



# La geomàtica: des del mapejat del terreny fins a la navegació per satèl·lit... una disciplina mil·lenària i moderna



- 15 de juny del 2012 a les 19.30 h
- Sala d'actes de La Llacuna Centre Cultural, Andorra la Vella

## **Pere Molina i Mazón**

*Llicenciat en matemàtiques i màster en matemàtica avançada i professional; assistent de recerca de la Unitat de Geodèsia Integrada i Navegació*

## ▲ **Cumírculum**

És assistent de recerca de l'Institut de Geomàtica ([www.ideg.cat](http://www.ideg.cat)), consorci format per la Generalitat de Catalunya i la Universitat Politècnica de Catalunya, i treballa a la unitat de Geodèsia Integrada i Navegació. Va néixer a Andorra el 1982 i fou alumne de l'Escola Andorrana durant tot el seu període escolar. L'any 2005 es llicencià en Matemàtiques a la Universitat de Barcelona (UB). L'any 2007 realitzà el màster en Matemàtica Avançada i Professional (UB), en la modalitat professional. Per a la realització de pràctiques en empresa escollí l'Institut de Geomàtica, situat al Parc Mediterrani de la Tecnologia a Castelldefels, on féu una estada de sis mesos. El treball de les pràctiques fou una anàlisi comparativa entre mètodes d'integració d'equacions diferencials aplicats a la navegació amb sensors inercials i GPS (de l'anglès, Global Positioning System). Després de l'estada, continuà treballant a l'Institut de Geomàtica i l'any 2009 obtingué el M. Sc. en Fotogrametria Aerotransportada i Teledetecció en el marc de la formació continuada de l'Institut de Geomàtica.

Des de la seva incorporació a l'Institut, ha treballat en diversos projectes de recerca aplicada relacionats amb la geodèsia integrada i la navegació basada en sensors de mesura inercial i l'ús de GPS. Entre els projectes on ha participat destaquen el projecte leglo, per a l'estudi i desenvolupament de tecnologia inercial aplicada a dispositius mòbils per millorar la mobilitat en gent gran, i el projecte Close-Research, coordinat per l'Institut, on es realitzà el desenvolupament d'un helicòpter no tripulat equipat amb una càmera tèrmica per a missions de cerca de persones perdudes. Ambdós projectes foren finançats pel 7è programa marc europeu, i se'n pot trobar més informació a la web de l'Institut de Geomàtica. Actualment, participa al projecte Perigeo, finançat pel programa espanyol Innpronta, sobre l'ús de vehicles no tripulats com a plataforma d'assaig per a missions espacials, amb incís en els sistemes i mètodes de navegació per aquestes plataformes.

És autor i coautor de diversos articles científics en congressos de navegació des que treballa a l'Institut, i els seus interessos són l'estudi d'algoritmes i sistemes per a la navegació híbrida multisensorial i les seves aplicacions en el món real.

L'objectiu de la xerrada és per a presentar les bases i fonaments d'aquesta disciplina, la geomàtica, sovint desconeguda però això no obstant àmpliament integrada en la quotidianitat. I és que la geomàtica està present en diverses tecnologies emprades avui en dia, com els navegadors de cotxe o les eines cartogràfiques en línia, i és ciència de llarg recorregut, existeix des de temps ancestrals. També és per a introduir l'Institut de Geomàtica, com a centre de recerca.

En primer lloc cal fer referència a dues efemèrides que celebra la SAC, el centenari del naixement del matemàtic britànic Alan Turing i el 50è aniversari del llançament del satèl·lit *Telstar*. I és que, en certa manera, ambdós exemples tenen relació amb la disciplina que es presenta en la conferència.

Alan Turing, uns dels pares de la computació digital moderna, fou famós sens dubte per la seva feina en criptografia i xifrat de missatges, que porta al *trencament* de la màquina codificadora nazi *Enigma* (es diu que això marcà el principi de la fi de la Segona Guerra Mundial). I és que tota forma de comunicació digital moderna usa codificacions per implementar privacitat i robustesa en el missatge; un exemple és el sistema de navegació per satèl·lit americà GPS. Els senyals que s'envien des de cadascun dels satèl·lits GPS se xifren amb un identificador individual de manera que l'usuari, posem per cas un avió que està realitzant una campanya de fotografia aèria per generar productes cartogràfics, és capaç de descodificar aquests senyals individuals i derivar-ne així una estimació de la seva posició.

