



**Respuestas a los requerimientos del
Oficio ASEA/UGI/DGGEERC/0914/2016
relativas al Manifiesto de Impacto
Ambiental (MIA-P) y el Estudio de Riesgo
Ambiental asociados a la ejecución del
Plan de Evaluación del Área Hokchi
(CNH-R01-L02-A2/2015)**

Septiembre 2, 2016

- a) El REGULADO deberá ingresar el original de la hoja del periódico donde se llevó a cabo la publicación del extracto del Proyecto, de conformidad con lo establecido en los artículos 34, fracción I de la LGEEPA

En el Anexo A se adjunta el periódico Tabasco Hoy de fecha 9 de julio donde se ha publicado el extracto del Proyecto Hokchi de acuerdo al marco normativo vigente.

b) El regulado deberá realizar la vinculación del Proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, (POEMyRGMyc), indicando las Unidades de Gestión Ambiental de Incidencia, así como las acciones y criterios generales y específicos aplicables. El Regulado deberá realizar la vinculación con los criterios que le sean aplicables al proyecto y señalar la manera en la cual se estará ajustando a dichas disposiciones.

El Anexo B contiene la vinculación del Proyecto con los criterios aplicables señalando las acciones a realizar para ajustarse a tales disposiciones.

c) El regulado deberá indicar respecto a la RMP Pantanos de Centla – Laguna de Términos, la forma en la que el PROYECTO aplicará medidas de mitigación y acciones tendientes a la disminución de impactos, con la finalidad de no contribuir a la problemática detectada en dicha RMP. Si bien dicha RMP no cuenta con criterios de regulación ecológica o plan de manejo ambiental, se hace necesario que el REGULADO señale la manera en la cual las actividades a realizar no impacten en mayor medida dicha RMP.

El Anexo C documenta las medidas de mitigación y acciones correspondientes orientadas a la disminución de posibles impactos en la RMP Pantanos de Centla-Laguna de Términos

d) El Regulado deberá realizar la cuantificación de todos los escenarios derivados del análisis Hazid que se ubican en las distintas zonas de riesgo de acuerdo a su matriz de riesgos (riesgo alto, medio, y bajo), con la finalidad de tener un panorama general de los riesgos identificados.

La metodología del Hazid utilizada por Hokchi Energy identifica para el proyecto de estudio 178 peligros agrupados en 32 rubros. Estos peligros fueron analizados y evaluados para los seis sistemas que conforma el proyecto que se refiere a la ejecución del Plan de Evaluación asociado al contrato de extracción de hidrocarburos bajo la modalidad de producción compartida entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos y Hokchi Energy S.A de C.V. y EyP Hidrocarburos y Servicios (CNH-R01-L02-A2/2015), que corresponde a la perforación de cuatro pozos en un periodo de 15 meses.

Estos seis sistemas son:

- *Sistema 1: Alistamiento de Jack Up*
- *Sistema 2: Movilización, instalación y desmovilización del Jack Up hacia y desde el sitio*
- *Sistema 3: Perforación (incluye la toma de registros geofísicos y núcleos de pared)*
- *Sistema 4: Ensayo de Pozo*
- *Sistema 5: Abandono de pozo*
- *Sistema 6: Riesgos Generales*

Los peligros en los distintos sistemas fueron analizados en dos fases:

- *Riesgo inicial, antes de la definición de las barreras de control del peligro*
- *Riesgo residual, luego de la implantación de las barreras de control del peligro*

Por cada sistema existen dos matrices de riesgos correspondiendo a los estadios de riesgo inicial y riesgo residual, esta última después de que se han identificado diferentes barreras de control para mitigar tales peligros. El Anexo D.1 muestra para cada sistema la evaluación de los peligros en términos de riesgo inicial, cuantificándolo, y detallando las barreras de control a implantar para cuantificar nuevamente cada peligro, y así, llegar a la matriz de riesgo residual.

Similarmente, el Anexo D.2 muestra, para cada sistema, la agregación de todos los peligros identificados con el riesgo inicial cuantificado y en la segunda matriz, la de riesgo residual, para cada sistema después de la implantación de las barreras de control. El Anexo D.3 recoge la agregación de todos los sistemas y resume el conjunto de las operaciones a realizar en términos de riesgos iniciales y riesgos residuales.

Por ejemplo, la matriz agregada de todos los sistemas en el Anexo D.3, en cuanto a riesgo inicial, muestra que:

- *En la zona de riesgo alto se presentan: 133 riesgos*
- *En la zona de riesgo medio: 230 riesgos*
- *En la zona de riesgo bajo: 20 riesgos*

Y también en ese mismo Anexo D.3, la matriz agregada de riesgos residuales después de la implantación de las barreras de control especificadas para cada peligro identificado y mostradas en el Anexo D.1, los riesgos se ubican como sigue:

- *En la zona de riesgo alto se presentan: 3 riesgos*
- *En la zona de riesgo medio: 54 riesgos*
- *En la zona de riesgo bajo: 233 riesgos*

Los tres riesgos identificados en la zona de riesgo alto, debido a su baja manejabilidad son:

- *Asalto de instalaciones en tierra (zona Dos Bocas/Paraíso)*
- *Secuestro de personas (onshore/offshore)*
- *Cambio imprevisto: huracán*

e) Esta DGGEEERC contabilizó, de acuerdo a las hojas de trabajo del análisis Hazid ingresadas por el REGULADO, un total de 176 escenarios ubicados en zonas de riesgo alto; sin embargo dichos escenarios no fueron tomadas en consideración para la realización del análisis de consecuencias. Por lo anterior, el REGULADO podría estar omitiendo escenarios de riesgos con mayor probabilidad de ocurrencia o mayor nivel de consecuencias. Por este motivo, deberá sustentar técnicamente por qué eligió únicamente dos escenarios de riesgo en los cuales se realizó el análisis de consecuencias. En base a estos resultados deberá plantear nuevas simulaciones de análisis de consecuencias

Una vez analizados los 178 peligros por los seis sistemas del proyecto, se obtuvo la matriz integrada de Riesgo Inicial, Anexo D.3, que muestra la identificación y clasificación de 133 riesgos donde la combinación de impacto y probabilidad de ocurrencia los clasifica como altos. Cabe hacer notar que en todos los riesgos, la metodología analiza las consecuencias en términos de personas, ambiente, activos e imagen, generando el valor de impacto que corresponde a la coordenada de la matriz.

Asimismo, en el contexto de nuestra industria petrolera los accidentes más frecuentes en la que se generan impactos altos o muy altos, corresponden a:

- *En personas: fatalidades múltiples*
- *En ambiente: derrames mayores a 10 mboe*
- *En imagen: afectación de áreas sensibles*
- *En instalaciones: daños entre 5,000,000 y 50,000,000 de US dollars*

Y que en muchas instancias son originadas principalmente por fugas, incendios y explosiones, seguido de emisiones de sustancias tóxicas.

Por otro lado, en el estudio de Evaluación de Riesgo Ambiental puede verificarse en las distintas matrices que identifican el Riesgo Inicial (sin la aplicación de las barreras determinadas), de los distintos sistemas, que los eventos que generan los impactos más altos son precisamente derrames, fugas, incendio y explosión.

Del mismo modo, una vez cuantificada la severidad de estos impactos, se establecen las diferentes barreras, ya sean estas preventivas o de control, para prevenir el evento potencialmente a ser originado por aquellos peligros también identificados. La aplicación de estas barreras establecidas para la operación nos lleva a la matriz integrada de Riesgo Residual, (Anexo 3), en donde solo figuran los eventos de baja manejabilidad como son asalto en instalaciones en tierra, secuestro de personas y huracanes.

Además, la guía para la presentación del Estudio de Riesgo, Modalidad Análisis de Riesgo de la SERMARNAT, entiende también como accidente de alto riesgo ambiental a una explosión, incendio, fuga o derrame súbito que resulte de un proceso en el curso de las actividades de cualquier establecimiento, así como en ductos, en los que intervengan uno o varios materiales o sustancias peligrosas y que representen un peligro grave (de manifestación inmediata o retardada, reversible o irreversible) para la población, los bienes y el ambiente. A este tipo de accidentes se les considera como accidentes mayores e incluyen los siguientes tipos:

- *Cualquier liberación de una sustancia peligrosa, en la que la cantidad total liberada sea mayor a la que se haya fijado como umbral o límite (cantidad de reporte o de control).*
- *Cualquier fuego mayor que dé lugar a la elevación de radiación térmica en el lugar o límite de la planta o instalación, que exceda de 5 kw/m² por varios segundos.*
- *Cualquier explosión de vapor o gas que pueda ocasionar ondas de sobrepresión iguales o mayores de 1 lb/pulg².*
- *Cualquier explosión de una sustancia reactiva o explosiva que pueda afectar a edificios o plantas, en la vecindad inmediata, tanto como para dañarlos o volverlos inoperantes por un tiempo.*
- *Cualquier liberación de sustancias tóxicas, en la que la cantidad liberada pueda ser suficiente para alcanzar una concentración igual o por arriba del nivel que representa un peligro inmediato para la vida o la salud humana (IDLH),*

Así, considerando este marco conceptual y habiendo identificado en las matrices de riesgo residual el impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada peligro, en cada sistema y de manera agregada (Anexos 1, 2 y 3), la consultora DNV GL fue la elegida para llevar a cabo el modelo matemático referido a fuga, incendio y explosión que son los más consecuentes aún cuando a partir de la implantación de barreras de control el riesgo residual fue disminuido, pero bajo la consideración que estos eventos precisamente son los que causan fatalidades, derrames, afectaciones y daños de consideración.

En consecuencia, la exposición al riesgo en las operaciones de Hokchi si bien ha sido disminuida por la identificación y posterior implantación de barreras de control, la operación de Hokchi es sensible a tales eventos de fugas y derrames, de probabilidad de ocurrencia media y de impacto de medio a bajo como riesgos residuales, y donde la explosión y fuego ya han sido simulados, restando ahora completar ambos casos cuando la fuga de un volumen de 37 barriles de crudo como caso más probable y un caso extremo, identificado como el peor caso, la fuga de 1,782 miles de barriles, son vertidos al mar (ver Anexo E).

Por consiguiente, los casos seleccionados reflejan las circunstancias más consecuentes en la matriz de riesgo residual en tanto que son situaciones que potencialmente dan lugar a las mayores pérdidas en valores humano, ambiental y económico, y por consiguiente la operación de Hokchi será absolutamente responsable en la implantación de las barreras de control identificadas en el Anexo D.I para cada riesgo y en cada sistema.

f) Realizar la simulación de los casos más probables y peor caso, en los cuales se produzca el derrame de producto (Aceite 28° API), con la ayuda de un simulador matemático que realice la interacción de derrame de hidrocarburo en agua y su dispersión, considerando las variables ambientales del sitio que influyan en la dispersión del producto, (corrientes marinas, velocidades del viento), y característica de la propia sustancia derramada, (densidad, viscosidad, etc.). Lo anterior permitirá tener un panorama general de las zonas de posible afectación por derrame de producto y las interacciones esperadas con los distintos componentes ambientales (inciso f de la ASEA).

El Anexo E detalla la simulación matemática realizada de dos casos de derrame de hidrocarburos, en diferentes épocas del año y bajo diferentes condiciones climáticas, indicando las zonas geográficas más probables de ser afectadas bajo estas contingencias.

g) El REGULADO deberá identificar y proponer medidas de contención y mitigación específicas para el escenario de derrame de hidrocarburos en el agua, considerando los parámetros de dispersión y las simulaciones de análisis de riesgo señaladas en el inciso anterior.

El Anexo F contiene las medidas de prevención así como las de contención específicas ante la eventualidad de un derrame de hidrocarburos en el Área Hokchi.

Como respuesta al cumplimiento de solicitud de información adicional del oficio con número ASEA/UGI/DGGEERC/0914/2016, inciso (b),

b) El regulado deberá realizar la vinculación del Proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, (POEMyRGMMyMC), indicando las Unidades de Gestión Ambiental de Incidencia, así como las acciones y criterios generales y específicos aplicables. El Regulado deberá realizar la vinculación con los criterios que le sean aplicables al proyecto y señalar la manera en la cual se estará ajustando a dichas disposiciones.

A continuación se proporciona dicha respuesta:

- **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe**

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC) es un instrumento de política ambiental nacional, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 24 de noviembre de 2012, cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Este instrumento de política identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean, así como optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

El POEMyRGMMyMC, como elemento integrador de políticas públicas permite además, dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad, como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

El Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) tiene una extensión de 995,486 km², e incluye dos componentes; el terrestre denominado Regional con una extensión de 168,462 km², y el Marino con una extensión de 827,024 km².

En la figura 1 se muestra el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) y la localización del Campo Hokchi.



Figura 1. Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial.

Fuente: Diario Oficial de la Federación 24 de noviembre de 2012.

El POEMyRGMMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental, así como con una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

El POEMyRGMMyMC define 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), determinadas por la geomorfología, edafología, ecosistemas, estado de conservación y actividades antropogénicas. Para cada UGA se construyeron los lineamientos ecológicos, las estrategias y las acciones necesarias para conservar los atributos naturales, o bien, para resolver de manera ordenada alguna de las problemáticas expuestas en la agenda ambiental.

Como se puede apreciar en la figura 2, el proyecto se localiza en la UGA número 166 de acuerdo al POEMyRGMMyMC, correspondiente a la zona Marina de Competencia Federal, a la que también le son aplicables los criterios de Zona Costera Inmediata Golfo Sur.

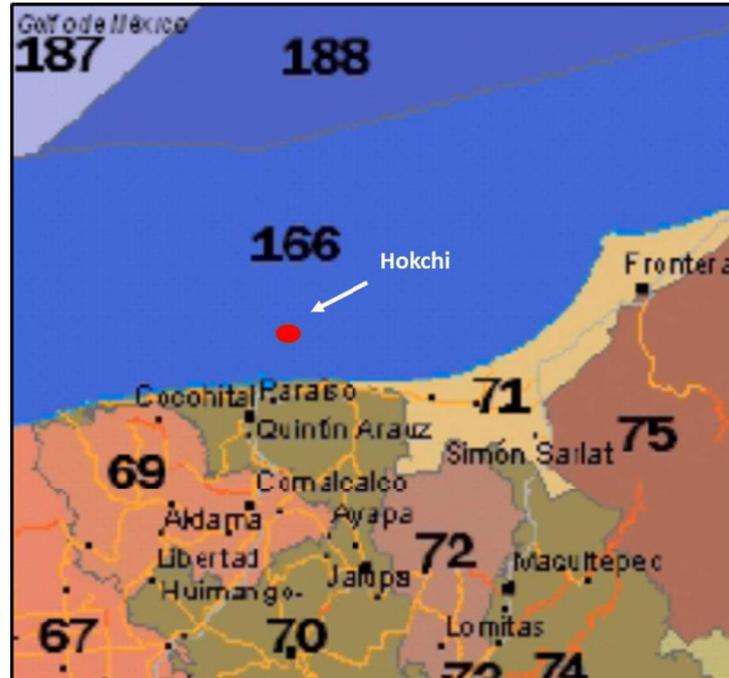


Figura 2. Unidades de gestión ambiental de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El POEMyRGMMyMC establece 65 Acciones Generales aplicables a las 203 UGAs, de las cuales, ocho son aplicables al proyecto; las restantes 57 Acciones Generales no son aplicables al proyecto debido a que se refieren a actividades no relacionadas con la extracción de hidrocarburos, tales como las actividades pesqueras, turísticas, agropecuarias, de conservación, de infraestructura y asentamientos humanos.

En el Cuadro 1 se describe la vinculación de estas ocho Acciones Generales aplicables al proyecto.

Cuadro 1. Acciones Generales aplicables al proyecto.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes	En las actividades del proyecto se generarán aguas residuales en las embarcaciones que se descargarán previo tratamiento (reduciendo la concentración de DBO y DQO) para dar cumplimiento a las disposiciones del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (Marpol 73/78). En caso de que las embarcaciones no cuenten con planta de tratamiento, las aguas residuales se almacenarán hasta su tratamiento en tierra y posterior vertimiento

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		de las mismas, de acuerdo con lo dispuesto en el convenio Marpol. Las descargas se ajustaran a las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento para Cuerpos Receptores tipo A, a la Ley Federal en Materia de Derechos de Aguas y la NOM-001-SEMARNAT-1996 que Establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Se dará capacitación sobre protección ambiental, con énfasis en especial en el cuidado de la biodiversidad marina, dirigida al personal que participe en la ejecución de los trabajos del proyecto, esta capacitación está prevista en el Procedimiento de Gestión Preparación y Respuesta a Emergencias. HOK-HSSE-PG-006. Durante el desarrollo de las actividades del proyecto se vigilará que el personal participante no realice actividades de captura, pesca, persecución, cacería, colecta y comercio ilegal de la fauna existente en la zona.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Las emisiones a la atmósfera se reducirán mediante el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de combustión de las embarcaciones, vehículos y maquinaria pesada que utilice combustibles fósiles, durante la vigencia de las etapas de instalación o construcción en las que participen.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. incluye en su Sistema de Administración de Riesgos, los Procedimientos para la ejecución de auditorías internas y externas.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. dará cumplimiento a las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. utilizará en sus procesos, en la medida de lo posible, aguas residuales tratadas.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. contribuirá a la promoción de la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales para usarlas en sus procesos.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por	Los residuos peligrosos generados durante la perforación, serán manejados conforme a



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

Asimismo, para esta UGA 166, las restantes 13 Acciones Específicas no son aplicables al proyecto debido a que se refieren a actividades no relacionadas con la extracción de hidrocarburos, tales como actividades pesqueras, turísticas, agropecuarias, de conservación, infraestructura y asentamientos humanos.

En el Cuadro 2 se describe la vinculación de las cinco Acciones Específicas aplicables al proyecto.

Cuadro 2. Acciones Específicas aplicables a la UGA 166.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación con el proyecto
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	Se dará cumplimiento a las disposiciones de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas.
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Para evitar acciones de captura, caza, persecución, colecta y tráfico de especies de fauna se instruirá y difundirá a todo el personal participante del proyecto la prohibición de realizar estas actividades, así como la colocación de letreros de restricción de arrojar basura o algún otro material al medio marino.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Las aguas residuales sanitarias generadas por las embarcaciones y plataforma autoelevable serán tratadas en una planta de tratamiento, en donde se reducirán los niveles de fosfatos, nitratos y materia orgánica, así como de grasas y aceites.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	El proyecto establecerá un estricto manejo de residuos, que incluye contenedores adecuados, segregación por tipo y acopio temporal en sitios acondicionados para tal fin, asimismo a través de un contrato integral con contratistas autorizados el transporte al puerto de Dos Bocas para su tratamiento o disposición final, en estricto apego a la normatividad vigente.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas	Las embarcaciones utilizadas en las actividades del proyecto contarán con una planta de tratamiento de aguas residuales, el agua residual podrá ser descargada al mar al cumplir con la normatividad aplicable, por otro lado los lodos serán tratados como residuos y transportados al puerto de Dos Bocas para su tratamiento o disposición final.

Como resultado de las simulaciones desarrolladas para el escenario del Peor Caso (brote del pozo en la etapa de terminación por espacio de 3.5” correspondiente al diámetro de la tubería de perforación o producción) y del escenario del Caso Más Probable (fuga de 0.5” de diámetro equivalente localizada en uniones bridadas del árbol de válvulas), se determinaron las zonas más probables de incidencia por derrame de Hidrocarburo en la porción terrestre que corresponden a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 70, la cual es de tipo Regional, ubicada en la porción terrestre denominada Cunduacán, para lo cual se aplican los criterios de Zona Costera Inmediata Golfo Sur.

En los supuestos casos de que se presentaran los derrames de hidrocarburo y no se realizaran acciones inmediatas de contención, se aplicarán las medidas de mitigación aplicables a esta UGA 70. Asimismo, a ésta le aplican las 8 Acciones Generales descritas en el Cuadro 1, así como 68 Acciones Específicas, de las cuales 16 son aplicables al proyecto.

Las restantes 52 Acciones Específicas no son aplicables al proyecto debido a que se refieren a actividades no relacionadas con la extracción de hidrocarburos, tales como las actividades pesqueras, turísticas, agropecuarias, de conservación, infraestructura y asentamientos humanos.

En el Cuadro 3 se describe la vinculación de las 16 Acciones Específicas aplicables al proyecto.

Cuadro 3. Acciones Específicas aplicables a la UGA 70.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación con el proyecto
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. realiza un manejo eficiente del agua en todos sus procesos y vigila que sus contratistas apliquen buenas prácticas para un manejo eficiente del agua.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. realiza un manejo eficiente del agua en todos sus procesos y vigila que sus contratistas apliquen buenas prácticas para un manejo eficiente del agua.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	Se dará cumplimiento a las disposiciones de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de	Para evitar acciones de captura, caza, persecución, colecta y tráfico de especies de fauna se instruirá y difundirá a todo el personal participante del proyecto la prohibición de realizar estas actividades, así como la colocación de letreros de restricción de arrojar basura o algún otro material al medio marino.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación con el proyecto
	Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Durante el proyecto se generarán emisiones de gases a la atmósfera por operación de equipos de combustión, así como descargas de aguas residuales de las embarcaciones. Las emisiones a la atmósfera se reducirán mediante el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de combustión de las embarcaciones, vehículos y maquinaria pesada que utilice combustibles fósiles, durante la vigencia de las etapas de instalación o construcción en las que participen. Las aguas residuales provenientes de las embarcaciones, se descargarán previo tratamiento para dar cumplimiento a las disposiciones del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (Marpol 73/78).
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Las aguas residuales sanitarias generadas por las embarcaciones y plataforma autoelevable serán tratadas en una planta de tratamiento, en donde se reducirán los niveles de fosfatos, nitratos y materia orgánica, así como de grasas y aceites.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. incluye en su Sistema de Administración de Riesgos, la Identificación de peligros y análisis de riesgos, Lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencias, Procedimientos para el registro, investigación y análisis de incidentes y accidentes.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Las tecnologías para el control de las emisiones de gases efecto invernadero y partículas a utilizar serán las mejores disponibles, BAT, por sus siglas en inglés, tanto las utilizadas para la exploración/explotación de petróleo y gas como para su transporte.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	El proyecto establecerá un estricto manejo de residuos, que incluye contenedores adecuados, segregación por tipo y acopio temporal en sitios acondicionados para tal fin, asimismo a través de un contrato integral con contratistas autorizados el transporte al puerto de Dos Bocas para su tratamiento o disposición final, en estricto apego a la normatividad vigente.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente	Las tecnologías para la exploración / explotación de petróleo y gas a utilizar serán

Clave	Acciones Específicas	Vinculación con el proyecto
	amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	las mejores disponibles, minimizando la generación de gases efecto invernadero y, en caso necesario, se utilizarán las mejores tecnologías disponibles para controlarlas. De esta manera se cumplirá la normatividad aplicable así como las mejores prácticas.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto no utilizará instalaciones ni infraestructura en las zonas de playas. Las únicas instalaciones de infraestructura que utilizará el proyecto se ubican en el Puerto de Dos Bocas.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. incluye en su Sistema de Administración de Riesgos, la Identificación de peligros y análisis de riesgos, Lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencias, Procedimientos para el registro, investigación y análisis de incidentes y accidentes; así como la Identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas	Las embarcaciones utilizadas en las actividades del proyecto contarán con una planta de tratamiento de aguas residuales, el agua residual podrá ser descargada al mar al cumplir con la normatividad aplicable, por otro lado los lodos serán tratados como residuos y transportados al puerto de Dos Bocas para su tratamiento o disposición final.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. dará cumplimiento a las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento; asimismo, incorpora en sus procesos las mejores prácticas y estándares internacionales, tales como las "Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del IFC-Medio ambiente: emisiones al aire y calidad del aire ambiente; conservación de la energía; Aguas residuales y calidad del agua ambiente; Conservación del agua; Manejo de materiales peligrosos; Manejo de residuos; Ruido; y suelos contaminados".
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	

Como respuesta al cumplimiento de solicitud de información adicional del oficio con número ASEA/UGI/DGGEERC/0914/2016, inciso (c),

c) El regulado deberá indicar respecto a la RMP Pantanos de Centla – Laguna de Términos, la forma en la que el PROYECTO aplicará medidas de mitigación y acciones tendientes a la disminución de impactos, con la finalidad de no contribuir a la problemática detectada en dicha RMP. Si bien dicha RMP no cuenta con criterios de regulación ecológica o plan de manejo ambiental, se hace necesario que el REGULADO señale la manera en la cual las actividades a realizar no impacten en mayor medida dicha RMP.

A continuación se proporciona dicha respuesta:

- **Región Marina Prioritaria No. 53 Pantanos Centla - Laguna de Términos.**

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha clasificado a la Región Marina Prioritaria (RMP) Pantanos Centla - Laguna de Términos en la RPM número 53 con las categorías AA (áreas que presentan alguna amenaza para la biodiversidad), AB (áreas de alta biodiversidad) y AU (áreas de uso por sectores). La RMP 53 es un polígono localizado en la Latitud. 20°02'24" a 17°48'36" y Longitud. 94°09' a 90°57', como se puede apreciar en la figura 1. Dentro de la RMP 53 Pantanos Centla - Laguna de Términos, se encuentra localizado este proyecto (Lat. N18°37'49.92" y Lon. W93°21'24").

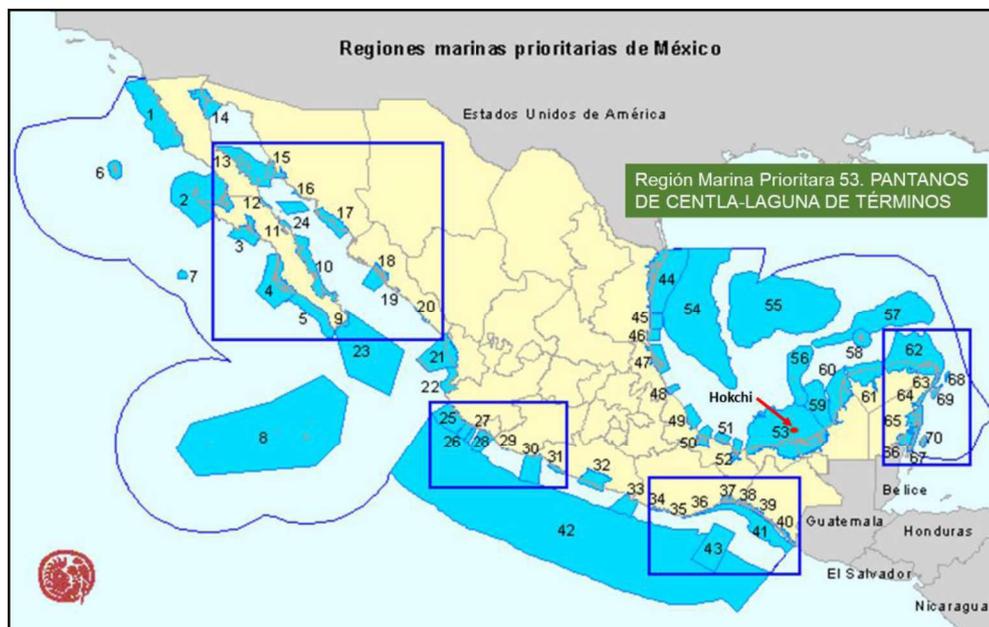


Figura 1. Regiones Marinas Prioritarias de México

Fuente: Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosemberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (Coordinadores. 1998. Regiones Marinas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

La vinculación de este proyecto con esta RMP 53 se muestra en el cuadro 1, donde se indica la forma en la que HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. aplicará medidas de mitigación y acciones tendientes a la disminución de impactos, y de esa manera no contribuir a la problemática que presenta esta RMP.

Cuadro 1. Medidas de mitigación y acciones tendientes a la disminución de impactos.

Problemática	Medida de mitigación
<p>Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables, desvío de cauces, descargas de agua dulce. Daño por embarcaciones (petroleros, pesqueros). Impactos ambientales por actividades de exploración y producción petrolera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las emisiones a la atmosfera serán mantenidas en un mínimo mediante la utilización de equipos con condiciones técnicas específicas y adecuadas para el servicio requerido, así como con la implementación y ejecución del programa de mantenimiento preventivo de los equipos de combustión tanto los de la plataforma como de las embarcaciones. Las aguas residuales de la plataforma y de las embarcaciones se descargarán, previo tratamiento, dando cumplimiento a las disposiciones del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (Marpol 73/78). Para el caso de embarcaciones que no cuenten con planta de tratamiento o no puedan cumplir con lo dispuesto, las aguas residuales se almacenarán hasta su descarga en tierra para su tratamiento, previo al vertimiento de las mismas, de acuerdo con lo dispuesto en el convenio Marpol. Adicionalmente, las descargas se ajustaran a las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento para Cuerpos Receptores tipo A, a la Ley Federal en Materia de Derechos de Aguas y la NOM-001-SEMARNAT-1996 que Establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. El proyecto no se desarrollará en tierra por lo que no modificará el entorno por tala de manglar, relleno de áreas inundables o desvío de causas y descargas de agua dulce.
<p>Contaminación por desechos sólidos, aguas residuales, petróleo, agroquímicos, fertilizantes, metales y desechos industriales. Impactos negativos al ambiente por actividades petroleras. Arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes por los campos arroceros y la deforestación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Los residuos sólidos no peligrosos son separados, clasificados y transportados para reciclaje o disposición final en tierra, solo los restos de comida son vertidos al mar, después de pasar por un proceso de trituración, donde los trozos no sobrepasen los 25 mm, para que puedan ser consumidos por la fauna marina (MARPOL 73/78). El proyecto considera que las aguas residuales se descargarán, previo tratamiento, para dar cumplimiento a las disposiciones del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (Marpol 73/78). En caso de que las embarcaciones no cuenten con planta de tratamiento o no puedan cumplir con lo dispuesto, las aguas residuales se almacenarán hasta su descarga en tierra para su tratamiento, de acuerdo con lo dispuesto en el convenio Marpol.

Problemática	Medida de mitigación
	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto cuenta con charolas de contención para la captación de derrames confinados en la propia plataforma, adicionalmente HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. considera los lineamientos que se establecen en el Plan Nacional de Contingencias para combatir Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas al Mar, plan que tiene como coordinador general a la Secretaria de Marina a través de su Dirección General de Protección al Medio Ambiente Marino e incluye la contención de hidrocarburos mediante barreras marinas auto inflables, barrera lacustre y su recuperación mecánica a través de equipos denominados “skimmers” o discos oliofólicos. El proyecto no generará contaminación por desechos agroquímicos, fertilizantes, metales y desechos industriales, arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes por los campos arroceros y la deforestación, por ser una actividad petrolera.
<p>Uso de recursos: actividad ganadera extensiva en zonas inundables de Tabasco. Presión del sector pesquero sobre el camarón blanco, almejas y ostión. Especies en peligro: pejelagarto, cacerolita <i>Limulus polyphemus</i> (merostomado) y <i>Habenaria bractecens</i> (orquídea). Tráfico de especies, pesca ilegal, arrastres y fauna de acompañamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> El personal participante en el proyecto será capacitado sobre protección ambiental, con énfasis en especial en el cuidado de la biodiversidad marina. Esta capacitación está prevista en el Procedimiento de Gestión Preparación y Respuesta a Emergencias. HOK-HSSE-PG-006. Asimismo se vigilará que el personal no realice actividades de captura, pesca, persecución, cacería, colecta y comercio ilegal de la fauna existente en la zona.

Es importante mencionar, que derivado de la naturaleza y características del proyecto, no se tendrá incidencia sobre la problemática de la RMP 53 Pantanos Centla - Laguna de Términos en:

- ✓ Especies introducidas: tilapia.
- ✓ Regulación: incumplimiento de la legislación en el área protegida de Laguna de Términos (e.g. veda, usos de suelo distintos a lo establecido en el plan de manejo). Escasa integración de política turística y pesquera entre Tabasco y Campeche.

SISTEMA 1 -Alistamiento del Jack Up

Identificación de Peligros				Analizar consecuencias				Identificar Barrera de control				Determinación de Riesgo residual				MATRIZ RIESGO residual			
Código	Peligros	Fuente	Top-Events	Consecuencias	Evaluación de Riesgos				MATRIZ RIESGO	Barreras				Riesgo residual				MATRIZ RIESGO residual	
					Personas	Ambient	Activos	Imagen		Personas	Ambient	Activos	Imagen						
02	Hilace/barcos refinados																		
02.01	Lubricante y aceite de sello	Almacén en puerto (base logística)	Derrame	Contaminación de suelo	4	2				Absorbentes, kit de derrames, capacitación, bandejas de contención	5	3							
02.01	Lubricante y aceite de sello	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	4	3				Kit de derrames, capacitación, programa de izamiento	5	4							
02.01	Lubricante y aceite de sello	Barcos	Derrame	Incendio, fatalidad	1	4	3	4	2	4	3	4	3	4					
02.01	Lubricante y aceite de sello	Almacén en puerto (base logística)	Derrame	Incendio, fatalidad	1	5	4	5	3	5	3	5	3	5					
02.02	Acetate hidráulico	Almacén en puerto (base logística)	Derrame	Contaminación de suelo	4	2				Absorbentes, kit de derrames, capacitación, bandejas de contención	5	3							
02.02	Acetate hidráulico	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	4	3				Kit de derrames, capacitación, programa de izamiento	5	4							
02.02	Acetate hidráulico	Barcos	Derrame	Incendio, fatalidad	1	4	3	4	2	4	3	4	3	4					
02.02	Acetate hidráulico	Almacén en puerto (base logística)	Derrame	Incendio, fatalidad	1	5	4	5	3	5	3	5	3	5					
02.03	Acetate combustible diesel	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	2	4				Sistema de carga (válvula break away), Procedimiento, capacitación, kit de derrames, observador permanente para carga y descarga	5	5							
02.03	Acetate combustible diesel	Barcos, Jack up	Derrame	Incendio, fatalidad	1	4	3	4	2	4	3	4	3	4					
02.05	Gasolina para helicóptero (JP1)	Base de helicópteros	Incendio	Múltiples fatalidades	1	5	3	5	3	5	3	5	3	5					
02.05	Gasolina para helicóptero (JP1)	Jack up	Incendio	Múltiples fatalidades	1	5	3	5	3	5	3	5	3	5					
05	Peligros por presión																		
05.01	Recipientes de gas bajo presión	Garras para la cocina	Fuga, fuego, explosión	Fatalidad, incendio	2	5				Garras certificadas, calificación de proveedores, instalación de gas del Jack up certificada	3	5							
05.04	Aire bajo alta presión	Compresores	Fuga de mangueras	Accidente personal	3	3				Certificaciones de las mangueras, inspecciones antes de iniciar, estingas de sujeción, capacitación	5	5							
05.04	Aire bajo alta presión	Punton de aire	Explosión	Fatalidad	2	5				Certificación del equipamiento, válvulas de seguridad	5	5							
06	Peligros asociados con diferencia de altura																		
06.01	Personal a una altura > 2 m	Múltiples	Caída	Fatalidad	2	4				Procedimientos, capacitación/certificación para trabajo en altura, cursos de emergencia en el mar, EPP, instalaciones y elementos certificados, elementos de evacuación	3	5							
06.01	Personal a una altura > 2 m	Múltiples	Caída	Heridos	3	3				Procedimientos, capacitación/certificación para trabajo en altura, cursos de emergencia en el mar, EPP, instalaciones y elementos certificados, elementos de evacuación	5	5							
06.02	Personal a una altura < 2 m	Múltiples	Caída	Heridos	3	2				Superficies antideslizantes, capacitación, EPP	5	5							

ID	Actividad	Tipo de Riesgo	Causa del Riesgo	Consecuencia	Evaluación de Impacto															
					Fatalidad	Graves	Medias	Menores	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
06.03	Equipo elevado	Múltiples	Caida de objetos	Fatalidad	2	5														
06.03	Equipo elevado	Múltiples	Heridos, daño a la instalación	Heridos, daño a la instalación	3	2														
07	Objetos bajo tensión indicada																			
07.01	Objetos bajo tensión	Cadenas, estingos	Corte	Fatalidad	1	5														
07.01	Objetos bajo tensión	Cadenas, estingos	Corte	Heridos	3	4														
07.02	Objetos bajo compresión	Barco	caída de carga	Fatalidad	2	4														
07.02	Objetos bajo compresión	Barco	caída de carga	Heridos	3	3														
07.02	Objetos bajo compresión	Contenedores	liberación de la compresión	Fatalidad	2	4														
07.02	Objetos bajo compresión	Contenedores	liberación de la compresión	Heridos	3	3														
07.03	Pérdida de estabilidad	Barco	Pérdida de estabilidad	Pérdida del barco, carga y fatality	1	4														
07.03	Pérdida de estabilidad	Jack up	Pérdida de estabilidad	Pérdida del Jack up, carga y fatality	1	4														
08	Palabras de situaciones diferentes																			
08.01	Transporte sobre el agua	Barcos	Pérdida de control	Pérdida del barco, carga y fatality	1	4														
08.02	Transporte aéreo	Helicóptero	Pérdida de control	Pérdida del helicóptero, fatality, pérdida del Jack up	1	5														
08.03	Peligro de colisión de barco contra otras embarcaciones y estructuras offshore	Barcos	Pérdida de control	Pérdida de barco, heridos y estructura, carga y fatality	1	4														
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Grúas, malacates	Pérdida de control	Fatalidad	2	4														
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Grúas, malacates	Pérdida de control	Heridos	3	4														
08.07	Transporte desde el barco hacia la plataforma offshore	Grúa y canasto de transporte	Caida de personas	Fatalidad	2	4														
08.07	Transporte desde el barco hacia la plataforma offshore	Grúa y canasto de transporte	Caida de objetos	Fatalidad	2	5														
09	Palabras Ambientales																			
09.01	Clima	Naturaleza	Cambio imprevisto, huracán	Fatalidad, pérdida de barco, daños al Jack up	1	2														
09.03	Tectónica	Naturaleza	Actividad de alguna falla geológica	Daño Jack up	1	4														
10	Superficies calientes																			

SISTEMA 2 - Movilización, instalación y desmovilización del Jack Up hacia y desde el sitio

Código	Identificación de Peligros			Análisis de consecuencias			MATRIZ RIESGO			Identificar barrera de control			MATRIZ RIESGO residual		
	Peligros	Fuente	Top-Events	Consecuencias			Evaluación de Riesgos			Barreras			Evaluación de Riesgos residual		
				Persona	Ambient	Imagen	Persona	Ambient	Imagen	Persona	Ambient	Imagen	Persona	Ambient	Imagen
02 Hidrocarburos refinados															
02.01	Lubricante y aceite de sello	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	4	3									
02.01	Lubricante y aceite de sello	Barcos	Derrame	Incendio, fatality	1	4	3	4	2	4					
02.02	Acetile hidráulico	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	4	3									
02.02	Acetile hidráulico	Barcos	Derrame	Incendio, fatality	1	4	3	4	2	4					
02.03	Acetile combustible diesel	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	2	4									
02.03	Acetile combustible diesel	Barcos, Jack up	Derrame	Incendio, fatality	1	4	3	4	2	4					
05 Peligros por presión															
05.02	Agua bajo presión en tuberías	Bombas en Jack up.	Fuga	Inundación, pérdida de tiempo operativo, heridas	5	4									
05.02	Agua bajo presión en tuberías	Bomba de agua en barco	Fuga	Inundación, pérdida de propulsión	5	3									
05.04	Aire bajo alta presión	Compresores	Fuga de mangueras	Accidente personal	3	3									
05.04	Aire bajo alta presión	Pulmón de aire	Explosión	Fatality	2	5									
06 Peligros asociados con diferencia de altura															
06.01	Personal a una altura > 2 m	Múltiples	Caida	Fatality	2	4									
06.01	Personal a una altura > 2 m	Múltiples	Caida	Heridos	3	3									
06.02	Personal a una altura < 2 m	Múltiples	Caida	Heridos	3	2									
07 Objetos bajo esfuerzo indirecto															
07.01	Objetos bajo tensión	Lineas de remolque, puntos de amarre, malacate	Corte	Fatality	2	4									
07.02	Objetos bajo compresión	Jack up	Pérdida de estabilidad	Pérdida del equipo fatality	1	3	2	3	1	3					
08 Peligros de otros actores dinámicos															
08.01	Transporte sobre el agua	Barco	Pérdida de control	Pérdida del barco, carga y fatality	1	4	2	4	2	4					
08.01	Transporte sobre el agua	Jack up	Pérdida de control	Pérdida del equipo fatality	1	3	2	3	1	3					
08.03	Peligro de colisión de barco contra otros embarcaciones y estructuras offshore	Entre barcos	Pérdida de control	Pérdida de barco, embarcaciones y estructura, carga y fatality	1	4	2	4	2	4					

SISTEMA 3 Perforación (incluye la toma de registros geofísicos y núcleos de pared)

Código	Análisis de consecuencias						MATRIZ RIESGO	Identificar barrera de control/mitigación	Determinación del Riesgo residual						MATRIZ RIESGO residual		
	Evaluación de Riesgos			Riesgo residual					Personas		Ambient		Activos			Imagen	
	I	P	IP	I	P	IP			I	P	I	P	I	P		I	P
01								Barreras									
01.02	1	3	1 3	1	3	1 3	1 3	3	4	3	4	2	4	5	4		
01.02	1	3	5 3	5	3	1 3	1 3	3	4	5	4	2	4	5	4		
02								Barreras									
02.01			4 2							5	3						
02.01			4 3							5	4						
02.01	1	4	3 4	2	4	3 4	3 4	3	5	4	5	4	5	5	5		
02.01	1	5	4 5	4	5	3 5	3 5	2	5	5	5	4	5	5	5		
02.02			4 2							5	3						
02.02			4 3							5	4						
02.02	1	4	3 4	2	4	3 4	3 4	3	5	4	5	4	5	5	5		
02.02	1	5	4 5	4	5	3 5	3 5	2	5	5	5	4	5	5	5		
02.03			2 4							5	5						
02.03	1	4	3 4	2	4	3 4	3 4	3	5	4	5	4	5	5	5		

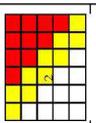
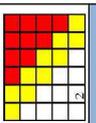
02.05	1	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5		Sistema contra incendios, control de estáticas, plan de contingencia.
02.05	1	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5		Sistema de admisión y control del Proveedor (incluye integrada helicóptero, planes de mantenimiento, competencias de pilotos, entre otros aspectos).
05	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P		Sistema contra incendios, control de estáticas, plan de contingencia.
05.01	2	5																Sistema de admisión y control del Proveedor (incluye integrada helicóptero, planes de mantenimiento, competencias de pilotos, entre otros aspectos).
05.01	2	5							4	5								Sistema de admisión y control del Proveedor (incluye integrada helicóptero, planes de mantenimiento, competencias de pilotos, entre otros aspectos).
05.02	5	4					5	4										Garrapas certificadas, calificación de proveedores, instalación de gas del Jack up certificada
05.02	3	3					5	3										Programa de mantenimiento, diseño redundante, procedimiento operativo, sistema de achique
05.02	3	3					5	3										Procedimientos operativos, capacitación/certificación, certificación de equipos, plan de inspecciones, auditorías, gestión de contrataciones, programa de mantenimiento
05.02	5	5										4	4					Certificación de BOP, Plan de inspección, programa de mantenimiento, procedimientos operativos, capacitación
05.04	3	3																Certificaciones de las mangueras, inspecciones antes de iniciar, eslingas de sujeción, capacitación.
05.04	2	5								4	5							Certificación del equipamiento, válvulas de seguridad
05.05	2	4																Procedimientos, capacitación/certificación, plan de contingencia, equipo certificado.
05.07	2	3							2	3								PLANES DE PREVENCIÓN 1. Consultar con Hokchi-1 y Hokchi-101 los datos del suelo somero sobre la identificación de problemas mayores. 2. Utilizar datos del estudio del sitio y de perforación de suelo para la elaboración de la sección, para el estudio de la estabilidad de la calicata.
05.07	2	3							2	2								PLANES DE PREVENCIÓN 1. Fijar la columna de entubación de 20" sobre la zona de gas identificada 2. Instalar la BOP 21'-1/4" 5 K (min 3K) y la cabeza de pozo. 3. Definir una especificación de los proveedores de
05.07	2	3							2	3								PLANES DE PREVENCIÓN 1. Antes de izar la BOP asegurarse de que el cemento se haya curado conforme a los estándares API, RP62 2. Utilizar una segunda barrera del espacio anular como especificación de los proveedores de la TCC. (Ver: especificaciones)
05.07	2	3							2	3								PLANES DE PREVENCIÓN 1. La profundidad total del pozo se ha reducido a fin de evitar el riesgo de ingresar en un intervalo de alta presión. La profundidad total actual del pozo es +/- 12231 pies = 3728 m 2. Considerar cualquier procedimiento de LUT/UD/biob/taoestructura.
05.07	2	3							2	3								PLANES DE PREVENCIÓN 1. Definir la sección TD (Total Depth Profundidad Total) para reducir el riesgo de ingresar en un intervalo de alta presión. La profundidad total de la sección actual es +/- 11100m. 2. Utilizar datos actualizados a partir de la investigación del sitio para

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
05.07														
	2	3	2	3										
05.08														
	4	4												
06														
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P
06.01	2	4			4	4								
06.01	3	3												
06.02	3	2												
06.03	2	5				4	5							
06.03	3	2				4	2							
06.03	2	3												
06.04	2	5												
07														
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P
07.01	1	5				3	5							
07.01	3	4												
07.01	1	3				3	3				2	3		
07.01														

PLANES DE PREVENCIÓN

- Realizar un estudio geomecánico.
- La ventana de lodo debe definirse en base a los resultados del estudio mencionado.
- Realizar capacitación, procedimientos, salud, las condiciones sobre abastecimiento.

Válvula de alivio, procedimiento, capacitación

Procedimientos, capacitación/certificación para trabajo en altura, cursos de emergencia en el mar, EPP, instalaciones y elementos certificados, elementos de evacuación

Procedimientos, capacitación/certificación para trabajo en altura, cursos de emergencia en el mar, EPP, instalaciones y elementos certificados, elementos de evacuación

Superficies antideslizantes, capacitación, EPP

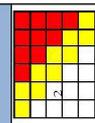
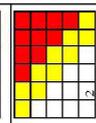
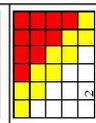
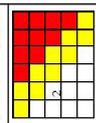
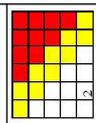
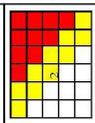
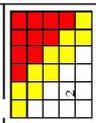
Certificación de equipo, procedimiento de izamiento de cargas (certificación de operadores y grúas), mantenimiento de las grúas y accesorios, programa de caída de objetos

Certificación de equipo, procedimiento de izamiento de cargas (certificación de operadores y grúas), programa de caída de objetos, mantenimiento de las grúas y accesorios.

PLANES DE PREVENCIÓN

- Evaluación de riesgo específico antes de la operación
- Procedimientos implementados analizados con el contratista de equipos de torre y el proveedor de cabezas de pozo.
- Actualizar de los estados de cables.

