

Detección por radiofrecuencia desde el espacio

Edoardo Marelli
Presidente del GT 7C del UIT-R

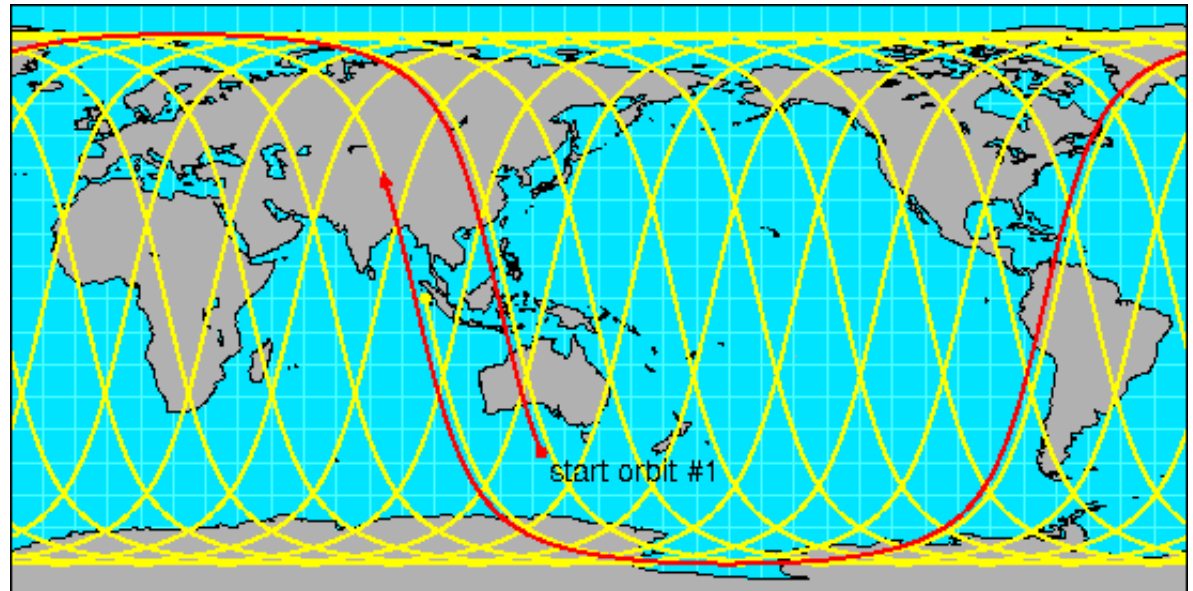
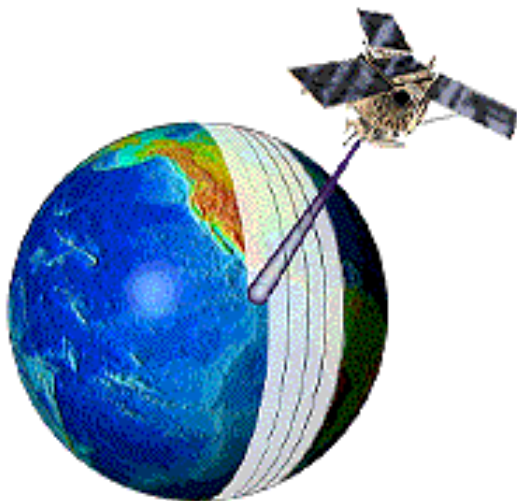
Seminario del UIT-R
Manta (Ecuador)
20 de septiembre de 2012



¿Por qué observar la Tierra desde el espacio?

