

L'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) fa recerca per a desenvolupar, difondre i implantar noves tecnologies, per a crear nous productes i serveis innovadors, i assolir els coneixements necessaris per a ser centre de referència a Catalunya.

Les línies de recerca i desenvolupament definides en el Contracte Programa 2010-2013 (darrer CP de l'Institut Cartogràfic de Catalunya) abasten la geodèsia, la cartografia, la teledetecció i la difusió d'informació per Internet. Les principals fites assolides han estat la implantació dels serveis de posicionament geodèsic basats en xarxes virtuals, l'estudi exhaustiu de les càmeres fotogramètriques digitals, la consolidació de tècniques radar per a l'estudi de moviments del terreny, la combinació de dades òptiques hiperespectrals amb dades d'altimetria làser per a aplicacions temàtiques, i les activitats relacionades amb l'estandardització i oficialització de la informació geogràfica.

També cal destacar que el 2011 el Centre de Suport al Programa Català d'Observació de la Terra va iniciar projectes de recerca propis, i que el Grup d'Estudis d'Història de la Cartografia, en el qual participa l'ICC, ha estat reconegut com a Grup de Recerca Consolidat de la Generalitat.

Aquest document presenta un resum de les fites assolides i dels indicadors dels projectes que l'ICC considera de R+D.

Barcelona, juliol de 2014

Fites tecnològiques de R+D

Geodèsia

Les activitats de recerca i desenvolupament en geodèsia tenen com a objectiu millorar i innovar els serveis del Servei de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC), que dona un marc de referència precís i homogeni a la informació geogràfica alhora que facilita el posicionament sobre el territori.

Realitzacions més importants

- ▶ Desenvolupament d'eines d'acord amb els requeriments d'EUREF per a esdevenir un LAC (Local Analysis Centre).
- ▶ Anàlisi, avaluació, determinació, difusió i suport al canvi de sistema de referència ED50 a ETRS89.
- ▶ Desenvolupament i posada en marxa del servei d'estacions GPS virtuals.
- ▶ Finalització del projecte de gravimetria aerotransportada (GAST).
- ▶ Caracterització del comportament i utilització de les dades de les plataformes d'estabilització del moviment de sensors en les solucions de navegació, i desenvolupament de la segona versió del sistema SISA de determinació d'orientacions del sensor CASI.
- ▶ Desenvolupament del model geomètric del sensor TASI.

Transferència a producció

- ▶ Servei d'estacions GPS virtuals a la comunitat d'usuaris del SPGIC.
- ▶ Operativa la 2a versió del sistema d'orientació SISA.

Sensors

Els sensors són els instruments per a la captació primària de dades. De forma general, els sensors es classifiquen en dos grans grups: els passius com les càmeres digitals, els sensors hiperespectrals i de microones, i els actius, que il·luminen els objectes abans de mesurar el retorn del senyal, tal com els altímetres làser i el radar. Tots aquests sensors poden anar instal·lats en sistemes mòbils terrestres, aeris o espacials. La línia de treball inclou la determinació acurada del model geomètric del sensor i de llurs característiques radiomètriques.

Realitzacions més importants

- ▶ Caracterització precisa de la geometria de les càmeres fotogramètriques digitals: desenvolupament del concepte d'autocalibratge específic per a cada capçal.
- ▶ Desenvolupament dels models geomètrics dels sensors dels satèl·lits Helios II, SPOT HRS i THR, Plèiades, TerraSAR-X i Cosmo-SkyMed.
- ▶ Caracterització del model i dels procediments de calibratge de l'altímetre làser ALS50-II.
- ▶ Model geomètric i calibratges geomètrics i radiomètrics del sensor hiperespectral tèrmic TASI.
- ▶ Projecte HUMID de detecció d'humitat del sòl a partir de la radiació de microones emeses pel terreny.
- ▶ Validació del calibratge del sensor AISA-EAGLE i anàlisi comparativa amb el sensor CASI.

Transferència a producció

- ▶ Posada en producció del nou altímetre làser ALS50-II.
- ▶ Integració dels mètodes de calibratge de càmeres fotogramètriques digitals en el programari d'aerotriangulació.
- ▶ Integració dels models dels sensors embarcats en satèl·lits en el programari de procés de l'ICC.

