

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R RS.1859
(01/2010)

**Utilización de sistemas de teledetección
para la recopilación de datos en
caso de catástrofe natural
y emergencias similares**

Serie RS
Sistemas de detección a distancia



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión sonora
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radio astronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2010

© UIT 2010

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R RS.1859

Utilización de sistemas de teledetección para la recopilación de datos en caso de catástrofe natural y emergencias similares

(2010)

Cometido

Esta Recomendación proporciona orientaciones sobre la utilización de datos obtenidos por teledetección proporcionados por satélites en el caso de catástrofes naturales y emergencias similares pero no ofrece información sobre la difusión de datos.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

a) que, en el ámbito de las radiocomunicaciones, la gestión de catástrofes comprende los siguientes aspectos, siendo todos ellos igualmente importantes:

- 1 alerta temprana y prevención, mediante:
 - predicción de catástrofes, incluida la adquisición y el procesamiento de datos relativos a la probabilidad de que ocurra una catástrofe, a la zona geográfica en que ocurrirá y a su duración;
 - detección de catástrofes, incluido el análisis detallado de la probabilidad lógica y la gravedad de las mismas;
- 2 la reducción de los efectos de las catástrofes, incluida la rápida transmisión de información sobre catástrofes inminentes y de las correspondientes alertas a los organismos encargados de las operaciones de socorro;
- 3 las radiocomunicaciones tras la catástrofe, incluida la utilización *in situ* de sistemas de comunicaciones terrenales y por satélite que contribuyan a asegurar y estabilizar los activos humanos y materiales de la zona afectada;

b) que inherente a las catástrofes naturales es la impredecibilidad del lugar donde van a producirse, lo que supone la necesidad de contar con unas capacidades de observación de la Tierra inmediatas y globales que sólo pueden satisfacer los instrumentos de teledetección a bordo de satélites;

c) que estos sensores a distancia a bordo de satélites existen y funcionan en bandas de frecuencias atribuidas actualmente al servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS);

d) que existen organismos cuyo objetivo es facilitar el procesamiento y difusión de los datos relativos a la catástrofe desde el operador-proveedor del satélite hasta el organismo encargado de las operaciones de socorro,

reconociendo

a) que la Resolución 647 (CMR-07) – Directrices sobre gestión del espectro para radiocomunicaciones de emergencia y operaciones de socorro en caso de catástrofe, reconoce el cometido de la teledetección indirectamente;

b) que la Resolución UIT-R 55 – Estudios del UIT-R sobre predicción, detección, mitigación de los efectos de la catástrofe y operaciones de socorro, la Resolución 644 (CMR-07) – Recursos de radiocomunicaciones para la alerta temprana, la mitigación de los efectos de las catástrofes y las

operaciones de socorro, y la Resolución 673 (CMR-07) – Utilización de las radiocomunicaciones para aplicaciones de observación de la Tierra, reconocen todas ellas la importancia de los aspectos de las radiocomunicaciones/TIC pertinentes a la prevención, predicción, detección, alerta temprana, disminución de las consecuencias y operaciones de socorro en caso de catástrofe e identifican el importante cometido de la Comisión de Estudio 7 de Radiocomunicaciones y de la teledetección en la gestión de las catástrofes;

c) que la Resolución UIT-R 53 – Utilización de las radiocomunicaciones para la respuesta y las operaciones de socorro en caso de catástrofe, resuelve adicionalmente que «las Comisiones de Estudio del UIT-R competentes emprendan estudios y elaboren directrices en relación con la gestión de las radiocomunicaciones par la predicción, detección, reducción de los efectos y operaciones de socorro en casos de catástrofe»,

observando

a) que la Cuestión 22/2 del UIT-D – Utilización de las TIC para la gestión de catástrofes, recursos y sistemas espaciales de teledetección activos y pasivos aplicables a las situaciones de socorro en casos de catástrofes y emergencia, es un documento que presenta directrices para facilitar la implantación de la norma del Protocolo de Alerta Común para lanzar la alerta pública y la notificación de peligro en caso de catástrofe y situaciones de emergencias,

recomienda

1 que se inste a los Estados Miembros de la UIT a que soporten la aplicación de la teledetección a bordo de satélites que proporciona datos útiles en los casos de catástrofes naturales y emergencias similares, tales como los presentados en el Anexo 1.

NOTA 1 – Esta Recomendación debe complementarse con una nueva Recomendación sobre la utilización de los datos recopilados.

Anexo 1

Utilización de los datos de teledetección obtenidos con sensores a bordo de satélites para las operaciones de socorro en caso de catástrofes naturales y emergencias similares

1 Introducción

Los servicios de ayudas a la meteorología, meteorología por satélite y exploración de la Tierra por satélite desempeñan un cometido fundamental en actividades tales como:

- identificación de zonas de riesgo;
- predicciones meteorológicas y de cambios climáticos;
- detección y seguimiento de terremotos, maremotos, huracanes, incendios forestales, vertidos de crudo, etc.;
- difusión de alertas/avisos de catástrofes;
- evaluación de los daños causados por estas catástrofes;
- difusión de información para planificar las operaciones de socorro; y
- supervisión de la recuperación tras la catástrofe.

Estos servicios proporcionan datos útiles, e incluso esenciales, para mantener y mejorar la precisión de las previsiones meteorológicas, para supervisar y predecir los cambios climáticos y para informar sobre los recursos naturales. Las frecuencias utilizadas por estos servicios y sus aplicaciones asociadas aparecen en el Cuadro 1.

CUADRO 1
Frecuencias utilizadas en la teledetección para
la predicción y detección de catástrofes

Banda (GHz)	Peligro Atribución	Catástrofes costeras & Maremotos	Sequías	Terremotos	Fenómenos meteorológicos extremos	Inundaciones	Corrimientos de tierra	Contaminación (Oceánica)	Hielo marino y lacustre	Volcanes	Incendios
0,43	A	X	X	X		X	X			X	X
1,25	A	X	X	X		X	X	X	X	X	
1,42	P		X			X	X				X
1,67	P										
2,65	p		X			X	X				X
3,2	a										
4,3	p										
4,9	p		X								
5,3	A	X	X	X		X	X	X	X	X	X
6,7	p		X								
7,15	p		X						X		
8,6	A		X	X	X	X	X		X		X
9,6	A		X	X	X	X	X		X		X
10,65	P	X	X		X	X	X		X		
13,5	A		X		X	X	X		X		X
15,3	p										
15,4	P	X			X	X	X				
17,25	A		X		X						X
18,7	P	X	X		X	X	X				
21,3	P	X	X		X	X	X		X		
22,3	P	X	X		X	X	X				
23,8	P	X	X		X	X	X				
24,1	A		X		X	X	X				
31,5	P	X	X		X	X	X		X		
35,55	A		X		X	X	X				
36,5	P	X	X		X	X	X		X		
50,3	P	X	X		X	X	X				
55,00	P	X	X		X	X	X				
64,5	P										
78,5	A				X						
89,00	P					X	X		X		
94,00	A				X						
101,0	P		X		X						
110,0	P										
118,0	P	X	X		X	X	X				
150,5	P	X	X		X	X	X				
157,0	P										
166,0	P	X	X		X	X	X				
175,5	P	X	X		X	X	X				
183,0	P	X	X		X	X	X				
201,0	P	X	X		X	X	X				
224,0	P										
236,0	P										
251,0	P										

NOTA 1 – A y P se refieren, respectivamente, a la teledetección activa y pasiva en estas bandas de frecuencias.

Las mediciones u observaciones sobre el terreno e *in situ* normalmente son más precisas y exactas que observaciones similares realizadas desde el espacio. Estos tipos de observaciones se conocen como «realidad del terreno» y se emplean para calibrar la instrumentación a bordo de los vehículos espaciales. Sin embargo, cuando los instrumentos *in situ* o las infraestructuras necesarias para su utilización no se encuentran en el emplazamiento adecuado o han quedado inutilizados a causa de la catástrofe, o cuando las mediciones sobre el terreno no son lo suficientemente precisas, las observaciones espaciales pueden proporcionar información útil para paliar los efectos de las catástrofes. Las observaciones realizadas desde el espacio son particularmente útiles cuando las zonas afectadas son muy amplias, la densidad de población es baja y la infraestructura técnica es vulnerable o no está bien desarrollada.

A continuación se indica la forma en que los datos procedentes de satélites pueden ser útiles para reducir los efectos de las catástrofes naturales y artificiales. Estas descripciones son reales; algunas se han demostrado y otras están operativas hoy en día. Esta lista no pretende ser exhaustiva.

2 Catástrofes costeras/maremotos

Los sensores a bordo de vehículos espaciales pueden ayudar a identificar zonas de riesgo utilizando modelos de elevación digital (DEM) generados por radares de abertura sintética (SAR) para localizar zonas de baja elevación expuestas a inundaciones o utilizando batimetría generada por SAR a fin de identificar la estructura del fondo oceánico que pueda empeorar los efectos de un maremoto o de olas de tempestad.

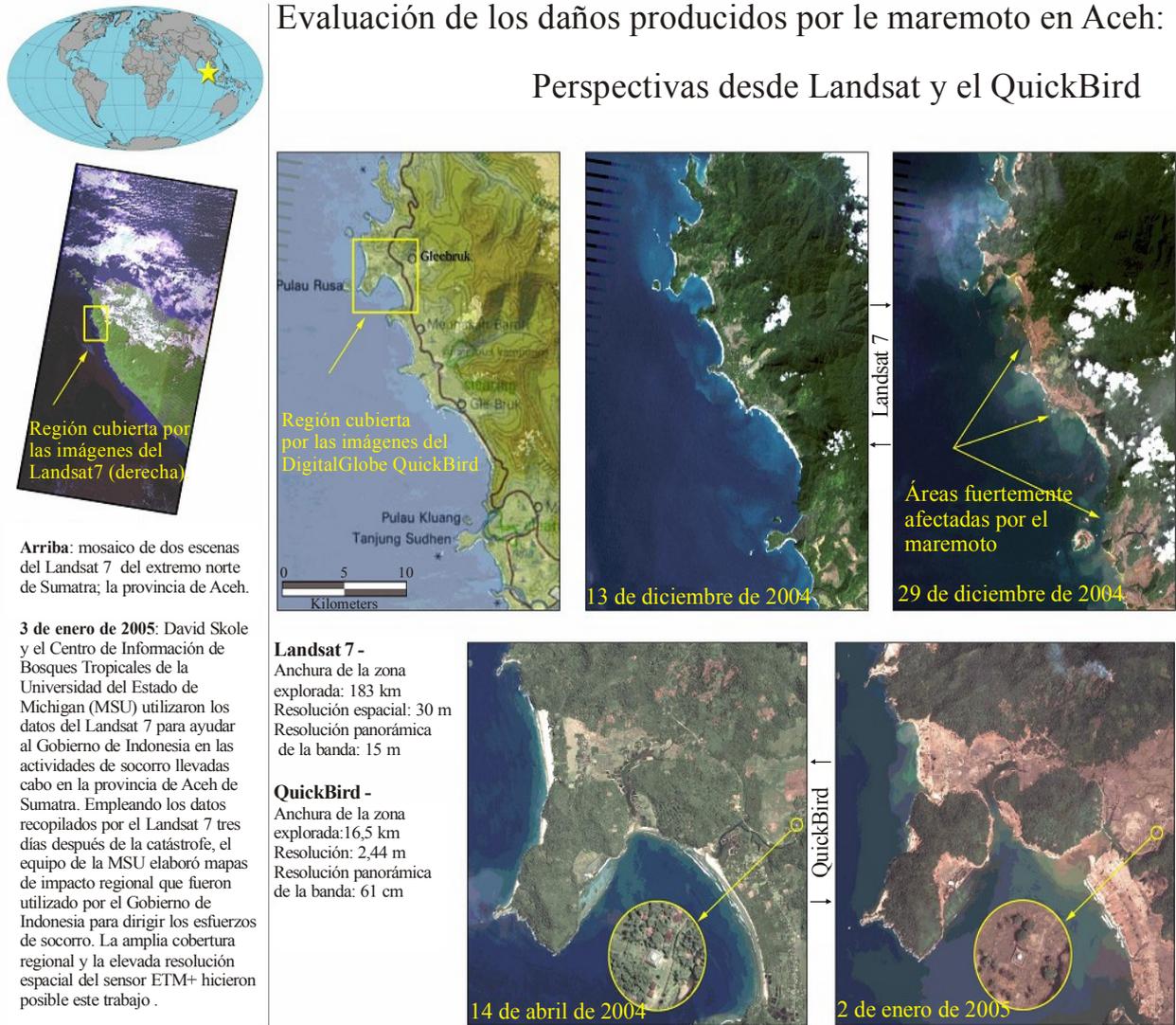
Los fenómenos meteorológicos intensos, tales como los ciclones y tifones tropicales que pueden dar lugar a olas de tempestad, deben seguirse mediante satélites meteorológicos. Dicho seguimiento puede emplearse para alertar zonas vulnerables donde puede haber peligro.

