

Red Temática Docente **CARTOVISUAL:** “Herramientas Geomáticas de Visualización de la Información Geográfica”

Curso:

TÉCNICAS GEOMÁTICAS PARA CARTOGRAFÍA
(Sistemas de Posicionamiento Global, RADAR y otras)



Universidad del Valle, Cali, Colombia

20 a 28 de Agosto de 2001

por

**Josep A. Gili, Dr. Ingeniero de C.C. y P.
Universidad Polit cnica de Catalu na (www.upc.es)
(E.T.S.Ingenieros Caminos, C. y P.)
&
Instituto de Geomática (www.IdeG.es),**

Barcelona, España

e-mail: josep.gili@ideg.es



Contenido del Curso

- 1. **Introducción**
 - Presentación de la Geomática
 - Presentación del Curso
- 2. Sistemas Posicionamiento Global (**GPS y Galileo**)
- 3. Sistemas de Navegación Inercial (**INS**)
- 4. Técnicas de Barrido Láser aerotransportado (**ALS**)
- 5. Sistemas **RADAR** aplicados a Cartografía

- *Despedida y Cierre*

Presentación del Curso (1)

- TITULO: “**TECNICAS GEOMATICAS PARA CARTOGRAFÍA (Sistemas de Posicionamiento Global, RADAR y otras)**”
- **Carga docente teórica:** 25 horas
- **Objetivo General:** Formación introductoria en Sistemas de Posicionamiento Global, técnicas Radar etc.
Son herramientas auxiliares en desarrollo o de reciente aparición, pero con mucho futuro “geomático” y en la elaboración de cartografía.
- **Qué se verá de cada técnica:** Fundamentos, instrumentos, métodos, Ejemplos.

Presentación del Curso (i 2)

- **Destinatarios:** Todos los colectivos a los que se destina la Red Temática Docente CARTOVISUAL (alumnos, profesores y profesionales del campo de la geomática), con poca o ninguna información sobre estas técnicas (*) y con interés en ellas.
- **Resultados esperados:** Los asistentes tendrán una visión general de estas técnicas que en el futuro les permitirá...:
 - Estar más capacitados para trabajar con GPS
 - Contemplar el empleo de imágenes RADAR con mayor solvencia.
 - Ir incrementando de manera coherente su *conocimiento significativo* sobre estas técnicas.
 - Apreciar, con conocimiento, las nuevas aplicaciones de GPS, Radar etc, que irán apareciendo.
 - Proponer, en su caso, proyectos nuevos de desarrollo y/o aplicación de estas técnicas en el campo de trabajo de los diferentes asistentes.

UNA DEFINICIÓN:

- La "**geomática**" es el conjunto de ciencias y tecnologías que tratan del estudio, adquisición, almacenaje, organización, análisis, diseminación, gestión y explotación de *información espacial referenciada geográficamente*. Con una definición tan amplia, por tanto, puede abarcar la *cartografía, la fotogrametría y la teledetección, la geodesia, la topografía, los sistemas de información geográfica y la navegación*. La geomática es *multidisciplinar*, e incorpora el vigor y la capacidad de innovación de nuevas disciplinas como la teledetección, las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- MI DEFINICIÓN:...
- Como se ve, muchos campos están invitados a participar en "lo geomático", pero nadie ha de perder su propio carácter ni sentirse obligado a ello.

GEOMÀTICA

Base històrica

Geodesia
Cartografia
Fotogrametria

Teledetecció

Sensores
(satèl·lite/aèreo)
Proceso de imatge
Clasificació

Nav. Satèl·lite

Posicionamiento
Navegació
GPS + GALILEO
Integració de
sistemes

Informàtica

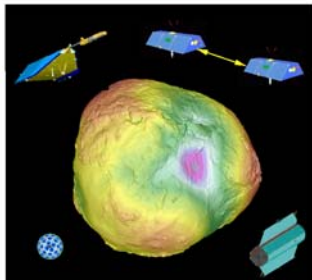
Modelado
Representació
gràfica
GIS: Bases de Datos

Aplicaciones Servicios

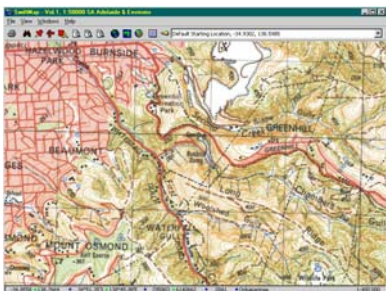
Telecomunicació

Telemàtica
Internet
RDS/DAB
Tel. Mòvil

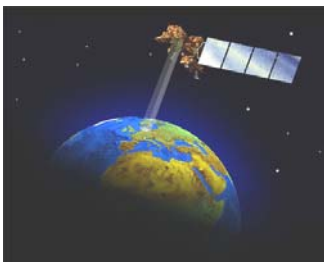
ÁREAS TEMÁTICAS DENTRO DE LA GEOMÁTICA (1)



- Geodesia.
Posicionamiento
Gravedad



- Cartografía y Sistemas Infor. Geográfica
Modelización y representación, MDT
Cartografía Digital,
Cartografía Navegable



- Teledetección
Sensores en satélite/avión
Fotogrametría (**converge** con la T.D.)

ÁREAS TEMÁTICAS DENTRO DE LA GEOMÁTICA (2)



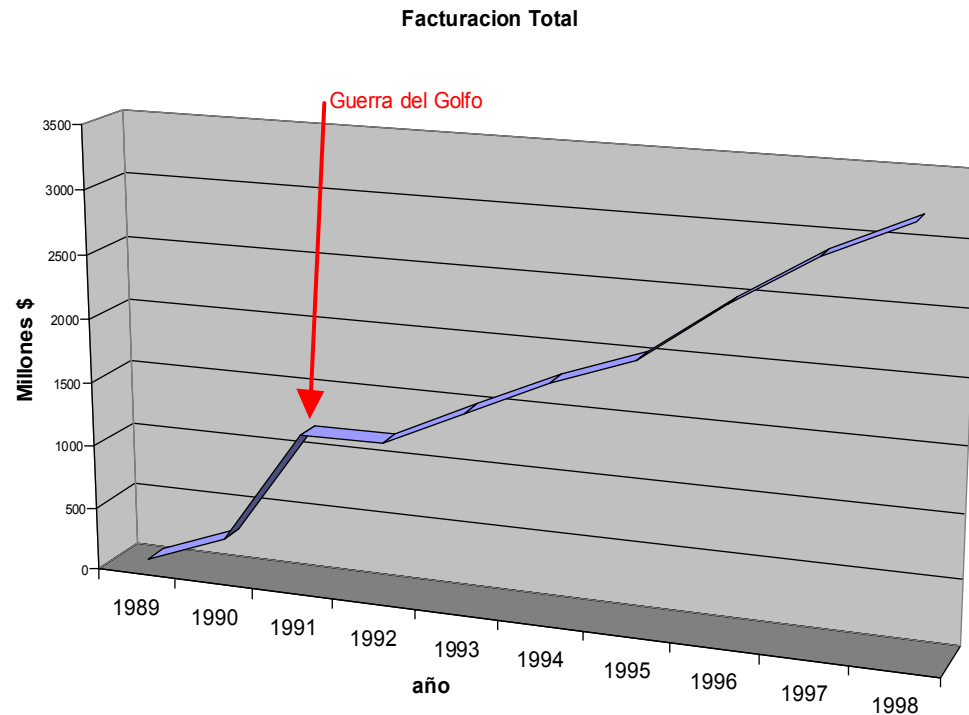
- Geotelemática y Navegación
Navegación
Sistemas Inteligentes de Transporte



- Integración avanzada
Aplicaciones industriales
medioambientales y
telemáticas

LA GEOMÁTICA: Sector en fuerte crecimiento

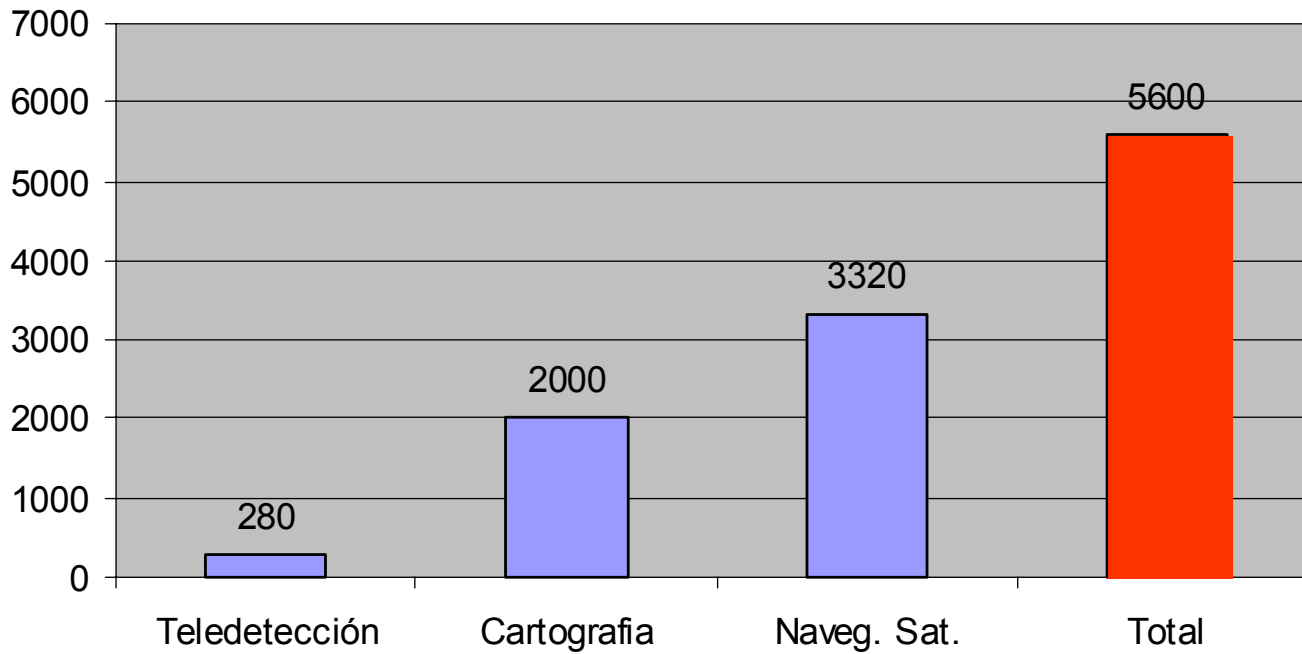
Ejemplo del crecimiento de facturación de un fabricante de receptores GPS (EEUU)



