

---

# **ANNEX 13: DETECCIÓ, SEGUIMENT I MODELITZACIÓ DE L'EVOLUCIÓ DE LES TAQUES DE CONTAMINACIÓ**

PLA ESPECIAL D'EMERGÈNCIES PER CONTAMINACIÓ ACCIDENTAL DE LES  
AIGÜES MARINES  
A CATALUNYA (CAMCAT)

---

# ÍNDIX DE CONTINGUTS

<b>1. DETECCIÓ</b>	<b>3</b>
1.1. MITJANS CONVENCIONALS	4
1.2. TELEDETECCIÓ	4
<b>2. SEGUIMENT</b>	<b>6</b>
<b>3. MODELITZACIÓ DE L'EVOLUCIÓ</b>	<b>8</b>
3.1. OBTENCIÓ DE LES DADES NECESSÀRIES PER A LA MODELITZACIÓ	9
3.2. PROPOSTA DE CONFIGURACIÓ DEL SISTEMA D'OCEANOGRÀFIA OPERACIONAL DE CATALUNYA	10
3.3. MODEL DE PREVISIÓ DEL COMPORTAMENT DELS CONTAMINANTS	12
3.4. UTILITZACIÓ DEL RADAR HF COM A SISTEMA DE PREDICCIÓ DE MOVIMENT DELS CONTAMINANTS	13

## 1. DETECCIÓ

La detecció de l'aparició d'una contaminació accidental és vital que es doni el més aviat possible. En molts casos l'avís serà rebut per part de la font que ha patit l'accident (un vaixell, terminal portuari o qualsevol altre tipus de font fixa o mòbil) però d'altres vegades la notificació de l'accident es donarà arrel d'una observació planificada o no de la superfície marina per part d'algú que no té res a veure amb l'accident que ha originat la contaminació.

Dins l'apartat de detecció de taques de contaminació en l'àmbit de l'estudi es consideren diferents fonts d'informació:

### 1.1. MITJANS CONVENCIONALS

---

- Vaixells o avions dins els recursos establerts en el Pla enviats arrel d'un avís previ de contaminació.

- Observacions d'oportunitat. Es rebrà informació de diferents fonts, bé de forma desinteressada o bé mitjançant convenis específics. En la fase d'implantació del Pla s'haurà de desenvolupar el protocol d'aportació de dades i de concretar els convenis necessaris. Les possibles fonts d'informació serien:

- Companyies navilieres de línia regular com per exemple Grimaldi (línia Barcelona – Gènova) o Tarraco Lines (línia Tarragona – Salerno).
- Embarcacions pesqueres.
- Avions de línia regular en ruta sobre l'àmbit d'estudi.
- Altres persones que aportin aquesta informació esporàdicament.

### 1.2. TELEDETECCIÓ

---

S'utilitzaran les dades tipus SAR (radar d'apertura sintètica) que ofereixen dispositius instal·lats a diferents satèl·lits en l'actualitat. S'obtindran, analitzaran i es reportaran totes les imatges SAR sobre l'àmbit territorial marí objecte d'aquest Pla d'Emergència arrel d'un conveni específic que es concretarà en la fase d'implantació del Pla. A continuació es mostren en una taula els tres satèl·lits que s'han considerat els més adients per oferir aquesta informació.

Aquest tipus de detecció s'ha de planificar com a mesura preventiva en front de la contaminació accidental o també de la contaminació provocada com, per exemple, pel rentat il·legal de tancs de vaixells petrolers o d'altres mercaderies.

Al Document N°1 de l'Appendix 1 de l'Annex 14 (Observació Aèria) es descriuen detalladament les capacitats dels diferents satèl·lits existents en la lluita contra la contaminació marina i es descriuen les fonts on es pot obtenir aquesta informació.

SATÈL·LIT	CAPACITAT	REVISITA
ERS-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medició de la circulació de les corrents,</li> <li>- Relació global vent/ones</li> <li>- Predicció del temps i l'estat de la superfície del mar a curt i mig termini</li> <li>- Detecció de taques de petroli.</li> </ul>	35 dies
ENVISAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medició de la velocitat del vent, ones i corrents (ASAR)</li> <li>- Detecció de les taques de fuel (ASAR)</li> <li>- Medició del nivell global i local del mar, alçada d'ona, velocitat del vent (RA-2)</li> <li>- Medició de la temperatura del mar (AATARS)</li> </ul>	35 dies  Per encàrrec es pot arribar a:  Diàries prop dels pols Setmanals en l'equador  Entremig en el Mediterrani.
RADARSAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medició dels canvis en les ones i els vents</li> <li>- Detecció dels abocaments de petroli.</li> </ul>	24 dies  Per encàrrec es pot arribar a:  Diària en els pols 5 dies en equador Entremig Mediterrània

Taula 1: Satèl·lits seleccionats per a obtenir dades SAR per detecció d'hidrocarburs.

