diferents col·laboradors i generen una sinèrgia que permet assolir objectius més ambiciosos.

<b>Indicadors de col·laboracions externes i internacionalització</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Participació en projectes europeus	6	5
Convenis de col·laboració amb altres entitats per a recerca	5	6

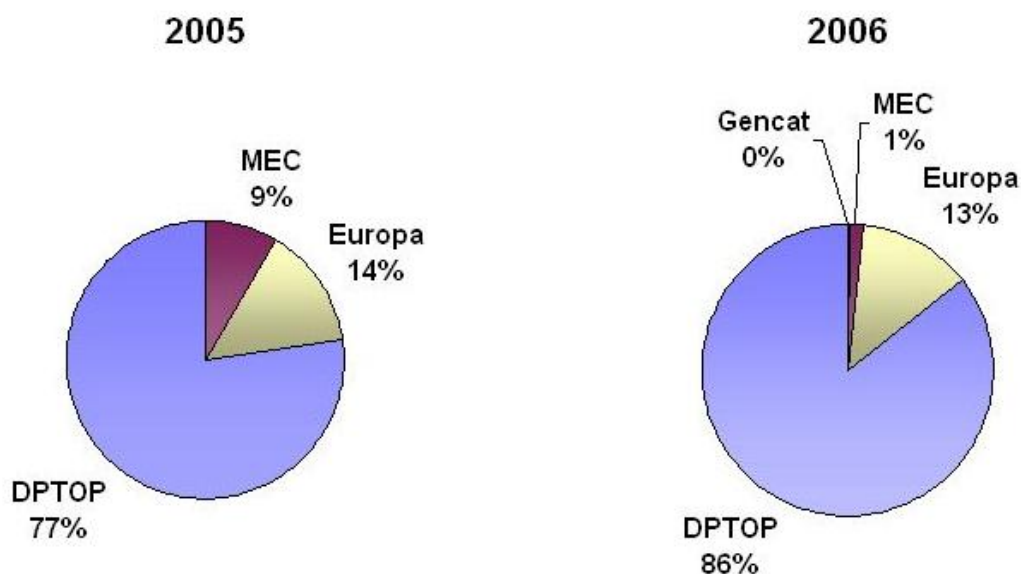
## FINANÇAMENT

Els projectes de desenvolupament de l'ICC es financen en la major part mitjançant el Contracte Programa del Departament de Política Territorial i Obres Públiques (DPTOP). D'altra banda es fa un important esforç per cercar altres fonts de finançament per a aquests projectes, com per exemple les convocatòries d'ajuts de suport a la recerca de la Generalitat de Catalunya, del Ministeri d'Educació i Ciència, el Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme i el CDTI, entre altres; a nivell estatal, programes europeus com el Programa Interreg i el VI Programa Marc de la Unió Europea, i altres fonts de finançament com poden ser altres empreses o entitats.

Anys	Provinença de les fonts de finançament					Despeses totals
	UE	Espanya	Catalunya	DPTOP	Altres	
2001	70 696			846 109		916 805
2002	134 275	22 596	5 000	552 261		714 131
2003	95 912	115 190		654 898	14 000	880 001
2004	82 610	93 259		651 383		827 253
2005	166 270	161 909	12 904	571 771		912 854
2005*	72 099	44 441		394 435		510 975
2006*	117 997	11 742	2 575	778 652		910 966

Taula 8. Distribució de les fonts de finançament obtingudes per als projectes de desenvolupament.

\*No inclou els projectes de la Unitat de Geologia.



Gràfic 4. Procedència del fons de finançament del programa de R+D. Anys 2005 i 2006.

Durant l'any 2006 es veu un increment de finançament per part del DPTOP; això es deu al fet que un dels projectes amb més cost ha estat el projecte RISCMASS, el qual és finançat al 50% pel Feder de la Comunitat Europea però l'ingrés d'aquests fons europeus es faran efectius el 2007.

En termes d'inversió en R+D i del fons de finançament en relació al Contracte Programa i al pressupost total de l'ICC, les xifres són:

	2003	2004	2005	2005*	2006*
Finançament CP (DPTOP)	73%	79%	63%	77%	86%
Finançament altres fonts de finançament	27%	21%	37%	23%	14%

Taula 9. Índex de finançament del programa de R+D de l'ICC. Dades dels anys 2003-2004-2005-2006.

\*No inclou els projectes de la Unitat de Geologia.



## SUMARI (per àmbits temàtics)

### GEODÈSIA

SPGIC: Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya .....	11
GeoTeX: Càlculs geodèsics .....	13
GAST: Gravimetria aerotransportada .....	14
NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats .....	16
WARTK: Validació del Wide Area Real-time Kinematics .....	17

### SENSORS

Sèries experimentals: Teledetecció .....	18
Sistema GEOMÒBIL .....	19
Lídar batimètric .....	21
Càmeres digitals .....	22

### PROCÉS D'IMATGES

TRUEORTO: Producció d'ortofotos estrictes .....	23
Procés d'imatges: Algorismes .....	24
CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics .....	25

### TELEDETECCIÓ

Interferometria SAR .....	26
DINSAR: Anàlisi de processos de subsidència .....	27
RISCMAS: Metodologies per a la gestió dels riscos de moviment del sòl i anàlisi de la política d'assegurances .....	29
Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM .....	31
EURMET: Expansió urbana de les metròpolis del sud-oest .....	33
GEOLAND: Sistema de monitoratge de la vegetació i usos del sòl .....	34
DECIS: Detecció de canvis amb imatges satèl·lit .....	35
Aplicacions temàtiques de teledetecció .....	36

### PRODUCCIÓ CARTOGRÀFICA

Generalització .....	37
Models de ciutats .....	39

### GEOSERVEIS

AWARE .....	40
-------------	----

## SPGIC: Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Geodèsia

**Període:** Activitat continuada

### Descripció:

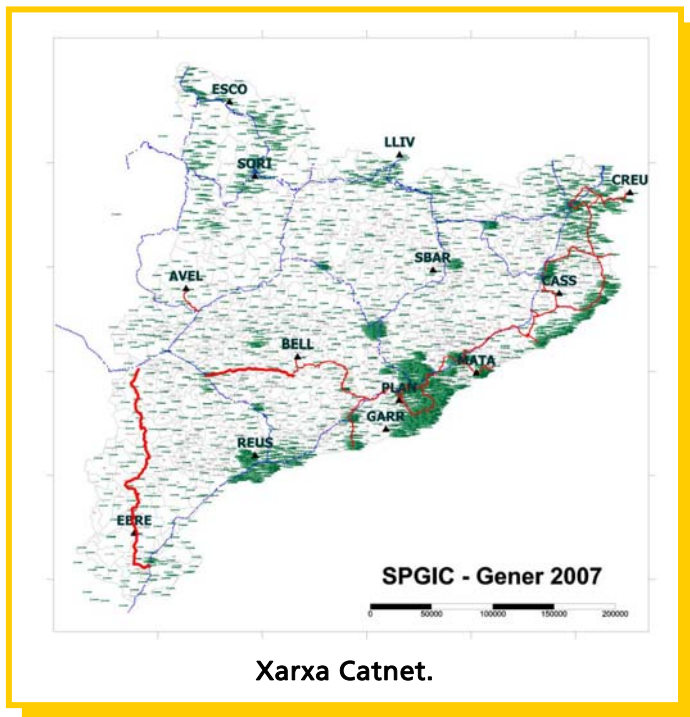
El Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC) és un servei públic que té com a objectiu establir el marc de referència per a la determinació de coordenades a Catalunya.

El SPGIC es compon d'un conjunt de xarxes geodèsiques clàssiques, estacions permanents GNSS, dades, documentació, procediments, comunicacions, programari, maquinari i suport tècnic.

El terme "integrat" vol destacar el fet que, gràcies que les observacions GNSS són tridimensionals i al coneixement acurat del geoide, el sistema de posicionament és tridimensional, integrant, així, els sistemes de referència horitzontal i vertical.

El SPGIC és format per (gener 2007):

1. Els actuals 3.304 vèrtexs de la Xarxa Utilitària de Catalunya (XU), amb una precisió de 2-3 cm i amb una separació entre vèrtexs de 800 m en àrees urbanes fins a uns 10 km en zones rurals.
2. Els actuals 2 539 km de la Xarxa d'Anivellació (XdA), incloent-hi la Red de Nivelación de Alta Precisión (NAP) de l'IGN, amb una precisió d'1-2 mm per arrel quadrada de km.
3. Les 13 estacions permanents GPS de la xarxa Catnet. Aquesta xarxa recull i emmagatzema dades de la constel·lació GPS ininterrompudament segon a segon les 24 hores del dia i és la base d'un conjunt de serveis públics de posicionament:
  - ▶ GeoFons. Sistema de distribució de dades per a postprocés –en format estàndard RINEX en intervals de mesura d'1s, 15s i 30s– per Internet via ftp a <ftp://ftp.icc.es/geofons/>.
  - ▶ Catnet web. Sistema de distribució de dades per a postprocés d'una estació permanent GPS virtual via web. A partir de l'hora, l'interval de mesura i de les coordenades on es vol que s'ubiqui l'estació virtual, el sistema genera un fitxer RINEX amb les condicions sol·licitades. Accessible per <http://catnet-ip.icc.es>.
  - ▶ RASANT. Sistema de radiodifusió de correccions diferencials del codi calculades en estacions de referència GPS. Les correccions són transmeses emprant el sistema RDS (Radio Data System) de Catalunya Música. La precisió d'aquest servei és 1 metre.
  - ▶ DGPS. Sistema de difusió de correccions de codi en temps real. Es pot accedir al flux de correccions de cada estació de la xarxa en el protocol NTRIP, precisió d'1 metre.
  - ▶ CODCAT. Sistema de difusió de correccions de codi en temps real d'una estació virtual ubicada en la posició aproximada que l'usuari fa arribar al servidor de l'ICC, permetent una precisió centimètrica.
  - ▶ RTKAT. Sistema de difusió de correccions de fase d'una estació virtual ubicada en la posició aproximada que l'usuari fa arribar al servidor de l'ICC. Les correccions són basades en el estàndard RTCM 2.3 i 3.0 i permeten una precisió centimètrica.



Les estacions Catnet formen part de la xarxa mundial IGS (International GPS Service) i EUREF (European Reference Frame).

4. Elements de suport geodèsic. A través d'Internet (<http://www.icc.es>), es poden obtenir paràmetres, mètodes i dades necessàries per a un posicionament acurat sobre Catalunya.
  - ▶ Geoide. La combinació d'un geoide local d'alta precisió (0.1 ppm – parts per milió) i del GPS fa innecessari l'ús de tècniques d'anivellació excepte per a projectes especials o per a tasques de control de les agències geodèsiques oficials. Des del 2001 es disposa d'un geoide local de precisió (2,5 ppm) que ha estat comprovat a partir d'observacions astronòmiques i a partir de dades combinades GPS i anivellació. El principal objectiu de la XdA és aconseguir millorar la precisió del geoide actual.
  - ▶ Paràmetres de transformació de dàtum. A Catalunya el sistema oficial és ED50, materialitzat pel marc de referència RE50 (Red Española 1950), mentre que el marc de referència dels serveis basats en les estacions Catnet és l'ETRS89. L'ICC s'encarrega de determinar la transformació entre el marc de referència XU-ED50 i el sistema ETRS89 sobre tot Catalunya.
  - ▶ Calculadores geodèsiques. Programa de transformacions i càlculs geodèsics que s'ofereixen a la pàgina web de l'ICC com a servei públic.
  - ▶ Fitxes dels senyals geodèsics. Per a conèixer la descripció, la ubicació, les coordenades i altra informació relacionada amb els senyals geodèsics que componen la XU, es genera una fitxa per a cada senyal, la qual és accessible des de la pàgina web de l'ICC.

## **Aportació:**

Conjunt de recursos geodèsics adreçats al manteniment i a la millora constant del servei de posicionament geodèsic a Catalunya. D'aquest servei públic s'en beneficia la comunitat geodèsica i topogràfica, i també els usuaris de sistemes de localització personal basats en GPS (LBS).

## **Projectes relacionats:**

GeoTeX: Càlculs geodèsics, GAST: Gravimetria aerotransportada, WARTK: Validació del Wide Area Real-time Kinematics.

## **Publicacions tècniques:**

Cano, M. A., Talaya, J., Térmens, A., Quirós, R., Sánchez Sobrino, J. A.: *Ajuste de la Red Geodésica de Orden Inferior (ROI) de Cataluña en ETRS89*. V Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Sevilla, 2006.

Parareda, C., Bosch, E., Térmens, A., Ortiz, M. À., Talaya, J.: *CATNET: Servicios de posicionamiento de alta precisión y su integración en las nuevas tecnologías de la información*. V Semana Geomática. Barcelona, 2003.

Soro, M., Térmens, A., Ortiz, M. À., Talaya, J.: *XU: Red utilitaria de Catalunya*. V Semana Geomática. Barcelona, 2003.

Cabré, M., Térmens, A., Moysset, M., Soro, M., Ortiz, M. À., Talaya, J.: *XdA: Red de nivelación de Cataluña*. V Semana Geomática. Barcelona, 2003.

Talaya, J., Bosch, E., Térmens, A., Parareda, C.: *Positioning Services of the CATNET network*. IUGG XXIII General Assembly. Sapporo (Japó), 2003.

Térmens, A., Cabré, M., Moysset, M., Gabela, I.: *Comparison of UB91 with GPS-levelling data*. III Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Valencia, 2002.

Bosch, E.: *Nuevas tecnologías para el establecimiento de servicios de correcciones diferenciales GPS*. Proceedings de la 4a Setmana Geomàtica de Barcelona. Sitges, 2000. Premi "Jordi Viñas".

Talaya, J., Bosch, E., Ortiz, M. À., Parareda, C.: *CATNET: una red de estaciones permanentes GPS con capacidades de tiempo real*. Proceedings de la 4a Setmana Geomàtica de Barcelona. Sitges, 2000.