Processament digital d'imatges

La majoria de sensors lliuren dades en forma d'imatges digitals. El processament digital d'imatges és, doncs, l'eina adient per a millorar-ne la qualitat i optimitzar i automatitzar la generació d'informació derivada.

Realitzacions més importants

- ▶ Desenvolupament d'algorismes d'igualació radiomètrica d'imatges, tractament específic de cossos d'aigua per tal d'evitar reflexos, i ajust radiomètric continu i global.
- ▶ Compensació dels efectes de l'atmosfera en les imatges digitals obtingudes amb les càmeres fotogramètriques digitals i el sensor hiperespectral CASI.
- ▶ Nous algorismes de generació de mosaics tenint en compte les elevacions del terreny i per a la realització d'ortofotos estrictes amb resolució de les ocultacions.
- ▶ Extracció automàtica d'objectes en imatges digitals: extracció de senyals de trànsit, senyals de guais i rètols en carreteres i carrers.
- ▶ Milliores dels procediments d'aerotriangulació amb el disseny de nous fluxos basats en la correlació automàtica de punts.

Transferència a producció

- ▶ Generació automàtica d'ortofotos estrictes per a projectes a escales grans (píxel de 10 cm).
- ▶ Eines d'ajust radiomètric global i tractament dels reflexos.
- ▶ Programari de compensació d'efectes de l'atmosfera.
- ▶ Increment de la fiabilitat i robustesa dels processos d'aerotriangulació automàtica.

Teledetecció

Els sensors d'observació de la Terra permeten captar dades de forma repetitiva i sostinguda a costos notablement més reduïts comparant amb els mètodes tradicionals. La teledetecció és, doncs, una forma innovadora d'obtenir informació a costos acotats i sostenibles sempre que la transformació de les dades dels sensors en informació sigui possible. En aquest camp, l'ICC desenvolupa prototipus per a determinar usos del sòl, detectar canvis del territori, mesurar moviments del terreny (subsidiències) i altres aplicacions per als àmbits rurals i urbans.

Realitzacions més importants

- ▶ Continuació del desenvolupament d'eines per a la millora de la detecció i el monitoratge de subsidiències mitjançant interferometria diferencial radar amb imatges de banda L i a partir de les capacitats polarimètriques i l'alta resolució de nous sensors radar instal·lats en satèl·lits.
- ▶ Algorismes per a aplicacions no topogràfiques de les dades de l'altímetre làser aerotransportat, de la DMC com l'anàlisi de la relació senyal/soroll de cada canal per a l'extracció de valors de contaminació lumínica i tècniques avançades de classificació basades en la combinació de dades làser i dades hiperespectrals.
- ▶ Desenvolupament d'una metodologia per al seguiment de canvis territorials a partir de dades de satèl·lit.
- ▶ Treballs de posada en operació del sensor tèrmic hiperespectral TASI.
- ▶ Avaluació del potencial cartogràfic de les imatges del radar del satèl·lit TerraSAR-X.

Projectes de demostració

- ▶ Estimació de la humitat del sòl a partir de dades dels sensors CASI, TASI i radiòmetre.
- ▶ Classificació de la vigorositat de la vegetació urbana amb informació NDVI a partir del calibratge de la DMC.
- ▶ Estudis pilot de demostració tecnològica amb làser aerotransportat: seguiment d'activitats extractives (explotació i restauració); control volumètric d'abocadors; regeneració forestal; monitoratge de costes i determinació del potencial solar fotovoltaic i tèrmic a partir d'un model altimètric lidar de superfície.
- ▶ Estudis pilot basats en la combinació de dades de l'altímetre làser i imatges multiespectrals i hiperespectrals: determinació de paràmetres rellevants per a inventaris forestals, detecció automàtica de classes en conreus de llenyoses, generació de mapes d'usos del sòl.
- ▶ Estudis amb sèries temporals d'imatges tèrmiques per a la detecció de gas metà en el marc del projecte de control d'abocadors, per a la generació de mapes d'emissivitat de cobertes, de fuites de calor.

- ▶ Projecte per a calcular els estocs de carboni en zones boscoses i de matollar a partir dels models altimètrics de l'altímetre làser.