Procedimiento (Suspendir transferencia de cargas cuando hay personas bajo el agua), capacitación, jaula

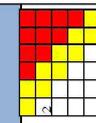
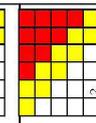
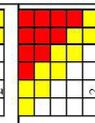
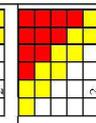








Certificación de amarres, procedimiento por meteorología, plan de contingencia, inspecciones/ auditorías

Certificación de amarres, procedimiento por meteorología, plan de contingencia, inspecciones/ auditorías

Plan de inspección, programa de mantenimiento, procedimientos, capacitación, plan de contingencia

Plan de inspección, programa de mantenimiento, procedimientos, capacitación, plan de contingencia, estrategia de pesca

Código	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) - Matriz de Impactos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
07.02	PLANES DE PREVENCIÓN 1. Instalar una plantilla submarina antes de perforar el pozo. BARRERAS DE MITIGACIÓN 1. Disponer de una ROV para guiar al BHA o a la cañería guía en el pozo.											
07.02	PLANES DE PREVENCIÓN 1. Diseño de fluido de perforación: propiedades reológicas adecuadas. Reología no demasiado elevada, control de filtrado, buena estrategia de puenteo e inhibición de shale adecuada. 2. Capacitación del personal: incluir control de estado de fluido.											
07.03	PLANES DE PREVENCIÓN 1. Realizar un análisis de esfuerzos de la cañería guía 2. Utilizar una conexión robusta, según lo definido por el análisis de esfuerzos de la cañería guía.											
07.03	BARRERAS DE MITIGACIÓN 1. Realizar un análisis de perforación del suelo para definir su resistencia. 2. Planificar que el M.L.S sea un poco más profundo que el punto de fluido.											
07.03	PLANES DE PREVENCIÓN 1. Se utilizara un sistema de cabezal de pozo convencional, con lo que se elimina el peligro. BARRERAS DE MITIGACIÓN Necesarias											
08	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
08.01	1	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
08.02	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5
08.03	1	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
08.04	2	3							4	3		
08.04	1	3							3	3		
08.04	3	1							3	1		
08.04	3	2							4	2		
08.04	3	1							4	1		
08.04	3	3							2	3		
Procedimiento operativos estándar (SOP), posicionamiento dinámico, capacitación/certificación, pronóstico del tiempo, programa de mantenimiento, sistema de comunicación, plan de contingencia.												
Procedimientos operativos (control aéreo, pronóstico del tiempo), curso para pasajeros del helicóptero, programa de mantenimiento, plan de contingencia, sistema de comunicación, certificación de la cubierta de vuelo, capacitación/certificación del señalero de cubierta, sistema contra incendios en cubierta, cumbril con.												
Sistema de alarmas de estructuras fijas (asistentes de navegación - naváids), procedimiento, zonas de navegación predefinidas, embarcaciones con sistemas de navegación, sistema de comunicación, capacitación.												
Programa de caída de objetos, plan de inspección, programa de mantenimiento, competencia y certificación, zona de exclusión												
Plan de inspección, programa de mantenimiento, certificación del equipo, zona de exclusión, procedimientos operativos, sistema de protección del equipo, capacitación												
Programa de mantenimiento, plan de inspección, bombas de back up, certificación de equipamiento, diseño de presiones, gestión de contrataciones, procedimientos operativos, capacitación, protecciones mecánicas												
Programa de mantenimiento, plan de inspección, gestión de contrataciones, certificación de equipamiento, procedimientos operativos, capacitación, protecciones mecánicas												
Programa de mantenimiento, certificación de equipamiento, gestión de contrataciones, plan de inspección, procedimientos operativos, capacitación, sistema de protección de los equipos, generador de back up.												
Programa de mantenimiento, certificación de equipamiento, gestión de contrataciones, plan de inspección, procedimientos operativos, capacitación, sistema de protección de los equipos, generador de back up, plan de contingencia												

08.04	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	3 5	3 5	2 5	5 5		Plan de contingencia, procedimientos operativos, BOP, todo de perforación, capacitación/certificación, certificación de equipos, simulacros, plan de inspecciones, auditorías, plan de respuesta a derrames, acuerdos con autoridad mexicana, información de pozos cercanos, control nealóico, antorchas, barcos, back-up, kill mud
08.04	2 3		4 3	4 3			3 4	4 4	4 4	4 4		Plan de inspección, programa de mantenimiento, certificación del equipo, zona de exclusión, procedimientos operativos, sistema de protección del equipo, capacitación
08.04	3 2		5 2				5 4	5 4				Plan de inspección, programa de mantenimiento, certificación del equipo, zona de exclusión, procedimientos operativos, sistema de protección del equipo, capacitación
08.04			3 3					3 4	3 4			PLANES DE PREVENCIÓN 1. El correamiento de contrato para DD (directional drilling) durante la perforación / MWD (measurement while drilling) medición durante la perforación / LWD (logging while drilling) perfilar durante la perforación / DIT (downhole tool) herramientas de perforación
08.04		2 3	2 3				4 3	4 3				PLANES DE PREVENCIÓN 1. Asegurarse de que la condición de pozo sea buena (sin puntos apretados, sin arrastre en tareas de sacar cañería del pozo, etc.) 2. Minimizar DLS (dog-leg severity / pata de perro) en la trayectoria del pozo
08.04		3 3	3 3				4 3	4 3				PLANES DE PREVENCIÓN 1. No realizar extracción de testigos 2. Only side-wall coring with wireline is being considered for the SOR 3. Utilizar una capacidad de extracción de testigos con buena
08.04		2 3	2 3				3 4	3 4				PLANES DE PREVENCIÓN 1. Tener una buena estimación de los tamaños de pozos abiertos (por ejemplo, perfil de calibre de perfiles LWD (logging while drilling) o wireline) 2. Alisar la ranura del espanto para los flujos de circulación de
08.04		2 3	2 3				3 4	3 4				PLANES DE PREVENCIÓN 1. Circular la limpieza del pozo antes de iniciar la tarea de cementación. 2. El tiempo de espesamiento de la lechada debe ser lo suficiente para poder disponer del cemento
08.05	3 4						5 5	5 5				EPP, procedimiento, SPT, capacitación/certificación, equipos certificados, plan de inspecciones.
08.05	1 4	4 4	2 4	4 4			3 5	4 5	4 5	5 5		EPP, procedimiento, SPT, capacitación/certificación, equipos certificados, plan de inspecciones, sistema de contingencia, sistema contra incendios
08.06	3 2						4 3	4 3				EPP, procedimientos, capacitación
08.07	2 4		4 4	4 4			3 5	3 5		5 5		Procedimientos, capacitación/certificación para trabajo en altura, cursos de emergencia en el mar, EPP, instalaciones y elementos certificados, elementos de evacuación
08.07	2 5		4 5	4 5			3 5	3 5		5 5		Certificación de equipo, procedimiento de izamiento de cargas (certificación de operadores y grúas), mantenimiento de las grúas y accesorios, programa de caída de objetos
08.08			3 2						3 4			Control direccional especial para perforación de pozos cercanos, procedimientos operativos, capacitación, control de mud logging, parámetros de perforación

04.01	Detonadores y cargas explosivas	TCP	Detonación fuera de zona	Daños al pozo, surgencia	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P
05	Peligros por presión																	
05.01	Recipientes de gas bajo presión	Separador incluyendo líneas de alta presión	Rotura	Derrame, incendio, fatalidad	2	3	2	3	2	3	4	3						
05.01	Recipientes de gas bajo presión	N2 para coiled tubing	Rotura	Fatalidad	2	4	5	4	4	4								
05.02	Agua bajo presión en tuberías	Bombas en Jack up.	Fuga	Inundación, pérdida de tiempo operativo, heridos	5	4	5	4	5	4								
05.02	Agua bajo presión en tuberías	Bomba de agua en barco	Fuga	Inundación, pérdida de propulsión	5	3	5	3	5	3								
05.02	Agua bajo presión en tuberías	Unidad de bombeo	Rotura	heridos, derrame	3	3	5	3	5	3								
05.02	Agua bajo presión en tuberías	Prueba de top packer/ integridad de cañerías	Rotura	heridos, derrame	3	3	5	3	5	3								
05.02	Agua bajo presión en tuberías	Prueba de EOP y choke manifold	falla	Pérdida de tiempo operativo			4	3										
05.04	Aire bajo alta presión	Compresores	Fuga de mangueras	Accidente personal	3	3												
05.04	Aire bajo alta presión	Pulmón de aire	Explosión	Fatalidad	2	5					4	5						
05.07	Petróleo y gas de hidrocarburo bajo presión	Pistolas de TCP	Desconexión	Heridos	3	3												
06	Peligros asociados con diferencia de altura																	
06.01	Personal a una altura > 2 m	Múltiples	Caida	Fatalidad	2	4					4	4						
06.01	Personal a una altura > 2 m	Múltiples	Caida	Heridos	3	3												
06.02	Personal a una altura < 2 m	Múltiples	Caida	Heridos	3	2												
06.03	Equipo elevado	Múltiples	Caida de objetos	Fatalidad	2	5							4	5				
06.03	Equipo elevado	Múltiples	Caida de objetos	Heridos, daño a la instalación	3	2							4	2				
06.03	Equipo elevado	Cabeza inyectora	Caida	Fatalidad, daños a la instalación	2	3					3	3	4	3				
07	Objetos bajo estiramiento indirecto																	
07.01	Objetos bajo tensión	Sarta de DST	Falla/rotura	Pérdida de equipo, pérdida de sección de pozo							3	2						

ID	Objetos bajo tensión	Sarta de DST	Falla/rotura	Pérdidas de tiempo operativo	Evaluación de riesgo									Descripción de acciones de mitigación		
					P	I	P	I	P	I	P	I	P			
07.01	Objetos bajo tensión	Sarta de DST	Falla/rotura	Pérdidas de tiempo operativo			3	3								Plan de inspección, programa de mantenimiento, capacitación, procedimiento operativo, estudio de geomecánica, programa de ingeniería, estrategia de pesca
07.01	Objetos bajo tensión	Cabeza inyectora	Caida	Fatalidad, daños a la instalación	2	3		3	3	4	3			4	4	5 4
07.01	Objetos bajo tensión	Liberación de packer	Abrisionamiento	Pérdidas de tiempo operativo				4	3							Plan de inspección, programa de mantenimiento, capacitación, procedimiento operativo, programa de ingeniería, gestión de contrataciones, diseño de completación
07.01	Objetos bajo tensión	Unidad de vitelline	Falla/rotura	Heridos, daño de equipamiento, pérdidas de tiempo operativo	3	3		4	3							Programa de mantenimiento, plan de inspección, gestión de contrataciones, certificación de equipamiento, procedimientos operativos, capacitación, protecciones mecánicas, estrategia de pesca
07.02	Objetos bajo compresión	Operación de Packer	Fuga	Pérdidas de tiempo operativo				4	3							Plan de inspección, programa de mantenimiento, capacitación, procedimiento operativo, programa de ingeniería, gestión de contrataciones, diseño de completación
08	Peligros de situaciones dinámicas															
08.01	Trasporte sobre el agua	Barcos	Pérdida de control	Pérdidas del barco, carga y fatalidad	1	4	2	4	2	4	2	4				Procedimiento operativo estándar (SOP), posicionamiento dinámico, capacitación/certificación, pronóstico del tiempo, programa de mantenimiento, sistema de comunicación, plan de contingencia
08.01	Trasporte sobre el agua	Barco de proceso de HC	Cambio meteorológico	Pérdidas de tiempo operativo				3	3							Pronóstico meteorológico, planificación de las actividades, procedimiento, capacitación, plan de contingencia
08.02	Trasporte aéreo	Helicóptero	Pérdida de control	Pérdida del helicóptero, fatalidad, pérdida del Jack up	1	5	1	5	1	5	1	5				Procedimientos operativos (control aéreo, pronóstico del tiempo, curso para pasajeros de helicóptero, programa de mantenimiento, plan de contingencia, sistema de comunicación, certificación de la tripulación de vuelo, capacitación/certificación del personal de subsistema)
08.03	Peligro de colisión de barco contra otros recipientes y estructuras offshore	Barcos	Pérdida de control	Pérdida de barco, embarricaciones, estructura, carga y fatalidad	1	4	2	4	2	4	2	4				Sistema de alarmas de estructuras fijas (resistentes de navegación - AIS), procedimientos zonales de navegación presdefinidos, embarcaciones con sistemas de navegación, sistema de comunicación, capacitación
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Top drive	Caida de objetos	Fatalidad	2	3					4	3				Programa de caída de objetos, plan de inspección, programa de mantenimiento, competencia y certificación, zona de exclusión
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Top drive	Falla/rotura	Pérdidas de sección del pozo, fatality, daño al equipo	1	3		3	3	3	3					Plan de inspección, programa de mantenimiento, certificación del equipo, zona de exclusión, procedimientos operativos, sistema de protección del equipo, capacitación
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Bombas de lodo	Falla/rotura	Heridos, daño de equipamiento, pérdidas de sección del pozo	3	1		3	1							Programa de mantenimiento, plan de inspección, bombas de back up, certificación de equipamiento, diseño de protecciones, gestión de contrataciones, procedimientos operativos, capacitación, protecciones mecánicas
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Equipo de control de sólidos	Falla/rotura	Heridos, daño de equipamiento	3	2		4	2							Programa de mantenimiento, plan de inspección, gestión de contrataciones, certificación de equipamiento, procedimientos operativos, capacitación, protecciones mecánicas
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Generadores	Falla/rotura/	Pérdidas de la sección de pozo, heridos	3	1		4	1							Programa de mantenimiento, certificación de equipamiento, gestión de contrataciones, plan de inspección, procedimientos operativos, capacitación, sistema de protección de los equipos, generador de back up
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Generadores	Black out	Pérdida de la sección de pozo, heridos	3	3		2	3							Programa de mantenimiento, certificación de equipamiento, gestión de contrataciones, plan de inspección, procedimientos operativos, capacitación, zona de exclusión, procedimientos operativos, sistema de protección de los equipos, generador de back up
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Acumulador de BOP	Blow out	Fatalidad, explosión, contaminación agua, pérdida del Jack up	1	3	1	3	1	3	1	3				Plan de inspección, procedimientos operativos, BOP, tests de perforación, certificación/certificación de equipos, simulacros, plan de inspecciones, auditorías, plan de respuesta a emergencias, acuerdos con autoridad mexicana, información de pozos cercanos, control aerodinámico, anclajes, barcos, back up, drill room, I.F.E.
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Sistema de levantamiento de tubulares	Pérdida de control	Fatalidad, daño al equipamiento	2	3		4	3	4	3					Plan de inspección, programa de mantenimiento, certificación del equipo, zona de exclusión, procedimientos operativos, sistema de protección del equipo, capacitación
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Llaves de apriete automática	Falla/rotura	Heridos, daños a la instalación	3	2		5	2							Plan de inspección, programa de mantenimiento, certificación del equipo, zona de exclusión, procedimientos operativos, sistema de protección del equipo, capacitación
08.04	Equipo con movimiento o partes rodantes	Equipo de called tubing	Falla/rotura	Heridos, daño de equipamiento	3	3		4	3							Programa de mantenimiento, plan de inspección, gestión de contrataciones, certificación de equipamiento, procedimientos operativos, capacitación, protecciones mecánicas

16.02	Radiación infrarroja	Antorcha	radiación	Heridas, daño a la instalación	3 3	4 3	4 4	5 4	4 4	4 4	5 4	4 4	5 4	Eficiencia del separador, cortina de agua, diseño de la antorcha, pronóstico meteorológico, procedimiento, capacitación, gestión de contrataciones	
18	Radiación ionizante - Fuente cerrada														
18.01	Rayos Alpha, beta, gamma, neutrón - Fuente cerrada	LWD	Aprisionamiento en tubería	Pérdida de sección de pozo	3 4	3 4	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	Viajes de calibre, limpieza de pozo, procedimientos operativos, capacitación/certificación, estrategia de pesca, plan de contingencia	
18.01	Rayos Alpha, beta, gamma, neutrón - Fuente cerrada	Perforaje	Pérdida de control	Exposición a las personas	2 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	Seguridad física de los contenedores de la fuente, capacitación, procedimientos, señalización	
18.01	Rayos Alpha, beta, gamma, neutrón - Fuente cerrada	Wireline	Aprisionamiento en tubería	Pérdida de sección de pozo	3 3	3 3	3 3	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	Viajes de calibre, limpieza de pozo, procedimientos operativos, capacitación/certificación, estrategia de pesca, plan de contingencia	
19	ASTORIA														
19.01	Atmósfera con insuficiencia de oxígeno	Acondicionamiento de tanques de almacenamiento	Intoxicación, asfixia	Fatalidad	2 4	4 4	4 4	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	Procedimiento espacio confinado, SPT, capacitación/certificación, equipos certificados, plan de rescate, sistema de ventilación	
19.03	Ahogamiento	Múltiple	Caída al agua	Fatalidad	2 4	4 4	4 4	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	Plan de contingencia, EPP, dispositivos salvavidas, capacitación	
19.06	Humo	Antorcha	Cambio en la dirección del viento	Intoxicación	3 3	3 3	3 3	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	Estudio de vientos predominantes, diseño del Jack up, cortinas de agua, pronóstico meteorológico, planificación de actividades, procedimientos, capacitación	
20	Gas tóxico														
20.01	H2S	Yacimiento	Exposición	Fatalidad	1 2	3 2	3 2	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	EPP, sensores, alarmas, procedimiento, plan de contingencia, simuladores, equipo de cascada, capacitación/certificación, programa de perforación, programa de lodo	
20.02	Gases de escape - combustión	Salida de máquinas del barco y Jack up	Fuga	Intoxicación	5 4	5 4	5 4	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	Detectores de humo, sistemas de extracción, programa de mantenimiento, lay out por meteorología	
20.03	SO2	Antorcha de quemado	Surgenia	Intoxicación	3 4	3 4	3 4	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	Diseño de la antorcha, procedimientos, EPP, capacitación, pronóstico meteorológico, 2 antorchas	
20.04	Benceno	Petróleo	Exposición	Enfermedad profesional	2 4	2 4	2 4	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	Programa de control de personal expuesto (orina), programa de muestreo de petróleo	
20.06	Humos de soldadura	Soldadura	Exposición	Enfermedad profesional	3 4	3 4	3 4	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	Sistema de ventilación, sistema de extracción, procedimiento, EPP, capacitación	
21	Líquidos tóxicos														
21.05	Salmuera	Fluido de terminación	Contacto	Heridas	3 3	3 3	3 3	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	Procedimientos, EPP, capacitación, MSDS	
21.13	Aditivos de lodo líquido	Aditivos	Exposición, derrame	Contaminación y lesiones a la persona	3 1	5 1	5 1	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	MSDS (hojas de seguridad de los productos químicos), EPP, procedimientos, capacitación, zona de almacenamiento y colectores, kit de derrames, plan de contingencia	
21.17	Aceites usados	Motores	Derrames	Contaminación, incendio, fatigabilidad	2 4	4 4	4 4	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	Zona de almacenamiento, kit de derrames, procedimiento, capacitación, evacuación periódica a on shore, sistema contra incendios, sistema de detección	
22	Sólidos tóxicos														
22.01	Asbestos	Aislamientos térmicos	Rotura, desintegración	Asbestosis	1 5	3 5	3 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	Gestión de contrataciones, inspecciones/auditorías	

Sistema: 5 - Abandono

Identificación de Peligros													Analizar consecuencias						Identificar barrera de control						Determinación de riesgo residual					
Código	Peligros	Fuente	Top-Events	Consecuencias	Evaluación de Riesgos			Imagen	MATRIZ RIESGO	Barreras			Imagen	Riesgo residual			Imagen	MATRIZ RIESGO residual												
					Personas	Ambiente	Activos			Personas	Ambiente	Activos		Personas	Ambiente	Activos														
Hidrocarburos																														
01	Petróleo bajo presión	Yacimiento	Blow out	Fatalidad, explosión, contaminación agua, pérdida del Jack up	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	3 4	3 4	2 4	5 4														
01.06	Gas de hidrocarburo	Yacimiento	Falla de inyección cemento	Fatalidad, explosión, contaminación agua, pérdida del Jack up	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	3 4	3 4	2 4	5 4														
01.07	Petróleo a baja presión	Yacimiento	Fuga derrame	Contaminación, incendio	2 4	3 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	2 5	3 5	4 5	4 5	4 5														
Hidrocarburos refinados																														
02	Lubricante y aceite de sello	Almacén en puerto (base logística)	Derrame	Contaminación de suelo	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	5 3	5 3	5 3	5 3															
02.01	Lubricante y aceite de sello	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	5 4	5 4	5 4	5 4															
02.01	Lubricante y aceite de sello	Barcos	Derrame	Incendio, fatalidad	1 4	3 4	2 4	3 4	3 4	3 4	3 5	3 5	4 5	4 5	4 5	5 5														
02.01	Lubricante y aceite de sello	Almacén en puerto (base logística)	Derrame	Incendio, fatalidad	1 5	4 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5														
02.02	Acete hidráulico	Almacén en puerto (base logística)	Derrame	Contaminación de suelo	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	5 3	5 3	5 3	5 3															
02.02	Acete hidráulico	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	5 4	5 4	5 4	5 4															
02.02	Acete hidráulico	Barcos	Derrame	Incendio, fatalidad	1 4	3 4	2 4	3 4	3 4	3 4	3 5	3 5	4 5	4 5	4 5	5 5														
02.02	Acete hidráulico	Almacén en puerto (base logística)	Derrame	Incendio, fatalidad	1 5	4 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5														
02.03	Acete combustible diesel	Barcos, Jack up	Derrame	Contaminación de agua	2 4	2 4	2 4	2 4	2 4	2 4	2 4	5 5	5 5	5 5	5 5															
02.03	Acete combustible diesel	Barcos, Jack up	Derrame	Incendio, fatalidad	1 4	3 4	2 4	3 4	3 4	3 4	3 5	3 5	4 5	4 5	4 5	5 5														
02.05	Gasolina para helicóptero (JP1)	Base de helicópteros	Incendio	Múltiples fatalidades	1 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5														
02.05	Gasolina para helicóptero (JP1)	Jack up	Incendio	Múltiples fatalidades	1 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5														
Peligros por presión																														
05	Agua bajo presión en tuberías	Bombao de inyección de cemento	Falta de integridad del inyección	Blow out	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	3 4	3 4	2 4	5 4															
05.04	Aire bajo alta presión	Compresores	Fuga de mangueras	Accidente personal	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	5 5	5 5	5 5	5 5															

Código	Descripción	Estructura	Elemento	Causa de objetos	Falibilidad	Severidad	Frecuencia	Impacto	Control	Procedimiento	Medida de prevención	Indicadores
06.04	Equipo con movimiento o partes rotantes	Template (plancha)	herramientas	Caida de objetos	Falibilidad	2 5	1 1	1 1	1 1	Procedimiento (Suspender transferencia de cargas cuando hay personas bajo el agua), capacitación, Jala	4 5	
06.04	Daño al MLS durante tapon y abandono de pozo	herramientas	herramientas	Falladura	Daños materiales, pérdida tiempo operativo	2 3	2 3	1 1	1 1	PLANES DE PREVENCIÓN 1. Utilizar MLS con perfil de relación dedicado 2. Utilizar tapon con válvula de verificación de presión 3. Realizar limpieza adecuada de MLS antes de la instalación de tapones de TA	3 4	
06.04	Columnas de entubación cementadas 30° y 20° sobre sistema de suspensión del pozo en el lecho marino (Riludine Suspension system)	herramientas	herramientas	Falladura	Daños materiales, pérdida tiempo operativo	3 3	3 3	1 1	1 1	PLANES DE PREVENCIÓN 1. Después de la tarea de cementación del revestimiento de 20°, abrir los puertos de circulación de 20° para limpiar el cemento por encima del MLS (incluye suspensión). 2. Utilizar cables de acero certificados de camallo para cables en PLANES DE PREVENCIÓN	3 4	
06.04	Problemas en la instalación de tapones del TA (Top Assembly - conjunto superior)	herramientas	herramientas	Falladura	Daños materiales, pérdida tiempo operativo	3 3	3 3	1 1	1 1	1. Utilizar tapones para TA (Temporary/Abandoned well) desplegados con tubería de perforador (OP Drill Pipe) 2. Limpiar los perfiles en el MLS antes de bajar los tapones 3. Utilizar un constructor en caños guía de 30°	2 4	
06.05	Uso de herramientas manuales peligrosas - corte o amolado	Anciladoras, oxcorte	Anciladoras, oxcorte	Daños a la persona	Heridas	3 4	1 1	1 1	1 1	EPP, procedimiento, SPT, capacitación/certificación, equipos certificados, plan de inspecciones.	5 5	
06.05	Uso de herramientas manuales peligrosas - corte o amolado	Anciladoras, oxcorte	Anciladoras, oxcorte	Pérdida de control	Incendio	1 4	4 4	2 4	4 4	EPP, procedimiento, SPT, capacitación/certificación, equipos certificados, plan de inspecciones, plan de contingencia, sistema contra incendios	3 5	4 5
06.06	Uso de cuchillos, machetes y otros objetos afilados	Elemento contorneados	Elemento contorneados	Pérdida de control	Heridas	3 2	1 1	1 1	1 1	EPP, procedimientos, capacitación	4 3	
06.07	Transporte desde el barco hacia la plataforma offshore	Grúa y canasto de transporte	Grúa y canasto de transporte	Caida de objetos	Falibilidad	2 5	4 5	4 5	4 5	Certificación de equipo, procedimiento de izamiento de cargas, procedimientos de izamiento de las grúas y accesorios, programa de caída de objetos	3 5	5 5
09	Peligros Ambientales											
09.01	Clima	Naturaleza	Naturaleza	Huracán	Pérdida de sección de pozo	3 3	3 3	1 1	1 1	Plan de contingencia (ej. vientos), Programa de aseguramiento de pozo, pronóstico meteorológico.	5 3	
09.02	Estado de los mares	Naturaleza	Naturaleza	Marejada	Interrupción de la operación	3 3	3 3	1 1	1 1	Planeamiento de los manifiestos, programa de pozo, pronóstico meteorológico	5 3	
09.02	Estado de los mares	Naturaleza	Naturaleza	Falle del conductor	Derrames, daño del equipamiento	3 3	3 3	3 3	3 3	Análisis dinámico y elementos finitos del conductor, gestión de contrataciones	3 5	3 5
10	Superficies calientes											
10.01	Equipos y tuberías de proceso con temperaturas entre 150°C y 60°C	Fluidos de producción	Fluidos de producción	Contacto	Heridas	4 1	1 1	1 1	1 1	EPP, aislamientos térmicos, procedimientos, capacitación, señalización	5 3	
10.03	Sistemas de escape de turbinas y motores	Sala de máquina de barco	Sala de máquina de barco	Quemaduras	Heridas	3 3	3 3	1 1	1 1	Capacitación, identificación y aislamiento de superficies calientes, EPP, procedimiento operativos, programa de mantenimiento	5 4	
14	Llamar abierta											
14.03	Antorcha	Yacimiento	Yacimiento	Surgencia	Heridas	3 4	1 1	1 1	1 1	Entendido psicoeléctrico programa de mantenimiento, plan de inspección, procedimiento, capacitación,	5 4	
15	Electricidad											
15.01	Voltaje > 50 V a 440 V en cables y equipos	Sistema de generación	Sistema de generación	Descarga eléctrica	Falibilidad	2 4	4 4	1 1	1 1	Programa de mantenimiento, capacitación, procedimientos, instalación eléctrica certificada, detectores de humo, sistema contra incendio, plan de contingencia, EPP, equipo eléctrico apto para zona clasificada	4 5	5 6
15.01	Voltaje > 50 V a 440 V en cables y equipos	Sistema de generación	Sistema de generación	Descarga eléctrica	Heridas	3 4	3 4	1 1	1 1	Programa de mantenimiento, capacitación, procedimientos, instalación eléctrica certificada, detectores de humo, sistema contra incendio, plan de contingencia, EPP, equipo eléctrico apto para zona clasificada	5 5	
15.01	Voltaje > 50 V a 440 V en cables y equipos	Sistema de generación	Sistema de generación	Descarga eléctrica	Incendio	1 5	5 5	4 5	4 5	Programa de mantenimiento, capacitación, procedimientos, instalación eléctrica certificada, detectores de humo, sistema contra incendio, plan de contingencia, EPP	3 5	5 5
15.03	Voltaje > 440 V	Bomba de todo	Bomba de todo	Descarga eléctrica	Falibilidad	2 4	4 4	1 1	1 1	Programa de mantenimiento, capacitación, procedimientos, instalación eléctrica certificada, detectores de humo, sistema contra incendio, plan de contingencia, EPP, equipo eléctrico apto para zona clasificada, certificación para trabajos con tensión mayor a 440V	4 5	5 5

22.11	Lechada de cemento	Sistema de bombeo de concreto	Fuga	Derrame contaminación	4 3	4 3	4 3	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4
22.14	Barro base acelle	Fondo de tanque	Rotura de sistema de tanques	derrame contaminación contacto	3 3	2 3	2 3	2 3	2 4	5 4	2 4	4 4	2 4	2 4

26.06	Presión de los pares	Personal	conflictos	Lesión	3 2	3 1	2 5	2 4	2 3	2 2	2 1	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	3 3	
27	Uso de recursos humanos y de seguridad																	
27.01	Abordaje/Asalto de Jack Up/vessel support	Delincuentes en barcos piratas en la zona del Golfo	abordaje y asalto con armas de fuego	Robo mayor de dinero/bienes, Fatalidad	2 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5	2 5	2 5
27.02	Asalto de instalaciones en tierra (zona Dos Bocas/Paraiso)	Delincuentes	asalto con armas de fuego	Robo mayor de dinero/bienes, Fatalidad	2 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	4 2	2 3	2 3
27.03	Secuestro de personas (onshore/offshore)	Delincuencia común/ Crimen organizado	Secuestro	Fatalidad, Pago de rescate	2 3	5 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	2 3	2 3
27.04	Sabotaje (onshore)	Delincuencia común/ Crimen organizado	uso de explosivos	Fatalidad, Daños materiales en instalaciones,	2 3	5 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	2 3	2 3
27.05	Sabotaje (offshore)	Delincuencia común/ Crimen organizado	uso de explosivos	Fatalidad, Daños materiales en instalaciones,	2 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	2 4	2 4
27.06	Disturbios, vandalismo, malevolencia, manifestaciones (onshore)	Organizaciones sociales/ manifestantes	Bloqueo de acceso, Disturbios	Daños materiales a instalaciones, Afectación actividad	4 3	4 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	4 4	4 4
27.07	Disturbios, vandalismo, malevolencia, manifestaciones (offshore)	Organizaciones sociales/ manifestantes	Bloqueo de acceso, Disturbios	Daños materiales a instalaciones, Afectación actividad	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4
27.08	Robo, hurto (onshore)	Delincuencia común	Asalto con armas de fuego	Robo de dinero/bienes, Fatalidad	2 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	2 4	2 4
28	Uso de recursos naturales																	
28.01	Agua	Agua dulce		Consumo		5 1											5 3	
28.01	Agua	Agua dulce	Descarga	Contaminación del agua		4 1											4 3	
28.02	Aire	Motors	Emisión	Contaminación del aire		4 1											4 4	
28.06	Lecho marino	Múltiples	Perturbación	Cambio de lecho marino		4 3											4 4	
29	Médicos																	
29.01	Incapacidad médica	Tareas críticas	Dificultad para realizar la tarea	Fatalidad	2 3												3 4	
29.02	Cinetosis - trastorno por movimiento del barco	Barcos/Jack up	Movimiento	Malestar	4 2												5 5	
29.03	Disponibilidad de servicio médico	Atención médica	Lesionado/enfermedad	Fatalidad	2 2												4 4	
31	Aparejamiento																	
31.01	Fuego /Explosión	Múltiples		Incendio, fatalidad	1 4	3 4	2 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 5	4 5
31.02	Daño mecánico	Explosión	Proyección de objetos	Fatalidad, derrame	1 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	3 5	4 5

31.03	Buceo	Entorno marino	Pérdida de control	Fatalidad	2 4		Procedimientos, capacitación/certificación, plan de contingencia, equipo certificado.	4 4	
32 Herencia cultural									
32.01	Disturbios culturales	Personal	conflictos	Lesión	5 3		Código de convivencia, liderazgo en supervisión, gestión e contrataciones	5 5	
32.03	Daño a la mujeres y las minorías	Personal	conflictos	Lesión	4 4		Adecuación de instalaciones, código de convivencia, gestión de contrataciones	5 5	

Personas	Ambiente		Instalaciones	IMPACTO				
	magnitud derrame afectación imagen	aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje		daño directo e indirecto	1	2	3	4
on site / off site				muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo
> 1 FAT	> 10m BOE (1590m3) > 1m BOE área sensible > 100 TEq	remediable lapso > 10 años	> 50.000.000 u\$s	1	2	3	4	5
1 FAT	cobertura internacional > 1m BOE (159 m3) > 100 BOE área sensible >/ 10 TEq	remediable lapso < 10 años con obras ingeniería	5.000.000 - 50.000.000 u\$s	2	3	4	5	6
DAFWC	cobertura regional > 100 BOE (15,9 m3) > 10 BOE área sensible > 1 TEq	remediable lapso < 10 años c/tecnol. propia/obras sencillas	500.000 - 5.000.000 u\$s	3	4	5	6	7
MTC - RWC	cobertura nacional cerreame contención 2rta < 100 BOE (15,9 m3)	remedición < 1 año asist sencilla	50.000 - 500.000 u\$s	4	5	6	7	8
FAC	cobertura local >1 día cerreame contención 1rta < 1 BOE (0,159 m3) cobertura local 1 día	no afecta	o - 50.000 u\$s	5	6	7	8	9

6	5	4	3	2	1
12	10	8	6	4	2
18	15	12	9	6	3
24	20	16	12	8	4
30	25	20	15	10	5

10-5 10-4 10-3 10-2 10-1 1 10

PROBABILIDAD					
6	5	4	3	2	1
muy baja	muy baja	baja	media	alta	muy alta
Muy improbable que ocurra en la industria	Improbable que ocurra aquí o en cualquier otro lugar	Improbable que ocurra aquí pero puede ocurrir en instalaciones similares	Posibilidad que ocurra en la vida de la instalación	Posibilidad que se repita el evento en la vida de la instalación	Ocurrencia común en esta instalación

REFERENCIAS	
Riesgo ALTO: establecer plan de acción inmediato para reducir el riesgo	
Riesgo MEDIO: zona ALARP. Necesidad monitorear para asegurar	
Riesgo BAJO: tolerable	
LOPA TMEL: Línea objetivo de eventos mitigados	
IR	

Workflow

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

Risk Matrices in the spreadsheet are taken from ADR Matriz de Riesgos

Use this tool for open Brain Storming with a team of knowledgeable persons

Select the Hazard Category (categories are per ISO 17776)

Then select the sub-category (sub-categories are per ISO 17776)

You can add new categories and/or subcategories as needed

Identify the Hazard

List the Source (for each new source make a separate line and continue numbering: 20.01.01, then 20.01.02, etc.: see the example under 20.01 H2S)

List the Top Event (event when control or containment is lost; ie: Release; Spill); in case of difficulty naming the Top Event call it: "loss of control"

List the potential Consequences that may be generated by the Top Event (ie. Loss of control over the hazard)

Assess the risk for each of the risk categories: Personas, Activos, Ambiente, Imagen. This is the Inherent risk before any barriers are in place.

Enter Impact first abbreviation "im" followed by the number; then enter the probability as letter "p" followed by the number; example: im3p5

List the preventive barriers for each top event by their nature: engineering are hardware barriers; administrative are procedural barriers (including training). Prevention is to prevent the Top Event from occurring

List the preventive barriers for each top event by their nature: engineering are hardware barriers; administrative are procedural barriers (including training). Prevention is to prevent the Top Event from occurring

List the preventive barriers for each top event by their nature: engineering are hardware barriers; administrative are procedural barriers (including training). Prevention is to prevent the Top Event from occurring

List the preventive barriers for each top event by their nature: engineering are hardware barriers; administrative are procedural barriers (including training). Prevention is to prevent the Top Event from occurring

PROYECTO HOKCHI

MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID

SISTEMA: 1 -Alistamiento del Jack Up - Riesgo Actual

RIESGO INICIAL: mapa de escenarios de riesgo

1 M alto	6	02.01 02.02 02.05 07.01 08.02 15.01 22.01	5	02.01 02.02 07.03 08.01 08.03 09.03 15.05 02.03 08.01	4	15.04	3	09.01	2	1
2 alto	12	05.01 05.04 06.03 08.07	10	02.03 06.01 07.02 08.04 08.07 15.01 19.01 19.03	8	06.02 15.04	6	06.03	4	2
3 medio	18	15	15	07.01 08.04 15.01	12	05.04 07.02 10.03 06.01 15.04	9	06.03	6	3
4 bajo	24	20	20	16	12	02.01 02.02 22.10	12	02.01 02.02 22.03 22.13	8	4
5 M bajo	30	25	25	20	20	20.02	15	10	10	5
IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta	PROBABILIDAD			

PROYECTO HOKCHI

MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID

SISTEMA: 1 -Alistamiento del Jack Up - Riesgo Residual

RIESGO RESIDUAL mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta	
5 M bajo	30 22.13 22.10 22.03 22.01 22.01 22.03 19.01 15.01 09.03 20.02 19.01 15.04 19.03 02.01 10.03 15.04 02.02 22.03 02.02 07.03 07.02 07.01 06.03 06.02 06.01 05.04 02.03	25 22.10 22.03 22.01 22.01 22.03 19.01 15.01 09.03 02.01 10.03 15.04 19.03 02.01 02.02	20 08.04 15.01	16 02.01 02.02	15 02.01 02.02	10 09.01	5
4 bajo	24 08.04 15.01	20	16	12	8	4	
3 medio	18 15.05 15.01 08.07 08.04 08.03 08.01 07.02 06.03 06.01 05.01 02.03 02.02 02.01	15 08.03 08.01 07.02 06.03 06.01 05.01 02.03 02.02 02.01	12	9	6	3	
2 alto	12 07.01 07.02 08.02 07.02	10	8	6	4	2	
1 M alto	6 07.03	5	4	3	2	1	

Cambio imprevisto, huracán

PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI

MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID

SISTEMA: 2 -Movilización, instalación y desmovilización del Jack Up hacia y desde el Sitio - Riesgo Actual

RIESGO INICIAL: mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
1 M alto	6 22.01 15.01	5 02.01 02.02 02.03 08.01 08.03 08.05 09.03 15.05 22.08	4 07.02 08.01 09.01 09.02 15.04	3 08.01 09.01 09.02	2	1
2 alto	12 05.04	10 02.03 06.01 07.01 08.07 15.01 19.03 08.04	8 15.04	6	4	2
3 medio	18	15 08.05 15.01 20.06	12 05.04 10.03 15.04 22.03	9 06.01 06.02	6	3
4 bajo	24	20	16 02.01 02.02 22.13	12	8	4
5 M bajo	30	25 05.02 20.02	20 05.02	15	10	5

PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI

MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID

SISTEMA: 2 -Movilización, instalación y desmovilización del Jack Up hacia y desde el Sitio - Riesgo Residual

RIESGO RESIDUAL mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
5 M bajo	30 22.13 20.06 08.05 05.02 22.08 20.02 06.02 02.03 22.01 20.01 06.01 05.04	25 22.03 15.01 09.03 05.04 22.01 15.05 02.02	20 02.01 05.02 10.03 15.04 15.05 02.02	15 02.01 02.02 02.03 06.01 08.07 08.01 08.04 08.05 22.08 08.01	10 07.01	5
4 bajo	24 19.03 15.01	20	16 09.01	12	8	4
3 medio	18 02.01 02.02 02.03 06.01 08.07 08.01 08.04 08.05 22.08 08.01 15.01 15.05	15	12	9	6	3
2 alto	12	10	8	6	4	2
1 M alto	6 09.02 08.01 07.02	5	4	3	2	1

PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI

MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID

SISTEMA: 3 - Perforación (incluye Perfilaje) - Riesgo Actual

RIESGO INICIAL: mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
1 M alto	6 02.01 02.02 02.05 07.01 08.02 15.01	5 02.01 02.02 02.03 08.01 08.03 08.05 15.05 07.02	4 01.02 08.04 15.04 07.02 07.01	3 20.01	2	1
2 alto	12 05.01 05.04 06.03 06.04 08.07 18.01	10 02.03 05.05 07.02 08.07 15.01 15.03 19.01 19.03 21.17 06.01	8 31.02 22.14 22.08 08.08 08.04 07.03 07.01 06.03 05.07 07.02 15.04	6	4	2
3 medio	18	15 07.01 08.05 14.03 15.01 18.01 20.03 20.06	12 05.04 06.01 07.01 07.02 08.04 09.01 09.02 10.03 15.04 18.01 20.09 21.1C 21.13 05.02	9	6 23.04 22.05 20.01 06.02 06.03 07.02 08.04 08.06	3 08.04 21.13
4 bajo	24	20 05.02	16	12 02.01 02.02 05.02 07.02 22.03 22.13 22.11 22.10	8 02.01 02.02 07.02 22.13	4 10.01
5 M bajo	30	25 05.02 20.02	20	15	10	5

PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI
 MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID
 SISTEMA: 3 -Perforación (incluye Perfilaje) - Riesgo Residual

RIESGO RESIDUAL mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta	
5 M bajo	30 02.03 05.02 05.04 05.08 07.01 06.01 06.02 06.03 07.01 07.02 08.05 15.01 20.03 20.06 22.03 22.13 20.02 19.01	25 02.03 05.02 05.04 05.08 07.01 06.01 06.02 06.03 07.01 07.02 08.05 15.01 20.03 20.06 22.03 22.13 20.02 19.01	20 02.01 02.02 02.02 10.03 14.03 15.04 19.03 22.05 02.01 05.02 08.04 15.04 19.03 19.03 19.03 19.03 22.05	15 02.01 09.01 10.01 02.02 02.01 09.02 09.02	10 02.01 09.01 10.01 02.02 02.01 09.02 09.02	5 02.01 09.01 10.01 02.02 02.01 09.02 09.02	
4 bajo	24 06.04 07.02 15.01 15.03 15.03 15.04 18.01 21.10 05.02 08.04 15.04 19.03 19.03 19.03 22.08	20 06.04 07.02 15.01 15.03 15.03 15.04 18.01 21.10 05.02 08.04 15.04 19.03 19.03 19.03 22.08	16 05.02 08.04 15.04 19.03 19.03 19.03 22.08 05.02 08.04 15.04 19.03 19.03 19.03 22.08	12 05.07 07.02 08.04 08.06 05.07 07.02 08.04 08.06 05.07 07.02 08.04 08.06	8 05.07 07.02 07.03 22.14 05.07 07.02 07.03 22.14	4 05.07 07.02 07.03 22.14 05.07 07.02 07.03 22.14	1 05.07 07.02 07.03 22.14 05.07 07.02 07.03 22.14
3 medio	18 02.01 02.02 02.03 05.01 05.01 05.02 08.04 08.05 08.07 09.02 15.01 15.05 23.04 06.01 06.03 07.02 08.01 08.03 20.09 18.01	15 02.01 02.02 02.03 05.01 05.01 05.02 08.04 08.05 08.07 09.02 15.01 15.05 23.04 06.01 06.03 07.02 08.01 08.03 20.09 18.01	12 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01	9 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01	6 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01	4 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01	3 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01 01.02 05.07 06.03 07.02 08.04 08.08 09.01 18.01
2 alto	12 07.02 08.02 07.01 07.02 07.03 21.17 15.04 08.04	10 07.02 07.03 21.17 15.04 08.04	8 07.02 07.03 21.17 15.04 08.04	6 07.02 07.03 21.17 15.04 08.04	4 07.02 07.03 21.17 15.04 08.04	2 07.02 07.03 21.17 15.04 08.04	1 07.02 07.03 21.17 15.04 08.04
1 M alto	6 02.05	5 02.05	4 02.05	3 02.05	2 02.05	1 02.05	

PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI
 MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID
 SISTEMA: 4 - Ensayo del pozo - Riesgo Actual

RIESGO INICIAL: mapa de escenarios de riesgo

1 M alto	6 02.01 02.02 02.05 08.02 15.01 22.01	4 02.01 02.02 02.03 08.01 08.03 08.05 15.05	3 01.01 01.06 04.01 08.04 15.04	2	1
2 alto	10 05.04	8 01.07 02.03 05.01 06.01 08.04 18.01 19.01 19.03 20.04	6 05.01 06.03 08.04 07.01 15.04	4	2
3 medio	18	12 08.05 15.01 18.01 20.03 20.06 21.17	9 04.01 05.02 05.04 05.07 06.01 07.01 08.01 09.01 09.02 12.01 14.03 16.02 19.06 21.05 15.04	6 06.02 07.01 08.04 20.01 08.04 21.13	3
4 bajo	24	20 06.03 18.01	12 02.01 02.02 07.02	8 02.01 02.02	4 10.04
5 M bajo	30	25	15	10	5
IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	3 media	2 alta	1 muy alta
	PROBABILIDAD				

PROYECTO HOKCHI

MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID

SISTEMA:4 - Ensayo del pozo - Riesgo Residual

RIESGO RESIDUAL mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
1 M alto	6	5	4	3	2	1
2 alto	12 01.01 01.06 07.01 08.04 18.01 08.02	10 01.07 08.04 21.17	8	6	4	2
3 medio	18 04.01 05.02 05.07 06.01 06.03 08.04 08.05 09.02 18.01 20.04	15 08.04	12	9	6	3
4 bajo	24 08.04 18.01 21.05	20 05.01 05.02 07.01 07.02 08.01 08.03 08.04 08.05 14.03 15.04 15.05 16.02 21.13	16 08.04 20.01	12	8	4
5 M bajo	30 02.03 05.01 05.02 05.04 06.01 06.02 06.03 08.05 12.01 15.01 15.03 19.03 20.02 20.03 20.06 22.01	25 02.01 02.02 06.03 07.01 08.04 19.06	20 02.01 02.02 02.03 09.02 10.01 09.01 15.01 19.01	15	10	5

PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI
 MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID
 SISTEMA: 5 - Abandono - Riesgo Actual

RIESGO INICIAL: mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
1 M alto	6 02.02 02.05 07.01 08.02 15.01 22.01	5 02.02 02.03 07.01 07.02 08.01 08.03 08.05 15.05	4 02.02 02.03 07.01 07.02 08.01 08.03 08.05 15.05	3 01.01 01.06 05.02 07.02 08.04 15.04	2 20.01	1
2 alto	12 05.04 06.03 06.04 08.04 08.07 21.17	10 02.01 02.03 05.05 06.01 07.01 14.03 15.01 15.03 19.01 19.03	8 02.01 02.03 05.05 06.01 07.01 14.03 15.01 15.03 19.01 19.03	6 07.01 07.02 08.04 15.04	4 08.04 08.06	2
3 medio	18	15 08.05 20.03 20.06	12 02.02 05.07 06.01 07.01 07.02 08.04 09.01 09.02 10.03 15.04 21.05 21.10 22.14	9 02.02 05.07 06.01 07.01 07.02 08.04 09.01 09.02 10.03 15.04 21.05 21.10 22.14	6 06.02 06.03 07.02 08.04	3 08.04 10.01 21.03 21.11
4 bajo	24	20 07.02	16	12 02.01 05.04 22.08	8 01.07 02.02	4 02.01
5 M bajo	30	25	20	15 22.11	10 22.03	5 02.01

PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI
 MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID
 SISTEMA: 5 - Abandono - Riesgo Residual

RIESGO RESIDUAL mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
5 M bajo	30 07.02 15.01 02.03 05.04 05.05 06.01 06.02 06.03 07.01 07.02 08.05 15.01 15.03 19.01 20.03 20.06 22.01 22.03	25 02.03 05.04 05.05 06.01 06.02 06.03 07.01 07.02 08.05 15.01 15.03 19.01 20.03 20.06 22.01 22.03	20 06.03 06.04 07.01 08.04 07.02 08.04 09.02 21.03 21.03 21.11 22.11 02.02 07.02 08.04 10.03 10.03 14.03 15.04 19.03	15 02.01 02.02 10.01 02.01 02.02 10.01	10 20.01 22.14	5
4 bajo	24 07.01	20 06.03 06.04 07.01 08.04 07.02 08.04 09.02 21.03 21.03 21.11 22.11	16 07.02 08.04 09.02 21.03 21.03 21.11 22.11	12 08.04	8 20.01 22.14	4
3 medio	18 02.01 20.02 02.03 05.07 07.02 08.01 08.03 08.04 08.05 08.07 09.01 09.02 15.05	15 02.01 20.02 02.03 05.07 07.02 08.01 08.03 08.04 08.05 08.07 09.01 09.02 15.05	12 05.02 07.02 08.04 08.06	9	6	3
2 alto	12 08.02	10 01.07 08.04 15.04 21.17	8 01.01 01.06 08.04	6	4	2
1 M alto	6 02.05	5	4	3	2	1

PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI
 MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID
 SISTEMA:6 - Riesgos generales - Riesgo Actual

RIESGO INICIAL: mapa de escenarios de riesgo

IMPACTO	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
5 M bajo	30	25	20	15	10	5
4 bajo	24	20	16	12	8	4
3 medio	18	15	12	9	6	3
2 alto	12	10	6	4	2	1
1 M alto	6	5	4	3	2	1

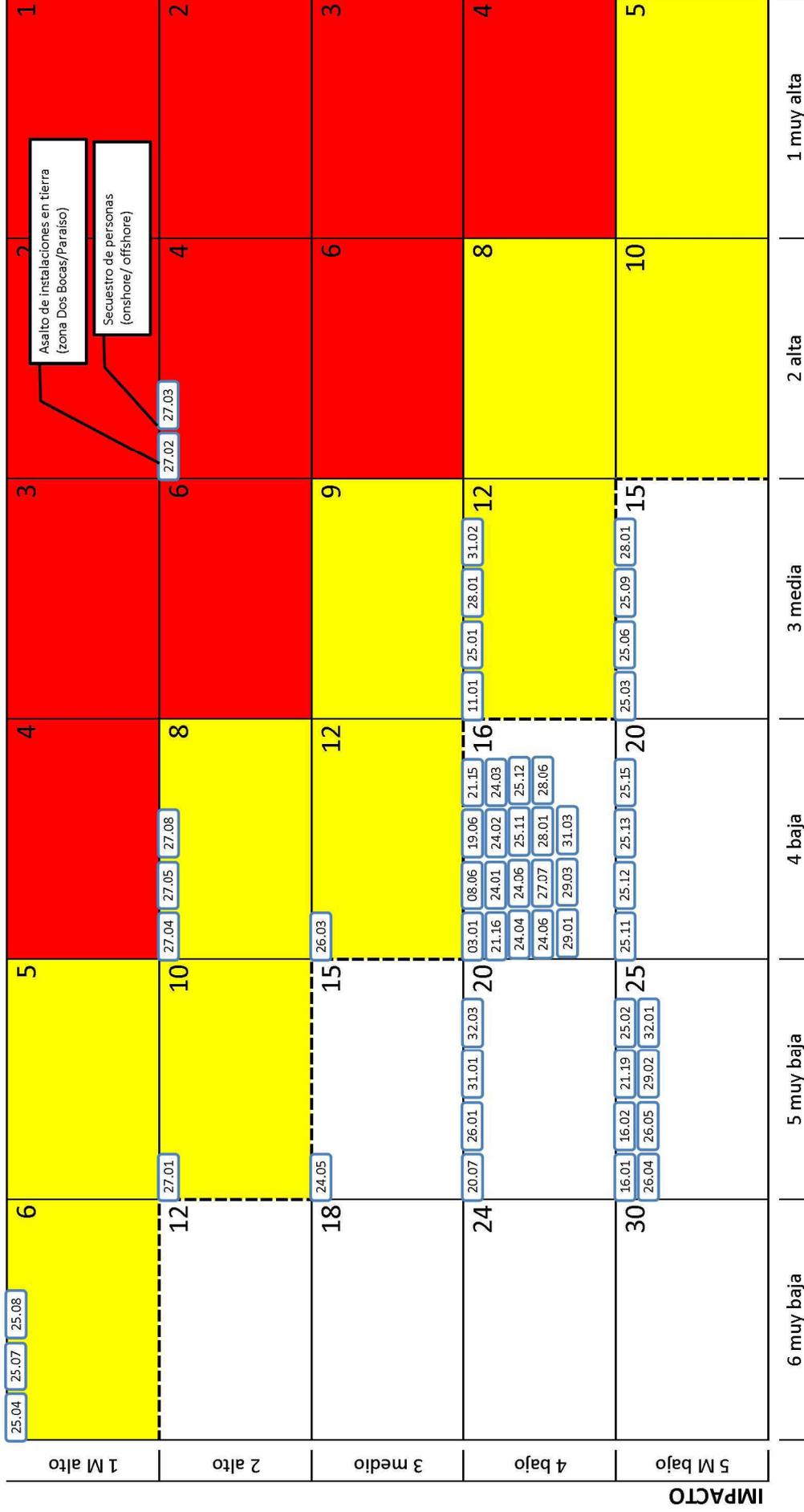
PROBABILIDAD	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
1	25.07	31.01, 31.02	20.07, 24.05, 26.04, 26.05, 27.05, 31.03	24.06, 27.03, 27.04, 27.08	26.06, 27.02	
2	27.01		24.03, 25.13, 26.11	16.02, 19.06, 24.01, 24.04, 25.02, 25.03, 26.03	24.05, 24.06, 25.04, 26.06, 25.11	25.01
3				08.06, 11.01, 16.01, 25.09, 25.12, 27.06, 28.06, 29.01, 32.01	25.08, 25.11, 25.15, 29.02, 29.03	28.02
4						
5						28.01

PROYECTO HOKCHI

MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID

SISTEMA:6 - Riesgos generales - Riesgo Residual

RIESGO RESIDUAL mapa de escenarios de riesgo



PROBABILIDAD

PROYECTO HOKCHI

MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID

SISTEMA: Matriz consolidada (sistemas 1 a 6)

RIESGO INICIAL: cada esfera representa la cantidad de escenarios de riesgo identificados en los 6 sistemas

IMPACTO	PROBABILIDAD					
	6 muy baja	5 muy baja	4 baja	3 media	2 alta	1 muy alta
1 M alto	6 01	5 27	4 43	3 22	2 02	1
2 alto	12	10 19	8 50	6 26	4 04	2
3 medio	18	15	12 25	9 59	6 23	3 09
4 bajo	24	20 02	16 11	12 29	8 17	4 04
5 M bajo	30	25	20 05	15 02	10 01	5 02

**PROYECTO HOKCHI
MATRIZ DE RIESGOS - ESTUDIO HAZID**

SISTEMA: Matriz consolidada (sistemas 1 a 6)

RIESGO RESIDUAL: cada esfera representa la cantidad de escenarios de riesgo identificados en los 6 sistemas

IMPACTO	1 M alto	2 alto	3 medio	4 bajo	5 M bajo	6 muy baja	PROBABILIDAD
1	1	2	3	4	5	6	1 muy alta
2	4	4	6	8	10	12	2 alta
3	6	6	9	12	15	18	3 media
4	8	8	12	16	20	24	4 baja
5	10	10	15	20	25	30	5 muy baja

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

PROBABILIDAD	1 muy alta	2 alta	3 media	4 baja	5 muy baja
1	01	03	08	38	18
2	02	01	01	06	10
3	01	01	06	06	10
4					
5					

Asalto de instalaciones en tierra (zona Dos Bocas/Paraiso)

Secuestro de personas (onshore/offshore)

Cambio imprevisto, huracán



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

Servicios Técnicos Profesionales del IMP a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi: Simulación de Derrames.