Talaya, J.: *Robust GPS kinematic positioning for direct georeferencing*. ISPRS, vol. XXXIII. Amsterdam, 2000.

# GeoTeX: Càlculs geodèsics

## Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Geodèsia

**Període:** Activitat continuada

## Descripció:

GeoTeX (Geodèsia, Teledetecció i Xarxes) és un sistema general de càlcul de xarxes per a la geodèsia, la fotogrametria i la teledetecció, apte tant per a la producció com per a la recerca, amb el qual és possible ajustar qualsevol tipus de model funcional.

GeoTeX té les característiques següents:

- ▶ Universal, pot ser usat tant en geodèsia com en fotogrametria o en altres àrees;
- ▶ Portable a altres sistemes operatius tot mantenint un nivell elemental d'interfície amb l'usuari;
- ▶ Flexible tant pel que fa a la implantació de nous models geomètrics com als diferents modes de treball.

El sistema GeoTeX és format per:

- ▶ **ACX** (Ajust Combinat de Xarxes). És el nucli del sistema; calcula i ajusta pel mètode de mínims quadrats qualsevol tipus de xarxa (observacions geodèsiques, fotogramètriques, GPS, etc.).
- ▶ **Utilitats**. Eines per al tractament de dades (conversió de formats, transformació de coordenades, etc.).
- ▶ **Calculadores**. Eines per a realitzar càlculs puntuals. Són versions interactives de les utilitats.



Mostra d'interfícies d'usuari.

## Aportació:

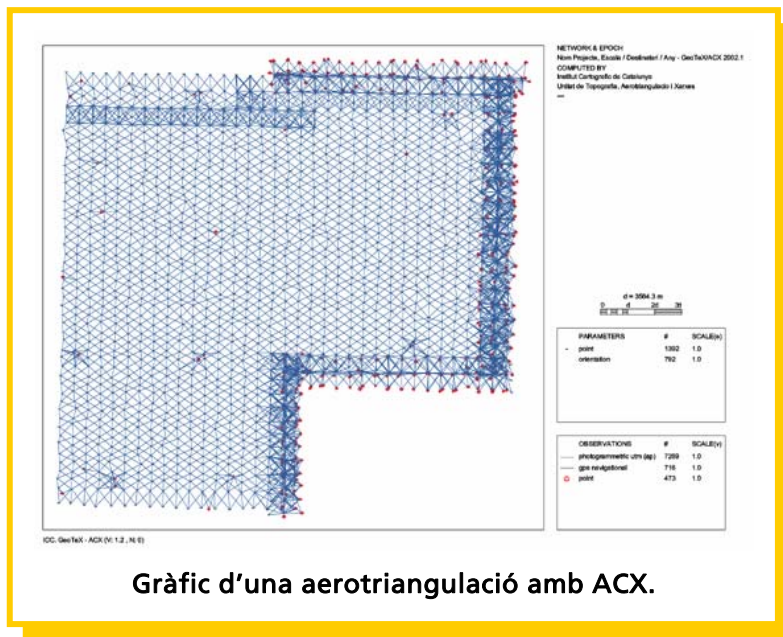
Programari flexible i adaptable que s'adapta fàcilment a nous problemes d'ajust de xarxes fotogramètriques i geodèsiques i que permet integrar de forma natural els models geomètrics de nous sensors d'observació de la Terra.

## Projectes relacionats:

SPGIC: Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya,  
GAST: Gravimetria aerotransportada.

## Publicacions tècniques:

Colomina, I., Navarro, J., Térmens, A.: *GeoTeX: a general point determination system*. Mapping, núm. 6, pàg. 74-89. 1992.



Gràfic d'una aerotriangulació amb ACX.

## GAST: Gravimetria aerotransportada

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Geodèsia

### Participants, col·laboracions:

Institut de Geomàtica (IG)

Període: 2002-2007

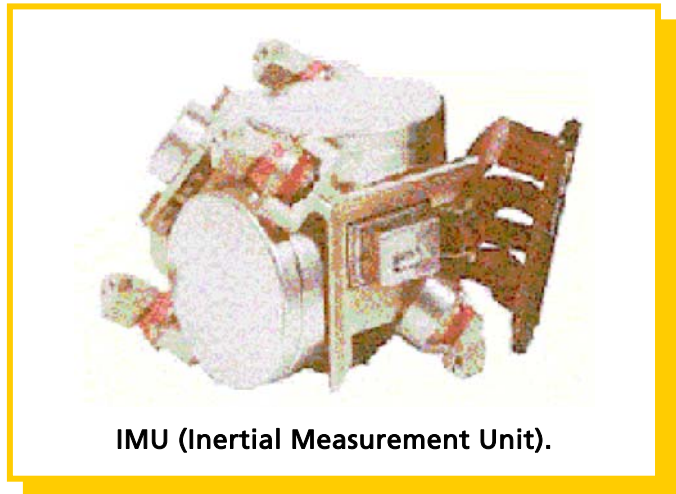
### Descripció:

El coneixement de les variacions del camp gravitatori és de gran importància per a la geodèsia, la geofísica i la navegació, en especial des de la implantació de sistemes de posicionament basats en satèl·lits. El modelatge eficient i precís d'aquestes variacions, en concret la determinació del geoide, és una de les principals activitats de la recerca geodèsica actual.

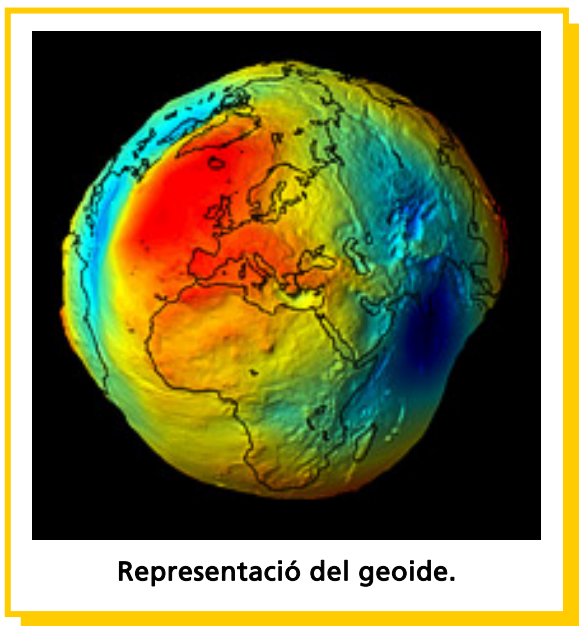
El camp gravitatori pot ser determinat per diferents tipus de mesures: gravimetria i gradiometria satèl·lit/terrestre, combinació d'alçades GPS amb anivellació, gravimetria aerotransportada, altimetria satèl·lit, deflexions astronòmiques de la vertical, etc. La gravimetria aerotransportada es basa en les diferències entre les acceleracions inercials i les GPS per a obtenir anomalies de la gravetat: els sensors inercials permeten determinar la suma de l'acceleració deguda a la gravetat i la deguda a la dinàmica de l'avió, mentre que el receptor GPS proporciona només l'acceleració deguda a la dinàmica de l'avió. Les precisions que es poden obtenir amb aquest mètode són d'uns 2-3 mGal i són suficients per a la determinació d'un geoide de precisió. La gravimetria aerotransportada és superior, donat un cert nivell de precisió, en economia i eficiència als mètodes terrestres, sobretot en àrees remotes i de difícil accés.

La primera fase del projecte (GAST-01), ja finalitzada (2002-2004), consistia a desenvolupar un programari de determinació inercial de trajectòries (posicions, velocitats i actituds) a partir d'observacions de sistemes inercials assistides amb observacions de posició i velocitat obtingudes a partir del GPS.

La segona fase (2006-2007) consisteix a desenvolupar el programari GAST-01 per tal que sigui capaç de determinar la gravetat a partir de les observacions inercials analítiques i la integració amb altres eines per a la determinació del geoide a partir de dades de la gravetat.



IMU (Inertial Measurement Unit).



Representació del geoide.

### Aportació:

El desenvolupament del GAST-01 ha aportat:

1. Un programari bàsic inercial "strapdown" per a la determinació de trajectòries (posicions, velocitats, actituds i les seves matrius de covariància) a partir de les equacions de mecanització d'un sistema inercial analític i de les observacions inercials proporcionades per l'IMU (velocitats angulars i acceleracions lineals instantànies). Aquest programari calcula actituds a partir de dades dels giròscops i calcula posicions i actituds a partir d'observacions dels giròscops i els acceleròmetres.

2. Programari inercial analític amb observacions de posició (P), de velocitat (V) o d'ambdues (PV), obtingudes amb ajuda del sistema GPS. Aquest programari realitza el calibratge dels giròscops i els acceleròmetres de l'IMU, millorant la qualitat de la trajectòria a obtenir. Es calculen posicions i actituds

utilitzant un filtre de Kalman assistit d'observacions de posició i/o velocitat, i s'afegeix una etapa de suavització de la trajectòria obtinguda.

Amb l'ús d'aquest programari també s'obté la capacitat d'adaptació del càlcul integrat de diferents sensors a les necessitats pròpies de l'ICC, com és la possibilitat d'integrar nous sensors o tipus d'observacions que altres programaris comercials no contemplen.

El desenvolupament del GAST-02 aportarà un programari per a la determinació de la gravimetria i de models de geoide amb dades de sistemes aerotransportats a partir d'observacions inercials analítiques (velocitats angulars i acceleracions lineals) i d'observacions de posició i velocitat.

#### **Projectes relacionats:**

NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats, SPGIC: Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya, GeoTeX: Càlculs geodèsics.

#### **Publicacions tècniques:**

Térmens, A., Colomina, I.: *Network Approach versus State-space Approach for Strapdown Inertial Kinematic Gravimetry*. International Association of Geodesy Symposia. IAG, vol. 129, pàg. 107-112. 2005.

Creixell, F., Colomina, I., Baron, A.: *GAST-1: Determinación precisa de trayectorias con sistemas inerciales y GNSS*. V Setmana Geomàtica. Barcelona, 2003.

Térmens, A., Colomina, I.: *Sobre la corrección de errores sistemáticos en gravimetria aerotransportada*. V Setmana Geomàtica. Barcelona, 2003.

## NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia

**Període:** Activitat continuada

### Descripció:

L'objectiu és integrar els sistemes i algorismes necessaris per a la determinació directa (és a dir, mitjançant la integració d'observacions GPS i inercials) de l'orientació de sensors d'observació de la Terra aerotransportats com són els radars interferomètrics, els altímetres làser i els sistemes òptics hiperespectrals i càmeres fotogramètriques.

Els objectius del projecte NOSA són:

- ▶ Integració de les mesures GPS i inercials per a la determinació de l'orientació directa.
- ▶ Establiment de mètodes de treball òptims i dels rangs d'utilització de l'orientació directa de sensors.
- ▶ Sincronització de sensors amb sistemes GPS i inercials.
- ▶ Seguiment dels darrers desenvolupaments en posicionament cinemàtic i de navegació.

Actualment, l'ICC disposa de 5 sistemes d'orientació directa. El primer sistema operacional desenvolupat a l'ICC fou el SISA, que s'utilitza per a orientar el sensor hiperespectral CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager). Els altres quatre sistemes són sistemes claus en mà, dos d'ells s'utilitzen per orientar les càmeres fotogramètriques, un altre per a l'altímetre làser aerotransportat i el darrer és específic per a fer orientació directa terrestre i és integrat en el GEOMOBIL (sistema fotogramètric terrestre).

### Aportació:

S'han assolit els coneixements adients per a realitzar la integració dels diferents components d'un sistema d'orientació directa per a sensors, la qual cosa permet una òptima utilització dels sistemes claus en mà que són integrats en alguns dels sensors. Es continua avançant en la incorporació de millores que permetin una orientació directa de més precisió, com la incorporació de la informació de la plataforma giro-estabilitzada de les càmeres fotogramètriques al procés d'orientació o l'ús de models ionosfèrics tomogràfics en el càlcul GPS.

**Projectes relacionats:** GAST: Gravimetria aerotransportada, Sistema GEOMOBIL, WARTK: Validació del Wide Area Real-time Kinematics, Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM.

### Publicacions tècniques:

Alamús, R., Baron, A., Casacuberta, J., Pla, M., Sánchez, S., Serra, A., Talaya, J.: *GEOMOBIL: ICC land based mobile mapping system for cartographic data capture*. Proceedings of the XXII International Cartographic Conference of the ICA. A Coruña, 2005.

Talaya, J., Alamús, R., Bosch, E., Serra, A., Kornus, W., Baron, A.: *Integration of a terrestrial Laser Scanner with GPS/IMU orientation sensors*. XXth ISPRS Congress Geo-Imagery Bridging Continents. Istanbul (Turquia), 2004.

Baron, A., Kornus, W., Talaya, J.: *ICC experiences on Inertial/GPS Sensor Orientation*. Workshop de la ISPRS WG I/5 "Theory, Technology and Realities of Inertial/GPS sensor orientation". Castelldefels (Barcelona), 2003.

Colombo, O. L., Hernández-Pajares, M., Juan, J. M., Sanz, J., Talaya, J.: *Resolución de ambigüedades en tiempo real a escala regional con ayuda de tomografía ionosférica*. 2ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Portugal, 2000.

Alamús, R., Talaya, J.: *Airborne sensor integration and direct orientation of the CASI system*, ISPRS, vol. XXXIII. Amsterdam, 2000.

Alamús, R., Baron, A., Talaya, J.: *Integrated sensor orientation at ICC, mathematical models and experiences*. Proceedings of the OEEPE Workshop "Integrated Sensor Orientation". Hannover, 2001.