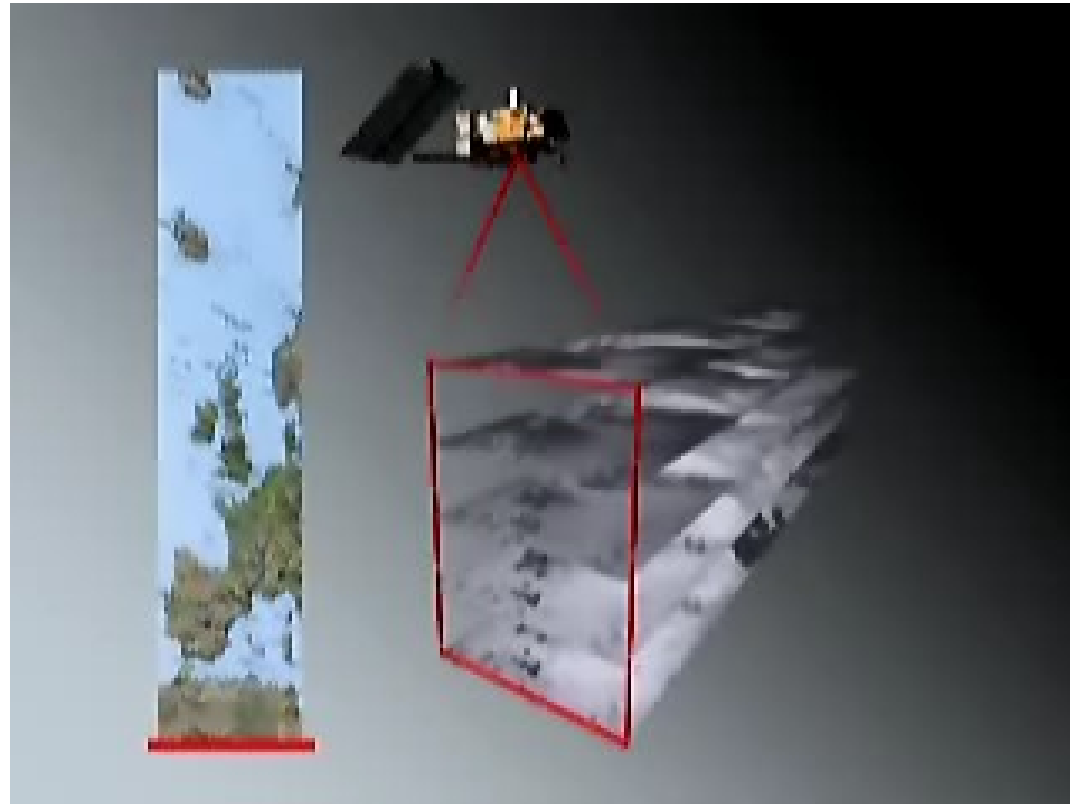


- Los satélites en órbita alrededor de la Tierra ofrecen un excelente punto de vista desde donde realizar observaciones de la superficie terrestre (tierra y océanos) así como de los componentes de la atmósfera de la Tierra.
- Los satélites geostacionarios pueden realizar una supervisión continua de grandes extensiones mientras que los satélites en órbita polar baja cubren la Tierra a intervalos regulares (como muestra la figura)



- **La detección por radiofrecuencia** presenta algunas ventajas importantes con relación a la detección por medios ópticos. Mientras que los instrumentos ópticos resultan obstaculizados por las nubes y sólo pueden tomar imágenes en la gama visible durante las horas diurnas, los sensores de RF proporcionan **una cobertura continua (día y noche) independientemente de la capa de nubes**. Esto es especialmente importante en el caso de **observaciones en zonas tropicales**, donde la cobertura de nubes está presente muy a menudo.
- **La detección pasiva por RF** se lleva a cabo midiendo emisiones naturales producidas por la superficie de la Tierra y su atmósfera. La intensidad de estas emisiones naturales y la frecuencia a la que se generan caracterizan el tipo y el estado de muchos fenómenos geofísicos importantes que describen la situación del Sistema Tierra/Atmósfera/Océanos.
- **La detección pasiva por RF** se realiza midiendo las ondas radioeléctricas transmitidas desde el propio instrumento y reflejadas por el objeto que se investiga.