EL MERCADO DE LA GEOMÁTICA (España)

Puede considerarse en el hipersector de las TIC
Crecimiento entre 15 – 20 % anual. (ESTIMACIÓN)

El mercado español de la Geomática en M€ 1998-2007

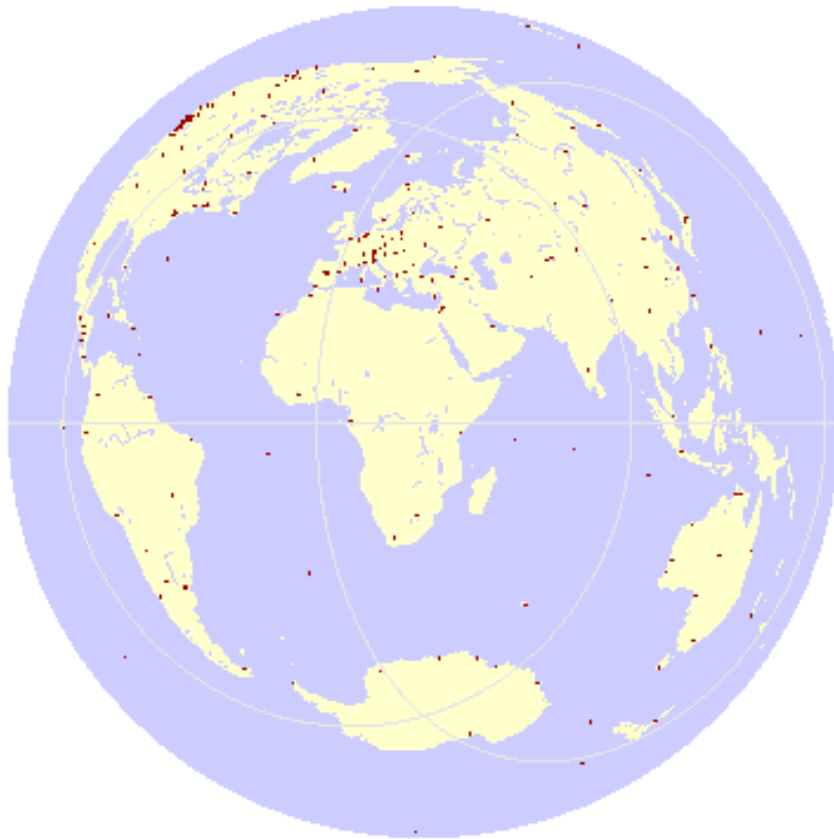


La Geomática: nuevas soluciones

- NUEVAS HERRAMIENTAS PARA RESOLVER MEJOR
PROBLEMAS ANTIGUOS
(MAYOR PRECISION, MAYOR ECONOMÍA)
- POR EJEMPLO:
 - LAS DETERMINACIONES GEODÉSICAS DE LA FORMA DE LA TIERRA
 - LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y AÉREA

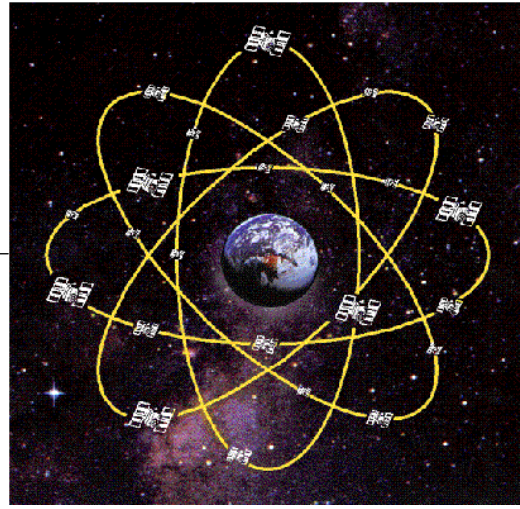
GEODESIA CON EL “Global Positioning System”

Órbitas: $\sigma < 6$ cm

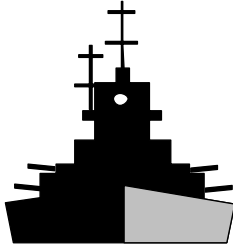


x_h	\sim	3 mm
x_v	\sim	6 mm
v_h	\sim	2 mm/a
v_v	\sim	3 mm/a
t	\sim	0.1 ns

SISTEMAS GPS para GEODESIA Y TOPOGRAFÍA



Navegación marítima y aérea:

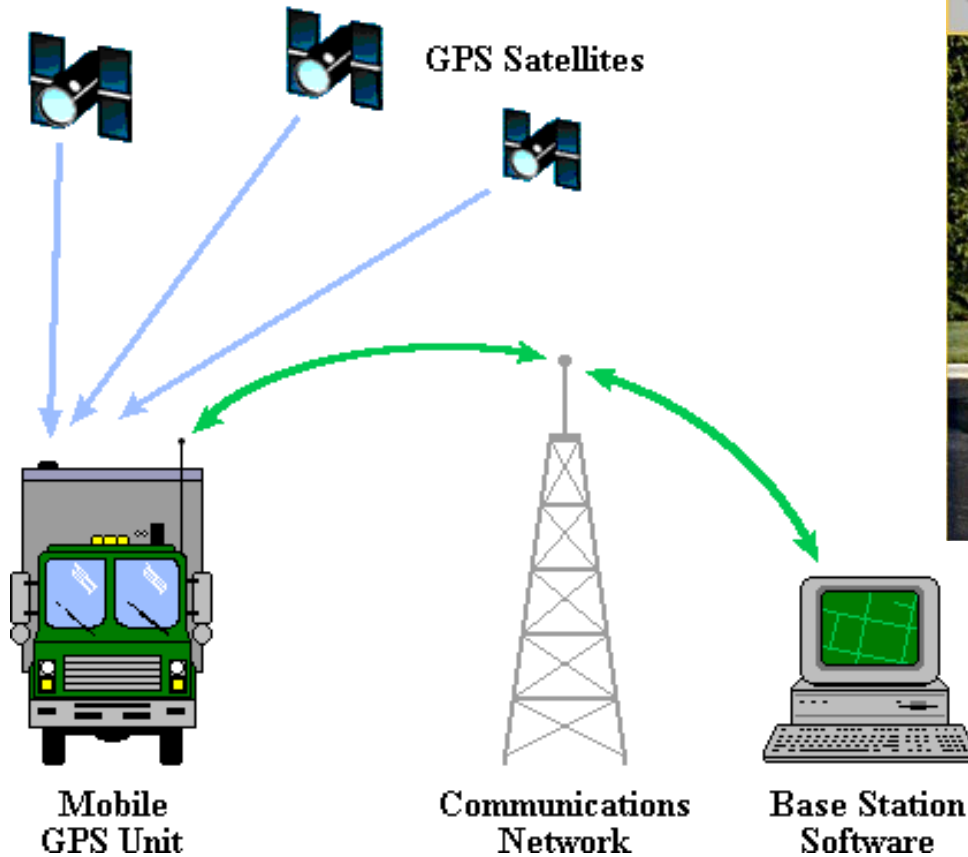


La Geomática: nuevas soluciones

- PERO, POR OTRO LADO, HA PERMITIDO PLANTEAR Y DAR SOLUCIÓN A **PROBLEMAS COMPLETAMENTE NUEVOS**:
- POR EJEMPLO:
 - DETERMINACIÓN CINEMÁTICA PRECISA DE TRAYECTORIAS DE VEHÍCULOS (**NAVEGACIÓN TERRESTRE**, EL SECTOR MÁS IMPORTANTE DENTRO DE LA GEOMÁTICA)
 - NAVEGACIÓN “**PERSONAL**”

“INFOMOBILITY” CON GPS

CONTROL DE FLOTAS



INVENTARIO DE
SERVICIOS,
CARRETERAS,
MOBILIARIO
URBANO

Navegación “personal”