## WARTK: Validació del Wide Area Real-time Kinematics

### Lideratge de l'estudi:

UPC (GAGE)

### Participants, col·laboracions:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC),  
Unitat de Geodèsia

Galileo Joint Undertaking, Ministerio  
de Educación y Ciencia, Fondos FEDER

Període: 2005-2007

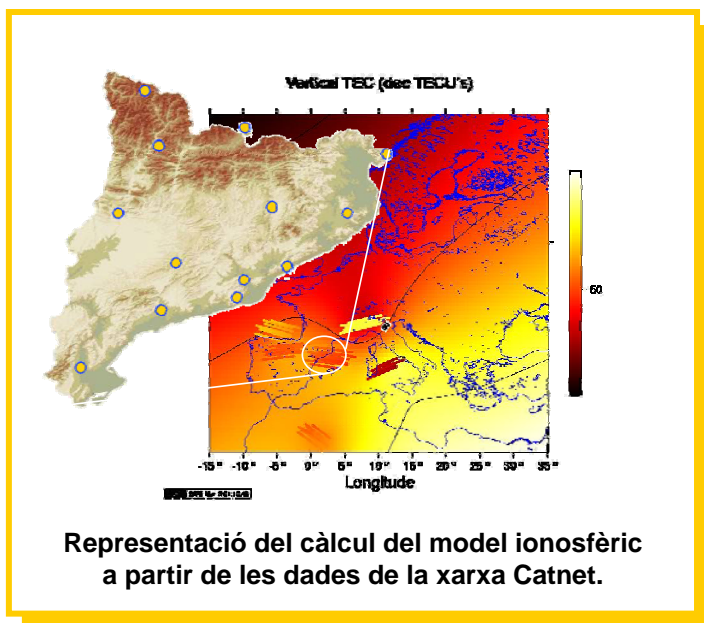
### Descripció:

En aquest projecte es pretén avaluar l'efecte de les pertorbacions ionosfèriques en el posicionament precís mitjançant un estudi a partir de 6 anys d'observacions acumulades. Al mateix temps es desenvoluparan algorismes per a que en una xarxa de receptors permanents es puguin advertir o modelar aquestes pertorbacions de manera que sigui possible mitigar l'efecte del posicionament d'un usuari en aquesta xarxa. Finalment s'estudiarà la implementació dels algorismes desenvolupats en la xarxa Catnet d'estacions permanents GPS.

En aquesta línia de treball l'ICC participa en dos projectes:

**"Posicionament centimètric amb Galileo: Validació del Wide Area Real-time Kinematics (WARTK) en la xarxa CatNet (WARTKanet)".** Projecte coordinat per la UPC i subvencionat parcialment pel Programa d'I+D del Ministeri de Educació i Ciència. El projecte a realitzar per l'ICC consistirà en la validació dels algorismes desenvolupats mitjançant la seva implementació en la xarxa Catnet. Aquest conjunt de proves permetrà la consecució de tres objectius:

- validar els algorismes de generació de models ionosfèrics i WARTK,
- determinar la idoneïtat dels models en condicions ionosfèriques adverses (TDI),
- determinar la idoneïtat dels algorismes desenvolupats en xarxes d'estacions permanents GNSS menys denses.



**"WARTK based on EGNOS and Galileo: Technical Feasibility Study".** Projecte coordinat per la UPC i cofinançat pel Galileo Joint Undertaking de la Unió Europea, en la prioritat de l'espai, subprioritat "Galileo". L'objectiu és el desenvolupament de la metodologia per a proveir posicionaments en temps real amb una precisió de centímetres, sobre Egnos i Galileo.

### Aportació:

El beneficiari final és la comunitat geodèsica i topogràfica, i també els usuaris de sistemes de localització personal basats en GPS (LBS).

### Projectes relacionats:

SPGIC: Sistema de Posicionament Integrat de Catalunya.



## Sèries experimentals: Teledetecció

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitats de Teledetecció i Geodèsia

**Període:** Activitat continuada

### Descripció:

El programa té com a objectiu conèixer a fons les possibilitats cartogràfiques dels nous sensors d'aplicació a la cartografia –especialment els estereoscòpics embarcats en satèl·lits– i també preparar i adaptar els sistemes de producció propis i comercials tant per a la línia de producció de mapes d'imatge com per a la de cartografia topogràfica.

Una part important d'aquestes tasques implica l'estudi del model geomètric del sensor que defineix la geometria del procés de formació de la imatge. Aquest model té una sèrie de paràmetres lliures que s'ajusten mitjançant un conjunt de punts de control de posició coneguda a terra i parells de punts homòlegs entre imatges. L'ajust i la determinació de les orientacions de les imatges es realitza amb el sistema d'aerotriangulació GeoView/Ajumult de l'ICC. Posteriorment es deriva una transformació genèrica que usen els sistemes comercials de fotogrametria digital per a la restitució. En el cas de les ortoimatges, el model del sensor s'implementa en el programari de rectificació.

En aquest cas les incerteses estan lligades bàsicament a l'òrbita del satèl·lit i la seva actitud. En aquests moments es coneixen els models dels sensors RadarSat, ERS i ENVISAT (radar), Landsat, SPOT, MOMS, Ikonos i QuickBird (òptics), i estan en estudi Radarsat-2, TerraSAR-X, ALOS/PALSAR (radar), CartoSat II i DMC (òptic).

En el marc de l'estudi HRS (High Resolution Stereoscopic) organitzat pel CNES (Centre Nacional d'Études Spatiales) i l'ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) s'ha avaluat la capacitat del sensor HRS embarcat en el SPOT-5 per a la determinació de models d'elevacions del terreny.

### Aportació:

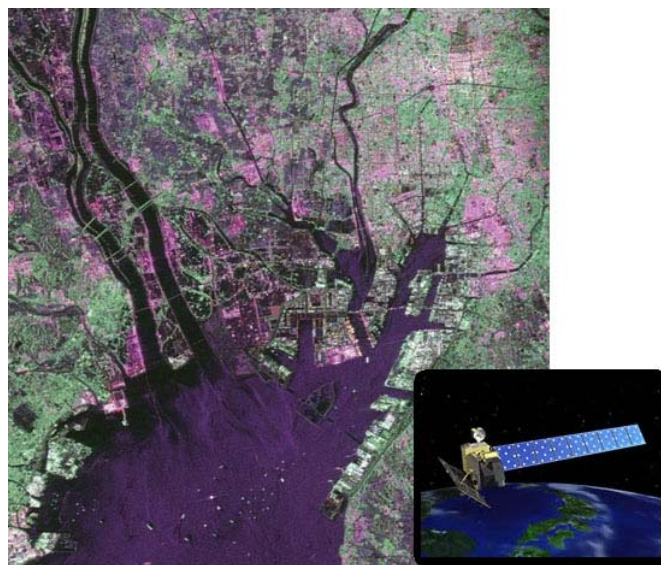
Tecnologia pròpia per a utilitzar imatges satèl·lit estereoscòpiques en projectes cartogràfics. Aquesta tecnologia ha permès des de 1999 restituir amb qualsevol tipus de sensor estereoscòpic tant òptic com radar.

### Publicacions tècniques:

Núñez, J., Fors, O., Otazu, X., Palà, V., Arbiol, R., Merino, M. T.: *A Wavelet-Based Method for the Determination of the Relative Resolution Between Remotely Sensed Images*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 44, núm. 9, pàg. 2539-2548. 2006.

Kornus, W., Alamús, R., Ruiz, R., Talaya, J.: *DEM Generation from SPOT-5 3-fold Along Track Stereoscopic Imagery using Autocalibration*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2006.

Kornus, W., Alamús, R., Ruiz, R., Talaya, J.: *Assessment of DEM Accuracy Derived From SPOT-5 High Resolution Stereoscopic Imagery*. XXth ISPRS Congress Geo-Imagery Bridging Continents. Istanbul (Turkey), 2004.



**Imatge generada pel sensor PALSAR del satèl·lit ALOS (R:G:B HH:HV:VV) de la zona de Nagoya (Japó) (facilitada per JAXA EORC).**

## Sistema GEOMÒBIL

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia

### Participants, col·laboracions:

Centre de Visió per Computador (UAB)

Període: 2002-2007

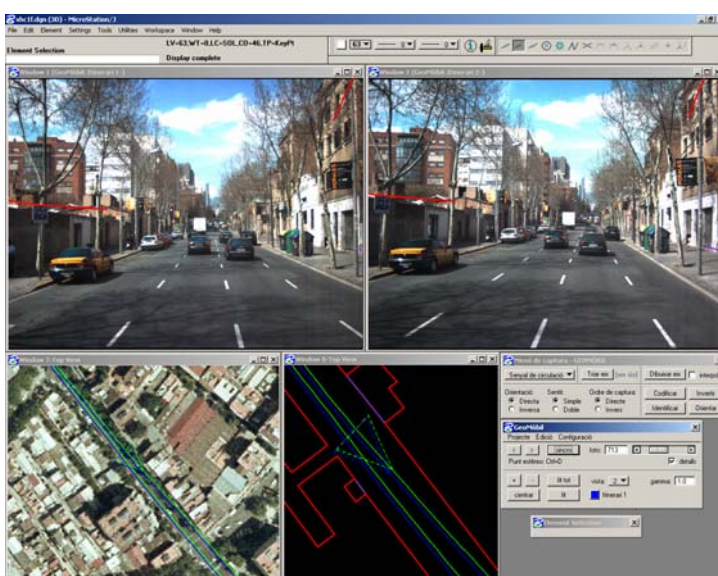
### Descripció:

El sistema GEOMOBIL és un sistema de captura contínua d'informació des d'un vehicle terrestre en moviment. El sistema es basa en una plataforma mòbil terrestre sobre la qual s'han instal·lat diferents sensors i un sistema d'orientació directa. El sistema disposa del programari necessari per a la captura i el processament dades dels sensors.

Actualment hi ha muntades sis càmeres digitals color en una disposició adient per a formar parells estereoscòpics per a la mesura fotogramètrica de precisió en diversos angles de visió simultanis. El sistema captura les imatges a una cadència prou alta com per a operar a una velocitat de fins a 70 km/h. També s'ha instal·lat un làser terrestre que permet mesurar el relleu de les escenes capturades de forma georeferenciada.



Imatge del GEOMÒBIL.



Programari per a la captura d'informació a partir de parells de fotografies.

El sistema inclou un sistema d'orientació directa basat en observacions GPS i mesures d'una unitat inercial. També s'ha desenvolupat la metodologia necessària per a la calibració de les diferents parts del sistema i el sistema d'exploració de les imatges. Aquest consta de funcionalitats de selecció i visualització de les imatges, i eines per a la digitalització dels objectes (eixos de vials, senyals de trànsit, punts quilomètrics, etc).

Actualment en col·laboració amb el centre de Visió per Computador de la Universitat Autònoma de Barcelona, es treballa en un detector i classificador automàtic de senyals de trànsit. El sistema assoleix una precisió per sota d'un metre en la determinació de coordenades, precisió que és compatible amb la cartografia a escala 1:5 000.

### Aportació:

Desenvolupament d'una eina capaç d'adquirir dades de camp de forma ràpida, eficient i precisa. Per exemple, amb les imatges es poden realitzar inventaris de carreteres amb precisió suficient per a integrar-los en sistemes d'informació geogràfica i en cartografia a escala 1:5 000 i catàlegs urbans. El sistema làser permet realitzar mesures de la topografia d'objectes propers i construir models 3D de façanes.

## Projectes relacionats:

NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats.

## Publicacions tècniques:

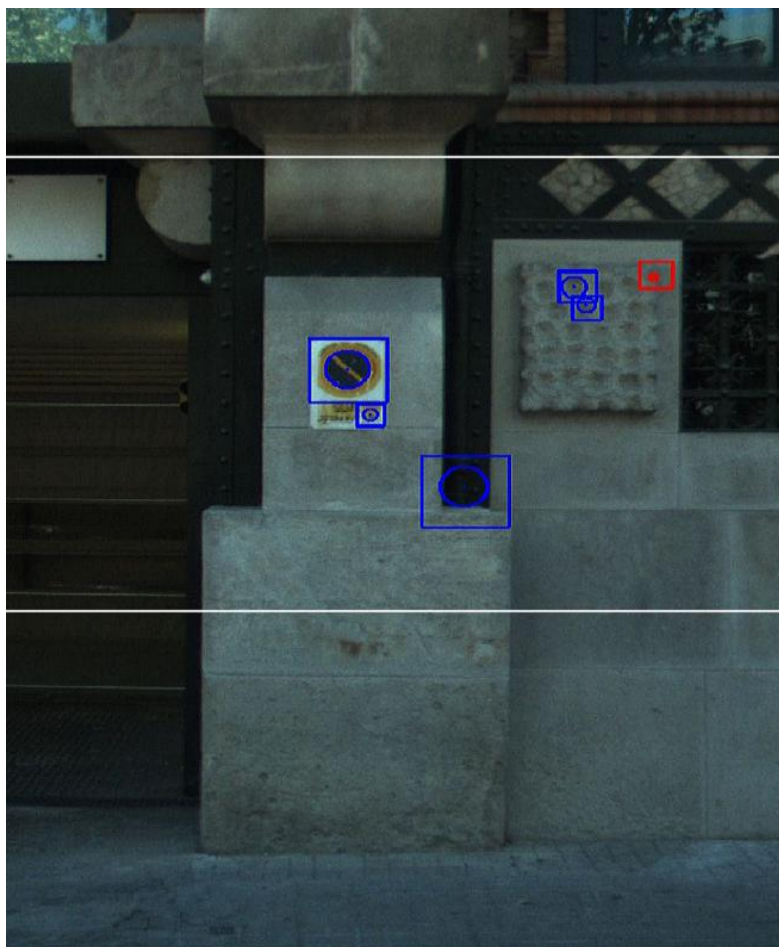
Serra, A., Baron, A., Bosch, E., Alamús, R., Kornus, W., Ruiz, A., Talaya, J.: *Geomòbil: Integración y experiencias de lidar terrestre en LB-MMS*. VI Setmana Geomàtica. Barcelona, 2005.

Talaya, J., Bosch, E., Alamús, R., Serra, A., Baron, A.: *Geomòbil: the Mobile Mapping System from the ICC*. 4th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT'2004). Kunming, China, 2004.

Alamús, R., Baron, A., Bosch, E., Casacuberta, J., Miranda, J., Pla, M., Sànchez, S., Serra, A., Talaya, J.: *On the accuracy and performance of the Geomòbil system*. XXth ISPRS Congress Geo-Imagery Bridging Continents. Istanbul, Turkey, 2004.

