

**PROYECTO ID 1049-17-LP-15.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN N°1: PERCEPCIÓN REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO**

**"DETERMINACIÓN DE LOS IMPACTOS EN LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS Y EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL DERRAME DE HIDROCARBURO DE BAHÍA QUINTERO, V REGIÓN", GENÉRICAMENTE DENOMINADO PROYECTO "BAHÍA QUINTERO"**

### **OBJETIVO GENERAL**

Definir y caracterizar físicamente el área de influencia marina costera asociada a la descarga de hidrocarburos en la Bahía de Quintero, Región de Valparaíso, y registrar la información espacial obtenida del estudio de forma sistematizada y estandarizada en una plataforma de Sistemas de Información Geográfico (SIG).

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1. Definir la evolución de la mancha causada por la descarga de hidrocarburos mediante la utilización de imágenes satelitales, considerando la dispersión espacial y temporal del hidrocarburo en el cuerpo de agua involucrado.*
- 2. Caracterizar mediante el uso de imágenes satelitales el tipo de sustrato de la línea de costa del área de estudio.*
- 3. Sistematizar la información obtenida en formatos digitales compatibles con la plataforma SIG utilizada por el IFOP (ArcGIS), tanto en archivos ráster como vectoriales.*

## **RESUMEN**

El presente proyecto se realizó para caracterizar físicamente el área de influencia marina costera asociada a la descarga de hidrocarburos en la Bahía de Quintero, región de Valparaíso, ocurrido en septiembre del año 2014, y registrar la información espacial obtenida del estudio de forma sistematizada y estandarizada en una plataforma SIG. Para definir la evolución de la mancha causada por la descarga de hidrocarburos mediante la utilización de imágenes satelitales, considerando la dispersión espacial y temporal del hidrocarburo en el cuerpo de agua, se adquirieron dos imágenes satelitales TerraSAR-X (TSX-1), producidas por la Agencia Alemana-DLR, de antes del derrame (22/09/2014) y de 12 horas posterior a este (24/09/2014). Los datos se leyeron con la aplicación tdx\_openfile.sav desarrollada por Exelis para la lectura de los productos SSC de Terra SAR-X en el software ENVI.

Se realizaron procesos de corrección a las imágenes. En primer lugar se aplicó una corrección geométrica mediante una corrección de elipsoide con el método de Grilla de Geolocalización (GG), considerando como método de remuestreo el vecino más cercano. Las imágenes se dejaron con el datum WGS84 y una proyección geográfica latitud-longitud. En segundo lugar se aplicó una corrección radiométrica a las imágenes con el software SNAP a través del módulo Calibration, convirtiendo los valores a dB (decibelio) como intensidad de la retrodispersión del radar, y luego se aplicó un filtro espacial Lee Refinado para reducir el moteado en las imágenes (Speckle).

Con estos insumos se generaron productos cartográficos que se traducen en cartas que muestran el área de estudio antes y después del derrame. Además, a estas cartas, se les incorporó información de velocidad y dirección del viento proveniente de la estación meteorológica de Torquemada, datos que son contrastados con la información de viento proveniente de los instrumentos satelitales Advanced Scatterometer (ASCAT METOP-A) y WindSat/Coriolis Measurements. Se construyó una máscara en el área de estudio para separar la tierra del mar que es aplicada a las imágenes radar TSX-1, y así definir con mayor precisión el área de estudio.

Dado que para las imágenes TSX-1 no se cuenta con un algoritmo para la detección de derrame, se aplicó el método de reclasificación de valores del umbral en dB asociados al derrame considerando la extracción de valores de la imagen radar en base a la localización geográfica de evidencias fotográficas del derrame, buscadas con anterioridad en internet y en la prensa, ya que tampoco se tienen muestreos de hidrocarburos del mismo día del evento. De este modo, se indagaron los valores de baja retrodispersión asociados a la mancha oscura del petróleo en las diversas fotografías obtenidas.

Conocido el umbral asociado a la mancha de hidrocarburo se reclasificó la imagen, indicando la posible mancha de petróleo derivada de la imagen radar TerraSAR-X del 24 de septiembre del 2014.

Se adquirieron y procesaron tres imágenes radar Sentinel-1 de los días 6 y 30 de octubre y 23 de noviembre de 2014. Las imágenes vienen en formato SAFE, con polarización simple (VV), con un nivel de procesamiento básico o SAR Standard L1 Product del tipo GRD, y se le aplican corrección geométrica mediante una corrección de elipsoide con el método de Grilla de Geolocalización (GG) considerando como método de remuestreo el vecino más cercano, datum geodésico WGS84 y proyección geográfica latitud-longitud. Con las herramientas de procesamiento de Sentinel-1 se calibraron las tres imágenes radar mediante el módulo Calibration. En este proceso se usan los ND (niveles digitales) para calcular el  $\beta_{Nought}(i)$  y los valores se convierten a dB como intensidad de la retrodispersión del radar. Se aplica un filtro espacial Lee Refinado para reducir el moteado, se les aplica la máscara de tierra y se generaran como resultados diversos productos cartográficos que muestran la dispersión espacial y temporal de la mancha de hidrocarburo.