La amplitud de los daños puede determinarse a partir de imágenes en banda visible/infrarroja de resolución mediana y alta procedentes de instrumentos a bordo de vehículos espaciales. Las imágenes del SAR de resolución más baja, que no resultan afectadas por la capa de nubes, también pueden utilizarse para mostrar las zonas afectadas. La capacidad de los SAR para penetrar la capa de nubes y funcionar sean cuales sean las condiciones meteorológicas es especialmente útil en zonas de nubosidad abundante, tales como África Central, el Amazonas y zonas insulares, como Indonesia.

Tras el terremoto de magnitud 9.0 que afectó la costa de Sumatra, el 26 de diciembre de 2004, Indonesia y el sur de Tailandia sufrieron un enorme maremoto y temblores de tierra que causaron más de 104 000 víctimas mortales en Indonesia y más de 5 000 en Tailandia. En la Fig. 1 aparecen las imágenes ópticas de media y alta resolución de la provincia de Aceh en Indonesia tomadas antes y después del maremoto del 26 de diciembre de 2004 por satélites en órbita terrestre baja. Imágenes como éstas proporcionan a las autoridades información para evaluar los daños.

FIGURA 1

Daños causados por el maremoto en la provincia de Aceh, Indonesia



1859-01

Fuente: Landsat and QuickBird via the United States Geological Survey

<http://www.usgs.gov/>

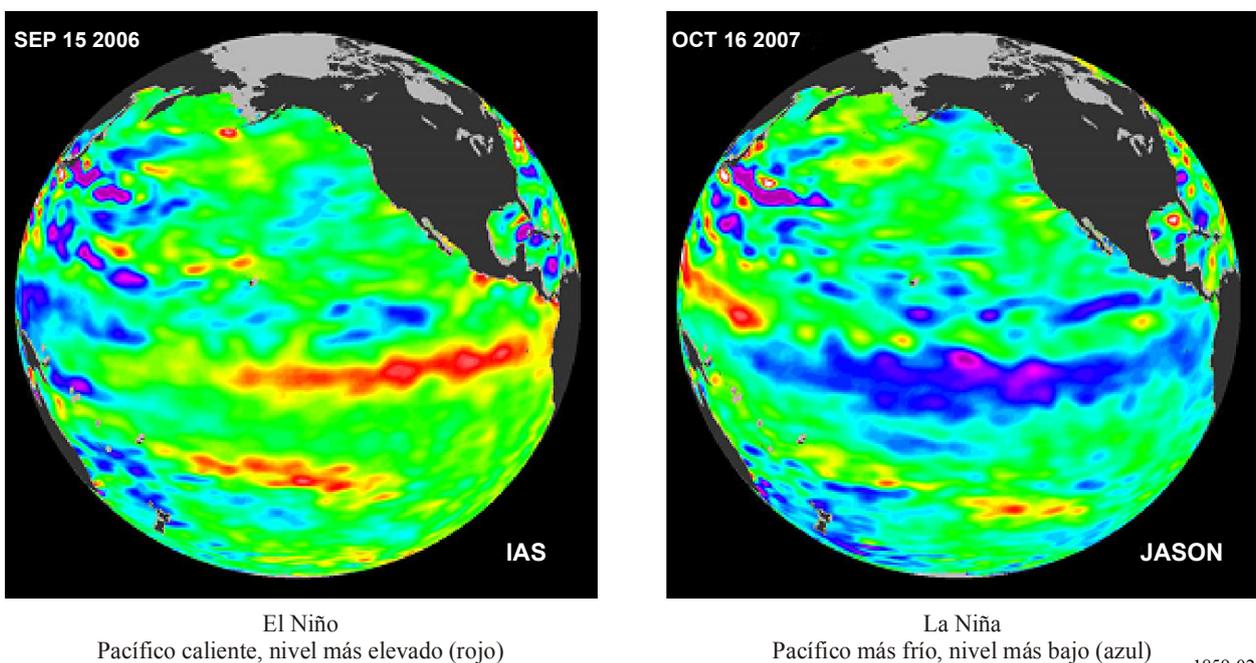
Los dos conjuntos de imágenes ponen de relieve la importancia de contar con dos instrumentos distintos. Las imágenes del Landsat cubren una zona más amplia y ayudan a identificar las regiones afectadas mientras que las imágenes del QuickBird muestran más detalles en una zona mucho más pequeña.

3 Sequías

El principio y progresión de una sequía pueden observarse desde el espacio a partir de datos como la humedad del suelo, las precipitaciones y el nivel del estado de la vegetación en las zonas afectadas. Las predicciones a largo plazo de las condiciones de sequía regional pueden realizarse mediante el seguimiento de las temperaturas del Océano Pacífico, que dan una indicación del inicio de un evento del tipo El Niño o la condición opuesta, un evento del tipo La Niña.

Durante un fenómeno del tipo El Niño, la superficie del Pacífico oriental ecuatorial incrementa su temperatura y el nivel del océano se eleva debido a la expansión térmica. Bajo estas condiciones se producen sequías frecuentemente en Australia e Indonesia y los vientos alisios son más débiles. A su vez, durante los fenómenos del tipo La Niña, el Pacífico oriental ecuatorial se enfría y la altura del océano disminuye debido a la compresión térmica. Las costas occidentales de América experimentan condiciones de sequía y los vientos alisios son más intensos. Un seguimiento de las condiciones en el Pacífico desde satélites proporciona avisos con meses de antelación a la aparición de un fenómeno de estas características (véase la Fig. 2).

FIGURA 2
Fenómenos del tipo El Niño y La Niña en el Océano Pacífico



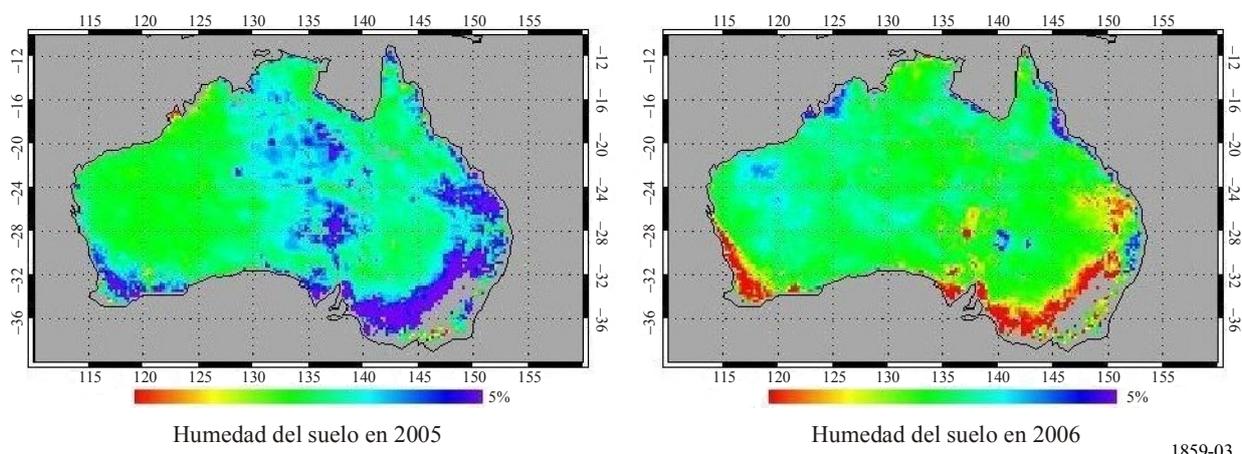
Fuente: JASON-1 via NASA/JPL

<http://topex-www.jpl.nasa.gov/elnino/index.html>

La Fig. 3 muestra las variaciones anuales de la distribución de la humedad del suelo en Australia durante octubre 2005-2006. Estos datos fueron recopilados por los canales del sensor AMSR-E a bordo del Aqua. El color rojo indica bajo nivel de humedad del suelo mientras que el color azul indica el nivel elevado de humedad del suelo. El porcentaje señalado (unidad de humedad del suelo) significa la diferencia con respecto a la humedad del suelo promediada durante dos años (2005-2006). En 2006 Australia sufrió una sequía en la zona sudeste (área de Granary). Esta condición es coherente con las observaciones del fenómeno El Niño mostradas en la Fig. 2.

FIGURA 3

Mediciones de la sequía con el AMSR-E en Australia entre octubre de 2005 y octubre de 2006



Fuente: AMSR-E on AQUA

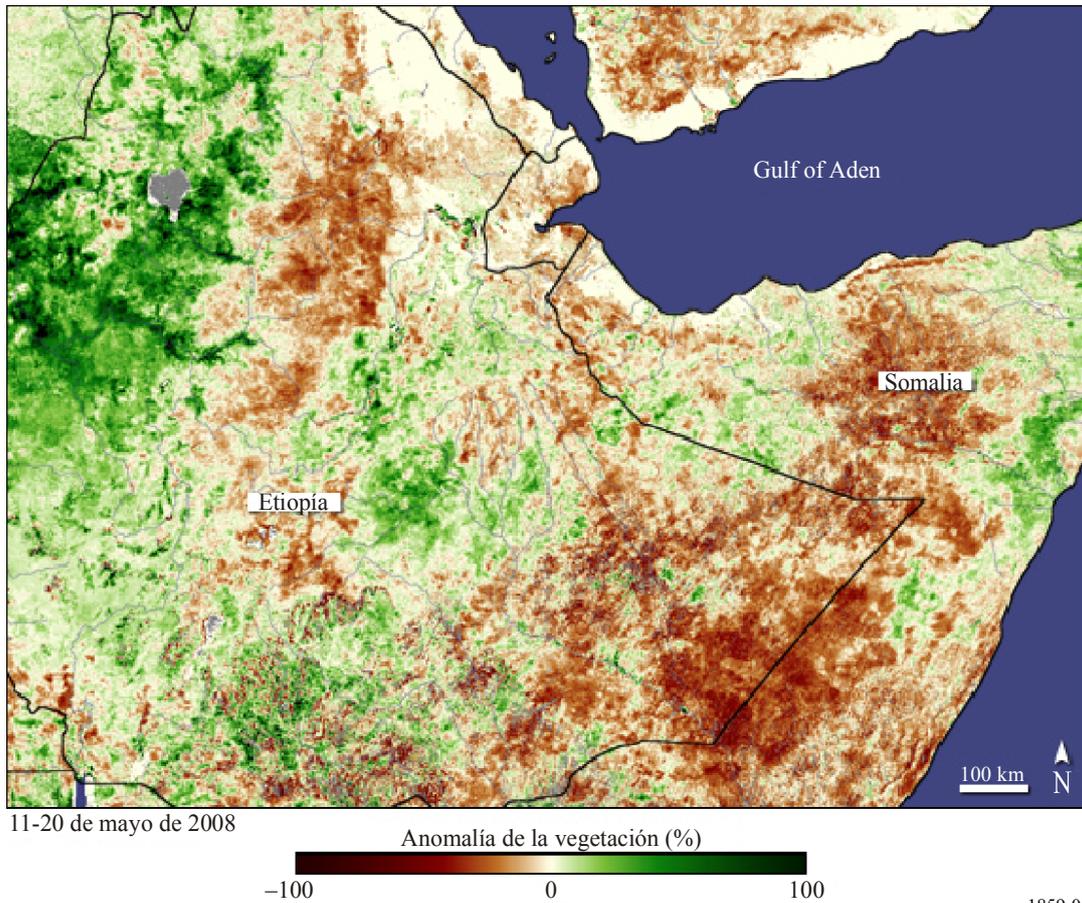
A finales de mayo de 2008, millones de personas resultaron afectadas por una intensa escasez alimentaria que se produjo en la parte oriental de Etiopía debido al fracaso de las cosechas y a un enorme aumento en los precios de los alimentos, según informó el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Dos estaciones sucesivas de escasas lluvias provocaron una intensa sequía en el este de Etiopía, cuyos efectos sobre la vegetación aparecen en la Fig. 4 realizada a partir de los datos recogidos por el satélite SPOT Vegetation entre el 11 de mayo y el 20 de mayo de 2008. La imagen anómala de la vegetación compara el estado de las plantas con respecto a las condiciones medias. Las zonas en que la vegetación era más escasa, menos espesa o crecía más lentamente aparecen de color marrón, mientras que unas condiciones mejores que las condiciones medias aparecen en verde.