Elaborado por:
Dr. Victor Rosales Sierra
M. en C. Jorge Silva Ballesteros

Aprobó
M. en C. Dulce María Brito Flores
Jefe de Proyecto

Correo electrónico protegido artículo 116 de la LGTAIP y artículo 113 fracción I de la LFTAIP

01 de septiembre de 2016

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	6
2	ALCANCES.....	7
3	DESARROLLO.....	8
3.1	Resumen Ejecutivo.....	9
3.2	Simulaciones de derrames accidentales en el campo Hokchi.....	11
3.2.1	Modelo de Mesoescala.....	11
3.2.2	Modelo Regional.....	16
3.2.2.1	Análisis de la información oceanográfica y atmosférica.....	17
3.2.2.2	Selección de los escenarios de simulación.....	18
3.2.3	Simulación de derrames.....	25
3.2.4	Resumen de resultados de las simulaciones.....	45
4	CONCLUSIONES.....	47
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE BASES DE DATOS.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Localización del campo HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V.</i>	8
<i>Figura 3.2.1.a Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de febrero.</i>	12
<i>Figura 3.2.1.b Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 1 de febrero.</i>	13
<i>Figura 3.2.1.c Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 2 de febrero.</i>	13
<i>Figura 3.2.1.d Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 3 de febrero.</i>	14
<i>Figura 3.2.1.e Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 4 de febrero.</i>	14
<i>Figura 3.2.1.f Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 5 de febrero.</i>	15
<i>Figura 3.2.1.g Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 6 de febrero.</i>	15
<i>Figura 3.2.2.1.a. Mapa de la batimetría de la zona cercana al campo Hokchi.</i>	17
<i>Figura 3.2.2.1.b. Velocidades de corrientes en la zona de influencia cercana al campo Hokchi.</i>	18
<i>Figura 3.2.2.2.a (1) Rosa de velocidades de corrientes en época de secas. Los círculos concéntricos representan la probabilidad en %. Las barras representan la acumulación de las probabilidades de cada uno de los rangos de velocidad (diferentes colores).</i>	20
<i>Figura 3.2.2.2. a (2) Rosa de velocidades de viento en época de secas. Los círculos concéntricos representan la probabilidad en %. Las barras representan la acumulación de las probabilidades de cada uno de los rangos de velocidad (diferentes colores).</i>	21
<i>Figura 3.2.2.2.b. 1 Rosa de velocidades de corrientes en época de lluvias.</i>	22
<i>Figura 3.2.2.2.b. 2 Rosa de velocidades de viento en época de lluvias.</i>	22
<i>Figura 3.2.2.2.c.1 Rosa de velocidades de corrientes en época de nortes.</i>	23
<i>Figura 3.2.2.2.c.2. Rosa de velocidades de viento en época de nortes.</i>	24
<i>Figura 3.2.3.a.1 Simulación de la trayectoria del derrame en época de secas escenario reinante, después de 42 horas.</i>	27
<i>Figura 3.2.3.a.2. Simulación de la trayectoria del derrame en época de secas escenario reinante, después de 72 horas.</i>	28
<i>Figura 3.2.3.a.3.Evolución físico-química del derrame en época de secas escenario reinante Peor Caso.</i>	29
<i>Figura 3.2.3.a.4.Evolución físico-química del derrame en época de secas escenario reinante Caso Más Probable.</i>	29
<i>3.2.3.b.1 Simulación de la trayectoria del derrame en época de secas escenario dominante, después de 20 horas.</i>	30
<i>3.2.3.b.2 Simulación de la trayectoria del derrame en época de secas escenario dominante, después de 48 horas.</i>	31
<i>Figura 3.2.3.b.3 Evolución físico-química del derrame en época de secas escenario dominante Peor Caso.</i>	32
<i>3.2.3.b.4 Evolución físico-química del derrame en época de secas escenario dominante Caso Más Probable.</i>	32
<i>Figura 3.2.3.c.1 Simulación de la trayectoria del derrame en época de lluvias escenario reinante, después de 72 hrs.</i>	33
<i>Figura 3.2.3.c.2 Simulación de la trayectoria del derrame en época de lluvias escenario reinante, después de 120 hrs.</i>	34

<i>Figura 3.2.3.c.3 Evolución físico-química del derrame en época de lluvias escenario reinante Peor Caso.</i>	35
<i>Figura 3.2.3.c.4 Evolución físico-química del derrame en época de lluvias escenario reinante Caso Más Probable.</i>	35
<i>Figura 3.2.3.d.1 Simulación de la trayectoria del derrame en época de lluvias escenario dominante, después de 20 horas.</i>	36
<i>Figura 3.2.3.d.2 Simulación de la trayectoria del derrame en época de lluvias escenario dominante, después de 48 horas.</i>	37
<i>Figura 3.2.3.d.3 Evolución físico-química del derrame en época de lluvias escenario dominante Peor Caso.</i>	38
<i>Figura 3.2.3.d.4 Evolución físico-química del derrame en época de lluvias escenario dominante Caso Más Probable.</i>	38
<i>Figura 3.2.3.e.1. Simulación de la trayectoria del derrame en época de Nortes escenario reinante, después de 36 hrs.</i>	39
<i>Figura 3.2.3.e.2. Simulación de la trayectoria del derrame en época de Nortes escenario reinante, después de 72 hrs.</i>	40
<i>Figura 3.2.3.e.3. Evolución físico-química del derrame en época de Nortes escenario reinante Peor Caso.</i>	41
<i>Figura 3.2.3.e.4. Evolución físico-química del derrame en época de Nortes escenario reinante Caso Más Probable.</i>	41
<i>Figura 3.2.3.f.1. Simulación de la trayectoria del derrame en época de nortes escenario dominante, después de 12 horas.</i>	42
<i>Figura 3.2.3.f.2. Simulación de la trayectoria del derrame en época de Nortes escenario dominante, después de 24 horas.</i>	43
<i>Figura 3.2.3.f.3. Evolución físico-química del derrame en época de Nortes escenario dominante Peor Caso.</i>	44
<i>Figura 3.2.3.f.4. Evolución físico-química del derrame en época de Nortes escenario dominante Caso Más Probable.</i>	44



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Cuadro 3-0</i> Coordenadas del polígono HOKCHI ENERGY, S.A. DE C. V. _____	9
<i>Cuadro 3-1</i> Escenarios de simulación _____	19
<i>Cuadro 3-2</i> Resumen de condiciones oceanográficas y atmosféricas seleccionadas para las simulaciones del derrame. _____	24
<i>Cuadro 3-3</i> de viscosidad cinemática _____	25
<i>Cuadro 3-4</i> de cortes de destilación _____	26
<i>Cuadro 3-5</i> tiempos de arribo a tierra del derrame para ambos casos: Peor Caso y Caso Más Probable	45
<i>Cuadro 3-6</i> Peor Caso. Hidrocarburo Isthmus de 28° API con un volumen derramado de 250,727kg (1781.53 B) en un tiempo de 631 seg. _____	46
<i>Cuadro 3-7</i> Caso Más Probable. Hidrocarburo Isthmus de 28° API con un volumen derramado de 5,252 kg (37.32 B) en un tiempo de 631 seg. _____	46



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

1 INTRODUCCIÓN.

El 25 de agosto de 2016 la compañía HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V. informó al Instituto Mexicano del Petróleo la necesidad de documentar respuestas a la solicitud de información requerida por la ASEA, principalmente en el rubro de:

Realizar la simulación de los casos más probables y peor caso, en los cuales se produzca el derrame de producto (Aceite 28° API), con la ayuda de un simulador matemático que realice la interacción de derrame de hidrocarburo en agua y su dispersión, considerando las variables ambientales del sitio que influyan en la dispersión del producto, (corrientes marinas, velocidades del viento), y característica de la propia sustancia derramada, (densidad, viscosidad, etc.). Lo anterior permitirá tener un panorama general de las zonas de posible afectación por derrame de producto y las interacciones esperadas con los distintos componentes ambientales (inciso f de la ASEA).



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

2 ALCANCES.

Realizar la simulación de los dos casos identificados como más probable y peor caso, donde las magnitudes del derrame identifican cada caso, modelando la interacción del derrame con el agua y su dispersión, bajo diferentes condiciones climáticas para determinar la dispersión del hidrocarburo derramado.

3 DESARROLLO.

En este capítulo se describen de manera detallada las actividades mencionadas en el alcance. En la figura 1 y 2 se ubica el campo HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V.

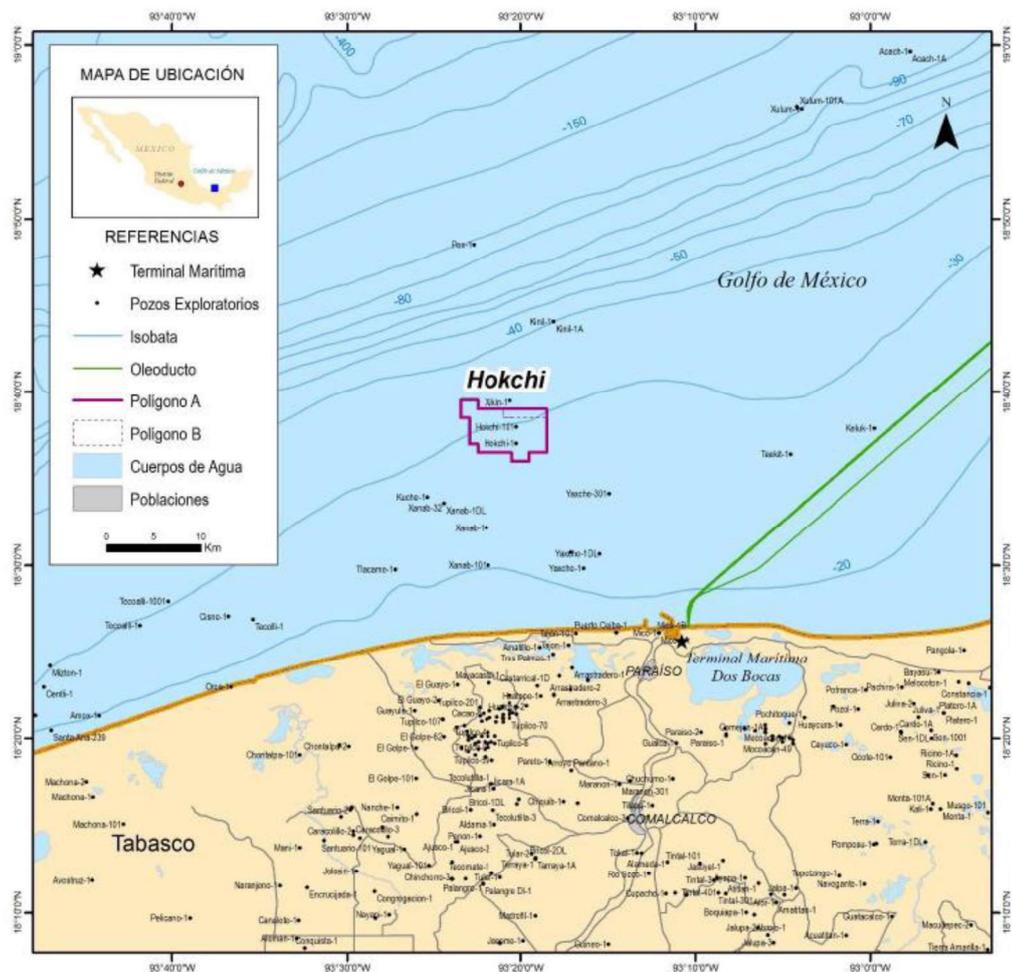
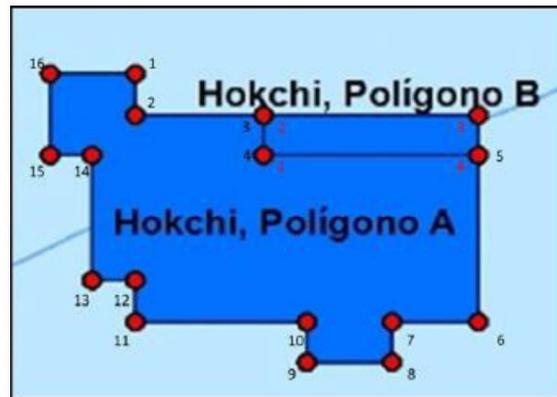


Figura 1 Localización del campo HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V.

Cuadro 3-0 Coordenadas del polígono HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V.

Coordenadas protegidas artículo 113 fracción I de la LGTAIP y artículo 110 fracción I de la LFTAIP



3.1 Resumen Ejecutivo

- Simulaciones numéricas de derrames de petróleo:

Se realizaron 12 escenarios de simulación que cubren las tres épocas de año (secas, lluvias y nortes); para cada época se seleccionaron 2 escenarios uno reinante (corrientes marinas y vientos más probables climatológicamente) y el otro es el dominante (corrientes marinas más probables y vientos más intensos climatológicamente).

- Para cada escenario se simularon dos casos de derrame denominados:

Peor Caso. Hidrocarburo Isthmus de 28° API con un volumen derramado de 250,727 kg (1781.53 B) en un tiempo de 631 seg.

Caso más Probable. Fuga de 0.5". Hidrocarburo Isthmus de 28° API con un volumen derramado de 5,252 kg (37.32 B) en un tiempo de 631 seg.

- Resultados de las trayectorias (lugar de impacto) escenarios climáticos reinante para los dos casos de derrame:

Considerando las tres épocas del año, se tiene que los escenarios reinantes (más probables climatológicamente) podrían impactar el Sistema de Lagunas Carmen y Machona y con menos probabilidad al Río Tonalá debido a que tanto las corrientes como los vientos tienen una dirección de propagación al suroeste. En estos escenarios los tiempos de arribo son de 35 horas o más.

- Resultados de las trayectorias (lugar de impacto) de los escenarios climáticos dominantes para los dos casos de derrame:

Para los escenarios dominantes (más intensos) se observa que el derrame podría impactar la Barra de Tupilco debido a que los vientos más intensos provienen del norte con intensidades más importantes (hasta 15m/s). De los 3 escenarios, el escenario de nortes presenta el tiempo de arribo mínimo (9 horas), por lo que éste se tendrá que considerar como el más importante para las estrategias de mitigación.

- Resultados de los volúmenes de derrame estudiados (cuanto llega).

Para el **Peor Caso** (250,727 kg o 1,781.53 B,) se observa que si no se aplican medidas de mitigación, llegarían a tierra un mínimo de 44% (110,920 kg,) y un máximo de 59% (147,928 kg,) del volumen derramado.

Con respecto al **Caso Más Probable** (5,252 kg, o 37.32 B) se observa que si no se aplican medidas de mitigación, llegaría a tierra un mínimo de 37% (1,943 kg) y un máximo de 57% (2,993 kg) del volumen derramado.

3.2 Simulaciones de derrames accidentales en el campo Hokchi

De acuerdo al requerimiento solicitado por HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V., dos casos de derrame “Peor Caso” de 250,727 kg (1,781.53 B) y el “Caso Más Probable” de 5,252 kg (37.32 B) están siendo considerados

- **Peor Caso.** Manifestación (brote) del pozo en la etapa de terminación (T.R.7”) por espacio de 3.5” correspondiente al diámetro de la tubería de perforación o producción.
- **Caso Más Probable.** Fuga de aceite por orificio de 0.5” de diámetro equivalente localizado en uniones bridadas del árbol de válvulas.

En este contexto de predecir la evolución en el espacio y tiempo de estos casos, el IMP ha implementado varios modelos para simulación de derrames entre los que se encuentran: Modelo de Mesoescala, el cual muestra los campos vectoriales del Golfo de México; y el Modelo Regional, mismo que es tridimensional con refinamiento en la zona costera, con los detalles de los cuerpos de agua como estuarios y lagunas costeras y descargas de ríos, dicho modelo ha sido validado con datos de campo en 2011 para Dos Bocas y en 2016 en la zona somera del Golfo de México por el IMP.

Los resultados de corrientes marinas del Modelo Regional, es la entrada de las herramienta GNOME (General NOAA Operational Modeling Environment) de la Agencia Oceanográfica y Atmosférica Estadounidense y ADIOS2 (Automated Data Inquiry for Oil Spills).

En las dos siguientes secciones se presentan los resultados de ambas modelaciones:

3.2.1 Modelo de Mesoescala

En esta sección se presentan los resultados de la determinación de patrones de circulación oceánica durante periodos específicos, los resultados de la simulación de circulación oceánica del Golfo de México desarrollados con el modelo numérico HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model) de coordenadas híbridas en la vertical (coordenadas z , coordenadas sigma y coordenadas isopícnicas). Los datos disponibles del modelo HYCOM, en el dominio del Golfo de México para una resolución de $1/25^\circ$ (conocida como GOMI0.04), cuenta con una serie de simulaciones para diferentes periodos, en estos casos se emplearon los datos que pertenecen al experimento “31.0” del modelo que cubre el periodo de abril del 2009 al 31 de Julio del 2014, el cual utiliza un método de asimilación de datos variacional tridimensional (3D-Var). La asimilación se efectúa de las observaciones de altimetría de satélite disponibles (obtenidas del Centro de Fusión de Datos de Altimetría NAVOCEANO, por sus siglas en inglés), datos de salinidad y temperatura superficial (SST) del mar medidos in situ, así como perfiles verticales in situ de temperatura y salinidad obtenidos de batitermómetros prescindibles (XBTs), flotadores ARGO y boyas ancladas.

El objetivo fundamental de este análisis es determinar los patrones de la circulación oceánica a nivel del Golfo de México (Mesoescala). Posteriormente introducir las corrientes en el Modelo Regional detallado para simular los derrames considerando los dos casos, referidos con anterioridad, a) Peor Caso con un derrame de hidrocarburo de 250,727 kg (1,781.53 B) y b) Caso más probable fuga de 0.5" CMP por derrame de hidrocarburo de 5,252.44 kg (37.32 B).

Como ejemplo de los resultados obtenidos, en el modelo de Mesoescala, en la figura 3.2.1.a se muestra la localización del sitio Hokchi en el campo vectorial de corrientes marinas el 1 de febrero, y en las figuras 3.2.1.b a la 3.2.1.e se muestran detalles de las corrientes marinas durante seis días de dicho mes, en el sur del Golfo de México.

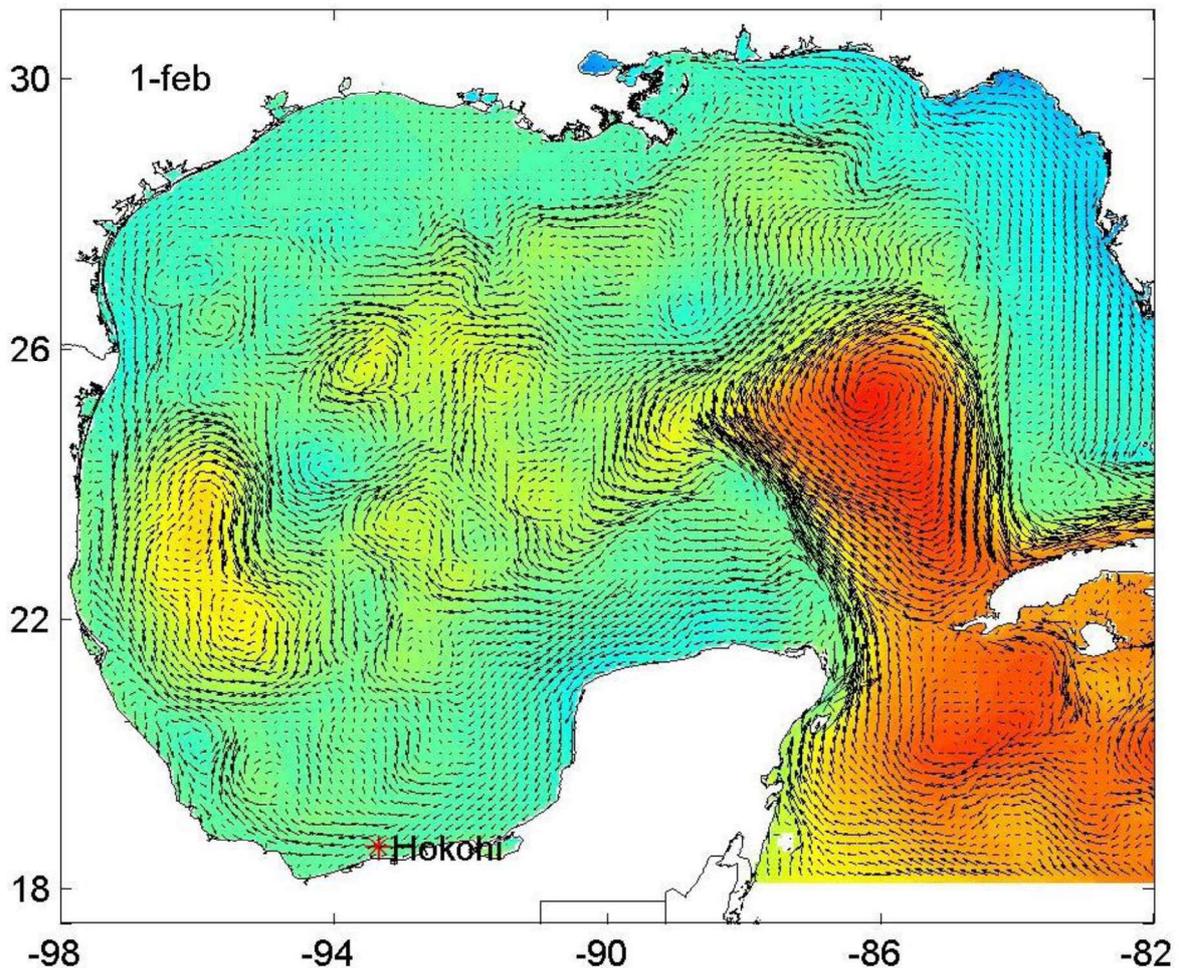


Figura 3.2.1.a Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

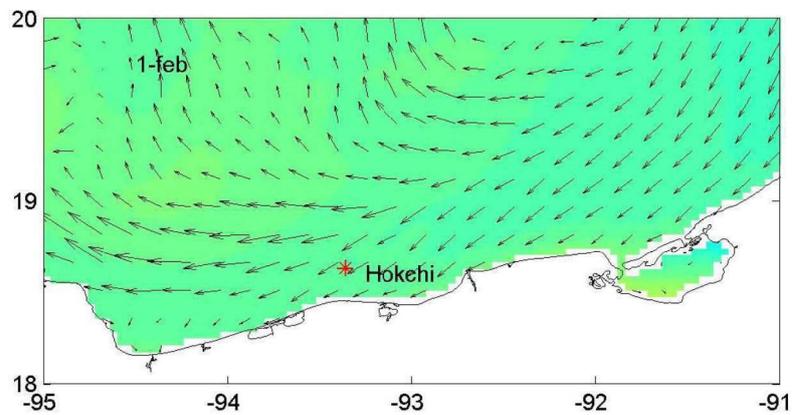


Figura 3.2.1.b Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

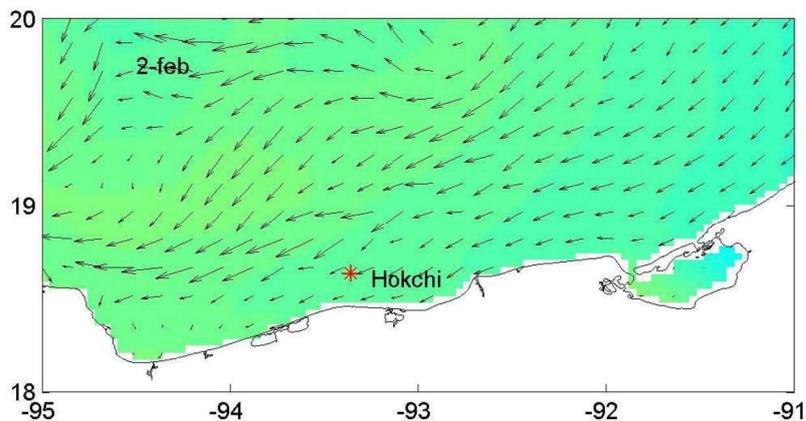


Figura 3.2.1.c Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

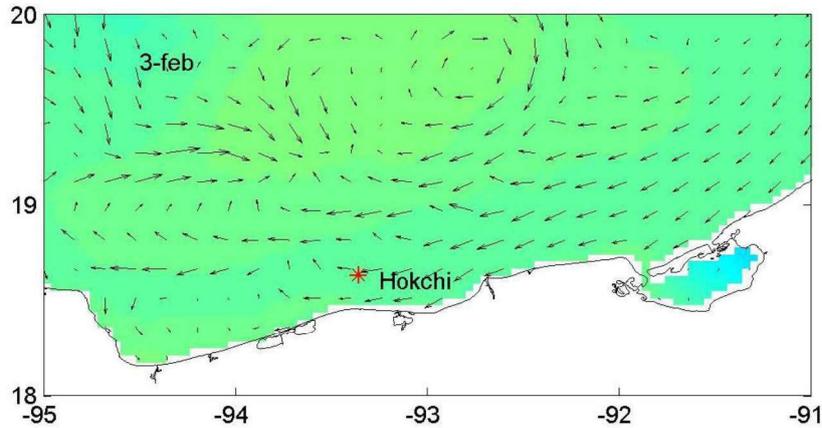


Figura 3.2.1.d Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

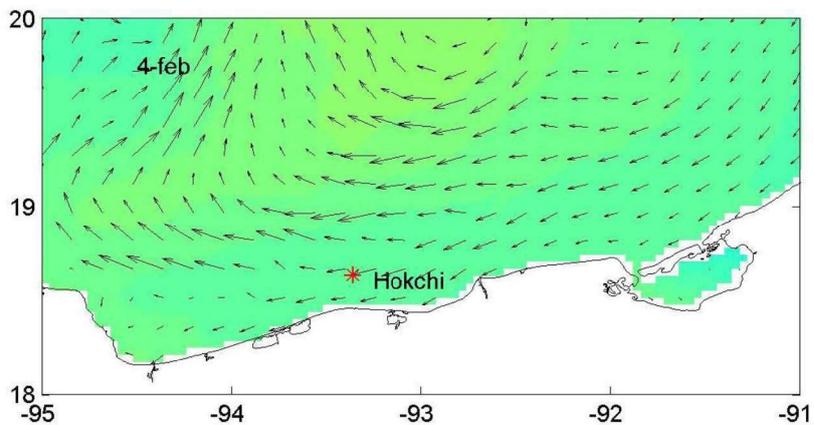


Figura 3.2.1.e Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

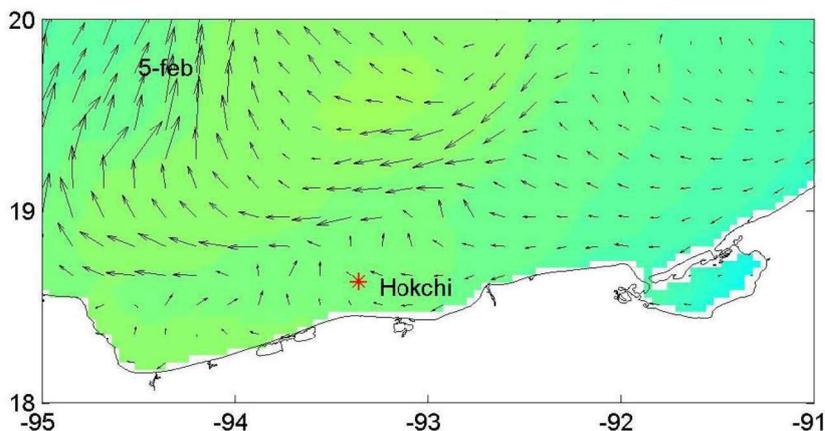


Figura 3.2.1.f Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

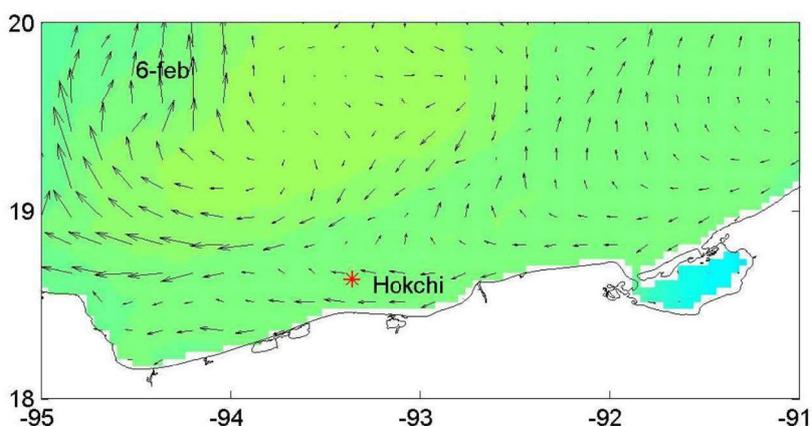


Figura 3.2.1.g Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

El IMP realizó el análisis estadístico del experimento "31.0", (El experimento "31.0" sirvió para validar el Modelo de Mesoescala, con datos medidos GOM10.04/expt_31.0, Base de datos en línea) de las velocidades de corriente que se presentan en el sur del Golfo de México, para determinar un año típico de corrientes oceánicas, en el que se obtuvo que el año típico es el 2013, debido a que sus valores son los más parecidos al promedio.

Para las simulaciones de derrame se utilizó la información antes mencionada. En el Anexo I se incluyen las simulaciones de circulación oceánica mensuales correspondientes al año 2013.

3.2.2 Modelo Regional.

El Modelo Regional del IMP utiliza los resultados de corrientes en 3 dimensiones del Modelo de Mesoescala; los valores de velocidad y dirección de corriente son introducidos en las fronteras norte y oeste del modelo regional con lo cual los resultados del modelo regional consideran la circulación global del Golfo de México.

El Modelo Regional del IMP mejora la predicción de las corrientes en las zonas costeras debido a que arroja información de corrientes oceánicas calculadas a partir de la interacción de la circulación global del Golfo de México, los vientos medios locales, las lagunas costeras y los aportes fluviales. De este modelo se extraen los campos de corrientes marinas en la zona del campo Hokchi.

El Modelo Regional del IMP está basado en el código hidrodinámico Telemac 3D en elementos finitos (Hervouet, 2003), el cual mejora la representación de los campos de corrientes a nivel local agregando una mayor definición de la costa, cuerpos de agua costeros (desembocaduras de ríos y lagunas costeras), viento local y descargas de agua dulce.

Los datos de vientos se toman de la base de datos NCAR (NCAR, en línea), los aportes de agua dulce se obtienen de la base de datos BANDAS (BANDAS, en línea) y la geomorfología costera se obtiene de las bases de datos del INEGI (INEGI, en línea).

La base teórica de las simulaciones numéricas hidrodinámicas es la solución de las ecuaciones matemáticas de Navier Stokes generales para la dinámica de fluidos computacional. Las hipótesis que son aplicadas son la conservación de la masa, de la cantidad de movimiento y de la energía.

El método de solución de las ecuaciones es el de elementos finitos, que permite resolver las ecuaciones con refinamientos en las zonas costeras. El código Telemac es desarrollado por un consorcio donde participa Electricité de France, HR Wallingford UK y el Centro Nacional de Ciencias de Canadá. Del Modelo Regional se extraen los datos para ser usados en la herramienta GNOME (General NOAA Operational Modeling Environment) de la Agencia Oceanográfica y Atmosférica Estadounidense, esta herramienta predice las trayectorias de los hidrocarburos derramados y otra herramienta denominada ADIOS2 (Automated Data Inquiry for Oil Spills) también de la NOAA predice los cambios físicos y químicos de los hidrocarburos en el medio marino.

Para predecir las consecuencias de un derrame se siguen los siguientes pasos.

- Análisis de la información oceanográfica y atmosférica de la zona proveniente del Modelo Regional del IMP.
- Selección de dos escenarios oceanográficos y atmosféricos: reinante (el más probable) y dominante (el más intenso).
- Simulación de derrame: trayectorias y cambios físico-químicos.
- Propuestas de medidas de mitigación en base a los resultados de las simulaciones.

3.2.2.1 Análisis de la información oceanográfica y atmosférica.

De los resultados del Modelo Regional del IMP en la zona de estudio, la Figura 3.2.2.1.a. muestra la zona de estudio y en la Figura 3.2.2.1.b. se muestra el campo de velocidades de corrientes marinas. Los colores en azul representan la batimetría (profundidades). Los vectores corresponden a la corriente marina. Se presenta a manera de ejemplo el resultado de las simulaciones del día 15 de marzo.

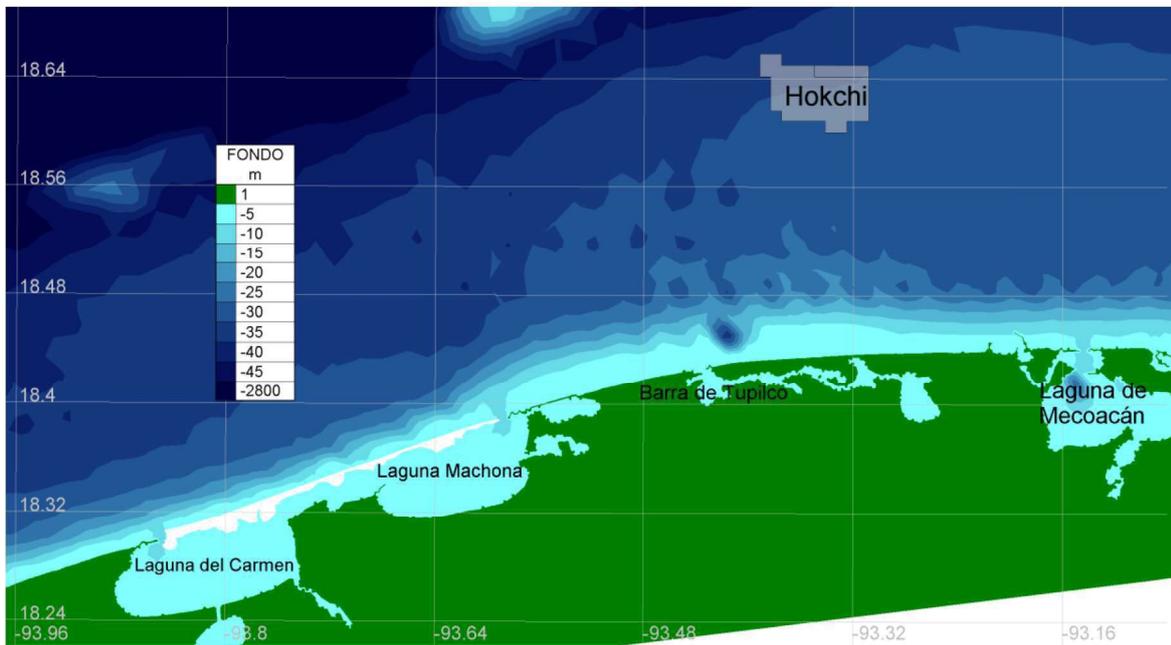


Figura 3.2.2.1.a. Mapa de la batimetría de la zona cercana al campo Hokchi.

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

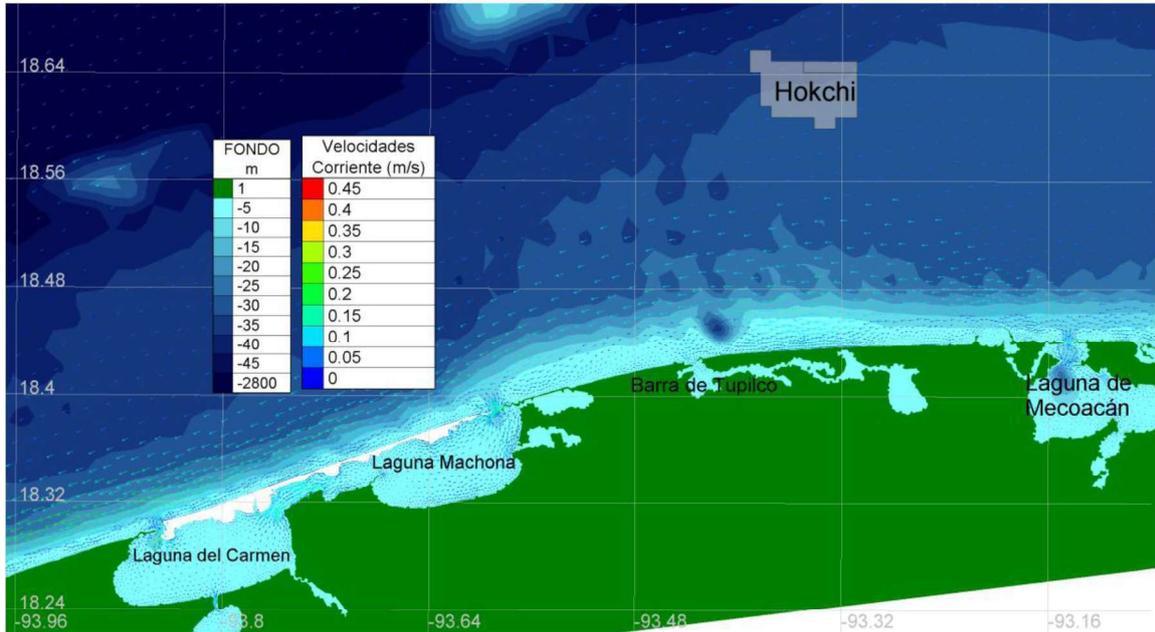


Figura 3.2.2.1.b. Velocidades de corrientes en la zona de influencia cercana al campo Hokchi.

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

Se incluye un video en archivo electrónico “corrientes.avi” de 60 días de simulación hidrodinámica de la zona como ejemplo, el cual se entrega con el presente informe.

3.2.2.2 Selección de los escenarios de simulación

Para tomar en cuenta la dinámica de las corrientes se procesa una rosa de corrientes de cada una de las épocas características: secas (marzo-junio), lluvias (julio-octubre) y nortes (noviembre-febrero) en el punto central del campo Hokchi cuyas coordenadas son:

Longitud norte = 18° 37' 49.92”, latitud oeste = 93° 21' 24”.

Los escenarios de simulación se seleccionan en base al siguiente criterio:

Para las corrientes se selecciona la dirección reinante (la más probable) y la velocidad media en esa dirección.

Para los vientos se selecciona la dirección reinante (la más probable) y la velocidad media de propagación. También se selecciona la dirección dominante (la más intensa) y la velocidad más alta.

Con este criterio se definen seis escenarios de simulación que se muestran el siguiente cuadro:

Cuadro 3-1 Escenarios de simulación

Época de simulación	Escenario reinante		Escenario dominante	
	Corrientes	Reinante viento	Corrientes	Dominante viento
Secas	Dirección reinante y velocidad media	Dirección reinante y velocidad media	Dirección reinante y velocidad media	Dirección dominante y velocidad máxima
Lluvias	Vel = 0.10m/s Dir=240 grad	Dirección reinante y velocidad media	Dirección reinante y velocidad media	Dirección dominante y velocidad máxima
Nortes	Dirección reinante y velocidad media	Dirección reinante y velocidad media	Dirección reinante y velocidad media	Dirección dominante y velocidad máxima

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

El criterio de selección de tres épocas se basa en la descripción climatológica de uso común en donde la temporada seca (marzo a junio) se refiere a un periodo de estiaje donde la precipitación es escasa, la temporada de lluvias contempla entonces el periodo de mayor precipitación (julio a octubre). La tercera época de nortes (noviembre a febrero) es una época particular en el Golfo de México correspondiente a la llegada de frentes fríos del norte.

Para cubrir mejor los escenarios climáticos de simulación se seleccionan dos opciones para cada época, el denominado “reinante” con las corrientes y vientos más probables, con lo que se espera predecir las trayectorias más probables de los derrames a simular y otro denominado “dominante” con los vientos más intensos en donde se espera predecir los tiempos menores de arribo del derrame, debido al incrementando de la velocidad de desplazamiento del derrame hacia la costa.

3.2.2.2.a Escenarios en época de secas.

El escenario se obtiene mediante el análisis estadístico de las variaciones de las corrientes en el punto donde se localiza el campo Hokchi. Se consideran los meses de marzo a junio.

Del análisis estadístico se obtiene la rosa de corrientes en el campo Hokchi. De manera similar se obtiene la rosa de vientos en el mismo punto.

Es importante destacar que la rosa de vientos mostrada en este documento define la dirección del viento hacia donde se dirige, a diferencia de la convención de los meteorólogos que es de donde proviene.

En cada una de las gráficas los círculos concéntricos representan la probabilidad en %. Las barras representan la acumulación de las probabilidades de cada uno de los rangos de velocidad (diferentes colores).

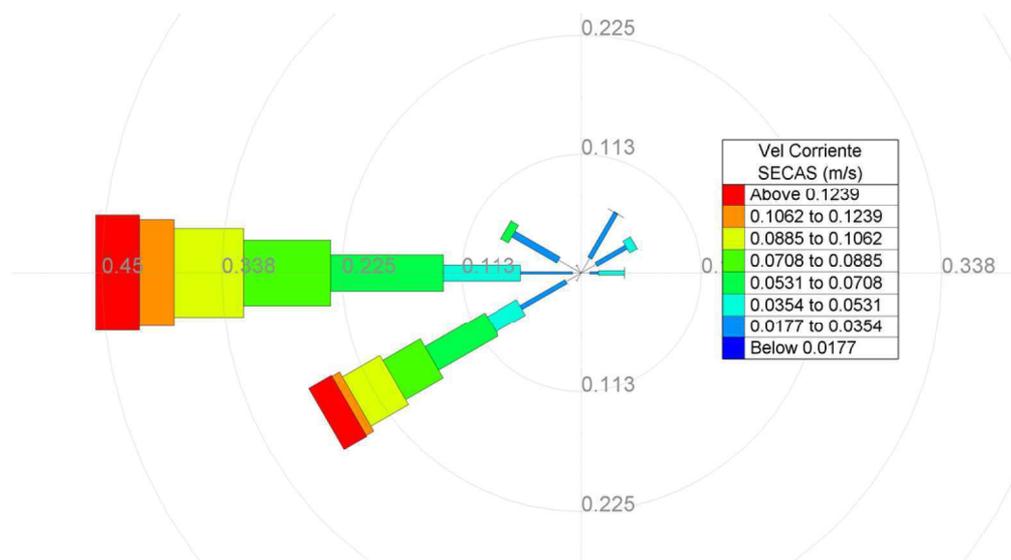


Figura 3.2.2.a (1) Rosa de velocidades de corrientes en época de secas. Los círculos concéntricos representan la probabilidad en %. Las barras representan la acumulación de las probabilidades de cada uno de los rangos de velocidad (diferentes colores).