Medición pasiva multifrecuencia



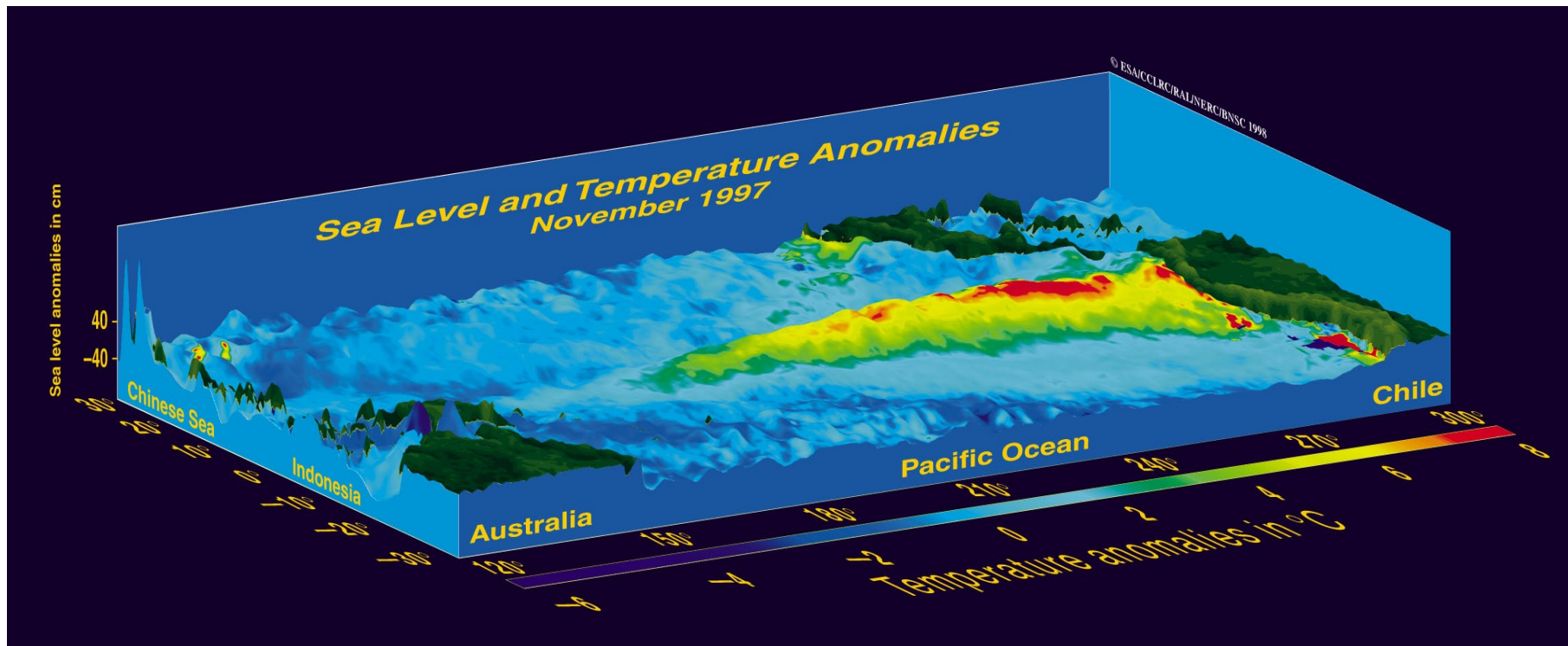
Transmisión de impulsos y lectura de la señal reflejada



Predicciones meteorológicas y estudios del clima:

- Detección desde satélites meteorológicos → cobertura global y continua → gran mejora en la precisión de las **predicciones meteorológicas** por los institutos de meteorología.
- Los **estudios sobre el cambio climático** son posibles gracias a la gran riqueza de parámetros científicos recogidos por los satélites meteorológicos sobre la tierra y los océanos y en las diversas capas de la atmósfera.
- El fenómeno El Niño representa un interesante ejemplo que reviste especial importancia para América del Sur. Un mayor conocimiento de la circulación de las corrientes oceánicas nos permite entender mejor y predecir el clima, especialmente las catástrofes naturales tales como El *Niño*. Este fenómeno, causado por la llegada anómala de agua caliente a las costas del Perú, provoca importantes catástrofes meteorológicas tales como sequías, inundaciones y ciclones. Actualmente es posible predecir El *Niño* a partir de datos sobre el océano obtenidos por satélites.