Bosch, E., Alamús, R., Serra, A., Baron, A., Talaya, J.: *GEOVAN: El sistema de cartografia terrestre mòvil del ICC*. V Setmana Geomàtica. Barcelona, 2003.

Serra, A.: *Subsistema de adquisició de dades del sistema Geovan*. V Setmana Geomàtica. Barcelona, 2003.



Exemple de captura automàtica de senyals de circulació a partir de les imatges preses pel sistema GEOMÒBIL. Exemple de detecció d'un guai.

## Lídar batimètric

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Geodèsia

Període: 2005-2007

### Descripció:

El LIDAR (Light Detection And Ranging) és un sistema de làser de mesura de punts sobre superfícies, que permet un recobriment ràpid i precís de models digitals d'elevació.

En el cas de la batimetria lídar aerotransportada, funciona amb l'ús d'una polsació làser infraroja utilitzat per a detectar la superfície de l'aigua, i una polsació amb una longitud d'ona verda utilitzada per a penetrar l'aigua. L'objectiu principal és la determinació de la fondària de l'aigua però també es poden detectar objectes submergits.

Aquest projecte permetrà demostrar la viabilitat de la tecnologia lídar per a la realització de batimetries en les condicions de la costa mediterrània i també realitzar una comparació de la informació obtinguda amb altres sistemes.

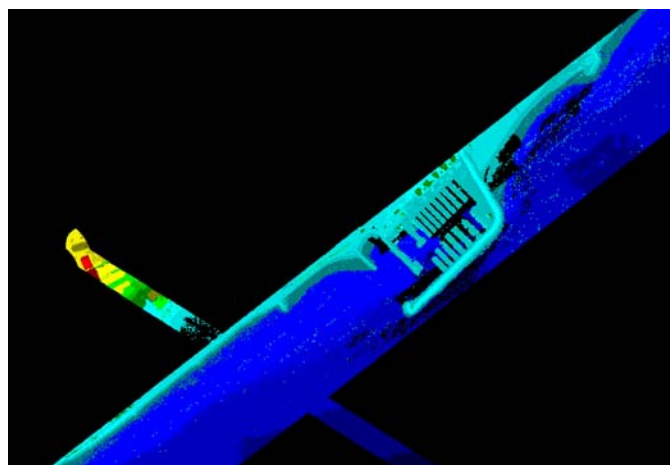
El dia 18 de març de 2006 es va fer un vol de demostració a la costa de Mataró amb un Hawk Eye II. Consta de 6 passades paral·leles que cobreixen una àrea de 10 km x 500 m i una passada transversal. Disposem de dades obtingudes amb sonda acústica de la mateixa zona cedides per la Direcció General de Pesca.

### Aportació:

Experiència en la utilització d'aquesta tecnologia per a la gestió de costes i la cartografia hidrogràfica.

### Projectes relacionats:

Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM.



Vol batimètric de la costa de Mataró.

## Càmeres digitals

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Geodèsia

### Participants, col·laboracions:

NTE, SA

Període: 2002-2006

### Descripció:

L'objectiu és conèixer en detall les principals característiques geomètriques i radiomètriques de les càmeres fotogramètriques digitals del mercat.



Comparació de dues imatges, una de digital (esquerra) i una altra d'analògica (dreta), amb la mateixa mida de píxels i capturades en el mateix moment.

La utilització de càmeres digitals en vols fotogràfics implica augmentar la qualitat i reduir despeses en poder estalviar completament els processos manuals de laboratori i d'escaneig dels fotogrames, tot evitant les distorsions geomètriques, les degradacions radiomètriques i les imperfeccions degudes als processos esmentats. Un benefici adicional és poder prendre imatges amb menys llum i, per tant, estendre la finestra diària de vol i també allargar la temporada de vols.

En el disseny de sistemes de format gran, el principal problema ve del fet que les matrius CCD (Charge Coupled Devices) són petites comparades amb la fotografia aèria tradicional de 23 x 23 cm, cosa que implica des economies en la seva utilització pràctica en missions de presa d'imatges aèries a causa de l'augment del nombre de passades de vol.

La solució al problema s'ha atacat de diferents maneres: barretes lineals CCD que "escombren" el terreny línia a línia amb l'avanç de l'avió, muntatges de 4 càmeres, cada una amb una matriu CCD relativament gran (per exemple, 7 000 x 4 000 píxels) o altres solucions. Les dues càmeres de l'ICC corresponen al segon grup.

### Aportació:

Caracterització de les prestacions geomètriques de les càmeres fotogramètriques digitals i desenvolupament del concepte d'autocalibració per capçals indepents.

### Publicacions tècniques:

Alamús, R., Kornus, W., Talaya, J.: *Studies on DMC geometry*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 60, núm. 6, pàg. 375-386. 2006.

Kornus, W., Alamús, R., Talaya, J.: *Tests and performance analysis of the DMC at the Cartographic Institute of Catalonia (ICC)*. Proceedings of the International Calibration and Orientation Workshop. EuroCOW 2006. Castelldefels, 2006.

Zhang, L., Kocaman, S., Akca, D., Kornus, W., Baltsavias, E.: *Tests and performance evaluation of DMC images and new methods for their processing*. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 36, part 1. Paris, 2006.

## TRUEORTO: Producció d'ortofotos estrictes

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Teledetecció

Període: 1999-2007

### Descripció:

La ortoimatge és un producte cartogràfic àmpliament utilitzat com a complement de la cartografia topogràfica. El seu tret principal –la imatge rectificada– permet a l'usuari obtenir informació diferent a la definida en la llegenda del mapa topogràfic derivat de la mateixa imatge. La segona característica és la rapidesa de realització.

Tot això ha fet que les ortoimatges siguin un element bàsic d'informació en zones de gran dinàmica de canvi territorial.

Malgrat la relativa facilitat de producció, la generació d'ortoimatges a escala molt gran és delicada. En primer lloc, si s'usen les elevacions del terreny per a rectificar les imatges originals, els edificis i les estructures artificials no estaran en la seva posició correcta. En la figura 1 es veu que, a causa de l'efecte de perspectiva, les torres "cauen" sobre el lateral del carrer. Aquest problema se soluciona usant les elevacions reals d'edificis.

El segon problema, també degut a l'efecte de perspectiva, és que els edificis alts oculten zones de l'orto. A la figura 1, la torre de la dreta tapa tot el carril lateral. Aquestes zones s'han d'omplir amb trossos de les imatges veïnes del mateix vol per a no deixar zones buides a l'orto. A més a més, la participació de molts fotogrames diferents demana la generació automàtica de bones línies de costura.

### Aportació:

Programari per a la resolució dels problemes de les ortoimatges a escala molt gran utilitzant les elevacions reals dels edificis i vols fotogramètrics amb molt recobriment longitudinal i transversal. Aquesta tecnologia s'empra per a la producció d'ortos per a escales grans amb dimensions de píxel per sota dels 50 cm.

### Projectes relacionats:

Procés d'imatges: Algorismes.

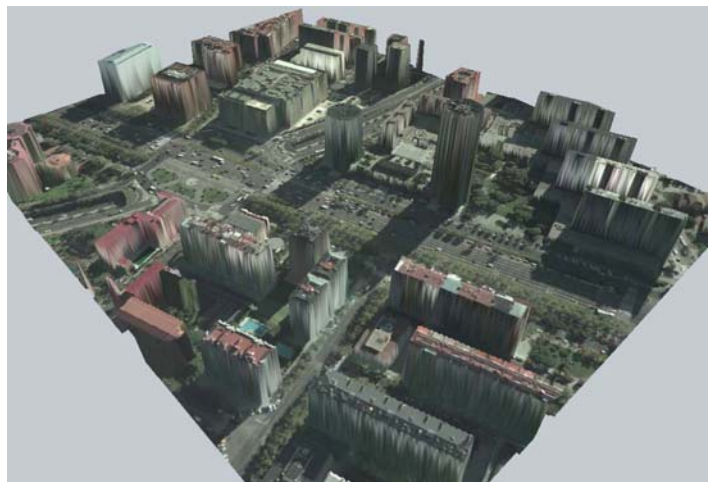
### Publicacions tècniques:

Xandri, R., Pérez, F., Palà, V., Arbiol, R.: *Seamless automatic mosaicking taking into account infrastructures and buildings*. ISPRS Commission I Symposium. Paris, 2006.

Pérez, F., Xandri, R., Arbiol, R., Palà, V.: *Automatic Generation of Seamless Mosaics over Extensive Areas from High Resolution Imagery*. Proceedings del 9 World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics. Orlando (USA), 2005.

Palà, V., Arbiol, R.: *True Orthoimagery of Urban Areas*. GIM International, vol. 16, núm. 12, pàg. 50-51. 2003.

Palà, V., Arbiol, R.: *True orthoimage generation in urban areas*. Proceedings del 3rd International Symposium Remote Sensing of Urban Areas, volum 1, pàg. 309-314. Istanbul, 2002.



Imatge en 3D d'una imatge realitzada mitjançant TRUEORTO.

## Procés d'imatges: Algoritmes

### Lideratge de l'estudi:

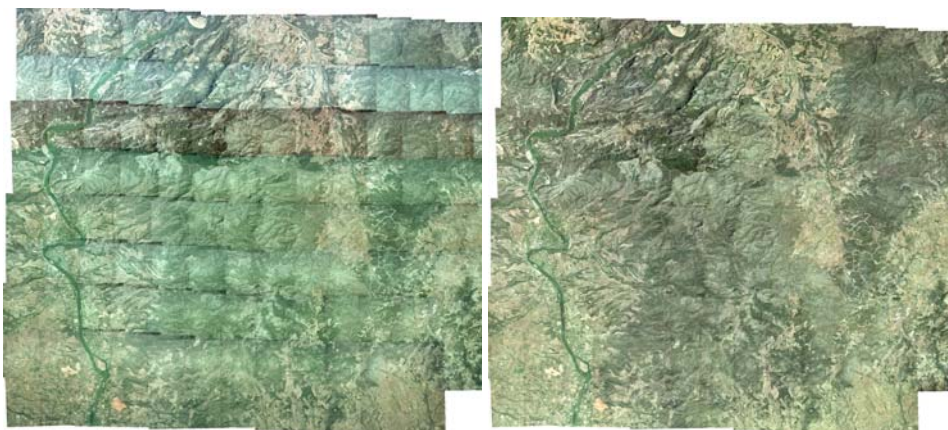
Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitats de Teledetecció i Desenvolupament de Fotogrametria

### Participants, col·laboracions:

Departament de Matemàtica Aplicada 2 (UPC),  
Departament d'Astronomia (UB)

### Període:

Activitat continuada



Exemple de correcció d'una sèrie de fotogrames per tal d'obtenir una imatge homogènia.

### Descripció:

La contínua substitució de les tecnologies analògiques per les digitals en els processos cartogràfics té un reflex directe en les tecnologies, processos i projectes de l'ICC, que es recolzen en el processament d'imatges digitals. En conseqüència, l'ICC desenvolupa contínuament eines de tractament d'imatge tant per millorar els seus productes basats en imatge, com per explotar la informació continguda en les imatges digitals i optimitzar i automatitzar les metodologies de producció.

L'objectiu d'aquest projecte és el desenvolupament de nous algorismes i eines de processament d'imatges i adaptar les eines existents a les necessitats dels projectes productius. Actualment s'està treballant en diferents aspectes:

- ▶ Correcció de la manca d'uniformitat radiomètrica en les imatges captades (vegeu figura).
- ▶ Millora de les tècniques automàtiques de mosaic per a incorporar informació relativa als núvols.
- ▶ Millora de les tècniques automàtiques de mosaic per a solucionar les pèrdues de definició d'imatge associades als diferents pendents del relleu (estirades).
- ▶ Desenvolupament d'algorismes per a realitzar mosaics d'imatges cercant línies de contrast i la seva connexió.
- ▶ Millora de les tècniques automàtiques de mosaic per a eliminar les zones que pateixen ocultacions per objectes descrits en el model digital de superfície.

### Aportació:

Programari necessari per a obtenir productes digitals de qualitat òptima i resolució de problemes radiomètrics que apareixen sovint en les imatges aèries.

### Projectes relacionats:

TRUEORTO: Producció d'ortofotos estrictes.

### Publicacions tècniques:

Xandri, R., Palà, V., Arbiol, R.: *Determinación automática de costuras para la generación de ortofotos*. 6a Semana Geomática, Barcelona, 2005.

## CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Teledetecció

**Període:** 2001-2007

### Descripció:

Anàlisi, disseny i implantació d'un sistema de correcció atmosfèrica per a sensors òptics de teledetecció embarcats en satèl·lit i aerotransportats. L'objectiu és reduir l'impacte de l'absorció gasosa, la dispersió de Rayleigh i la dispersió de Mie que l'atmosfera provoca en la radiometria de les imatges.



Data: 4 de maig 2006  
Hora solar: 13:58:10  
Vol en sentit nord



Data: 4 de maig 2006  
Hora solar: 14:10:55  
Vol en sentit sud

**Efecte de les condicions geomètriques i atmosfèriques a la mesura radiomètrica de les imatges CASI.**

El mètode es basa en el càlcul de paràmetres de l'equació de transferència radiativa i dades de radiació en un conjunt de punts amb simulacions del codi 6S. El procés d'ajust múltiple estima unes concentracions d'aerosols i de vapor d'aigua, minimitzant les diferències radiomètriques respecte a punts amb valors coneguts o de punts agafats en diferents passades, alçades o sensors.

Aquestes dades permeten calcular la reflectància corregida atmosfèricament per interpolació dels píxels situats entre els punts de càlcul. El mètode inclou la possibilitat de recuperar el contrast perdut per dispersió del sistema sensor-atmosfera, l'efecte de la topografia i permet calcular reflectàncies aparents.

De moment, s'ha aplicat a imatges Landsat, SPOT i CASI.

