



*Análisis de la dispersión de aguas residuales vertidas por emisarios submarinos empleando mohidwater en chanduy*

*Analysis of the dispersion of wastewater discharged by submarine outfalls using mohidwater in Chanduy*

*Análise da dispersão de águas residuais descarregadas por emissários submarinos usando mohidwater em Chanduy*

Mozart Martinez <sup>I</sup>

[mozart.mestizo@gmail.com](mailto:mozart.mestizo@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-1876-5672>

Leila Zambrano <sup>II</sup>

[lezambrano@uagraria.edu.ec](mailto:lezambrano@uagraria.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-2893-326X>

**Correspondencia:** [mozart.mestizo@gmail.com](mailto:mozart.mestizo@gmail.com)

Ciencias Técnica y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de marzo de 2023 \* **Aceptado:** 12 de abril de 2023 \* **Publicado:** 19 de mayo de 2023

I. Universidad Agraria del Ecuador, Department of Environmental Sciences, Ecuador.

II. Universidad Agraria del Ecuador, Department of Environmental Sciences, Ecuador.

## Resumen

Los asentamientos de industrias pesqueras han dado paso a la alteración de la salud de las aguas en el perfil costero de la parroquia Chanduy, muchas de estas empresas disponen de sistemas de tratamiento de aguas residuales (sanguaza) y sistemas de evacuación de dichas aguas (emisarios submarinos) para ser vertidas en el mar. La práctica de campo dice que ningún emisario submarino dispuesto por la industria pesquera ha sido diseñado bajo los lineamientos técnicos contemplados en las normas ecuatorianas, evidenciando que son poco eficientes para alcanzar una óptima dispersión de estas aguas contaminantes. Se recomienda previo al desarrollo del trabajo de investigación con el modelador predictivo, diferenciar aspectos de alta importancia como los físicos - químicos y los procesos de mezcla hidrodinámicos, debido a los asentamientos en zonas altamente sensibles.

El objetivo de este estudio fue analizar si la dispersión de las aguas de sanguaza vertidas por emisarios submarinos es eficiente, para ello se empleó el software MOHIDStudio para simulación en el perfil costero de la Parroquia Chanduy; el método usado se basó en algoritmos matemáticos empleados en la simulación, relacionando la dirección, velocidad y el tiempo de difusión, mientras que el análisis de la varianza a las distancias de la dispersión de los cuatro emisarios submarinos demostró que solo un emisario submarino logra menor distancia de dispersión respecto de los otros observados.

**Palabras Clave:** Contaminación marina; emisarios submarinos; sanguaza; sustentables.

## Abstract

The settlements of fishing industries have given way to the alteration of the health of the waters in the coastal profile of the Chanduy parish, many of these companies have wastewater treatment systems (sanguaza) and evacuation systems for said waters (outfalls submarines) to be discharged into the sea. Field practice shows that no submarine outfall arranged by the fishing industry has been designed under the technical guidelines contemplated in Ecuadorian standards, evidencing that they are inefficient to achieve optimal dispersion of these polluting waters. It is recommended prior to the development of the research work with the predictive modeler, to differentiate aspects of high importance such as physical-chemical and hydrodynamic mixing processes, due to settlements in highly sensitive areas.

The objective of this study was to analyze if the dispersion of the sanguaza waters discharged by submarine outfalls is efficient, for this the MOHIDStudio software was used for simulation in the coastal profile of the Chanduy Parish; the method used was based on mathematical algorithms used in the simulation, relating the direction, speed and diffusion time, while the analysis of variance at the distances of the dispersion of the four submarine outfalls showed that only one submarine outfall achieves less dispersion distance with respect to the others observed.

**Keywords:** Marine contamination; submarine outfalls; saguanza; sustainable.

## Resumo

Os assentamentos de indústrias pesqueiras deram lugar à alteração da salubridade das águas no perfil costeiro da freguesia de Chanduy, muitas destas empresas possuem sistemas de tratamento de águas residuais (sanguaza) e sistemas de evacuação das referidas águas (emissários submarinos) a descarregar no mar. A prática de campo indica que nenhum emissário submarino fornecido pela indústria pesqueira foi projetado de acordo com as diretrizes técnicas contempladas nas normas equatorianas, evidenciando que são ineficientes para conseguir a dispersão ideal dessas águas poluidoras. Recomenda-se antes do desenvolvimento do trabalho de pesquisa com o modelador preditivo, diferenciar aspectos de grande importância como processos de mistura físico-química e hidrodinâmica, devido a recalques em áreas altamente sensíveis.

O objetivo deste estudo foi analisar se a dispersão das águas de sanguaza descarregadas por emissários submarinos é eficiente, para isso foi utilizado o software MOHIDStudio para simulação no perfil costeiro da Paróquia de Chanduy; o método utilizado foi baseado em algoritmos matemáticos utilizados na simulação, relacionando direção, velocidade e tempo de difusão, enquanto a análise de variância nas distâncias de dispersão dos quatro emissários submarinos mostrou que apenas um emissário submarino atinge menor distância de dispersão em relação para o outro observado.

**Palavras-chave:** Contaminação marinha; emissários submarinos; saguanza; sustentável.

## Introducción

El siguiente trabajo fue realizado con el fin de dar a conocer la importancia de realizar una disposición de las aguas residuales industriales de sanguaza) en el mar; empleando emisarios

submarinos. Sin embargo, este sector está amenazado por la degradación de las fuentes de contaminación del medio ambiente terrestre y marino costero.

Por su ubicación geográfica, Chanduy ha sido una de las parroquias que presenta una alta actividad de explotación pesquera a nivel del litoral ecuatoriano, si no se realiza una buena gestión de las aguas de sanguaza, esta formara parte de las causas evidentes de contaminación a las aguas del mar. La ausencia de compromisos de gestión efectiva de ordenamiento marino costero por las entidades de control, que es lo que está aportando al deterioro paulatino del paisaje ambiental, la calidad de las aguas de mar del perfil costero, la alteración de varios de los ecosistemas propios de estas zonas litorales, la pérdida de especies, migración de especies marinas, contaminación del lecho marino y los cambios socioeconómicos que viven las poblaciones asentadas en estos lugares. PNUMA (2015) e Hidalgo (1996) plantea dentro de este marco que se debe tener en cuenta que los ecosistemas acuáticos en realidad no son sistemas cerrados; puesto que permanentemente reciben elementos sedimentables, detritos orgánicos desde fuentes terrestres, intercambio de gases con la atmósfera, claro está que estos sistemas tan complejos también tienen una cierta capacidad para la dilución y degradación de contaminantes.

Las consideraciones de salud pública son aún de mayor importancia en aguas en las que se cosechan mariscos” (...). Los mariscos concentran microbios debido a su filtración natural de grandes cantidades de agua de mar y además proporcionan un ambiente favorable para su crecimiento continuo. Por lo tanto, las aguas que contienen relativamente pequeñas cantidades de microbios dañinos pueden producir mariscos con concentraciones que transmitirán enfermedades.

CEPIS (2002) por un lado refiere que el tema de la ubicación de emisarios submarinos industriales no pareciera ser un tema menos importante de discusión por parte de los empresarios en la industria pesquera, los efectos negativos sobre las áreas de recreación o de captura de mariscos, serán evidenciados en tiempos no muy distantes en las zonas donde actualmente hay la presencia de estos sistemas de descarga de efluentes hacia el mar, ambientalmente siempre será importante considerar la selección del punto de descarga en un lugar que no genere daños ecosistémicos, que sea un lugar de mínima sensibilidad, en sí, que no sean estuarios o bahías.

PNUMA (2015) refiere que los cuadros de análisis de los gobiernos y las comunidades científicas están siempre orientadas a estudiar las consecuencias negativas para la salud humana, la seguridad alimentaria, los recursos que este medio permita generar con propósitos de mitigar la pobreza, las

mismas industrias que dependen de la materia prima que provee el mar, son las que se consideran de suma importancia a nivel mundial.

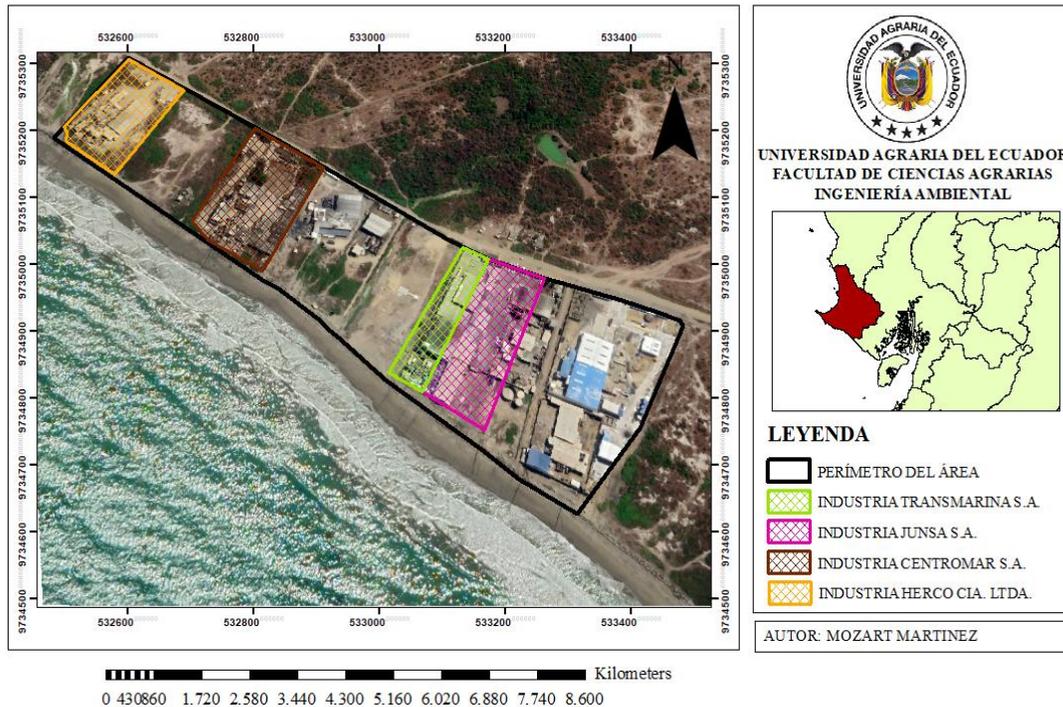
El establecimiento de las industrias pesqueras en la costa de Chanduy es una de las causas que ha dado origen a la contaminación de las aguas de mar; por las descargas de aguas de sanguaza; sin tratamiento previo alguno dando como resultado la modificación en la salud de estas aguas, por presencia de materia orgánica y sedimentos que perturban los hábitats marinos costeros. Generando así; alteraciones de manera permanente en las aguas y lecho de mar, donde se desarrolla el frágil ecosistema marino.

El objetivo de este trabajo fue analizar la eficiencia en la dispersión de aguas residuales (Sanguaza) vertidas por emisarios submarinos, empleando el modelador MOHIDWater. En tanto que en la provincia de Santa Elena se ubican algunas de las empresas más representativas de las industrias pesqueras del país, dichas empresas explotan como materia prima una considerable variedad de especies marinas. Las actividades industriales en las zonas de playa de la provincia de Santa Elena y el resto del litoral ecuatoriano; funda una realidad delicada en lo referente a lo cultural, económico, político, social y ambiental. Generando así; alteraciones de manera permanente en las aguas y lecho de mar, donde se desarrolla el frágil ecosistema marino.

### **Materiales y Métodos**

El estudio se lo realizo en las costas de Chanduy provincia de Santa Elena en cuatro empresas que están distribuidas como lo muestra el siguiente gráfico.

## EMPRESAS DE LAS COSTAS DE CHANDUY, PROVINCIA DE SANTA ELENA



**Figura 1:** Ubicación de las empresas en las que se realizó la investigación (Martínez, 2015)

Los datos utilizados para el empleo del software modelación MOHIS Water fueron parámetros físicos como : Coliformes Fecales, Sólidos Suspendedos Totales, Materia Flotante Temperatura, Densidad datos que fueron proporcionados por la Subsecretaria de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial, los parámetros químicos que se analizaron fueron Nitrógeno Total (N), potencial del Hidrogeno (pH), Fosforo Total (P), Sulfuros (S), Tenso activos (Detergentes), Aceites y Grasas, DQO, Hidrocarburos Totales, y los biológicos son: pH Hidrocarburos Totales Mercurio Total Carbonatos totales Sulfuros Detergentes Aceites y Grasas DBO5 DQO.

Las bondades de este software están en el análisis de los datos ambientales que permitió realizar en esta zona, los parámetros de velocidad del viento y precipitación fueron los fenómenos físicos que se consideraron inciden en esta parte de la zona costera, por tener relación directa con el comportamiento de las corrientes marinas y el desarrollo de la producción primaria. En la **Tabla 1**, se detalla sobre la licencia para uso de Mohid Water.

**Tabla 1.** Software Mohid Water

<b>Características del software de modelación MOHIS Water</b>	
Serial key	GG44TA0P) G1GU6FF9F;9SR
License type	Academic
Expiration date	2017 - Feb – 02
Product	MOHIDStudio
Version	2.2.0.1688
Machine Name	BJSACE010E5F92F#MAC

Nota: Características de la licencia del Software MOHID Water (Martínez, 2015).

### **Modelos de simulación aplicables en calidad ambiental**

Existe una diversidad de Software creados para tener una proximidad a la realidad ambiental propia de los diferentes escenarios ecológicos. En muchos países se han desarrollado software que tienen las características indicadas para el análisis de impactos ambientales; pero el caso es que no todos son los adecuados para realizar una simulación a fin de crear un diseño completo para el tratamiento de aguas residuales desde la PTARI hasta el punto de descarga con el Emisario Submarino. Este se basa en un modelo promovido por la EPA de Estados Unidos, utilizado por la comunidad científica para una amplia gama de aplicaciones y utilización de primitivas ecuaciones. ROMS que incluye algoritmos físicos y numéricos exactos y eficientes y varios modelos acoplados para sedimentos biogeoquímicos, bio-ópticos y aplicaciones de hielo del mar (Hernández, 2009).

### **Aplicación del software MOHID Water en zona de estudio área de estudio**

Este modelo de simulación ha sido empleado en una amplia diversidad de escenarios en el que se combinaron todas las variables presentes investigadas, lo más relevante es que permite profundizar en el área ambiental (Torres, 2015). MOHID Water tiene una aplicación muy diversificada; pero para nuestro interés en el tema de investigación se optó por seleccionar el modelo MOHID Water, debido a que nuestro análisis se remite a la masa de agua marina.

### **Aspectos teóricos del modelo MOHID Water**

Modelos de transferencia de Lagrange son muy útiles para suponer procesos localizados con gradientes de Sharp:

- a) Emisarios submarinos;
- b) Floraciones de fitoplancton;
- c) Erosión de sedimentos debido a obras de dragado;
- d) Dispersión de aceite;
- e) Intercambio entre diferentes áreas en un estuario;
- f) Intercambios entre el profundo Océano y la plataforma continental;
- g) Módulo de Mecánica lagrangiana de Mohid utiliza el concepto de trazador;
- h) La característica más significativa de un trazador es su posición (x, y, z).

Para un físico un trazador puede ser una masa de agua, para un geólogo puede ser una partícula de sedimento o un grupo de partículas del sedimento y para un químico puede ser una molécula o un grupo de moléculas.

### **Características generales del sistema Mohid Water**

MOHID Water es un sistema integrado que permite administrar y editar los archivos de datos, crear y proyectar simulaciones y razonar los resultados del modelo. Los datos del mapa pueden representarse a través de un sistema integrado de GIS y datos de series temporales pueden expresarse en un motor de visualización gráfica integrada. Un incorporado de herramientas ayudan al usuario a crear y pre procesar los archivos de datos MOHID Water. Un módulo especial admite administrar los datos de campañas de campo o estaciones automáticas. MOHID Water también da la posibilidad de cambiar datos entre un agregado de formatos comunes y formatos internos MOHID Water.

### **Capacidad de las herramientas de simulación MOHID Water**

A fin de cumplir con la información requerida para el modelo predictivo; se consolidó toda la información actualizada a fin de evitar desfases en el objetivo de la presente investigación.

Se emplearon algunas herramientas complementarias al modelo para tratar las características y extensiones requeridas por el Modelador MOHID Water.

### **Elementos lógicos de MOHID Water**

MOHID Water contiene un conjunto de herramientas, la mayoría de estas herramientas trabaja interactivamente sobre la visualización de mapa y proporciona la posibilidad de generar los archivos de datos específicos MOHID Studio.

MOHID Water tools se divide en:

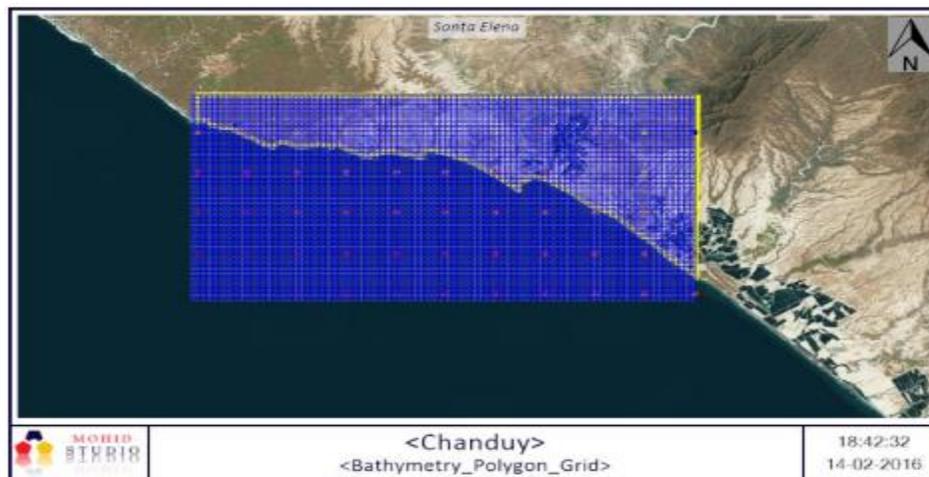
- MOHID Gis,
- MOHID GUI,
- MOHID Statistics Analyzer,
- MOHID Time Series Editor
- MOHID Post HDF.

Para la aplicación del software MOHIDSTUDIO, se tuvo que ingresar información de parámetros físicos, químicos, biológicos y la batimetría del sector, luego se realizaron las corridas respectivas con el Mohid Water (ActionModulers, 2015), levantando cada uno de los datos relacionados con las variables observadas, para lo cual se crearon 5 fases las que a continuación brevemente se describen:

**Fase 1 - Generar la Batimetría**, creación de datos y Archivos con Extensión (\*.xyz; \*xy; y \*.grd). Con los datos obtenidos se pudo generar la poligonal teniendo en cuenta al alrededor de 10 filas y 10 columnas contenidas dentro de la rejilla global, integrando todos estos archivos en uno, como lo indica la **Figura 2** y **Figura 3**. Los datos de elevación digital del fondo del mar \*.xyz, se obtuvieron de la digitalización de la Carta 10106 I.O.A. Estos datos se los contrarrestó con la información Batimétrica Mundial de las zonas cercanas al perfil costero proporcionada por la NOAA de los Estados Unidos.



**Figura 2:** Puntos Batimétricos sobre el Mapa \*.xyz. (Martínez, 2015)



**Figura 3:** Integración de los Archivos \*.xyz,\*.xy,\*.grd. (Martínez, 2015)

**Fase 2 - Generar Marea FES,** (solución de elementos finitos) este modelo es la fuente más común de componentes de marea estando disponibles para todo el mundo, tomando en cuenta que la versión de modelo más reciente es FES2012 y la versión anterior es FS2004. Como se muestra en la **Figura 4** y **Figura 5** a continuación:

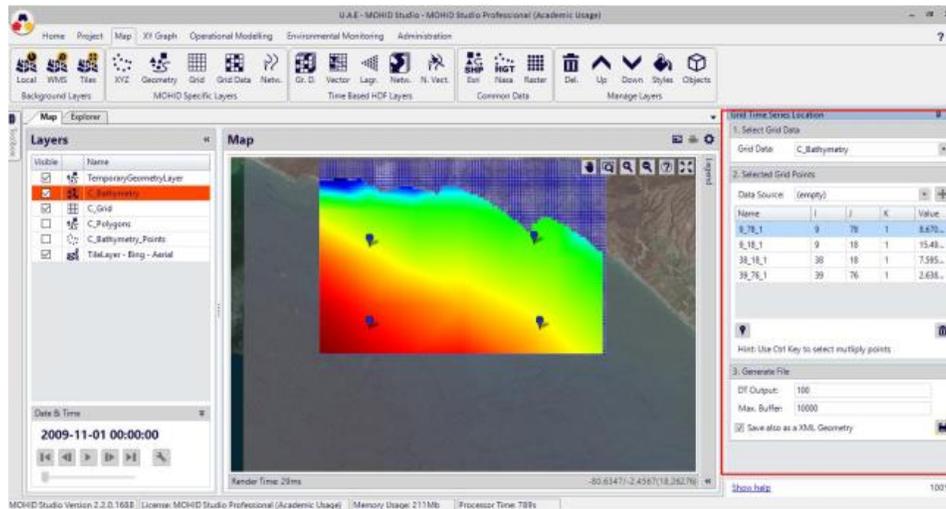


Figura 4: Integración de los Archivos \*.xyz,\*.xy,\*.grd. (Martínez, 2015)

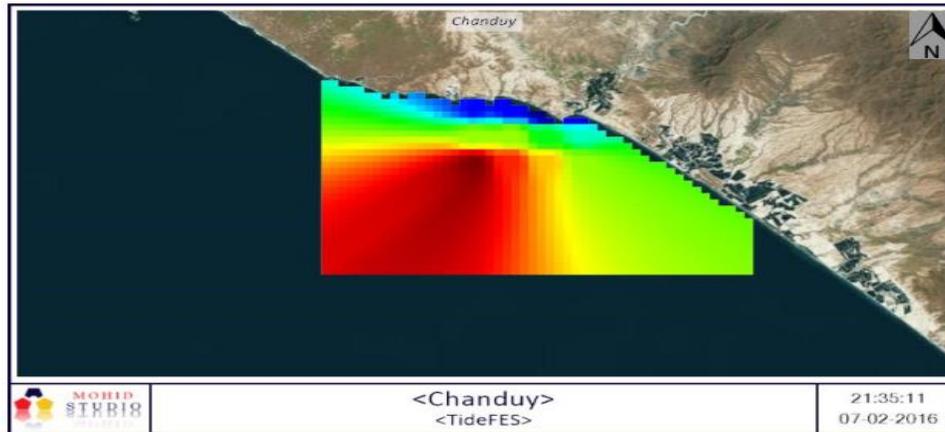


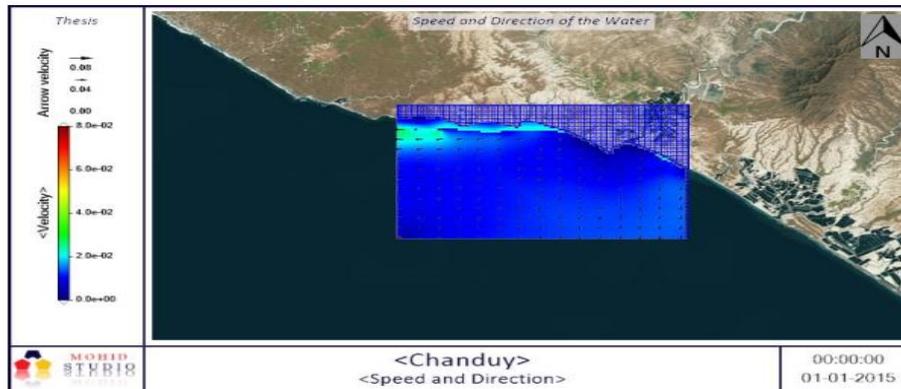
Figura 5: Área definida previa simulación (Martínez, 2015)

**Fase 3 - Crear una nueva simulación**, la simulación de obtuvo considerando todas las variables físicas que se vinculan de manera directa con la descarga de las aguas residuales a través del emisario submarino en la Parroquia de Chanduy.

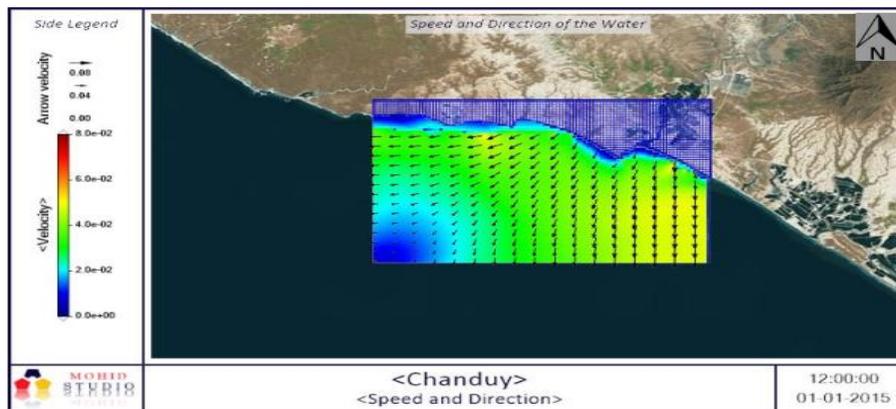
Se tomaron como medidas integrar todos los archivos y datos requeridos para la corrida del Software de simulación, así mismo se verificó la existencia de todas las rutas definidas dentro de los archivos de datos. Se tomaron muestras de las aguas residuales (Sanguaza), en la fuente fija (PTARI), y el punto de descarga (Difusor) del emisario submarino, las muestras se seleccionaron según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: recurso agua (MAE, 2010), con el propósito de constatar si las aguas residuales tratadas estaban dentro de los parámetros según

la norma y si las descargas realizadas por las empresas pesqueras estaban dentro de los rangos tolerables establecidos en las tablas de monitoreo según la norma ambiental.

Los datos obtenidos (distancias de las dispersiones) de las cuatro compañías seleccionadas para el desarrollo de la investigación fueron analizadas empleando el método de prueba (ANOVA), por medio de análisis de varianzas muestrales aplicadas a los datos obtenidos.



**Figura 6:** Dirección y Velocidad de Dispersión Vectorial a las 00 a.m. (Martínez, 2015)



**Figura 7:** Dirección y Velocidad de Dispersión Vectorial a las 12 p.m. (Martínez, 2015)

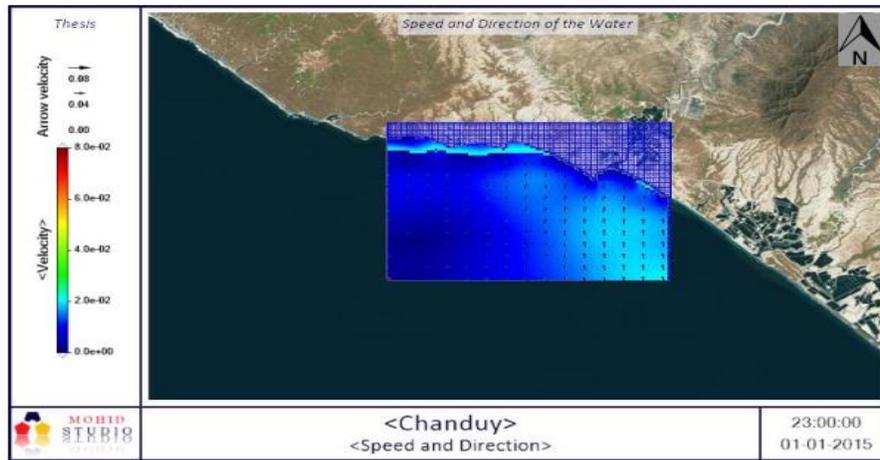


Figura 8: Dirección y Velocidad de Dispersión Vectorial a las 23 p.m. (Martínez, 2015)

## Resultados y Discusión

Para el análisis de dispersión de las aguas residuales industriales (sanguaza), en medio no estratificado, se utilizó la configuración del perfil costero y lecho marino de la Parroquia de Chanduy, por lo que, a continuación, en el **Figura 9**, se detalla por compañía lo que se encontró a través de los emisarios submarinos de las cuatro Industrias Pesqueras medidas en momentos de 15 minutos, durante 3 horas.

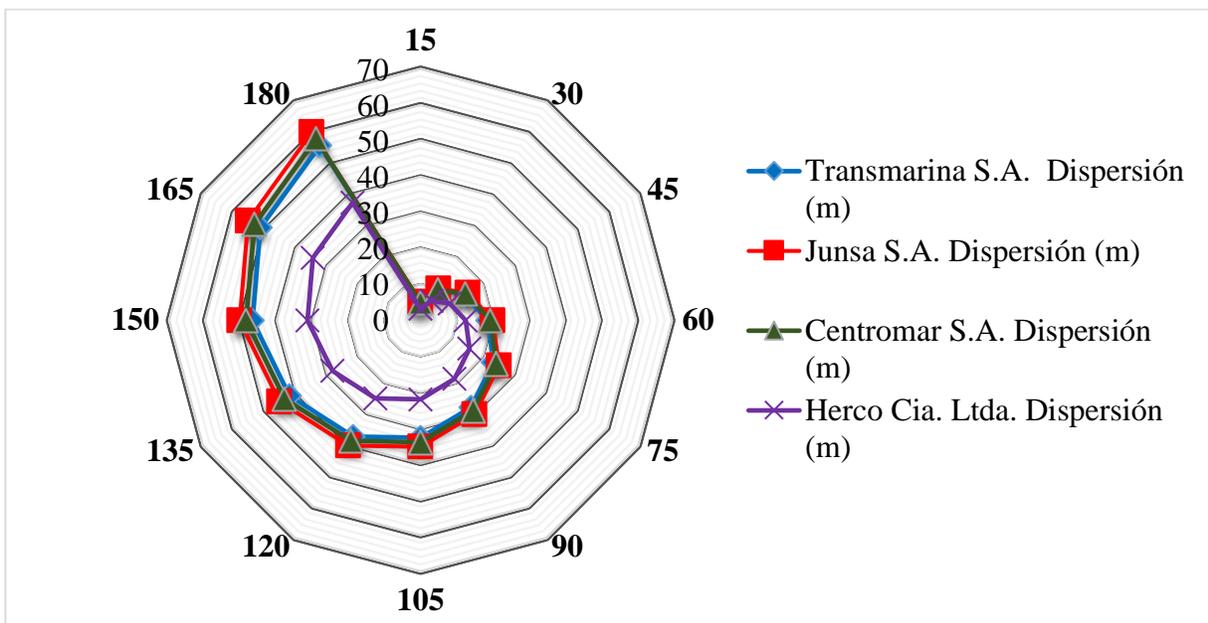


Figura 9: Resultados de la dispersión de las aguas residuales (Sanguaza) en metros respecto del tiempo (Medidas en Momentos de 15 min durante 3 horas) (Martínez, 2015)

Tal como se observa en la **Figura 9**, la menor distancia en la dispersión de las aguas residuales (Sanguaza) alcanzada corresponde a la Industria Pesquera Herco Cia. Ltda. Seguido por Transmarina S.A., Junsa S.A. y Centromar S.A. asentadas en el perfil costero de la Parroquia Chanduy.

Dispersión en el tramo de la Compañía Transmarina S.A., esta una empresa productora de mariscos congelados que emplea un volumen de  $60 \text{ m}^3$  de agua de mar durante la descarga y procesamiento de la pesca; su emisario submarino tiene una longitud de 300 m desde la fuente fija (PTARI) hasta el punto de descarga en el mar (Difusor), la velocidad con la que descarga sus efluentes es de 5.2 m/s, y éstas las realiza entre las 07H00 y las 15H00, durante 20 días al mes, se pudo constatar que la velocidad en bajamar fue de 0.1 m/s, mientras que en pleamar fue de 0.29 m/s, confirmando que ambas son inferiores debido a que la velocidad de descarga es de 5.2 m/s, ver **Figura 9**.

Dispersión en el tramo de la Compañía Junsa S.A., emplea un volumen de  $150 \text{ m}^3$  agua de mar durante la descarga y procesamiento de la pesca; su emisario submarino tiene una longitud de 350 m desde la fuente fija (PTARI) hasta el punto de descarga en el mar (Difusor); la velocidad con la que descarga sus efluentes es de 5.6 m/s. Las descargas las realizaron entre las 07H00 y 15H00, teniendo en bajamar una velocidad de 0.1 m/s, mientras que en pleamar fue de 0.29 m/s, en el análisis se puede afirmar que ambas son inferiores debido a que la celeridad de descarga de las aguas de sanguaza por el Emisario es de 5.6 m/s.

Dispersión en el tramo de la Compañía Centromar S.A., esta empresa productora emplea un volumen de  $155 \text{ m}^3$  agua de mar durante la descarga y procesamiento de la pesca; su emisario submarino tiene una longitud de 300 m desde la fuente fija (PTARI) hasta el punto de descarga en el mar (Difusor); la velocidad con la que descarga sus efluentes es de 5.4 m/s. Las descargas las realizaron entre las 07H00 y 15H00, y las velocidades de descargas estuvieron en 0.1 m/s en bajamar y en 0.29 m/s en pleamar. El análisis indica que estas velocidades de descargas son inferiores a la de descarga de las aguas de sanguaza por el Emisario que fue 5.4 m/s.

Dispersión en el tramo de la Compañía Herco Cia. Ltda., emplea un volumen de  $100 \text{ m}^3$  agua de mar durante la descarga de la pesca y procesamiento de la misma; su emisario submarino tiene una longitud de 700 m desde la fuente fija (PTARI) hasta el punto de descarga en el mar (Difusor); la velocidad con la que descarga sus efluentes es de 3.5 m/s. Las descargas las realizó entre las 07H00 y las 15H00. Se obtuvieron velocidades en bajamar de 0.1 m/s y de 0.29 m/s en pleamar al igual

que las anteriores estas también son inferiores debido a que la celeridad de descarga de las aguas de sanguaza por el Emisario es de 3.5 m/s.

Analizando los datos resultantes de las cuatro empresas se puede observar que el caudal entrante no logro estratificarse, diluirse, pero si conducirse sobre la superficie del mar con mucha turbulencia propio de la rapidez con la que se descargó el vertido volviéndose negativo, puesto que el vector velocidad de marea describe una dirección (Sur-Este); es decir en sentido hacia la línea de playa en la fase de pleamar, siendo positiva en la fase de bajamar que tiene una dirección (Nor-Este) de la corriente marina; pero para las siguientes horas el desplazamiento de la masa de agua experimenta velocidades de 0.07m/s que son relativamente bajas. De la misma manera relacionando las variables de la calidad con los parámetros establecidos por la norma ambiental, con las cuatro compañías pesqueras que se estudiaron, se puede inferir que la distancia alcanzada por el efluente en las 3 primeras horas está entre 60.48m y 37.80m de distancia en sentido a la línea de costa (Sur – Este), siendo cruciales para la neutralización de los vectores (E. Coli, Coliformes, Etc.).

Con respecto al Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN (2012), dispone de las guías técnicas adoptadas por el país; según criterio de funcionarios especialistas en diseño hidráulico de emisarios submarinos, los mismos que no han considerado por los consultores ambientales en ningún proyecto de este tipo. Esta normativa la registra en este tema de investigación a fin de optimizar la inversión, materiales y conseguir un balance entre los escenario bióticos y abióticos de las zonas de playa.



**Figura 10: Emisario Submarino TRANSMARINA S.A. (Martínez, 2015)**

El Blgo. Roberto Rodríguez en el 2014, denota en un estudio elaborado por su consultora ambiental, los impactos posibles en los que se incurrirá si no se realiza un diseño de emisario

submarino que se ajuste a las condiciones de zona de influencia. Propone que se analice previamente al diseño de un emisario el modelo matemático e hidrodinámico para calcular las velocidades adecuadas a fin de tener un buen mezclado en el punto de descarga.

El criterio de campo nos da otro punto de vista; si se considera realizar cálculos con algoritmos hidrodinámicos, la investigación deberá realizarse en un periodo no menos a un año calendario, la práctica actual dice que un estudio se desarrolla en menos tiempo empleando un Software especializado que este instituido por los algoritmos relacionados con las variables ambientales a estudiar.

El mismo año 2014 el Ing. Ángel Figueroa, en su propuesta técnica ambiental aplicada a la implementación del Emisario submarino para la productora de Conservas COMUMAP S.A. sostiene que todos los líquidos (Riles), generados por los procesos productivos de la empresa de conservas y enlatados, deben ser tratados con plantas de tratamiento (PTARI) con sistema más eficaces y eficientes como el sistema (DAF) el cual permite la una mejor remoción de la carga, 146 contaminante del agua residual y, luego ser evacuados con un emisario submarino hasta el cuerpo receptor que es el Océano Pacifico.

El trabajo de campo permitió evidenciar que el sistema Flotación por Inyección de Aire a Presión (DAF), es altamente efectivo en el proceso de remoción de carga orgánica suspendida; pero en el caso de la Cía. COMUMAP S.A. no evidencia tratamiento bajo estas propuestas técnicas; sino, que se emplea el sistema de tratamiento básico el mismo que no asegura regresar las aguas de mar empleadas para la transportación de sus materias primas (Especies marinas) bajo los parámetros exigidos por la norma ambiental.

Adicionalmente su emisario submarino se ubica a solo 180 m partiendo desde la línea de más baja marea hacia el interior del mar, queda claro que el impacto que provoca esta actividad de descarga no es el adecuado para el ecosistema marino de la zona de Chanduy.

Ing. Sandra Buitrón en el Estudio de Impacto Ambiental Ex-Post propuesto a la Cía. GOLD SEA S.A., sugiere evaluar las consecuencias ambientales, reales y potenciales del funcionamiento de los emisarios a fin de determinar las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que minimicen/eliminen las posibles afectaciones ambientales.

Esta se puede considerar un buen planteamiento técnico en aras de la conservación de los ambientes marinos costeros, sin que se genere una afectación a la cadena productiva; no obstante es evidente que la empresa se ubica en una elevación que está considerada adecuada para realizar las descargas

de las aguas residuales(Sanguaza ) por gravedad, el caso es que al parecer su diseño estructural e hidráulico no contemplo factores como el agentes de forzamiento para la dispersión y mezcla de los efluentes industriales.

## Conclusiones

1. En Chanduy se registra poca profundidad (Batimetría) esta configuración del suelo marino no permite dar paso a la requerida estratificación del agua residual y por ende la carga orgánica tendera a ascender a la superficie y mantenerse en suspensión; lo óptimo sería que la carga orgánica se diluya y se descomponga antes que llegue a la superficie. Por otra parte, los emisarios submarinos no cumplen los principios básicos de diseño, como una medida de la tendencia para que el flujo del efluente se levante (es decir flotabilidad positiva) puesto que esta zona tiene una batimetría bastante irregular, de allí que no es posible ubicar una columna de agua estratificada en los primeros 1.5 km mar adentro; debido a este escenario se asume lo que se conoce como (flotabilidad negativa). Sin embargo, las longitudes de los emisarios submarinos no han sido determinadas mediante el análisis predictivo del comportamiento hidrodinámico entre las masas de agua marina y agua residual.
2. Además, los vientos describen una dirección Suroeste durante los tres primeros meses de año luego en el siguiente trimestre su dirección es Este Oeste, esto da como resultado que la dispersión de las aguas residuales no presta mucho beneficio con la salvedad de ciertos trimestres en el año. La dispersión del agua residual introducida en la columna de agua marina no se da por acción de las velocidades de corriente marina; debido al diseño del difusor (Cuello de ganso) cuyo diámetro para la descarga es igual al que posee toda la tubería desde la fuente fija y supera ampliamente las velocidades naturales. De tal manera que el agua residual se dispersa por la velocidad mayor generada en la descarga y los agentes contaminantes se precipitan generando un impacto negativo a determinados grupos de especies como la langosta, pangoras, entre otras; que a más de ser parte del eslabón alimenticio del nivel marino; también son de interés económico para los pobladores que están asentados en este lugar.
3. En esta área de estudio, las corrientes de marinas viajan desde el Sur hacia el perfil costero en pleamar y en baja mar describen una orientación Noroeste del perfil de costa este fenómeno se replica durante las pleamares y bajamares en un día cualquiera.

Se determinó que muchas de las especies marina propias de la zona como jaibas, pangoras, langosta (Crustáceos), pulpos (Cefalópodos), Caracoles (Moluscos) y especies de peces; han reducido su población debido a la permanente alteración del biotopo de la zona Intermareal de la parroquia Chanduy el mismo que es influenciado por las aguas frías provenientes del sur del continente.

## Referencias

1. ActionModulers. (2015). <http://wiki.actionmodulers.dtdns.net.>»  
wiki.actionmodulers. Obtenido de  
[http://wiki.actionmodulers.dtdns.net/index.php?title=MOHID\\_Studio\\_-\\_License\\_Management\\_-\\_v.2.0](http://wiki.actionmodulers.dtdns.net/index.php?title=MOHID_Studio_-_License_Management_-_v.2.0)
2. Evaluación del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (2002). Obtenido de 130.a Sesión del Comité Ejecutivo: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/21478?locale-attribute=es>
3. Hernández, A. (2009). Colmatación de los embalses de generación hidroeléctrica del noroeste argentino aplicación de nuevas metodologías batimétricas. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000185071>
4. Hidalgo, M. (1996). Hidrodinámica Ambiental. Obtenido de <https://www.imta.gob.mx/potamologia/images/stories/pdf/hidrodinamicaambiental.pdf>
5. Insituto Ecuatoriano de Normalizacion INEN. (2012). Obtenido de [www.aeade.net](http://www.aeade.net):  
[http://www.aeade.net/web/images/stories/mayo/Norma\\_Calidad\\_Gasolina\\_935\\_8.pdf](http://www.aeade.net/web/images/stories/mayo/Norma_Calidad_Gasolina_935_8.pdf)
6. MAE. (2010). Ministerio del Ambiente . Obtenido de [imce.ambiente.gob.ec](http://imce.ambiente.gob.ec):  
<http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/anny/Conservaci%C3%B3>
7. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. (2015). Obtenido de [www.unep.org](http://www.unep.org). (O. d. Naciones, Ed.):
8. <http://unep.org/gpa/documents/publications/NPAHandbookSP.pdf>

9. Torres, C. (2015). Aplicación del modelo numérico Mohid para el estudio hidrodinámico y de transporte de la Ciénaga Mallorquín. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11323/498>

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).