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

De la figura anterior podemos seleccionar una dirección de propagación de las corrientes de 270 grados (hacia W), la reinante y velocidades de corrientes medias de 0.08 m/s.

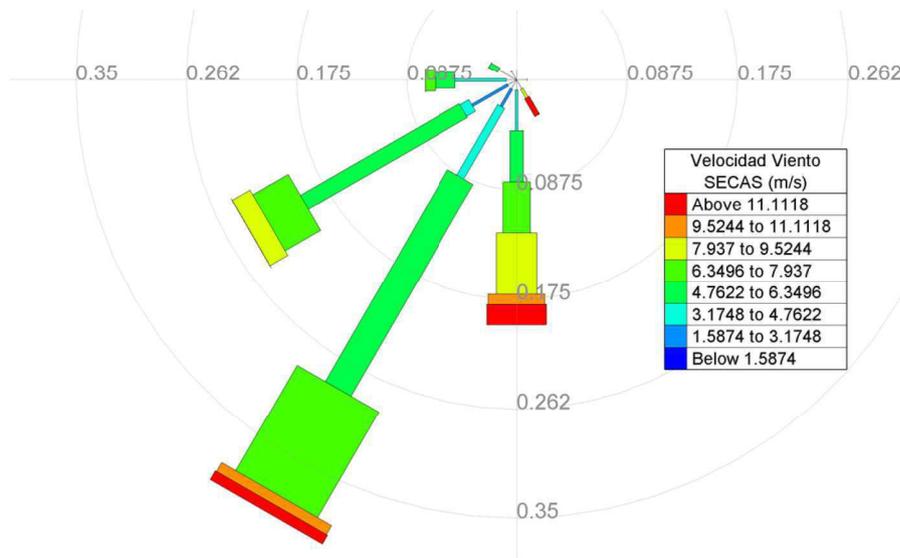


Figura 3.2.2.2. a (2) Rosa de velocidades de viento en época de secas. Los círculos concéntricos representan la probabilidad en %. Las barras representan la acumulación de las probabilidades de cada uno de los rangos de velocidad (diferentes colores).

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

De la figura anterior podemos seleccionar la dirección de propagación del viento de 210 grados (hacia WSW) con velocidades medias de 6.5 m/s, considerada la reinante y otra dirección de propagación del viento de 180 grados (hacia S) con velocidades máximas de 11 m/s, considerada la dominante.

3.2.2.2.b Escenarios en época de lluvias

El escenario se obtiene mediante el análisis estadístico de las variaciones de las corrientes en el punto donde se localiza el campo Hokchi. Se consideran los meses de julio a octubre.

Del análisis estadístico se obtiene la rosa de corrientes en el campo Hokchi. De manera similar se obtiene la rosa de vientos en el mismo punto.

En cada una de las gráficas los círculos concéntricos representan la probabilidad en %. Las barras representan la acumulación de las probabilidades de cada uno de los rangos de velocidad (diferentes colores).

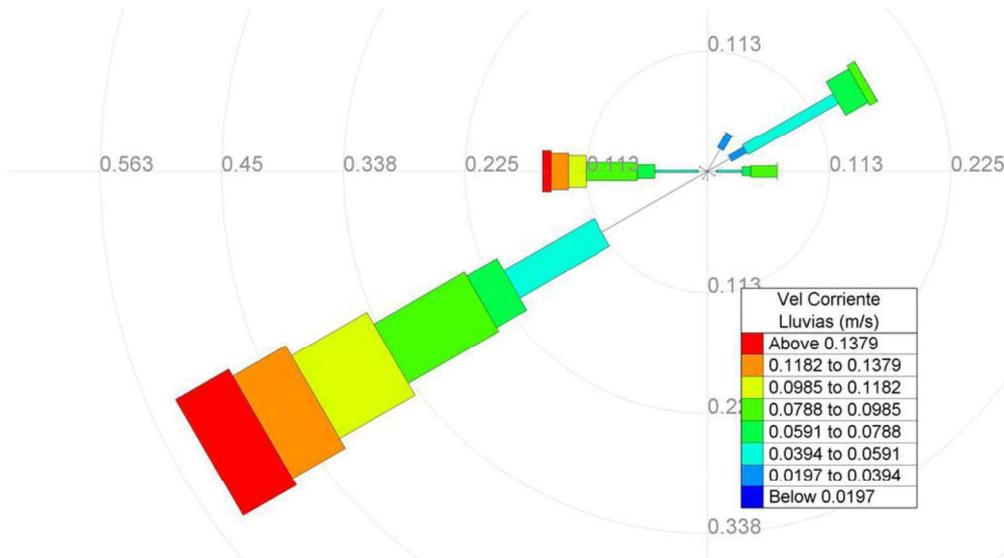


Figura 3.2.2.b. 1 Rosa de velocidades de corrientes en época de lluvias.

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

De la figura anterior podemos seleccionar una dirección de propagación de las corrientes de 240 grados (hacia WSW), denominada la reinante y velocidades de corrientes medias de 0.10 m/s.

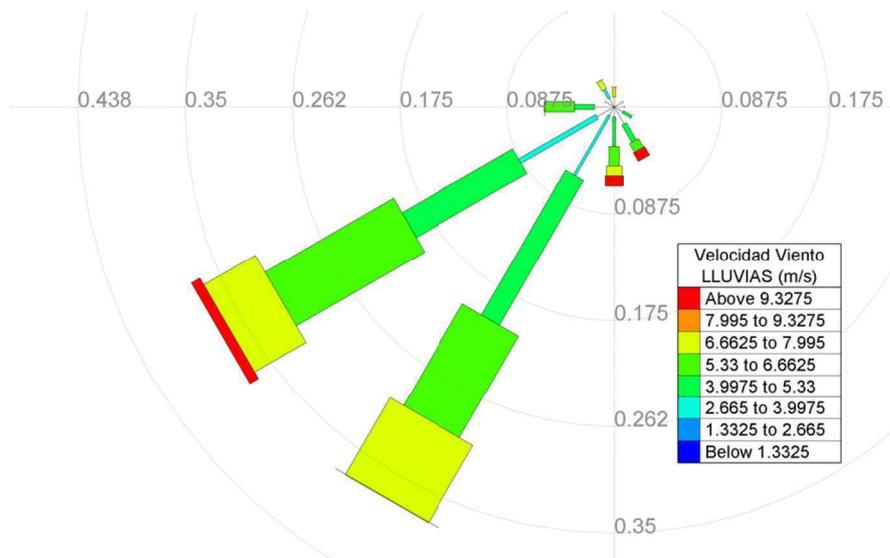


Figura 3.2.2.b. 2 Rosa de velocidades de viento en época de lluvias.

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

De la figura anterior podemos seleccionar una dirección de propagación del viento intermedia de 225 grados (hacia WSW) con velocidades medias de 5 m/s, considerada la reinante y otra dirección de propagación del viento de 180 grados (hacia S) con velocidades máximas de 9.5 m/s, considerada la dominante.

3.2.2.2.c Escenarios en época de nortes

El escenario se obtiene mediante el análisis estadístico de las variaciones de las corrientes en el punto donde se localiza el campo Hokchi. Se consideran los meses de noviembre a febrero.

Del análisis estadístico se obtiene la rosa de corrientes en el campo Hokchi. De manera similar se obtiene la rosa de vientos en el mismo punto.

En cada una de las gráficas los círculos concéntricos representan la probabilidad en %. Las barras representan la acumulación de las probabilidades de cada uno de los rangos de velocidad (diferentes colores).

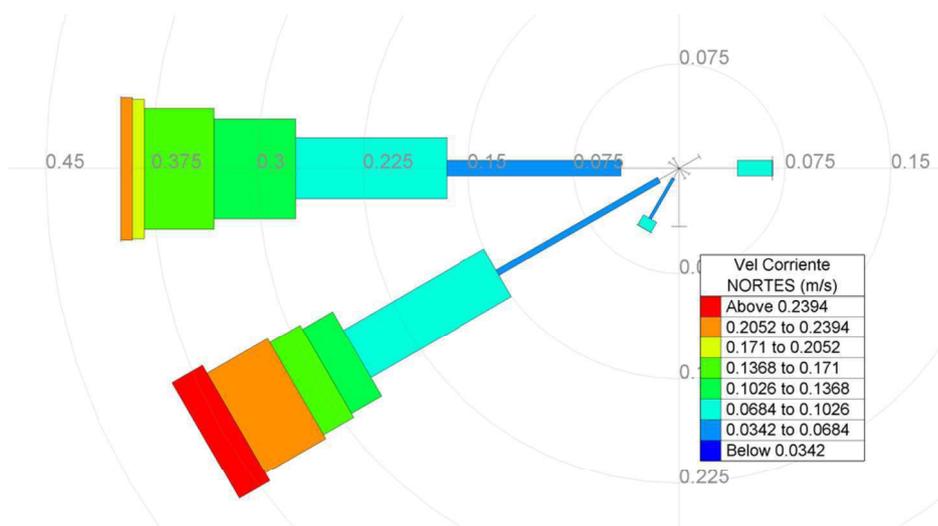


Figura 3.2.2.2.c.1 Rosa de velocidades de corrientes en época de nortes.

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

De la figura anterior podemos seleccionar una dirección de propagación intermedia de las corrientes de 255 grados (hacia WSW), la cual es intermedia de 270 y 240, esta dirección es la denominada la reinante con velocidades de corrientes medias de 0.16 m/s.

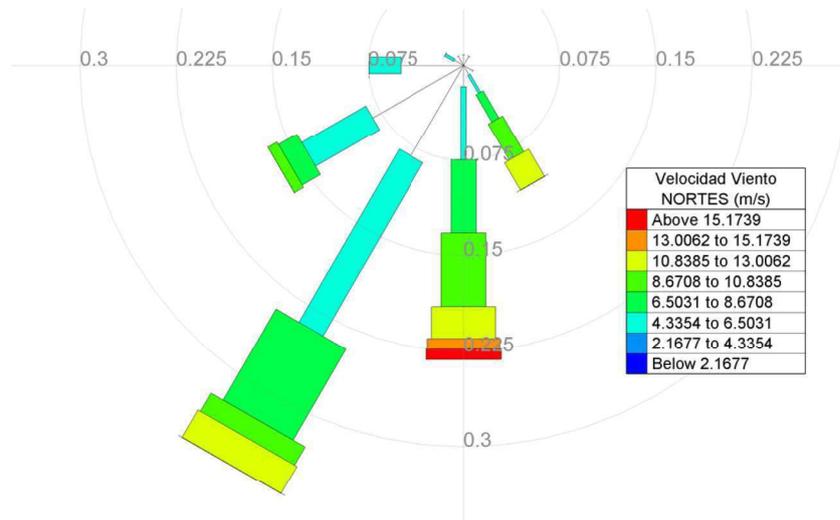


Figura 3.2.2.2.c.2. Rosa de velocidades de viento en época de nortes.

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

De la figura anterior podemos seleccionar una dirección de propagación del viento de 210 grados (hacia WSW) con velocidades medias de 6.5 m/s, la reinante y otra dirección de propagación del viento de 180 grados (hacia S) con velocidades máximas de 15 m/s, la dominante.

Cuadro 3-2 Resumen de condiciones oceanográficas y atmosféricas seleccionadas para las simulaciones del derrame.

Época de simulación	Escenario reinante		Escenario dominante	
	Corrientes	Reinante viento	Corrientes	Dominante viento
Secas	Vel = 0.08m/s Dir=270 grad	Vel = 6.5 m/s Dir=210 grad	Vel = 0.08m/s Dir=270 grad	Vel = 11 m/s Dir=180 grad
Lluvias	Vel = 0.10m/s Dir=240 grad	Vel = 5 m/s Dir=225 grad	Vel = 0.10m/s Dir=240 grad	Vel = 9.5 m/s Dir=180 grad
Nortes	Vel = 0.16m/s Dir=255 grad	Vel = 6.5 m/s Dir=210 grad	Vel = 0.16m/s Dir=255 grad	Vel = 15 m/s Dir=180 grad

Fuente: Elaboración IMP, en base al Modelo Regional

Del Modelo Regional del IMP se selecciona un periodo de 5 días de cada época con condiciones similares a los datos de las rosas de corrientes y de vientos antes descritas. Los datos se convierten a los formatos aceptados por los programas GNOME y ADIOS2. Con los que propiamente se simulan los derrames

Esta metodología permite predecir la trayectoria de los derrames de manera realista. A continuación se muestran los periodos de 5 días seleccionados para cada época.

- Secas. Del 17 al 22 de marzo
- Lluvias. Del 27 de agosto al 1 de septiembre
- Nortes. Del 24 al 29 de diciembre

3.2.3 Simulación de derrames.

Las simulaciones de los derrames se hacen mediante dos programas de cómputo. El programa GNOME de la NOAA (Beegle-Krause, 2001) para determinar las trayectorias del derrame en base a las condiciones físicas: oceanográficas y meteorológicas; y el programa ADIOS2 de la NOAA (Lehr et al 2000) para determinar los cambios físico-químicos del hidrocarburo en el mar.

Se simulan dos casos:

Peor Caso. Hidrocarburo Isthmus de 28° API con un volumen derramado de 250,727 kg (1781.53 B) en un tiempo de 631 seg.

Caso Más Probable. Hidrocarburo Isthmus de 28° API con un volumen derramado de 5252 kg (37.32 B) en un tiempo de 631 seg.

El hidrocarburo fue seleccionado de la base de datos del programa ADIOS2 que utiliza la NOAA. Este es el único hidrocarburo catalogado como mexicano con 28 grados API. (Venzke, C., 1992) y por ser el más similar al que se encuentra en la zona de Hokchi (28° API). Una limitante del programa ADIOS2 es que no es posible introducir datos específicos de PVT, solo se pueden simular los que se tienen en la base de datos.

Las características del hidrocarburo se resumen a continuación

Punto de fluidez = -29°C

Cuadro 3-3 de viscosidad cinemática

Viscosidad cinemática (cSt)	Temperatura °C
13.60	38
9.08	50

Fuente: Venzke, C., 1992

Cuadro 3-4 de cortes de destilación

Volumen %	Temperatura de vapor °C
1	127
10	168
20	208
30	243
40	282
50	322
60	352
70	366

Fuente: Venzke, C., 1992

Los resultados de las simulaciones del programa GNOME arrojan gráficas de trayectoria. En estas gráficas, los puntos negros representan la trayectoria directa de la mancha del derrame y los puntos rojos representan las desviaciones de la trayectoria directa; considerando la incertidumbre de las simulaciones provocada por las simplificaciones de los datos de entrada. Las flechas moradas indican la corriente oceánica, en el recuadro superior derecho se indica la velocidad del viento, el signo “+” representa la ubicación de Hokchi, origen del derrame.

La extensión de la mancha del derrame en tierra se mide por la distribución de los puntos negros sobre la costa; los puntos rojos representan los lugares donde podría arribar a tierra el derrame con menor probabilidad, considerando en éste las incertidumbres de la simulación.

Se entregan con el mismo informe los videos de cada una de las simulaciones que corren durante 5 días cada uno de los cuales pueden se abiertos a través de la aplicación quicktime que está disponible en internet.

1. Secasprob.mov
2. SecasCrit.mov
3. Lluviasprob.mov
4. LluviasCrit.mov
5. Norteprob.mov
6. Nortecrit.mov

3.2.3.a Secas escenario reinante

En este escenario de simulación la mancha producida por el derrame toca tierra más probablemente al medio de las Lagunas Carmen y Machona después de 40 horas (ver Figura 3.2.3.a.1.) con una extensión de 2.7 km. Considerando la incertidumbre, la mancha podría tocar algún punto dentro de aproximadamente 44 km, costa con puntos rojos, después de 72 horas, (ver Figura 3.2.3.a.2.). Las trayectorias son iguales para los casos de derrame: Peor Caso y el Caso Más Probable, ya que en el método utilizado por GNOME se mueven partículas sin masa definida. Por el contrario el comportamiento de la evolución físico – química calculado con el programa ADIOS2, si toma en cuenta la variación de la masa (volumen derramado).

En cuanto a la evolución físico-química del hidrocarburo. Para el Peor Caso, después de 42 horas, se observa que 30% del hidrocarburo se ha evaporado, 1% se ha disuelto, 50% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 19%, (ver Figura 3.2.3.a.3.)

Para el Caso Más Probable, después de 42 horas, se observa que 34% del hidrocarburo se ha evaporado, 2% se ha disuelto, 50% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 13%, (ver Figura 3.2.3.a.4.)

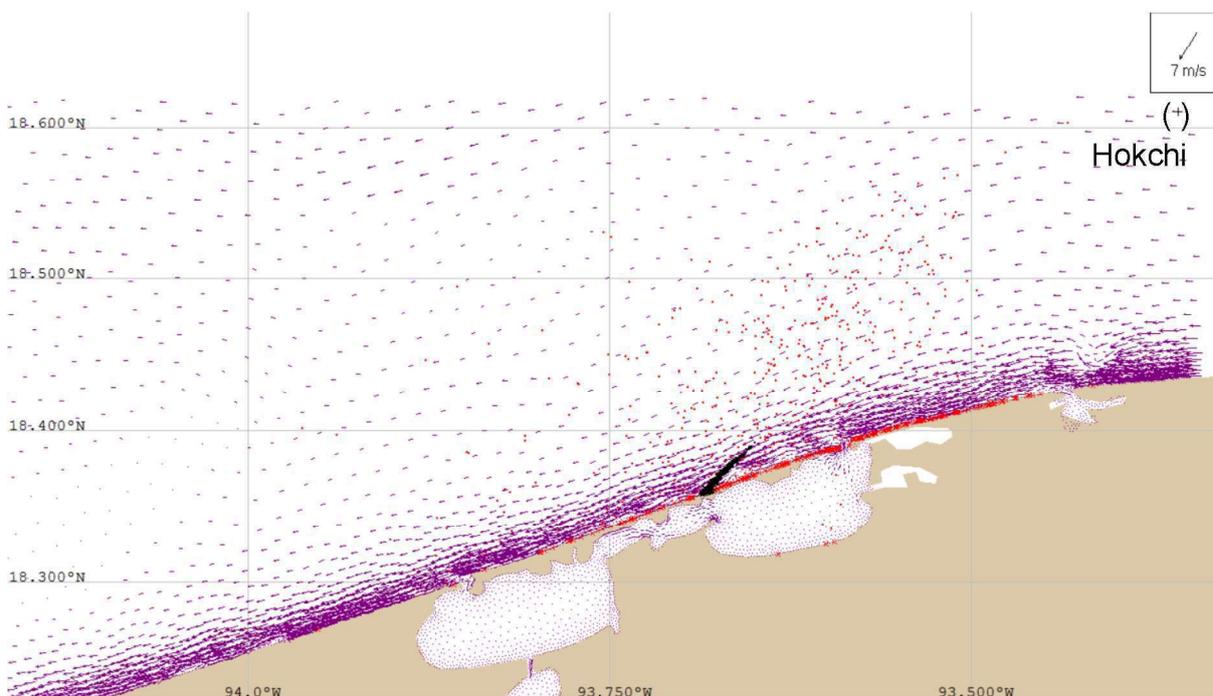


Figura 3.2.3.a.1 Simulación de la trayectoria del derrame en época de secas escenario reinante, después de 42 horas.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

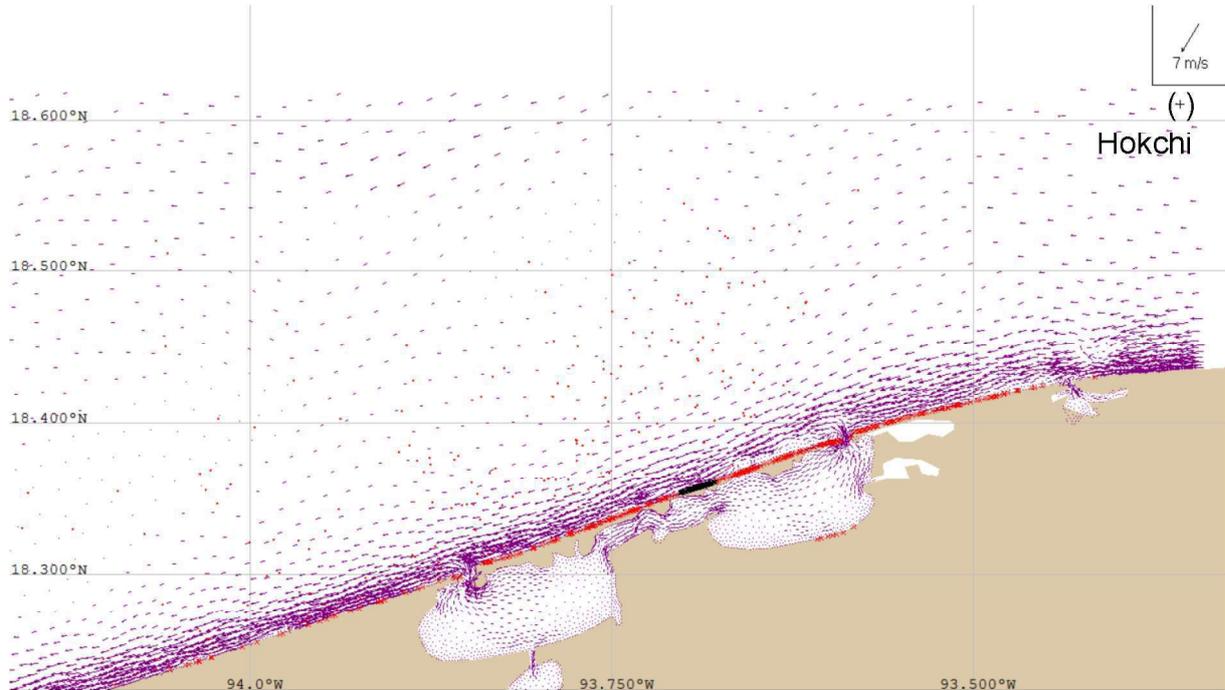


Figura 3.2.3.a.2. Simulación de la trayectoria del derrame en época de secas escenario reinante, después de 72 horas.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

En estas gráficas, los puntos negros representan la trayectoria directa de la mancha del derrame y los puntos rojos representan las desviaciones de la trayectoria directa; considerando la incertidumbre de las simulaciones provocada por las simplificaciones de los datos de entrada. Las flechas moradas indican la corriente oceánica, en el recuadro superior derecho se indica la velocidad del viento, el signo “+” representa la ubicación de Hokchi, origen del derrame.

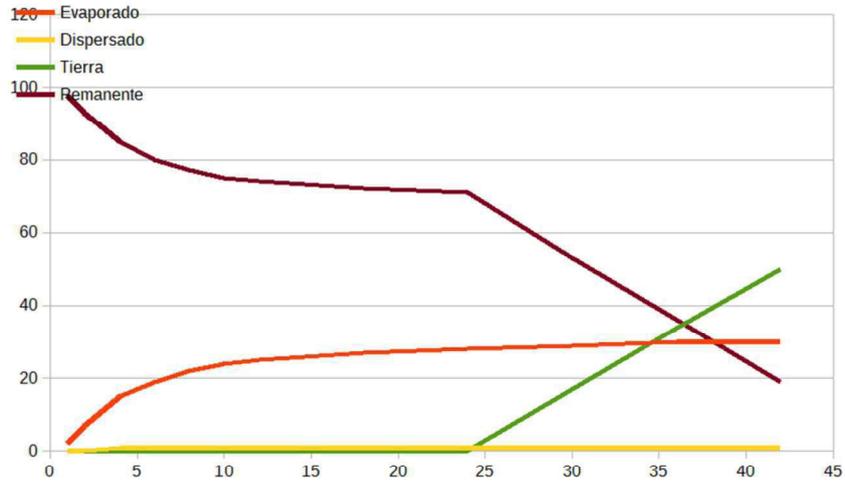


Figura 3.2.3.a.3. Evolución físico-química del derrame en época de secas escenario reinante Peor Caso.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

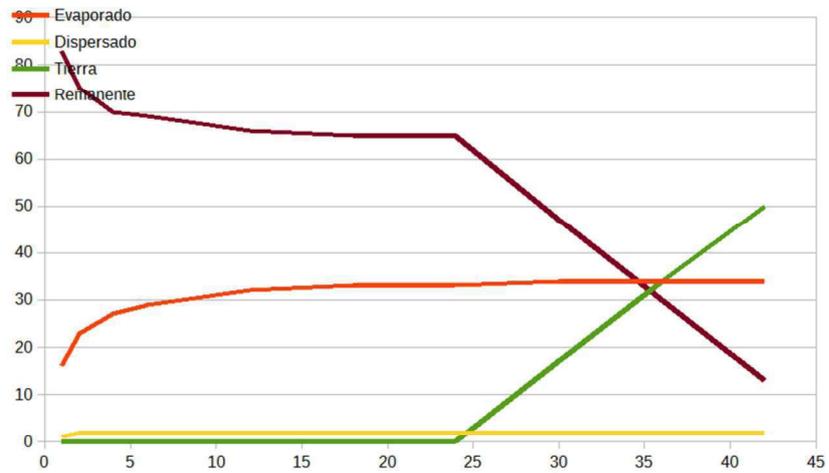


Figura 3.2.3.a.4. Evolución físico-química del derrame en época de secas escenario reinante Caso Más Probable.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

3.2.3.b Secas escenario dominante

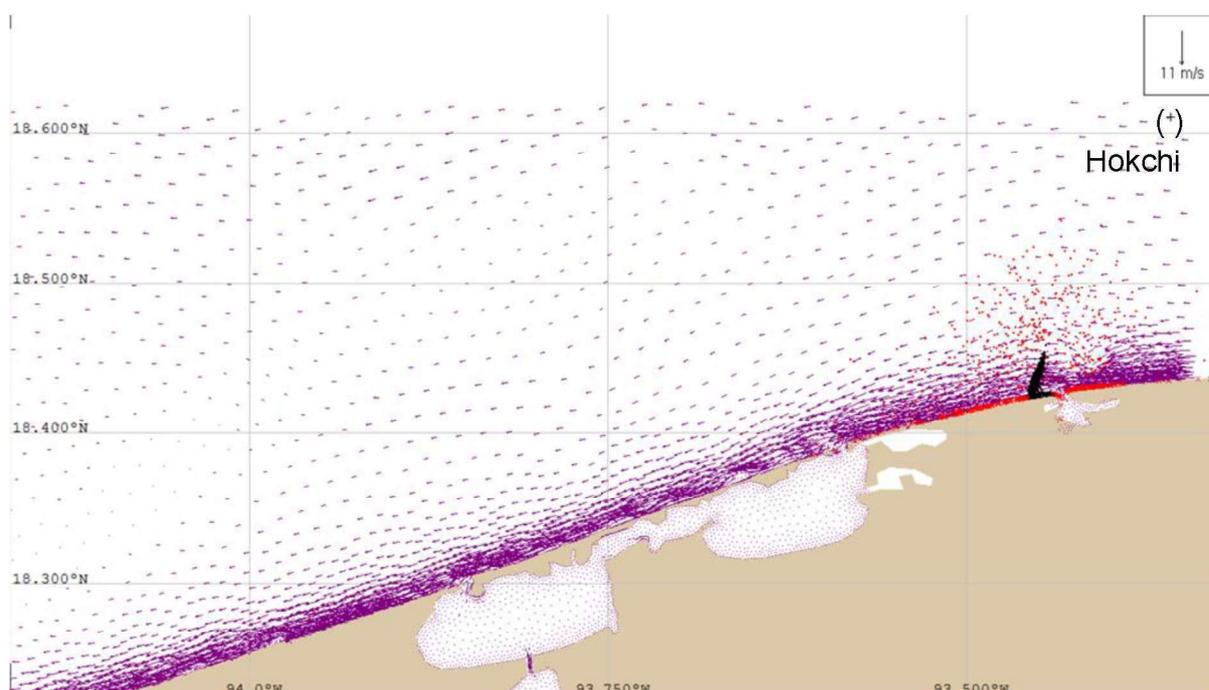
En este escenario de simulación, la mancha producida por el derrame toca tierra más probablemente al lado este de la Barra de Tupilco después de 20 horas (ver Figura 3.2.3.b.3); tiempo después, se ha extendido 3 km, (ver Figura 3.2.3.b.1). Considerando la incertidumbre,

la mancha podría tocar algún punto dentro de aproximadamente 30 km, costa con puntos rojos (ver Figura 3.2.3.b.2).

Las trayectorias son iguales para los casos de derrame: Peor Caso y el Caso Más Probable, ya que en el método utilizado por GNOME se mueven partículas sin masa definida. Por el contrario el comportamiento de la evolución físico – química calculado con el programa ADIOS2, si toma en cuenta la variación de la masa (volumen derramado).

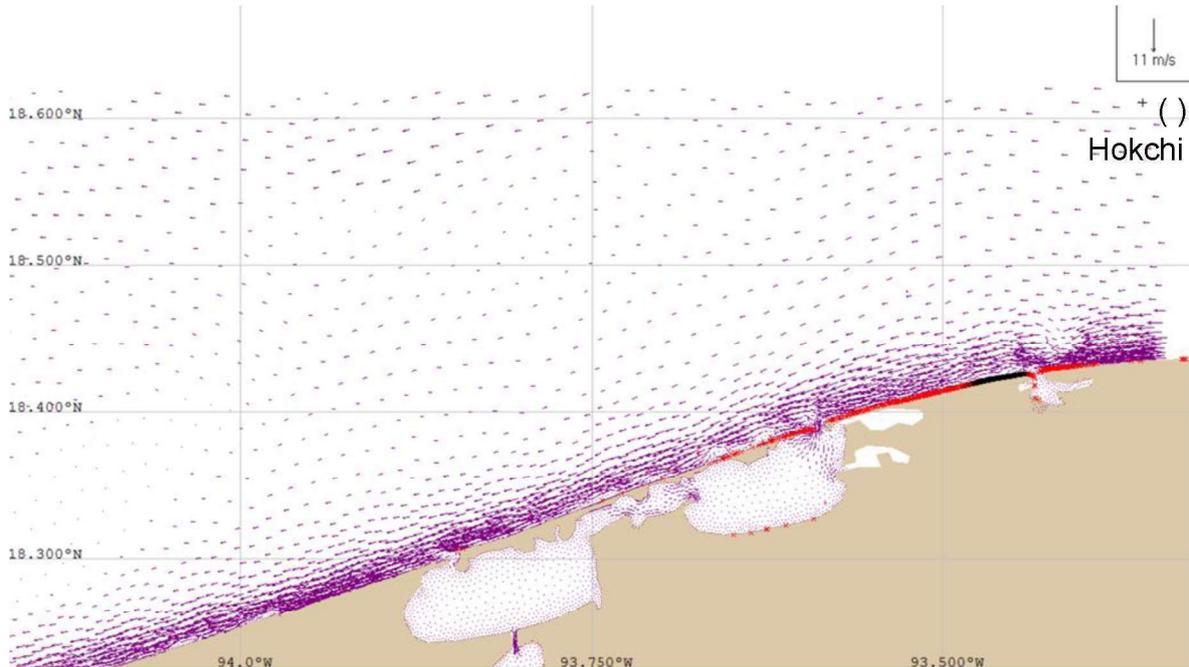
En cuanto a la evolución físico-química del hidrocarburo. Para el Peor Caso, después de 18 horas, se observa que el 23% del hidrocarburo se ha evaporado, el 1% se ha disuelto, el 59% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 18%, (ver Figura 3.2.3.b.3).

Para el Caso Más Probable, después de 18 horas, se observa que 30% del hidrocarburo se ha evaporado, 1% se ha disuelto, 57% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 13%, (ver Figura 3.2.3.b.4).



3.2.3.b.1 Simulación de la trayectoria del derrame en época de secas escenario dominante, después de 20 horas.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME



3.2.3.b.2 Simulación de la trayectoria del derrame en época de secas escenario dominante, después de 48 horas.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

En estas gráficas, los puntos negros representan la trayectoria directa de la mancha del derrame y los puntos rojos representan las desviaciones de la trayectoria directa; considerando la incertidumbre de las simulaciones provocada por las simplificaciones de los datos de entrada. Las flechas moradas indican la corriente oceánica, en el recuadro superior derecho se indica la velocidad del viento, el signo “+” representa la ubicación de Hokchi, origen del derrame.

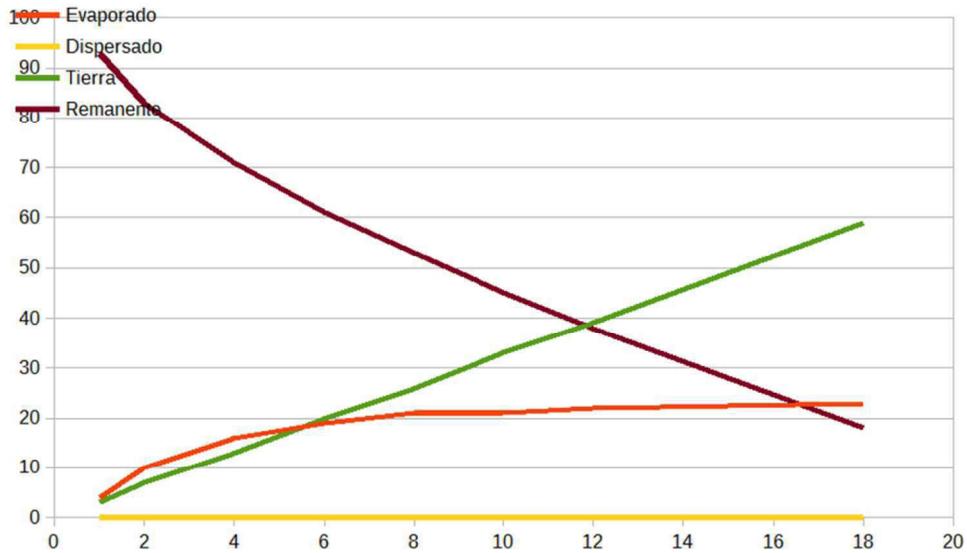
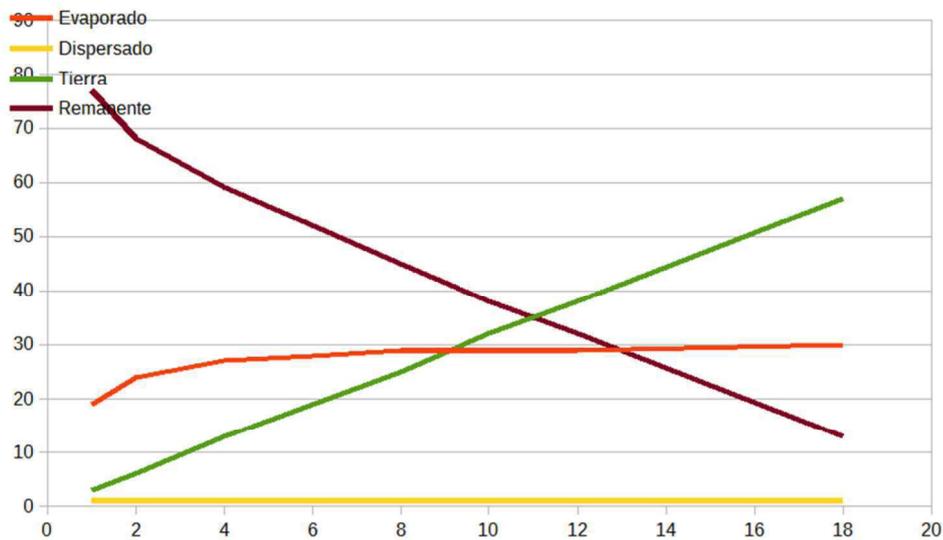


Figura 3.2.3.b.3 Evolución físico-química del derrame en época de secas escenario dominante Peor Caso.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2



3.2.3.b.4 Evolución físico-química del derrame en época de secas escenario dominante Caso Más Probable.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

3.2.3.c Lluvias escenario reinante

En este escenario de simulación la mancha producida por el derrame toca tierra más probablemente al este de la Boca de Santa Ana después de 72 horas, (ver Figura 3.2.3.c.1.); la mancha cubre 3.5 km (ver Figura 3.2.3.c.2.). Considerando la incertidumbre, la mancha podría tocar algún punto dentro de aproximadamente 75 km, ilustrado con puntos rojos sobre la costa, después de 120 horas, (ver Figura 3.2.3.c.2.).

Las trayectorias son iguales para los casos de derrame: Peor Caso y el Caso Más Probable, ya que en el método utilizado por GNOME se mueven partículas sin masa definida. Por el contrario el comportamiento de la evolución físico – química calculado con el programa ADIOS2, si toma en cuenta la variación de la masa (volumen derramado).

En cuanto a la evolución físico-química del hidrocarburo, para el Peor Caso, después de 90 horas, se observa que 33% del hidrocarburo se ha evaporado, 2% se ha disuelto, 44% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 21%, (ver Figura 3.2.3.c.3.).

Para el Caso Más Probable, después de 84 horas se observa que 36% del hidrocarburo se ha evaporado, 3% se ha disuelto, 37% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 23%, (ver Figura 3.2.3.c.4.)

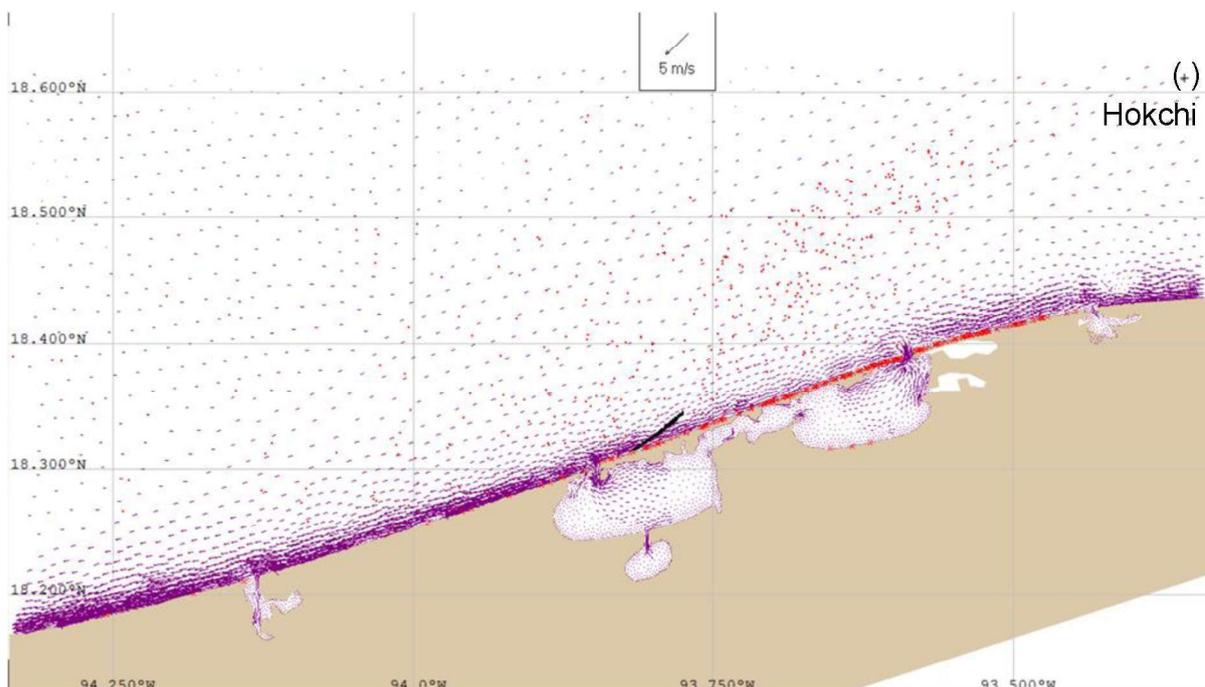


Figura 3.2.3.c.1 Simulación de la trayectoria del derrame en época de lluvias escenario reinante, después de 72 hrs.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

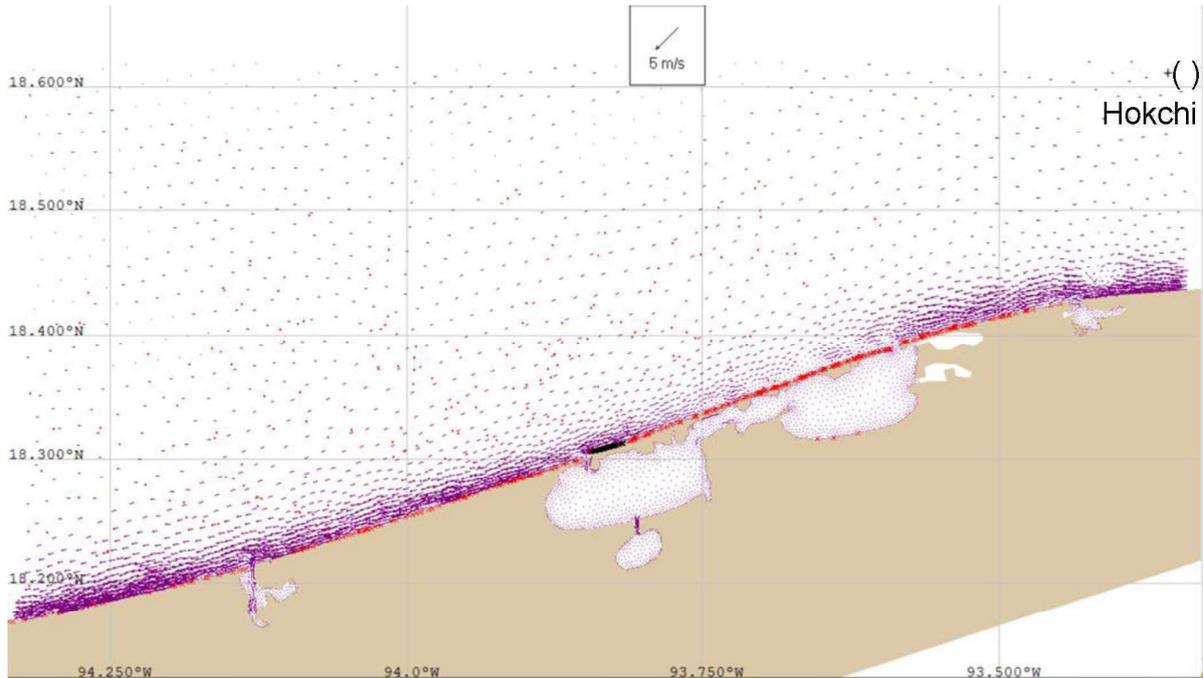


Figura 3.2.3.c.2 Simulación de la trayectoria del derrame en época de lluvias escenario reinante, después de 120 hrs.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

En estas gráficas, los puntos negros representan la trayectoria directa de la mancha del derrame y los puntos rojos representan las desviaciones de la trayectoria directa; considerando la incertidumbre de las simulaciones provocada por las simplificaciones de los datos de entrada. Las flechas moradas indican la corriente oceánica, en el recuadro superior derecho se indica la velocidad del viento, el signo “+” representa la ubicación de Hokchi, origen del derrame.

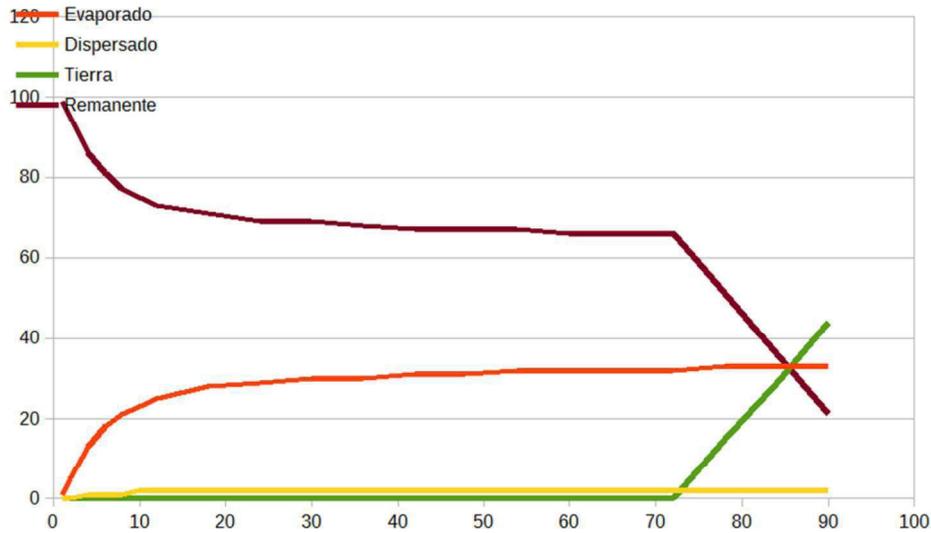


Figura 3.2.3.c.3 Evolución físico-química del derrame en época de lluvias escenario reinante Peor Caso.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

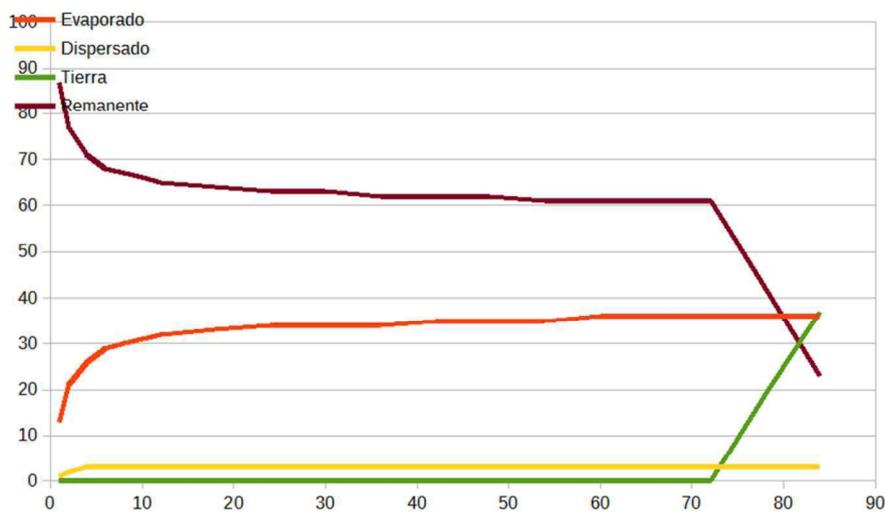


Figura 3.2.3.c.4 Evolución físico-química del derrame en época de lluvias escenario reinante Caso Más Probable.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

3.2.3.d Lluvias escenario dominante

En este escenario de simulación la mancha producida por el derrame toca tierra más probablemente a 1.5 km del lado este de la Barra de Tupilco después de 20 horas, (ver Figura 3.2.3.d.1.); la mancha se extiende 2 km, (ver Figura 3.2.3.d.2.). Considerando la incertidumbre, la mancha podría tocar algún punto dentro de aproximadamente 35 km, indicados con puntos rojos sobre la costa, después de 48 horas, (ver Figura 3.2.3.d.2.).

Las trayectorias son iguales para los casos de derrame: Peor Caso y el Caso Más Probable, ya que en el método utilizado por GNOME se mueven partículas sin masa definida. Por el contrario el comportamiento de la evolución físico – química calculado con el programa ADIOS2, si toma en cuenta la variación de la masa (volumen derramado).

En cuanto a la evolución físico-química del hidrocarburo, para el Peor Caso, después de 18 horas, se observa que 23% del hidrocarburo se ha evaporado, 1% se ha disuelto, 59% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 17%, (ver Figura 3.2.3.d.3.).

Para el Caso Más Probable, después de 18 horas, se observa que 30% del hidrocarburo se ha evaporado, 1% se ha disuelto, 57% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 12%, (ver Figura 3.2.3.d.4.).