### Aportació:

Algorismes que permeten homogeneïtzar imatges i, per tant, facilitar els processos d'anàlisi i tractament de les dades multitemporals en els diferents projectes de teledetecció, tant temàtics com cartogràfics.

### Projectes relacionats:

DECIS: Detecció de canvis en imatge de satèl·lit.

### Publicacions tècniques:

Martínez, L., Palà, V., Arbiol, R., Pérez, F., Tardà, A.: *Atmospheric Correction Algorithm Applied to CASI Multi-Height Hyperspectral Imagery*. Proceedings of the Second Recent Advances in Quantitative Remote Sensing, pàg. 170-173. València, 2006.

Martínez, L., Palà, V., Arbiol, R.: *Sistema de Correcció Atmosfèrica en Espectro Solar por Métodos Físico-Estadísticos*. V Semana Geomática. Barcelona, 2003.

Martínez, L., Palà, V., Arbiol, R.: *Comparison of Standard, Radio-sounded and Forecasted Atmospheric data in a Solar Spectrum Atmospheric Correction System*. IGARSS'2003, Toulouse, 2003.



## Interferometria SAR

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Teledetecció

### Període:

Activitat continuada

### Descripció:

El radars d'obertura sintètica (SAR) proporcionen dos tipus d'informació: la intensitat del retorn del senyal i una fase relacionada amb la

distància entre el sensor i l'objecte observat. Aquesta fase és la informació que s'utilitza per determinar elevacions del terreny a partir de l'interferograma de dues imatges que es capten des de posicions lleugerament diferents l'una de l'altra.

L'objectiu del programa de treball és el desenvolupament i implantació de tècniques d'interferometria radar per a la determinació del model d'elevacions del terreny. En concret, s'han desenvolupat les eines adients per tal de derivar informació altimètrica de conjunts de parells interferomètrics, i també desenvolupar eines específiques per a la visualització d'aquestes dades i l'edició interactiva de casos complexos.

En els darrers anys l'ICC ha desenvolupat el programari **DISICC** (Differential Interferometry Software of ICC). Amb unes dades d'entrada adequadament escollides que permetin la reducció dels nivells de soroll, es poden crear, no tan sols mapes de deformació del terreny sinó també models digitals del terreny (MDE) de grans superfícies (cada imatge de satèl·lit cobreix una àrea de 100 x 100 km). Per a la creació dels MDE cal la combinació d'imatges SAR molt properes en el temps per a evitar la pèrdua de qualitat del senyal i cobrir la màxima superfície del terreny. L'anàlisi de precisió d'aquest MDE, lliure d'efectes atmosfèrics i altres incerteses, dona com a resultat un error altimètric inferior als 9 m, amb un mida de píxel de 30 m.

### Aportació:

Programari per a la determinació d'elevacions del terreny en zones tropicals i boreals cobertes de núvols quasi permanentment.

### Altres projectes:

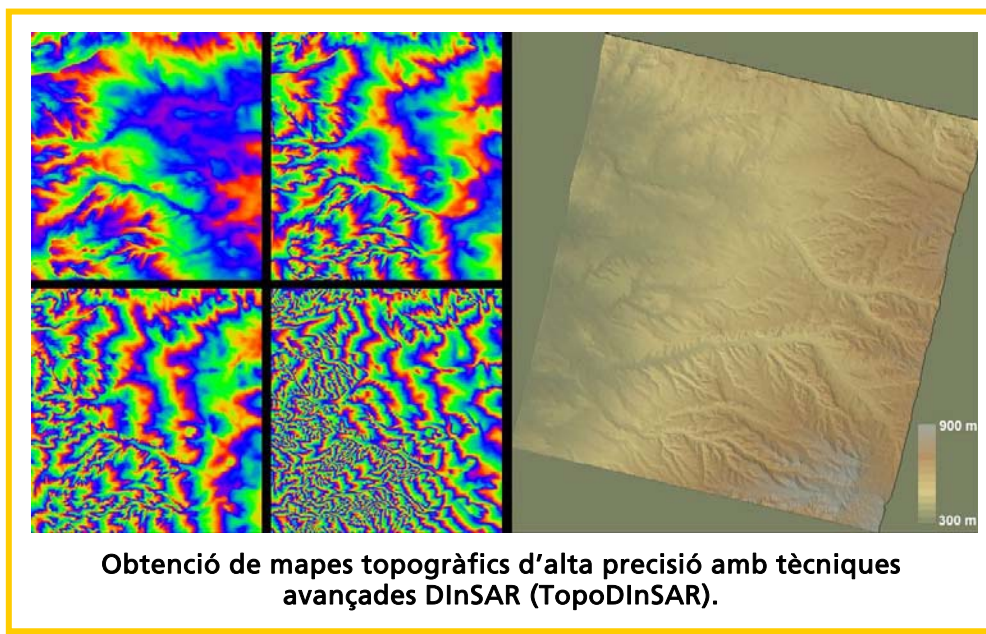
DINSAR: Anàlisi de processos de subsidència.

### Publicacions tècniques:

Mora, O., Arbiol, R., Palà, V., Adell, A., Torre, M.: *Generation of accurate DEMs using DInSAR methodology (TopoDInSAR)*. IEEE. Geoscience and Remote Sensing Letters. USA, 2006.

Arbiol, R., Palà, V., Pérez, F., Castillo, M., Crosetto, M.: *Aplicaciones de la tecnología InSar a la cartografía*. IX Congreso Nacional de Teledetecció. Lleida, 2001.

Arbiol, R., González, G.: *Map production in Venezuela using airborne InSAR*. ISPRS, vol. XXXIII. Amsterdam, 2000.



## DINSAR: Anàlisi dels processos de subsidència

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Teledetecció

### Participants, col·laboracions:

Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico  
dell'Ambiente (IREA)

**Període:** Activitat continuada

### Descripció:

Les subsidències són esfondraments lents del terreny deguts a diferents causes. La tecnologia clàssica per a enregistrar-los és la topografia. Darrerament, però, s'han realitzat experiments basats en tècniques d'interferometria diferencial radar amb resultats prou bons com per a permetre el poder seguir aquest tipus de fenomen per satèl·lit.

El radar proporciona dos tipus d'informació: la intensitat del retorn del senyal i una fase, relacionada amb la distància entre el sensor i l'objecte observat. Aquesta fase és la informació que la interferometria utilitza per a derivar les elevacions del terreny a partir de dues imatges preses des de posicions lleugerament diferents. Quan aquestes posicions són pràcticament les mateixes, però en dos moments separats en el temps, es poden mesurar les diferències que s'han produït en el terreny a causa d'esllavissades, terratrèmols o subsidències.

L'ICC ha desenvolupat un sistema basat en aquesta tècnica per a determinar els canvis al·timètrics tan petits com 1 cm per any entre dues dates a partir d'imatges del radar d'obertura sintètica (SAR) dels satèl·lits ERS i ENVISAT.

En el projecte s'han estudiat casos reals de subsidència comparant els resultats obtinguts mitjançant interferometria diferencial amb les mesures d'anivellació de precisió realitzades al camp. Els resultats han estat prou bons com per a poder combinar aquesta tècnica amb les mesures puntuals de gran precisió per a poder fer el control permanent d'un territori molt més extens a un cost reduït.

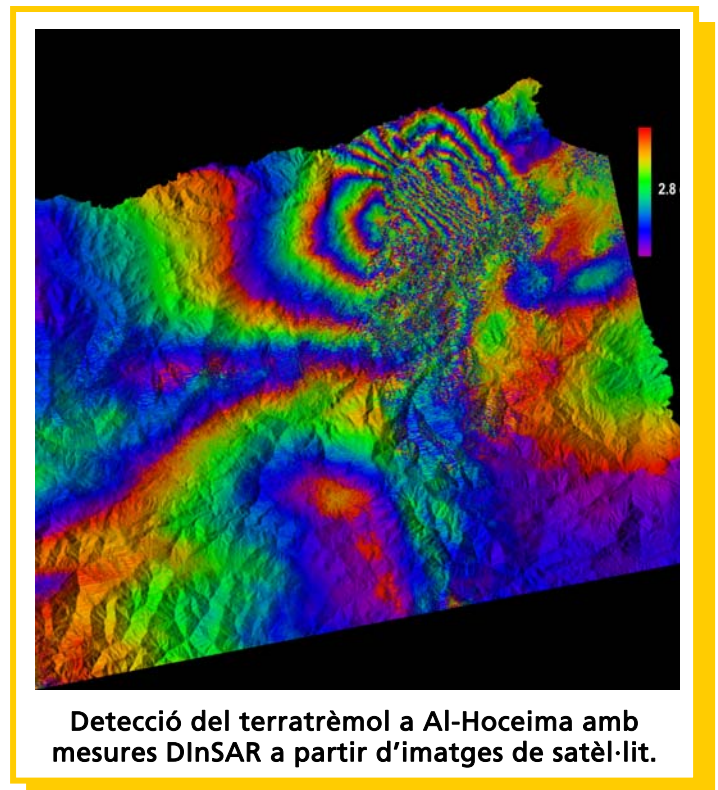
El desenvolupament de l'eina continua, combinant imatges des d'òrbites diferents (ascendents i descendents) i també integrant imatges d'altres sensors SAR: SAR terrestre, TerraSAR-X, Radarsat-2 i ALOS/PALSAR.

### Aportació:

Sistema operacional per al control permanent dels fenòmens de subsidència a un cost reduït.

### Projectes relacionats:

Interferometria SAR, RISCMASS: Metodologies per a la gestió dels riscos de moviment del sòl i anàlisi de la política d'assegurances.



## Publicacions tècniques

Marturià, J. Mora, O., Xifre, D., Martínez, P., Roca, A.: *DInSAR Techniques versus High Topographic Leveling Surveys. The Subsidence Phenomena in Sallent*. European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, vol. II, pàg. 53-57. Barcelona, 2006.

Mora, O., Arbiol, R., Palà, V.: *Advanced DInSAR techniques for monitoring terrain displacements*. European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems. Barcelona, Spain, 2006.

Mora, O., Arbiol, R., Palà, V., Adell, A., Torre, M.: *Generation of Accurate DEMs Using DInSAR Methodology (TopoDInSAR)*. IEEE Letters on Geoscience and Remote Sensing, vol. 3, pàg. 551-554. Piscataway (New Jersey), 2006.

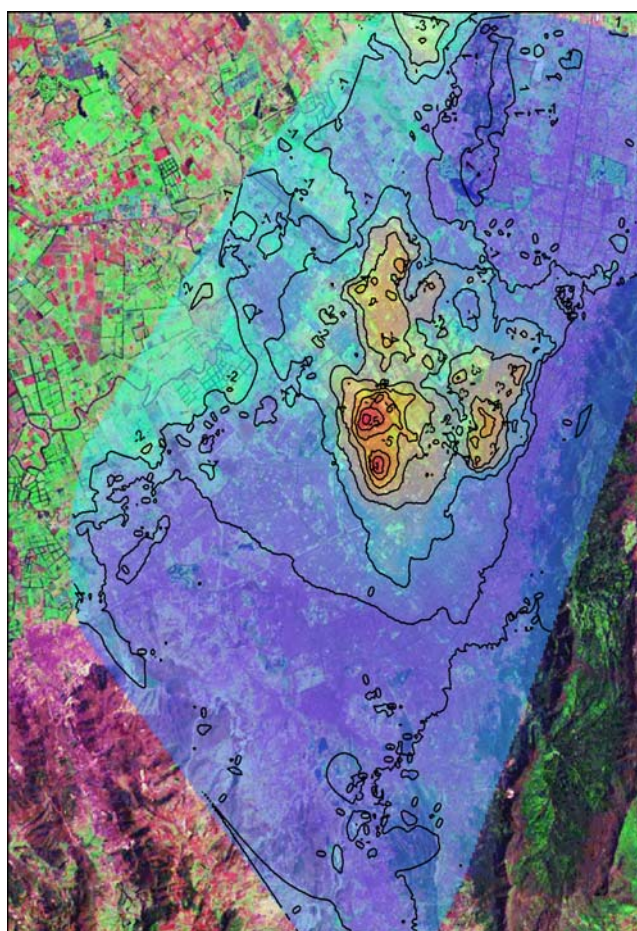
Palà, V., Mora, O., Arbiol, R., Marturià, J.: *Products derived from an Advanced DInSAR-GIS Application for Risk Management*. Proceedings of the ISPRS TC IV Symposium. Goa (Índia), 2006.

Mora, O., Palà, V., Arbiol, R., Adell, A., Torre, M.: *Medidas de deformación del terreno a vista de satélite*. Proceedings del XI Congreso Nacional de Teledetección. Puerto de la Cruz, 2005.

Crosetto, M., Castillo, M., Arbiol, R.: *Urban subsidence monitoring using radar interferometry: Algorithms and validation*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 69, núm. 7, pàg. 775-783. 2003.

Mora, O., Mallorquí, J., Broquetes, A.: *Linear and non linear terrain deformation maps from a reduced set of interferometric SAR images*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 41, núm. 10, pàg. 2243-2253. 2003.

Arbiol, R., Palà, V., Pérez, F., Castillo, M., Crosetto, M.: *Aplicaciones de la tecnología InSar en la cartografía*. Proceedings del IX Congreso Nacional de Teledetección, pàg. 653-657. Lleida, 2001.



Mapa de velocitat de subsidència de la ciutat de Bogotà (Colombia) entre els anys 2003 i 2006 mesurat amb el satèl·lit ENVISAT.

