

La ciencia nunca tiene razón. Jamás resuelve un problema sin poner una decena de nuevos.
B e r n a r d S h a w.

5.1. FILAMENTOS NATURALES EN LA SUPERFICIE DEL MAR: HIPÓTESIS DE ORIGEN Y LAS CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

Los estudios oceanográficos en el área de la teledetección se pueden caracterizar como multidisciplinarios. Ciertas disciplinas científicas como son la oceanografía física, la meteorología marítima, la física de ondas cortas y de capacidad reflectora de las superficies, la biología marina, la cartografía, la hidrología terrestre, etc. están englobadas en estos estudios y no siempre hay buenas conexiones entre si. En efecto, a pesar de que las imágenes del SAR ya están en uso científico hace más de veinte años, hay problemas que se han estudiado poco, especialmente en el área de detectar, distinguir, explicar y evaluar cualitativamente distintos fenómenos oceanográficos y meteorológicos que se observan en la superficie marina mediante imágenes.

Uno de problemas que hemos encontrado en la monitorización de las imágenes del SAR y la detección de los fenómenos que se revelan en la superficie del mar debido a la diferencia de la rugosidad superficial, fue el hecho de que no siempre los derrames de petróleo detectados fueron acompañados por derrames naturales tradicionalmente asociados con los productos de la vida biológica marina (*oil slicks*). A veces sobre el fondo de la imagen, suficientemente claro, se observaron dos o tres manchas de crudo sin ningún resto de *oil slicks* en la temporada de verano cuando se supone que la vida de las especies marinas está en pleno desarrollo.

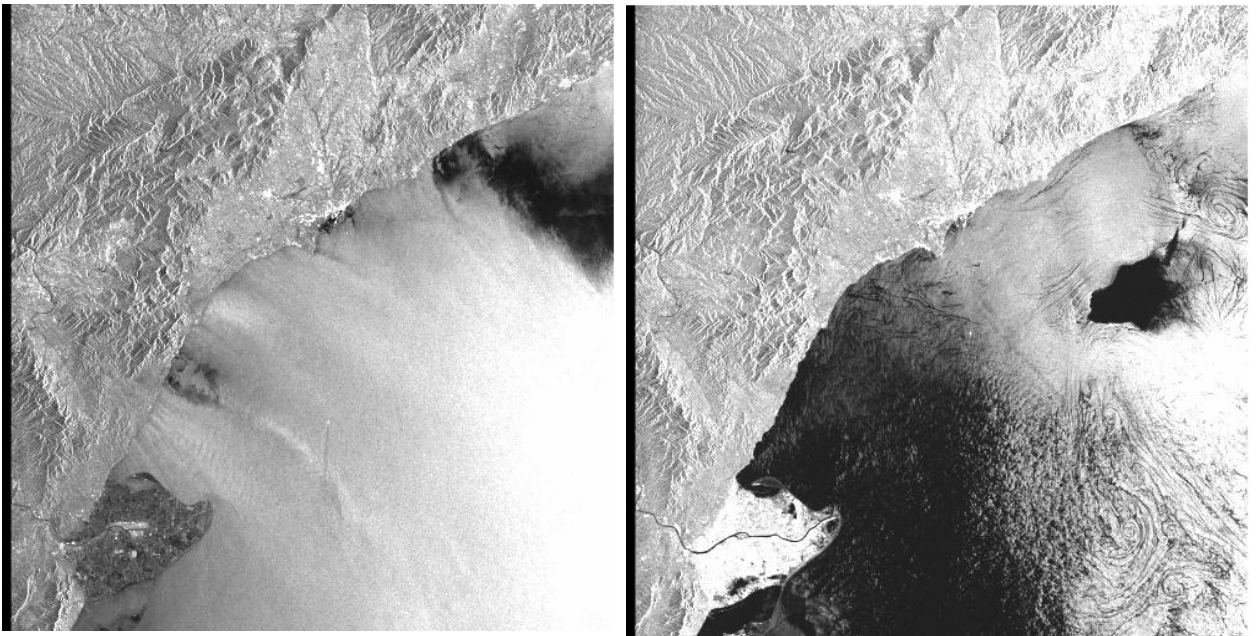


Figura 5.1.1. Imágenes del SAR de la zona del Delta del Ebro del 18.06.97 (izquierda) y del 18.02.98 (derecha). Cada lado de imagen tiene 100 Km aproximadamente.