Transferència a producció

- ▶ Incorporació a la cadena productiva d'interferometria diferencial radar el processament d'imatges de la plataforma ALOS/PALSAR i l'avaluació comparativa amb xarxes de mesures in situ.
- ▶ Elaboració anual del mapa de canvis territorial a partir d'imatges de satèl·lit.
- ▶ Generació automàtica i distribució d'una capa NDVI.

Producció cartogràfica

Les activitats es concentren en la generalització automàtica de cartografia i bases cartogràfiques, en l'estudi de la interoperabilitat i l'homogeneïtzació de dades en el marc de la directiva europea INSPIRE, i en el modelatge d'edificis per a cartografia 3D.

Realitzacions més importants

- ▶ Seguiment dels avanços en generalització automàtica, participació en el projecte EuroSDR d'avaluació de programari comercial de generalització, i implementació de noves eines per a la producció.
- ▶ Participació en el desenvolupament de directrius per a la homogeneïtzació de dades en el marc del desplegament de la directiva europea INSPIRE.
- ▶ Estudi i anàlisi del disseny d'una base de dades multiresolució 3D.
- ▶ Implementació d'una cadena de captació de dades fotogramètrica basada en programari SIG i Oracle Spatial.
- ▶ Disseny del model de la base de topònims compatible amb el model INSPIRE de noms geogràfics amb identificador únic de topònim, cicle de vida per topònim i metadades a nivell d'instància.

Projectes de demostració

- ▶ Projecte europeu GIS4EU: Desenvolupament d'un model de dades comú, harmonització i interoperabilitat de diferents bases topogràfiques i temàtiques de diferents països i diferent escala per a validar els estàndards i les regles d'implementació INSPIRE.
- ▶ Adaptació de les dades de cartografia urbana 1:1 000 (model 2.2) per a la realització d'un model virtual en 3D.
- ▶ Restitució fotogramètrica basada en imatges de satèl·lit SPOT6 i Plèiades per a l'actualització de productes topogràfics.
- ▶ Projecte pilot per a la posada en marxa d'una cadena de producció fotogramètrica basada en programari SIG en substitució d'una cadena basada en programari CAD.
- ▶ Preparació de simbologies de productes topogràfics adaptades als dispositius digitals de distribució.

Transferència a producció

- ▶ Processos de generació de topònim únic a partir de les diverses ocurrencies d'un mateix topònim en els productes topogràfics a escales 1:5 000, 1:10 000 i 1:25 000.

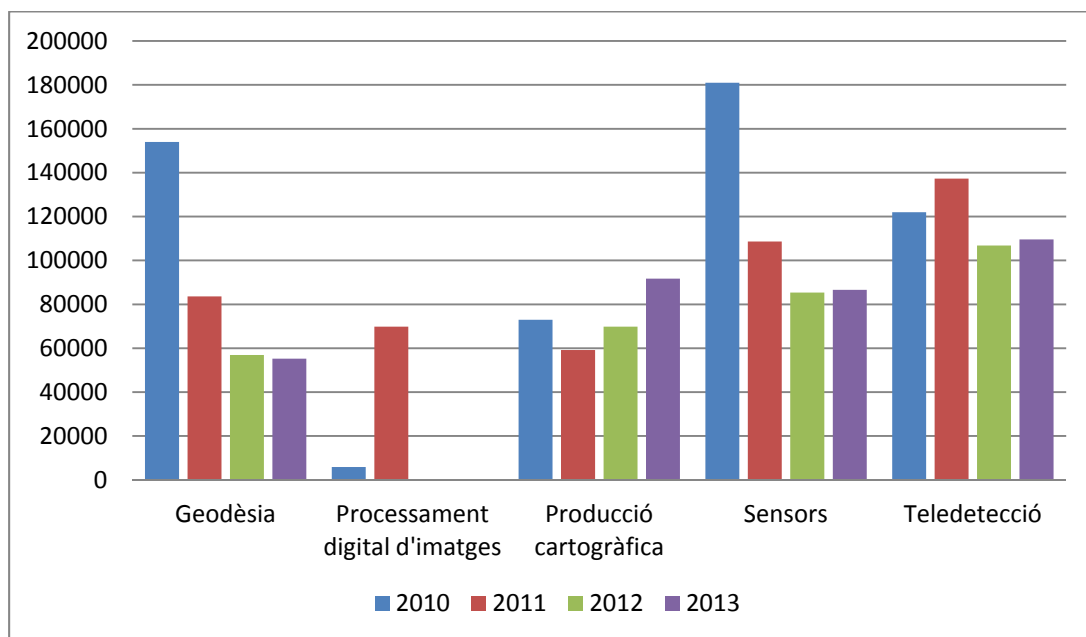
Indicadors econòmics

Les dades econòmiques fan referència als projectes de desenvolupament. No s'han tingut en compte les inversions en sistemes comercials de captació de dades. Les dades que segueixen corresponen a les despeses realitzades agrupats segons els àmbits temàtics.