## RISCMASS: Metodologies per a la gestió dels risc de moviments del sòl i anàlisi de la política d'assegurances

### Lideratge de l'estudi:

Regió de Calàbria (Itàlia)

### Participants, col·laboracions:

Unitats de Geologia i Teledetecció (ICC), Regió de Sicília (Itàlia), Regió de la Basilicata (Itàlia), CNR-IRPI (Itàlia), UNINA (Itàlia), NOA (Grècia) i Universitat d'Alacant

Programa Interreg IIIB MEDOCC (Fons FEDER)

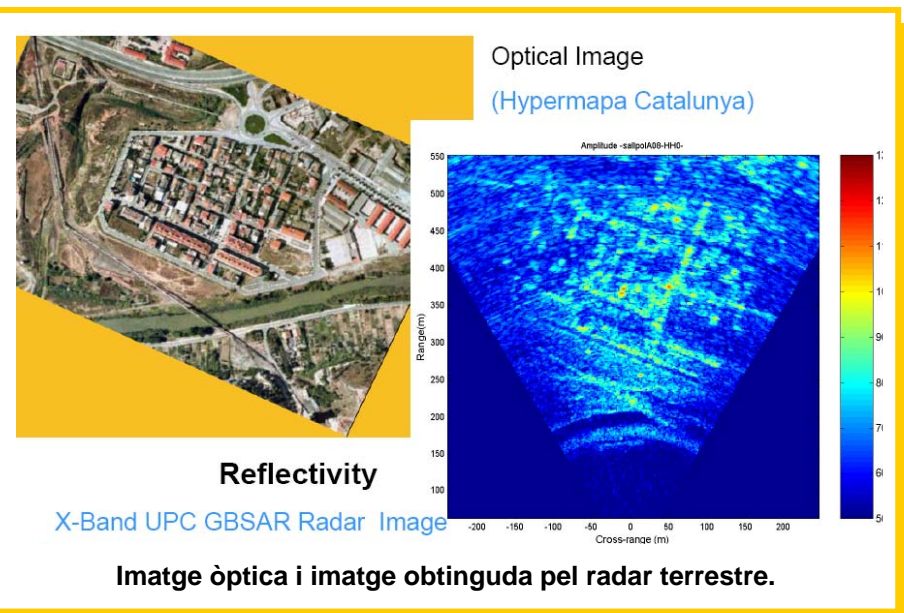
Període: 2004-2006

### Descripció:

Projecte europeu que té com a objectiu la definició de metodologies basades en imatges de satèl·lit que ajudin a la gestió dels riscos del moviment del sòl, com ho poden ser les subsidències. S'han definit dos zones d'estudi a Itàlia (Calàbria i Sicília) i una zona d'estudi a Catalunya (conca potàssica).

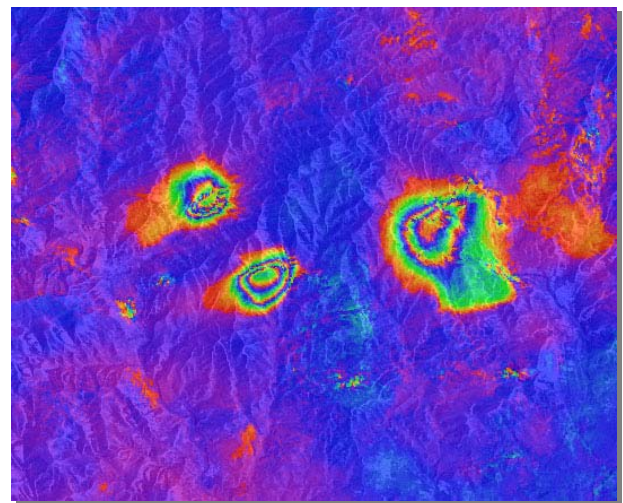
El paper de l'ICC en aquest projecte ha estat treballar sobre una zona pilot realitzant l'anàlisi de la problemàtica mitjançant interferometria radar, estudis geofísics i establiment d'una xarxa d'anivellació. També s'ha dissenyat i implementat una base de dades i un sistema d'informació geogràfica sobre els riscos dels moviments del sòl en aquesta zona.

Durant el 2006 l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) juntament amb la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) ha posat en funcionament un nou sistema de radar terrestre per a la detecció de petits moviments del terreny.



Aquest radar anomenat GB-SAR (Ground Based Synthetic Aperture Radar) pot treballar en diverses bandes freqüencials, en banda X (9.65 GHz) que es troba totalment operativa i en les bandes C (5.3 GHz) i K (17.5 GHz) mitjançant acoblament. El sensor es mou damunt un rail de 2 o 6 metres, en funció de les necessitats, i va equipat amb sis antenes piramidals, dues per a una transmissió continua i quatre per a la recepció en configuració polarimètrica-interferomètrica. Amb un programa continu d'adquisició de dades en diferents dates es poden obtenir mapes de subsidències de gran precisió fent servir tècniques d'interferometria diferencial radar (DInSAR).

Aquest projecte ha permès analitzar la problemàtica i els moviments del sòl en conques potàssiques i desenvolupar una eina pràctica per a la gestió del risc dels moviments del sòl (subsidències).



Fases de l'interferograma diferencial corresponent a les dates 03/02/2005-19/05/2005. Cada cicle de color correspon a un gradient de desplaçament de 2,8 cm.

## Aportació:

Definició de models i mapes de riscos de moviments del sòl per tal de donar suport a la planificació territorial i poder establir unes polítiques d'assegurances coherents amb la problemàtica.

## Projectes relacionats:

Anàlisi de processos de subsidència DINSAR

## Publicacions tècniques:

Palà, V., Mora, O., Arbiol, R., Marturià, J.: *Products derived from an advanced DInSAT-GIS application for risk management*. Commission IV, WG IV/2. Goa (India), 2006.

Marturià, J., Mora, Ò., Xifré, D., Martínez, P., Roca, R.: *DInSAR Techniques versus High Topographic Leveling Surveys: The Subsidence Phenomena in Sallent*. European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, volum II, pàg. 53-57. Barcelona, 2006.

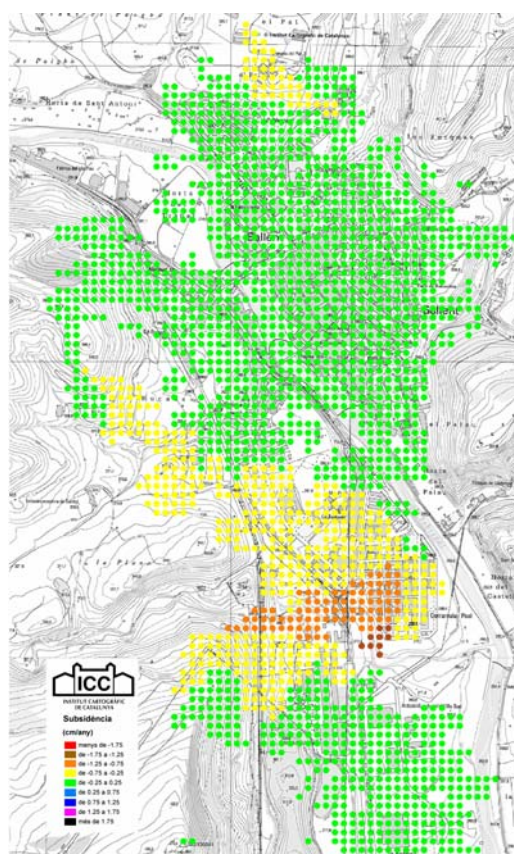
Marturià, J., Martínez, P., Roca, A.: *Implementation of a Subsidence Risk Management System*. European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, vol. I, pàg. 394-396. Barcelona, 2006.

Teixidó, T., Gabàs, A., Martínez, P.: *Métodos eléctricos y sísmicos en la detección de zonas de dilución salinas. Caso del Río Cardener*, Barcelona. Procs. 4a Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica, S08.P20, pàg. 437-438. Portugal, 2004.

Crosetto, M., Castillo, M., Arbiol, R.: *Urban subsidence monitoring using radar interferometry: Algorithms and Validation*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 69 (7): 775-783. 2003.

Mora, Ò., Mallorquí, J., Broquetas, A.: *Linear and nonlinear terrain deformation maps from a reduced set of interferometric SAR images*. IEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41 (10): 2243-2253. 2003.

ICC (2002b). *Estudi del procés d'esfondrament del terreny als barris de l'Estació i de la Rampinya de Sallent*. Informes del Servei Geològic de Catalunya ICC-AR-65/02. ICC. Barcelona, 2002.



Velocitat de deformació de Sallent obtinguda mitjançant dades radar i la utilització del software DISICC.

## Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia

### Participants, col·laboracions:

Instituto Geográfico Nacional

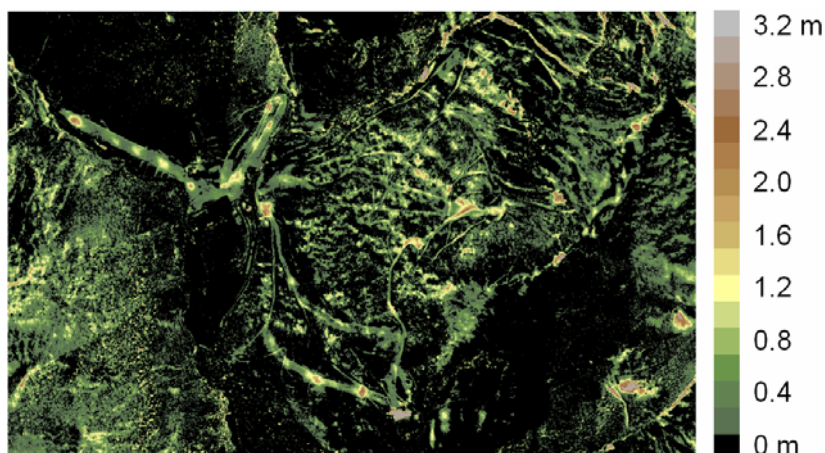
Període: 2002-2007

### Descripció:

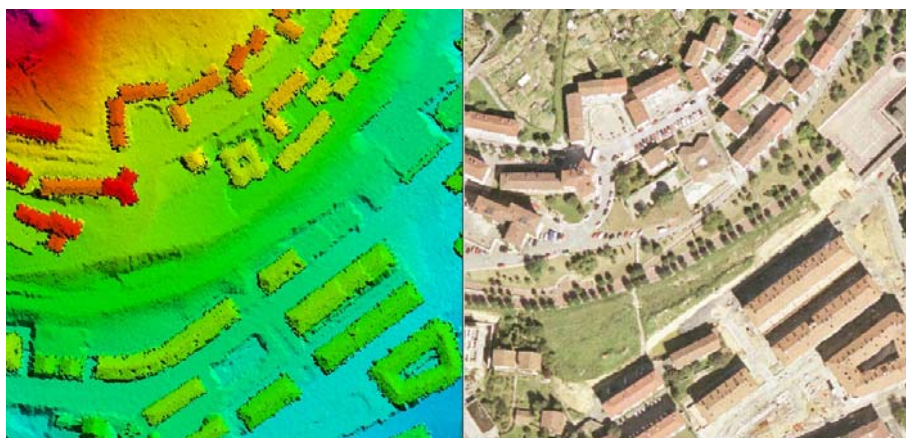
L'altímetre làser (LIDAR) és un sensor actiu que emet pulsacions làser i obté les coordenades tridimensionals dels punts mesurant el temps de retorn i tenint en compte la posició i els angles del sensor. Es poden diferenciar la primera i l'última pulsació del rebot, la qual cosa permet discriminar el retorn de dalt dels arbres del retorn a terra i, per diferència, obtenir una aproximació a l'alçada de la vegetació.

El sistema de l'ICC és capaç de mesurar 25 000 punts per segon i opera entre 175 i 3 000 metres sobre el terreny, tant de dia com de nit. L'elevada densitat de punts –fins a un punt per metre quadrat– fa que aquesta tecnologia sigui una alternativa a la fotogrametria per a l'obtenció d'elevacions del terreny. Si bé el sistema s'ha utilitzat principalment fins ara per a la generació de models del terreny d'alta precisió, sobretot dins del projecte PEFCAT per a la determinació del risc d'inundacions, aquesta tecnologia pot servir per a altres aplicacions, com per exemple:

- ▶ Anàlisi de la coberta vegetal per a estudis forestals.
- ▶ Vigilància y seguiment dels desplaçaments de sorra de les platges.
- ▶ Cartografia de línies elèctriques.
- ▶ Models tridimensionals de ciutats per a aplicacions d'emplaçament d'antenes de telefonia.
- ▶ Quantificació del volum de neu per a estimar el volum d'aigua de desglaç.
- ▶ Alçada de la vegetació com a ajut per a la classificació multiespectral d'usos del sòl.
- ▶ Detecció de vehicles dins de masses forestals.
- ▶ Detecció de canvis a ciutats.



Mapa del gruix de neu realitzat amb dades Lidar.



Detecció d'edificis amb Lidar i comparació amb una foto aèria d'una data anterior per tal de detectar-hi canvis.

L'ICC ha fet proves i desenvolupat mètodes preoperacionals per a cadascuna de les aplicacions esmentades, algunes de les quals estan a punt d'aplicar-se en projectes de producció.

## **Aportació:**

Desenvolupament de nous productes i serveis orientats a organismes amb competències en temes mediambientals, empreses elèctriques, de telefonia, forestals, gestores de recursos hídrics, ajuntaments, defensa, etc.

## **Projectes relacionats:**

Lídar batimètric.

## **Publicacions tècniques:**

Viñas, O., Ruiz, A., Xandri, R., Palà, V., Arbiol, R.: *Combined use of lidar and Quickbird data for the generation of land use maps*. ISPRS Mid-term Symposium 2006 "Remote Sensing: From Pixels to Processes". Enschede, The Netherlands, 2006.

Ruiz, A., Coromines, M., Blanco, E.: *Aplicación de la tecnología lidar al estudio de la cubierta vegetal*. 4o Congreso Forestal Español. Zaragoza, España, 2005.

Janeras, M., Navarro, M., Arnó, G., Ruiz, A., Kornus, W., Talaya, J., Barberà, M., López, F.: *LIDAR applications to rock fall hazard assesment in Vall de Núria*. Proc. International Cartographic Conference "Mapping Approaches into a Changing World". A Coruña, 2005.

Janeras, M., Navarro, M., Arnó, G., Ruiz, A., Kornus, W., Talaya, J., Barberà, M., López, F.: *Aplicaciones del LIDAR en la valoración de la peligrosidad por caída de rocas en Vall de Núria*. 6 Semana Geomática. Barcelona, 2005.