- GPS+PDA+CARTOGRAFÍA



- GPS INTEGRADO EN TELEFONO MOVIL

La Geomática: **Multidisciplinar** y **Sinergia de tecnologías**

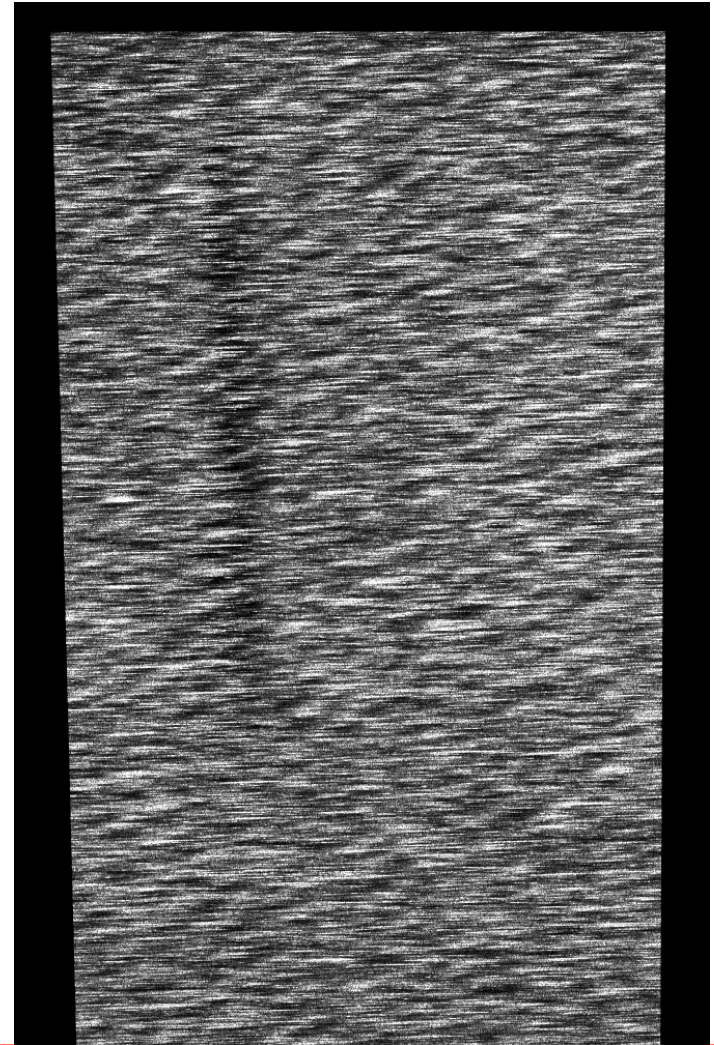
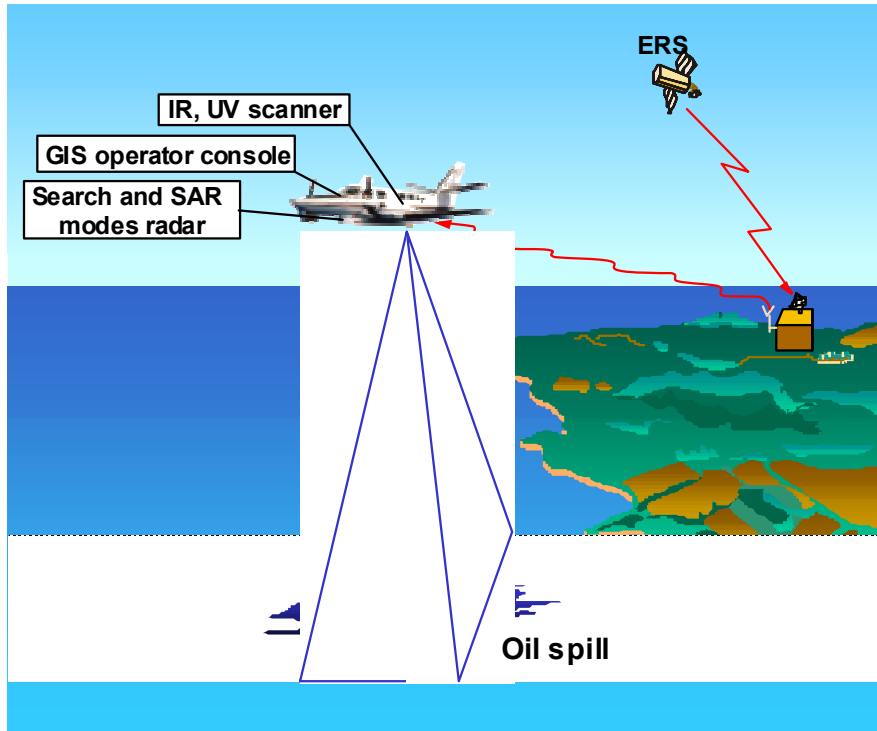
- EN LAS ANTERIORES SOLUCIONES Y EN LAS QUE SIGUEN SE PUEDE APRECIAR UNA **CONFLUENCIA DE CAMPOS**:
 - TECNOLOGIAS DE POSICIONAMIENTO
 - SISTEMAS INERCIALES
 - TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION
 - COMUNICACIONES, ETC
- Y UNA FORMACIÓN **MULTIDISCIPLINAR** DE LOS PROFESIONALES QUE PARTICIPAN EN LOS **DESARROLLOS**:
 - INGENIEROS TOPOGRAFOS, DE TELECOMUNICACIONES, CIVILES, CARTOGRAFOS, GEOGRAFOS, FÍSICOS, MATEMÁTICOS,...
- Y ENTRE LOS **USUARIOS**:
 - ...PLANIFICADORES, GESTORES PUBLICOS, AGRÓNOMOS, BIÓLOGOS, MEDIOAMBIENTALISTAS, INGENIEROS DE MINAS, FORESTALES...

CARTOGRAFIA: G.I.S, GPS E “INFOMOBILITY”



I.C.C.

RADAR (SAR) for OIL POLLUTION CONTROL



(datos del Proyecto IG-RAPSODI,
5º Programa Marco de la C.E)

BREVE GLOSARIO DE OTROS TERMINOS “GEOMATICOS” (1)

“SOPA DE SIGLAS”:

- **MARCO DE REFERENCIA:** Cada cierto tiempo, normalmente anual, la IGA publica una relación de coordenadas de todas las estaciones del ITRF con sus velocidades, estableciendo lo que se llama marco de referencia. Así encontramos *ITRF89*, *ITRF90*, *ITRF91*, etc.
- **DATUM:** (ELIPSOIDE + PUNTO FUNDAMENTAL) *ED50*, *WGS84* (World Geodetic System, 1984, coincide en la práctica con el *ETRS89*, European Terrestrial Reference System 1989, basado a su vez con el *ITRF89*). *REGCAN95* (para las Islas Canarias), *SIRGAS* (Sistema de Referencia Geodésico de América del Sur, basado en el marco de referencia *ITRF94*)
- **ALTURA ELIPSOIDAL/ ALTURA ORTOMÉTRICA**

BREVE GLOSARIO DE OTROS TERMINOS "GEOMATICOS" (2)

- **TELEMATICA:** El término "telemática" estaría compuesto por los fonemas tele(-comunicaciones) e (infor-)mática (que a su vez combinaría las Ciencias de la Computación y las de la Información). De manera que la telemática trata de la transmisión y el procesado de la información. Cuando esta información es geográfica, podríamos hablar de "**geotelemática**", aunque hay quien prefiere pensar que esta última es sencillamente la confluencia de la geomática y la telemática. Por otro lado, la expresión "**telemática del transporte**" se debería usar para describir la captura, transmisión y evaluación de información relativa al tráfico y a la circulación viaria. La navegación (terrestre, aérea o marítima) y el control de tráfico (a través de la información, el guiado y la regulación del tránsito) son, pues, aplicaciones muy relacionadas con la telemática del transporte.

BREVE GLOSARIO DE OTROS TERMINOS “GEOMATICOS” (3)

- **INFOMOVILIDAD**: reciente anglicismo que combina las raíces (literales y semánticas) de Tecnologías de la INFOrmación y de MOVILIDAD. Se identificaría con el uso integrado de soluciones tecnológicas de comunicaciones, de navegación y de la información; quedando, por lo tanto, muy cerca de los sistemas **"ITS"** (Intelligent Transportation Systems) . Las soluciones de la infomovilidad serían aplicables a distintos modos del sector transporte , aunque las aplicaciones en otros sectores van en aumento (por ejemplo la **Navegación “Indoor”**).
- **SATELITES LEO/ MEO/ GEOESTACIONARIOS**
- **GNSS**: global navigation satellite system
- **MAS TERMINOS** en el tema de **GPS: WAAS, GNSS, DGPS, GALILEO, GLONAS, S/A, ...**

BREVE PRESENTACIÓN DE OTRAS TÉCNICAS GEOMÁTICAS ACTUALES Y FUTURAS:

- **ALS**

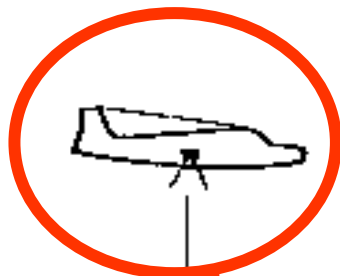
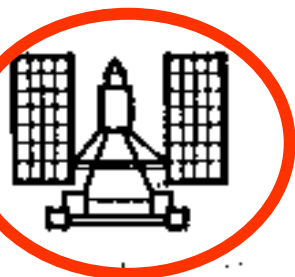
- **INS**

- **RADAR (SAR e InSAR)**

Laser-Scanner, Laser-Scanning, Barrido láser, “LIDAR”, **ALS** (Airborne L-S)