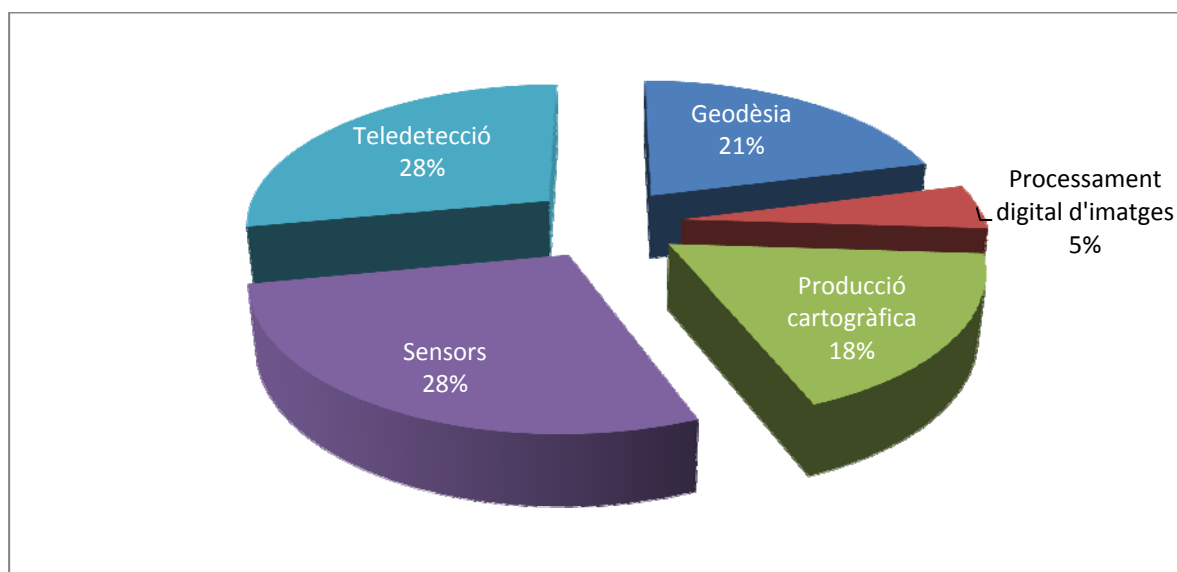
	2010	2011	2012	2013
Geodèsia	154 000	83 619	56 903	55 236
Processament digital d'imatges*	5 855	69 806	0	0
Producció cartogràfica	73 000	59 200	69 835	91 725
Sensors	181 000	108 660	85 383	86 576
Teledetecció	122 000	137 302	106 792	109 593
R+D	535 855	458 587	318 913	343 130

Taula 1. Pressupost anual dels projectes de R+D per a cada àmbit temàtic.

*El 2012 es va integrar a l'apartat de sensors.



Gràfic 1. Evolució del cost dels projectes de desenvolupament per àmbits temàtics.



Gràfic 2. Repartició dels costos dels projectes de desenvolupament per àmbits, 2010-2013.

Any	Pressupost*	R+D	%
2010	23 681 904	535 855	2,3%
2011	18 796 513	458 587	2,4%
2012	18 251 475	318 913	1,2%
2013	14 097 384**	343 130	2,0%

* Extret dels pressupostos de la Generalitat de Catalunya.

** El 86% del pressupost 2012.

Taula 2. Inversió en projectes de R+D en relació al pressupost assignat a l'ICC.

Any	Geodèsia	Processament d'imatges	Producció cartogràfica	Sensors	Teledetecció	TOTAL
2010	4	2	6	7	11	30
2011	4	1	6	6	11	28
2012	3	0	6	6	12	27
2013	4	0	7	7	12	30

Taula 3. Nombre de projectes de R+D per àrea temàtica i any.