Seguint el fil dels sistemes de navegació per satèl·lit, genèricament anomenats GNSS (el GPS n'és un), hom pot afirmar sense cap mena de dubte que són eines d'extrema importància en el món de la geomàtica i disciplines associades. No obstant això, òbviament, no sempre han existit els GNSS. Els inicis d'aquests sistemes es remunten, precisament, a l'època de la cursa espacial entre els EUA i l'URSS, quan es llançaren els *Telstar* o l'*Sputnik*, entre d'altres. Fou després del llançament d'aquest últim que científics americans calcularen coordenades d'un punt a la Terra gràcies a les mesures de l'efecte Doppler en les transmissions de l'*Sputnik*. Es tractava de la gestió dels GNSS actuals, que actualment generen bilions d'euros en volum de mercat i serveis associats, i que són peces clau en disciplines relacionades a l'observació de la Terra.

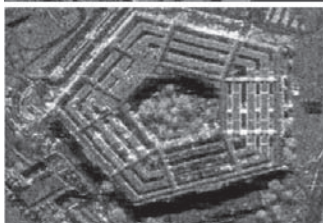
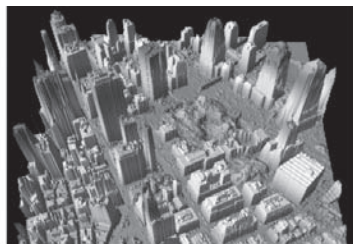
Cal, això no obstant, definir la geomàtica i contextualitzar-la dins de l'immens arbre de disciplines científiques abans d'explicar-ne res més. Diccionari en mà, la geomàtica és l'art, ciència i tecnologia de *tractar* informació georeferenciada, és a dir, amb una referència espacial. A mode d'exemple, una informació georeferenciada pot ser una imatge capturada des d'un satèl·lit (pensem en el *Meteosat*), o bé pot ser la posició d'un excursionista que puja al Casamanya (estimada a través del seu navegador personal, posem per cas), o bé una esllavissada, o bé el valor de la gravetat en un punt determinat del globus terraqüi, etc. La geomàtica consisteix, doncs, en aquest ordre, a *adquirir* (captar mitjançant sensors), *orientar* (dotar de posició i actitud), *interpretar* (enllaçar a una aplicació d'interès), *emmagatzemar* (guardar per analitzar posteriorment) i *disseminar* (fer-ne difusió) les informacions georeferenciades.

Per tal d'entendre el context de la geomàtica, hom pot evocar les seves disciplines mare, com són la geodèsia (l'estudi de la forma i representació de la superfície terrestre i els seus atributs), la cartografia (l'elaboració de mapes geogràfics, territorials o d'altres dimensions) i la

L'aplicabilitat de la geomàtica i el grau de transversalitat de les seves tecnologies és ben alt. Des de l'elaboració de mapes (a dalt, esquerra), passant per l'estudi de deformacions del terreny (a dalt, dreta) fins als populars navegadors per a vehicle (a baix, esquerra) o els sensors en els comandaments de les videoconsoles actuals (a baix, dreta)



Diversos tipus d'escenes obtingudes amb diferents sensors remots. Fotografia aèria "convencional" (a dalt, esquerra); models d'elevació del terreny obtinguts amb làser (a dalt, dreta); imatge del Pentàgon, Washington, obtinguda amb radar d'obertura sintètica (a baix, esquerra); imatge aèria, obtinguda amb una càmera tèrmica (a baix, esquerra)



fotogrametria i teledetecció (la determinació de propietats d'objectes a partir d'imatges fotogràfiques o, en general, del mesurament remot). Això no obstant, la geomàtica és a dia d'avui una disciplina transversal: les tecnologies tradicionalment geomàtiques han *transgredit* el seu ús convencional i troben lloc en aplicacions al món real, un món modern i profundament tecnològic. Així, la gestió de recursos agrícoles, la monitorització de desastres naturals, la navegació individual (telèfons mòbils, navegadors de cotxe), els videojocs, i la cerca i rescat de persones a la muntanya són exemples d'aplicacions existents que empen tecnologia geomàtica.