A través del método de umbral adaptativo y la aplicación de clustering y discriminación son detectados los cuerpos oscuros en las imágenes Sentinel-1. La aplicación de este método permitió determinar la posible mancha de petróleo derivada de la imagen radar Sentinel-1 doce días después de ocurrido el derrame (06-10-2014). De acuerdo a los resultados del algoritmo de detección de derrames, se observan manchas de petróleo acotadas en el puerto de Ventanas, Ventanas (Punta Lunes), Horcón, Las Canas, Maintencillo, Cachagua y Zapallar. A partir de la imagen Sentinel-1 del 30-10-2014 se observa una disminución en el área que

cubren las manchas de petróleo, las cuales están restringidas al puerto de Ventanas, Ventanas (Punta Lunes), Las Canas, Maintencillo y Cachagua Sector B, disminución que continúa y se evidencia en la imagen Sentinel-1 del 23-11-2014, donde se observa una baja cobertura en las manchas de petróleo acotadas a Ventanas (Punta Lunes), Las Canas y Maintencillo. Ambos insumos satelitales, las imágenes radar TSX-1 y Sentinel-1 clasificadas permiten observar el proceso de expansión de la mancha de petróleo, desde 12 horas después de ocurrido el evento, con una rápida dispersión hasta dos meses después cuando las manchas son menores.

Para caracterizar el tipo de sustrato de la línea de costa del área de estudio mediante imágenes satelitales, se utilizó una imagen Landsat-8 del 12-08-2014 y se adquirieron una imagen WorldView-2 del día 11-10-2014 y una WordView-3 del 19-09-2015. Las tres imágenes fueron sometidas a procesos de calibración y corrección radiométrica, a través de la herramienta Radiometric Calibration del software ENVI 5.3, corrección atmosférica por medio del método FLAASH, y corrección de brillo solar (sun glint). Posteriormente, las imágenes fueron clasificadas supervisadamente aplicando redes neuronales, proceso que permitió posteriormente identificar los tipos de sustrato presentes en el área de estudio.

Los resultados obtenidos se basaron en la clasificación de tres tipos de sustratos: roca, arena y mixto, los cuales visualmente difieren de la clasificación de sustratos obtenida por los Estudios de Situación Base (ESBA's).

La sistematización de la información obtenida en formatos digitales compatibles con la plataforma SIG utilizada por el IFOP (ArcGIS), tanto en archivos raster como vectoriales, se realiza en tres etapas: recopilación de información, revisión de la información base; elaboración y aplicación de modelos espaciales y representación cartográfica de la información.

La revisión y recopilación de información implicó la elaboración de tablas en formato Excel y la normalización de otros datos que provenían de diferentes instituciones y por lo tanto en diversos formatos. Además se integraron los datos obtenidos de las líneas de investigación de fauna (Línea N°4), caracterización físico-química (N°5 y 6) y socioeconómica (N°7). Con la información obtenida, ya normalizada, se generaron bases de datos geográficas y de forma

adicional se generaron modelos semi-automatizados que permiten obtener una base de datos geoespacial a partir de información existente que puedan ser operativos también con información futura.

Estos procesos automatizados o semi-automatizados se hicieron en el módulo Model Builder del software ArcGIS 10.2.2, a través del cual se generan uno o varios modelos GIS que permiten el acceso, relaciones y visualización en formato vectorial (feature class o shapefile) y raster de la información y productos generados con la base de datos geoespacial. Se elaboraron estructuras de GDB de archivos para el almacenamiento de toda la información alfanumérica y espacial, con el objetivo de mantener todo en una sola fuente y bajo una estructura.

Se espacializó todo el registro temporal de las matrices POAL, desde el año 1993 al 2014, generando una base de datos histórica que es funcional en un SIG. Lo mismo se realizó con el registro temporal de las AMERB's, obteniendo una base de datos histórica con las densidades de los recursos medidos en cada seguimiento.

Adicionalmente se generó un GDB general que incorpora información proveniente de las otras líneas de investigación mencionadas y los datos post-derrame recolectados por DIRECTEMAR, tomados durante tres campañas de terreno, fueron espacializados y se trabajaron a partir de las tablas de las estaciones de muestreo, integrando las campañas en una planilla de datos por cada matriz ambiental muestreada (Agua, Biota y Sedimentos). También se utilizó la información físico-química, obtenida de resultados preliminares de una campaña de terreno que obtuvo el Instituto de Fomento Pesquero; para la generación de 140 mapas asociados a los diferentes metales presentes por especie muestreada en el área de estudio a solicitud de SERNAPESCA.

Finalmente, se generaron metadatos para toda la información espacializable en el SIG, siguiendo el formato establecido por la norma ISO 19.139 GML 3.2.