Representación tridimensional del completo desarrollo del fenómeno El Niño en 1997



Leyendas de la figura:

Anomalías en el nivel del mar y la temperatura, noviembre de 1997

Anomalías del nivel del mar, en cm Anomalías de la temperatura, en °C

Mar de China Indonesia Australia Océano Pacífico Chile

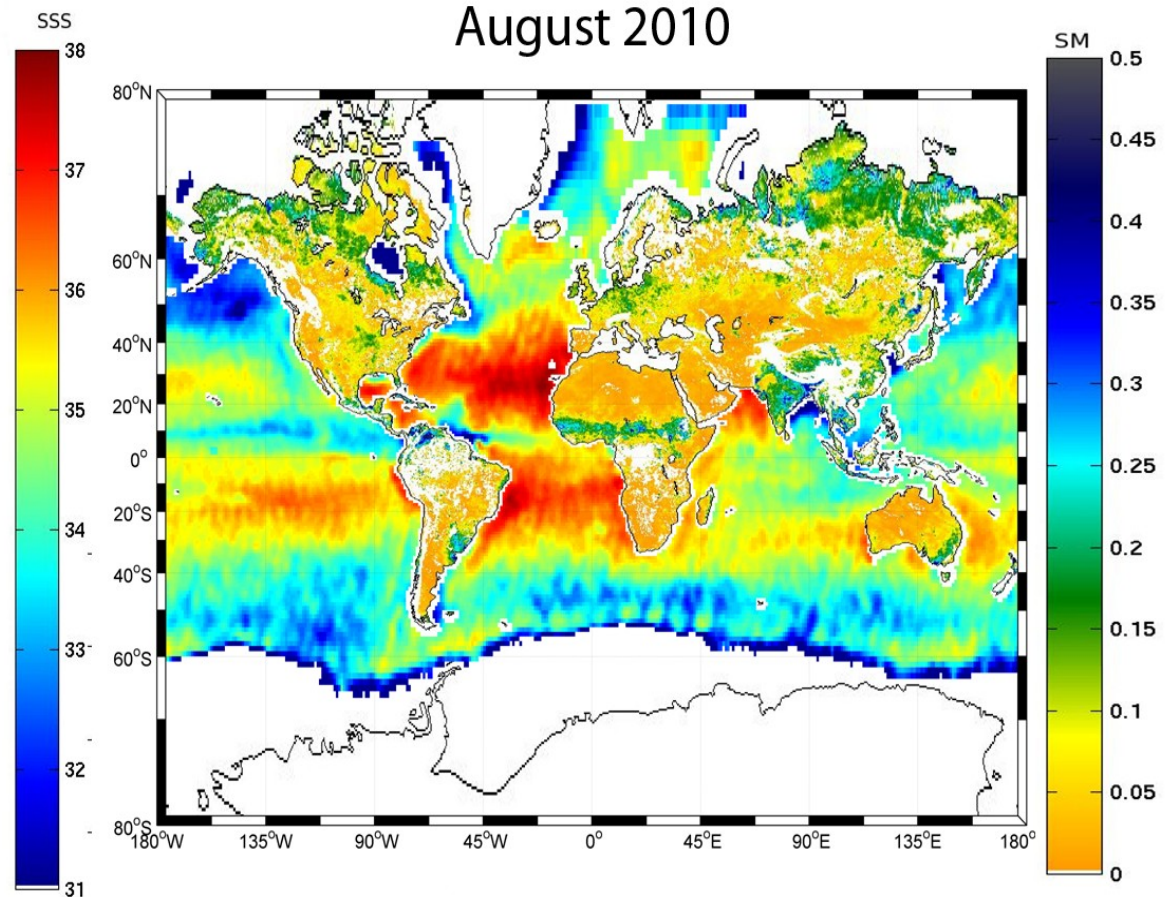
Estudios medioambientales

- Los datos sobre el medio ambiente obtenidos por los satélites de observación de la Tierra permiten a las autoridades naciones, regionales y mundiales tomar decisiones bien fundamentadas sobre lo que debe hacerse respecto al medio ambiente. Ejemplos:
 - Química atmosférica (niveles de contaminación atmosférica)
 - Temperatura/salinidad del agua
 - Erosión de las costas
 - Tamaño de la masa forestal y evolución de la biomasa
 - Humedad del suelo
 - Extensión y profundidad de las capas de hielo polar
 - Utilización de la tierra
 - Etc...