Etiopía presenta una imagen de contrastes. Si bien la mitad oriental del país padeció una fuerte sequía, las áreas cultivables occidentales gozaron de intensas lluvias y prosperaron. La sequía limitó la producción de alimentos y de cosechas exportables tales como el café, según comunicó la Red del Sistema de Alerta Temprana contra el Hambre. UNICEF estimó que 3,4 millones de personas necesitarían ayuda alimentaria en junio, julio y agosto ya que las cosechas continuaron fallando.

FIGURA 4

Estado de la vegetación durante la sequía que afectó a Etiopía de 2008

El marrón indica vegetación en peligro; el verde indica vegetación saludable



Fuente: SPOT via NASA

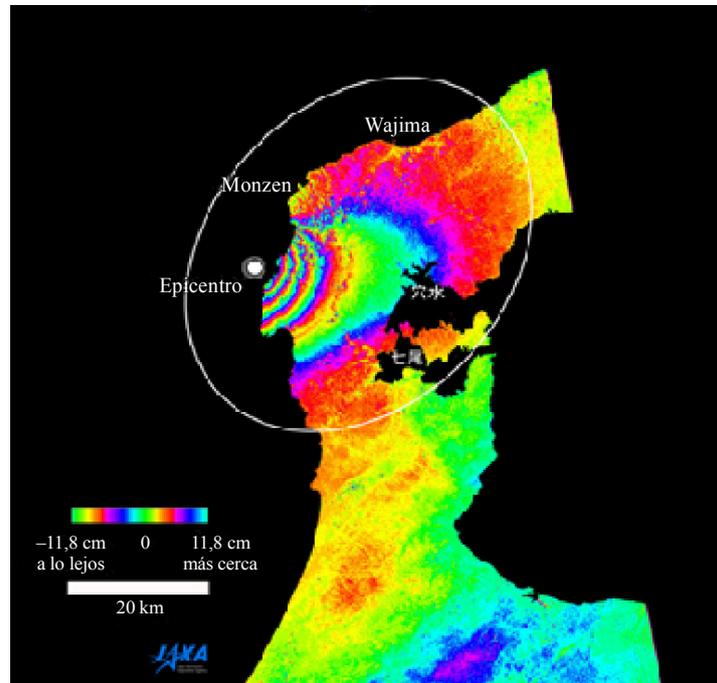
<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=19764&oldid=14871>

4 Terremotos

Tras un terremoto importante cuanto más rápidamente se haga una estimación precisa de los daños, más pronto podrán movilizarse los recursos de salvamento necesarios. Se están desarrollando sistemas de estimación de los daños basados en la densidad de población, el tipo de construcción de los edificios en la zona afectada y el emplazamiento y magnitud del terremoto. Los sismógrafos, la interferometría SAR (InSAR) y las mediciones *in situ* realizadas mediante el Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS) proporcionan los medios necesarios para determinar la ubicación y alcance de la ruptura con objeto de estimar los daños.

FIGURA 5

Mediciones PALSAR de los cambios en la superficie terrestre antes y después del terremoto que sufrió la península de Noto, Japón, el 25 de marzo de 2007



1859-05

Fuente: PALSAR via JAXA

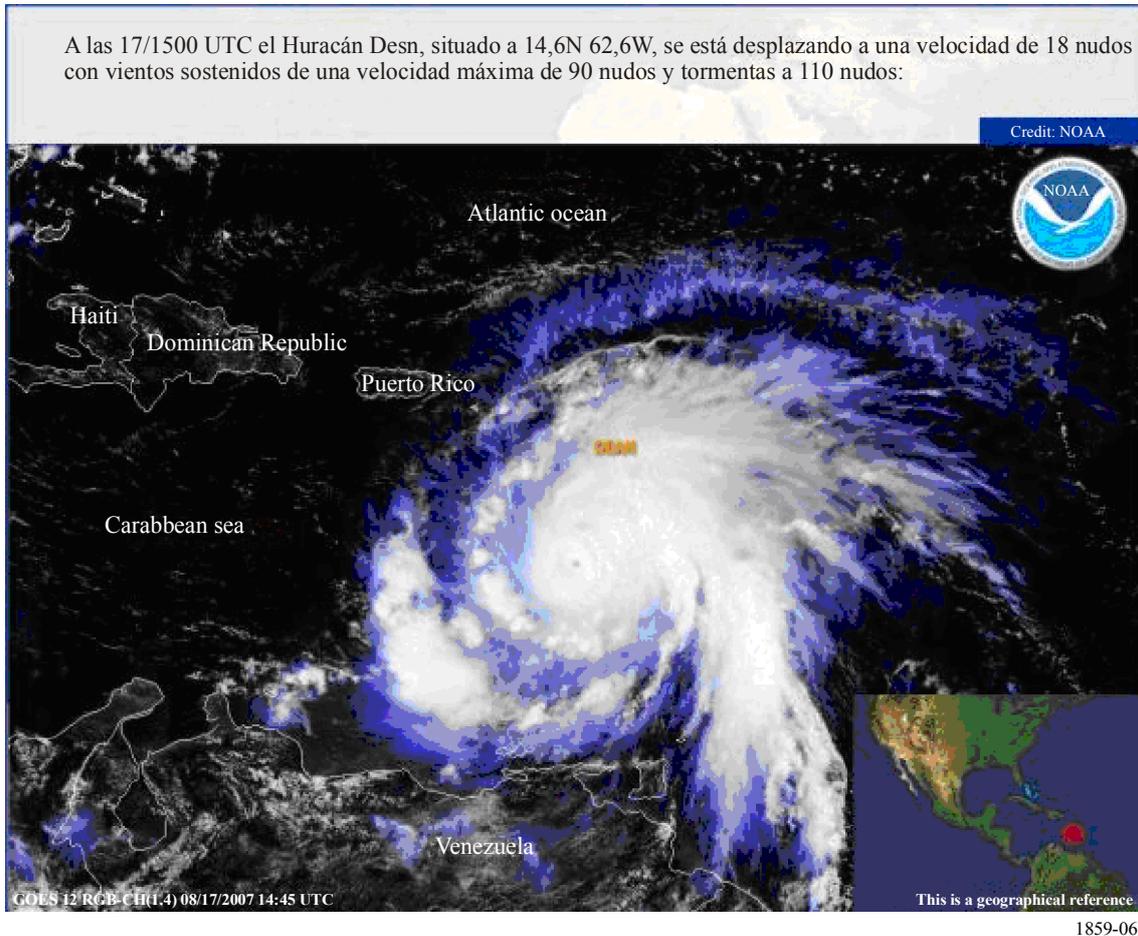
http://www.jaxa.jp/press/2007/04/20070412_daichi_e.html

Normalmente, los movimientos de terreno asociados a los terremotos son demasiado pequeños como para que aparezcan en las imágenes en el espectro visible o infrarrojo tomadas desde el satélite. Sin embargo, las imágenes visuales pueden ser muy útiles para evaluar los daños causados por un terremoto y guiar los trabajos de socorro y salvamento.

5 Fenómenos meteorológicos extremos

Actualmente, los satélites meteorológicos o climáticos operacionales, denominados satélites medioambientales geoestacionarios o de órbita polar, MetSats, etc. cubren casi toda la superficie del planeta. Los satélites geoestacionarios irán a la misma velocidad que la Tierra y aparecen como un punto fijo en el cielo a una altitud de unos 35 800 km. Estos satélites proporcionan cada 15-30 minutos imágenes con una resolución temporal superior (véase la Fig. 6) y soportan la supervisión de la estructura de las nubes y de la intensidad y desplazamiento general de las tormentas. Puede observarse donde se han producido los daños y puede preverse la aparición de una tormenta. Los satélites en órbita polar normalmente sobrevuelan una zona dos veces al día y proporcionan informaciones más detalladas, pero menos puntuales. Los datos más pertinentes pueden obtenerse a través de Internet. Cuando se necesita información inmediata sobre la meteorología local, pueden adquirirse e instalarse estaciones terrestres relativamente económicas, a fin de recopilar datos en tiempo real procedentes de satélites que sobrevuelan la zona.

FIGURA 6

Huracán Dean observado por el GOES desde una altitud geosíncrona

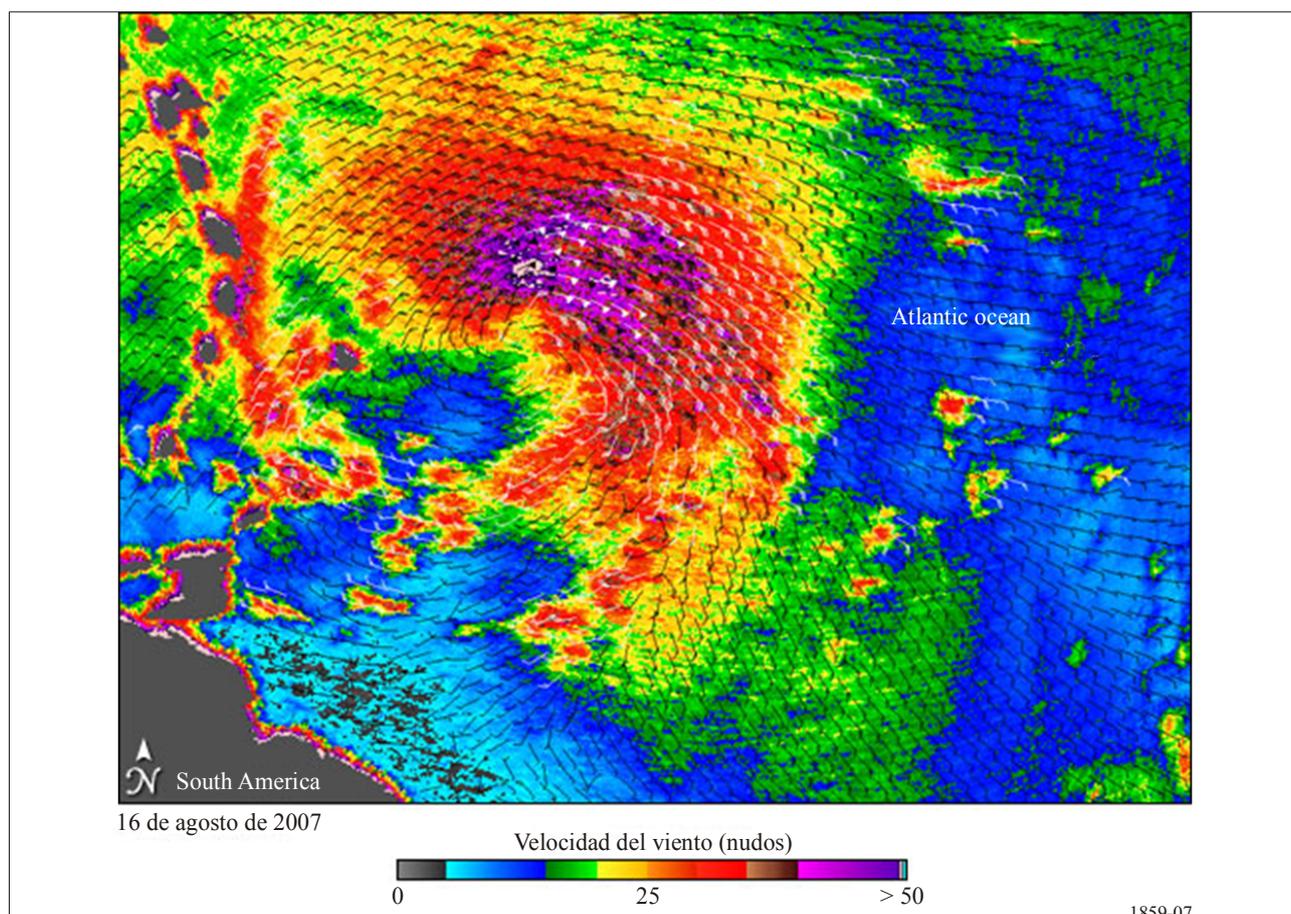
Fuente: Imager on GOES via NOAA

<http://www.nvnl.noaa.gov/cgi-bin/index.cgi?page=products&category=Year%202007%20Storm%20Events&event=Hurricane%20Dean>

Utilizando técnicas de dispersímetro por radar pueden observarse las condiciones meteorológicas de forma más detallada. La Fig. 7 muestra una observación QuikScat del Huracán Dean donde puede verse la velocidad y la dirección del viento en la superficie del mar. QuikScat es un vehículo espacial en órbita terrestre baja y no puede proporcionar la cobertura continua que ofrecen las observaciones realizadas con el GOES.

La combinación de datos procedentes de estos y otros satélites ayudan a entender mejor la naturaleza de cada huracán y predecir dónde, cuándo y cómo se producirá un huracán intenso en un próximo futuro.