Janeras, M., Navarro, M., Arnó, G., López, F., Barberà, M., Ruiz, A., Kornus, W., Talaya, J.: *LIDAR applications to rockfall hazard assessment in Vall de Núria*. 4th ICA Mountain Cartography Workshop. Vall de Núria, 2004.

Coromines, M., Blanco, E., Ruiz, A.: *Aplicación de la tecnología lidar al estudio de la cubierta vegetal*. Jornadas de Inventario y Teledetección Forestal "INVETEL 2004". Sociedad Española de Ciencias Forestales. Lleida, 2004.

Ojeda, E., Guillén, J., Ruiz, A.: *Monitoring Barcelona City Beaches Using Video (Argus) and Laser (LIDAR) Methods*. 37th CIESM Congress. Barcelona, 2004.

Ruiz, A., Kornus, W.: *Experiencias y aplicaciones del LIDAR*. V Setmana Geomàtica. Barcelona, 2003.

Ruiz, A., González, X., Herms, I., Bastianelli, L.: *Flood Risk Mapping Based on Airborne Laser Scanner Data: Case of the Llobregat River*. Proceedings of the International Conference on Flood Estimation. Berna, 2002.



**Model fotorealista (RPC) generat sobre punts lídar.**

## EURMET: Expansió urbana de les metròpolis europees del sud-oest

### Lideratge de l'estudi:

Universitat de Toulouse  
Le Mirail (França)

### Participants, col·laboracions:

Unitat de Teledetecció (ICC), Centre de Política de Sòls i Valoracions CPSV (UPC), Universidade Nova de Lisboa (Portugal)

Programa Interreg IIB-Sudoe (Fons FEDER)

**Període:** 2003-2006

### Descripció:

Aquest projecte tracta de caracteritzar els espais perifèrics de les ciutats mitjançant:

- ▶ La mesura de la divisió entre residències i activitats localitzades en els espais perifèrics situats en l'interior de les àrees metropolitanes.
- ▶ La identificació dels criteris de localització dels diferents usos de l'espai urbà.
- ▶ La localització de les disfuncions relacionades amb la inadaptació dels perímetres de gestió als límits reals de l'espai urbà.
- ▶ El reconeixement del grau d'adaptació de les polítiques de planificació i d'ordenació territorial respecte als processos de propagació de la urbanització perifèrica.

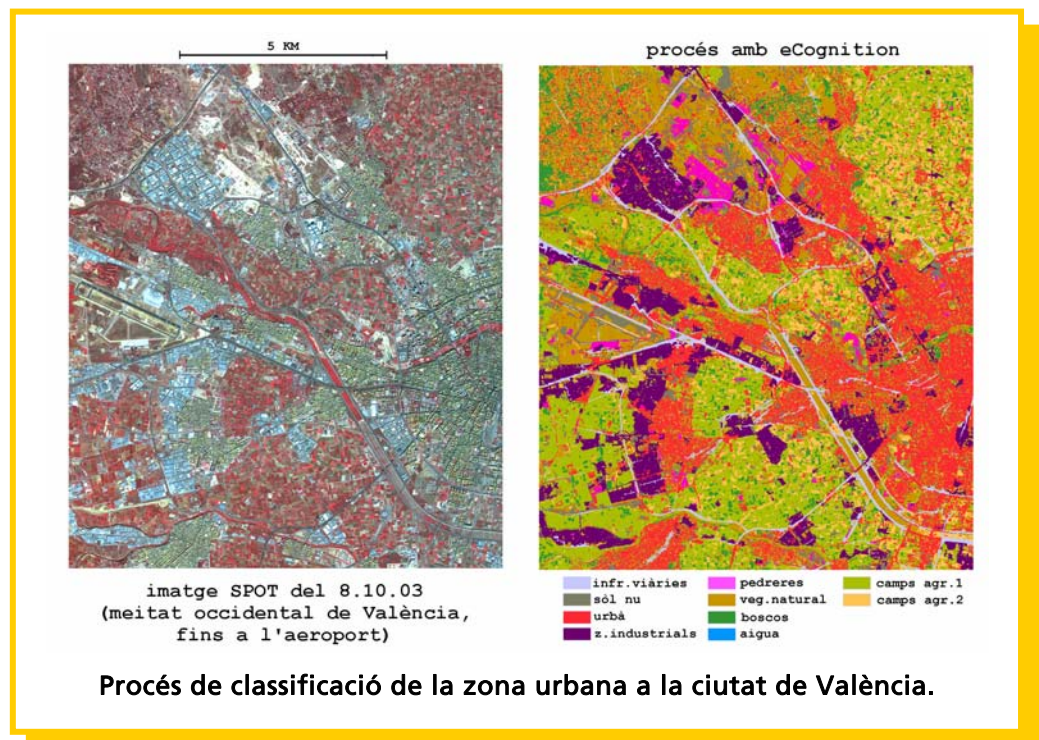
S'ha realitzat una anàlisi a les ciutats de Lisboa, Oporto, Bordeus, Montpellier, Tolosa, Clarmont-Ferrand, Madrid, Barcelona, Sevilla i València. La tasca principal de l'ICC en aquest projecte és el tractament de les imatges satèl·lit (SPOT5) en els 4 emplaçaments espanyols.

### Aportació:

Desenvolupament d'una eina basada en la teledetecció per al recolzament de la planificació urbanística de la perifèria de les grans ciutats.

### Projectes relacionats:

DECIS: Detecció de canvis amb imatges de satèl·lit.





## GEOLAND: Sistema de monitoratge de la vegetació i usos del sòl

### Lideratge de l'estudi:

Infoterra Germany GmbH

### Participants, col·laboracions:

Unitat de Teledetecció (ICC) i 56 socis europeus

6è Programa Marc de la UE

Període: 2004-2006

### Descripció:

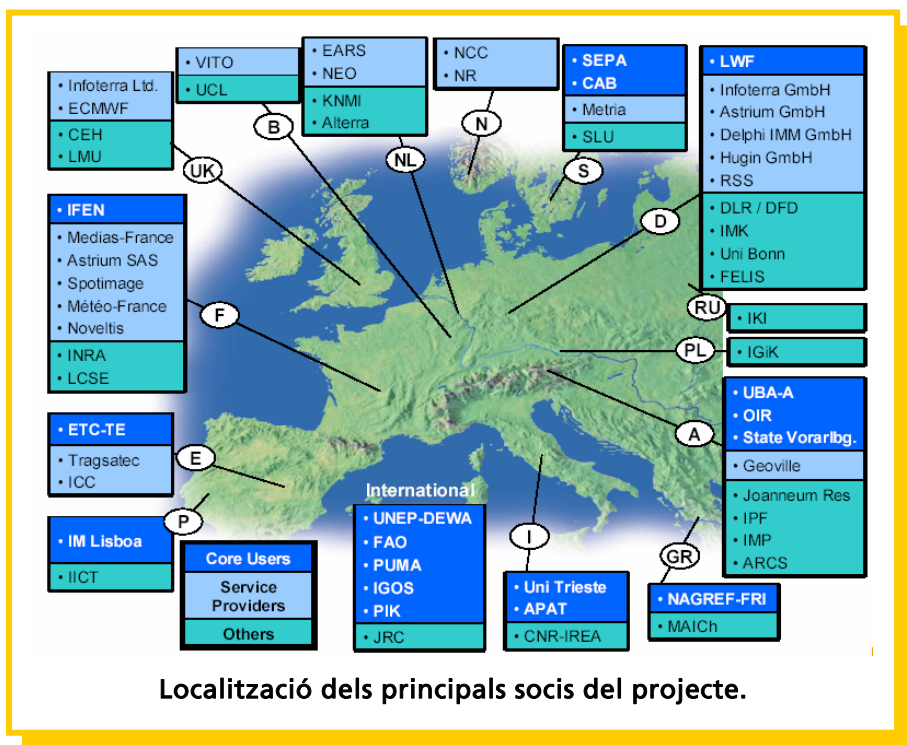
GEOLAND és un projecte Integrat (IP) finançat pel 6è Programa Marc de la Unió Europea, dins del marc de la prioritat d'Aeronàutica i Espai, subprograma GMES (Global Monitoring of Environment and Security).

El projecte preveu el desenvolupament de productes i serveis en l'àmbit de la geoinformació per a donar suport al programa GMES. Concretament, els productes i serveis GEOLAND s'orienten al control i la gestió de la cobertura del sòl i la vegetació, i seran dissenyats per tal que assegurin els requeriments de sostenibilitat, accessibilitat, confiança i eficiència econòmica que necessiten els organismes públics encarregats de la gestió del medi ambient.

El projecte és dividit en diferents subprojectes. L'ICC participa en el "Generic Land Cover", i la seva tasca és definir els requeriments dels usuaris espanyols, validar els serveis i productes desenvolupats i fer productes de demostració per als usuaris finals.



Imatge del projecte GEOLAND.



### Aportació:

Desenvolupament de productes i serveis basats en imatges de satèl·lit per a la gestió a gran escala d'aspectes mediambientals i de planificació territorial.

### Projectes relacionats:

EURMET: Expansió urbana de les metròpolis europees del sud-oest.

## DECIS: Detecció de canvis amb imatges satèl·lit

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Teledetecció

Període: 2003-2007



### Descripció:

El projecte utilitza un conjunt multitemporal d'imatges de satèl·lit per a la detecció de canvis territorials significatius, i molt especialment les noves infraestructures de comunicació i transport i l'evolució de zones urbanes.

El projecte ha començat avaluant els resultats de diferents mètodes de detecció de canvis. Prèviament a la detecció, les imatges s'homogeneïtzen aplicant correccions atmosfèriques (projecte CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics).

La detecció de canvis es realitza en base a sèries temporals d'imatges dels satèl·lits SPOT, Landsat-5 i Landsat-7, i també la constel·lació DMC (Disaster Monitoring Constellation), i els resultats es validen amb la cartografia ja establerta (usos del sòl, xarxa de carreteres, ortofotos, etc.).

DECIS és la continuació del projecte anterior DECIL, en el qual es van utilitzar imatges del satèl·lit Landsat-7. En el projecte DECIL es va analitzar el problema de la detecció i l'eliminació de núvols i ombres, i també de masses d'aigua. També va quedar establerta una metodologia per a generar un primer producte basat en la fotointerpretació.

### Aportació:

Metodologia semiautomàtica de seguiment dels canvis territorials significatius.

### Projectes relacionats:

CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics.

### Publicacions tècniques:

Martínez, L., Joaniquet, M., Palà, V., Arbiol, R.: *Detection, Confirmation and Validation of Changes on Satellite Image Series*. International Cartographic Conference. A Coruña, 2005.

Martínez, L., Palà, V., Arbiol, R.: *Discriminación de nubes, agua e innivación en series de imágenes corregidas y compensadas físico-estadísticamente*. V Setmana Geomàtica. Barcelona, 2003.

## Aplicacions temàtiques de teledetecció

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Teledetecció

### Participants, col·laboracions:

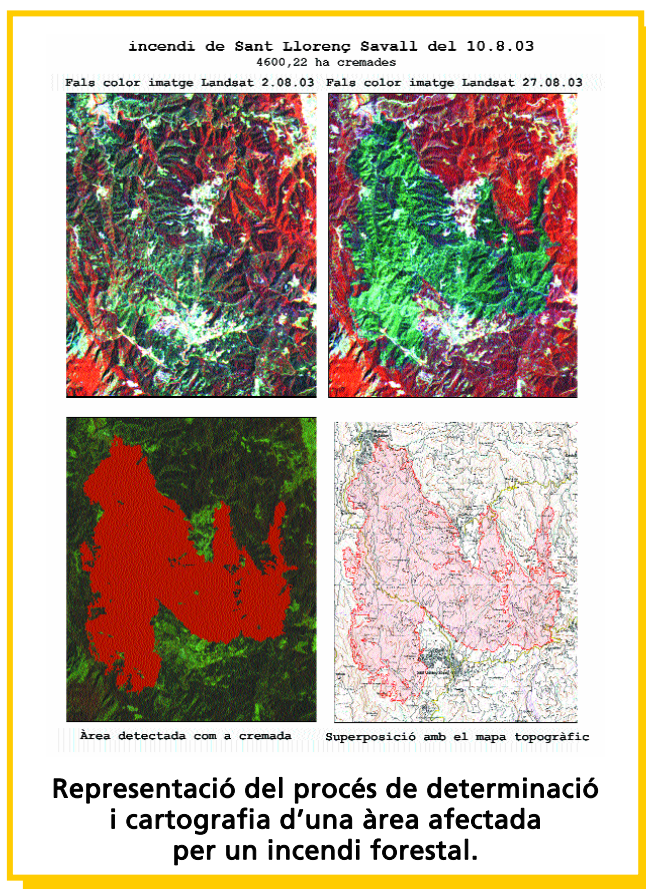
Instituto Geográfico Nacional d'Espanya.

**Període:** Activitat continuada

### Descripció:

La teledetecció és una tecnologia que neix amb els primers satèl·lits artificials que embarquen sensors d'observació de la Terra, cap allà el 1960. Des de llavors, la quantitat de sensors embarcats en satèl·lit dedicats a mesurar la terra, el mar i l'atmosfera no ha parat de créixer.

Una de les activitats de l'ICC és la realització de cartografia temàtica d'usos del sòl mitjançant la teledetecció. Cada quadrienni, des de fa dotze anys, s'ha realitzat un inventari d'usos del sòl amb el DMAH. També, anualment, es fa un inventari dels incendis forestals mitjançant aquesta tècnica (vegeu figura).



Aquest projecte respon a la necessitat de disposar d'eines i sistemes que permetin generar informació per a controlar i gestionar l'evolució del territori i el medi ambient a partir de les dades de sensors de tota mena embarcats en satèl·lits combinats amb dades d'altres sensors embarcats en avió, com és el cas de les dades de l'altímetre làser. El programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security) de la Unió Europea es basa en aquest tipus de dades.