Principales áreas de aplicación.

Mapa de humedad del suelo y salinidad del océano obtenido mediante el satélite SMOS de la ESA.

Sensor de RF que funciona a 1,4 GHz



Aplicaciones comerciales y de seguridad

Los datos del satélite también se utilizan para aplicaciones de interés comercial tales como:

- Investigación sobre minería
- Apoyo a la planificación urbanística
- Mapas de alta resolución
- Localización de bancos de pesca
- Productividad agrícola
- Etc...

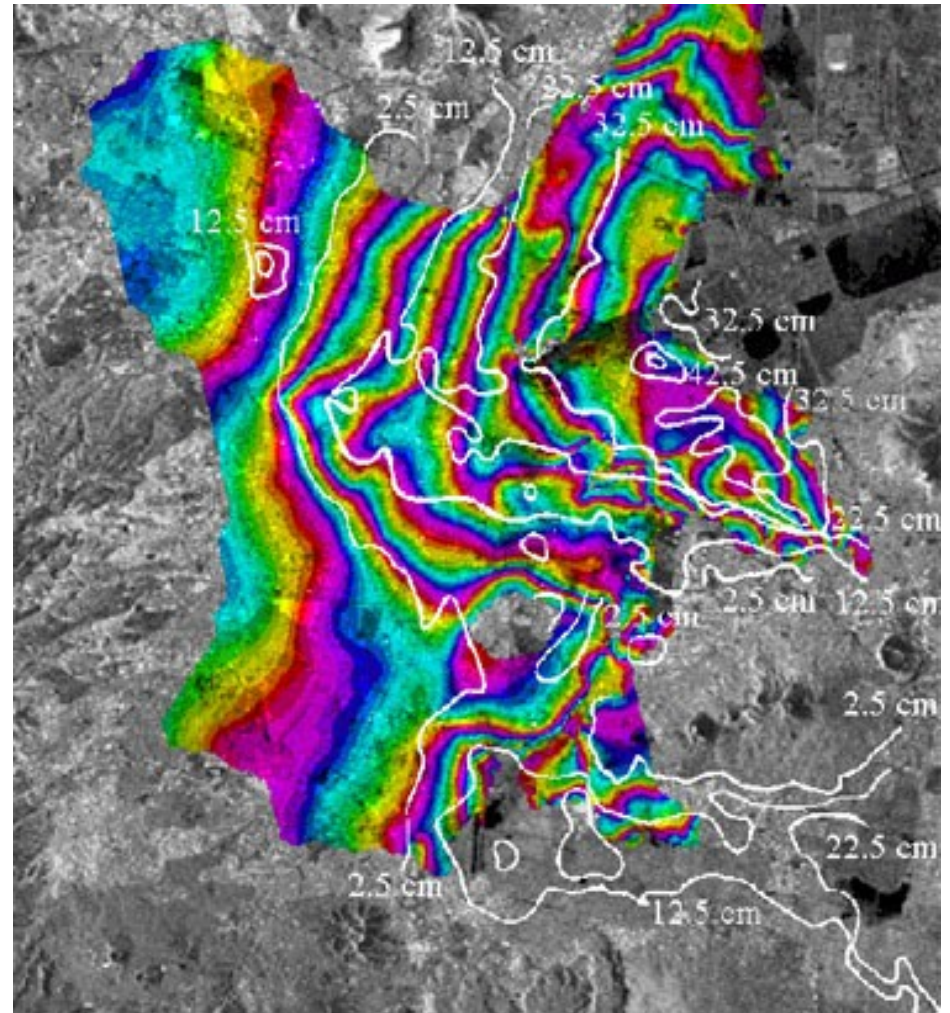
Así como para aplicaciones de seguridad.

Principales áreas de aplicación.

Mapa de subsidencias de la Ciudad de México.

Imagen interferométrica obtenida por un radar de apertura sintética sobre el ERS-1 (ESA).

Este tipo de información (con una precisión de centímetros) permite a las autoridades locales planificar los desarrollos urbanísticos.