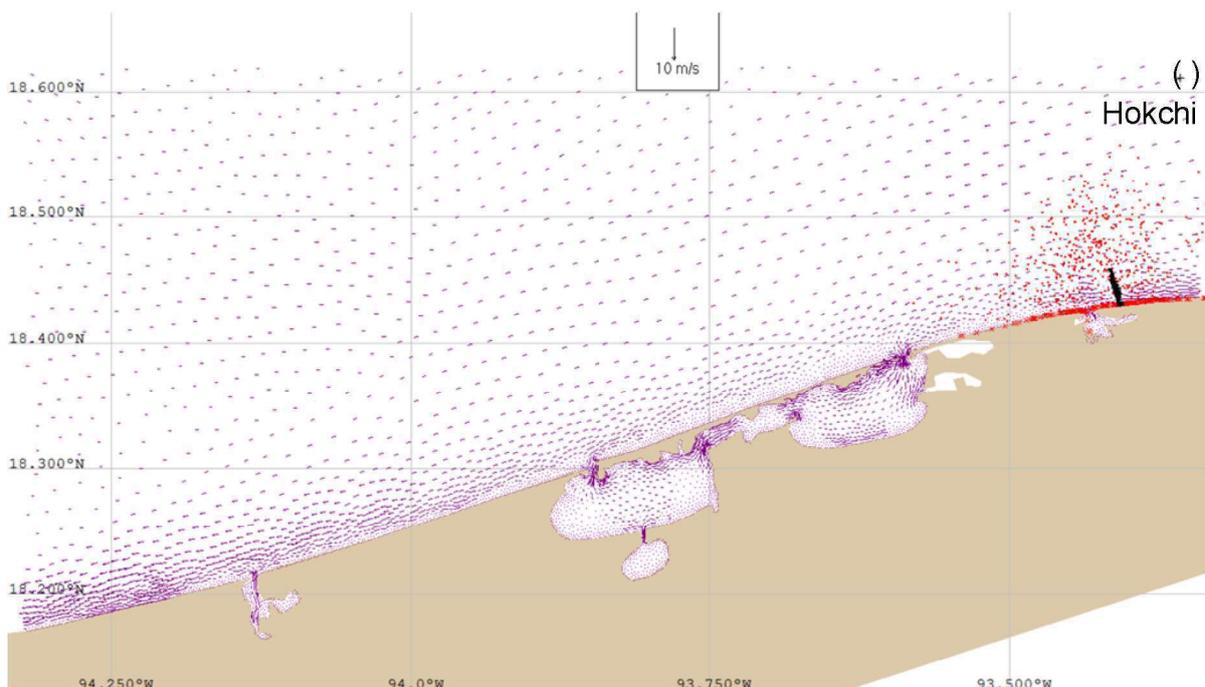


Figura 3.2.3.d.1 Simulación de la trayectoria del derrame en época de lluvias escenario dominante, después de 20 horas.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

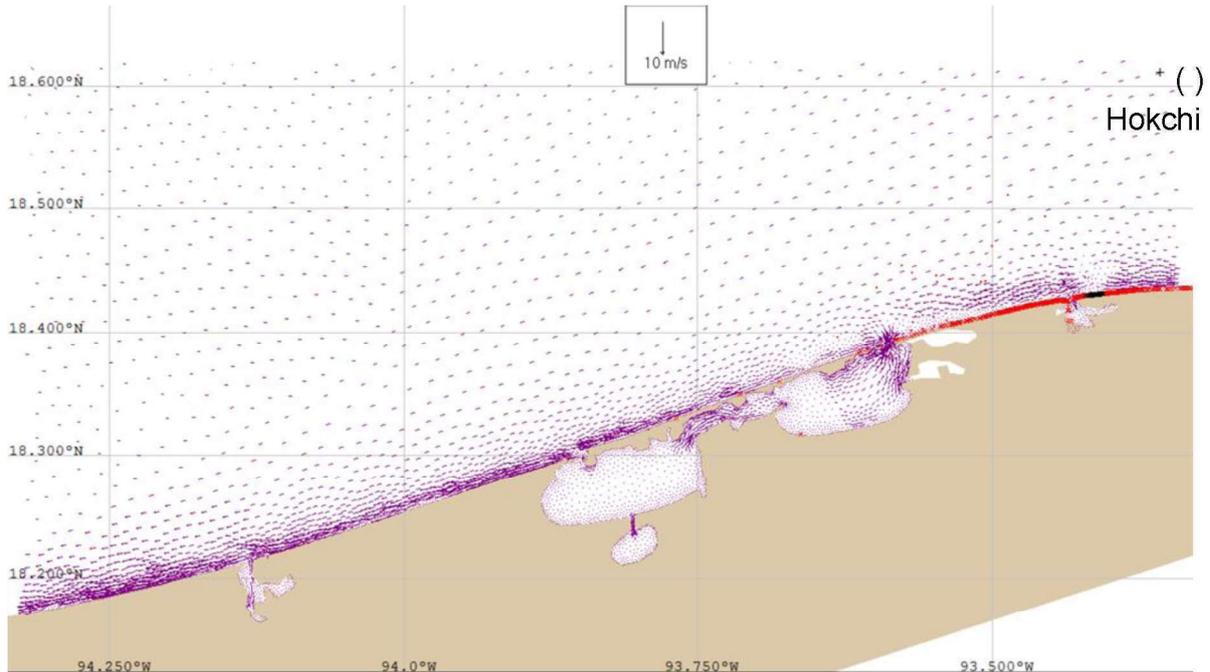


Figura 3.2.3.d.2 Simulación de la trayectoria del derrame en época de lluvias escenario dominante, después de 48 horas.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

En estas gráficas, los puntos negros representan la trayectoria directa de la mancha del derrame y los puntos rojos representan las desviaciones de la trayectoria directa; considerando la incertidumbre de las simulaciones provocada por las simplificaciones de los datos de entrada. Las flechas moradas indican la corriente oceánica, en el recuadro superior derecho se indica la velocidad del viento, el signo “+” representa la ubicación de Hokchi, origen del derrame.

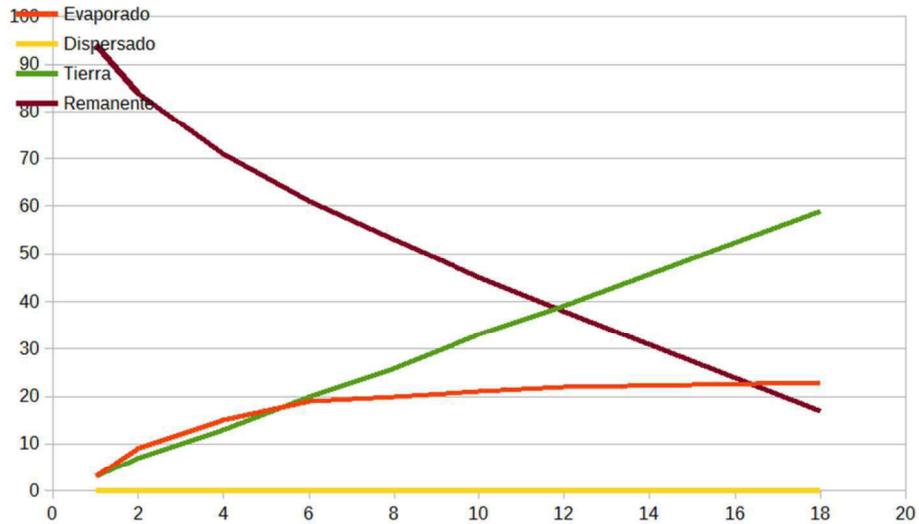


Figura 3.2.3.d.3 Evolución fisico-química del derrame en época de lluvias escenario dominante Peor Caso.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

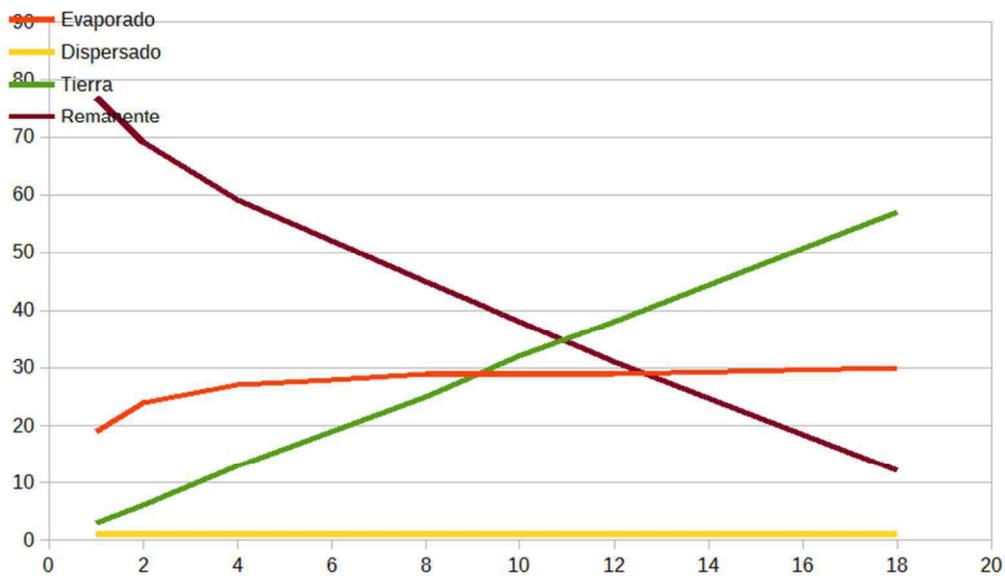


Figura 3.2.3.d.4 Evolución fisico-química del derrame en época de lluvias escenario dominante Caso Más Probable.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

3.2.3.e Nortes escenario reinante

En este escenario de simulación la mancha producida por el derrame toca tierra más probablemente a 9 km del lado oeste de la Boca de Panteones después de 36 horas, (ver Figura 3.2.3.e.1.); la mancha se extiende 3.5 km, (ver Figura 3.2.3.e.2.), y considerando la incertidumbre la mancha podría tocar algún punto en aproximadamente 65 km, área que es ilustrada con puntos rojos, (ver Figura 3.2.3.e.2.).

Las trayectorias son iguales para los casos de derrame: Peor Caso y el Caso Más Probable, ya que en el método utilizado por GNOME se mueven partículas sin masa definida. Por el contrario el comportamiento de la evolución físico – química calculado con el programa ADIOS2, si toma en cuenta la variación de la masa (volumen derramado).

En cuanto a la evolución físico-química del hidrocarburo. Para el Peor Caso, después de 42 horas, se observa que 30% del hidrocarburo se ha evaporado, 1% se ha disuelto, 50% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 19%, (ver Figura 3.2.3.e.3.).

Para el Caso Más Probable, después de 42 horas, se observa que 34% del hidrocarburo se ha evaporado, 2% se ha disuelto, 48% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 16%, (ver Figura 3.2.3.e.4.).

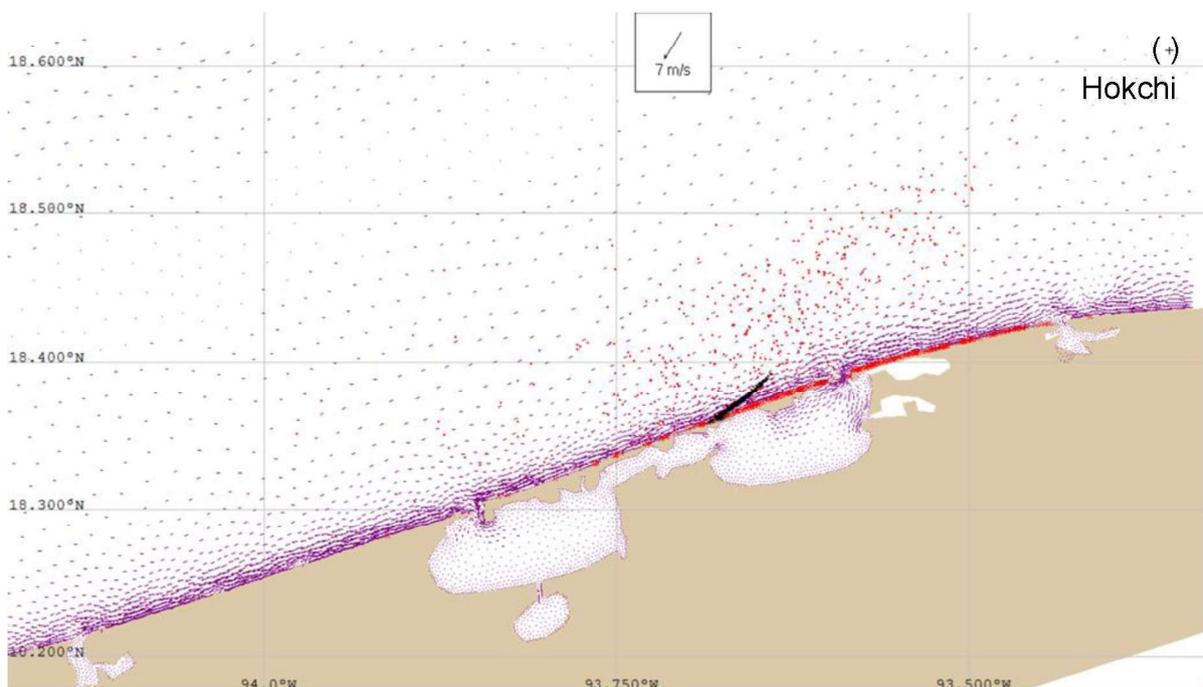


Figura 3.2.3.e.1. Simulación de la trayectoria del derrame en época de Nortes escenario reinante, después de 36 hrs.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

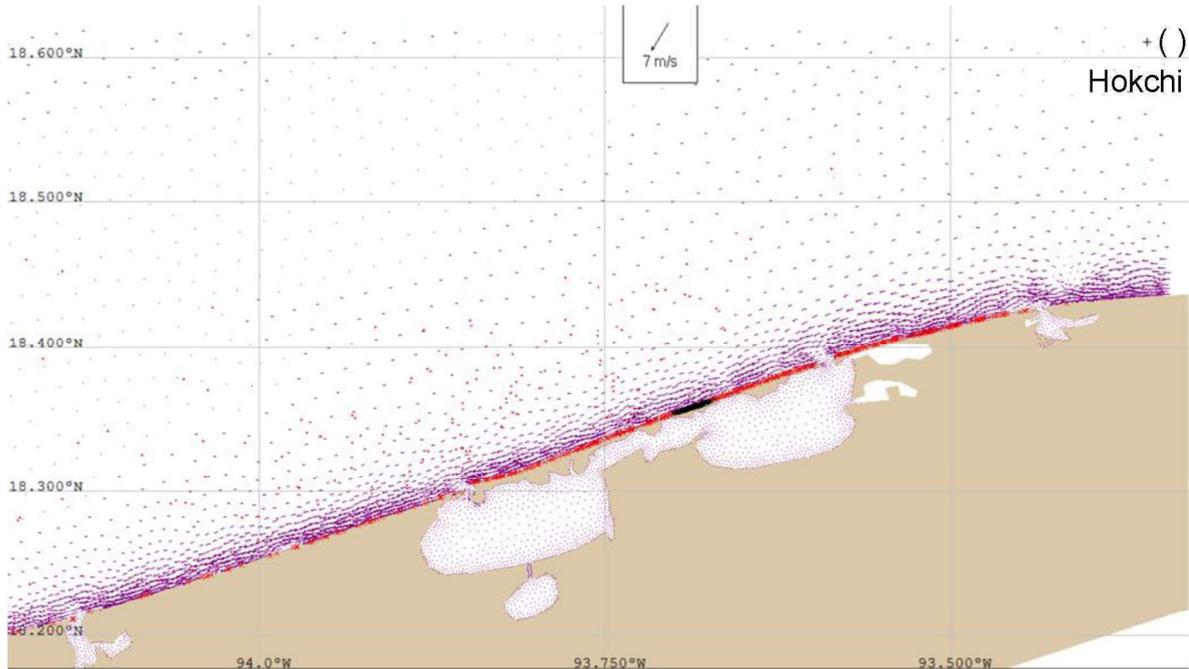


Figura 3.2.3.e.2. Simulación de la trayectoria del derrame en época de Nortes escenario reinante, después de 72 hrs.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

En estas gráficas, los puntos negros representan la trayectoria directa de la mancha del derrame y los puntos rojos representan las desviaciones de la trayectoria directa; considerando la incertidumbre de las simulaciones provocada por las simplificaciones de los datos de entrada. Las flechas moradas indican la corriente oceánica, en el recuadro superior derecho se indica la velocidad del viento, el signo “+” representa la ubicación de Hokchi, origen del derrame.

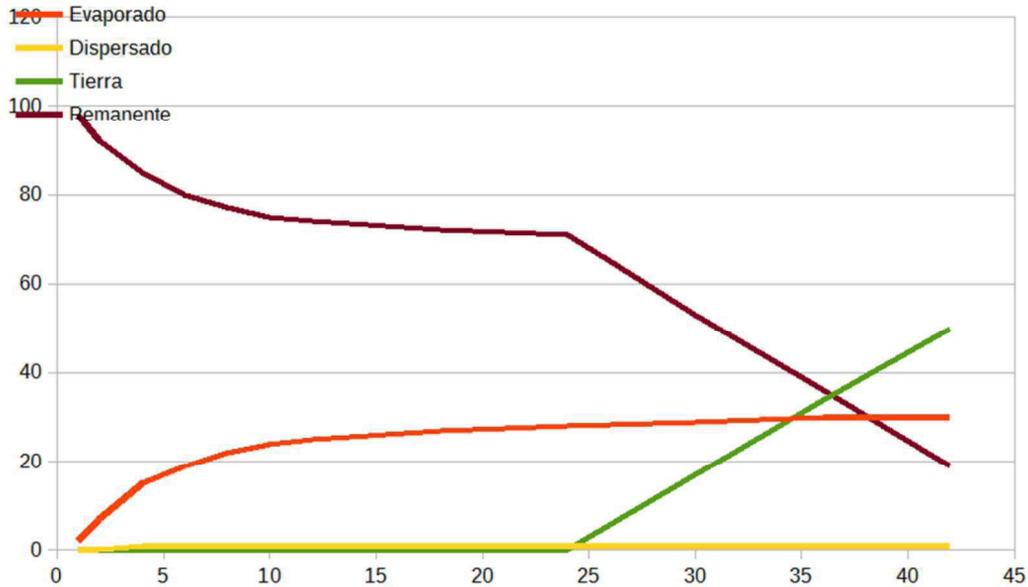


Figura 3.2.3.e.3. Evolución físico-química del derrame en época de Nortes escenario reinante Peor Caso.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

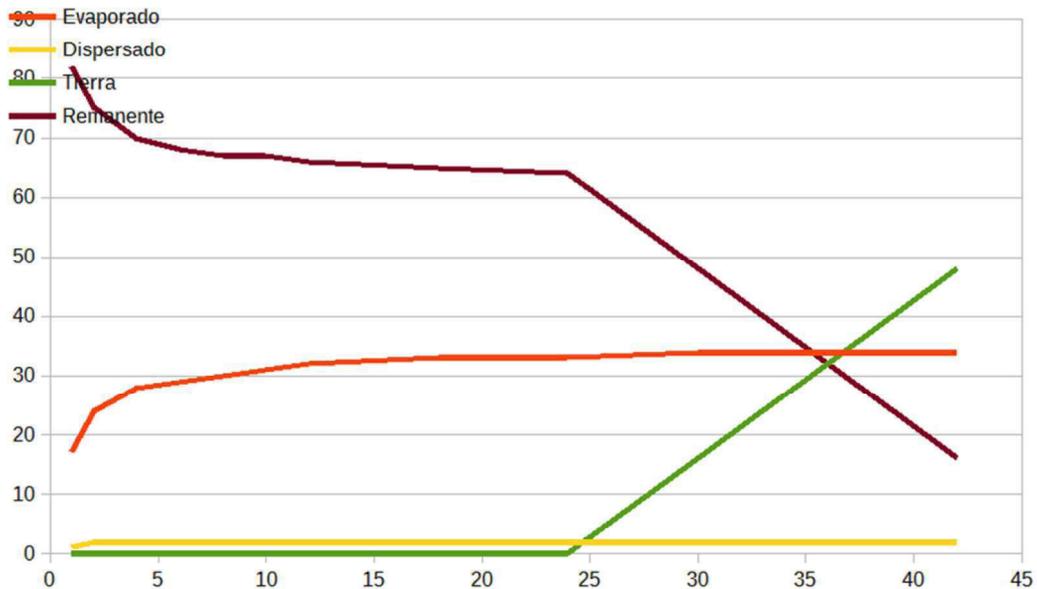


Figura 3.2.3.e.4. Evolución físico-química del derrame en época de Nortes escenario reinante Caso Más Probable.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

3.2.3.f. Nortes escenario dominante

En este escenario de simulación la mancha producida por el derrame toca tierra más probablemente a 0.8 km del lado este de la Barra de Tupilco después de 12 horas, (ver Figura 3.2.3.f.1.); la mancha se extiende por 1.5 km, (ver Figura 3.2.3.f.2.) y considerando la incertidumbre, la mancha podría tocar algún punto en un área de aproximadamente 32 km, ilustrada con puntos rojos sobre la costa.

Las trayectorias son iguales para los casos de derrame: Peor Caso y el Caso Más Probable, ya que en el método utilizado por GNOME se mueven partículas sin masa definida. Por el contrario el comportamiento de la evolución físico – química calculado con el programa ADIOS2, si toma en cuenta la variación de la masa (volumen derramado).

En cuanto a la evolución físico-química del hidrocarburo. Para el Peor Caso, después de 18 horas, se observa que del volumen inicial, 23% del hidrocarburo se ha evaporado, 1% se ha disuelto, 59% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 17%, (ver Figura 3.2.3.f.3.).

Para el caso probable, después de 18 horas, se observa que del volumen inicial, 30% del hidrocarburo se ha evaporado, 1% se ha disuelto, 57% ha tocado tierra y queda un remanente en el mar de 13%,(ver Figura 3.2.3.f.4.).

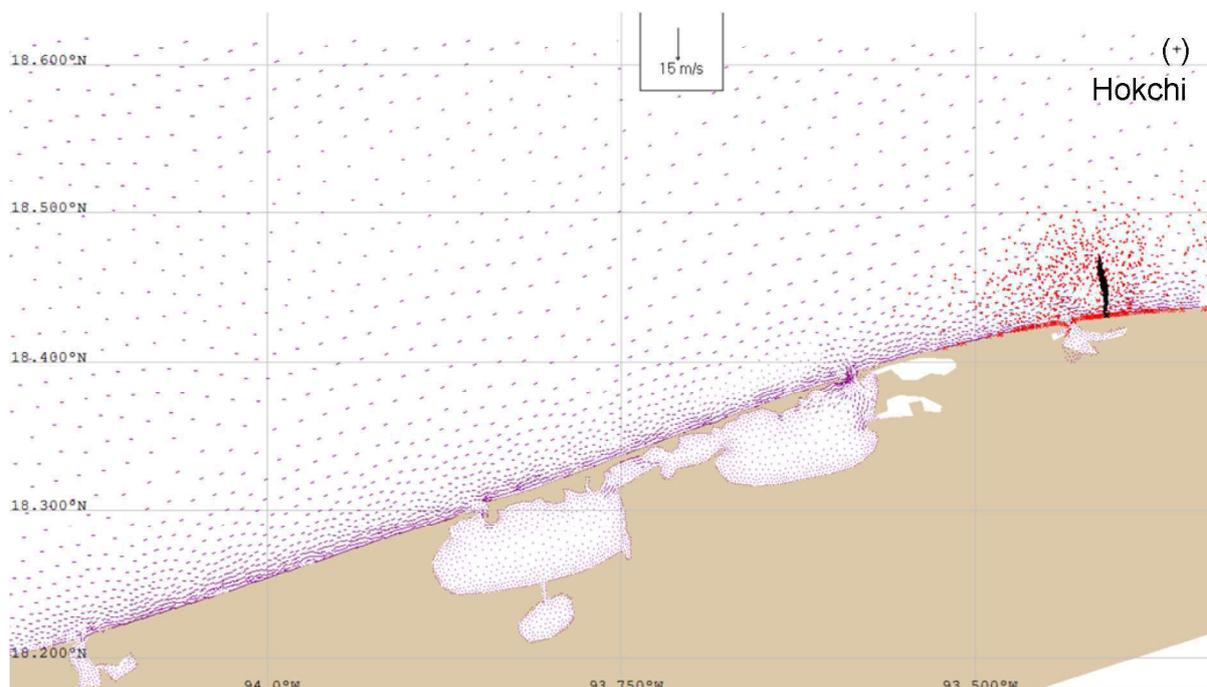


Figura 3.2.3.f.1. Simulación de la trayectoria del derrame en época de nortes escenario dominante, después de 12 horas.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

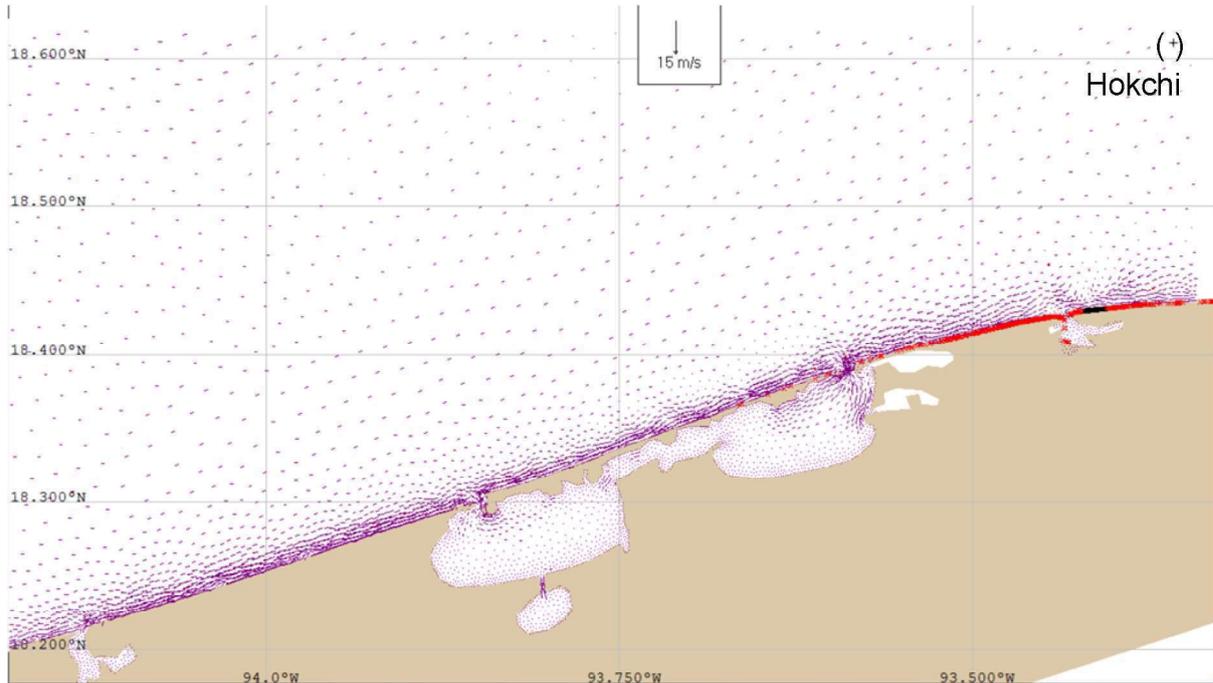


Figura 3.2.3.f.2. Simulación de la trayectoria del derrame en época de Nortes escenario dominante, después de 24 horas.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

En estas gráficas, los puntos negros representan la trayectoria directa de la mancha del derrame y los puntos rojos representan las desviaciones de la trayectoria directa; considerando la incertidumbre de las simulaciones provocada por las simplificaciones de los datos de entrada. Las flechas moradas indican la corriente oceánica, en el recuadro superior derecho se indica la velocidad del viento, el signo “+” representa la ubicación de Hokchi, origen del derrame.

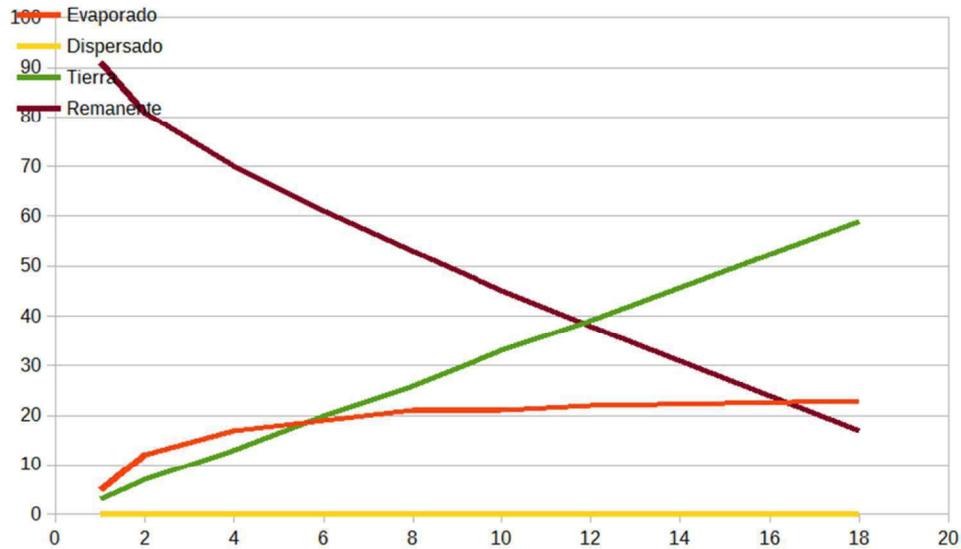


Figura 3.2.3.f.3. Evolución físico-química del derrame en época de Nortes escenario dominante Peor Caso.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

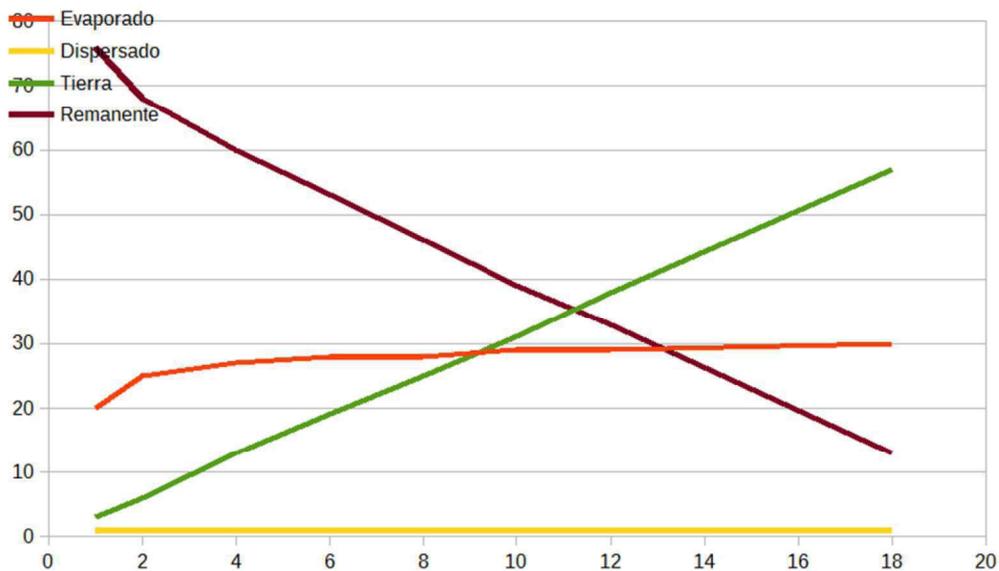


Figura 3.2.3.f.4. Evolución físico-química del derrame en época de Nortes escenario dominante Caso Más Probable.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

3.2.4 Resumen de resultados de las simulaciones

Cuadro 3-5 tiempos de arribo a tierra del derrame para ambos casos: Peor Caso y Caso Más Probable

Escenario de simulación	Directo		Con incertidumbre		Notas
	Tiempo a tierra horas	Extensión de la mancha km	Tiempo a tierra horas	Variación de la ubicación de la mancha km	
Secas reinante	40	2.7	16	80	Con incertidumbre arribo a Barra de Tupilco, penetración en Laguna del Carmen y Machona
Secas dominante	20	4.0	12	30	Penetración en Barra de Tupilco.
Lluvias reinante	72	3.5	24	75	Con incertidumbre penetración en Laguna del Carmen y Río Tonalá
Lluvias dominante	20	2	14	35	Penetración en Barra de Tupilco.
Nortes reinante	36	3.5	16	65	Con incertidumbre penetración en Laguna del Carmen y Machona
Nortes dominante	12	1.5	9	32	Penetración en Barra de Tupilco.

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa GNOME

Las trayectorias son iguales para el peor caso y el más probable debido a que en el método utilizado se mueven partículas sin masa definida y porque el derrame se considera instantáneo (600s).

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

Cuadros de valores finales de la evolución físico-química:

Cuadro 3-6 Peor Caso. Hidrocarburo Isthmus de 28° API con un volumen derramado de 250,727kg (1781.53 B) en un tiempo de 631 seg.

Escenario de simulación	Tiempo		Porcentaje del volumen inicial (%)		
	Última hora de cálculo	Evaporado	Dispersado	En tierra	Remanente
Secas reinante	42	30	1	50	19
Secas dominante	18	23	1	59	17
Lluvias reinante	90	33	2	44	21
Lluvias dominante	18	23	1	59	17
Nortes reinante	42	30	1	50	19
Nortes dominante	18	23	1	59	17

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

Cuadro 3-7 Caso Más Probable. Hidrocarburo Isthmus de 28° API con un volumen derramado de 5,252 kg (37.32 B) en un tiempo de 631 seg.

Escenario de simulación	Tiempo		Porcentaje del volumen inicial (%)		
	Última hora de cálculo	Evaporado	Dispersado	En tierra	Remanente
Secas reinante	42	34	2	50	14
Secas dominante	18	30	1	57	12
Lluvias reinante	84	36	3	37	24
Lluvias dominante	18	30	1	57	12
Nortes reinante	42	34	2	48	16
Nortes dominante	18	30	1	57	12

Fuente: Elaboración IMP, en base al programa ADIOS2

En referencia a los tiempos indicados en los cuadros 3.5, 3.6 y 3.7, debe considerarse lo siguiente:

Cuadro 3-5. “El tiempo a tierra en horas” significa el número de horas que tarda la mancha en trasladarse del área de Hokchi a tierra.

Cuadros 3-6 y 3-7. “Última hora de cálculo” significa el momento de corte del análisis de la evolución físico- química del derrame.

4 CONCLUSIONES.

De los resultados de las trayectorias (lugar de impacto) escenarios climáticos reinante para los dos casos de derrame:

Considerando las tres épocas del año, se tiene que los escenarios reinantes (más probables climatológicamente) podrían impactar el Sistema de Lagunas Carmen y Machona y con menos probabilidad al Río Tonalá debido a que tanto las corrientes como los vientos tienen una dirección de propagación al suroeste. En estos escenarios los tiempos de arribo son de 35 horas o más.

De los resultados de las trayectorias (lugar de impacto) de los escenarios climáticos dominantes para los dos casos de derrame:

Para los escenarios dominantes (más intensos) se observa que el derrame podría impactar la Barra de Tupilco debido a que los vientos más intensos provienen del norte con intensidades más importantes (hasta 15m/s). De los 3 escenarios, el escenario de nortes presenta el tiempo de arribo mínimo (9 horas), por lo que éste se tendrá que considerar como el más importante para las estrategias de mitigación.

De los resultados de los volúmenes de derrame estudiados (cuánto llega a la playa):

Para el Peor Caso (250,727 kg o 1,781.53 B,) se observa que si no se aplican medidas de mitigación, llegarían a tierra un mínimo de 44% (110,920 kg,) para el escenario climatológico de "Lluvias Reinante" y un máximo de 59% (147,928 kg,) del volumen derramado en el escenario climatológico "Nortes Dominante".

Con respecto al Caso Más Probable (5,252 kg, o 37.32 B) se observa que si no se aplican medidas de mitigación, llegaría a tierra un mínimo de 37% (1,943 kg) para el escenario climatológico de "Lluvias Reinante" y un máximo de 57% (2,993 kg) del volumen derramado para el caso "Nortes Dominante".

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE BASES DE DATOS.

NCAR , Base de datos en línea: National Center for Atmospheric Research, [fecha de consulta: 26 Mayo 2016]. Base de datos disponible en: <https://ncar.ucar.edu/>

BANDAS, Base de datos en línea: BANCO NACIONAL DE DATOS DE AGUAS SUPERFICIALES (BANDAS) , [fecha de consulta: 15 julio 2016]. Base de datos disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Portada%20BANDAS.htm>

INEGI, Base de datos en línea: Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 , [fecha de consulta: 12 abril 2016]. Base de datos disponible en:

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/Topografia/Descarga.aspx>

Lehr, W., D. Wesley, D. Simecek-Beatty, R. Jones, G. Kachook, and J. Lankford. 2000. Algorithm and interface modifications of the NOAA oil spill behavior model. Pp. 525-540. In Proceedings of the Twenty-Third Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar, June 14-16, 2000, Vancouver, British Columbia, Canada, Volume 2. Ottawa, Ontario, Canada: Environment Canada.

Beegle-Krause, C.J. General NOAA Oil Modeling Environment (GNOME): A New Spill Trajectory Model. IOSC 2001 Proceedings, Tampa, FL, March 26-29, 2001. St. Louis, MO: Mira Digital Publishing, Inc. Vol. 2: pp. 865-871.

Halliwell, G., R. Bleck, and E. Chassignet, 1998: Atlantic Ocean simulations performed using a new hybrid-coordinate ocean model. EOS, Trans. AGU, Fall 1998 AGU meeting.

Hervouet, JM, 2003 Hydrodynamique des écoulements à surface libre: Modélisation numérique avec la méthode des éléments finis Oress Ponts et Chaussées

Venzke C, 1992. CITGO Petroleum Corporation, Tulsa Oklahoma, Crude oil data as Requested June 24, 1992, Letter to Glen Watabayashi, NOAA

GOM10.04/expt_31.0: Base de datos en línea: HYCOM , [fecha de consulta: 15 julio 2016]. Base de datos disponible en: <http://www.hycom.org/data/gom10p04/expt-31pt0>



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

ANEXO I

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi**

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, enero 2013**

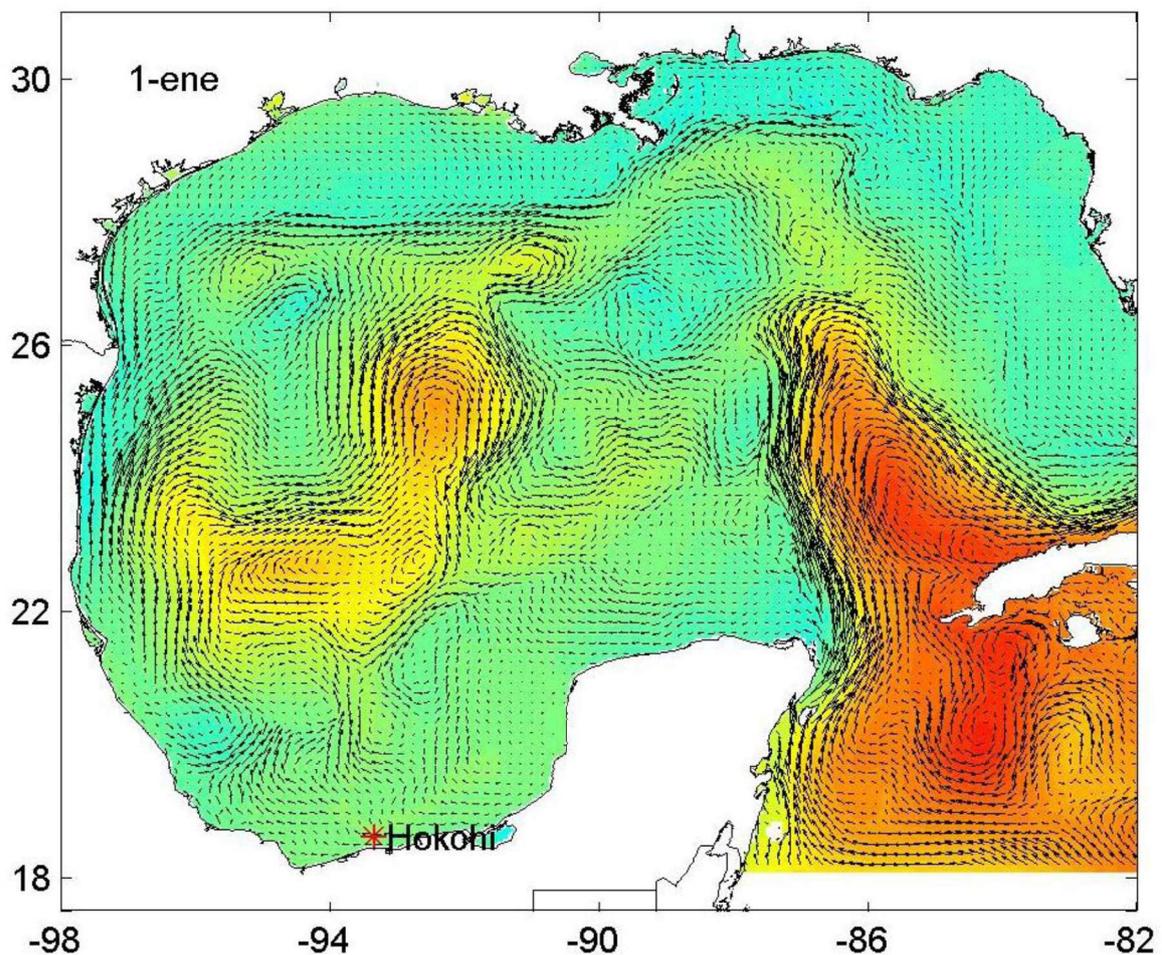


Figura I.1.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de enero

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

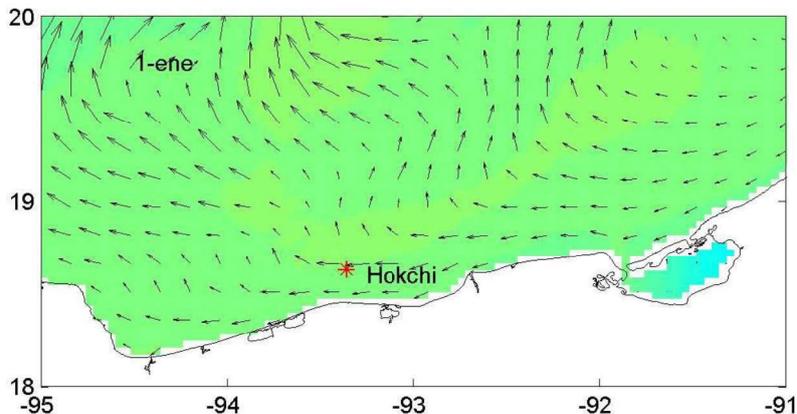


Figura I.1.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de enero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

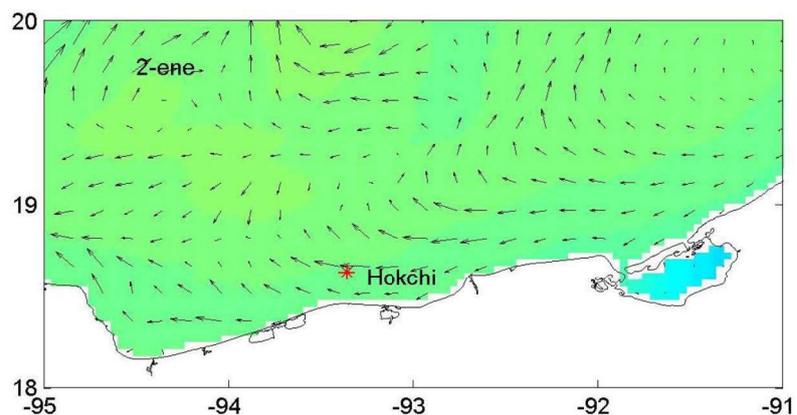


Figura I.1.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de enero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

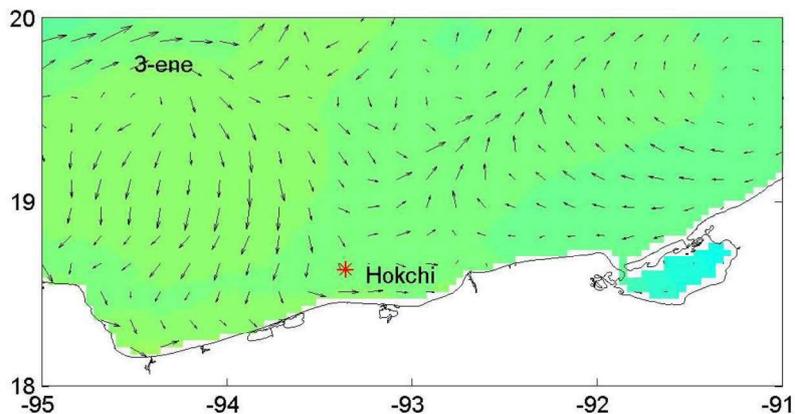


Figura I.1.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de enero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

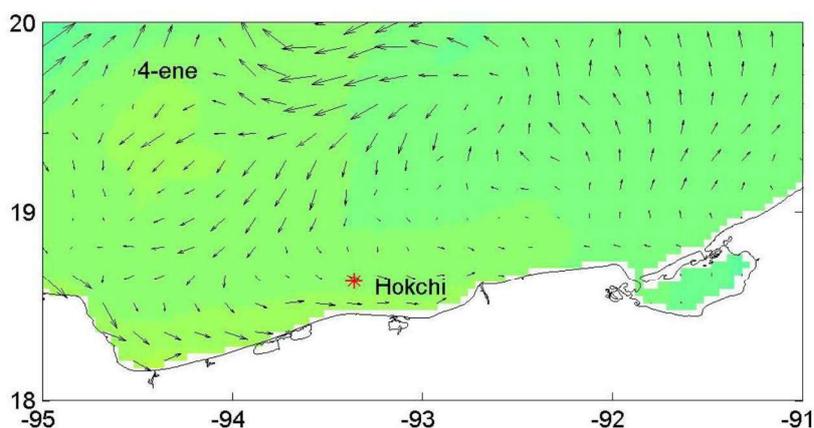


Figura I.1.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de enero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

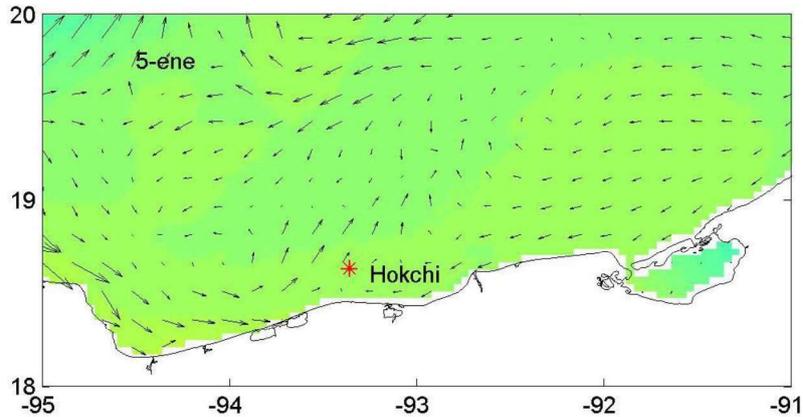


Figura I.1.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de enero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

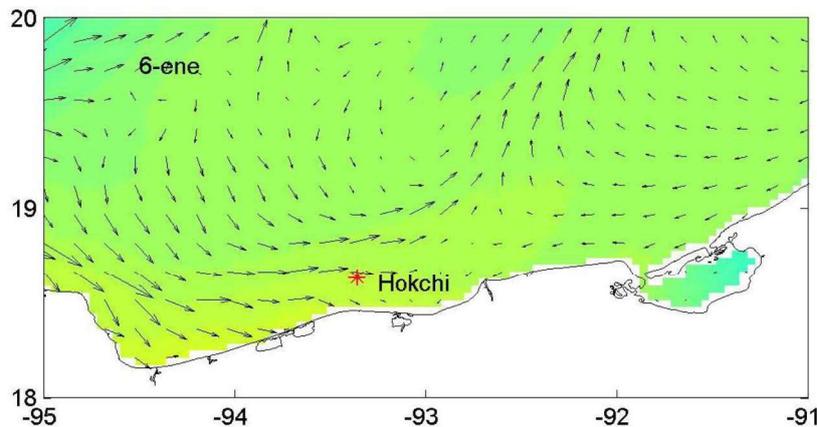


Figura I.1.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de enero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, febrero 2013**