## 2. SEGUIMENT

Un cop s'ha establert la detecció d'una taca contaminant s'activa el procediment de seguiment mitjançant diferents elements:

- Mitjançant observació visual des de vaixells, helicòpters o avions dels establerts dins el Pla (de SASEMAR, pesquers, AVA o Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil). Els procediments habituals en l'observació aèria es descriuen en l'annex de procediments operatius. L'observació visual es pot facilitar mitjançant la dispersió de targetes de color taronja que surten sobre la taca de contaminant; aquest mètode també es descriu detalladament en l'annex esmentat.
- Mitjançant un sensor multiespectral CASI aerotransportat. Les condicions d'activació d'aquest recurs contemplen que estaria preparat en aproximadament dues hores a partir de l'avís de l'emergència i que les imatges ja tractades es reportarien en un temps de sis hores. El responsable d'aquesta activitat seria l'Institut Cartogràfic de Catalunya.
- Mitjançant boies lagrangianes tipus ARGOS IESM PTR que està previst que el LIM (UPC) es faci responsable dins de la fase d'implementació del Pla. Aquestes boies estarien disponibles en qualsevol moment.
- Mitjançant imatges SAR de satèl·lit, tal i com s'ha especificat en el punt anterior.

## **3. MODELITZACIÓ DE L'EVOLUCIÓ**

Dins les tasques de lluita contra contaminació és necessari disposar de la capacitat de predir el comportament de la taca de contaminants. Aquesta eina és especialment útil per a dirigir mitjans a les zones on s'estima que es dirigirà la taca, planificar els vols de reconeixement, prendre decisions en funció de l'envelliment previst de l'hidrocarbur, etc.

Per a predir el comportament de la taca és necessari disposar de dades meteorològiques per a fer les previsions, models numèrics d'oceanografia que ens permeten disposar de prediccions de variables com corrents, onades i vents i de models numèrics que, a partir de les variables anteriors, permetin calcular el moviment i comportament del contaminant.

### **3.1. OBTENCIÓ DE LES DADES NECESSÀRIES PER A LA MODELITZACIÓ**

La xarxa d'instruments de mesura té com a objectiu oferir informació en temps real de diferents variables físiques (temperatura, salinitat, corrents, onatge i velocitat del vent) que permetin una descripció el més completa possible de l'estat del mar i de les condicions meteorològiques. En un cas d'emergència al mar aquesta informació esdevé imprescindible ja que el bon coneixement de la situació real permet unes actuacions més eficients.

Actualment la Xarxa d'Instruments Oceanogràfics i Meteorològics de la Generalitat de Catalunya consta de quatre punts de mesura d'onatge, dos de mareas i tres estacions meteorològiques. L'actual disseny de la XIOM respon principalment a l'interès inicial d'obtenir climes d'onatge a llarg termini que poguessin servir per al seguiment de l'evolució de les platges i per al disseny d'obres a la costa.

Els darrers anys se n'ha modificat el funcionament per tal d'oferir les dades mesurades en temps real, obrint així la porta a altres utilitats de la xarxa, particularment aquelles adreçades a la navegació i a la gestió d'emergències marítimes. Tanmateix, aquest darrer punt necessita completar els punts de mesura tant pel que fa al nombre com pel que fa a les variables mesurades.

De les quatre boies que actualment mesuren onatge només una d'elles (Cap de Tortosa) pren mesures de la direcció de l'onatge, les altres tres només en mesuren l'alçada, no la seva direcció. Una d'elles (Llobregat) serà substituïda en el termini de dos mesos per una boia direccional.

A més, la seva disposició al llarg de la costa deixa sense mesures una zona prou ampla entre el Cap de Tortosa i el Delta del Llobregat i la banda nord del Cap de Creus. Per actualitzar la Xarxa caldria convertir totes les mesures en direccionals i afegir dos punts de mesura als forats esmentats.