Introducción de datos

TELEDETECCION
Y
FOTOGRAMETRIA



ARCHIVOS
NUMERICOS
Y
DOCUMENTALES



CARTOGRAFIA
EXISTENTE
ORTOFOTOGRAFIA



DIGITALIZACION

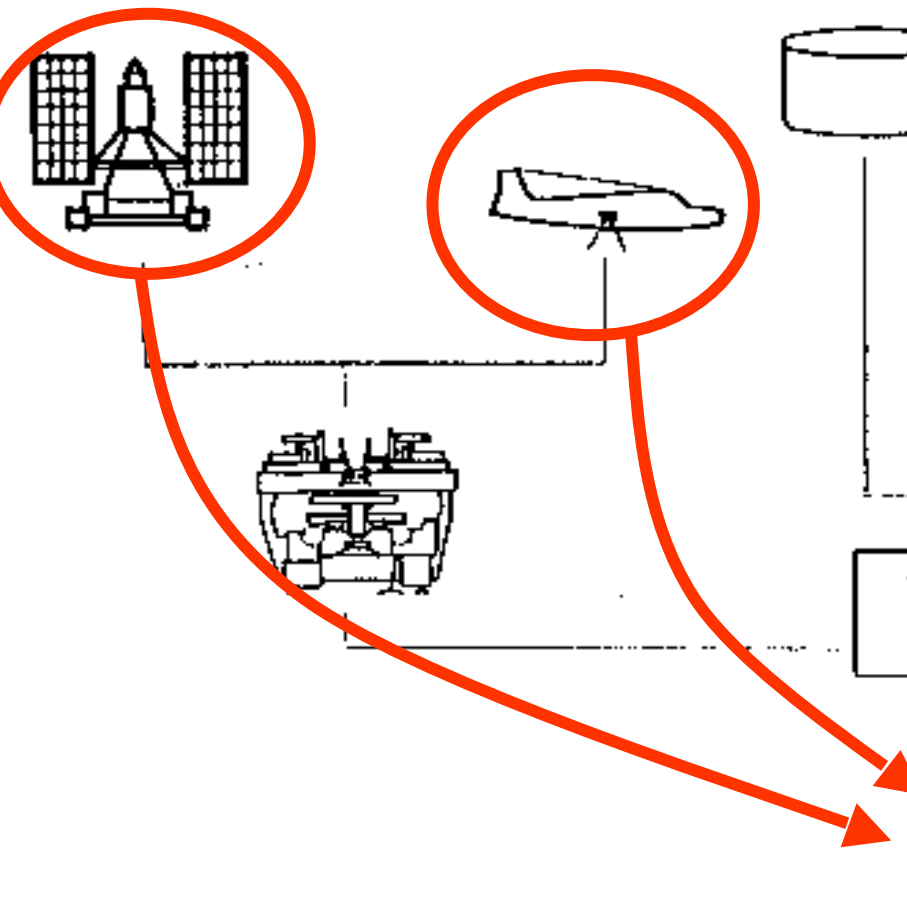
LEVANTAMIENTO
TOPOGRAFICO
LIBRETAS ELECTRONICAS



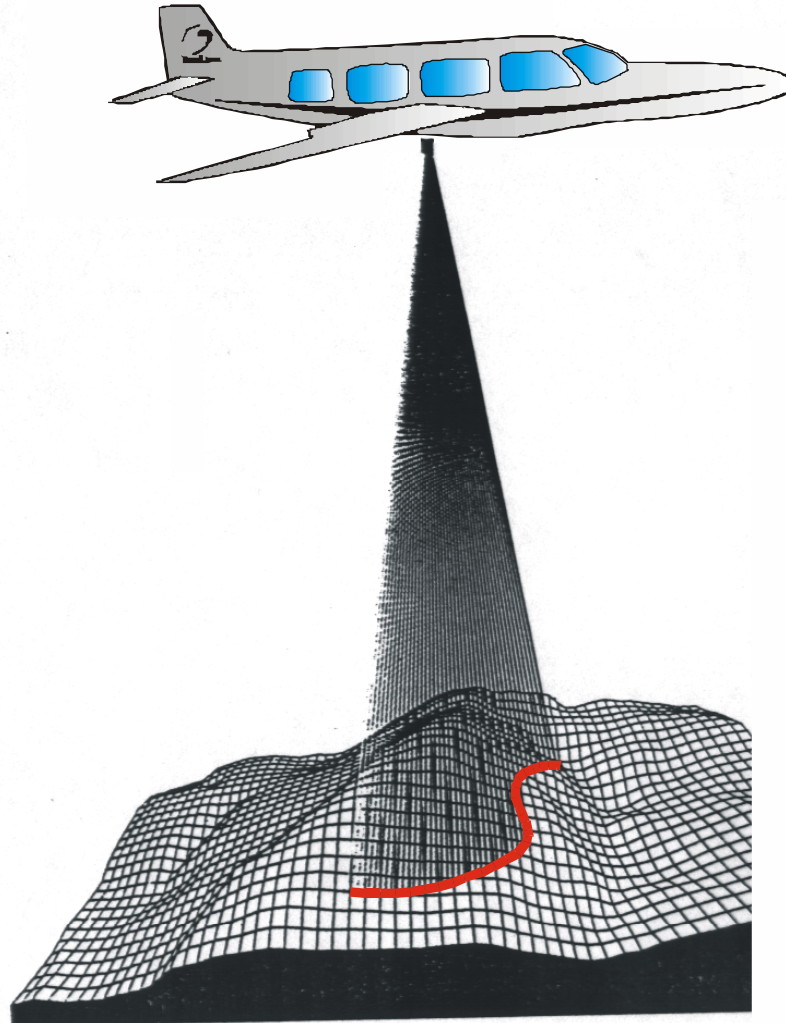
y G.P.S.

TRANSFORMACION
E
INTERCAMBIO

BASE DE
DATOS
GRAFICA



POSIBLE SISTEMA PARA LA ELABORACIÓN DEL MDT: LASER-SCANNER



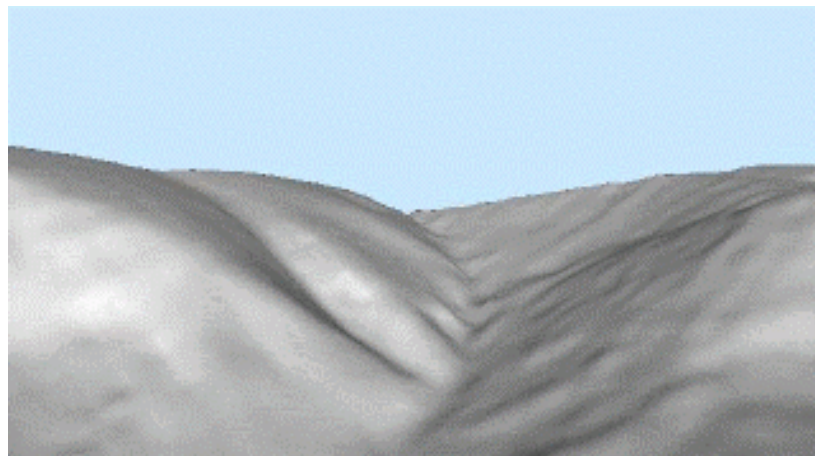
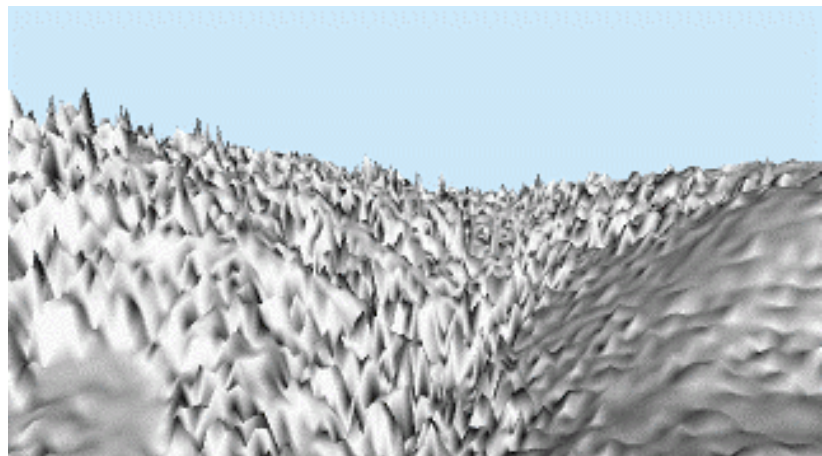
LASER-SCANNER:

- Equipo instalado en avión o helicóptero: sistema de navegación, GPS, INS (*inertial navigation system*) y laser-scanner
- El GPS y el INS miden la posición y *actitud* (orientación espacial) del sensor. Otro GPS en tierra para DGPS
- Se determina el tiempo que tarda el pulso en rebotar y regresar al sensor
- Un espejo desvía el rayo que barre el terreno
- Señal continua o pulsos
(A. Ruíz, ICC, 2000)



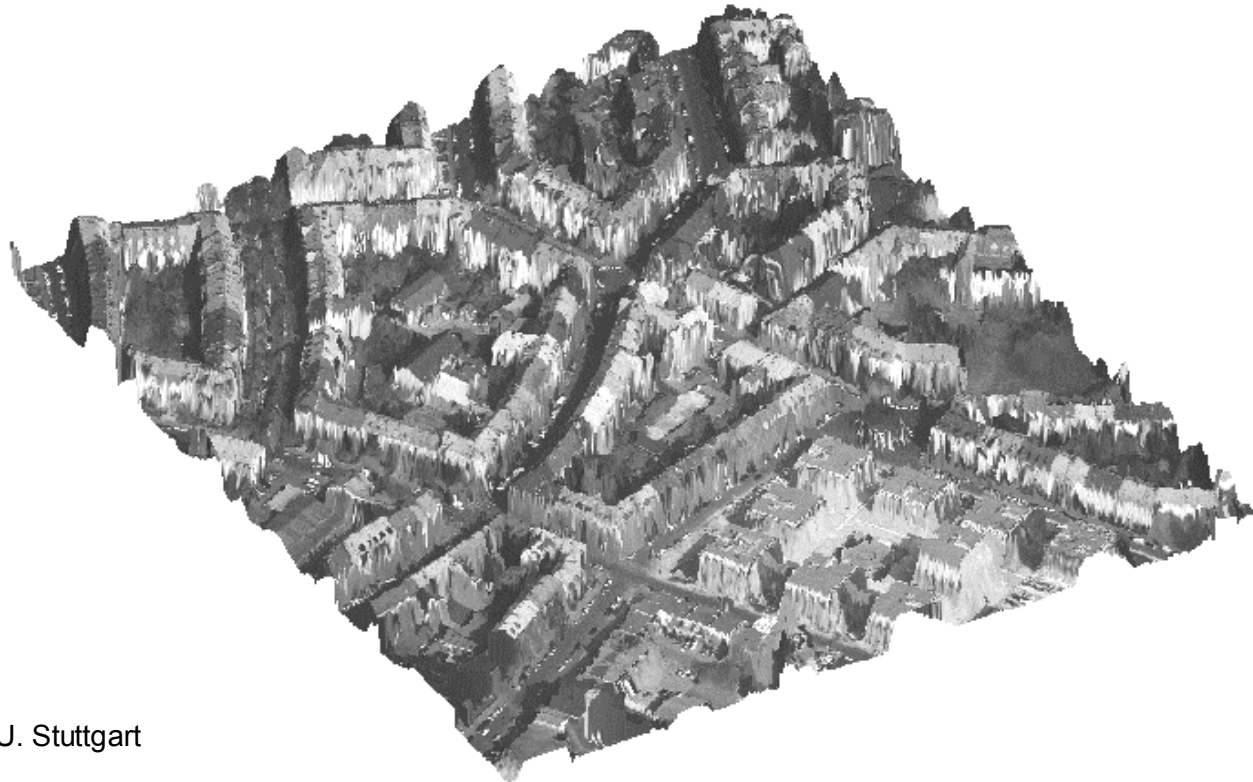
LASER-SCANNER:

Ejemplos: MDT con/sin vegetación



T.U.Wien

LASER-SCANNER: Ejemplos (cont), Modelos 3D de ciudades

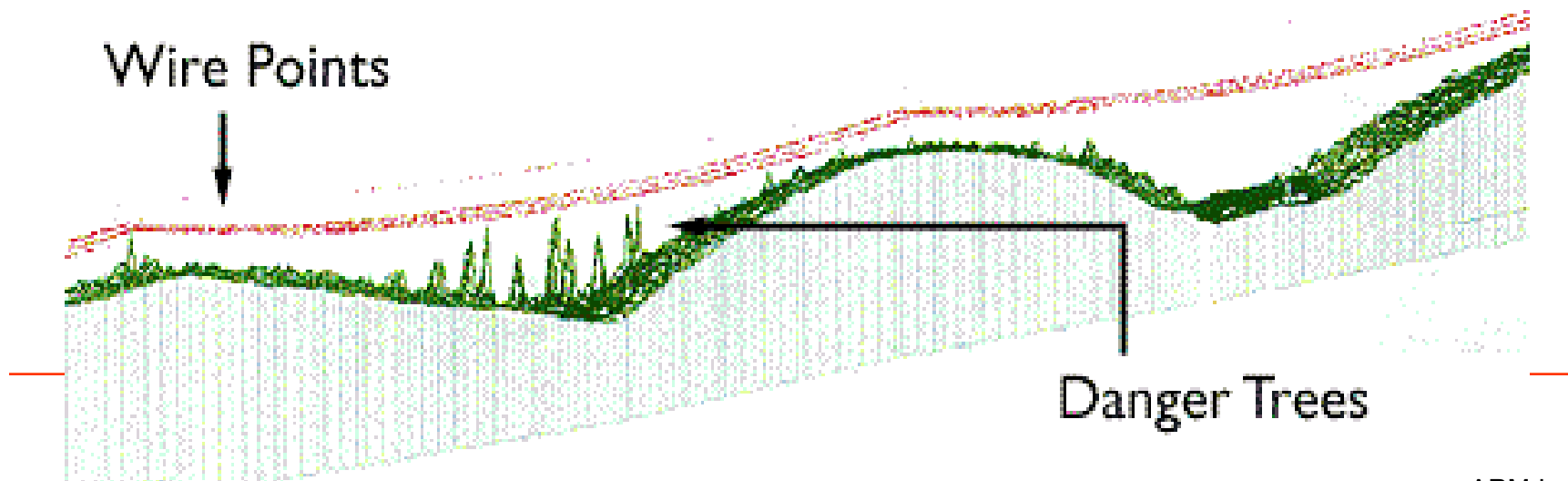


U. Stuttgart

LASER-SCANNER:

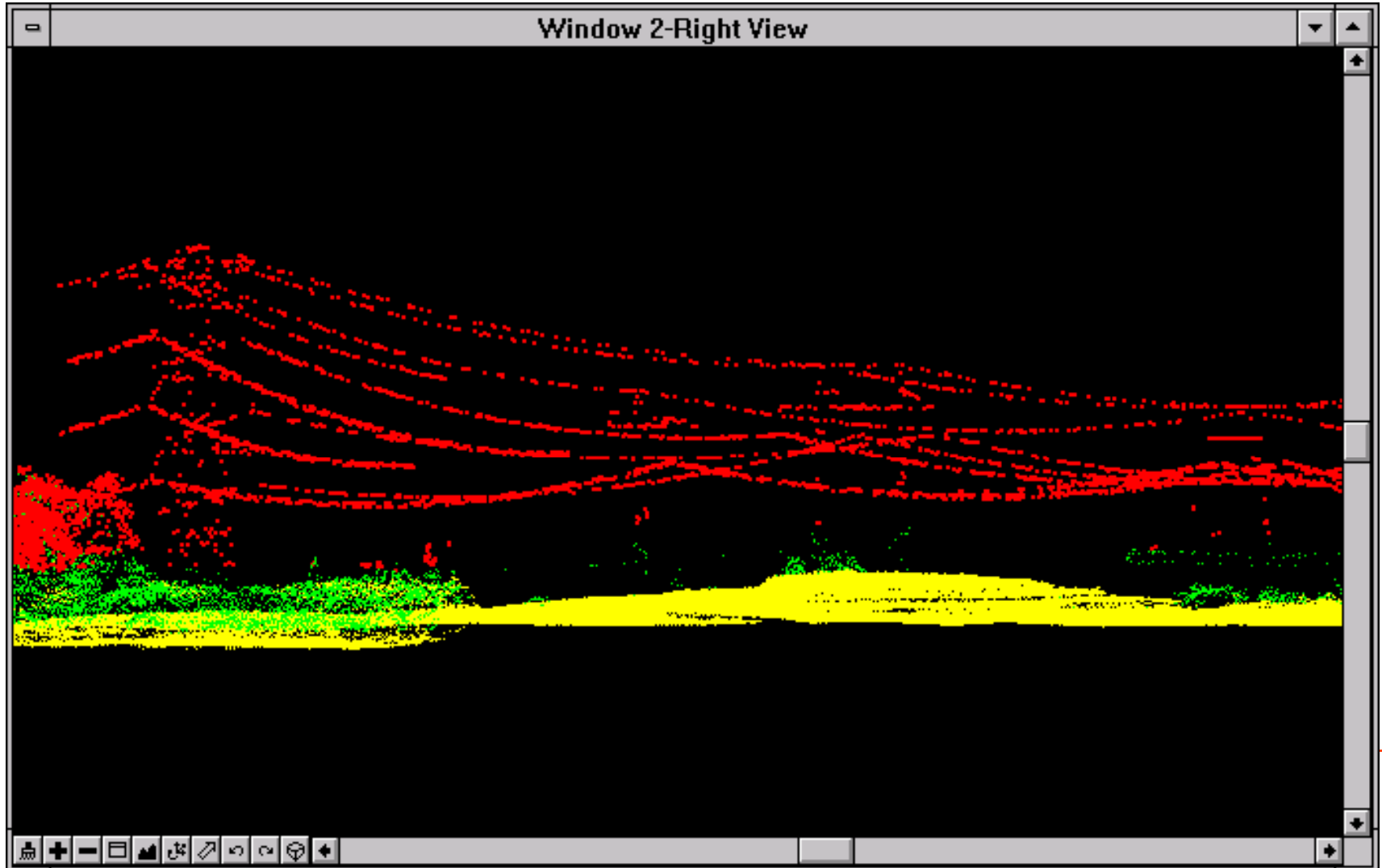
Ejemplos (cont), Cartografía de líneas eléctricas

- Interesa obtener la distancia mínima de los cables al suelo y a la vegetación
- Hay que clasificar los puntos como pertenecientes al terreno, a la vegetación, a los cables o a las torres
- Se ajusta un modelo de catenaria para cada cable



LASER-SCANNER:

Ejemplos (cont), Cartografía de líneas eléctricas



BREVE PRESENTACIÓN DE OTRAS TÉCNICAS GEOMÁTICAS ACTUALES Y FUTURAS:

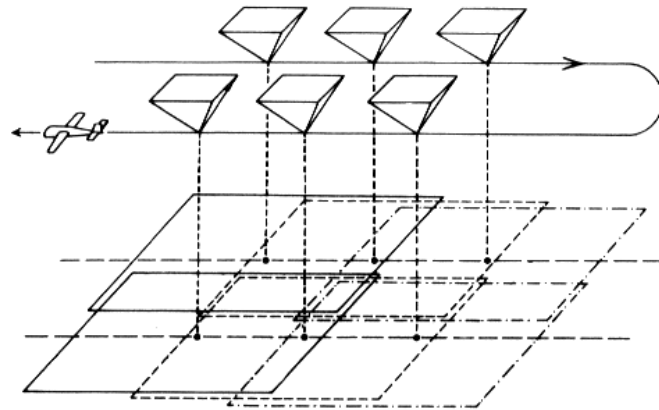
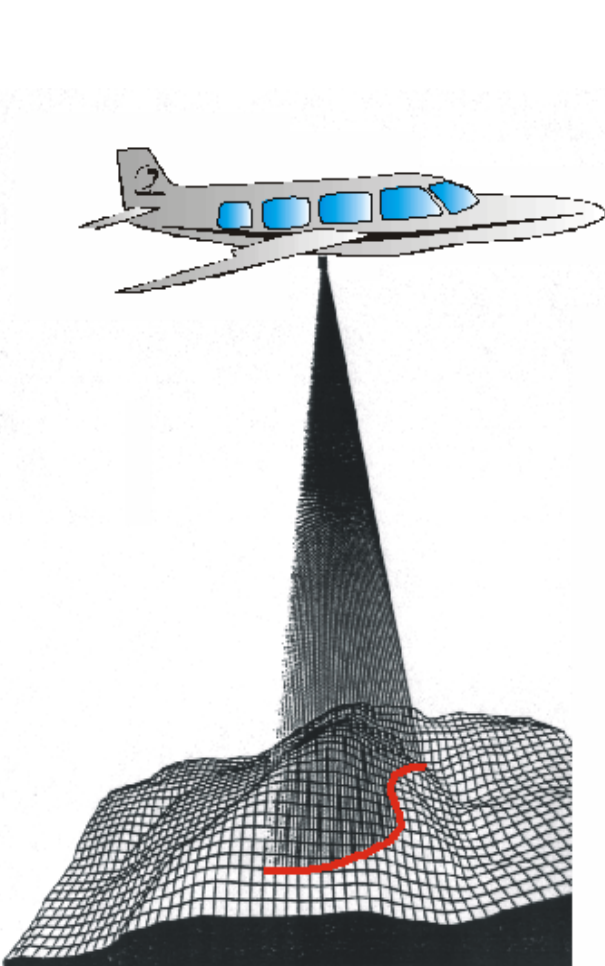
- ALS

- INS

- RADAR (SAR e InSAR)

INS, Sistemas inerciales:

Excelente técnica para obtener trayectorias de precisión, de sensores embarcados en plataformas móviles, entre otras aplicaciones



INS, Sistemas inerciales:

Los sensores básicos son los acelerómetros, velocímetros, odómetros, etc, que pueden confluír en una IMU (Inertial Measurement Unit)

Applanix POS/LV

AlliedSignal QA3000 Q-Flex
accelerometer
(medium-accuracy navigation-grade)

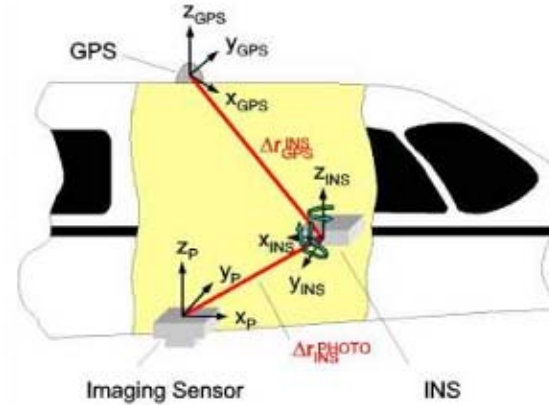
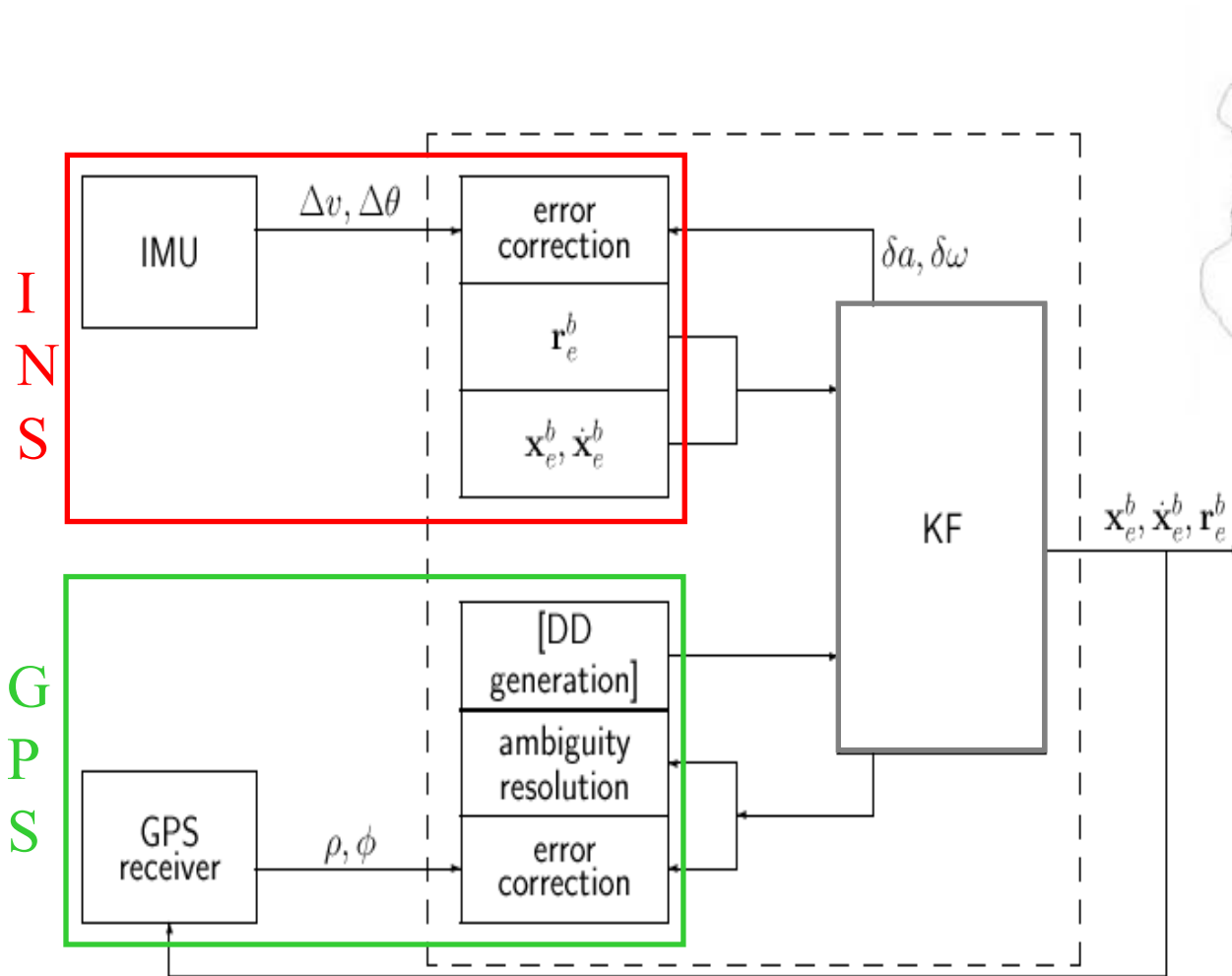


IMU Litton LN-200 - odometer
- 2 GPS antennas



INS, Sistemas inerciales:

El INS es un ejemplo de *integración* en Geomática, p.e. con GPS



INS, Sistemas inerciales:

Aplicaciones:

- Navegación aérea, marítima y submarina



© 1997 The Learning Company, Inc.

- Refuerzo de la navegación terrestre en “zonas muertas”

INS, Sistemas inerciales:

Aplicaciones:

- La citada orientación de sensores:

Orientación directa (posición y ángulos φ , ω , κ) de una cámara de fotogrametría aérea

Wild RC30 - Litton LN-200



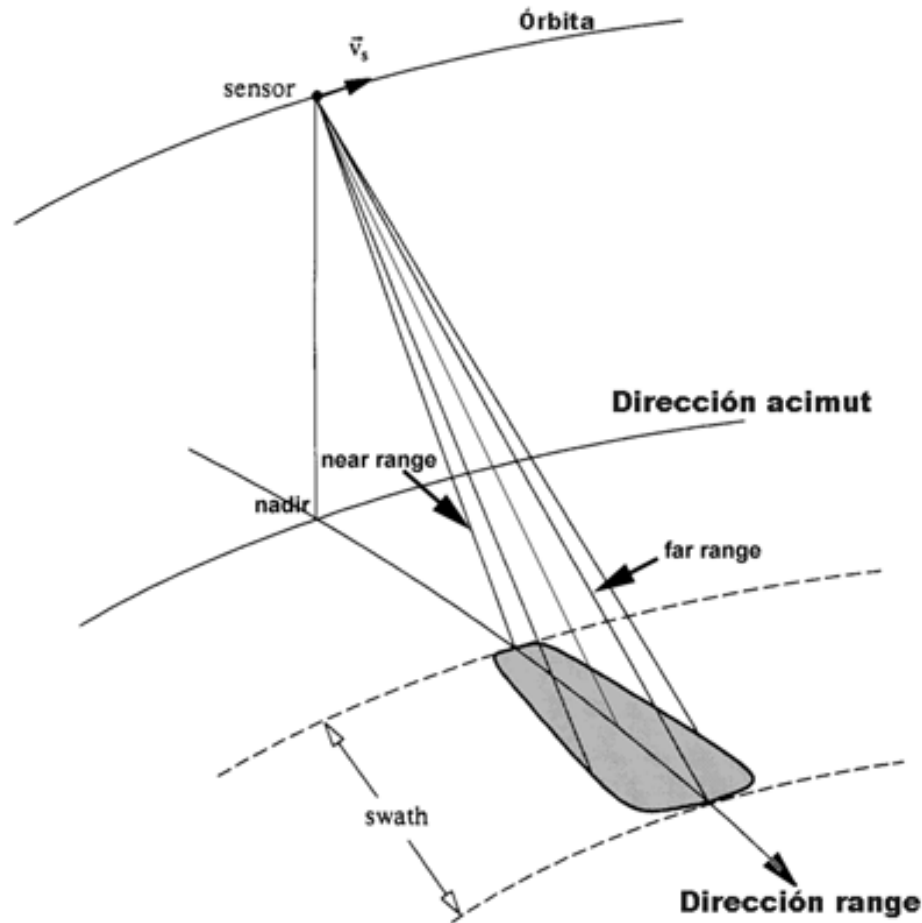
BREVE PRESENTACIÓN DE OTRAS TÉCNICAS GEOMÁTICAS ACTUALES Y FUTURAS:

•ALS

•INS

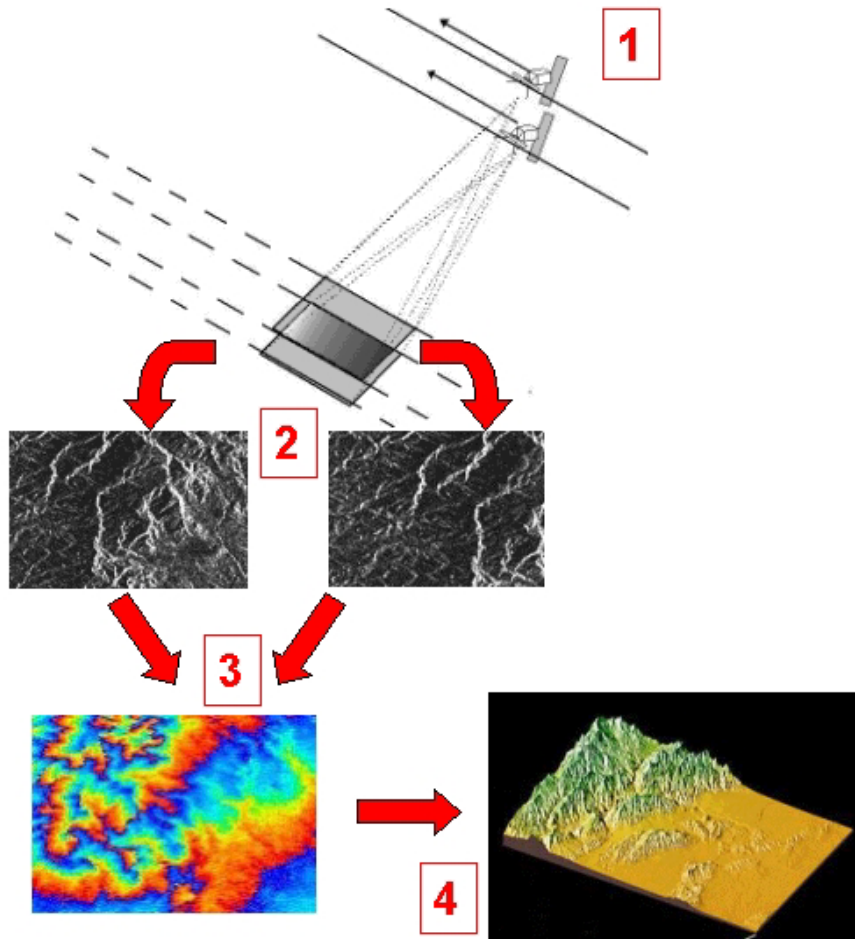
•RADAR (SAR, InSAR, D-InSAR)

Emisió Radar y captació del "eco". Diferències, Ventajas...