La figura 5.1.1 muestra una área situada en las proximidades del Delta del Ebro. La imagen de la izquierda estuvo obtenida en la época de verano, pero casi no tiene las pistas de la vida biológica (derrames naturales). Sin embargo, en la imagen de la derecha obtenida en la época de invierno se observan claramente muchos derrames naturales en formas de espirales y filamentos. Las mismas particularidades de las imágenes obtenidas en diferentes temporadas se puede notar en la figura 5.1.2 donde se muestra una zona del mar abierto situada al Sur de Marseille.

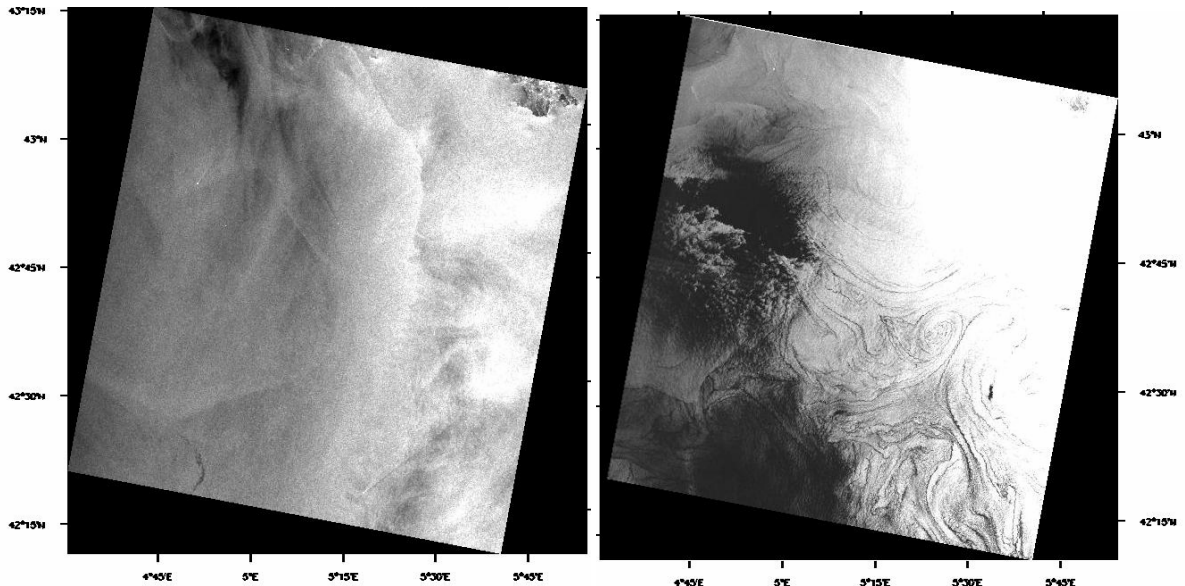


Figura 5.1.2. Imágenes del SAR de la cuadrícula 16 (esquema 3.1.2) del 04.04.98 (izquierda) y del 08.02.97 (derecha).

En la figura 5.1.3. se observa un área de alta mar situada a cien kilómetros al Noreste de la Isla de Menorca. Ambas imágenes se obtuvieron en el verano de 1998, pero dentro de un mes aproximadamente. La imagen izquierda muestra intensas actividades biológicas en forma de múltiples derrames naturales, pero la imagen derecha está casi limpia y no revela las actividades naturales parecidas.