La nova configuració que es proposa instal·lar en la fase d'implantació del Pla consta de sis boies direccionals que mesurarien onatge, nou estacions meteorològiques (tres a terra i sis al mar) i sis punts de mesura de corrents superficials. Seria convenient, a més, disposar d'una boia de recanvi, de manera que les operacions de manteniment (neteja, pintura, canvi de piles i calibració) no suposessin interrupció en la mesura.

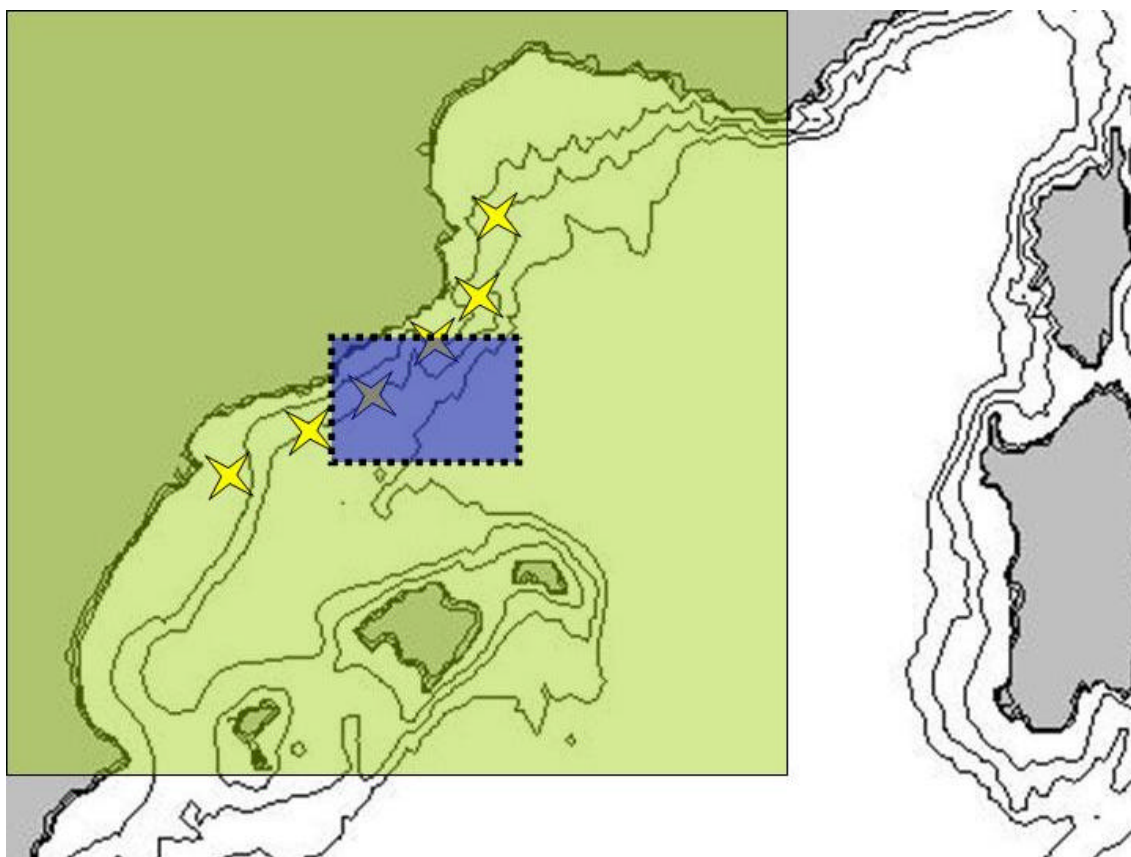
Amb aquest conjunt d'instruments col·locats als llocs adients s'espera poder tenir una informació en temps real bastant completa i útil per les tasques de seguiment i pronòstic en cas d'emergències.

### **3.2. PROPOSTA DE CONFIGURACIÓ DEL SISTEMA D'OCEANOGRÀFIA OPERACIONAL DE CATALUNYA**

A continuació es presenta una proposta de configuració del Sistema d'Oceanografia Operacional de Catalunya (SOOC) que el LIM-UPC podria posar a punt en un termini de sis mesos dins la fase d'implantació del Pla d'Emergències.

L'objectiu d'aquest sistema és el de monitoritzar l'estat del mar el més detalladament possible i, en cas d'emergència per vessament de contaminants, poder oferir prediccions fiables de l'evolució de la contaminació per tal que es pugui actuar de la manera més eficient.