FIGURA 7
Observación con el QuikScat del huracán Dean



Fuente: Scatterometer on QuikScat

<http://www.nasaimages.org/luna/servlet/detail/nasaNAS~10~10~74747~180271:Hurricane-Dean>

Los modernos centros de previsiones meteorológicas proporcionan predicciones de mayor calidad que en el pasado y constituyen otra fuente de datos extremadamente útiles. Entre estos centros puede citarse:

- 1) Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a medio plazo <http://www.ecmwf.int/>
- 2) Servicio Meteorológico Italiano <http://www.meteoam.it/>
- 3) Centro Nacional de Predicción Medioambiental <http://www.ncep.noaa.gov/>

La Organización Meteorológica Mundial (OMM, en <http://www.wmo.int/>) coordina a escala mundial la distribución, el formato y la organización de tales datos.

<http://www.ncep.noaa.gov/>

6 Inundaciones

Mucho antes de que se produzca una inundación, pueden identificarse las zonas susceptibles de inundarse (zonas de riesgo) gracias a DEM obtenidos por satélite. Estos DEM permiten establecer la topografía de las zonas bajas distantes en cuestión. Los mapas de utilización del suelo ayudan a cuantificar los riesgos identificando las zonas pobladas. La atención debe centrarse a continuación en identificar las infraestructuras (carreteras, puentes, comunicaciones, etc.) necesarias para aportar la ayuda cuando se produce una inundación (véase la Fig. 8) y en planificar las adecuadas estrategias de evacuación.

FIGURA 8

Una imagen del Landsat, tomada aproximadamente en 2000, superpuesta sobre un SRTM DEM de la ciudad de Wuzhou, provincia de Guangxi en China (las zonas pobladas aparecen de color rojo púrpura)



1859-08

Fuente: Landsat-7 data via <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>

SRTM data via <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>

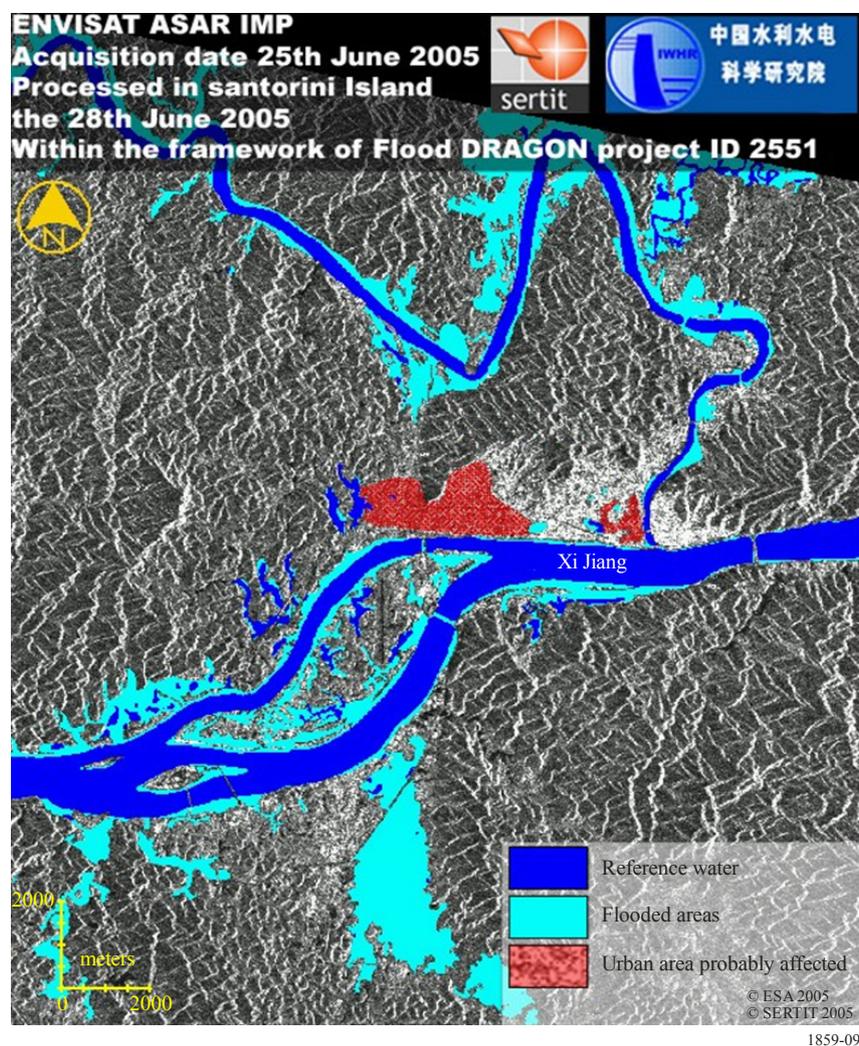
El control y las previsiones meteorológicas informan sobre la posibilidad o inminencia de inundaciones. Entre los datos necesarios para ello pueden citarse las precipitaciones reales, el equivalente acuífero de la nieve y la humedad del suelo que, combinados, indican si el suelo podrá absorber más lluvia o si ya se encuentra saturado.

Durante una inundación, las imágenes procedentes de sistemas multiespectrales y/o pancromáticos y los radares de apertura sintética pueden guiar a los equipos de rescate hasta las zonas específicas afectadas y ayudar a evaluar los daños totales. La capacidad de los SAR para penetrar en las nubes y funcionar sean cuales sean las condiciones meteorológicas los hacen particularmente útiles en caso de tormentas capaces de provocar inundaciones. Un ejemplo de la capacidad de los SAR para definir zonas inundadas se ilustra en la Fig. 9.

FIGURA 9

Inundación causada por el río Xi, que afectó a la ciudad de Wuzhou en la provincia de Guangxi

Datos de referencia procedentes del Landsat; los datos de inundación proceden de ASAR en Envisat



Fuente: ASAR on ENVISAT

http://www.esa.int/esaEO/SEM8MD808BE_index_1.html#subhead1

7 Corrimientos de tierra/hundimientos del terreno/avalanchas

Las zonas vulnerables a los corrimientos de tierra pueden identificarse utilizando los DEM procedentes de mediciones del SAR. En este caso, se utilizan las curvas de pendiente en vez de las elevaciones. Si se sospecha que se producen ligeros movimientos del terreno, InSar y las unidades GNSS *in situ* pueden proporcionar mediciones precisas.

Los restos de Turtle Mountain, Canadá, tras el mayor corrimiento de tierras en la historia de América del Norte siguen siendo una amenaza. El movimiento del terreno, mostrado en la Fig. 10, está constantemente supervisado por RADARSAT-1 de Canadá utilizando la técnica InSAR.

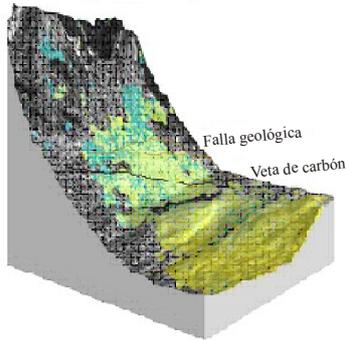
FIGURA 10

Desplazamiento del terreno supervisado por RADARSAT InSAR en el periodo 2000-2004

Franck Slide, autopista Alberta-Trans Canadá
Supervisión de la estabilidad de la pendiente
mediante interferometría SAR

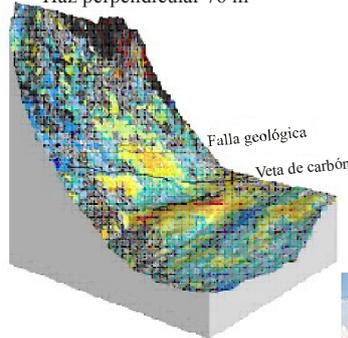
Comparación de diferentes intervalos
de tiempo
RADARSAT-1 Modo fino, Haz 1,
órbita ascendente

Caída en 1 mes
24 de octubre de 2003-17 de noviembre de 2003
Haz perpendicular 332 m

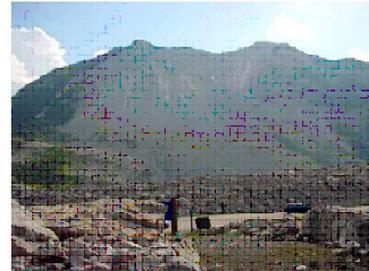
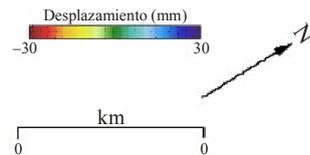
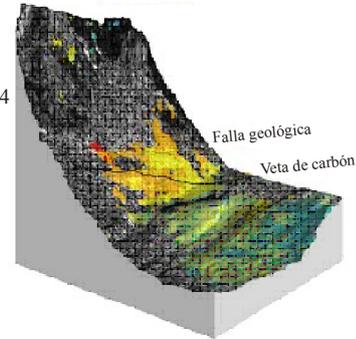


Los valores del desplazamiento
se muestran sólo cuando la
coherencia rebasa el valor 0,5

6 meses en invierno
24 de octubre de 2003-9 abril de 2004
Haz perpendicular 76 m



3 años
21 septiembre de 2000-24 octubre de 2003
Haz perpendicular 3 m



1859-10

Fuente: RADARSAT via CSA

<http://www.isprs.org/publications/related/ISRSE/html/papers/759.pdf>

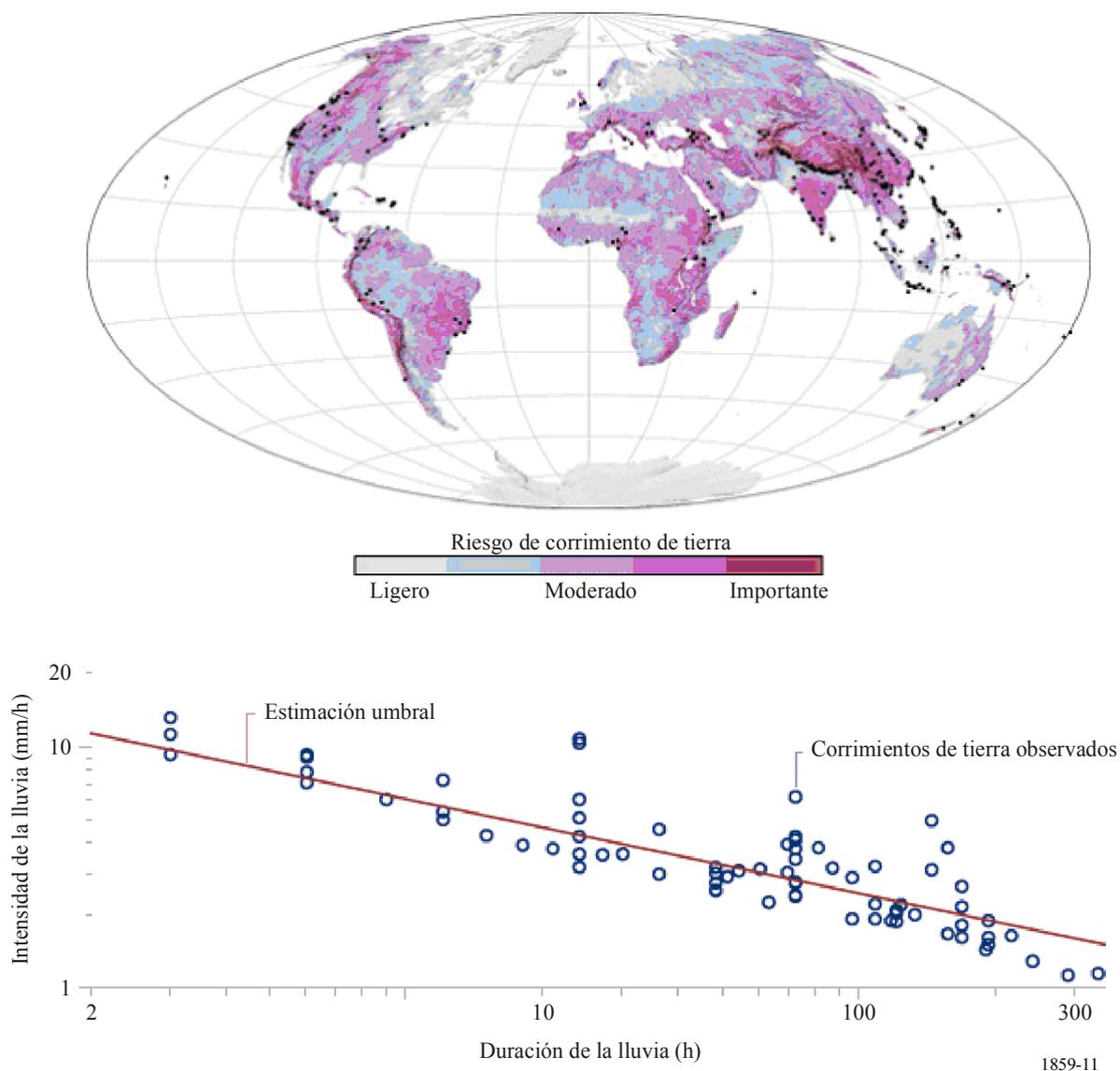
Las modificaciones de la capa terrestre o los cambios en la utilización del suelo pueden aumentar los riesgos de corrimientos del terreno. Por ejemplo, una zona muy deforestada es mucho más susceptible a los corrimientos de tierra que una zona con un ecosistema establecido que estabiliza el suelo. Los mapas de utilización del suelo ayudan a cuantificar los riesgos identificando zonas pobladas que pueden ser vulnerables. La capa terrestre y la utilización del suelo pueden controlarse desde el espacio y los cambios detectados contribuyen a cuantificar los riesgos.