En todos los casos podemos suponer que en el día de la toma de las imágenes *in situ* no existían las condiciones hidrometeorológicas superficiales necesarias para la detección de la rugosidad superficial, debido al intervalo de la velocidad del viento necesario, ni tampoco para el desarrollo de la circulación de Langmuir (ver apartado 2.3.3) asociada con la acumulación de los productos biológicos tensoactivos en las franjas superficiales de convergencia. Pero es difícil acreditar que la vida biológica en el mar está tan activa y hay tantos productos naturales tensoactivos en la superficie del mar en la época del invierno como se muestra en las figuras 5.1.1 y 5.1.2. o en la época del verano, pero tan lejos de cualquier costa como se muestra la figura 5.1.3.

El análisis de la curva mensual (figura 5.1.4) del número normalizado total obtenido como el resultado de la división del número de las fechas cuando fueron detectados muchos derrames naturales sobre el número total de imágenes correspondiente en dos años de observaciones, tampoco esclarece cómo se relaciona la actividad biológica marina y la temporada del año según detección de productos oleosos y tensoactivos en la superficie del mar mediante imágenes del SAR. Se observa el aumento de dichas actividades en la época de verano (julio, agosto y septiembre) pero la curva tiene otro pico en febrero y marzo, lo que es difícil de explicar.

Suponiendo que existe una fuente marina alternativa de productos tensoactivos de origen biológico la explicación de la ocurrencia de múltiples derrames naturales en pleno invierno, aún en las zonas situadas en medio mar lejos de la plataforma continental sería más lógica.

Rothwell et al. (1998) muestra la presencia en el Mediterráneo Noroccidental, especialmente en la cuenca del Mar Balear, grandes cantidades de la materia orgánica fangosa (~500 Km³ de volumen total aproximado) que contiene metano líquido. Estos sedimentos se depositan en una capa de 8-10 m de espesor en la zona abisal cerca de grandes cañones submarinos. También los sedimentos que poseen el metano y sus derivadas se acumulan en la parte baja de la plataforma continental y en el talud hasta las profundidades de 400-600m (Nisbet and Piper, 1998). Este gas puede escapar bajo los eventos sísmicos marinos o un cambio brusco de la presión en la columna de agua mediante oscilaciones considerables de la superficie del mar.

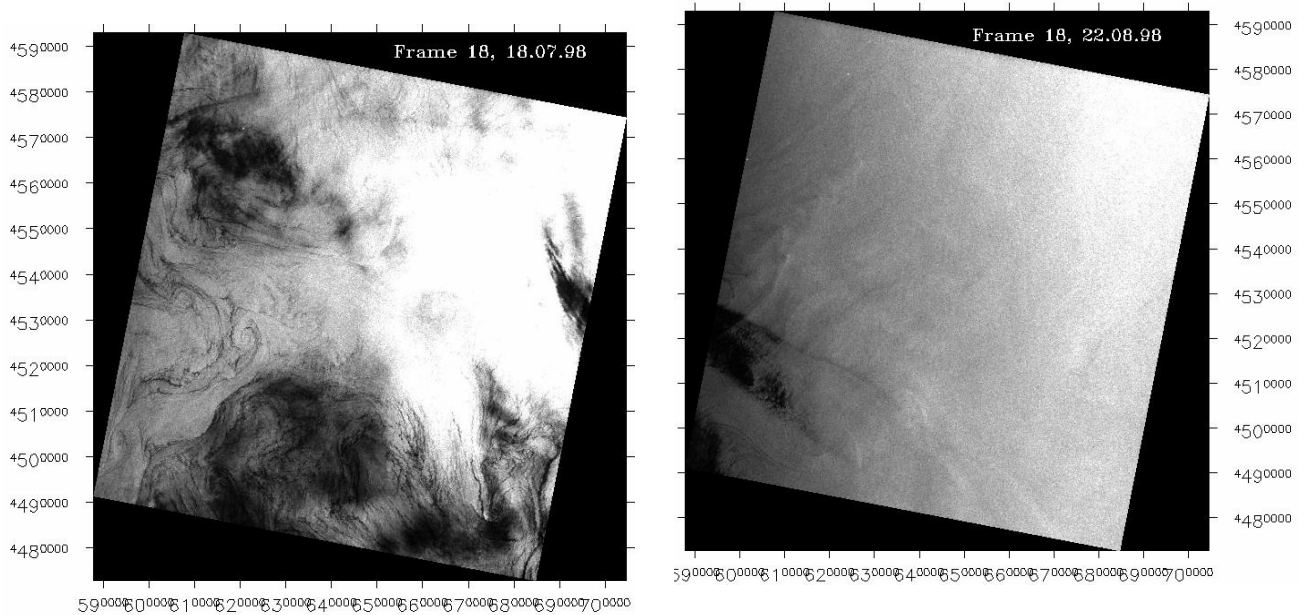


Figura 5.1.3. Imágenes del SAR de la cuadrícula 18 (ver esquema 3.1.2).

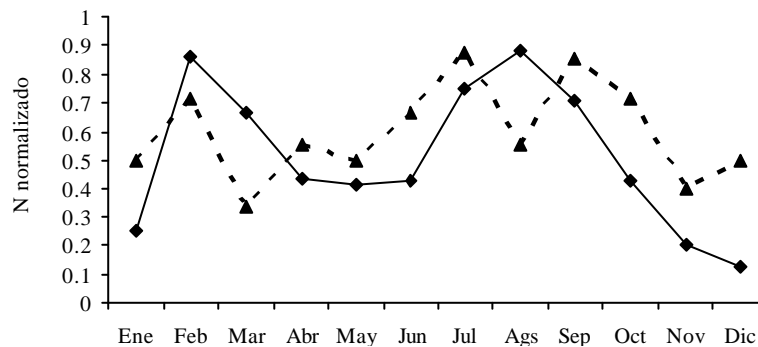


Figura 5.1.4. Número normalizado total de las fechas de la detección de derrames naturales (línea continua) y de las fechas de la detección de derrames de crudo (línea punteada), promedio durante los años 1996-1998. (proyectos Clean Seas, ERS-1/2 SAR Exploitation Study in Catalonia y Oil Watch).

Whitfield (1999) relata un descubrimiento geológico reciente en la profundidad de 200 m cerca de la costa de la *North Island* (Nueva Zelanda) de más de 20 fuentes submarinas de carácter volcánico (*hydrothermal vents*) que emiten sustancias químicas muy calientes al medio marino. Su actividad está asociada con la producción del metano líquido a partir de la materia orgánica disponible. Muchas de las

muestras recogidas en el fondo marino, cerca de estas fuentes, estaban cubiertas de películas oleosas y tenían olor de petróleo.

En Cruickshank y Masutani (1999) se describen sustancias de hidratos de metano [$\text{CH}_4 \cdot 6.1 \text{H}_2\text{O}$], que normalmente se encuentran en el fondo marino a profundidades considerables, en estado casi sólido (*ice-like*), pero bajo alguna acción medioambiental fuerte se convierten en “*ú muddy soup of methane and water*”.

A pesar de que en Udías (1999) las condiciones sísmicas de la cuenca Balear se caracterizan como más tranquilas respecto a la parte oriental del Mediterráneo, la región de los Pirineos se conoce como área tectónica donde ocasionales terremotos pueden llegar a magnitud de 6 por la Escala Richter.

La figura 5.1.5 muestra los epicentros de terremotos registrados en valores de magnitud de la Escala Richter en Cataluña y en el Mar Balear en el período comprendido entre 1986 y 1995. Se ve bien claro los múltiples epicentros sísmicos situados en la plataforma continental, el talud y la zona abisal. En el año de 1996 en la costa de Cataluña y en la zona marítima de hasta 50-75 Km hacia alta mar fueron registrados 9 maremotos de magnitud entre 2.5 y 4.5, en 1997 los 4 de magnitud entre 1 y 3, en 1998 los 6 de magnitud entre 1 y 3 (Butlletí Sismològic, 1996–1998).

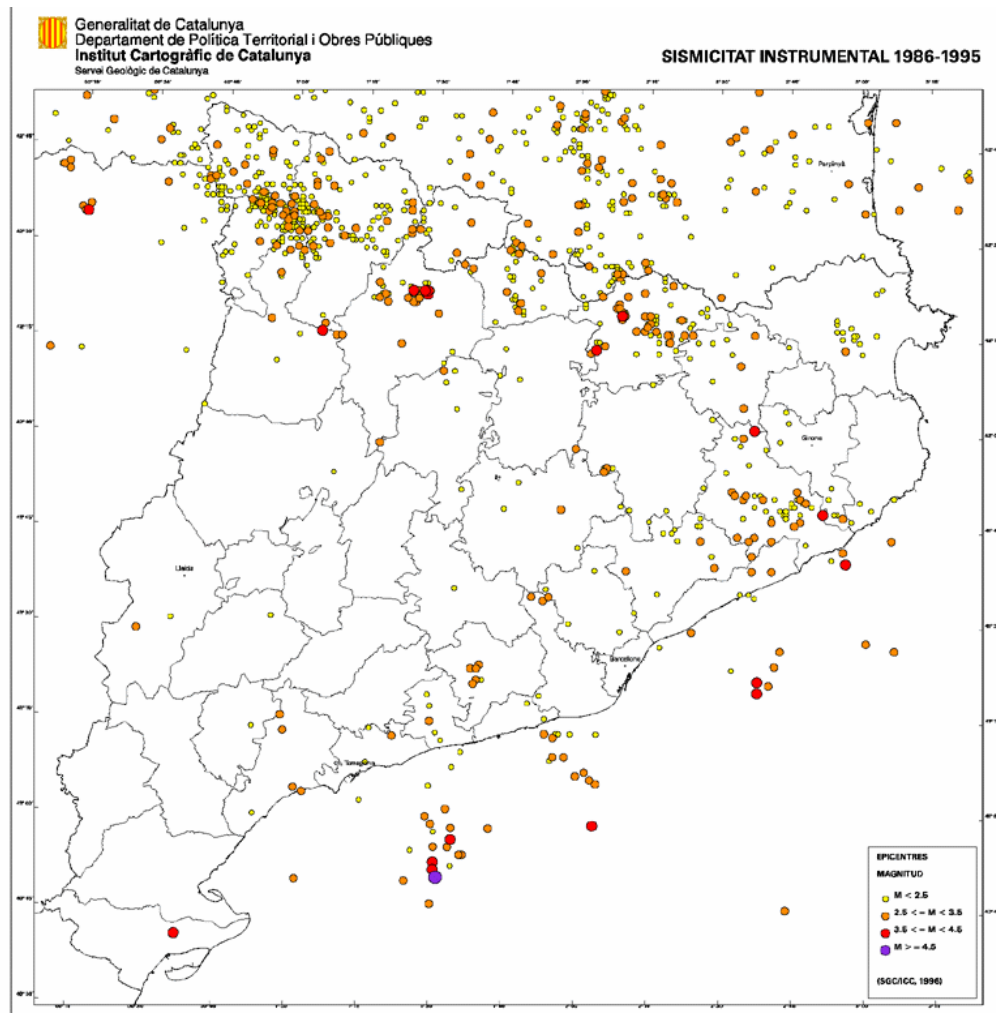


Figura 5.1.5. Terremotos y maremotos registrados en los años 1986-1995 en Cataluña y en el Mar Balear.

Aún podemos constatar que lógicamente los “ecos” o trenes de ondas sísmicas de terremotos acontecidos en el continente penetran el fondo marino también.

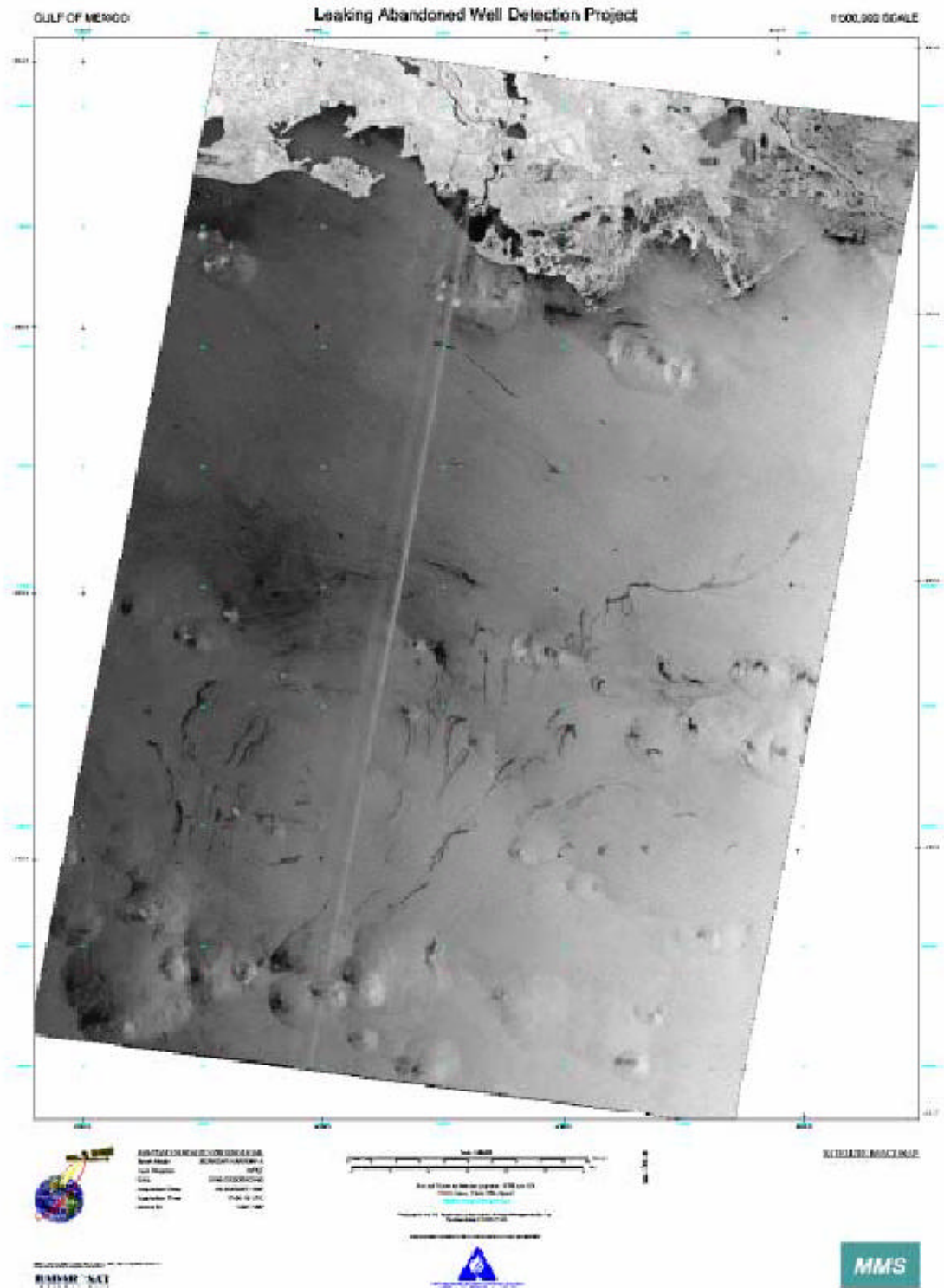


Figura 5.1.6. Derrames naturales de crudo procedentes del fondo marino en la imagen del RADARSAT del 6 de agosto de 1997 de una zona de Golfo de México. La resolución de la imagen es de 30 m y sus dimensiones longitudinales son 300 Km x 150 Km.

Por otro lado sabemos que en la plataforma continental del Mar Balear están situadas zonas de exploración y prospección submarinas de petróleo (ver figura 2.1.5). La plataforma petrolífera Casa Blanca está situada a unos 40 Km hacia alta mar de la ciudad de Tarragona.

Es conocido también que en las áreas del fondo marino que poseen yacimientos de petróleo y donde las plataformas petrolíferas están funcionando o han sido abandonadas suelen ocurrir escapes naturales del crudo o de los productos químicos asociados. En *Minerals Management Service (U.S.)* (2001) se muestran los vertidos causados mediante escapes naturales de crudo desde el fondo marino en el Golfo de México (figuras 5.1.6 y 5.1.7). En la figura 5.1.7 se muestran las manchas de crudo en una forma de estelas. Son realmente muy parecidas a las estelas de productos biológicos naturales formadas mediante la circulación de Langmuir. Por otro lado son parecidas a las estelas de aguas residuales procedentes de los petroleros, pero un barco podría dejar las estelas de tal carácter “en pedazos” solamente en deriva con máquina parada, que es un caso excepcional.

Entonces, podemos avanzar la hipótesis de que mediante distintos factores, como fusión natural del fondo, sísmica de la región, compleja dinámica 3D (interacción entre los vórtices y los bordes de cañones submarinos, oscilaciones de la superficie del mar en tempestades), avalanchas de grandes cantidades de los sedimentos acumuladas en los cañones submarinos hacia la zona abisal pueden provocar también escapes de productos líquidos petroquímicos desde el fondo marino que se detectan posteriormente en la superficie del mar como las películas tensioactivas mediante imágenes del SAR.

El origen de estos derrames naturales puede ser asociado con los sedimentos fangosos de carácter orgánico o con los yacimientos submarinos de gas y petróleo. Si esta hipótesis es cierta, explicaría por qué mediante imágenes del SAR se detectan múltiples derrames de materia orgánica en la superficie marina en la época de invierno y en las zonas lejanas de la costa, es decir, en el tiempo y en el lugar que no suelen ser muy adecuados para intenso desarrollo de la vida biológica marina.

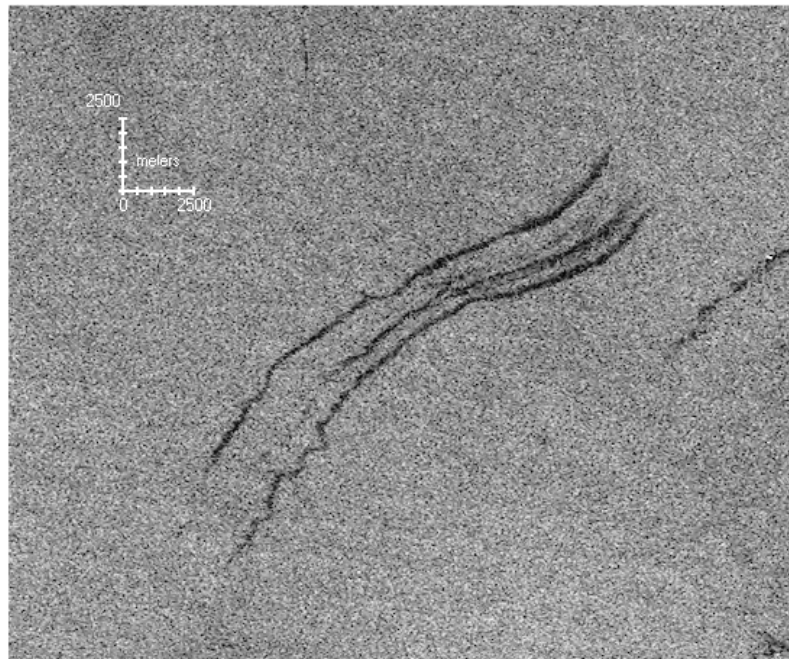


Figura 5.1.7. Un fragmento ampliado de la parte sudeste de la imagen del RADARSAT de la figura 5.6. Las estelas naturales de crudo procedentes de una fuente submarina situada a 19 Km hacia el Norte.

[Regresar al Índice](#)

[Seguir](#)