

# ÍNDICE

## 1. INTRODUCCIÓN

<b>1.1. Antecedentes</b>	1
1.1.1. Actualidad del problema de la contaminación de aguas marinas	1
1.1.2. Fuentes y tipos de la contaminación del Océano	2
1.1.3. Algunos aspectos del estado ecológico actual de los mares europeos	3
1.1.4. Impactos ecológicos de las aguas marinas causados mediante las industrias terrestres y los transportes marítimos	4
1.1.5. Factores generales que determinan la gravedad del impacto ambiental de vertidos en el ambiente marino	6
1.1.6. Principios de estudios del estado ecológico de aguas marinas	7
1.1.7. Satélites medioambientales y teledetección: una herramienta moderna para detección de fuentes de contaminación de aguas y fenómenos naturales en la superficie marina en mesoescala	7
1.1.8. Leyes internacionales de la preservación de medio ambiente marino	8
<b>1.2. Motivación</b>	10
<b>1.3. Objetivos</b>	12
<b>1.4. Definiciones</b>	12
<b>1.5. Desarrollo y resultados obtenidos</b>	12
<b>2. ESTADO DEL ARTE</b>	14
<b>2.1. Problemas de la contaminación del Mediterráneo Noroccidental</b>	14
2.1.1. Peligros actuales de la contaminación múltiple en el litoral y alta mar del Mediterráneo Noroccidental	14
2.1.2. Contaminación de aguas del mar mediante los hidrocarburos	17

2.1.3. Evolución de crudo en el Océano	18
2.1.4. Algunas propiedades de crudo y sus películas en la superficie marina	20
2.1.5. Esquema generalizado del riesgo de la contaminación del Mediterráneo Noroccidental	21
<b>2.2 Descripción del área de estudio</b>	<b>22</b>
2.2.1. Breve descripción físico-geográfica del Mar Mediterráneo	22
2.2.2. Particularidades físico-geográficas del Mediterráneo Noroccidental	23
<b>2.3. Radares de Apertura Sintética SAR</b>	<b>32</b>
2.3.1. Principios de adquisición de imágenes del SAR	32
2.3.2. Datos técnicos generales del satélite ERS-2 con dispositivo tipo SAR a bordo	33
2.3.3. Fundamentos y condiciones hidrometeorológicas de la detección de los fenómenos medioambientales mediante las imágenes del SAR	33
2.3.4. Ejemplos de la detección de distintos fenómenos hidrometeorológicos mediante las imágenes del SAR	36
<b>3. MATERIAL, MÉTODOS Y CONCEPTOS TEÓRICOS</b>	<b>42</b>
<b>3.1. Imágenes disponibles</b>	<b>42</b>
3.1.1. Colección de imágenes tipo SAR, base cartográfica, datos de proyectos utilizados	42
3.1.2. Normalización estadística	44
3.1.3. Comparación de las imágenes obtenidas mediante otros sensores espaciales	49
<b>3.2. Difusión y turbulencia</b>	<b>53</b>
3.2.1. Difusión y fenómenos asociados	54
3.2.2. Aspectos principales de la transformación de las manchas	55

<b>3.3. Análisis fractal y multifractal</b>	58
3.3.1. Introducción	58
3.3.2. Descripción del modelo numérico de análisis multifractal utilizado	60
3.3.3. Aplicación al Océano	62
<b>4. RESULTADOS</b>	65
<b>4.1. Análisis estadístico de las manchas y estelas de crudo detectadas en el Mediterráneo Noroccidental en el período 1996 - 1998</b>	65
4.1.1. Derrames de crudo detectados mediante proyectos <i>Clean Seas</i> , <i>ERS-1/2 SAR Exploitation Study in Catalonia</i> y <i>OILWATCH</i>	65
4.1.2. Número normalizado de derrames detectados	67
4.1.3. Estelas de crudo en alta mar	71
4.1.4. Estimación de nivel de la contaminación del Mediterráneo Noroccidental	73
4.1.5. Penachos de aguas contaminadas en el litoral del Mediterráneo Noroccidental	74
<b>4.2. Derrames de crudo en aguas costeras de Europa</b>	78
4.2.1. Estadística de derrames detectados en el ámbito del proyecto <i>Clean Seas</i>	78
4.2.2. Estadística de accidentes históricos en aguas costeras de Europa durante los años 1966-1999	83
4.2.3. Papel de los pequeños y grandes derrames en la contaminación del mar	86
4.2.4. Tiempo de persistencia de pequeños derrames en la superficie marina en función de su tamaño inicial	92
<b>4.3. Análisis de los vórtices y los fenómenos asociados en el Mediterráneo Noroccidental en el período 1996 - 1998</b>	97
4.3.1. Remolinos y filamentos naturales en la superficie del mar	97
4.3.2. Detección y análisis de los vórtices	99
4.3.3. Resultados de análisis	106

<b>5. DISCUSIÓN</b>	110
<b>5.1. Filamentos naturales en la superficie del mar: hipótesis del origen y las condiciones medioambientales</b>	110
<b>5.2. Análisis multifractal y técnicas de la detección de las manchas de crudo y de los barcos</b>	116
5.2.1. Particularidades de los derrames de crudo y de filamentos naturales en la superficie del mar	116
5.2.2. Discriminación de los fenómenos detectados en la superficie marina mediante el análisis multifractal de las imágenes	119
<b>5.3. Derrames de medio tamaño “no detectables” y su papel en la estadística global de la contaminación marina</b>	122
<b>6. CONCLUSIÓN Y FUTUROS TRABAJOS</b>	125
<b>6.1. Conclusiones y realizaciones</b>	125
<b>6.2. Futuros trabajos</b>	127
<b>7. REFERENCIAS</b>	129
<b>8. ANEXOS</b>	136
<b>8.1. Resumen del análisis estadístico y los fragmentos de las imágenes tipo SAR de los penachos de aguas residuales procedentes del río Llobregat, Barcelona</b>	137
<b>8.2. Publicaciones y documentos científico-técnicos relacionados</b>	140
<b>8.3. Manuales y direcciones electrónicas recomendados para consulta</b>	144

[Regresar al inicio](#)

[Seguir](#)