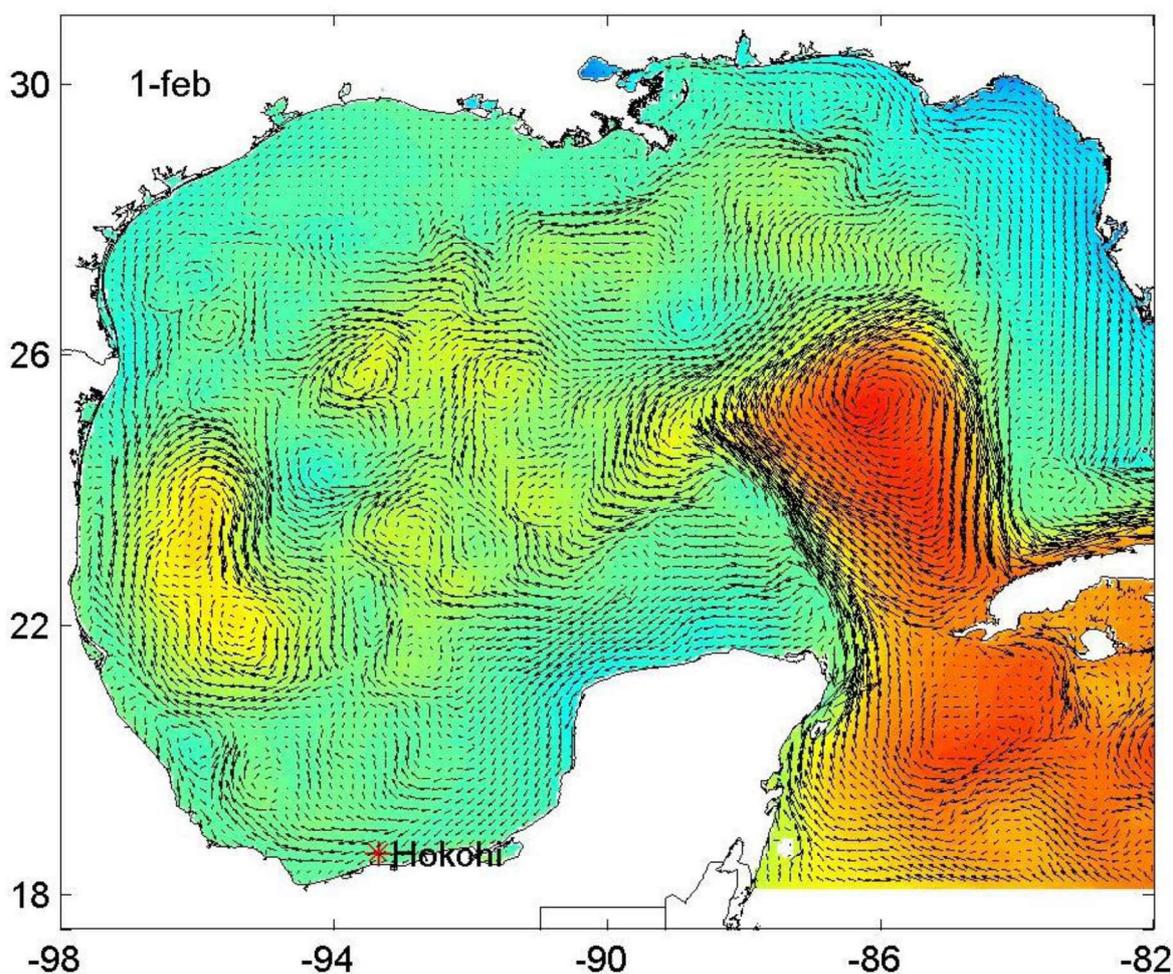


Figura I.2.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de febrero

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

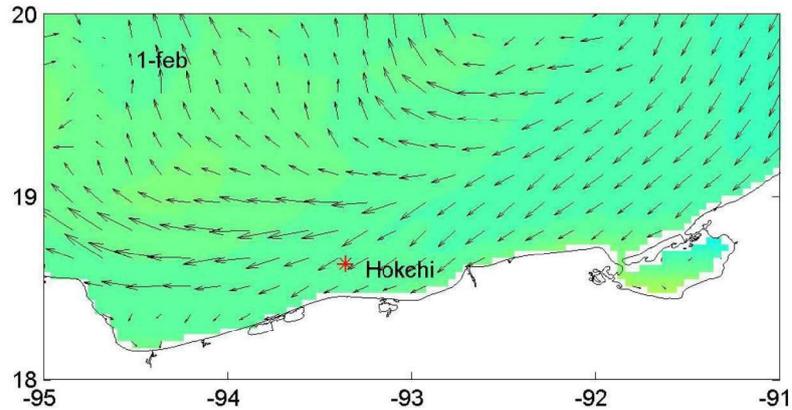


Figura I.2.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 1 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

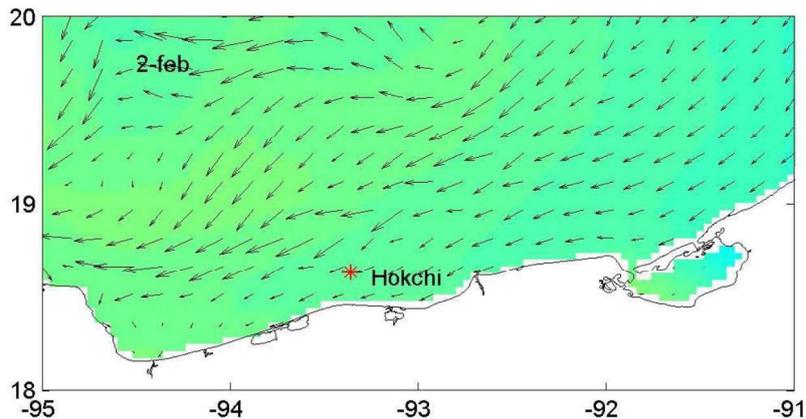


Figura I.2.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 2 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

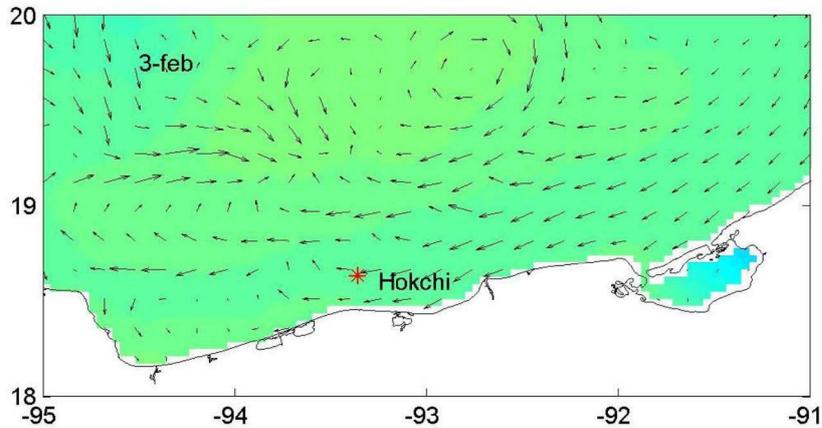


Figura I.2.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 3 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

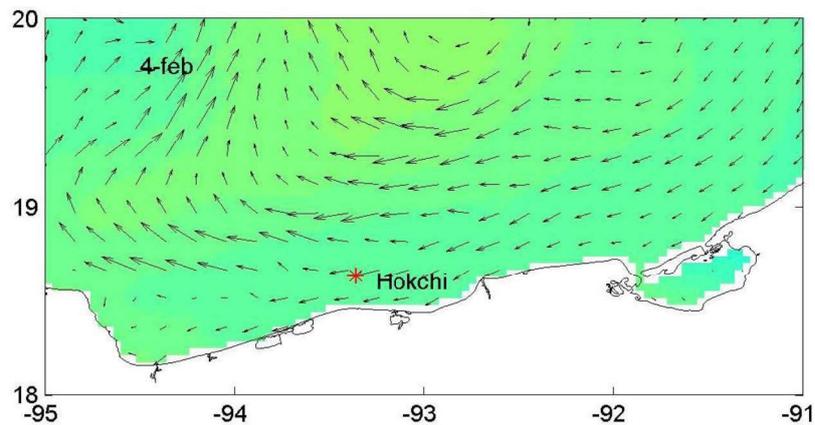


Figura I.2.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 4 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

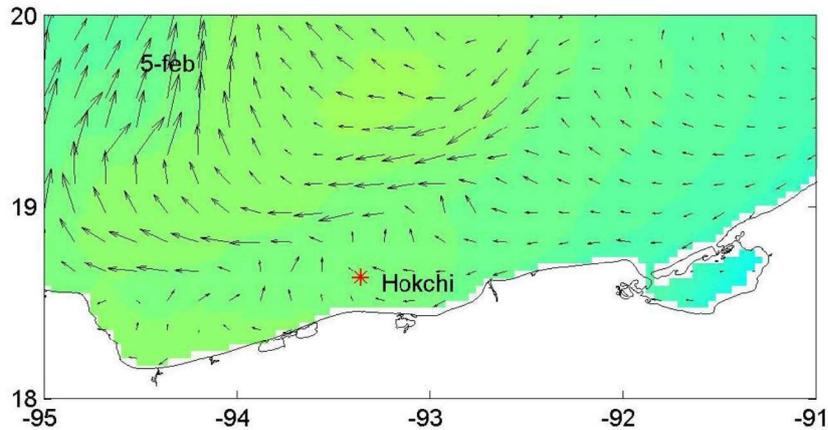


Figura I.2.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 5 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

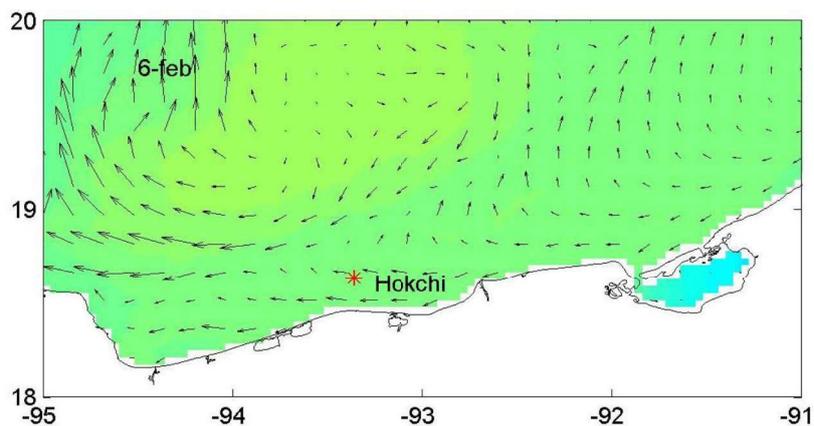


Figura I.2.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 6 de febrero.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, marzo 2013**

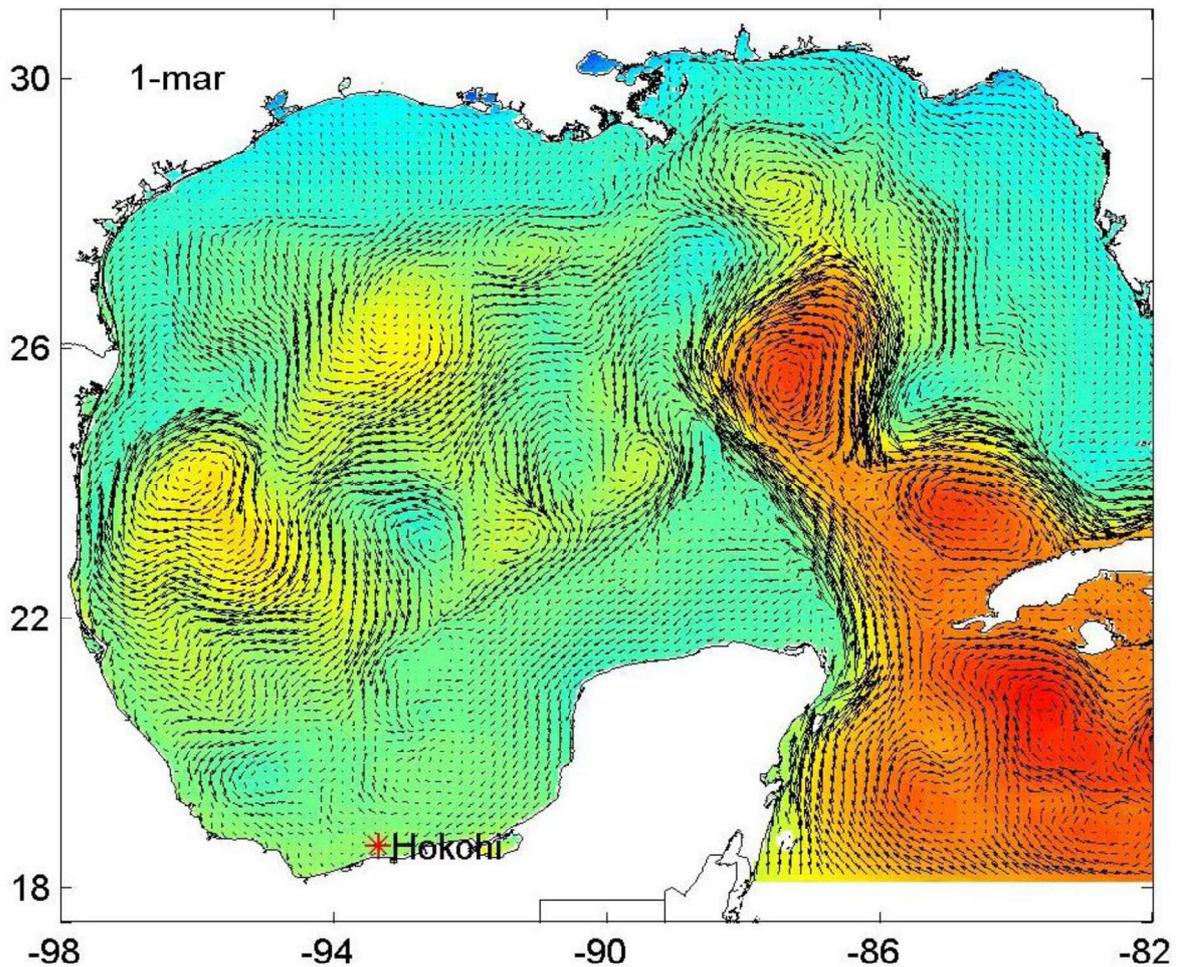


Figura I.3.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de marzo

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis
expt31.0

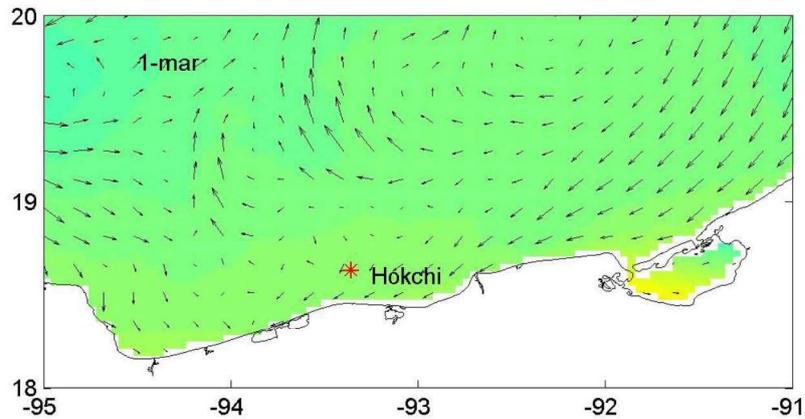


Figura I.3.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de marzo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

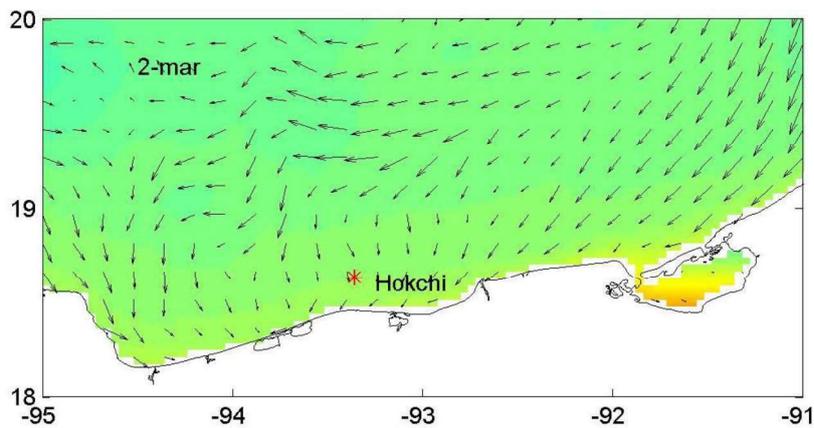


Figura I.3.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de marzo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

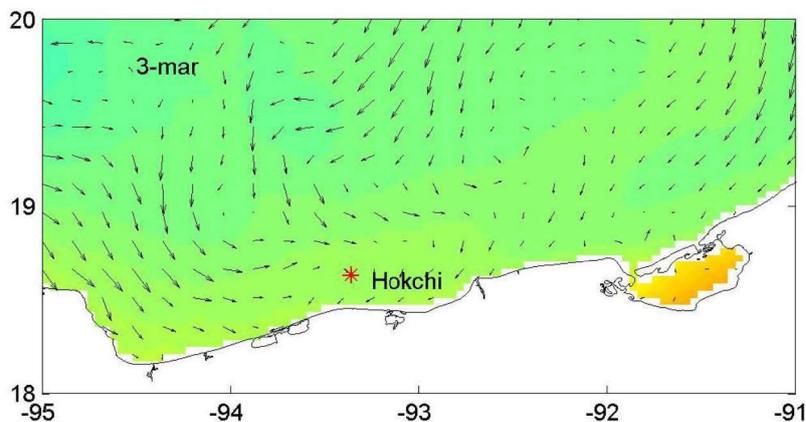


Figura I.3.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de marzo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

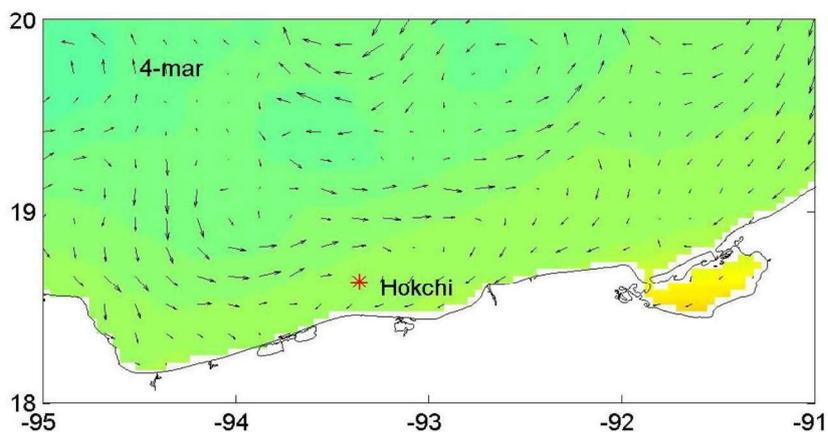


Figura I.3.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de marzo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

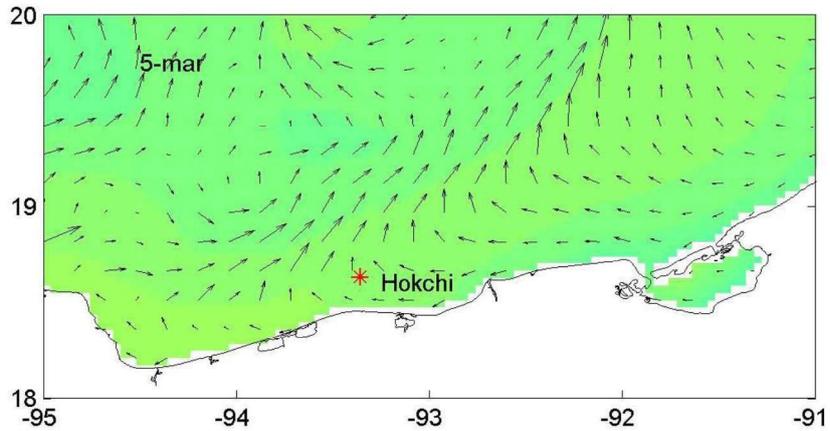


Figura I.3.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de marzo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

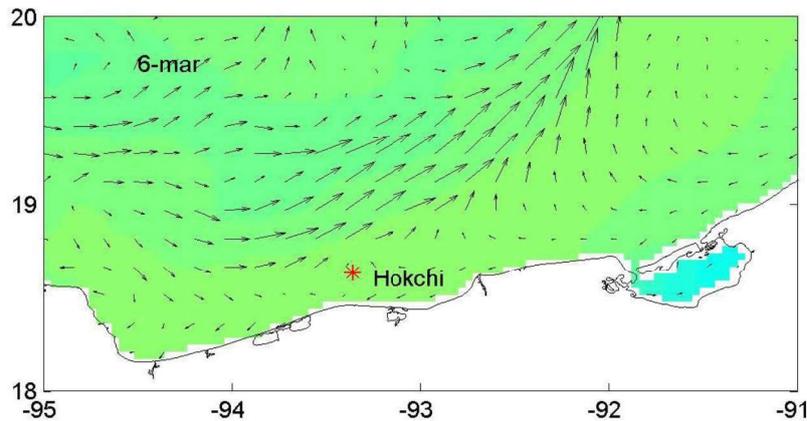


Figura I.3.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de marzo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, abril 2013**

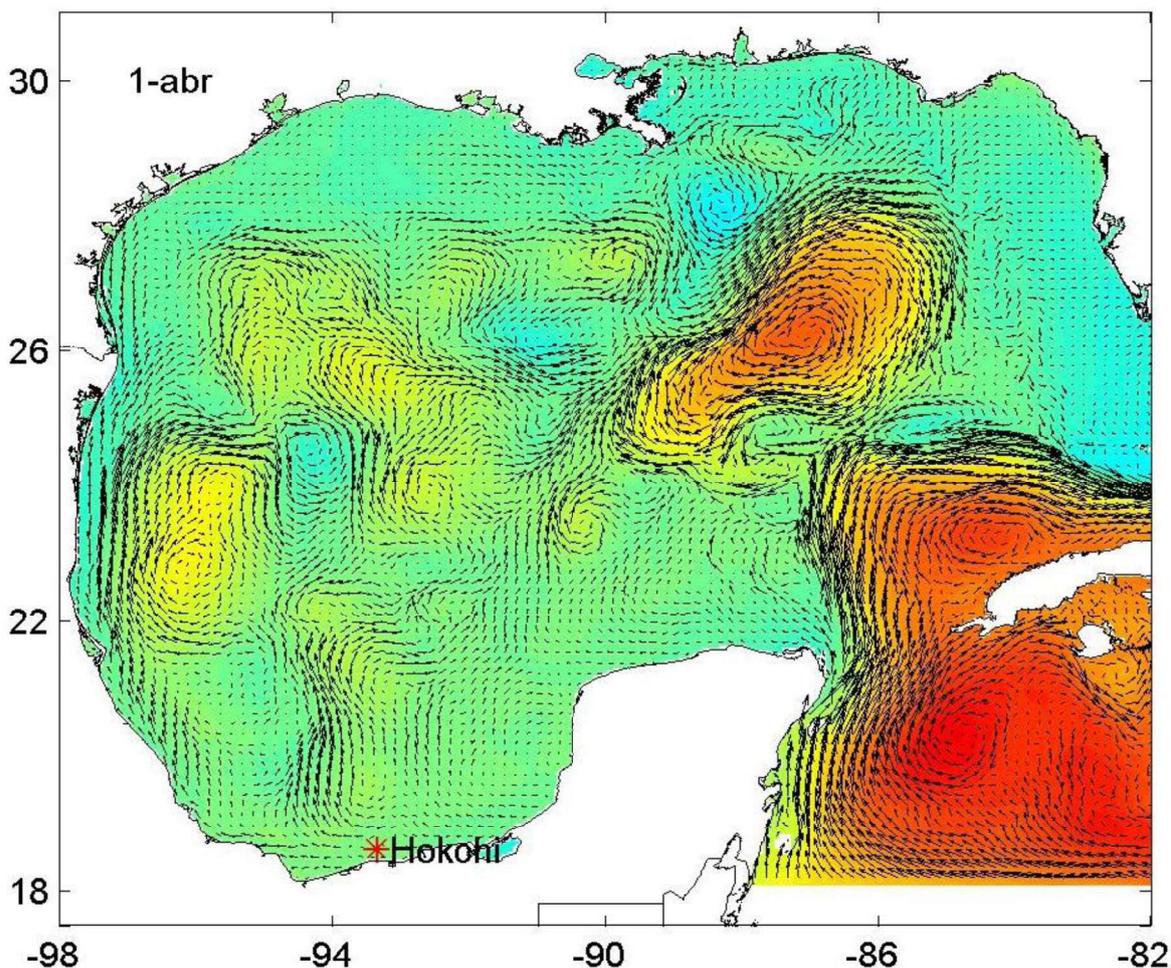


Figura I.4.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de abril

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

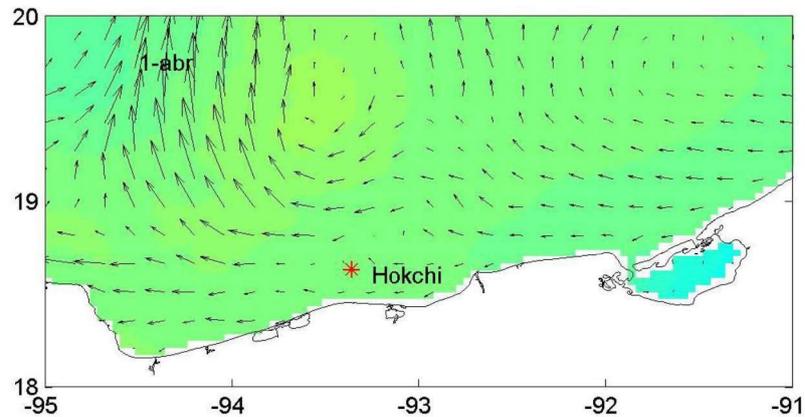


Figura I.4.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de abril.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

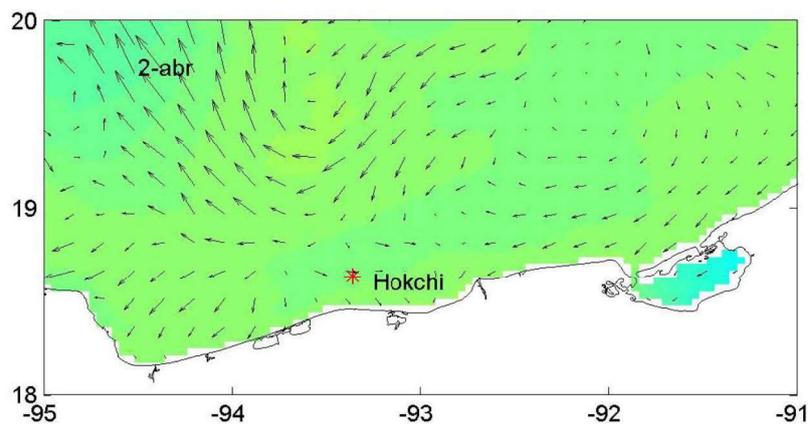


Figura I.4.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de abril.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

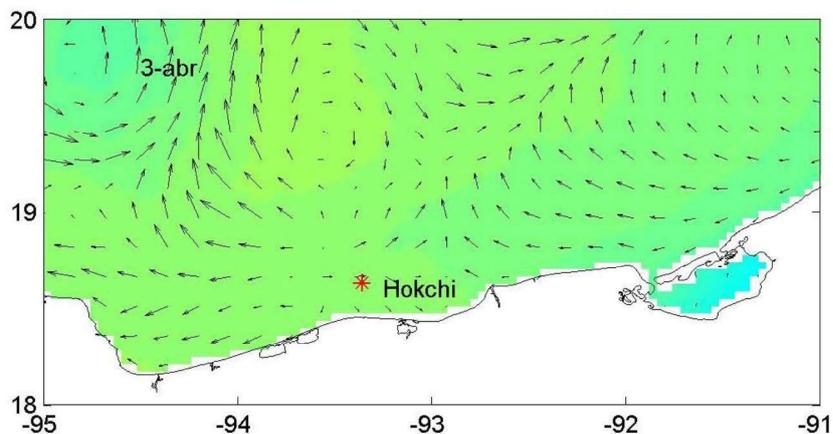


Figura I.4.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de abril.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCOA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

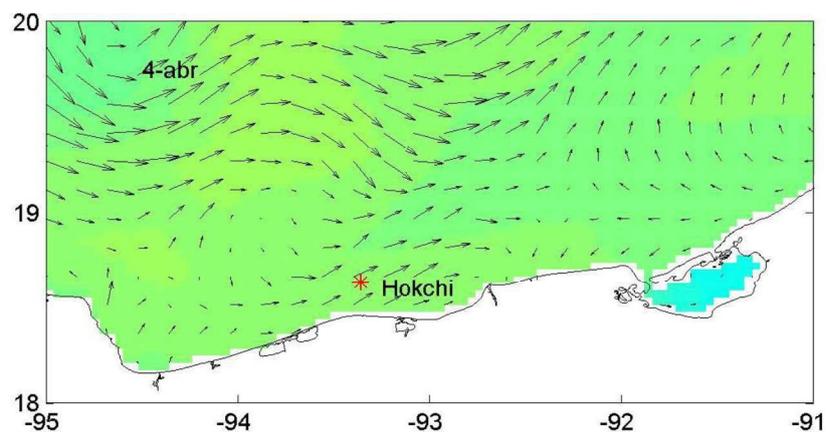


Figura I.4.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de abril.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCOA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

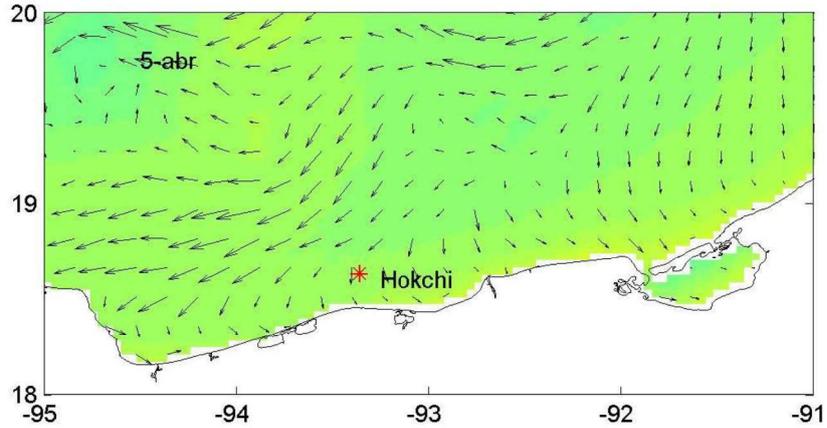


Figura I.4.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de abril.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

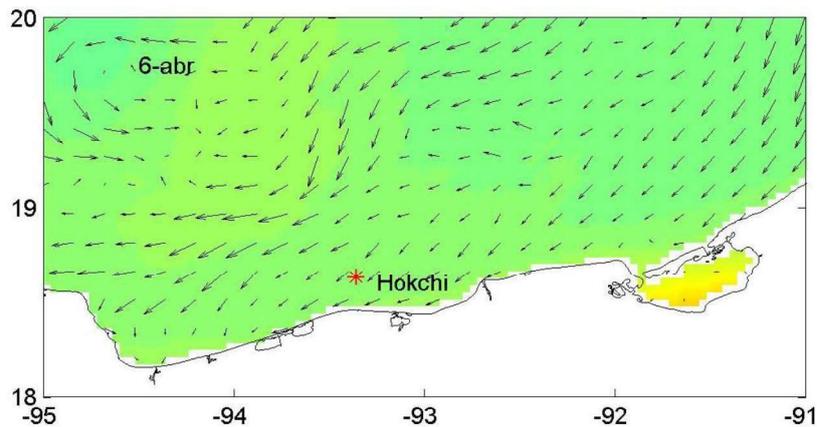


Figura I.4.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de abril.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, mayo 2013**

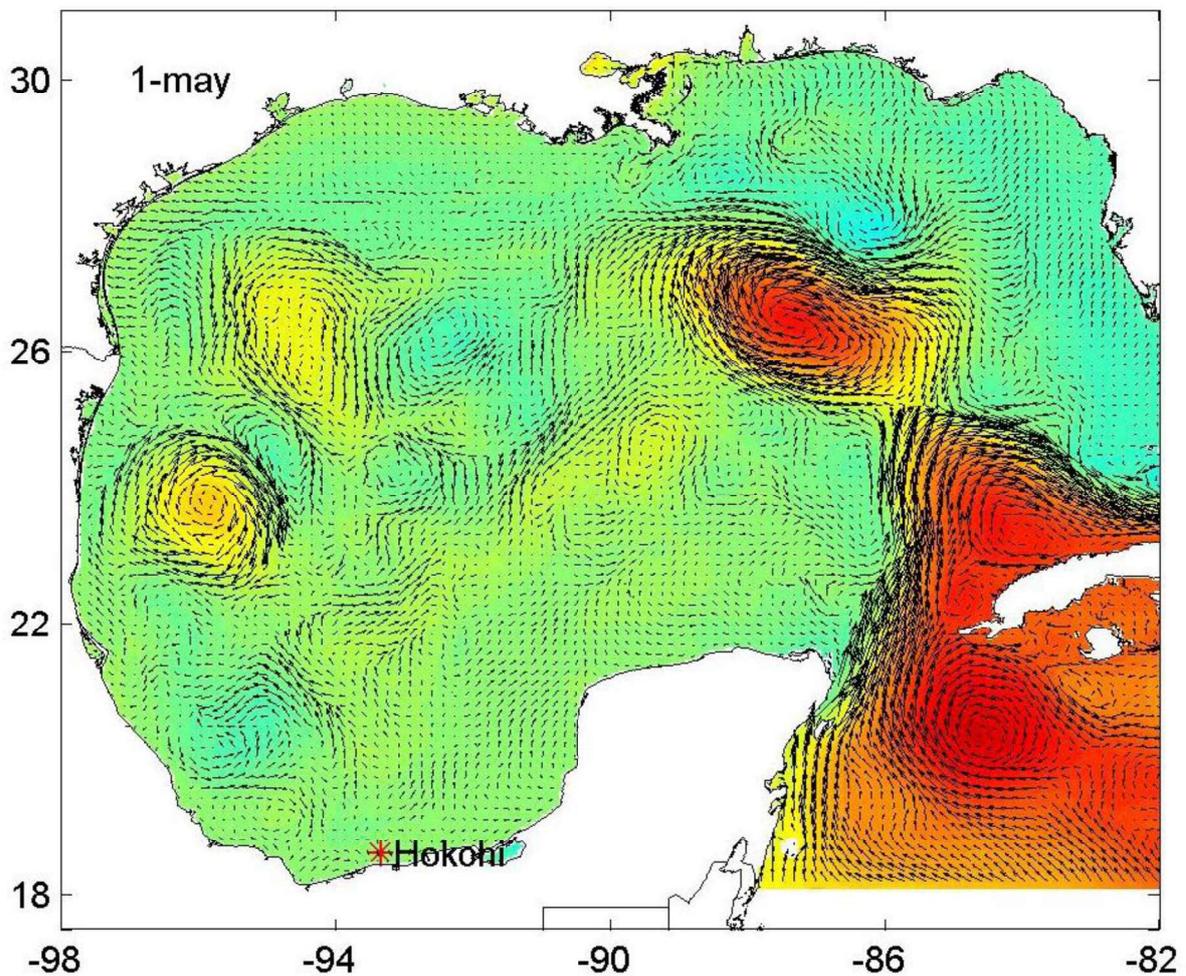


Figura I.5.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de mayo

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

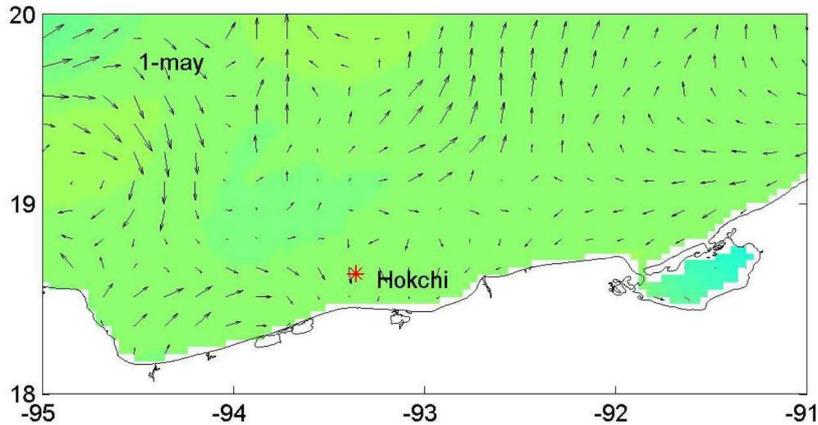


Figura I.5.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de mayo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

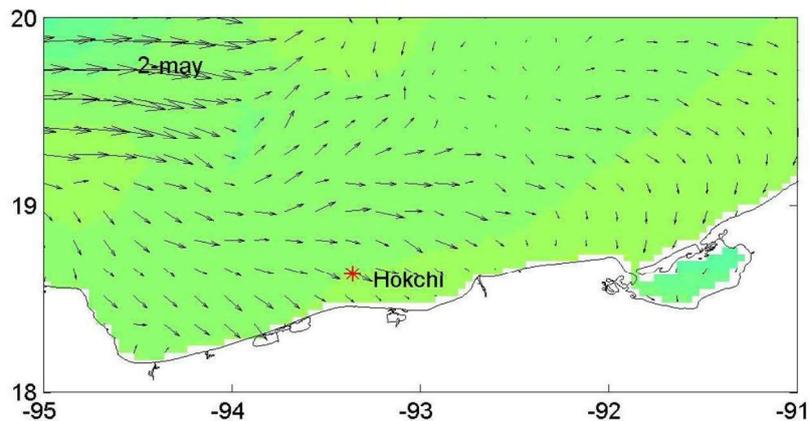


Figura I.5.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de mayo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

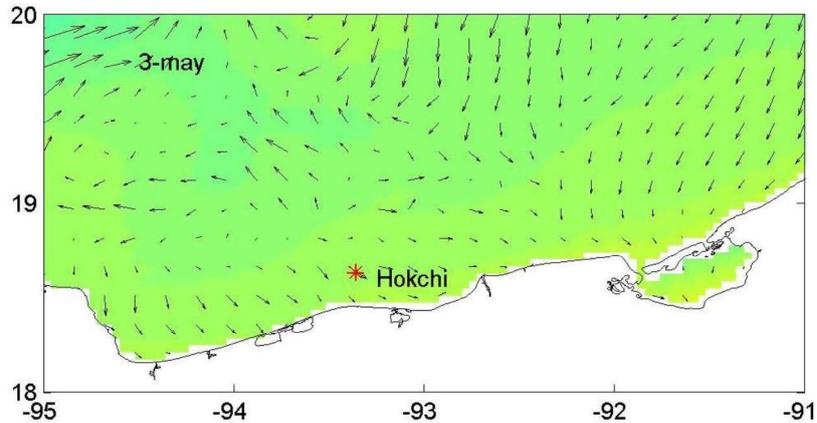


Figura I.5.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de mayo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

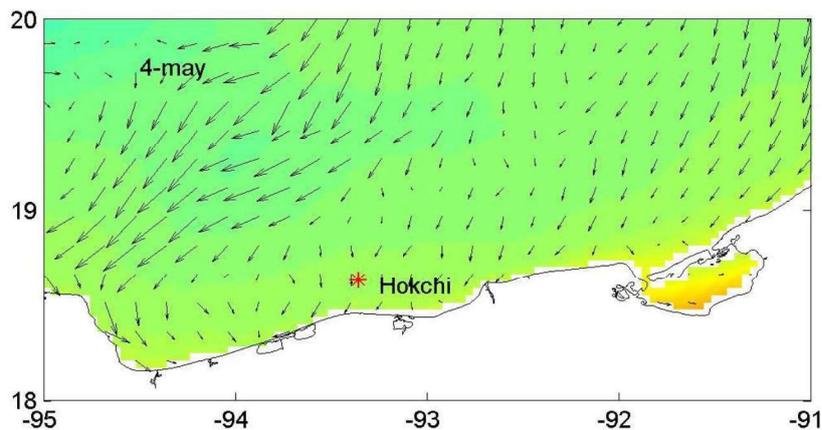


Figura I.5.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de mayo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

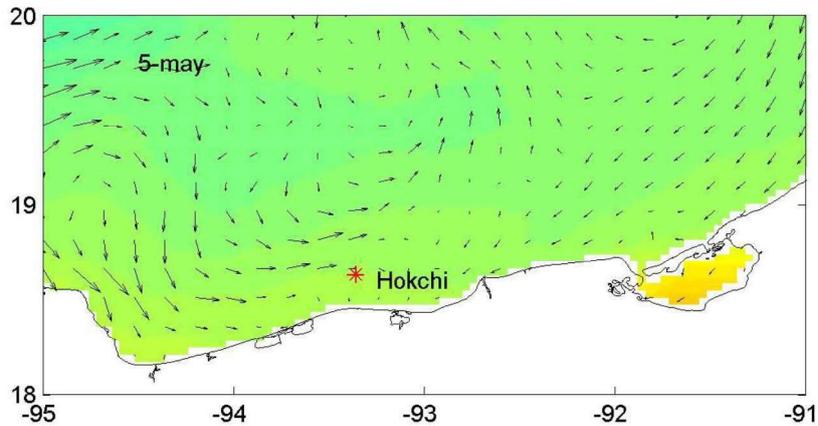


Figura I.5.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de mayo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

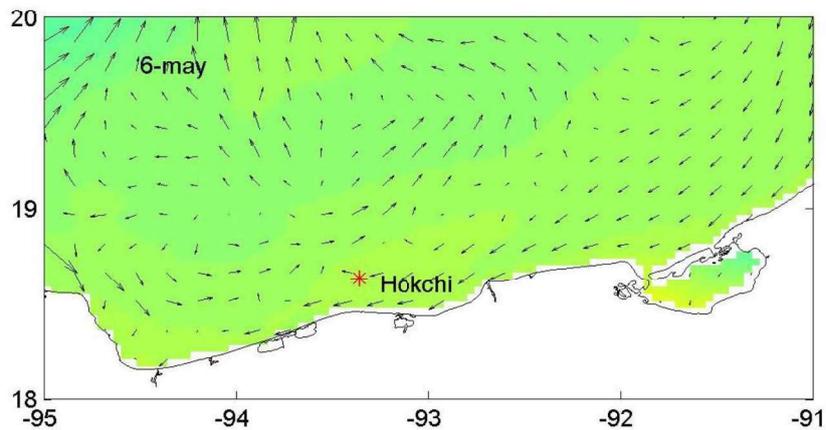


Figura I.5.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de mayo.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, junio 2013**

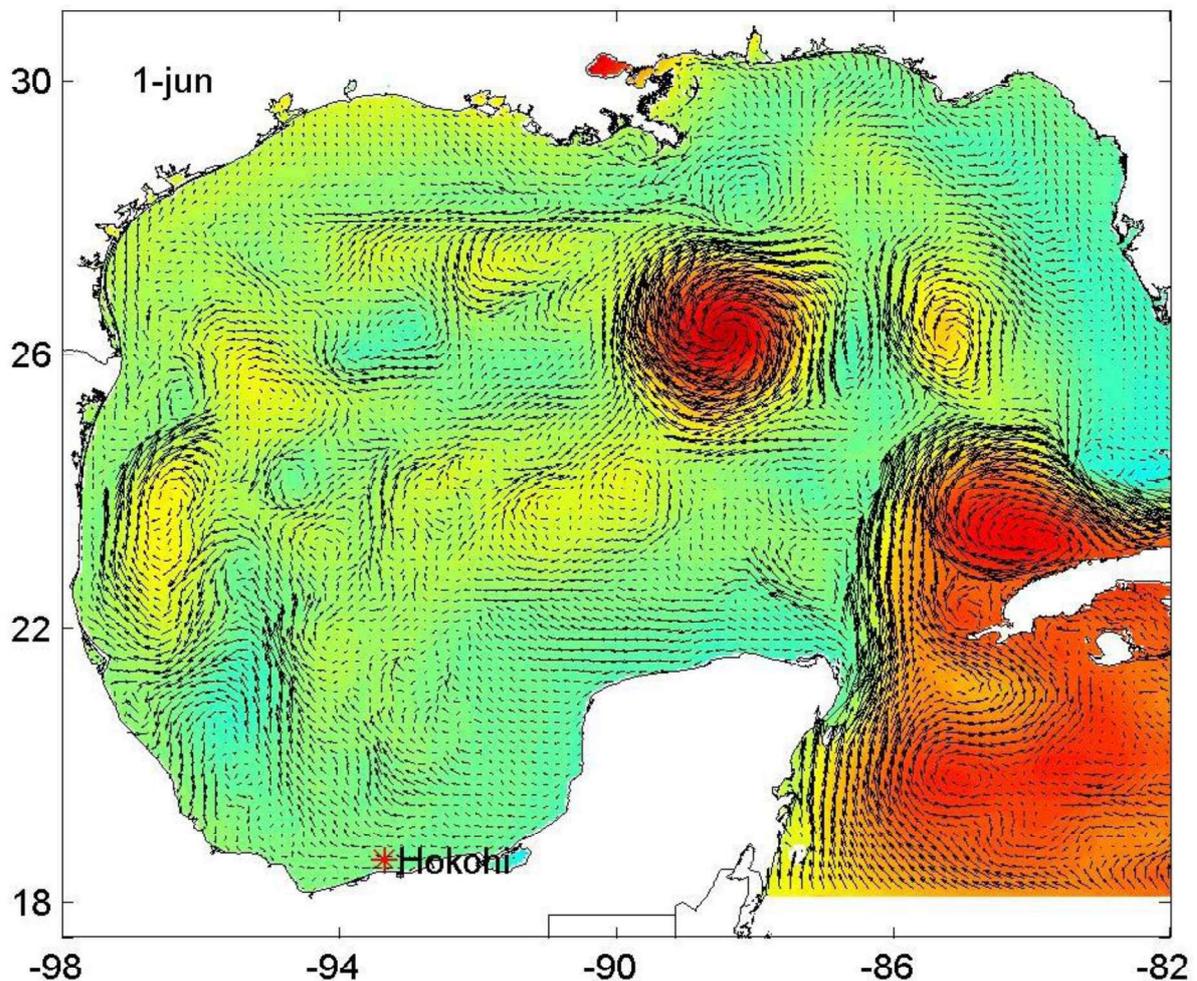


Figura I.6.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 01 de junio

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

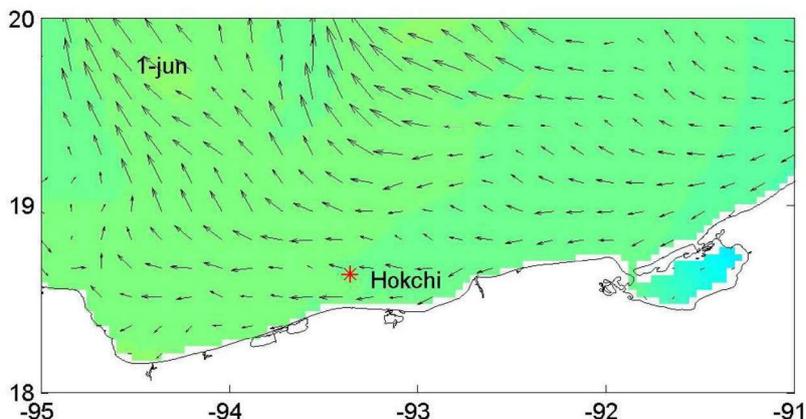


Figura I.6.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de junio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

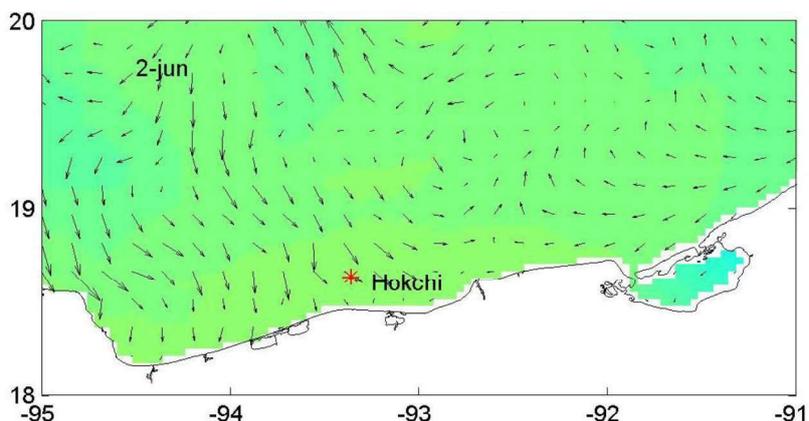


Figura I.6.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de junio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