Gestión de catástrofes:

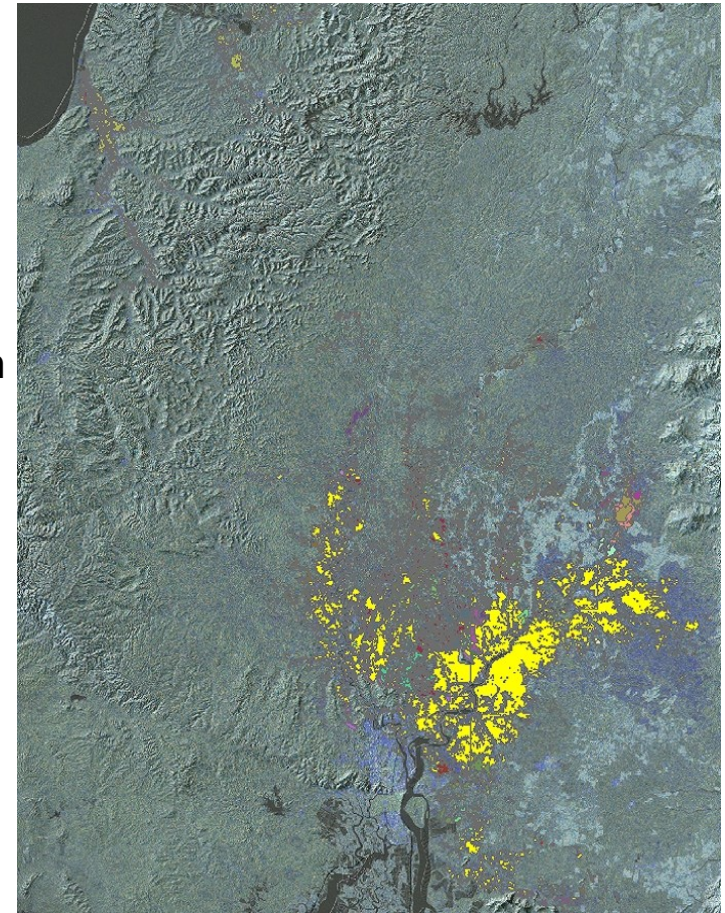
- Peligros costeros/maremotos
 - Sequías
 - Terremotos
 - Fenómenos climáticos extremos/tornados
 - Inundaciones
 - Corrimientos de tierra
 - Contaminación (por ejemplo, derrame de crudo)
 - Capas de hielo en el mar y los lagos
 - Erupciones volcánicas
 - Incendios forestales.
-
- En muchos casos las observaciones por satélite pueden ayudar a **detectar signos** de un desastre inminente.
 - En todos estos casos la teledetección puede utilizarse para realizar una **supervisión y evaluación mundial** de los efectos y la escala de la catástrofe (observaciones con independencia de las condiciones meteorológicas) y planificar en consecuencia las operaciones de socorro. (Carta de gestión en caso de catástrofe: soporte gratuito por satélite en caso de catástrofe natural: véase <http://www.disasterscharter.org/web/charter/home>)

Jocai (**Ecuador**) Febrero de 2012. **Inundaciones**

Imagen del Radarsat-2 (Agencia Espacial de Canadá y Centro de Teledetección de Ecuador (CLIRSEN))

Intersectando la capa de la superficie del agua con otras capas socioeconómicas y de infraestructura fue posible levantar un mapa de las repercusiones que tienen las inundaciones en la población civil, la agricultura, los servicios sanitarios, la energía, el alojamiento, la red viaria y la sociedad .

Esta imagen muestra las **cosechas afectadas** →



Para más detalles sobre las diversas aplicaciones asociadas a la detección desde el espacio véase:

- Manual del UIT-R sobre: “Servicio de exploración de la Tierra por satélite” (2011).
- Manual del UIT-R y de la OMM sobre: “Utilización del espectro radioeléctrico en meteorología” (2008).
- Informe del UIT-D sobre: “Utilización de la teledetección para la predicción, la detección y la reducción de los efectos de las catástrofes” (2008).