Origen del finançament

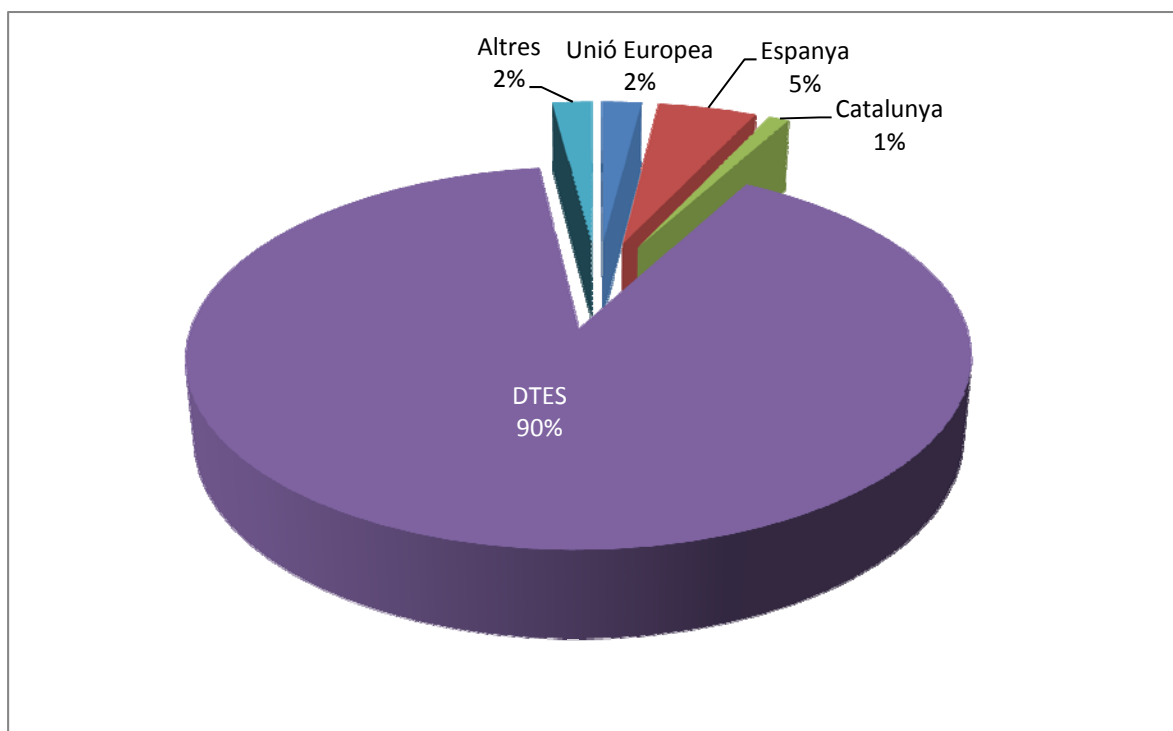
Els projectes de desenvolupament de l'ICC es financen principalment mitjançant el Contracte Programa amb el Departament de Territori i Sostenibilitat, però també se cerquen altres fonts de finançament com, per exemple, les convocatòries d'ajuts de suport a la recerca de la Generalitat de Catalunya, del Ministeri d'Educació i Ciència, el Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme i el CDTI, entre d'altres. També se cerca finançament de programes europeus, com els programes marc de la Unió Europea o els projectes INTERREG.

	2010	2011	2012	2013
Finançament CP (DTES)	78%	95%	99%	93%
Ingressos d'altres fonts	22%	5%	1%	7%

Taula 4. Índex de finançament del programa de R+D de l'ICC.

Anys	Procedència dels ingressos					Despeses totals
	UE	Espanya	Catalunya	DTES	Altres	
2010	38 042	59 042	-	418 766	20 005	535 855
2011	1 207	16 117	-	437 013	4 250	458 587
2012	1 287	-	-	317 482	144	318 913
2013	-	-	23 868	318 215	1 047	343 130

Taula 5. Distribució de les fonts de finançament obtingudes per als projectes de desenvolupament.



Gràfic 3. Procedència del fons de finançament del programa de R+D, 2010-2013.

Indicadors de R+D

Personal dedicat a la recerca i el desenvolupament

Les diferents àrees de l'ICC compaginen les tasques de suport i de desenvolupament amb les tasques de producció. 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 matemàtics, físics, enginyers en telecomunicacions i informàtica, geògrafs i biòlegs.