Plataformes per a l'adquisició cinemàtica de dades. Avió Cessna 411 (a dalt, esquerra), satèl·lit TerraSAR-X (a dalt, dreta); avió no tripulat d'ala fixa i energia solar (a baix, esquerra); GoogleBike (a baix, dreta)

A banda de l'aplicabilitat de la disciplina o de les seves tecnologies, n'és molt destacable la longevitat. Eratòstenes fou el primer a determinar la mida del globus terraquí el segle II aC, en el que probablement fou el primer exercici geodèsic (i per tant, geomàtic) d'importància cabdal. En teledetecció, una altra de les mares de la geomàtica, ens remuntarem al 1858 per trobar els primers intents de fotografia aèria sobre globus aerostàtic, duts a terme pel fotògraf francès Tournachon. Però sens dubte, el rècord d'antiguitat de material geomàtic el té una pintada mural del 7000 aC en un jaciment turc, a l'Anatòlia, on segons es creu es va voler dibuixar la situació d'un poblat en relació amb dos pics propers: probablement, el primer exemple de cartografia. La geomàtica és, doncs, una disciplina d'origen mil·lenari i d'aplicació moderna. Certament, l'evolució tecnològica en dos pilars fonamentals de la geomàtica han estat clau perquè una disciplina clàssica mantingui un alt grau de versatilitat i, per tant, aplicabilitat en temps actuals. Aquests pilars són, d'una banda, els sensors amb els quals es recullen dades d'observació de la Terra, i de l'altra les plataformes, que es desplacen per la zona a estudiar i sobre les quals es munten els sensors. Com ja hem mencionat abans, la càmera fotogràfica fou dels primers sensors a ser emprats en l'observació remota per a la generació de cartografia convencional. Però d'altres sensors com els radars d'obertura sintètica o el làser arribaren a partir dels anys 50 i s'establiren com a eines fonamentals, complementàries a la fotografia, per generar productes geomàtics més complers, com per exemple models 3D amb textura amb alta precisió, mesura de deformacions de terreny i d'altres. Anàlogament als sensors, les plataformes d'adquisició han evolucionat molt, passant del tradicionals avions tripulats, els satèl·lits introduïts els anys 50 fins als vehicles terrestres (cotxes i similars). Últimament, l'ús de plataformes no tripulades, tant aèries com terrestres, esdevé popular per a l'adquisició de dades d'observació terrestre. Certament, la miniaturització de la tecnologia (tant de sensors com de plataformes) és factible a causa de l'avenç en el coneixement i la fabricació en massa, i permet la reducció dels costos de les missions de captura de dades, mantenint-ne un alt nivell de qualitat.

## **L'Institut de Geomàtica**

L'Institut de Geomàtica és un centre de recerca públic, format en consorci per la Generalitat de Catalunya (departament de Territori i Sostenibilitat i departament d'Economia i Coneixement) i la Universitat Politècnica de Catalunya, creat pel Decret llei de la Generalitat de Catalunya el 30 de setembre de 1997. És una entitat de dret públic, de caràcter institucional, dotada de personalitat jurídica pròpia, plena i independent de la dels seus membres per a la realització dels seus objectius. És membre fundador de l'Associació Catalana d'Entitats de Recerca (ACER).

La missió de l'Institut és el foment i el desenvolupament de la geomàtica, a través de la recerca aplicada i de la docència, en benefici de la societat. Per a tal fi, s'hi allotja un entusiasta grup d'investigadors que busca fer arribar la geomàtica més enllà dels seus límits actuals. L'equip inclou tant geomàtics com físics, geògrafs, informàtics, enginyers civils, enginyers electrònics i matemàtics. L'equip és jove, multidisciplinari i internacional. Són objectius primordials de l'Institut la recerca aplicada, el desenvolupament experimental i la docència especialitzada, pel benefici intel·lectual, social i econòmic de la societat.