### Aportació:

Projectes de demostració amb nous sensors per al seu aprofitament en el desenvolupament de nous productes i serveis orientats a la planificació territorial i a la gestió del medi ambient i les infraestructures.

### Projectes relacionats:

GEOLAND: Sistema de monitoratge de la vegetació i usos del sòl, EURMET: Expansió urbana de les metròpolis del sud-oest, CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics, DECIS: Detecció de canvis amb imatges satèl·lit.

### Publicacions tècniques:

Arbiol, R., Zhang, Y., Palà, V.: *Advanced Classification Techniques: a Review*. Proceedings of the ISPRS Mid-term Commission VII Symposium. Enschede (Països Baixos), 2006.

Viñas, O., Ruiz, A., Xandri, R., Palà, V., Arbiol, R.: *Combined use of Lidar and Quickbird data for the generation of land use maps*. ISPRS Commission VII Mid-term Symposium. Enschede (Països Baixos), 2006.

## Generalització

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Cartografia Automàtica

### Participants, col·laboracions:

Universitat Politècnica de València

### Període:

Activitat continuada

### Descripció:

L'objectiu de la generalització cartogràfica és produir un mapa o una base cartogràfica numèrica clarament llegible i interpretable a partir d'una informació que es considera massa abundant i de massa detall per a l'escala de representació.

Normalment s'aplica per a l'obtenció d'una base o d'un mapa a partir d'altres bases o mapes d'escala més grans.

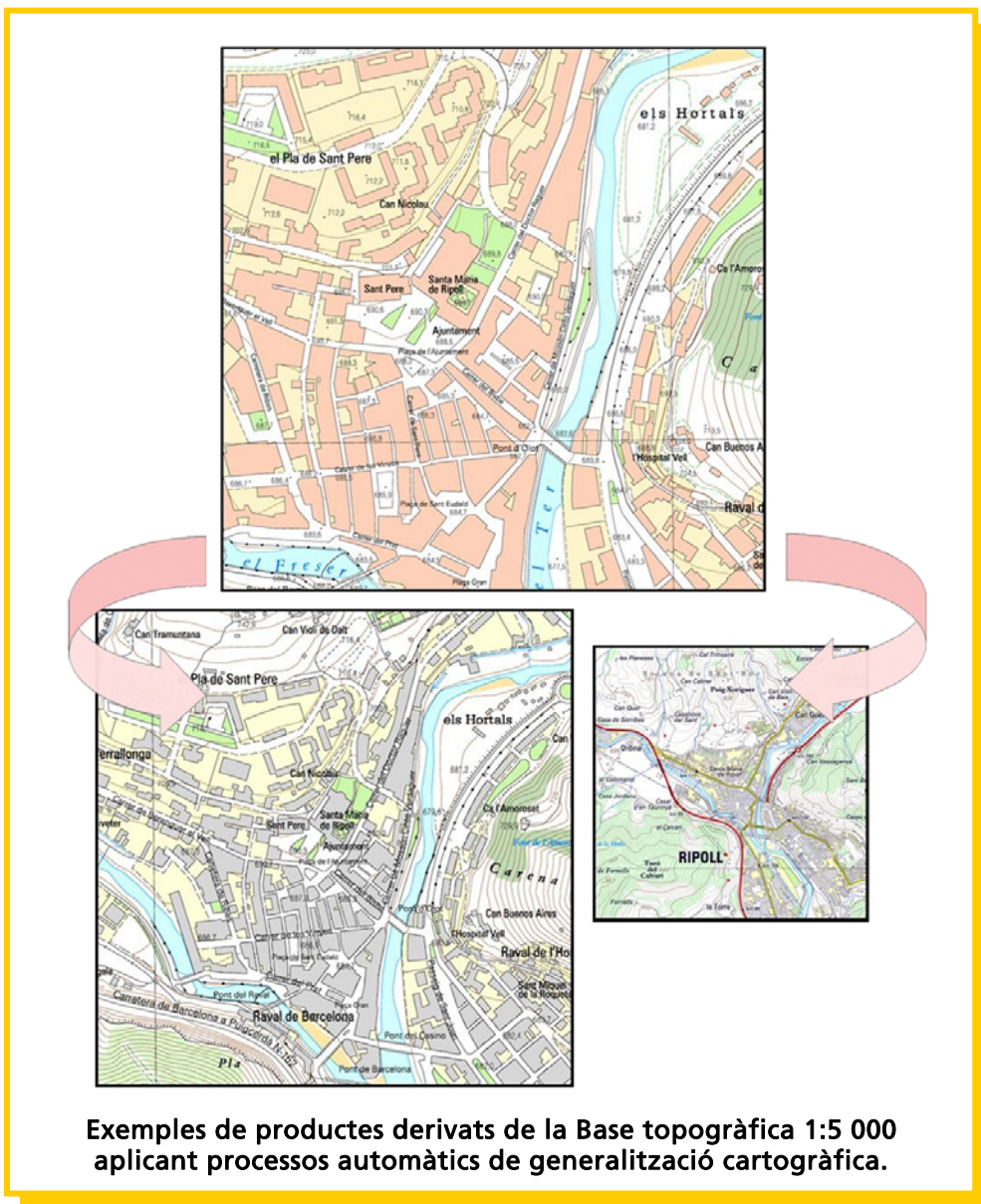
Actualment l'ICC aplica generalització automàtica en una part important de la producció de les sèries Mapa topogràfic 1:10 000 i Base topogràfica 1:25 000, totes dues derivades de la Base topogràfica 1:5 000.

Les aplicacions utilitzades combinen eines desenvolupades per equips de recerca (Universitat de Hannover, Universitat Politècnica de València) amb eines desenvolupades internament.

El proper objectiu és aplicar generalització automàtica per a derivar productes d'escala més petites a partir de la Base topogràfica 1:25 000. Encara que la majoria dels algorismes a aplicar siguin els mateixos que en el cas d'escala grans o mitjanes, caldrà adaptar-los a la problemàtica particular de les escales més petites, on molta informació deixa de representar-se a escala i on el nombre de conflictes provocats per la simbolització és més elevat.

L'objectiu següent serà estudiar l'actualització de les bases de dades obtingudes per generalització.

En les cadenes de producció del Mapa topogràfic de Catalunya 1:10 000 i de la Base topogràfica 1:25 000 s'estan començant a analitzar els mecanismes que han de permetre establir aquests lligams, que necessàriament han d'incloure informació sobre la versió i la data d'incorporació de cadascun dels objectes a la bases de dades. En el model de dades actual aquesta informació no existeix a nivell d'objecte. S'està treballant perquè en la propera versió, cada objecte porti associada aquesta informació i es puguin propagar les actualitzacions als productes derivats.



**Exemples de productes derivats de la Base topogràfica 1:5 000 aplicant processos automàtics de generalització cartogràfica.**

## **Aportació:**

Desenvolupament de programari propi complementat amb programari comercial per a la producció de sèries cartogràfiques aplicant generalització.

Disseny d'un model de dades amb multirepresentació que permeti propagar les actualitzacions a la informació generalitzada.

## **Publicacions tècniques:**

Baella, B., Pla, M.: *Reorganizing the Topographic Databases of the Institut Cartogràfic de Catalunya applying generalization*. Workshop on Progress in Automated Map Generalization. ICA. La Corunya, 2005.

Baella, B., Pla, M.: *An example of database generalization workflow: the Topographic Database of Catalonia at 1:25.000*. Workshop on Progress in Automated Map Generalization. ICA. París, 2003.

Baella, B., Pla, M.: *Map names generalization at the Institut Cartogràfic de Catalunya*. Workshop on Progress in Automated Map Generalization. ICA. Pequín, 2001.

## Models de ciutats

### Lideratge de l'estudi:

Institut Cartogràfic de Catalunya,  
Unitat de Cartografia Automàtica

**Període:** 2006-2008

### Descripció:

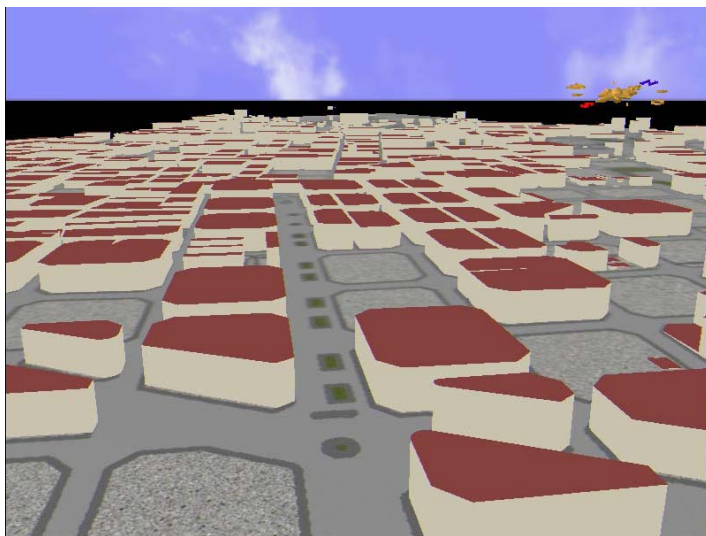
La necessitat de disposar de models de ciutats per a introduir un valor afegit a les dades vectorials d'escala grans, i de passada satisfer les demandes d'alguns clients, requereix analitzar i valorar detalladament les característiques del procés de generació d'aquests models.

Atenent al nivell de detall, els models de ciutats són classificats en 5 nivells. L'ICC disposa d'una gran quantitat de dades topogràfiques a escales grans, bàsicament 1:1 000 i 1:5 000, recollides amb mètodes que permeten emmagatzemar les alçades dels elements, i disposa també de models digitals del terreny i d'ortofotos. Amb aquests productes es poden generar models de ciutats amb una complexitat equivalent al segon nivell. La captura de dades complementària, amb els mètodes utilitzats actualment o amb mètodes nous, permetria en el futur anar enriquint el model amb altres informacions.

Els objectius d'aquest projecte a curt termini són l'anàlisi dels requeriments per a les dades d'entrada, l'anàlisi de la tipologia dels productes que es poden obtenir, l'establiment dels fluxos de treball i l'avaluació de costos



**Exemple de la modelització a la ciutat de Barcelona.**



**Model en 3D realitzat amb un programari comercial.**

### Aportació:

Definició de nous productes.

### Projectes relacionats:

TRUEORTO: Producció d'ortofotos estrictes.

## AWARE. Una eina per a la mesura i predicció dels recursos hídrics disponibles en àrees de muntanya

### Lideratge de l'estudi:

Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA - CNR), (IT)

### Participants, col·laboracions:

Politecnico di Milano – IPOLIMI (IT), Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF (CH), Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft Technische Universität Wien (AU), University of Slovenia SIULFGG (SL), Remote Sensing Data Engineering RSDE (IT), Universitat Jaume I (ES)

6è Programa Marc de la UE.

**Període:** 2005-2007

### Descripció:

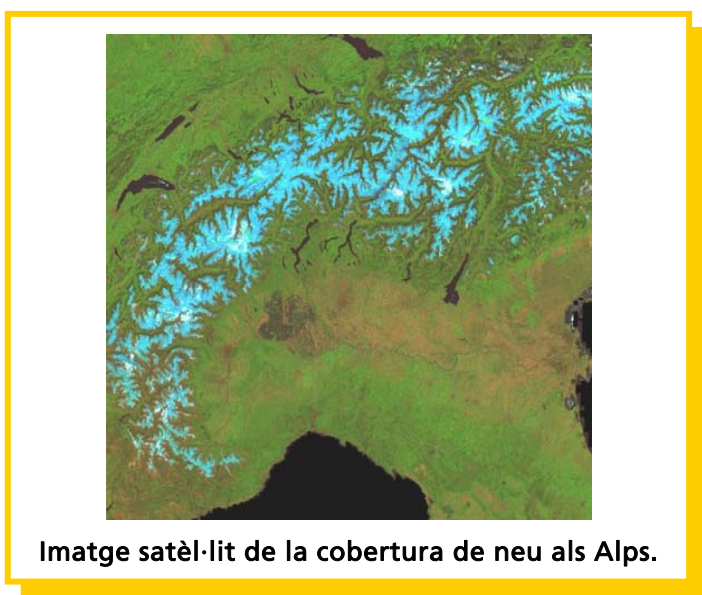
L'objectiu del projecte és el desenvolupament de models i eines que permetin controlar i predir la quantitat d'aigua disponible en les conques a partir de la mesura de la quantitat de neu. D'aquesta manera es pretén fer prediccions dels fluxos d'aigua a mitjà i llarg termini per a poder realitzar una gestió més sostenible dels recursos hídrics.

Els models desenvolupats es basen en l'ús combinat de dades procedents de satèl·lits d'observació de la Terra i mesures *in situ* de dades hidrogeològiques i meteorològiques.

En el projecte hi participen instituts de recerca, universitats i empreses de 5 països europeus (Àustria, Eslovènia, Espanya, Itàlia i Suïssa).

L'ICC és el responsable de desenvolupar un geoservei amb el qual es podran aplicar els models desenvolupats en el projecte. Aquest geoservei, que seguirà els requeriments del programa INSPIRE, serà capaç d'analitzar dades globals i locals per a poder calcular, arxivar, actualitzar i distribuir les informacions derivades de les dades d'innivació.

D'altra banda l'ICC també participarà en la informació i la involucració en el projecte dels usuaris finals, com pot ser l'ACA o el Ministerio de Medio Ambiente.



Imatge satèl·lit de la cobertura de neu als Alps.

AWARE és finançat amb fons europeus de la Comissió Europea – Direcció General per a les Empreses i la Indústria – dins del Sisè Programa Marc (FP6 Aerospace).

### Aportació:

Coneixement en el desenvolupament de geoserveis via internet per a aplicacions temàtiques.

### Publicacions tècniques:

Granell, C., Díaz, L., Esbrí, M. A., Gould, M., Lladós, A.: *Contribuciones de una IDE a la e-Ciencia: Proyecto AWARE*. III Jornadas Técnicas de la Infraestructura de Datos Espaciales de España, Castellón. Spain, 2006.