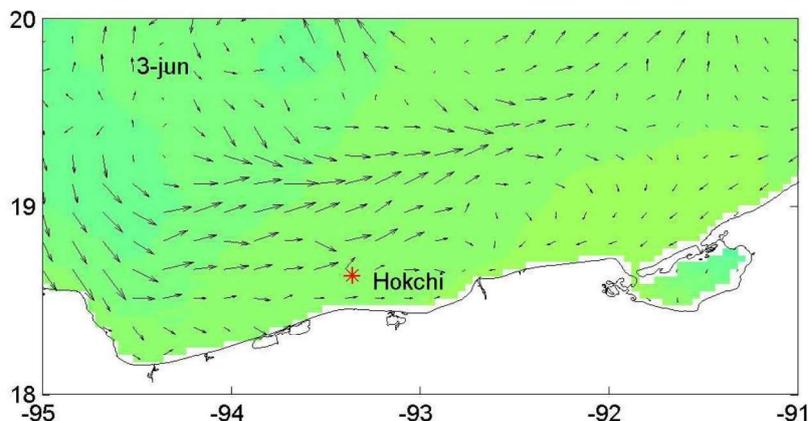


Figura I.6.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de junio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

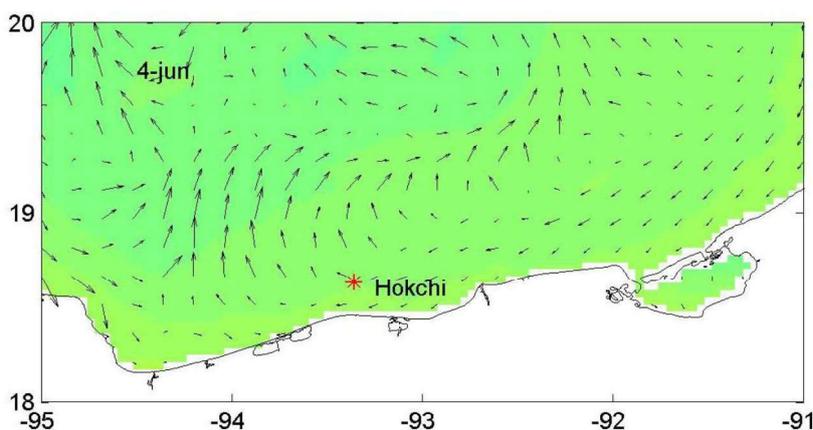


Figura I.6.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de junio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

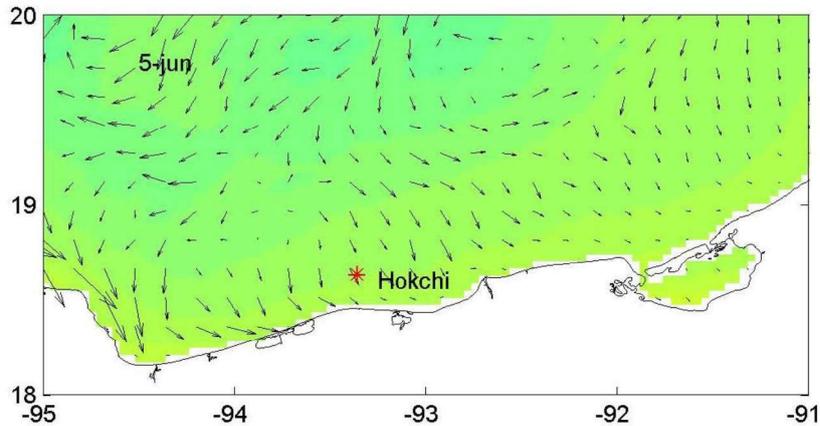


Figura I.6.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de junio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

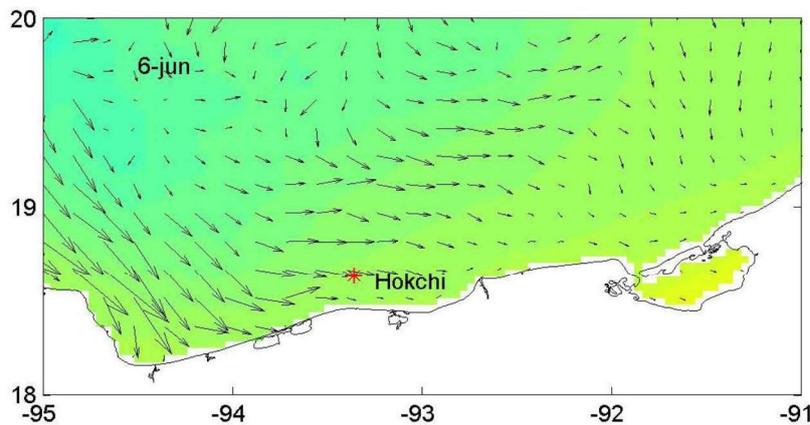


Figura I.6.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de junio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, julio 2013**

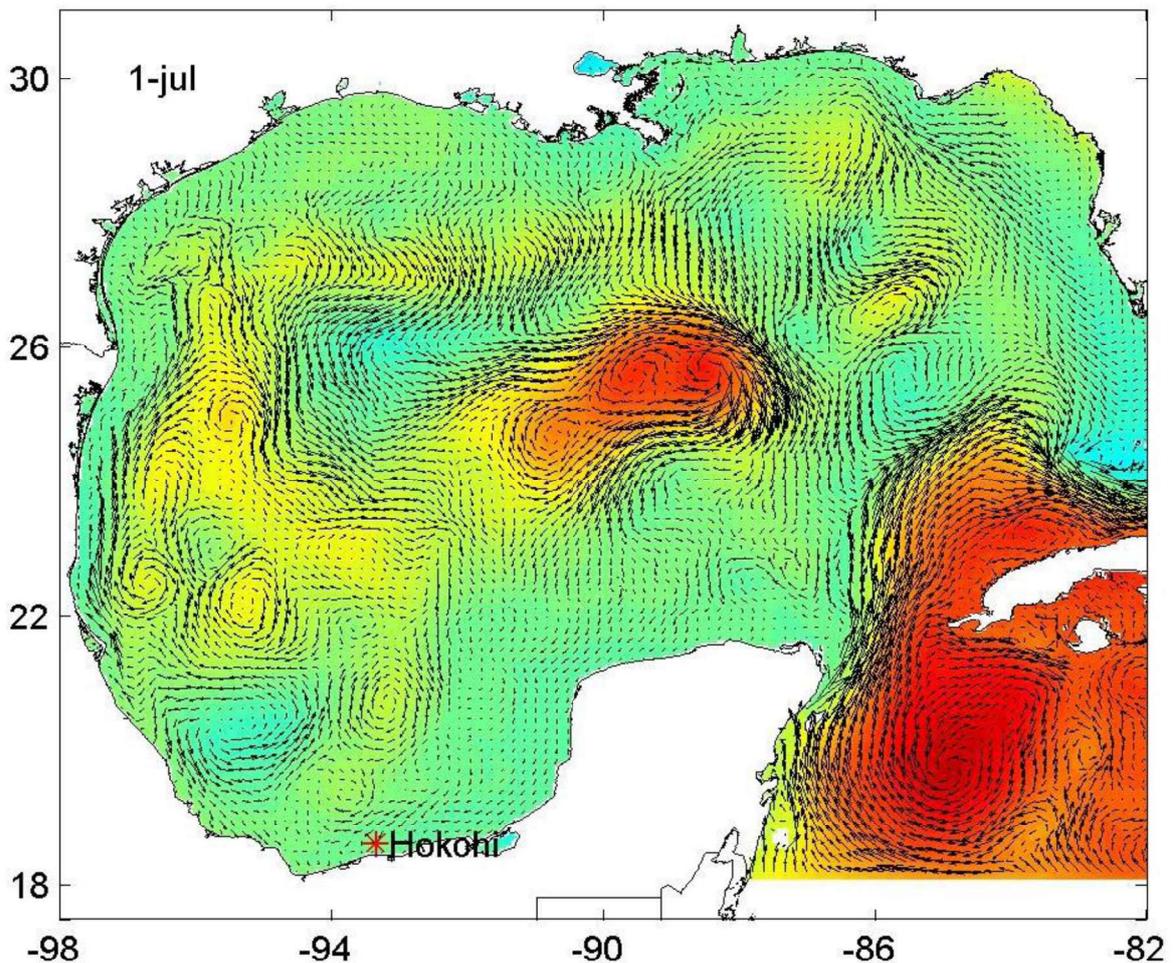


Figura I.7.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 01 de julio

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis
expt31.0

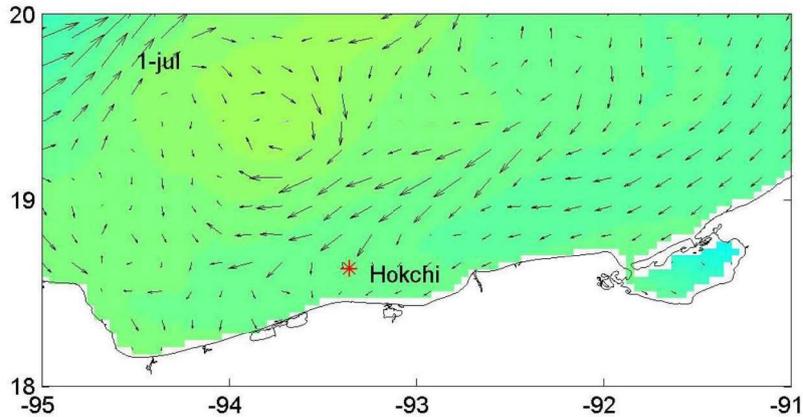


Figura I.7.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de julio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

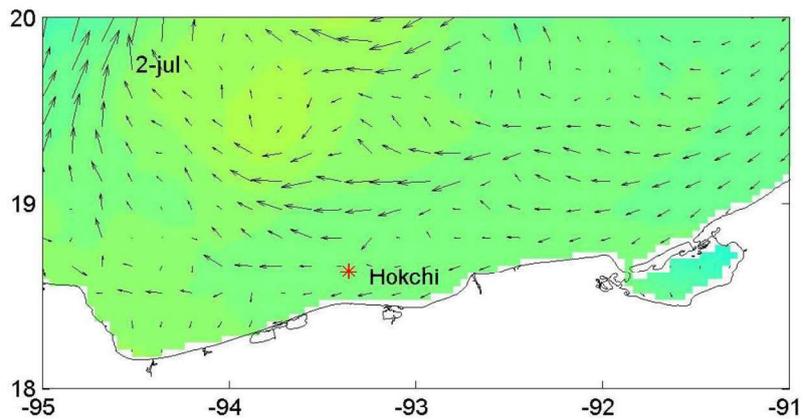


Figura I.7.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de julio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

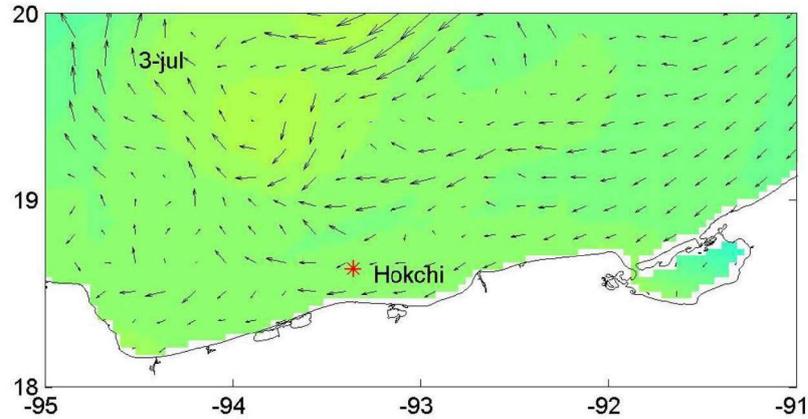


Figura I.7.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 3 de julio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

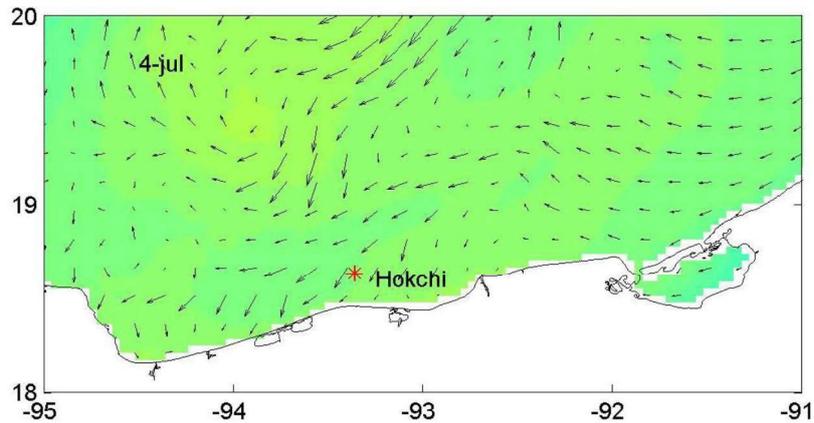


Figura I.7.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 4 de julio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

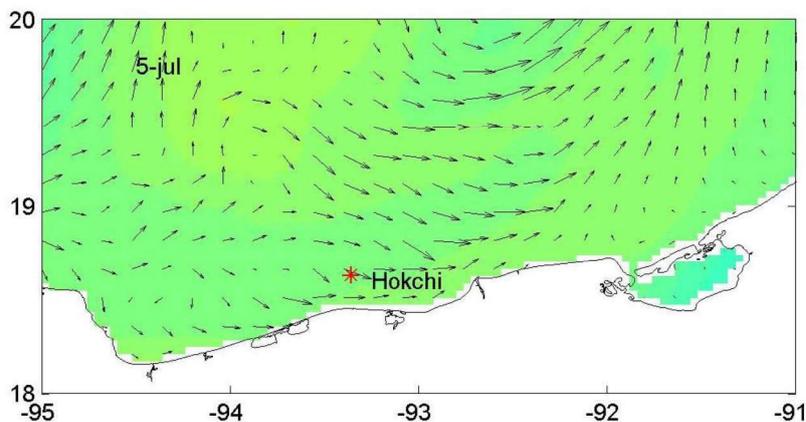


Figura I.7.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de julio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

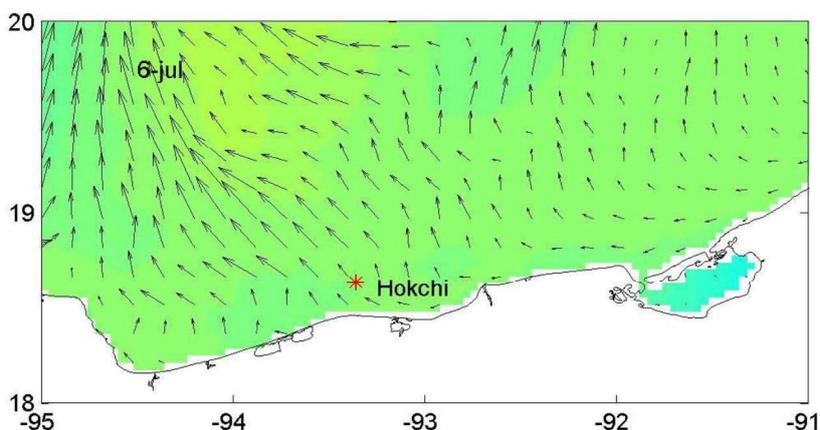


Figura I.7.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de julio.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, agosto 2013**

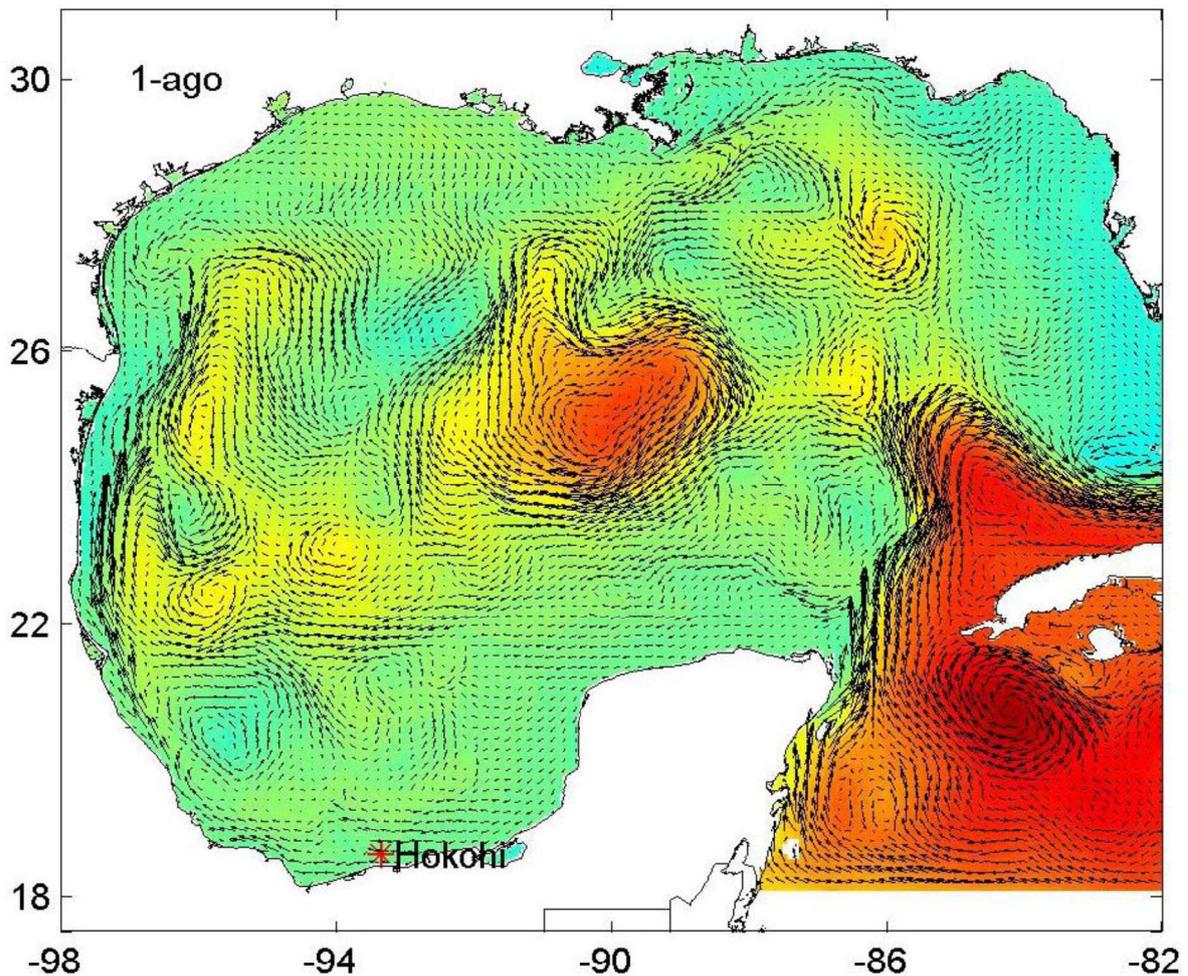


Figura I.8.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de agosto

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

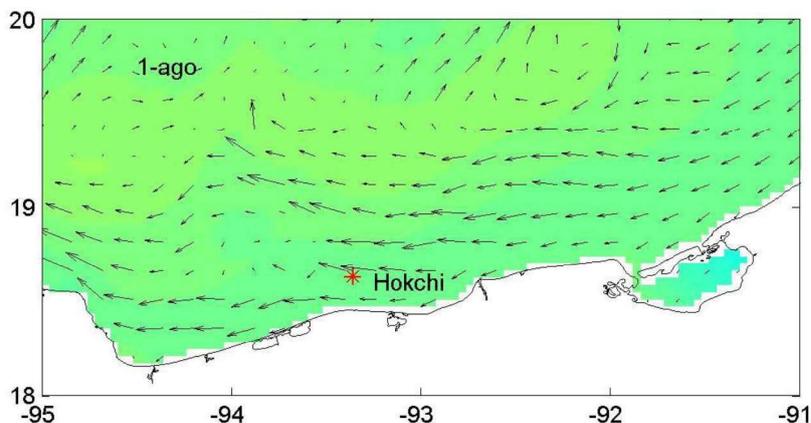


Figura I.8.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de agosto.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

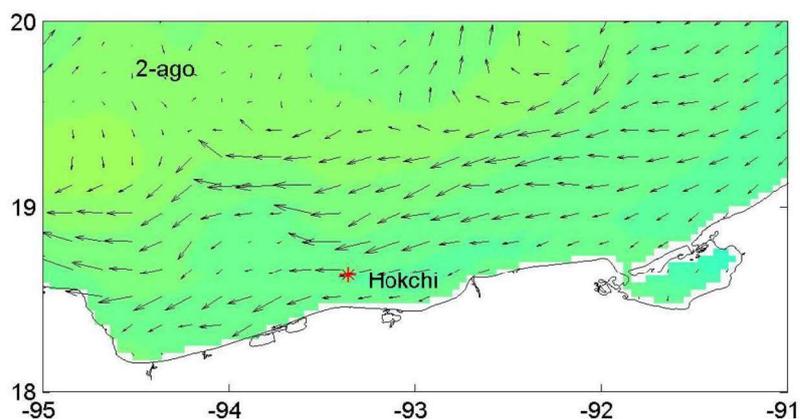


Figura I.8.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de agosto.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

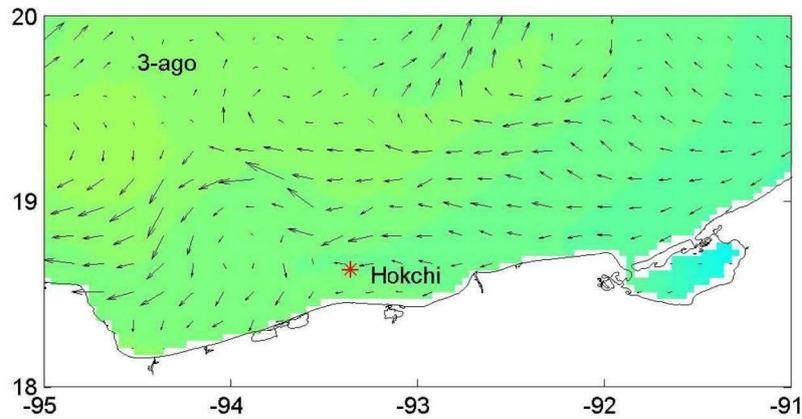


Figura I.8.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de agosto.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

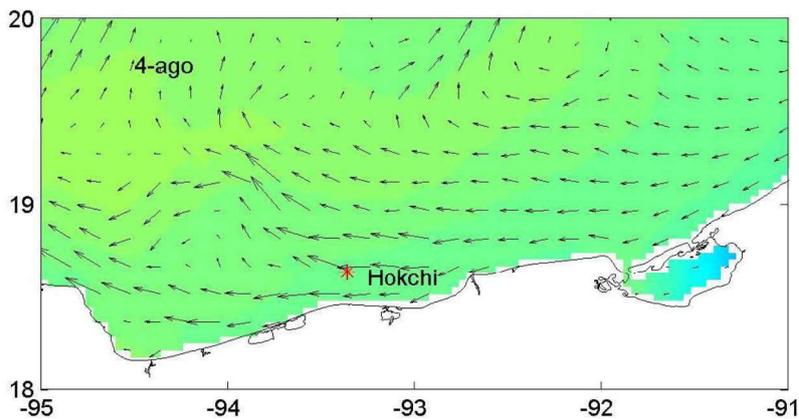


Figura I.8.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de agosto.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

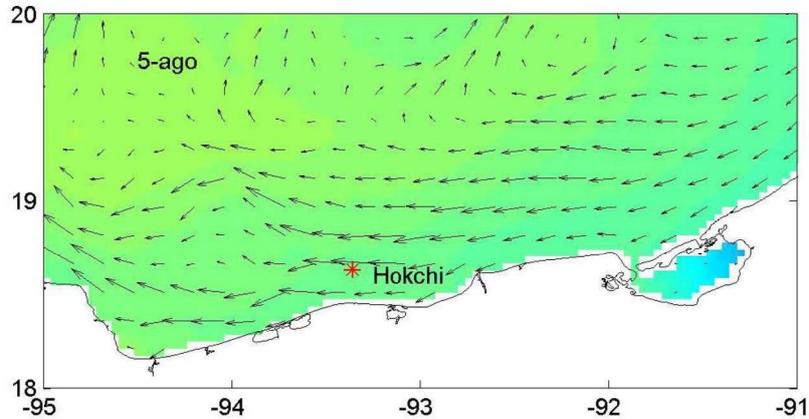


Figura I.8.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de agosto.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

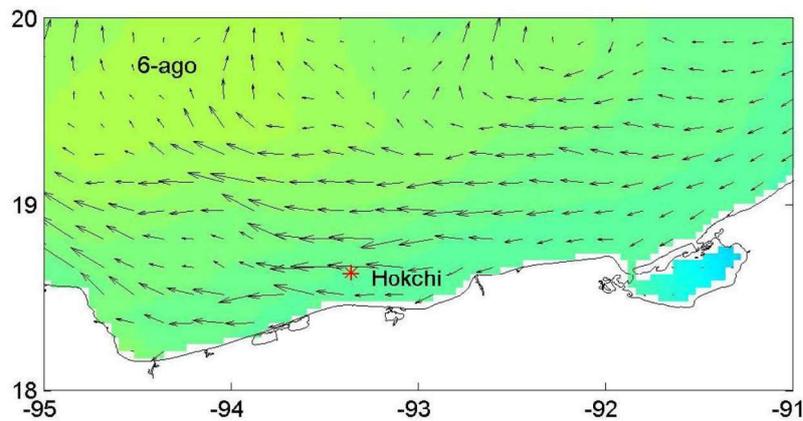


Figura I.8.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de agosto.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, septiembre 2013**

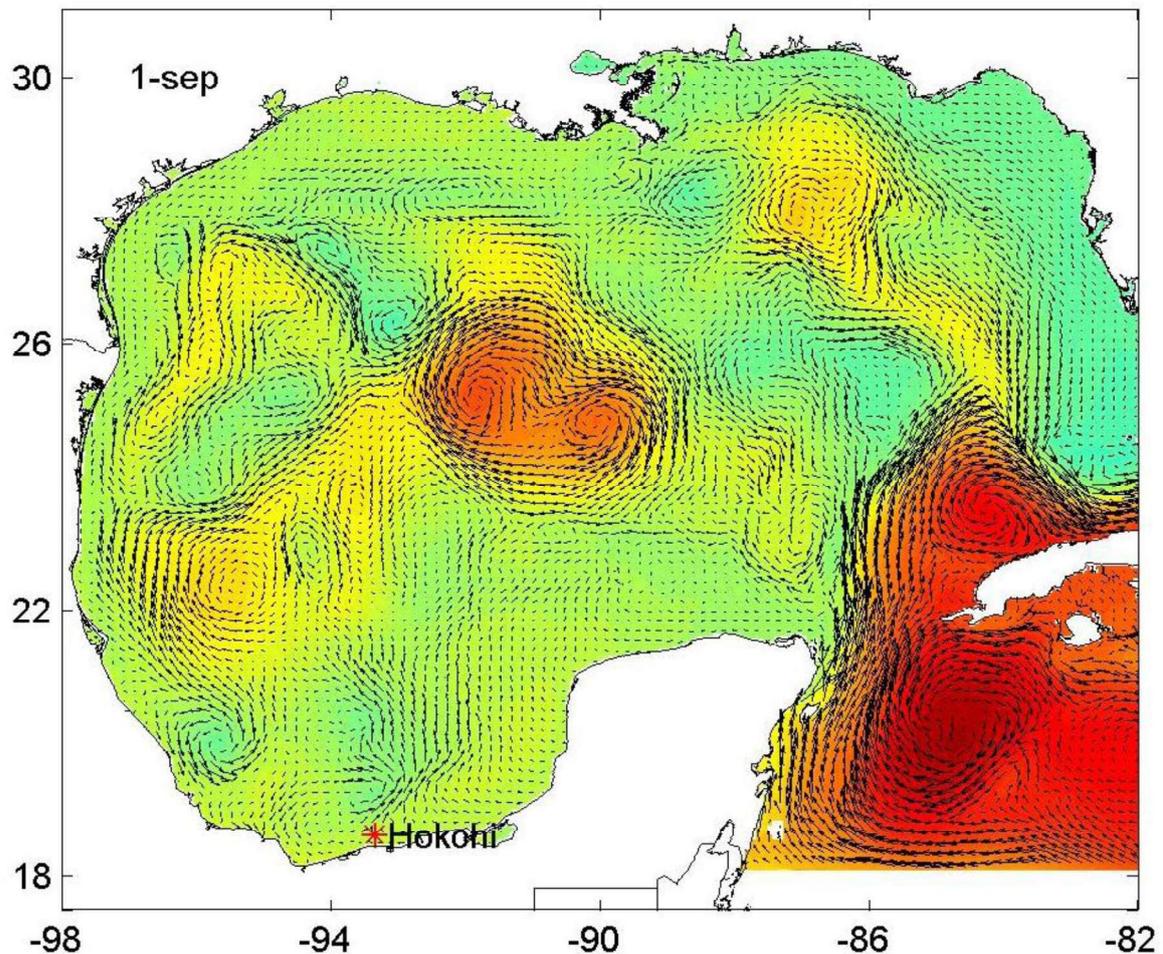


Figura I.9.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de septiembre

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis
expt31.0

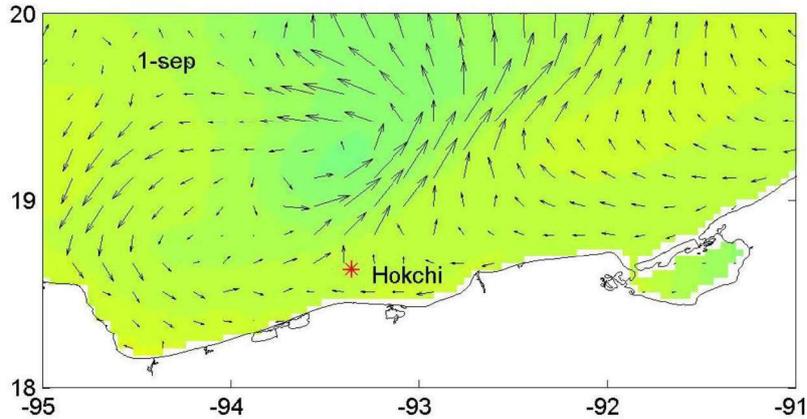


Figura I.9.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de septiembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

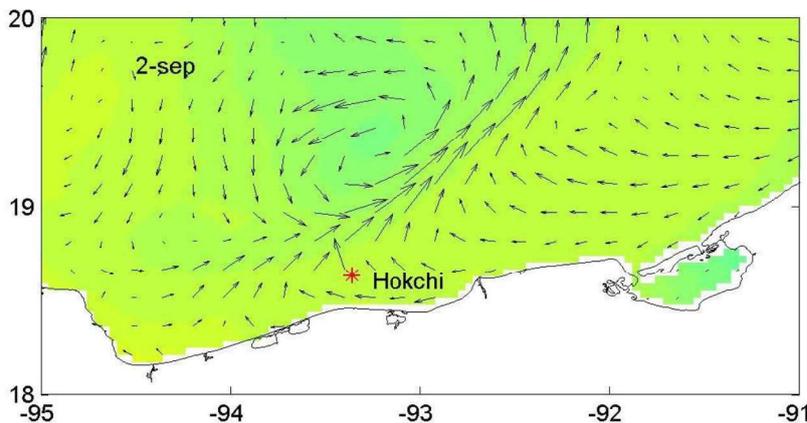


Figura I.9.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de septiembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

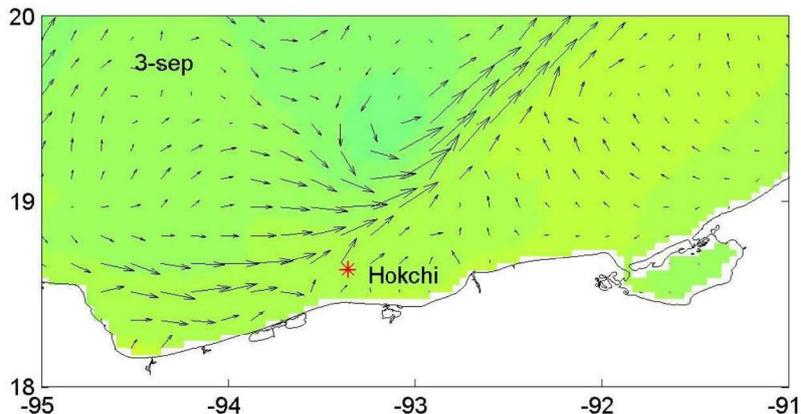


Figura I.9.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de septiembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

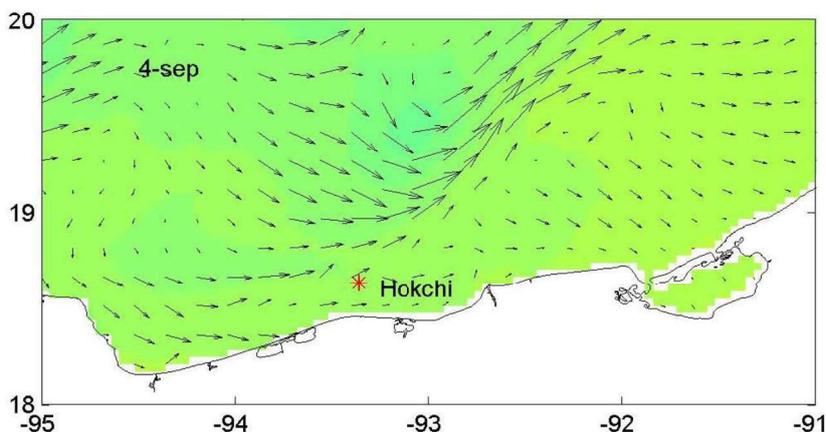


Figura I.9.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de septiembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

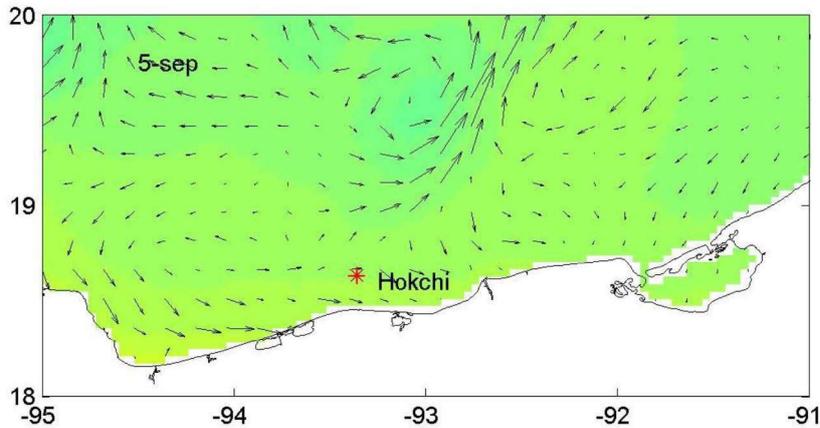


Figura I.9.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de septiembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

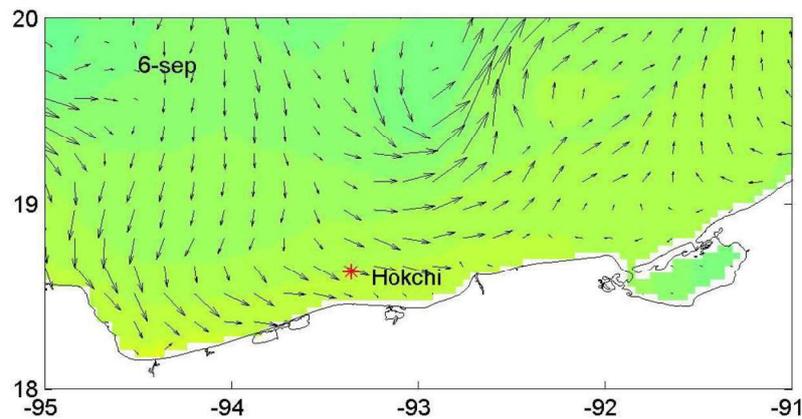


Figura I.9.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de septiembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, octubre 2013**

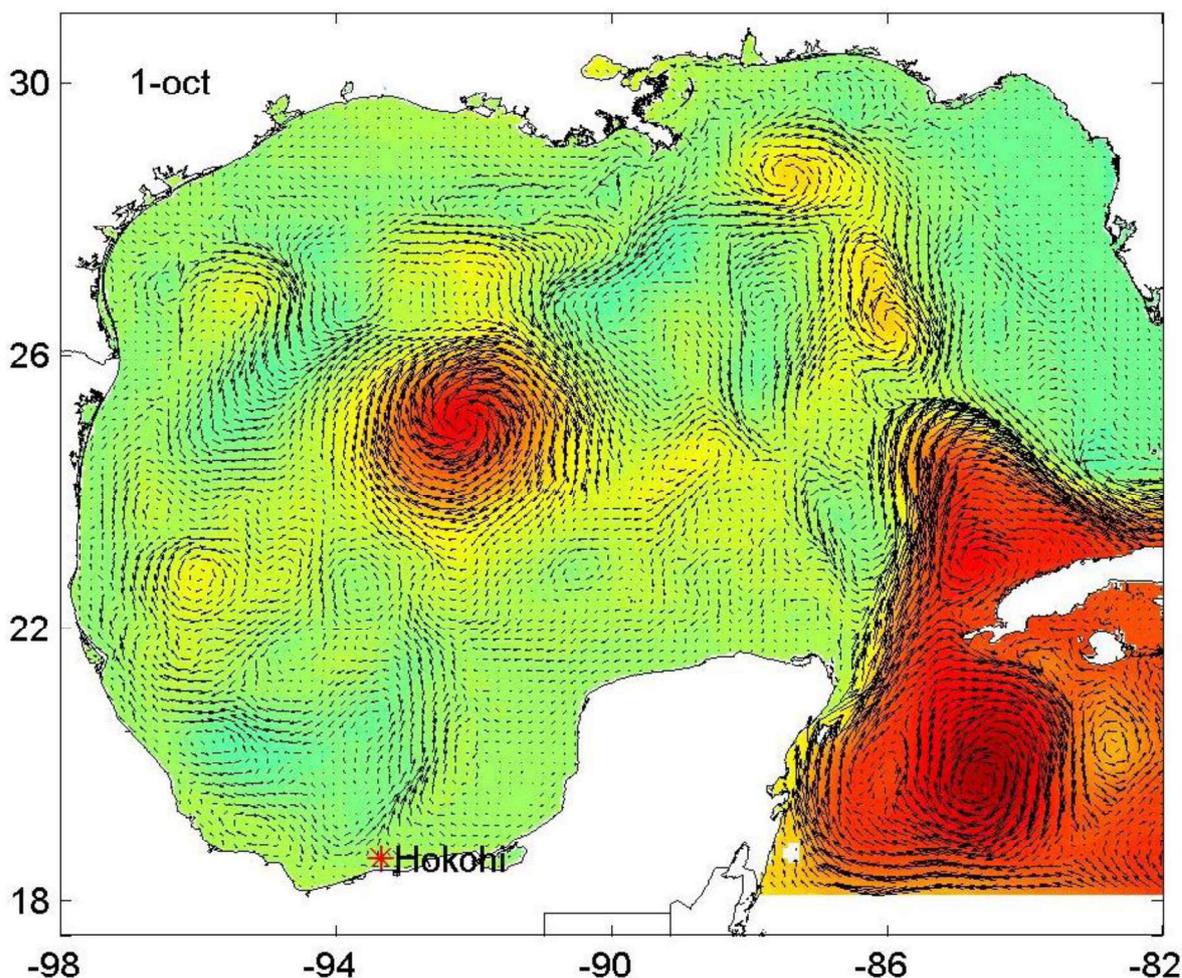


Figura I.10.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 01 de octubre

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

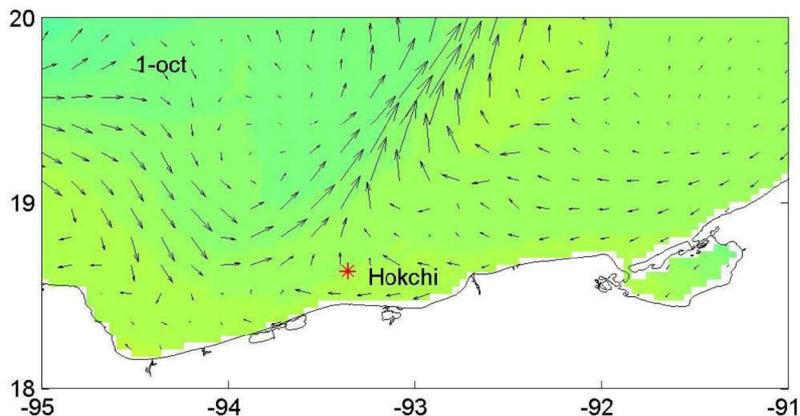


Figura I.10.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 1 de octubre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

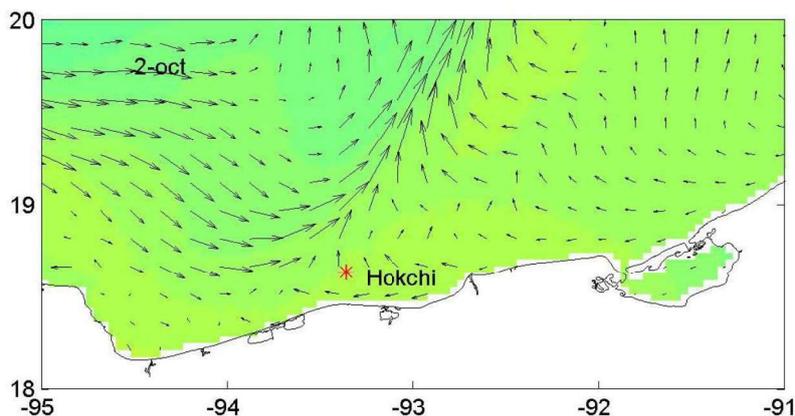


Figura I.10.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 2 de octubre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

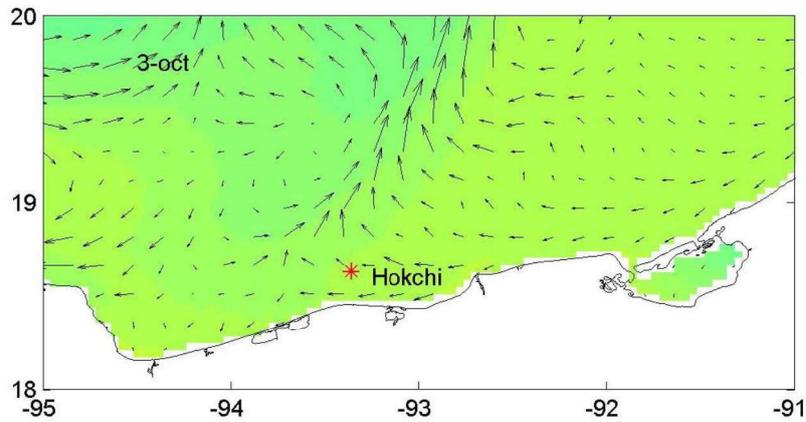


Figura I.10.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 3 de octubre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

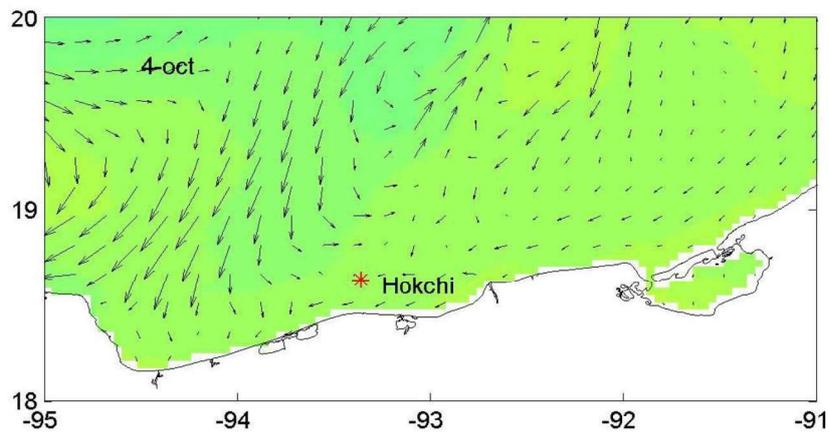


Figura I.10.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 4 de octubre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

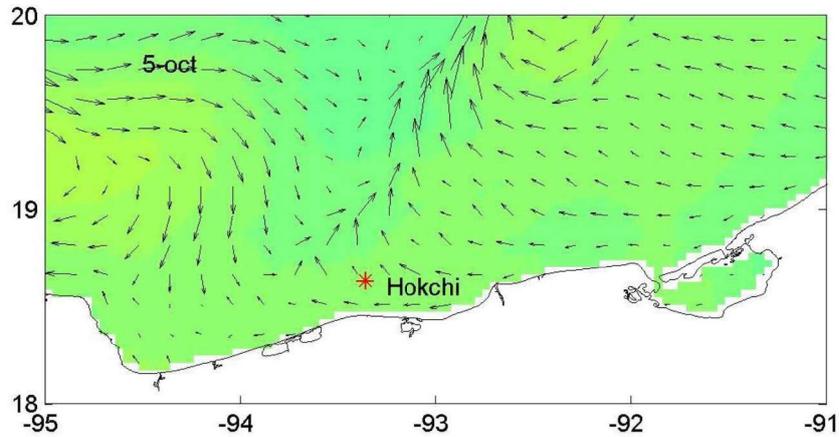


Figura I.10.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 5 de octubre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

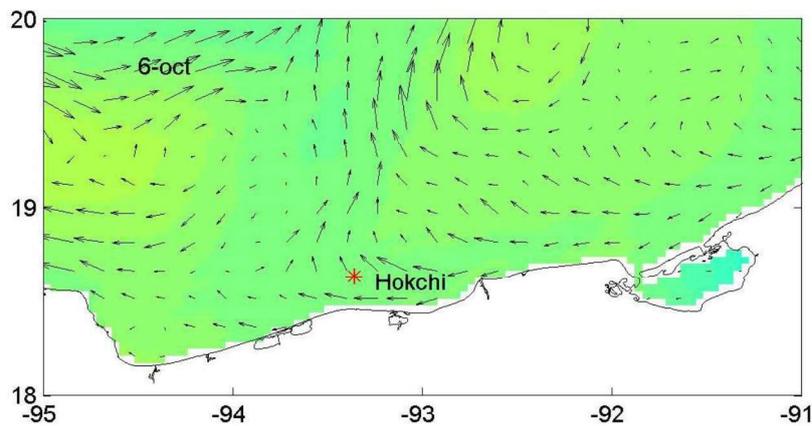


Figura I.10.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 6 de octubre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, noviembre 2013**

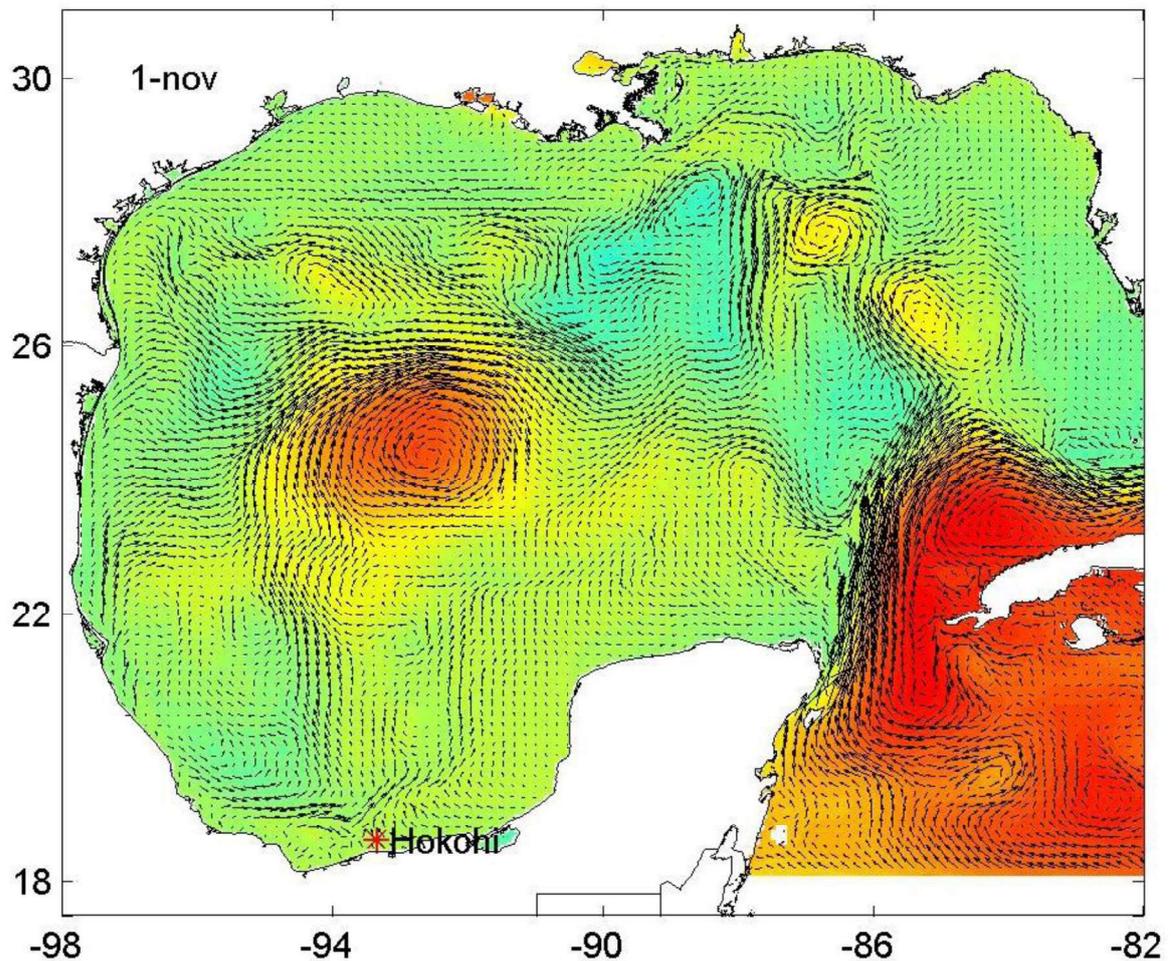


Figura I.11.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 01 de noviembre