Els *partners* i clients de l'Institut són de l'àmbit públic, institucional i privat. El compromís de l'Institut de dur a terme la seva activitat en benefici de la societat no el limita a àmbits geogràfics particulars. Així, els col·laboradors en les seves activitats com a centre de recerca són institucions i administracions públiques, empreses d'enginyeria i empreses de tecnologia amb projectes i necessitats d'innovació tecnològica, a Barcelona, Catalunya, Espanya, Europa, l'Amèrica llatina, Nord-amèrica i Àsia.

Articulant-ne la recerca, tres unitats conformen el cos de l'Institut: la unitat de Teledetecció Activa, que té com objectiu dur a terme activitats de recerca relacionades amb l'elaboració i anàlisi de dades provinents de teledetecció satel·lital, aerotransportada i terrestre i amb el desenvolupament d'aplicacions científiques i tècniques basades en aquestes dades; la unitat de Geodèsia Integrada i Navegació, que realitza tasques de recerca en la integració de qualsevol sensor disponible per a aplicacions geodèsiques locals, tant en els aspectes geomètrics com físics; i la unitat de Modelatge 3D, que condueix recerca per millorar la comunicació de la informació espacial a través de modelatge avançat, tècniques modernes de visualització i interacció, focalitzant en l'ús de *mixed-reality* per fer accessible la geoinformació a un rang de usuaris i aplicacions.

## **Dos projectes de recerca: leglo i Close-Research**

En la tercera i darrera part de la xerrada, s'esmenten tres projectes en què he participat activament, per així il·lustrar alguns exemples d'aplicacions reals de la geomàtica al món actual. El primer projecte s'anomena leglo, i l'Institut de Geomàtica fou un integrant del consorci format per empreses d'Àustria, Alemanya, Polònia i Itàlia. L'objectiu era el desenvolupament d'un prototip basat en un telèfon mòbil que servís per a l'assistència a gent gran, amb especial interès per a malalts d'Alzheimer. Més concretament, s'investigà la funcionalitat de navegació per a seguiment de pacients (mitjançant GPS i d'altres sensors disponibles en els *smartphones*) i també la capacitat de detectar automàticament possibles caigudes del pacient, i així donar l'alerta de manera molt eficient. Aquesta darrera funcionalitat fou implementada per l'Institut de Geomàtica, usant els sensors inercials existents en la majoria d'*smartphones*



En Pere Molina (esquerra), en els tests del projecte CLOSE-SEARCH sobre l'ús de plataformes aèries no tripulades per a la cerca de persones perdudes

actuals. En breu: si el pacient cau al terra portant el telèfon a sobre, el dispositiu és capaç de *notar* la pèrdua d'equilibri de manera fiable i comunicar-ho automàticament a qui toqui. El projecte leglo és un exemple de com la tecnologia i els conceptes tradicionalment geomàtics transgredeixen el seu marc comú i són d'aplicabilitat en camps d'alta importància, com el sociosanitari en aquest cas.

El segon projecte, anomenat Close-Research, tenia per objectiu el desenvolupament d'un prototip de vehicle aeri no tripulat (en format helicòpter), equipat amb càmeres òptica i tèrmica, per cercar persones perdudes. L'Institut de Geomàtica liderà el projecte, així com la part de recerca en el sistema de navegació proposat basat en l'ús de GPS millorat amb el sistema europeu Egnos, i també unitat inercials redundants. El prototip fou demostrat amb èxit davant d'un conjunt de potencials usuaris, i amb col·laboració amb el departament de Protecció Civil de la Generalitat de Catalunya.

Les plataformes no tripulades són més i més habituals en la inspecció aèria (control de tràfic, inventari animal, inspecció d'infraestructures...) però també en la geomàtica, per generar productes cartogràfics d'alta qualitat, a baix cost i gran rapidesa. El seu ús en cerca i rescat en catàstrofes naturals i, en general, en situacions d'alt risc per al pilot és cada cop més popular en països com els EUA o Austràlia.

Finalment, una tercera aplicació per destacar és el projecte Perigeo, un dels set projectes finançats pel ministeri espanyol d'Economia i Competitivitat a través del programa Innpronta, relacionat amb la investigació de plataformes no tripulades com a plataformes d'experimentació en missions espacials.