Cuando el suelo de colinas abruptas se satura de agua tras un periodo de intensas lluvias, es más proclive a sufrir corrimientos. Por consiguiente, las previsiones pluviométricas junto con los datos sobre la humedad del suelo preexistente sirven para alertar sobre la posibilidad de corrimientos de tierra.

Los datos procedentes del satélite pueden utilizarse para levantar mapas que indiquen los riesgos de corrimientos de tierra (véase la Fig. 11). Los datos que aparecen en la Fig. 11 se obtuvieron de la topografía del SRTM, la cobertura/utilización del suelo del MODIS y la intensidad de lluvia del TRMM.

FIGURA 11

Mapa de riesgos de corrimientos de tierra obtenido por satélite.
 Los puntos negros indican corrimientos producidos entre 2003 y 2006



1859-11

Fuente: SRTM, MODIS, and TRMM via NASA

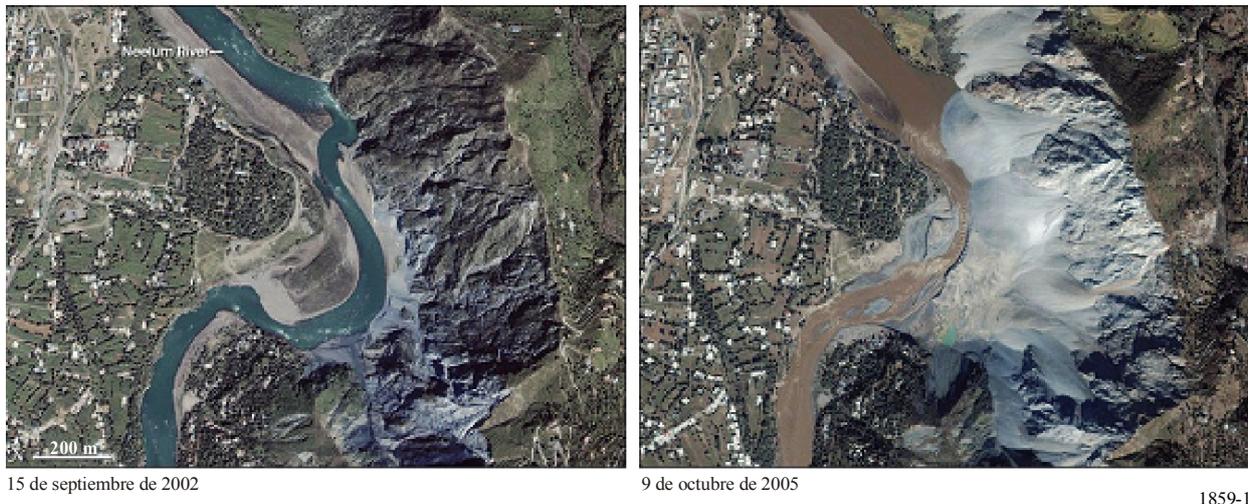
<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/LandslideWarning/>

Tras un corrimiento de tierra, las imágenes InSAR pueden proporcionar un mapa preciso del movimiento del suelo (hundimiento del terreno) por comparación de las imágenes del SAR anteriores y posteriores de la misma zona. Otras imágenes pueden mostrar las zonas afectadas de acuerdo con los daños causados en la vegetación y otras características de la superficie.

El terremoto de magnitud 7,6 que sacudió Pakistán el 8 de octubre de 2005 causó la mayoría de los daños en la región circundante de la ciudad de Muzaffarabad, a unos 10 km al sudoeste del epicentro del terremoto. El seísmo derribó edificios y provocó corrimientos de tierra en Cachemira. El satélite Ikonos capturó la imagen de un corrimiento de tierra (Fig. 12, derecha) en Makhri, aldea situada en las afueras al norte de Muzaffarabad, el 9 de octubre de 2005. La cara oeste de la montaña se derrumbó produciendo un diluvio de rocas blanca-grises sobre el río Neelum.

FIGURA 12

Imagen por satélite que muestra los efectos del corrimiento de tierras sobre el río Neelum el 8 de octubre de 2005 tras el terremoto que afectó a Pakistán



15 de septiembre de 2002

9 de octubre de 2005

1859-12

Fuente: IKONOS via NASA

<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=5952>

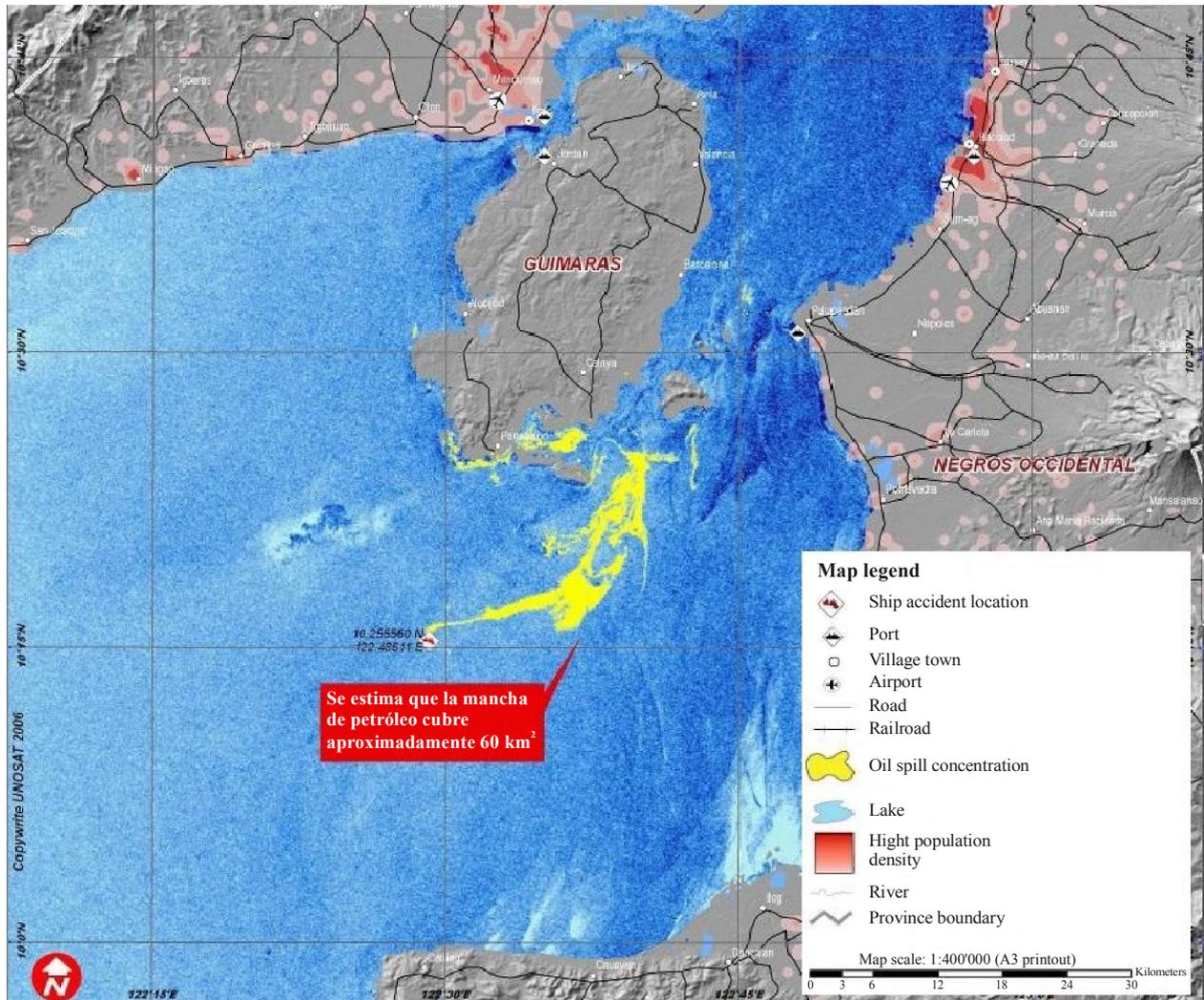
8 Contaminación oceánica

Los vertidos de crudo en el océano pueden detectarse utilizando imágenes del SAR. Operacionalmente, las detecciones de vertidos de crudo en el océano se consideran una observación preliminar que debe confirmarse inmediatamente por mediciones marinas realizadas *in situ*. Esta técnica permite controlar grandes zonas a bajo coste. Tras la confirmación *in situ* del vertido de crudo, es posible hacer un seguimiento y control de la zona afectada por satélite.

El 11 de agosto de 2006 el petrolero Solar se hundió frente a la costa de la Isla Guimaras en Filipinas. El 24 de agosto de 2006 se habían derramado en el mar unos 190 000 litros de petróleo contaminando más de 300 km de línea costera y amenazando a los recursos pesqueros así como a otras islas de Filipinas. El SAR en el satélite ENVISAT se utilizó para obtener la imagen que aparece en la Fig. 13, que muestra la situación exacta y la extensión de la mancha de petróleo el 24 de agosto de 2006.

FIGURA 13

**Mancha de petróleo cerca de la isla Guimaras, Filipinas:
Imagen obtenida por el radar de apertura sintética**



1859-13

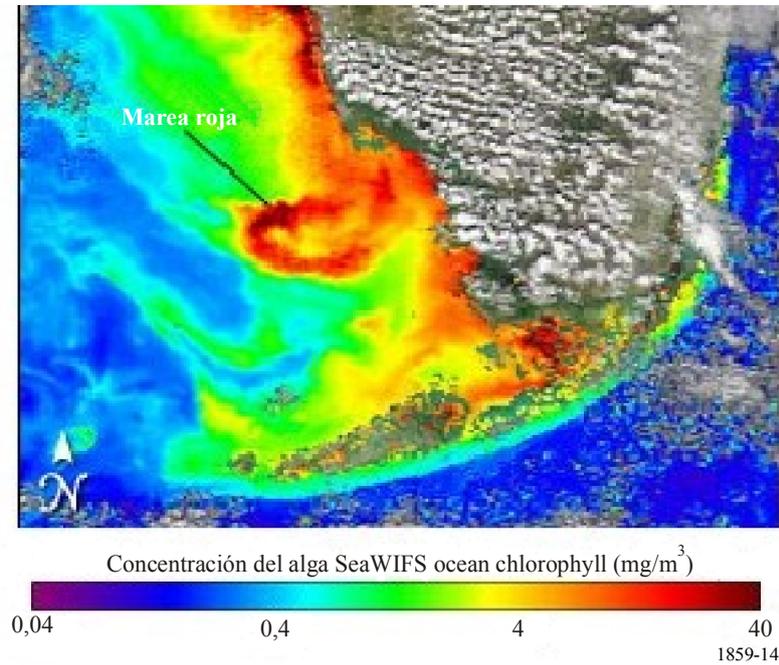
Fuente: ASAR on ENVISAT via UNOSAT

http://www.unosat.org/freeproducts/philippines/UNOSAT_philippines_oilspill_24aug06_v1.1_highres.jpeg

La contaminación oceánica natural en forma de «marea roja» (nombre común de una floración de algas asociada a la producción de toxinas naturales, agotamiento del oxígeno disuelto u otros efectos dañinos) puede detectarse y controlarse desde el espacio observando el color del océano. La identificación y el aislamiento de las zonas afectadas por una marea roja protege la salud humana. Pueden detectarse otras formas de contaminación (por ejemplo, contaminantes acuáticos, sedimentos costeros) utilizando imágenes obtenidas por satélites en el espectro visible y/o infrarrojo (véase la Fig. 14).