Reconocimiento por la CMR de la importancia que reviste la teledetección desde el espacio

➤ Extractos de la **Resolución 673 de la CMR-12** (Importancia de las aplicaciones de radiocomunicaciones para la observación de la Tierra)

“

i) que si bien es reducido el número de países que explotan actualmente satélites de observación meteorológica y de la Tierra, los datos y/o análisis conexos derivados de dicha explotación **se distribuyen y utilizan a escala mundial**, en particular por los servicios nacionales de meteorología **de países desarrollados y en desarrollo** y por organizaciones relacionadas con el cambio climático;

h) que las observaciones de la Tierra se efectúan **en beneficio de toda la comunidad internacional** y que generalmente los datos se ponen a disposición sin coste alguno,

....”

Dos tipos de bandas pasivas (atribuidas también a la radioastronomía):

1) Bandas puramente pasivas (nota N° 5.340) «Se prohíben todas las emisiones en las siguientes bandas (sólo se indican las principales):

1400-1427 MHz

10,68-10,7 GHz

23,6-24 GHz

31,3-31,5 GHz

50,2-50,4 GHz

86-92 GHz»

2) Bandas pasivas compartidas con otros servicios activos, en general servicios terrenales (servicios fijo y móvil). En la mayoría de estas bandas pasivas se aplican límites a los servicios activos para permitir la compartición.

- Las bandas de frecuencia pertinentes vienen determinadas principalmente por propiedades físicas que no pueden modificarse (resonancia molecular). Estas bandas de frecuencia son, por tanto, un importante recurso natural.
- Los sensores de teledetección por satélite tienen una instrumentación notablemente más sensible que la utilizada por otros servicios de radiocomunicaciones activos. Miden radiaciones que se producen de manera natural con un nivel de potencia extremadamente bajo.
- Los sensores pasivos no pueden discriminar entre radiaciones naturales y artificiales, de manera que los errores a menudo no pueden detectarse y/o corregirse. Por consiguiente, el mantenimiento de la integridad de los datos depende de la prevención de la interferencia artificial. La imposición de limitaciones estrictas sobre dicha interferencia y la máxima potencia a escala mundial aparece actualmente como la única solución.
- Debe prestarse especial atención a:
 - el efecto combinado de múltiples transmisores cuyas **señales combinadas** pueden dar lugar a la aparición de una fuerte interferencia en el sensor. Problema típico: elevado número de dispositivos de baja potencia (por ejemplo, dispositivos de corto alcance)
 - ausencia de control de **emisiones no deseadas** procedentes de transmisores activos que funcionan en bandas adyacentes

- Los sensores activos leen el eco de su propia señal. Ello permite cierta filtración de las señales procedentes de otras fuentes similares (por ejemplo, radares terrenales del servicio de radiolocalización).
- Pero en estas bandas compartidas con servicios terrenales activos pueden aparecer problemas. El efecto combinado de un gran número de dispositivos provoca un incremento del ruido de fondo que no puede filtrarse mediante postprocesamiento. Ello da lugar a interferencias perjudiciales lo que se traduce en la obtención de datos equivocados.
- Por consiguiente es importante evitar la introducción de una alta densidad de dispositivos terrenales en el exterior en las bandas utilizadas por el SETS (activo), incluso cuando estos dispositivos sean de baja potencia (lo que importa es la potencia combinada vista por el sensor).

Elementos fundamentales

- La teledetección por RF desde el espacio es un servicio que proporciona datos de un gran valor social y económico (datos locales y fenómenos globales: predicción meteorológica, cambio climático, gestión de catástrofes, etc...).
 - Debe garantizarse la protección de estos sensores en interés de todas las administraciones.
 - Ninguna decisión de carácter nacional que influya a estos sistemas altamente sensibles debe tomarse con independencia de la UIT. Es necesario llegar a un acuerdo con el resto de administraciones ya que los datos obtenidos con estos sistemas revisten un interés internacional y no sólo nacional
- ➔ **iDeben respetarse estrictamente el Reglamento de Radiocomunicaciones y las Recomendaciones de la UIT!**

**Gracias por su atención.
¿Alguna pregunta?.**