	2010		2011		2012		2013	
	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones
Geodèsia	2 876	1,80	2 048	1,28	1 672	0,99	1 709	1,02
Processament d'imatges*	180	0,11	1 888	1,18	-	-	-	-
Producció cartogràfica	1 523	0,95	1 424	0,89	2 262	1,35	3 418	2,03
Sensors	5 989	3,75	3 360	2,10	2 063	1,23	2 646	1,58
Teledetecció	2 529	1,60	3 856	2,41	2 965	1,76	3 448	2,05
Total	13 097	8,21	12 576	7,86	8 962	5,33	11 218	6,68

Taula 6. Hores i nombre de persones equivalents dedicades als projectes de desenvolupament.

*El 2012 es va integrar a l'apartat de sensors.

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

Indicadors sobre personal	2010	2011	2012	2013
Personal implicat en tasques de desenvolupament	24	24	18	19
Personal amb títol de doctor implicat en tasques de desenvolupament	4	4	3	5
Dedicació mitjana del personal implicat als projectes de desenvolupament	36%	35%	30%	35%
Becaris aollits en projectes de desenvolupament	-	-	-	-
Direcció de projectes de final de carrera / estada pràctiques professionals	-	-	1	2

Taula 7. Indicadors sobre personal dedicat als projectes de desenvolupament.

Difusió i comunicació

L'esforç de l'ICC per difondre els resultats del desenvolupament a la comunitat científica es pot mesurar amb la participació en congressos, la publicació d'articles en revistes especialitzades i amb d'altres activitats de difusió científica. Les activitats realitzades se sintetitzen en els quadres següents:

Indicadors de comunicació externa (publicacions)	2010	2011	2012	2013
Articles amb revisor (referee) / Llibre	2	2	5	3
Ponència - article	3	9	5	2
Ponència	8	20	2	1

Indicadors de R+D

Indicadors de comunicació externa	2010	2011	2012	2013
Conferència convidada, col·loqui	4	4	-	-
Activitats formatives – transferència tecnològica	-	7	-	-

Taules 8 i 9. Indicadors de comunicació externa.

Projecció externa

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 sinergia que permet assolir objectius més ambiciosos.

Indicadors de col·laboracions externes i internacionalització	2010	2011	2012	2013
Participació en projectes europeus	2	1	-	-
Convenis de col·laboració amb altres entitats per a recerca	2	1	-	-

Col·laboracions més rellevants en projectes de R+D

Disciplina	Organització	Projecte
Geodèsia	Institut de Geomàtica	GAST: Gravimetria aerotransportada
Sensors	IfP Universität Stuttgart Blom Geomatics AS IGN-France Swisstopo Humbolt Universität	EuroDAC ² : establir procediments de certificació de càmeres aèries digitals de formats mitjà i gran vàlids i acceptats a tot Europa
Sensors	RSLaB (UPC) Centre de Recerca Aplicada en Hidrometeorologia	HUMID (RADERO)
Processament d'imatges	Dep. Matemàtica Aplicada 2 (UPC) Dep. Astronomia (UB)	Processament d'imatges: Algorismes
Teledetecció	Institut Geològic de Catalunya	DinSAR Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM
Teledetecció	Dep. d' Agricultura, Alimentació i Acció Rural IGN	Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM Aplicacions temàtiques de teledetecció
Teledetecció	Dep. de Territori i Sostenibilitat	Aplicacions temàtiques de teledetecció
Producció cartogràfica	Universitat Politècnica de València	Generalització cartogràfica
Producció cartogràfica	Joint Research Centre	INSPIRE: Interoperabilitat de dades
Producció cartogràfica	CORILA (Itàlia) University of Nottingham	GIS4EU

Activitats i relacions amb organismes internacionals

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Fotogrametria	EuroSDR	Avaluació radiomètrica de càmeres fotogramètriques digitals	Copresident	Preparació del test de Banyoles i difusió de les dades.
Fotogrametria	EuroSDR	EuroDAC ² :	Membre del "Core Competence Group"	Articles sobre la precisió de la càmera digital DMC. Proposta de camp de calibratge a Catalunya.

Indicadors de R+D

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Fotogrametria	EuroSDR	Estudis de diferents aspectes relacionats amb generalització automàtica	Membres	Publicació d'un article. Participació en els seminaris de treball.
Fotogrametria	EuroSDR	Estudis relacionats amb els models de dades 3D i els models de ciutats	Membres	Participació en els seminaris de treball. Seguiment de l'activitat del grup.
Geodèsia	European Reference Frame Commission (EUREF)	EUREF-IP: transmissió de dades de les estacions permanents amb protocol IP EUREF_EPN: xarxa permanent d'estacions de referència que defineixen el marc ETRS89	Membres	Subministrament de dades i controls de la latència de transmissió. Dades diàries de les 5 estacions permanents del SPGIC integrades a la xarxa EUREF.
Geodèsia	GNSS International Service – IGS	IGS – tracking network	Col·laboradors	Subministrament diari de dades de l'estació permanent del SPGIC integrada a la xarxa IGS per a la distribució de dades en temps real.
Cartoteques	ICA Commission on the history of cartography	Grup de treball que estudia la digitalització dels mapes antics	Membre	Reunions anuals.
Cartoteques	ICA - International Cartographic Association: Grup de treball "Digital technologies in cartographic heritage"	Investigacions sobre l'ús de tecnologies digitals en cartoteques	Membre delegat de la Comissió	Reunions del grup director de la comissió.
Producció cartogràfica	ICA: Grup de treball de cartografia d'alta muntanya	Estudis de diferents aspectes relacionats amb la cartografia d'alta muntanya	Membres	Participació en el seminari de treball. Seguiment de l'activitat del grup.
Cartografia	ICA - International Cartographic Association: Comissió de generalització i representació múltiple	Promoció i foment de la recerca en generalització automàtica. Grup de coordinació de la recerca dels investigadors	Membres	Participació en el seminari de treball. Seguiment de l'activitat del grup.
IDEC	International Society Digital Earth	Definició conjunta de les temàtiques i instruments de captació i disseminació dels principals reptes en Digital Earth.	Membres	Networking amb el Comitè executiu d'ISDE i primera redacció proposta programa tècnic-científic per a capitalitzar ISDE 2015 a Barcelona.
Producció cartogràfica	JRC: Grups de treball de definició de dades	Preparació d'especificacions dels annexos I, II i III de la directiva INSPIRE	Membres del Pool of Experts	Suport a la implementació de la directiva i interpretació de reglaments i guies tècniques.
Teledetecció	Research European Agency	Desenvolupament de mecanismes de cooperació internacional i transferència tecnològica en aplicacions de satèl·lit de navegació i observació de la Terra	Membre	Avaluació i proposta de rànquing de 7 propostes europees presentades en la 3a crida espai en els apartats: Mètodes d'observació de la Terra, Generació de serveis i innovació en petites i mitjanes empreses.
Teledetecció	University of Florida	SATLANTIS: Activitat de transferència de coneixement en el desenvolupament de missions en petit satèl·lit d'observació de la Terra	Col·laboradors	Disseny d'anàlisi de missió per a una constel·lació de petits satèl·lits. Definició d'òrbites, aprofitament de les imatges i simulació de les imatges per a aplicacions de vigilància i gestió d'infraestructures crítiques.
Fotogrametria	"The Photogrammetric Record"	Publicació científica de la Photogrammetric Society del Regne Unit	Membre del consell editor internacional i revisor	Coordinació del procés d'avaluació de manuscrits. Revisor especialitzat en temes làser.

Indicadors de R+D

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Cartografia	e-Perimtron / International web journal on sciences and technologies affined to history of cartography and maps	Publicació científica de la ICA Workshop on cartographic heritage	Consulting editor	Publicació d'articles.
Cartoteques	LIBER - Ligue Européenne de Bibliothèques de Recherche Groupe de Carthotécaires		Membre	Intercanvi de dades i informació.
Qualitat	EuroGeographics: Q-KEN	Grup de coordinació de la recerca dels experts en qualitat de les agències cartogràfiques i cadastrals	Membre	Participació en els seminaris de treball. Seguiment de l'activitat del grup.
Qualitat	EuroGeographics: INSPIRE-KEN	Grup de coordinació de la recerca dels experts en la implementació i desplegament de la directiva INSPIRE de les agències cartogràfiques i cadastrals	Membre	Participació en els seminaris de treball. Seguiment de l'activitat del grup.