El SOOC constaria de tres parts que haurien de funcionar paral·lelament: la xarxa d'instruments de mesura al llarg del litoral català descrita en el punt anterior, un model numèric que faria contínuament previsions de la hidrodinàmica marina i, finalment, un mòdul per fer prediccions de l'evolució dels contaminants vessats al mar i que es posaria en marxa en situacions d'emergència (veure figura). Aquest mòdul d'evolució de contaminants es descriu en el punt següent.



*Esquema del Sistema d'Oceanografia Operacional de Catalunya.*

*Les estrelles grogues representen els punts de mesura , en verd està el domini on es realitzarien les prediccions de la hidrodinàmica i en blau un exemple d'aplicació del mòdul de previsió de la contaminació.*

Els sistemes de mesures, malgrat ser imprescindibles, tenen la limitació d'oferir informació amb una resolució limitada en l'espai i el temps i , evidentment, de no poder preveure l'estat del sistema en un temps futur.

Per tal de pal·liar aquestes mancances es proposa l'ús d'un mode numèric que resolgui les equacions de la hidrodinàmica que considerem que regeixen l'evolució de l'estat del mar. D'aquesta manera es pot tenir una informació completa a qualsevol punt de l'espai i a qualsevol instant de temps, inclòs per a temps futurs.

Òbviament la informació provinent dels models numèrics no és tan fiable com la de les mesures però el fet de ser tan completa en espai i temps la converteix en un complement molt important per les mesures a temps real i en imprescindible pels pronòstics.

Pel SOOC es proposa utilitzar el Princeton Ocean Model (POM), un model numèric oceanogràfic de contrastada validesa i molt apreciat a la comunitat científica i que compleix els requisits necessaris per a la nostra aplicació.

Aquest model utilitzaria per a la inicialització i pel forçaments als contorns oberts les dades subministrades pel Mediterranean Forecasting System (MFS), un projecte europeu que realitza prediccions hidrodinàmiques per a tot el Mediterrani; aquesta tasca es fa des de l'IMGA en una xarxa de 12 km. Pel que fa als forçaments meteorològics, s'utilitzarien les prediccions del Servei Meteorològic de Catalunya per vents i fluxos de calor.

Es preveu que en un termini de sis mesos es podria tenir treballant el model en mode automàtic un cop per setmana fent prediccions a uns 10 dies en una malla d'un quilòmetre.

### **3.3. MODEL DE PREVISIÓ DEL COMPORTAMENT DELS CONTAMINANTS**

En cas de vessaments al mar, el poder predir l'evolució de la contaminació esdevé molt necessari per tal de poder dissenyar el més eficientment possible el pla d'actuació.

El mòdul de previsió de la contaminació té com a objectiu el realitzar aquesta tasca resolent numèricament les equacions que descriuen els processos físics (convecció- difusió) i químics (emulsió, evaporació, ... ) que regeixen l'evolució dels contaminants.

En cas d'emergència s'implementaria aquest mòdul a la zona pertinent i, utilitzant les dades de les prediccions hidrodinàmiques i la informació presa en temps real tant per la xarxa de mesures com per altres fonts d'informació (avions de reconeixement, imatges de satèl.lit, etc ...), es farien prediccions de l'evolució dels contaminants .

En aquesta fase de desenvolupament del SOOC es pretén arribar a desenvolupar els codis que permetin resoldre les equacions pertinents (convecció-difusió i processos químics) de la manera més adequada (aproximació lagrangiana, euleriana o mixta).

Posteriorment, caldria definir la base de dades mínima de productes contaminants i, donat el fet de que els processos químics depenen fortament de cada tipus de producte, incorporar aquestes especificitats al mòdul. Finalment es realitzaran exercicis de validació del model amb les dades disponibles d'altres centres d'investigació.

Aquest model que es preveu desenvolupar en la fase d'implementació del Pla s'operarà des de la Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil després d'un fase de formació i transferència de tecnologia.

### **3.4. UTILITZACIÓ DEL RADAR HF COM A SISTEMA DE PREDICCIÓ DE MOVIMENT DELS CONTAMINANTS**

---

En els punts anteriors s'ha desenvolupat una metodologia per a predir el moviment d'un contaminant recolzat en un sistema de mesures puntuals de variables meteorològiques i en models numèrics per a calcular les condicions oceanogràfiques i per a fer prediccions del comportament de la taca. S'ha decidit que aquesta és l'eina que el Pla contempla.

Tanmateix cal destacar que existeix una segona opció que consisteix en mesurar directament aquestes variables en lloc de calcular-les mitjançant models numèrics fent ús de la tecnologia de radars HF terrestres.