FIGURA 14

Marea roja observada con el instrumento SeaWiFS el 21 de noviembre de 2004 en Florida en el extremo sudoriental de Estados Unidos de América



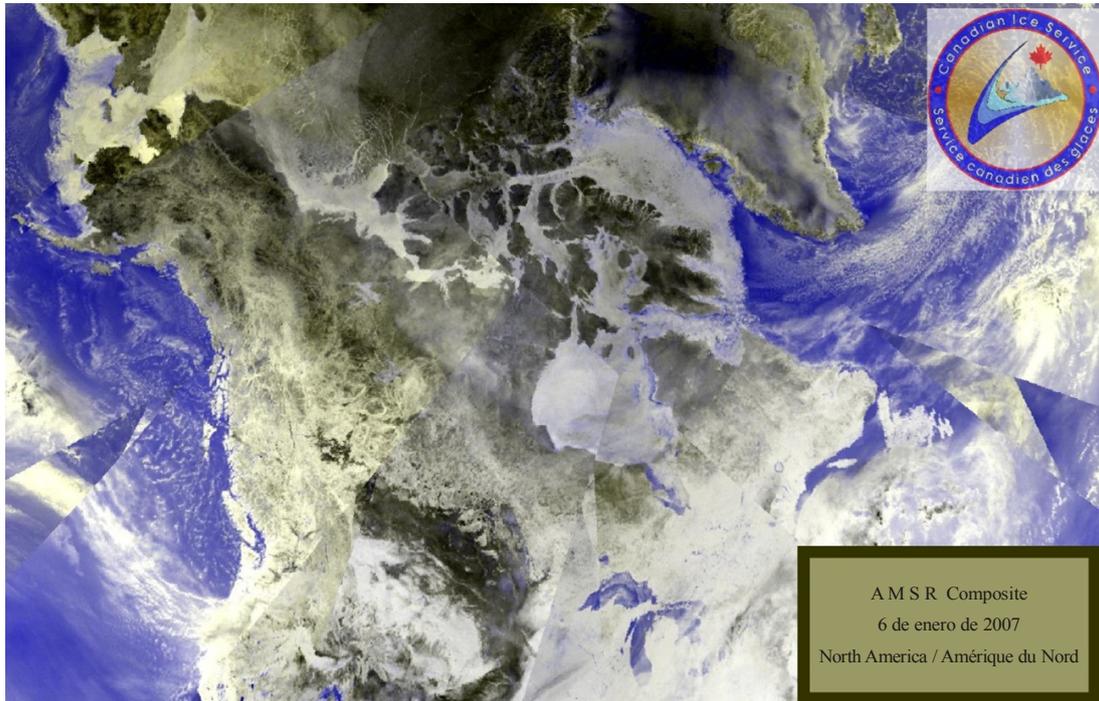
Fuente: SeaWiFS on SeaStar

http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=19719

9 Hielo en el mar y en los lagos

Los sensores de microondas pasivos a bordo de satélites (Fig. 15) han realizado mapas de las extensiones de hielo durante décadas y los SAR (Fig. 16) se utilizan para guiar el tráfico marítimo en el Ártico y en los lagos a elevada latitud y ampliar la temporada de navegación en latitudes superiores.

FIGURA 15
Cubierta de hielo en América del Norte en enero de 2007
(bahía del Hudson bloqueada)

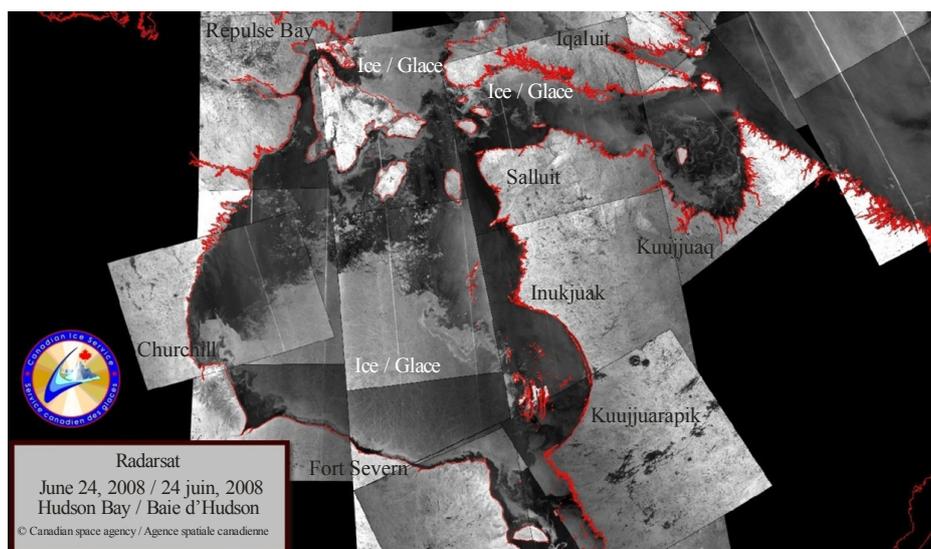


1859-15

Fuente: AMSR via Canadian Ice Service

http://ice-glaces.ec.gc.ca/content_contenu/images/AMSR_image_Jan_06_2007.jpg

FIGURA 16
Hielo en la bahía del Hudson, Canadá, junio de 2008
(aguas abiertas a lo largo de la costa oriental)



1859-16

Fuente: RADARSAT via Canadian Ice Service

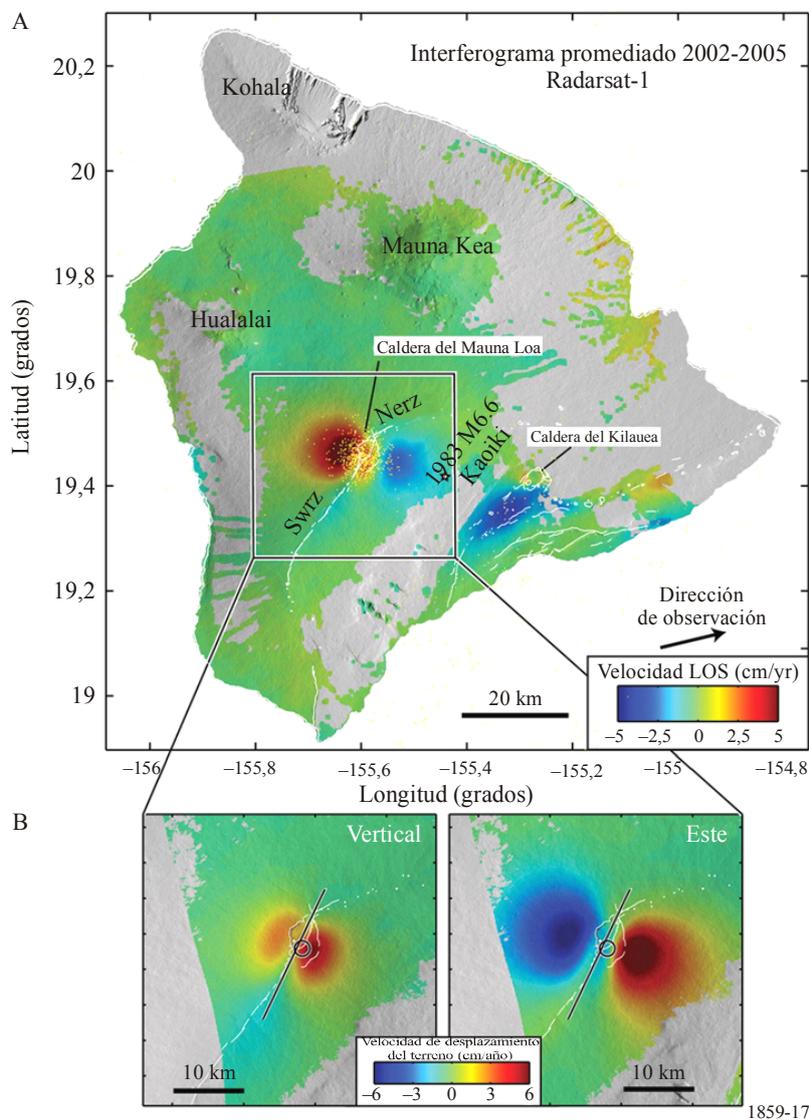
http://ice-glaces.ec.gc.ca/content_contenu/images/Radarsat_June_24_2008.JPG

10 Volcanes

Como la actividad volcánica frecuentemente va precedida de un hinchamiento o elevación del terreno en la zona circundante, es posible controlar, hasta cierto punto, la actividad volcánica levantando mapas de dichos movimientos del terreno. Las unidades GNSS *in situ* pueden realizar un seguimiento local, mientras que las observaciones InSAR ofrecen mediciones menos inmediatas de emplazamientos remotos. Una imagen InSAR del volcán Mauna Loa en Hawai (Fig. 17) muestra el cambio a largo plazo en la superficie, señalando un abultamiento indicativo de actividad volcánica subterránea. Estos ligeros movimientos del terreno pueden utilizarse para identificar posibles peligros volcánicos en cualquier parte del mundo.

FIGURA 17

**Imagen del SAR interferométrica de la Caldera del Mauna Loa en Hawai
El movimiento del terreno indica actividad volcánica subterránea**



1859-17

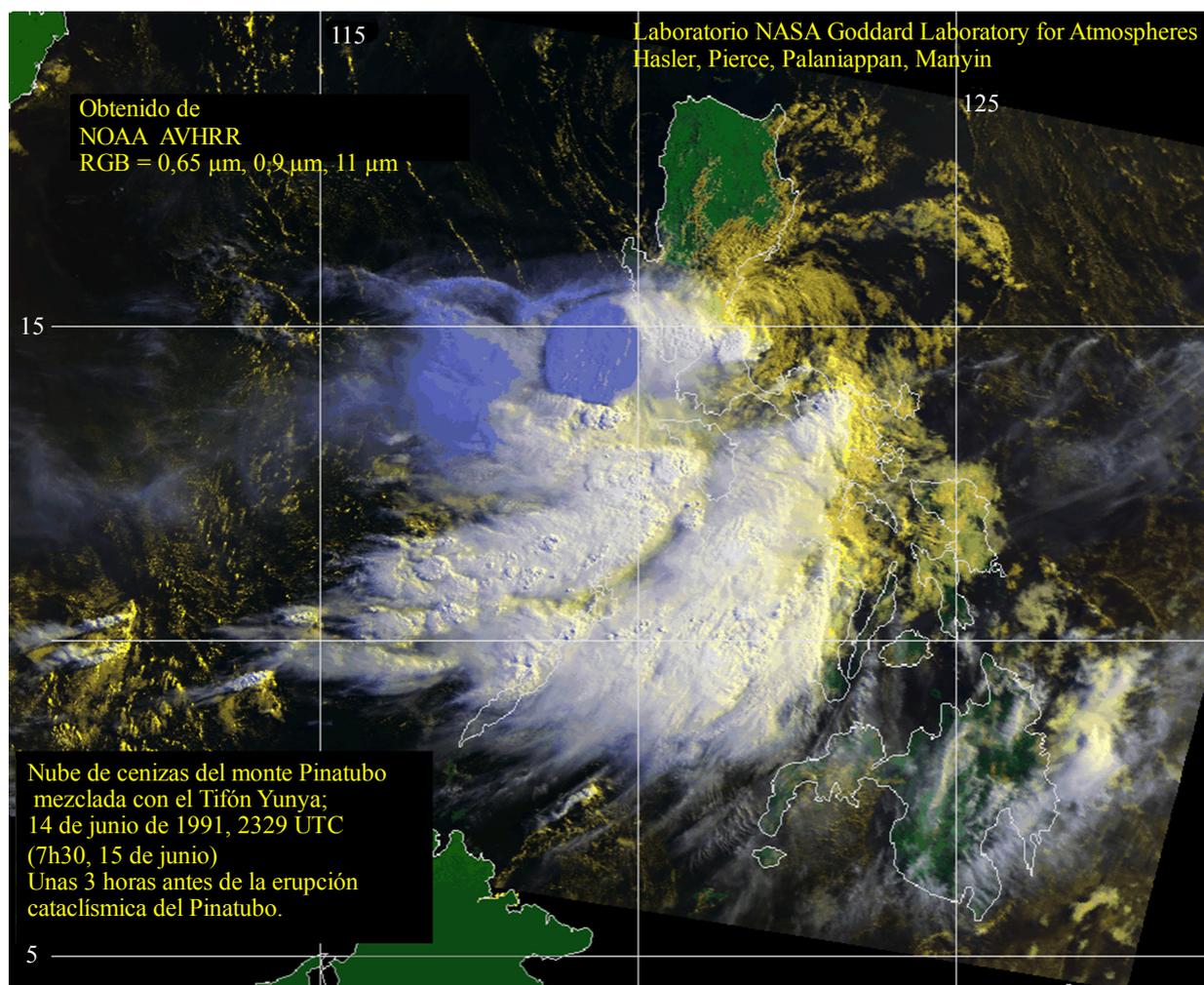
Fuente: RADARSAT (Canadian Space Agency) via the Alaska Satellite Facility

<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/316/5827/1026>

Durante una erupción y tras la misma, la signatura térmica de la lava, las cenizas y los gases incandescentes se controlan periódicamente mediante observaciones espaciales en el espectro infrarrojo y visible. En particular, la ceniza volcánica en la atmósfera supone serio peligro para las aeronaves en vuelo.

FIGURA 18

Nube de cenizas en el monte Pinatubo mezcladas con el Tifón Yunya
3 horas antes de la erupción del 15 de junio de 1991



1859-18

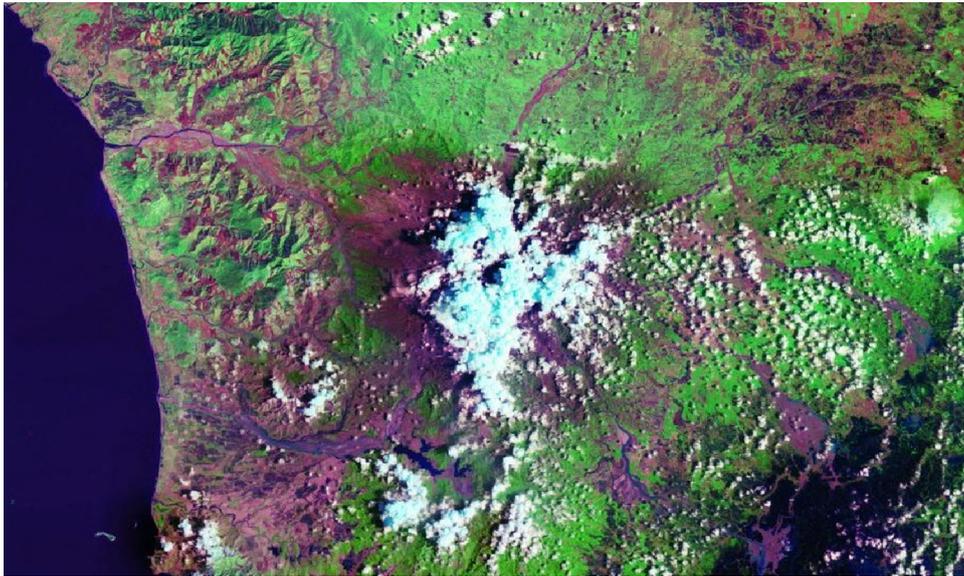
Fuente: NOAA AVHRR via NASA

<http://rsd.gsfc.nasa.gov/rsd/images/Pinatubo.html>

Las imágenes procedentes de los satélites ayudan a identificar las zonas afectadas y a controlar la recuperación tras la catástrofe. Las imágenes en longitudes de onda visible e infrarroja son muy útiles a la hora de supervisar la recuperación de la capa vegetal (véanse las Figs. 19 y 21). En zonas donde la cubierta de nubes plantea un problema, las imágenes del SAR proporcionan otra fuente de información (véase la Fig. 20). La siguiente secuencia de imágenes muestran los instantes posteriores a la erupción del volcán Pinatubo en Filipinas, que tuvo lugar el 15 de junio de 1991.

FIGURA 19

Landsat, 5-9 de septiembre de 1991. La vegetación dañada aparece en rojo-marrón

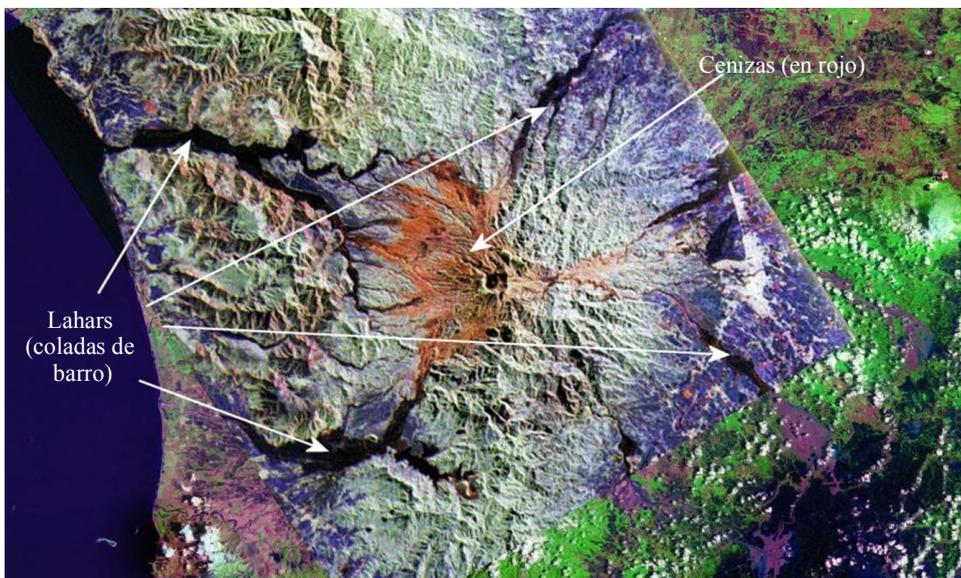


1859-19

Fuente: Landsat 5 data via <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>

FIGURA 20

Landsat 5 superpuesto con SIR-C – Octubre de 1994. Sin problemas de nubosidad, el terreno es visible y las coladas de barro se distinguen y reconocen fácilmente

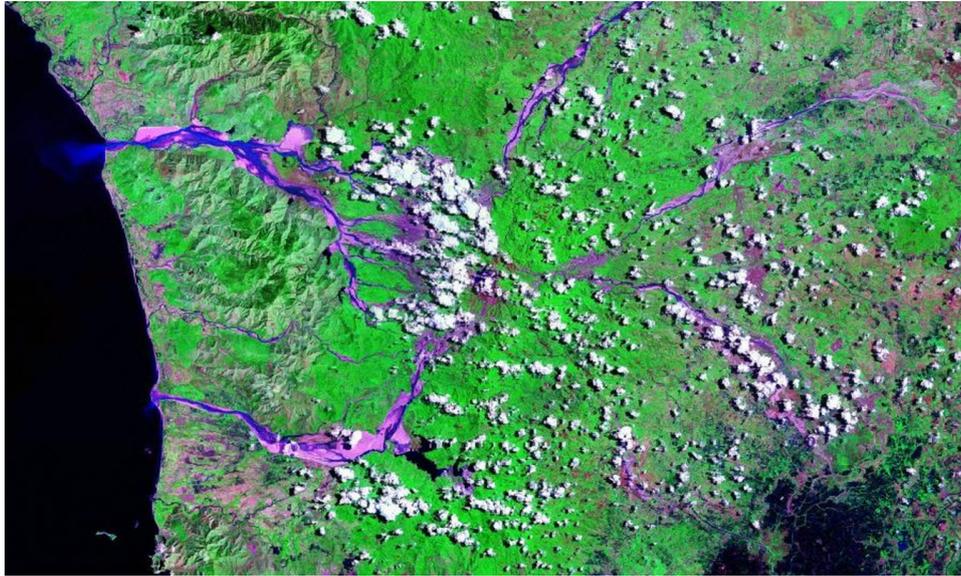


1859-20

Fuente: Landsat 5 data via <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> sir-c/x-sar data via <http://geoinfo.amu.edu.pl/wpk/jpl/pinatubo2.html>

FIGURA 21

Landsat 7-18 de mayo de 2001. Vegetación recuperada



1859-21

Fuente: Landsat 7 data via <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>

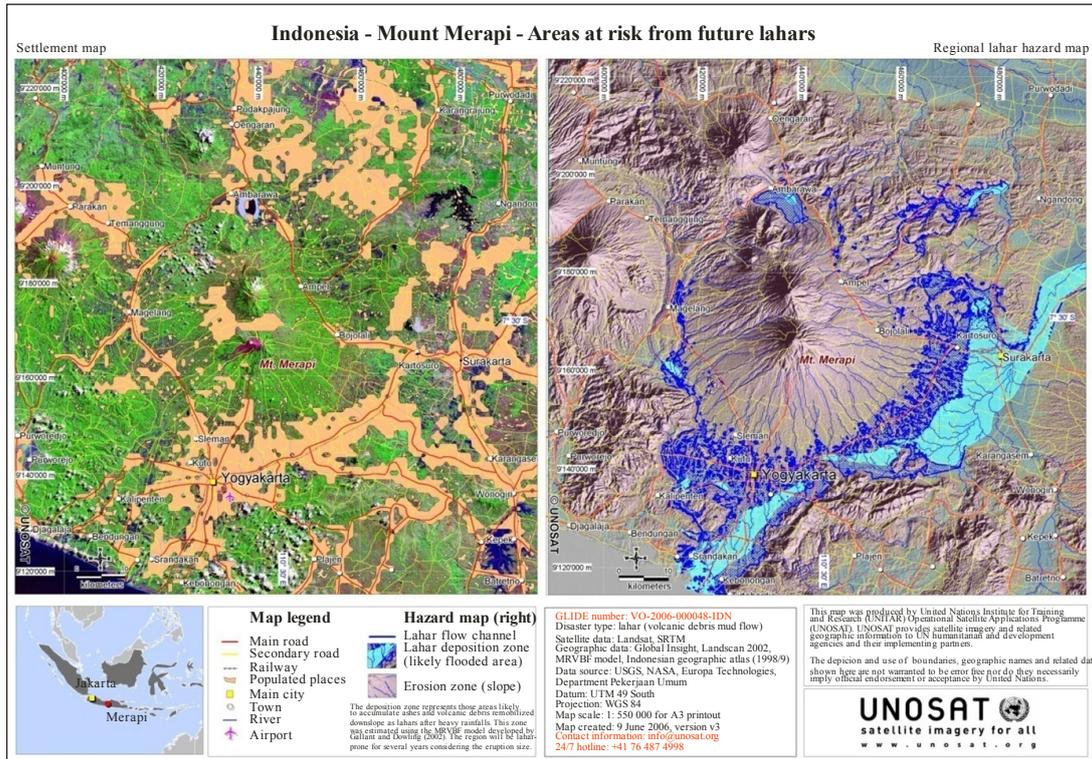
Las imágenes del SAR también son útiles para identificar las zonas de riesgo. La erupción del Pinatubo produjo varios «lahars» (coladas de barro). Estos lahars se identifican fácilmente en las imágenes del SAR (Fig. 20), y pueden reactivarse si se producen lluvias intensas, lo que sucedió en 1994 y fue observado por el Shuttle Imaging Radar. Las zonas habitadas cercanas se consideraron zonas de riesgo.

Los modelos de elevación digital (DEM) han demostrado su utilidad a la hora de prevenir la aparición de dichos lahars, que fluyen por los barrancos e inundan las zonas bajas.

Los DEM pueden combinarse con mapas de utilización del suelo/cobertura del terreno tales como los obtenidos a partir de Landsat o el MODIS (Espectrorradiómetro de imágenes de media resolución), a fin de realizar levantamientos topográficos de las zonas de riesgo. En la Fig. 22 aparece un ejemplo de mapa de zona de riesgo.

FIGURA 22

Combinación Landsat y SRTM para identificar áreas y poblaciones vulnerables



1859-22

Fuente: Landsat and SRTM via UNOSAT

http://unosat.web.cern.ch/unosat/freeproducts/indonesia/UNOSAT_Merapi_areas_at_risk_lahars_v3_lowres.jpg

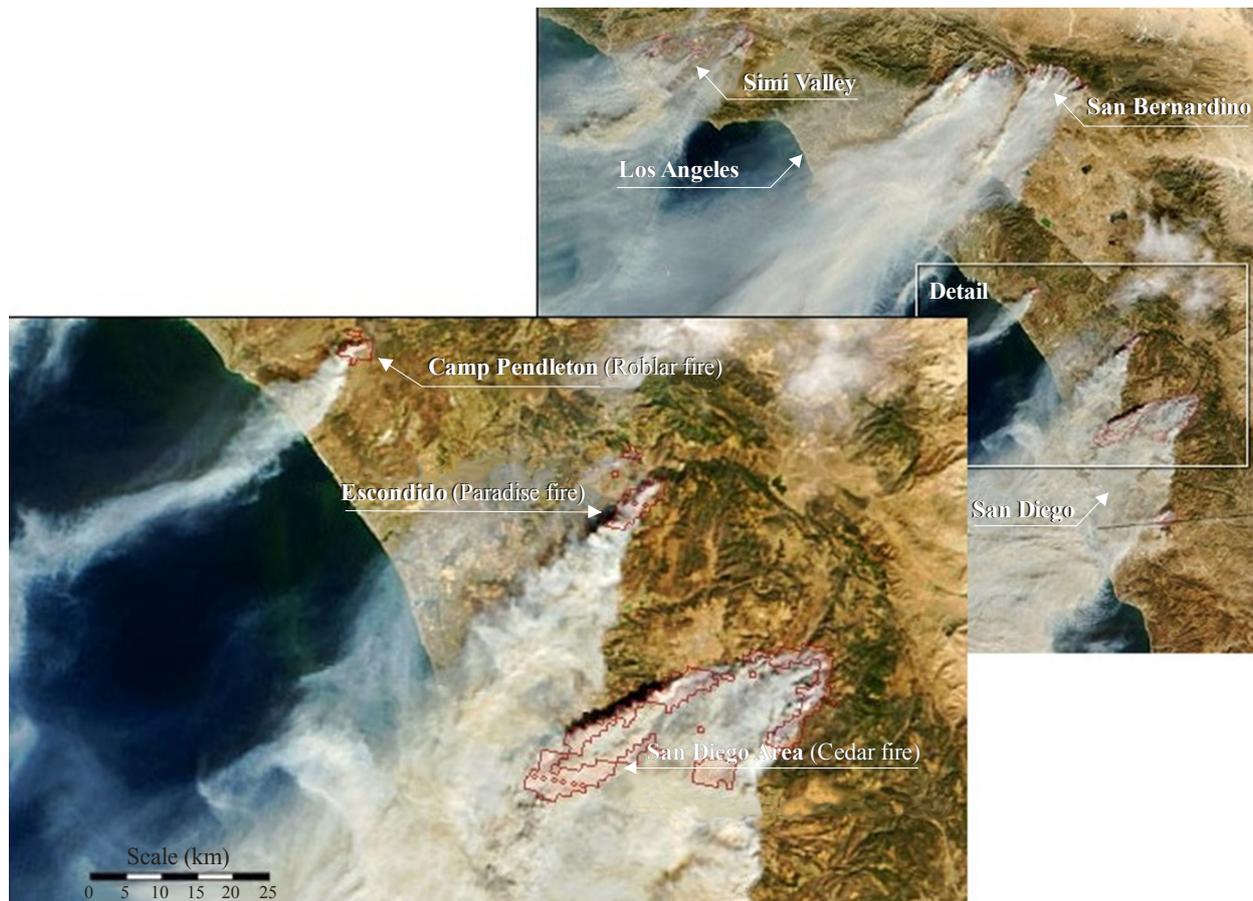
La imagen de la izquierda, procedente del Landsat construido por la NASA y explotado por USGS, se utilizó para identificar zonas urbanas en contraste con zonas agrícolas. La imagen de la derecha, datos topográficos de la Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) de la NASA se empleó para identificar áreas que probablemente quedarían enterradas bajo el barro. La combinación de los dos mapas proporcionó a las autoridades locales una herramienta para planificar las acciones necesarias en caso de erupción del Monte Merapi en el futuro.

11 Incendios

El riesgo de incendios en zonas distantes con escasa densidad de población puede estimarse a partir de mediciones espaciales de la humedad del suelo y el estado de la vegetación (es decir, si la vegetación se encuentra en buen o en mal estado). Los incendios pueden detectarse utilizando determinados canales infrarrojos en los instrumentos a bordo de un vehículo espacial. Estos canales pueden atravesar el humo que oscurece las observaciones en longitudes de onda visibles. Para reducir el periodo de tiempo transcurrido entre la observación del satélite y la generación de los datos necesarios, varios organismos y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de todo el mundo han instalado estaciones terrenas para recibir datos en tiempo real cada vez que el satélite correspondiente sobrevuela la zona.

Estas imágenes son útiles para combatir los incendios. El Sur de California, en Estados Unidos de América, puede padecer incendios durante su estación seca (véase la Fig. 23). Estos incendios son atizados por los vientos locales de Santa Ana, lo que hace difícil su extinción. Las imágenes por satélite orientan a los equipos contra incendios y son particularmente útiles en zonas remotas no pobladas.

FIGURA 23
Incendios en el Sur de California, 26 de octubre de 2003



1859-23

Fuente: MODIS instrumento sobre TERRA a través de NASA

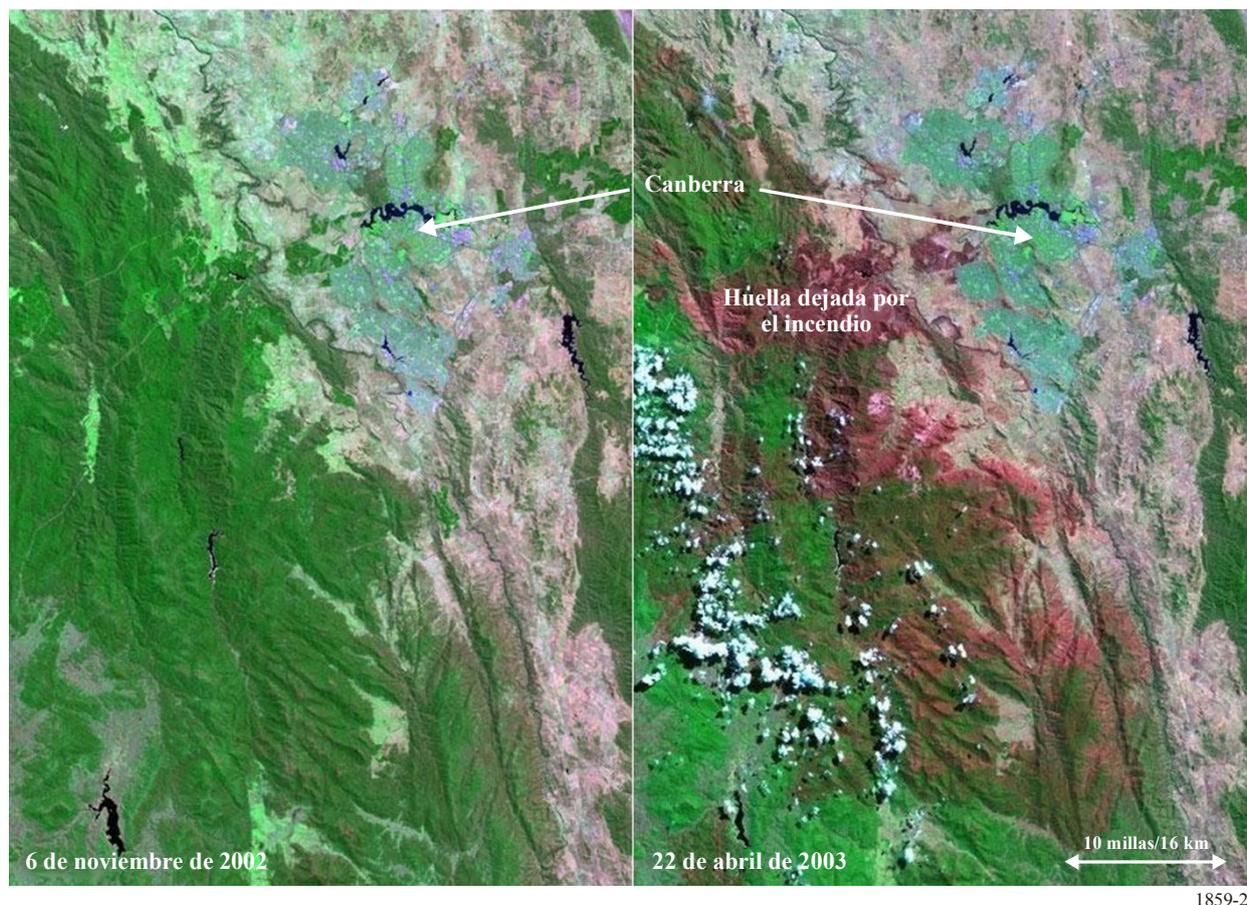
<http://www.geotimes.org/oct03/WebExtra103103.html>

Una vez extinguido el incendio, las imágenes visibles e infrarrojas por satélite y las imágenes del SAR pueden emplearse para determinar los daños y controlar la recuperación de la vegetación.

El fuego arrasó gran parte de Australia en el verano de 2002-2003 durante el cual se produjeron 50 incendios distintos en la parte meridional del continente. La capital Canberra resultó amenazada por un incendio forestal que comenzó el 18 de enero en el Parque Nacional Namadgi. En unos pocos días, el fuego había llegado hasta las afueras de la ciudad obligando a miles de personas a evacuarla e impulsando a miles de voluntarios a colaborar con las brigadas contra incendios para proteger a Canberra de las llamas. Cuando el incendio fue controlado, cuatro personas habían muerto y 419 hogares habían sido destruidos. En las imágenes del Landsat 7 (Fig. 24), la vegetación en buen estado aparece en verde y las regiones abrasadas por las llamas aparecen en distintos tonos de rojo.

FIGURA 24

Imágenes de Canberra tomadas por el Landsat antes y después del incendio de Australia en 2002-2003



Fuente: Landsat 7

http://landsat.usgs.gov/gallery_view.php?category=orangeflag&thesort=mainTitle

12 Base de datos de teledetección

Como resultado de los estudios recopilados en el UIT-D, se ha elaborado un «Resumen de apoyo en caso de catástrofe», que proporciona una panorámica de las aplicaciones de los sensores activos y pasivos terrenales y espaciales de ayuda en caso de catástrofe. Esta base de datos resumen aparece en forma de hoja de cálculo accesible en Internet en: <https://www.sfcgonline.org/rs-benefits>

13 Resumen

Para utilizar los datos recopilados por los sistemas de teledetección y otras fuentes se ha establecido, con arreglo a la Conferencia UNISPACE III celebrada en Viena, Austria, en julio de 1999, un solo punto de contacto a fin de coordinar la ayuda internacional en caso de catástrofe utilizando los recursos espaciales. Un usuario autorizado puede realizar ahora una llamada a un solo número, las 24 horas del día, con objeto de solicitar la movilización de los recursos espaciales y en tierra correspondientes (satélites *RADARSAT*, *ERS*, *ENVISAT*, *SPOT*, *IRS*, *SAC-C*, *serie NOAA*, *LANDSAT*, *ALOS*, *DMC* y otros) de los organismos miembros a efectos de obtener datos e información sobre la catástrofe. Ejemplos de datos proporcionados figuran en:

http://www.disasterscharter.org/new_e.html.

Toda pregunta o comentario para los miembros signatarios o sobre la dirección web debe dirigirse a: webmaster@disasterscharter.org.

Otra fuente de datos de teledetección es UNOSAT, programa de las Naciones Unidas creado para proporcionar a la comunidad internacional y a las naciones en desarrollo el acceso mejorado a los servicios de los sistemas de imágenes por satélite e información geográfica. Estas herramientas se utilizan fundamentalmente para el socorro humanitario, la prevención de catástrofes y la reconstrucción posterior a la crisis. Los servicios proporcionados incluyen selección de imágenes de satélites y ayuda en su adquisición, procesamiento de imágenes, levantamiento de mapas, orientaciones metodológicas, asistencia técnica y formación. La dirección Internet es: <http://unosat.web.cern.ch/unosat>.

Una tercera fuente de soporte de teledetección es SERVIR, sistema de visualización y control regional, que figura en: <http://www.servir.net>.

La iniciativa SERVIR integra las observaciones realizadas por satélite, los datos basados en el terreno y los modelos de previsión para supervisar y prever cambios medioambientales y mejorar la respuesta en caso de catástrofes naturales. SERVIR permite a los científicos, los profesores, los gestores de proyectos y los implementadores de política responder de manera más adecuada a un conjunto de temas que incluyen la gestión en caso de catástrofes, el desarrollo agrícola, la conservación de la biodiversidad y el cambio climático. Apoyado por los Gobiernos de América Central y África y con la ayuda principalmente de la NASA y de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), se hace hincapié en la creación de asociaciones para fortalecer la disponibilidad de observaciones, mediciones, animaciones y análisis de la superficie de la Tierra. En el Centro de Vuelos Espaciales Marshall de la NASA, Huntsville, Alabama, está ubicada una oficina de coordinación SERVIR e instalaciones de prototipos rápidos. Los nodos regionales SERVIR están situados en el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) en Panamá y el Centro Regional para el Levantamiento de Mapas de Recursos para el Desarrollo (RCMRD) en Kenia. Los contactos de SERVIR son:

Director de SERVIR: Daniel.Irwin@nasa.gov

SERVIR Mesoamérica: Emilio.Sempris@cathalac.org

SERVIR África: Kate.Lance@nasa.gov

NOTA 1 – Sería conveniente que las partes con posible necesidad de ayuda por parte de alguno o de todos los organismos citados se pongan en contacto con ellos anticipadamente antes de que se produzca una catástrofe y establezcan un procedimiento (por ejemplo, asignación del personal de coordinación indicando los nombres, direcciones de correo-e, números de teléfono, etc.) para obtener ayuda inmediata en caso de catástrofe. Esta planificación anticipada acortaría significativamente el tiempo necesario para la prestación de ayuda cuando se precise.