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

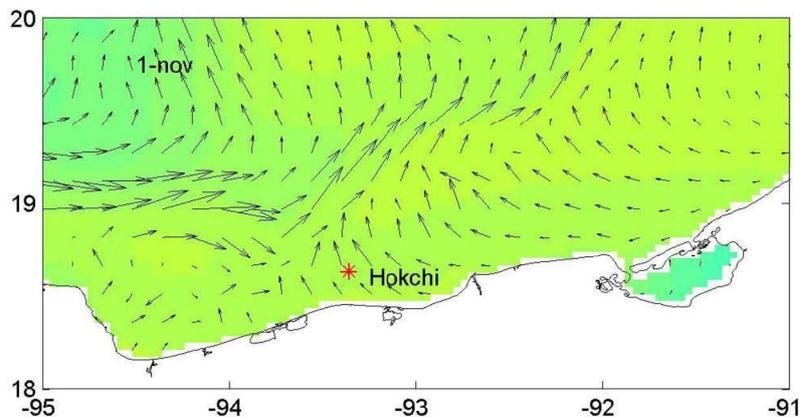


Figura I.11.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de noviembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

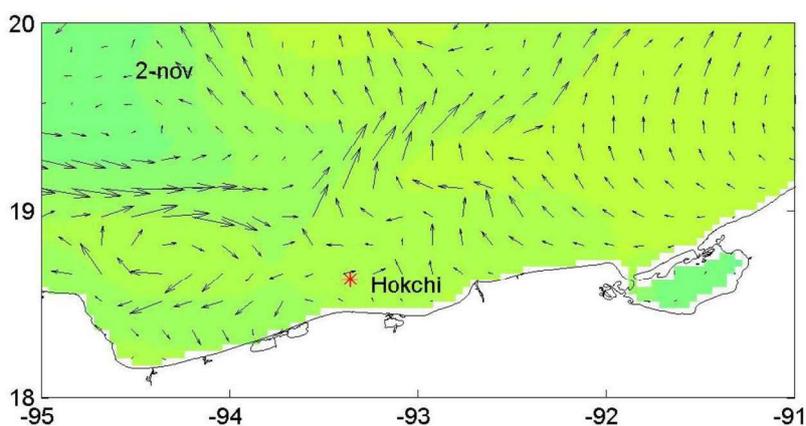


Figura I.11.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de noviembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

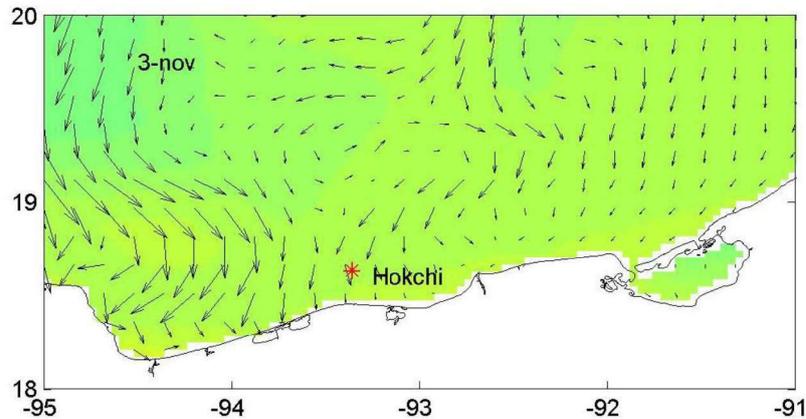


Figura I.11.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de noviembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

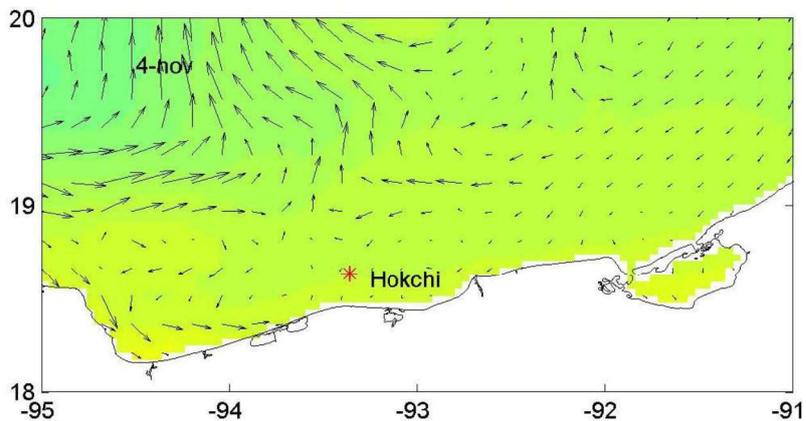


Figura I.11.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de noviembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

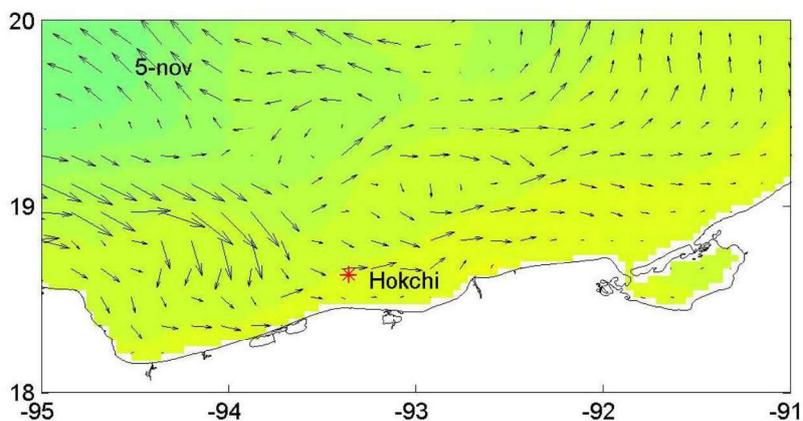


Figura I.11.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de noviembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

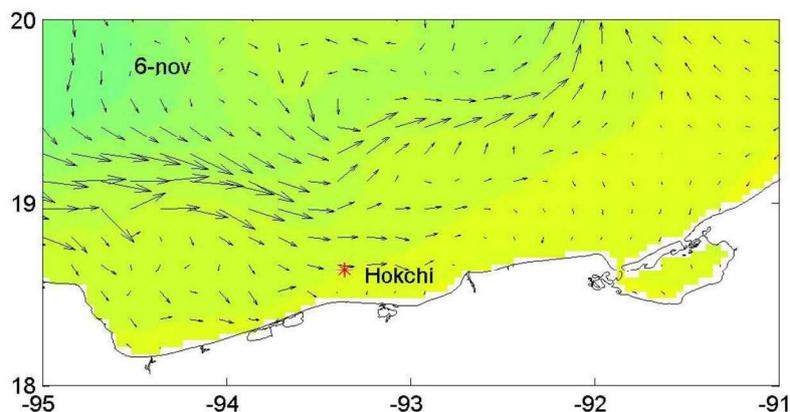


Figura I.11.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de noviembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

**Imágenes de campos vectoriales de corrientes marinas modelo de
mesoescala HYCOM para el Golfo de México.
Global y acercamientos en Área Hokchi, diciembre 2013**

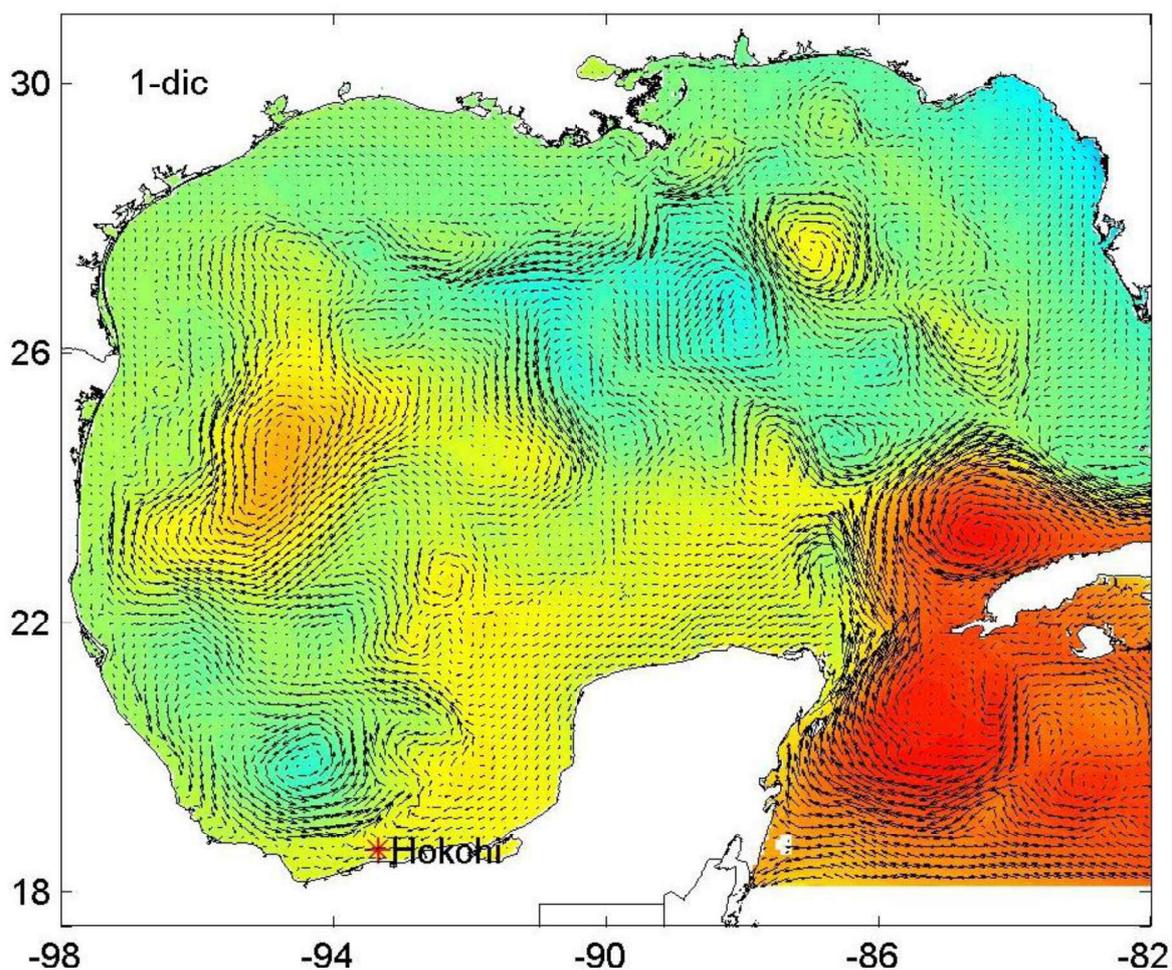


Figura I.12.1. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat. N18° 37' 49.92", Lon. W93° 21' 24.00"), 01 de diciembre

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis
expt31.0

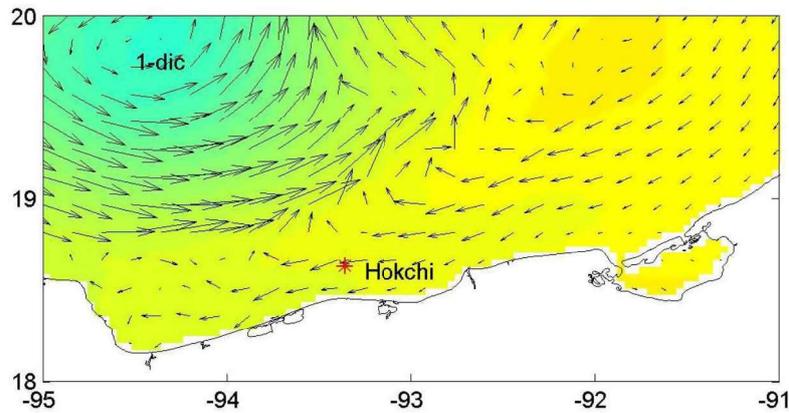


Figura I.12.2. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 1 de diciembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

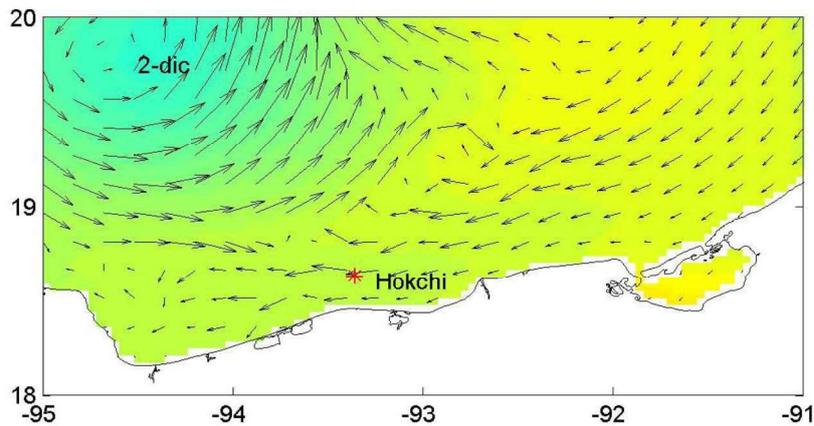


Figura I.12.3. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 2 de diciembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

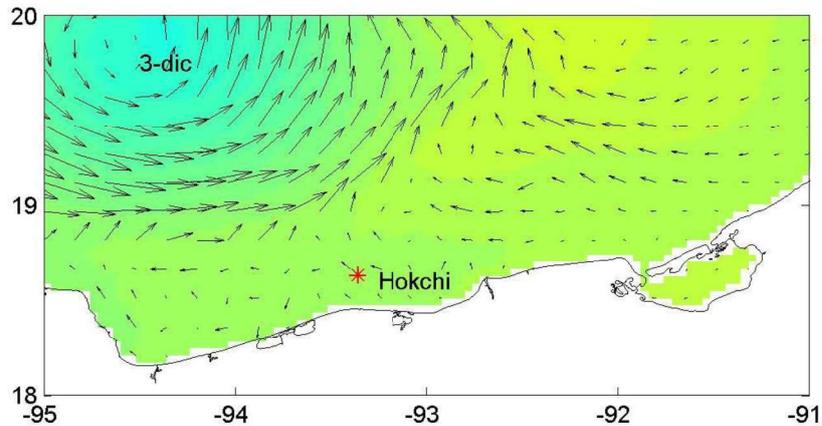


Figura I.12.4. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 3 de diciembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

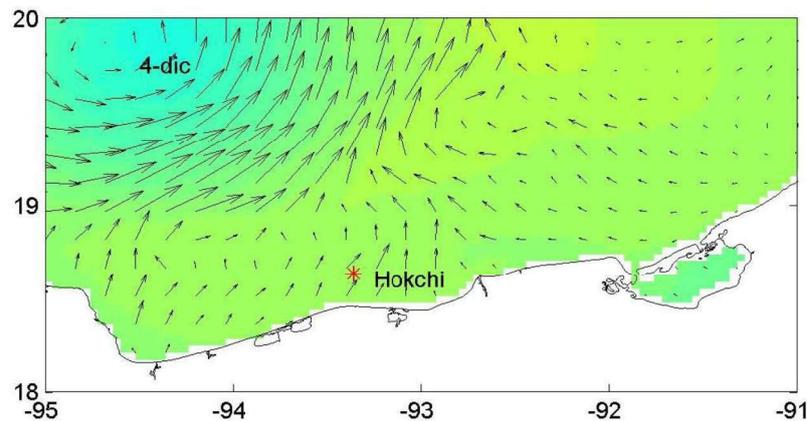


Figura I.12.5. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 4 de diciembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

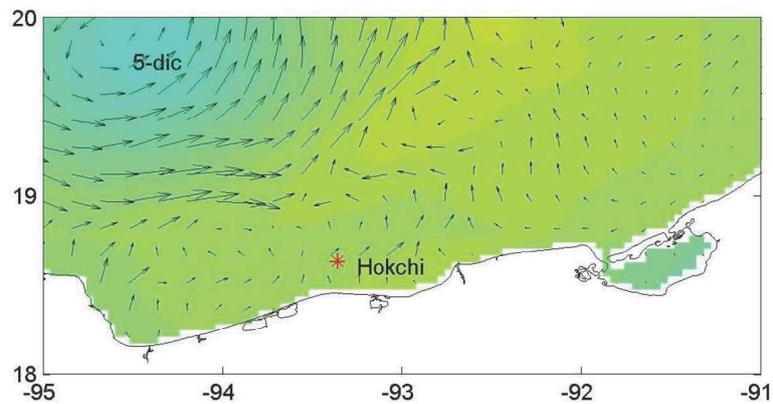


Figura I.12.6. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 5 de diciembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

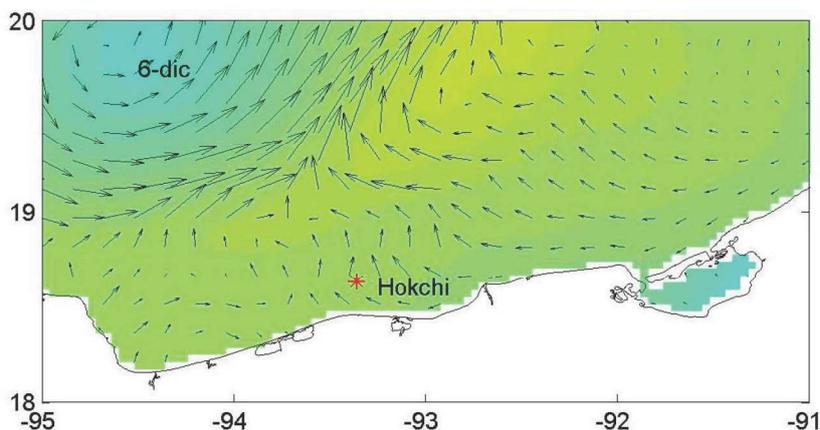


Figura I.12.7. Campo vectorial de corrientes marinas en el Golfo de México, Área Hokchi (Lat N18° 37' 49.92'', Lon. W93° 21' 24.00''), 6 de diciembre.

Fuente: Elaboración IMP, con base de datos HYCOM + NCODA Gulf of Mexico 1/25° Reanalysis expt31.0

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

Como respuesta al cumplimiento de solicitud de información adicional del oficio con número ASEA/UGI/DGGEERC/0914/2016, inciso (g),

g) El REGULADO deberá identificar y proponer medidas de contención y mitigación específicas para el escenario de derrame de hidrocarburos en el agua, considerando los parámetros de dispersión y las simulaciones de análisis de riesgo señaladas en el inciso anterior.

De las simulaciones del derrame de crudo desarrollados mediante las herramientas GNOME y ADIOS2, se han seleccionado los siguientes escenarios:

- **Peor caso.** Derrame de hidrocarburo de 28° API al mar, de 250,727 kg (1,781.53 bls), con manifestación (brote) del pozo en la etapa de terminación (T.R. 7") por espacio de 3 ½", correspondiente al diámetro de la tubería de perforación o producción, debido a la pérdida de densidad en la columna de lodo de perforación (presión hidrostática), mal procedimiento al sacar tubería (sarta de perforación), mal procedimiento de circulación de fluidos, o presencia de un colchón de gas; con un tiempo de arribo a tierra de 9 horas, afectando con mayor probabilidad a la Barra de Tupilco, considerando el evento meteorológico más crítico (Nortes dominantes), donde se observa que si no se aplican medidas de mitigación llegaría a tierra un máximo del 59% equivalente a 147,928 kg (1,051.1 bls) del material derramado.
- **Caso más probable.** Derrame de hidrocarburo de 28° API al mar de 5,252 kg (37.32 bls.) por fuga de aceite por orificio de ½" pulgadas de diámetro equivalente, localizado en uniones bridadas del árbol de válvulas, debido a erosión (desgaste del material), corrosión interna y/o externa, o falla de hermeticidad de uniones bridadas con posibilidad de incendio en caso de encontrar una fuente de ignición; con un tiempo de arribo a tierra de 9 horas afectando potencialmente en la Barra de Tupilco, considerando el evento meteorológico más crítico (Nortes dominantes), donde se observa que si no se aplican medidas de mitigación, llegaría a tierra un máximo de 57% equivalente a 2,993kg (21.27 bls) del material derramado.

Para garantizar la atención oportuna, en caso de cualquiera de estos eventos, se debe contar con medidas de prevención, contención y mitigación, mismas que se enlistan a continuación:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

Medidas de prevención.

1. La etapa de perforación cuenta con barreras de tipo geológico, sistemas mecánicos y de control de presión. Asimismo, cuenta con barreras para evitar que los fluidos se muevan de manera descontrolada, y donde el mismo fluido de perforación servirá para controlar las presiones del subsuelo. Cabe hacer notar que en una adecuada operación, la presión hidrostática del lodo es suficiente para prevenir un brote imprevisto del pozo.
2. Adicionalmente, se cuenta con un sistema de preventores de pozo, constituido por preventores de tipo anular y preventores de tipo ariete. Estos sistemas podrán cerrar el pozo en caso de una emergencia.
3. Durante las etapas de perforación y producción se contará con un sistema de permisos con riesgos, el cual será el documento oficial utilizado para controlar, regular y autorizar los trabajos que han sido identificados con riesgo potencial.
4. Para las etapas anteriormente señaladas, los trabajos identificados como riesgosos sólo podrán ser autorizados bajo la condición de que sean realizados por personal calificado y capacitado, llevándose el correcto registro de ello.
5. Se cuenta con sistemas de seguridad diseñados e instalados para evitar que hechos no planificados, provoquen fugas que se deriven en derrames, como son los sistemas de paro de pozos desde las consolas de perforación. Para el caso de derrame de crudo se instalarán sistemas de detección de aceite y gas natural a fin de alertar de manera inmediata cualquier evento de fuga.
6. Se cuenta con un Sistema de Administración de Riesgos que está en estos momentos en etapa de revisión por la ASEA y que durante la vida del proyecto será auditado por compañías externas y supervisados por la ASEA.

Medidas de Contención y Mitigación:

1. HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V. cuenta con un Plan de Respuesta a Emergencias en donde se incluye de manera específica las acciones para la atención oportuna de eventos (entre otros) de derrames de aceite en el mar, indicando las acciones precisas para la contención y la mitigación de todo tipo de derrame de hidrocarburo. Dicho plan indica la estructura organizacional para la atención de estas emergencias considerando un Sistema de Comando Unificado constituido por tres equipos de respuesta:
 - Equipo TRT.- Equipo de Respuesta Táctica: encargado de llevar a cabo las operaciones de respuesta a incidentes en el lugar del evento.
 - Equipo IMT.- Equipo de Manejo de incidentes: encargado de las operaciones de manejo del incidente en el yacimiento.
 - Equipo BST.- Equipo de Soporte del Negocio: encargado de las operaciones de manejo del incidente en las oficinas centrales de HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V.

Todos estos equipos estarán supervisados por el Comité de Crisis, de acuerdo con la Figura 1.

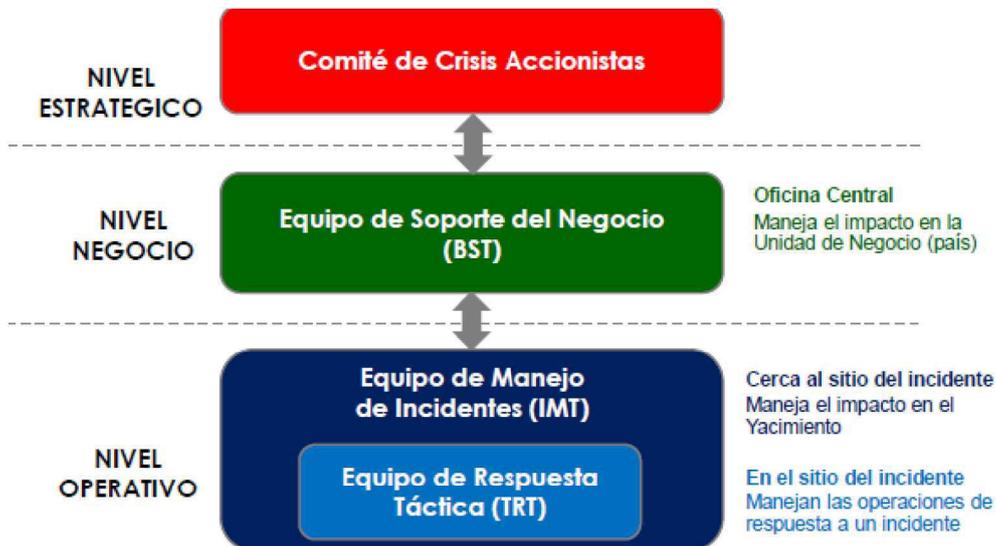


Figura 1. Comité de Crisis

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

La estructura del Sistema de Comando Unificado cuenta con las siguientes fortalezas:

- Identificación permanente de riesgos y amenazas
- Comando unificado y coordinado
- Facilita las comunicaciones y el trabajo en equipo
- Clara cadena de mandos
- Organización flexible
- Cuenta con pre identificación de recursos
- Adoptado mundialmente
- Sistema maduro

Adicionalmente, HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V., ha definido dos centros de Operación de Emergencias:

- A. Cd. de México
- B. Ciudad Paraíso, Tabasco

Todas las contingencias indicadas en el Plan de Respuesta a Emergencias están clasificadas según el TIER (Tiered Preparedness and Response, Good Practise Guidelines for Using the Tiered Preparedness and Response Framework) del IPIECA/IOGP, los cuales pueden ser:

- TIER 1 contingencias menores (respuesta con recursos locales)
- TIER 2 contingencias medias (respuesta con recursos regionales o nacionales)
- TIER3 contingencias mayores (respuesta con recursos nacionales e internacionales)

TIER 1 Contingencias menores (respuesta con recursos locales)

Darán lugar a la activación del Equipo de Respuesta Táctica (TRT) del contratista COSL responsable del equipo de perforación (Jack up) y de los barcos de apoyo logístico (1 PSV y 1 FSV).

Este nivel estará alistado por el contratista para responder a derrames en el Jack up, o en el mar en proximidades del Jack up, y eventualmente contener si el crudo deriva hacia la costa/lagunas.

El esquema de materiales previstos para este nivel es:

- a) Contenedor a bordo del Jack Up con materiales absorbentes y bombas de recuperación según cuadro 1.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

b) Contenedor con barreras, y skimmers a bordo del PSV para ser desplegados para tareas de contención y recuperación inicial.

c) Contenedor en el puerto de Dos Bocas o Base de COSL que tendrá barreras, cordones y mantas absorbente para contención costera y de las lagunas. Este kit dispondrá también de botes con motor fuera de borda para su despliegue.

Cuadro 1. Material anti derrames

Contenido de cada Kit antiderrames	
Material	Cantidad
Recogedores	10 unidades
Cubetas	10 unidades
Caletín absorbente	10 cajas
Colchoneta absorbente	50 piezas
Dispersante	200 lts.
Bomba portátil neumática	1 pieza

TIER 2 Contingencias medias (respuesta con recursos regionales o nacionales)

La respuesta en este nivel será llevada a cabo por un contratista de HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V. que responderá a aquellos derrames que no puedan ser controlados por el Tier 1. Simultáneamente se activará la respuesta de descontrol del pozo a cargo de la empresa contratista correspondiente.

Esta respuesta será de carácter local/regional y estará lista para hacer el despliegue de medios materiales y humanos tanto para tareas de contención como de recuperación y remediación de eventuales daños.

Se complementarán los medios materiales del Tier 1 con más material, tanto a bordo como en la zona de la costa (barreras, skimmers, paños absorbentes, etc). De ser necesario, en esta etapa con la autorización correspondiente, se podrá iniciar la acción con dispersantes.

En situaciones donde las tareas de contención, recuperación y limpieza puedan demorar varias semanas, el contratista del Tier 2 tendrá previsto un Equipo de Respuesta ampliado donde actuará el personal idóneo.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

Para este escalón de respuesta, se ha previsto del equipamiento y accesorios necesarios, entre los cuales se dispondrá de:

- Barrera de contención Ocean de 2500´ - 36”
- Barrera de contención 1000´ -16”
- 1 rollo de 300´ de sogá de ¾ “
- 1 rollo de 300´ de sogá de ½ “
- 1 sistema recuperador GT 185 Pharos Marine - Recuperador / equipo motor / tambor para manguera
- 1 sistema recuperador Vikoma Komara Skimmers
- 1 tanque de almacenamiento Fastank
- Conjuntamente con los siguientes accesorio:2 tensores de remolque de la pluma de contención
- 2 sistemas de ancla
- 6 grilletes de ½”
- 6 grilletes de 3/8”
- 1 grúa para izar el equipo por encima de la borda
- 10 bolsas de manga absorbente
- 20 fardos de almohadillas absorbentes
- 25 trajes Tyvek XL
- 1 manguera de succión de 50´ - 3”
- 1 mangueras de descarga de 100´ - 3”
- 2 juegos de mangueras hidráulicas para el recuperador Vikoma
- 1 juego de mangueras de repuesto para el equipo motor GT 185
- 6 flotadores para manguera de 3” para el recuperador Vikoma.

TIER 3 Contingencias mayores (respuesta con recursos nacionales e internacionales)

En caso de un derrame de mayor magnitud y cuando se aprecie inicialmente que el Tier 2 no va a poder controlar el derrame en curso, HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V. convocará de inmediato a un contratista internacional Oil Spill Reponse Limited, OSRL, quien prestará su servicio dentro de las 24/48 hs.

Este servicio incluye asesoramiento desde el primer instante del siniestro, recursos materiales (equipamiento tales como barreras, skimmers, etc.) y medios aéreos si fuere necesario para la aplicación de dispersantes autorizados.

Para los 3 niveles de contingencia, estarán disponibles los barcos de apoyo logísticos de COSL, incluyendo el barco de contingencia de fluidos en configuración Stand by. Lo mismo aplica en helicópteros para Medevac y apoyo a la visualización aérea del incidente.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

Para el caso específico de los eventos de derrames, el caso más probable está clasificado como Tier 1 y el peor caso está clasificado como Tier 2 y hasta Tier 3, si no se da una atención oportuna al evento.

Cabe señalar que el alcance geográfico del Plan, se extiende no sólo al área de operación de HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V., sino también al área que puede ser afectada por el peor caso, considerando las condiciones oceanográficas y meteorológicas más negativas ya simuladas.

Por ejemplo, para el peor caso simulado, el Plan de Respuesta a Emergencias considera en su procedimiento de respuesta, que de manera inmediata a la declaración de emergencia se proporcione el aviso oportuno al Centro de Comando de Ciudad Paraíso Tabasco, para que de inmediato se ordene la instalación de barreras contenedoras flotantes en las lagunas cercanas a la Barra de Tupilco y sus regiones aledañas a fin de preservar la actividad pesquera. Esto está previsto dentro del Tier 1 mencionado precedentemente, es decir, al mismo tiempo y en forma conjunta se realizarán las medidas de contención necesarias en la instalación afectada (área de Hokchi Energy) y se estará protegiendo de manera preventiva las zonas más probables de llegada de aceite a la costa (Punto 3 Tier 1).

En el Plan de Respuesta a Emergencias se encuentran descritas ampliamente las estructuras de los grupos que la conforman, así como los medios de comunicación, las funciones y responsabilidades del personal requerido para cumplir con dichas acciones.

Como complemento al Plan de Respuesta a Emergencias y como parte del Sistema de Administración de Riesgos, se realizará un programa de simulacros involucrando ambos casos, los cuales se llevarán a cabo de acuerdo al plan y se documentará para su revisión y mejora continua.

2. Como se mencionó anteriormente, para la adecuada contención de los derrames se cuenta con equipo y accesorios para evitar al máximo su migración y favorecer su recolección mediante equipo especial, contándose con charolas colectoras, barreras flotantes de contención (booms), las cuales deberán poder desplazarse frente a la zona de impacto y navegar con la mancha mientras se extrae el hidrocarburo, material absorbente, mangueras y equipo mecánico para la recolección del aceite, barcos de apoyo, etc. los cuales se aplicarán de acuerdo a la clasificación del tipo de derrame (TIER 1, 2 ó 3).
3. Dentro de las medidas adicionales para el adecuado control y mitigación de la emergencia, HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. contará con los medios necesarios para realizar simulaciones en tiempo real de la posible trayectoria del derrame, mediante una simulación numérica que considere al menos lo siguiente:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

Datos del derrame:

- Localización del derrame (cronología)
- Tipo de petróleo
- Volumen derramado
- Momento/tipo de vertido (instantáneo o continuo, móvil, estacionario)

Datos medio ambientales:

- Vientos
- Corrientes (de gran escala, de marea y flujo fluvial)
- Alturas de marea
- Difusión

Se considerará la incertidumbre que acompaña al análisis de trayectoria final, en particular:

- Grosor del petróleo
- Convergencias
- Variaciones locales de las mareas astronómicas
- Corrientes de pequeña escala (p. ej. alrededor de pantalanés, espigones pequeños o diques de encauzamiento)
- Condiciones meteorológicas de pequeña escala

Lo anteriormente descrito tiene la finalidad de que se determine la trayectoria del derrame con su desenvolvimiento y se puedan ejecutar las medidas de recolección, lo más cercano posible a la fuente de fuga o en los posibles puntos de arribo a las playas.

4. Dentro de las acciones complementarias al Plan de Emergencias, HOKCHI ENERGY, S.A. DE C.V. considerará los lineamientos que se establecen en el Plan Nacional de Contingencias para combatir Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas al Mar, plan que tiene como coordinador general a la Secretaría de Marina, a través de su Dirección General de Protección al Medio Ambiente Marino, mismo que realizará los contactos y enlaces con las autoridades necesarias para informarles de las operaciones de HOKCHI ENERGY, S.A. de C.V. e involucrarlas dentro de su Plan (tales como Capitanía de Puerto, Marina Mercante, Policía federal, etc.) siguiendo las indicaciones de la Secretaría de Marina.
5. La activación de los diferentes protocolos será detonada a través de varios esquemas, que de acuerdo a la severidad del incidente se activarán. En el caso específico de un derrame, la Figura 2 muestra la organización responsable de atender dicho siniestro en el contexto de Tier 1. Si el siniestro continúa, se activa el Tier 2 y la Figura 3 indica la organización cuyo foco es la contención del mismo. Similarmente, en la Figura 4 se

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

ilustra la activación de Tier 3 y puede ser apreciado cómo se ha escalado la comunicación y cómo el número de participantes también.

Es así que el potencial derrame de hidrocarburos es atendido, y los recursos materiales y humanos son dedicados de acuerdo a la severidad del mismo. Desde el punto de vista de despliegue de equipos y materiales, la contención inicia en el punto de fuga, continúa con la zona impactada por el derrame y busca contenerse en el mínimo espacio geográfico. Asimismo, conociendo a través de los modelos de simulación las posibles trayectorias, las barreras protectoras serán desplegadas en las zonas costeras más sensibles, desde el punto de vista social y de actividad económica.

A continuación se muestran los diagramas de organización aplicables para las emergencias por derrame de crudo en los niveles del Tier 1, 2 y 3, asimismo en el Anexo se muestra el Procedimiento de Gestión para los eventos por derrame de hidrocarburos, incluyendo los niveles de Tier 1, 2 y 3.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

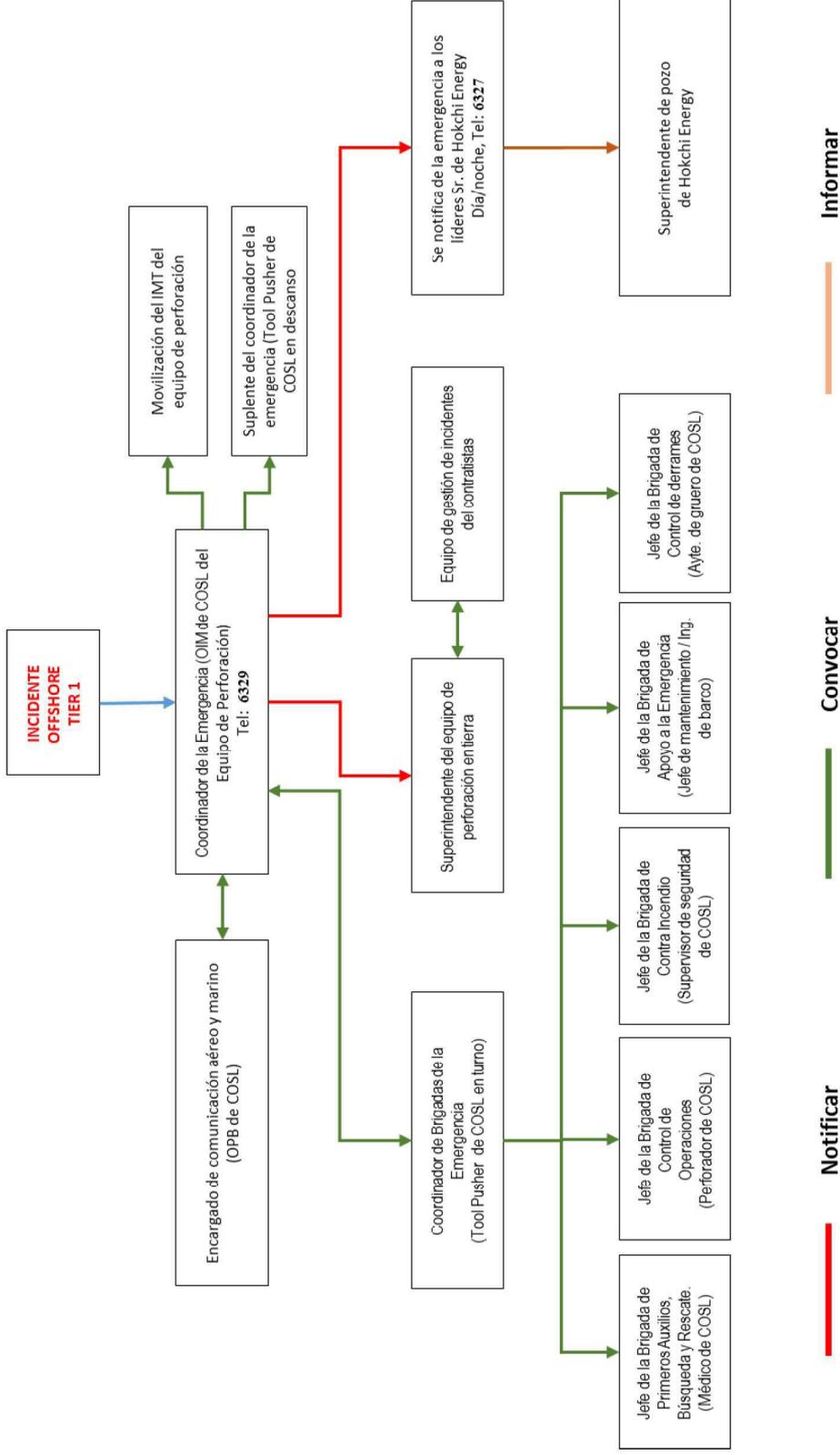


Figura 2: Organización para Tier 1 y canales de comunicación

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

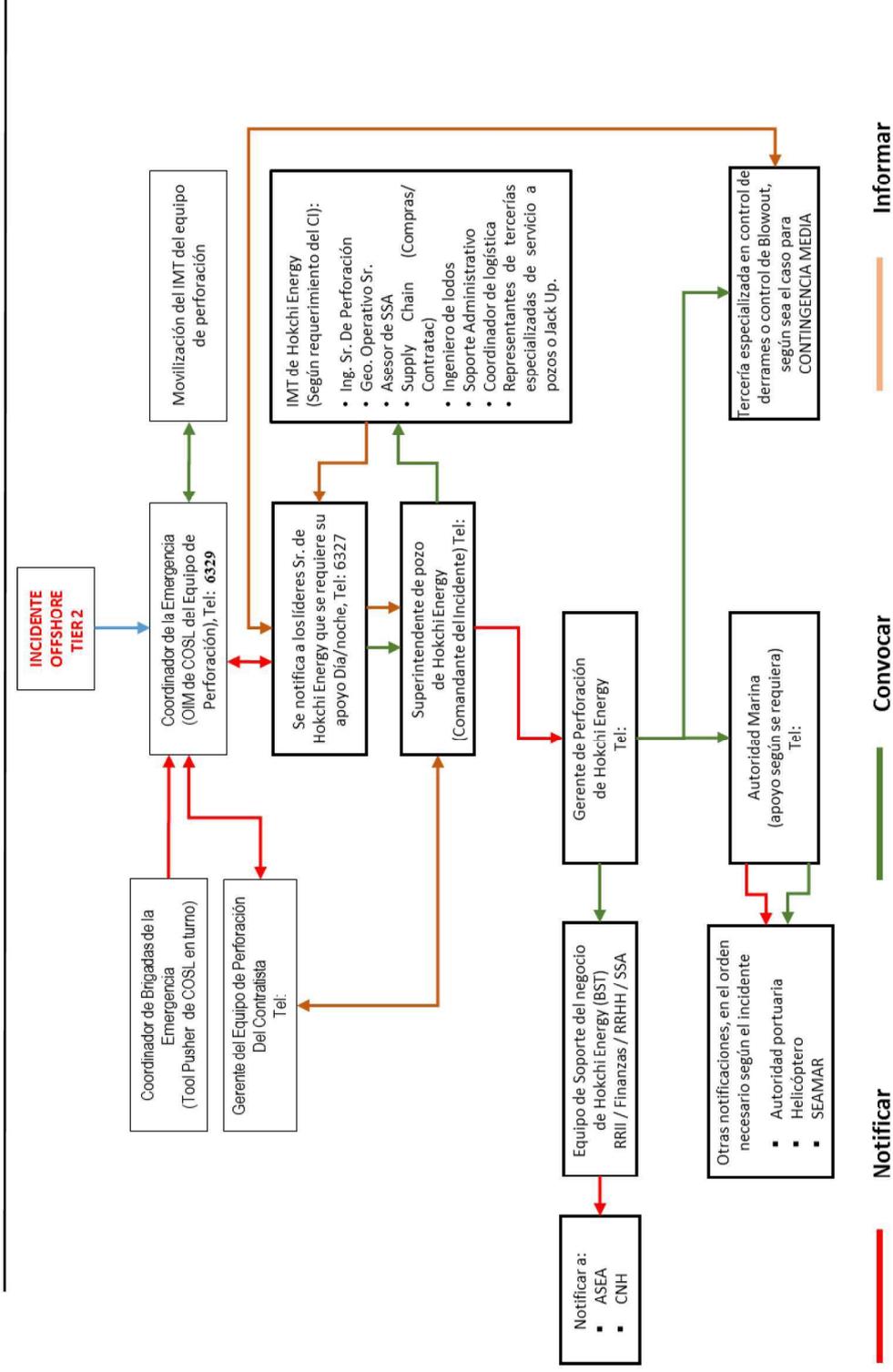


Figura 3: Organización para Tier 2 y canales de comunicación

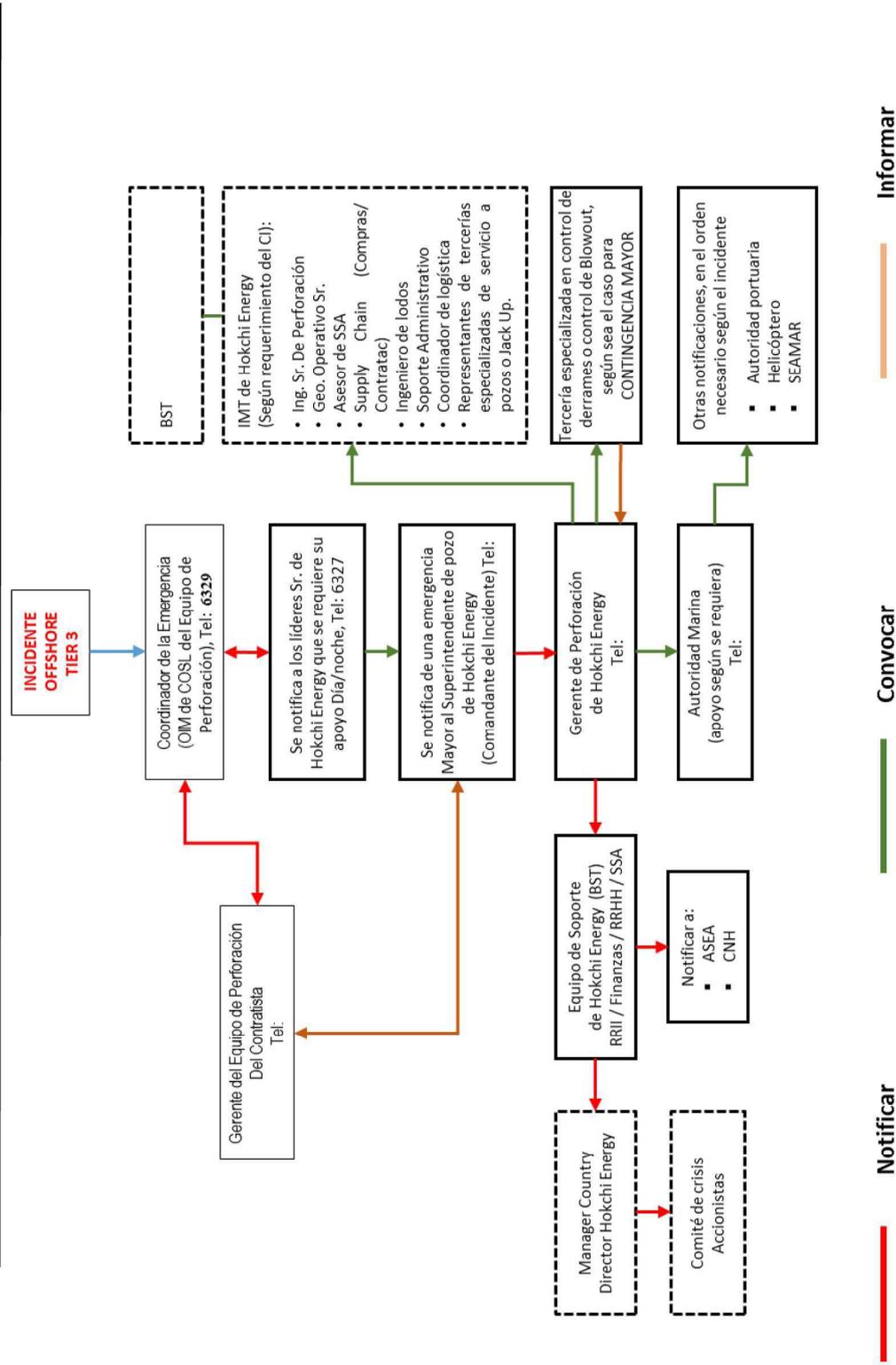


Figura 4: Organización para Tier 3 y canales de comunicación



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROYECTO F.61920: Servicios Técnicos Profesionales del Instituto Mexicano
Petróleo, a fin de satisfacer los requerimientos surgidos por Solicitud de Información
Adicional de la ASEA, campo Hokchi.

ANEXO