Radar:

Principio de la Interferometría SAR (InSAR)

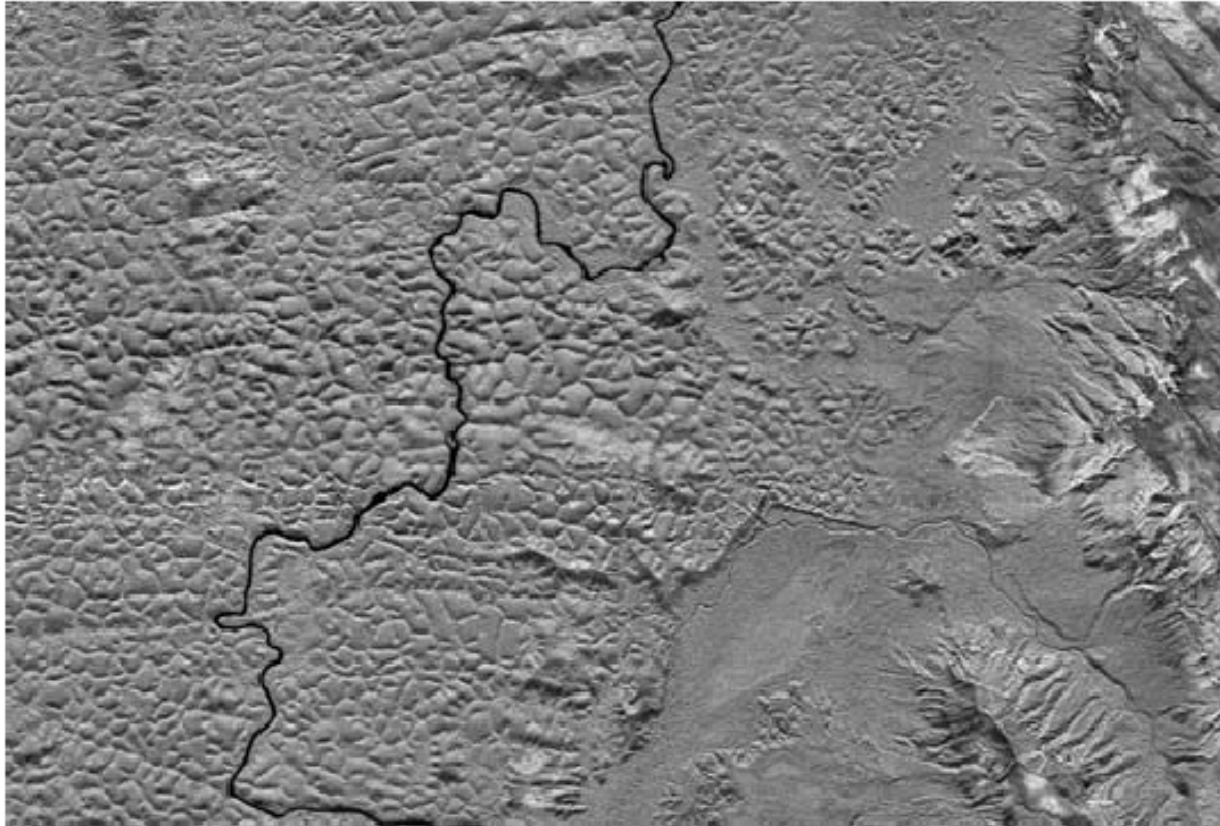


Pasos post-proceso:

- “Tierra Plana”
- Filtrado
- “Desenrollado” de la fase
- Cálculo desniveles vert.
- Georreferenciación

Radar:

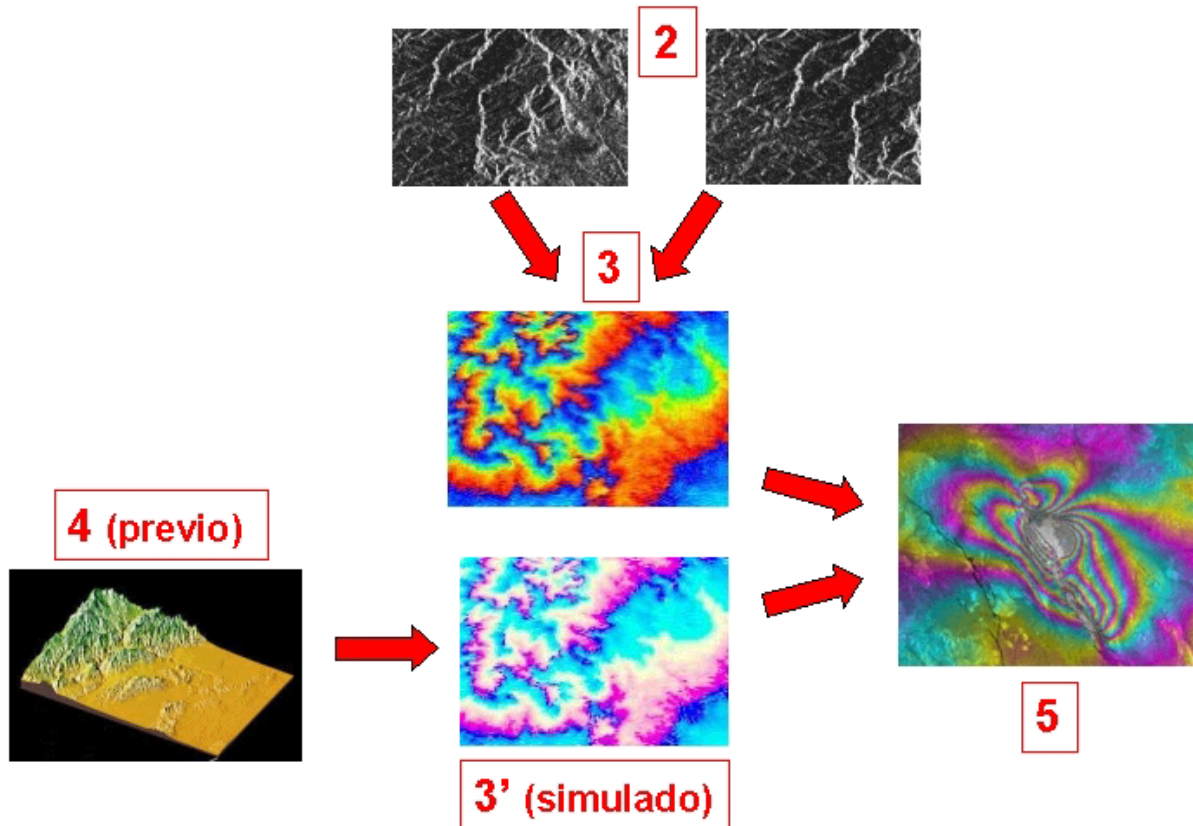
Mapa del S-E de Venezuela producido con In-SAR



Arbiol, ICC,
Airborne In-SAR
Ventaja frente a nubes

Radar:

Principio de la Interferometría SAR diferencial (D-InSAR)



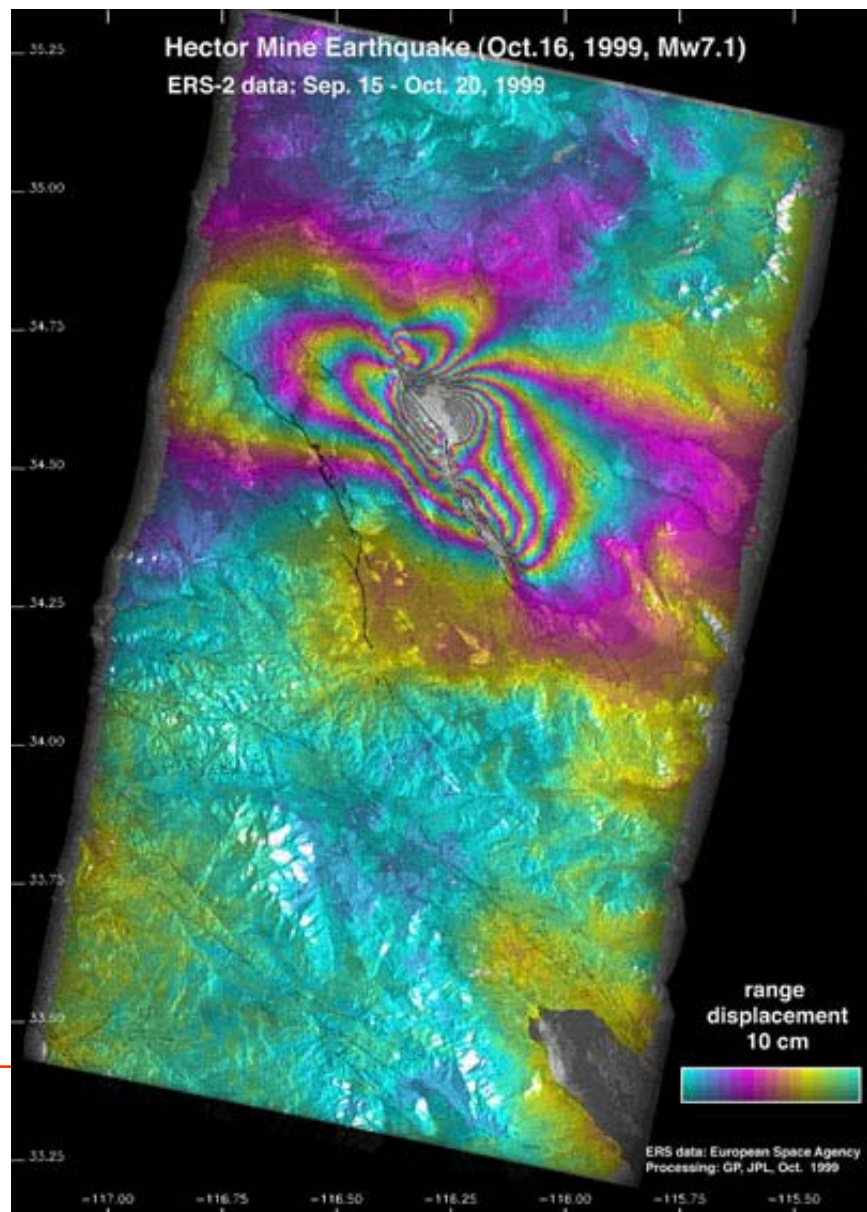
NOTA:

Estas técnicas no siempre son aplicables con éxito, debido a faltas de “coherencia” de las imágenes (decorrelaciones espaciales y temporales).

Radar:

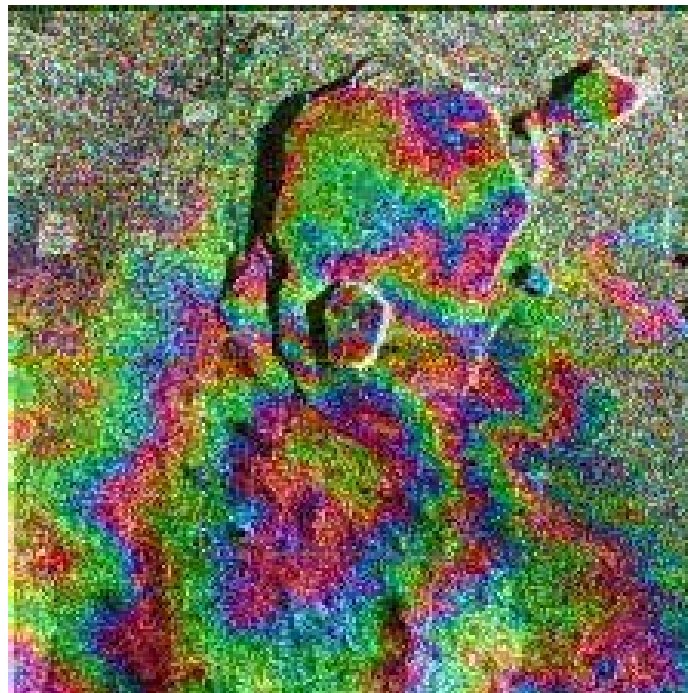
Deformaciones debidas a movimiento sísmico, Hector Mine, 16.10.1999, obtenidas con D-InSAR a partir 2 imágenes ERS-2

Precisiones centimétricas !!



Radar:

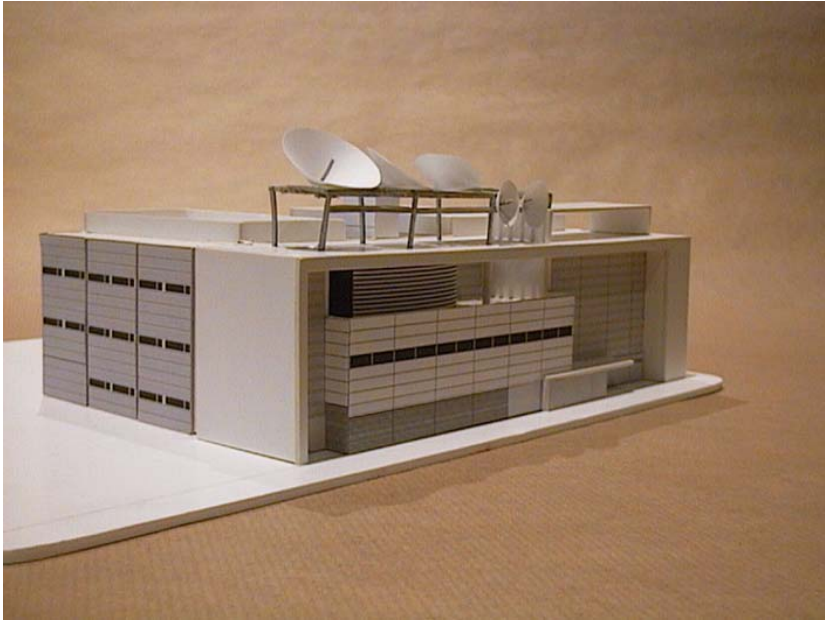
Deformación pre-eruptiva volcán
Kiluaea, 1994, por D-InSAR
(imágenes SIR-C/X-SAR)



Despedida y cierre:

BREVE PRESENTACIÓN DEL
INSTITUTO DE GEOMÁTICA
(BARCELONA, ESPAÑA)

SEDE DEL INSTITUTO DE GEOMÁTICA (IG)



3500 m² : 3 plantas +sótano

Despachos

Sala de actos

Sala de reuniones

Aulas

Laboratorios docentes

Laboratorios de investigación

Centro de documentación

Castelldefels, cerca Aeropuerto de Barcelona

IG, INVESTIGACIÓN: PROYECTOS

- GEOCODLR. Geocodificación SAR. DLR
- TOPSAR. Navegación INTASAR. INTA/ICC
- RAPSODI. Control Polución en Mar. VPM/UE
- TICSAR. Interferometría SAR. CICYT
- GAST-1. Gravimetría Aerotransportada. ICC
- CARTOIMAGEN. Sistemas distribuidos. Indra Espacio
- MOSAIC. Geocodificación múltiple SAR. DLR
- SEIRA. Cartografía rápida. Iberoeka/CDTI
- RodaVia. Infomovilidad y captura de datos. DPTOP
- ...

DOCENCIA EN EL INSTITUTO DE GEOMÁTICA

Eje SC (segundo ciclo)

Ingeniería Superior en Geodesia y Cartografía (en preparación).

Eje PG (posgrado)

- Doctorado en Geomática y Navegación (en preparación).
- **Maestría en Fotogrametría y Teledetección Aerotransportada.**
- Maestría en Geotelemática (en preparación).

Eje FC (formación continua)

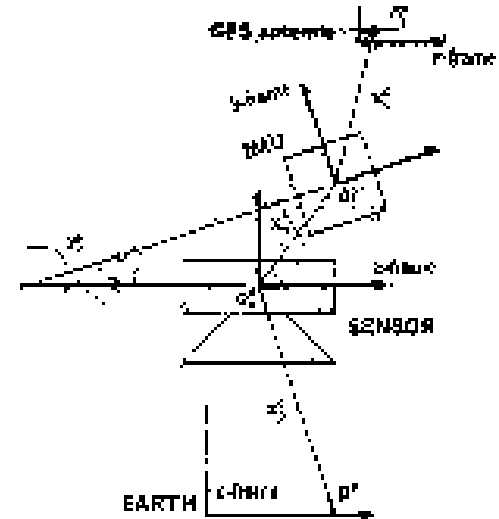
- **Conferencias de divulgación (CIC y CLC)**
- **Cursos y seminarios de especialización.**
- **Congresos y talleres (Semana Geomática)**

IG, CICLO INTERNACIONAL DE CONFERENCIAS

- Galileo, el futuro sistema europeo de navegación por satélite, ¿Se mueve o no se mueve? Prof. V. Ashkenazi, NSL, 1999.6.14.
- Avances en la definición de Galileo, el Sistema Europeo de Navegación y Posicionamiento por Satélite. R. Lucas, ESA, 1999.10.25.
- El Programa Europeo de Navegación por Satélite, del GNSS-1 al GNSS-2, ...un reto para Europa. J. Benedicto, ESA, 2000.5.22.
- New trends in Radar Remote Sensing. J.J.Van Zyl, JPL, 2000.10.23.
- Presente y futuro de la telemática del transporte. W. Lechner, Telematica, 2000.12.11.
- Midiendo el campo de gravedad desde el espacio. Carl Christian Tscherning, (U. de Copenhagen) 2001.2.19.
- ¿Dónde estoy? ¿Dónde está...? Navegación por satélite y servicios de localización remotos para el 3r milenio. G. W. Hein, I. de Geodesia y Navegación, 2001.5.14.

IG: FORMACIÓN CONTINUA

- *Navegación y Geodesia:*
 - Introducción al GPS
 - GPS Diferencial
 - Introducción a la Geotelemática
 - Tratamiento de Datos GPS
 - Introducción a la tecnología inercial
 - GPS y GALILEO: Oportunidades de negocio
- *Teledetección:*
 - Cámaras Digitales



IG: Internat. M.Sc. in APRS (Airborne Photogrammetry & Remote Sensing)

MODULOS:

- Radar Interferométrico de Apertura Sintética (InSAR)
- Laser Ranging (LIDAR)
- Orientación de sensores: tecnología GPS e inercial
- Estaciones fotogramétricas digitales
- Propagación de la señal
- Cámaras fotogramétricas digitales
- Teledetección multiespectral, hiperespectral...

CONGRESOS y TALLERES

- Workshop: Métodos directos vs. Métodos indirectos de orientación de trayectorias, Barcelona, Noviembre, 1999.
- 4ª Semana Geomática “Cartografía y Navegación”, Abril 2000
- 5ª Semana Geomática “Geotelemática”, Barcelona, 11 a 14 Febrero 2003
- Workshop: Theory technology & and realities of Direct Sensor Orientation, Sept. 2003

Despedida y cierre:

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN !!