

AGRADECIMIENTO

A las Hijas del Mar...

*Zeneida
Fernanda y
Diana*

Mis dos gladiadores romanos,

*Antonio
y Víctor Hugo*

Mi amada Dea Iside,

Teresa Condo Gallino

DEDICATORIA

*“...intrépido y furioso presiona los latidos,
Como las olas que golpean la costa...
En abrazos dolorosos pero necesarios”.*

- *La Verona*

A Rosa Eva Gallino Guevara.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

Ana Verónica García Condo

ÍNDICE GENERAL

	<i>Pág.</i>
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
Introducción.....	1

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1. FACTORES OCEANO-ATMOSFÉRICOS QUE DETERMINAN EL DESARROLLO DE CULTIVOS EN EL MAR DE ECUADOR.....	2
1.1. Generalidades y Anomalías de las Corrientes Marinas y Costeras ligadas al aprovechamiento del mar.....	4
1.2. Especies Factibles para el desarrollo de cultivos en Mar Abierto según institutos y la empresa privada en Ecuador.....	21
1.3. Condiciones Meteorológicas del Mar Ecuatoriano.....	32
1.4. Características de las Estructuras Navales de Cultivo.....	36

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del Proceso Experimental.....	45
2.2. Metodología para el Modelamiento de Corrientes Oceánicas frente a la Costa del Ecuador.....	46
2.3. Obtención y Tratamiento de los registros batimétricos.....	46
2.4. Metodología para la Visualización de los datos correspondientes a los Factores Abióticos.....	53
2.5. Operacionalización de Variables.....	59

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Modelo Numérico de Corrientes frente a la Costa de Ecuador.....	60
3.2. Visualización de Factores Abióticos presentes en la Costa de Ecuador.....	62
3.3. Resultados de la Operacionalización de Variables.....	71
3.3.1. Análisis de las corrientes en la zona costera de Ecuador.....	71
3.3.2. Registro de incidencia de Mareas Rojas en Ecuador.....	77
Conclusiones y Recomendaciones.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
<i>Figura 1.1 Principales Corrientes Oceánicas.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 1.2 Corrientes en la Zona Punta El Morro – La Puntilla.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 1.3 Corrientes en la Zona Bahía de Santa Elena – Salango....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 1.4 Corrientes en la Zona Manta – Jaramijó.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 1.5 Producción en el Área 87.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 1.6 Sardina Sudamericana.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 1.7 El Niño Oscilación del Sur.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 1.8 Esquema de Toxinas P.S.P.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 1.9 Espiral de Ekman.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 1.10 Esquema de Sistema de Flotación.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 1.11 Esquema de Sistema de Fondeo.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 1.12 Elementos Estructurales del Sistema de Cultivo Long-Line.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 1.13 Fuerza sobre Estructuras Fijas Fondeadas en Función a su origen.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 2.1 Esquema del Método aplicado para el Modelamiento de Corrientes.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 2.2 Selección de Grilla Personalizada.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 2.3 Selección de Tipo de Capa a Descargar.....</i>	<i>54</i>

<i>Figura 2.4</i>	<i>Conversión del Sentido Posicional de los Datos Batimétricos.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 2.5</i>	<i>Vista Final del Polígono Interno de la Costa del Ecuador....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 2.6</i>	<i>Vista Final del Polígono Interno de la Costa del Ecuador....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 2.7</i>	<i>Procesamiento de Batimetría en MOHID Studio.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 2.8</i>	<i>Visualización de Factores Abióticos.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 2.9</i>	<i>Portal de Descarga National Oceanographic Data Center (NOCD) de la NOAA.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 2.10</i>	<i>Extracción del Área de Interés.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 2.11</i>	<i>Datos Correspondientes a Latitud y Longitud de la Costa Ecuatoriana.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 2.12</i>	<i>Resultados Obtenidos con el Software MATLAB R2010a...</i>	<i>64</i>
<i>Figura 2.13</i>	<i>Edición Datos en Formato de Ingreso para Ocean Data View.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 2.14</i>	<i>Ventana de Edición en el Software Ocean Data View 4....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 2.15</i>	<i>Esquema del método aplicado para la Operacionalización de variables.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 3.1</i>	<i>Vista Preliminar del modelo de Corrientes costeras.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 3.2</i>	<i>Fluctuaciones de UAO frente a las costas del Ecuador.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 3.3</i>	<i>Fluctuaciones de Temperatura frente a las costas del Ecuador.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 3.4</i>	<i>Fluctuaciones de Silicato frente a las costas del Ecuador.....</i>	<i>72</i>

<i>Figura 3.5</i>	<i>Fluctuaciones de Salinidad frente a las costas del Ecuador.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 3.6</i>	<i>Fluctuaciones de O₂^{SAT} frente a las costas del Ecuador.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 3.7</i>	<i>Fluctuaciones de OD frente a las costas del Ecuador.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 3.8</i>	<i>Fluctuaciones de Nitrato frente a las costas del Ecuador...</i>	<i>76</i>
<i>Figura 3.9</i>	<i>Fluctuaciones de Fosfato frente a las costas del Ecuador...</i>	<i>77</i>
<i>Figura 3.10</i>	<i>Velocidades Máximas de corrientes en la Zona costera de Ecuador.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 3.11</i>	<i>Velocidades Promedio de corrientes en la Zona costera de Ecuador.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 3.12</i>	<i>Altura Máxima de Olas en la Zona Costera de Ecuador.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 3.13</i>	<i>Incidencia de Mareas Rojas en Ecuador.....</i>	<i>85</i>

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
<i>TABLA I Utilización de la Pesca y la Acuicultura mundial.....</i>	<i>11</i>
<i>TABLA II Intensidad de ENOS en Ecuador.....</i>	<i>15</i>
<i>TABLA III Características Generales de la Ostra Perlada.....</i>	<i>24</i>
<i>TABLA IV Características Generales de la Ostra Japonesa.....</i>	<i>25</i>
<i>TABLA V Características Generales de la Ostra Abanico.....</i>	<i>26</i>
<i>TABLA VI Características Generales del Huayaipe.....</i>	<i>29</i>
<i>TABLA VII Características Generales del Pargo.....</i>	<i>30</i>
<i>TABLA VIII Características Generales del Cobia.....</i>	<i>31</i>
<i>TABLA IX Incidencia de los Factores Abióticos en peces.....</i>	<i>33</i>
<i>TABLA X Contenido nutricional del alimento comercial</i>	
<i>OTOHIME C1/ B1 / B2.....</i>	<i>35</i>
<i>TABLA XI Variables descargadas desde el portal de la NOAA.....</i>	<i>61</i>
<i>TABLA XII Filtros Estadísticos aplicados por la NOAA.....</i>	<i>62</i>
<i>TABLA XIII Fuentes de Mediciones y Registros obtenidos.....</i>	<i>67</i>

ÍNDICE DE MAPAS

	<i>Pág.</i>
<i>MAPA I</i> <i>Principales Zonas de Afloramientos en el Mundo.....</i>	<i>8</i>
<i>MAPA II</i> <i>La Costa Ecuatoriana en el Área 87.....</i>	<i>13</i>
<i>MAPA III</i> <i>Zonas de Incidencia de Mareas Rojas en Ecuador.....</i>	<i>20</i>
<i>MAPA IV</i> <i>Incidencia de Olas en la Costa del Ecuador.....</i>	<i>37</i>

ABREVIATURAS

<i>ENOS</i>	<i>El Niño Oscilación del Sur</i>
<i>MR</i>	<i>Mareas Rojas</i>
<i>UR</i>	<i>Unidad Ratón</i>
<i>PSP</i>	<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>
<i>CENAIM</i>	<i>Centro Nacional de Acuicultura en Investigaciones Marinas</i>
<i>CIIFEN</i>	<i>Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño</i>
<i>INOCAR</i>	<i>Instituto Oceanográfico de la Armada</i>
<i>FAO</i>	<i>Food and Agriculture Organization</i>
<i>OSCAR</i>	<i>Ocean Surface Currents Analyses Real-time</i>
<i>NOAA</i>	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
<i>ODV4</i>	<i>Ocean Data View 4</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO I *Características de las Corrientes en la Costa del Ecuador.*
- ANEXO II *Áreas de Productividad Pesquera en el Mundo.*
- ANEXO III *Principales especies de Peces capturadas en el Área 87.*
- ANEXO IV *Incidencia de Mareas Rojas en el Ecuador.*
Cálculo de la Toxicidad de las P.S.P. de las Mareas Rojas.
Sitios de Influencia de Mareas Rojas en Ecuador.
- ANEXO V *Patologías Nutricionales.*
- ANEXO VI *Desempeño de las especies de peces cultivadas en OceanFarm S.A.*
- ANEXO VII *Características del Oleaje en la Costa Ecuatoriana.*
- ANEXO VIII *Esquema conceptual de un sistema de flotación en una estructura Naval de cultivo.*
Material de Construcción para la estructura naval de cultivo propuesta.
- ANEXO IX *Armónicos de Mareas Baltra, Puerto Bolívar, Esmeraldas, La Libertad.*
- ANEXO X *Rutinas aplicadas en MATLAB R2010a para la evaluación y procesamiento de factores abióticos.*
- ANEXO XI *Componentes principales que determinan el tipo de mareas.*

CAPÍTULO I

1. FACTORES OCEANO-ATMOSFÉRICOS QUE DETERMINAN EL DESARROLLO DE CULTIVOS EN EL MAR DE ECUADOR.

Un sistema de producción está íntimamente ligado a los factores ambientales en los que se desarrolla. Este apartado, realiza la influencia de los procesos océano-atmosféricos presentes en las costas del Ecuador sobre las diferentes variables que conforman los cultivos en mar abierto. Se detallan los principales factores que influyen la diversidad y riqueza en el mar territorial como las surgencias, y las corrientes oceánicas, además de factores persistentes como las olas y los vientos, también se revisan anomalías atmosféricas, y toda la dinámica asociada a los niveles de nutrientes y sus fluctuaciones en los niveles de los mismos en nuestro mar, para finalizar este capítulo se mencionan las potenciales especies de peces y moluscos para ser cultivadas bajo esta modalidad en la costa ecuatoriana y

de igual forma se identifican las características fisiológicas en torno a esta función.

1.1. Generalidades y Anomalías de las Corrientes Marinas y Costeras ligadas al aprovechamiento del Mar

La radiación solar es responsable por la circulación de las masas oceánicas; en el Ecuador, el movimiento de grandes masas de agua hacia los polos, es generado por el calentamiento en las latitudes, sin embargo no es el único factor que genera corrientes. Existen dos tipos de circulación: Termohalina, que se refiere a la circulación o movimientos del agua cuando hay cambio de densidad producido ya sea por cambios de temperatura y salinidad y la circulación Eólica; aunque el viento causa movimientos básicamente horizontales, en la costa del Ecuador éste factor puede generar movimiento vertical como también sucede en la costa de Perú o California, proceso atmosférico denominado afloramiento o surgencia. La espiral de Ekman explica estas surgencias y la consecuente abundancia en productividad marina en el Ecuador, a pesar de la intensa radiación solar, que en otras condiciones inhibiría los procesos biológicos.

El principal sistema de corrientes marinas en Ecuador estriba en dos flujos con dirección Oeste: La Corriente Ecuatorial del Norte y la Corriente Ecuatorial del Sur; entre estas dos corrientes, existe un flujo con sentido hacia el Este, es la Contra-Corriente Ecuatorial del Norte, aunque se tiene

la influencia directa de la Corriente Ecuatorial del Sur frente a las costas y se incorpora la Corriente de Humboldt ($14 - 18^{\circ}\text{C}$, $100\text{ m} - 200\text{ m}$)[1] que baña la costa occidental de América del Sur, El Niño Oscilación del Sur (**ENOS**) que proveniente de el Norte, de las costas de Panamá y a la Contra-Corriente Ecuatorial del Pacífico también llamada Corriente de Cromwell. En la **FIGURA 1.1** se observa la representación de este factor[2].

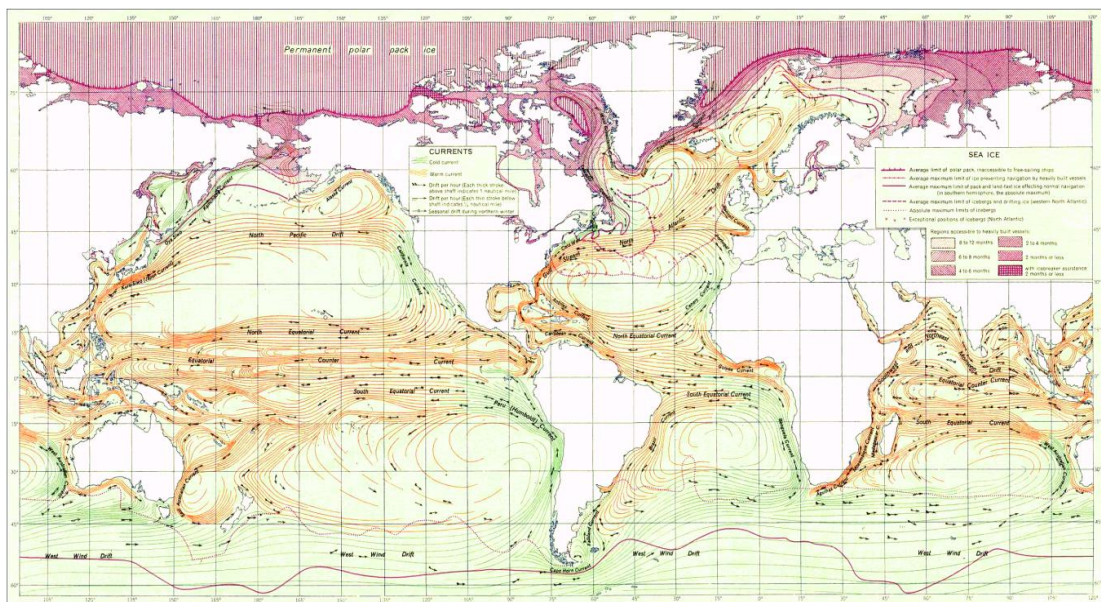


FIGURA 1.1.- PRINCIPALES CORRIENTES OCEÁNICAS
Fuente: Izaguirre P., Borja S., Núñez J., Souto A.

1.1.1. Caracterización de las Corrientes cercanas al Perfil Costero Ecuatoriano

A continuación se mencionan las regiones en donde se obtuvo registros de datos, los que abarcan aproximadamente una década de mediciones del factor de corrientes realizados en puntos estratégicos

del Litoral del Ecuador. Las mediciones se configuran en zonas, de tal forma que se especifican cuatro que son: la zona Punta El Morro - La Puntilla de Santa Elena, zona Bahía de Santa Elena - Salango, zona Punta Salango - Cabo San Lorenzo y la zona Manta – Jaramijó. Se menciona el carácter general de cada zona, sin embargo las características puntuales se muestran como parte de los resultados en este trabajo. En el **ANEXO I** se detalla las características puntuales de las corrientes en la costa del Ecuador.

Zona Punta El Morro - La Puntilla De Santa Elena

En esta zona, la velocidad de las corrientes generalmente es mayor durante la marea de sicigia, cuando ocurren los más altos rangos de mareas, en la **FIGURA 1.2** se representa el comportamiento de las corrientes presentes en la zona en cuestión [3]. Esta zona comprende las mediciones de corrientes de Chanduy, Punta Carnero y Playas.

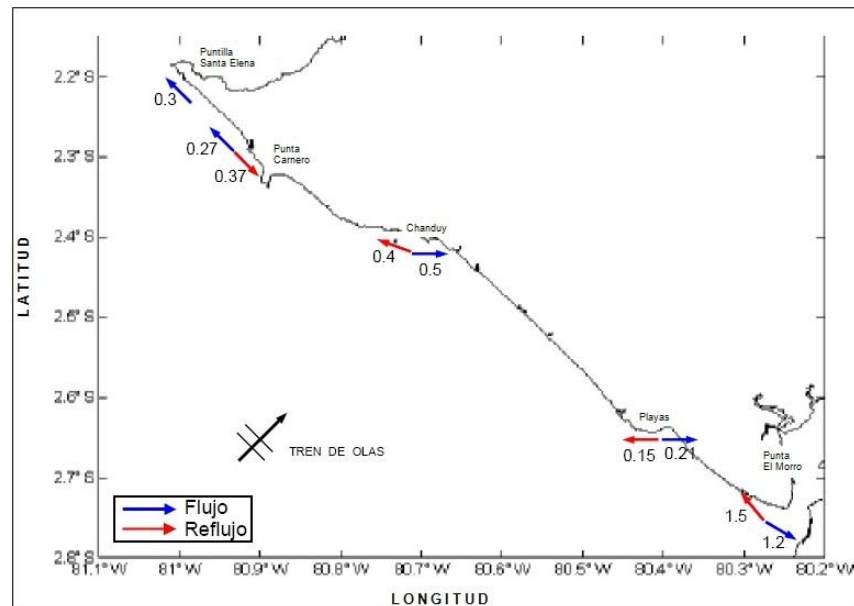


FIGURA 1.2.- CORRIENTES EN LA ZONA PUNTA EL MORRO – LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Fuente: INOCAR

Las Corrientes de Chanduy presentan una velocidad que registró un incremento a profundidades mayores de 12 metros en flujo y en fase de sicigia.

Zona Bahía de Santa Elena – Salango

En esta área se ha encontrado evidencia de la Corriente Costanera, [4]. En la **FIGURA 1.3** se observa la representación del comportamiento de las corrientes que se presentan en esta zona. En esta zona tiene registros de corrientes en Salinas, La Libertad, Punta Blanca, Monteverde, Santa Rosa, Ballenita, Valdivia, Montañita, La Entrada y Puerto Rico.

Los resultados de estas mediciones se expresan gráficamente en el Capítulo III del presente trabajo. De igual forma. El detalle de cada registro está disponible en el **ANEXO I**.

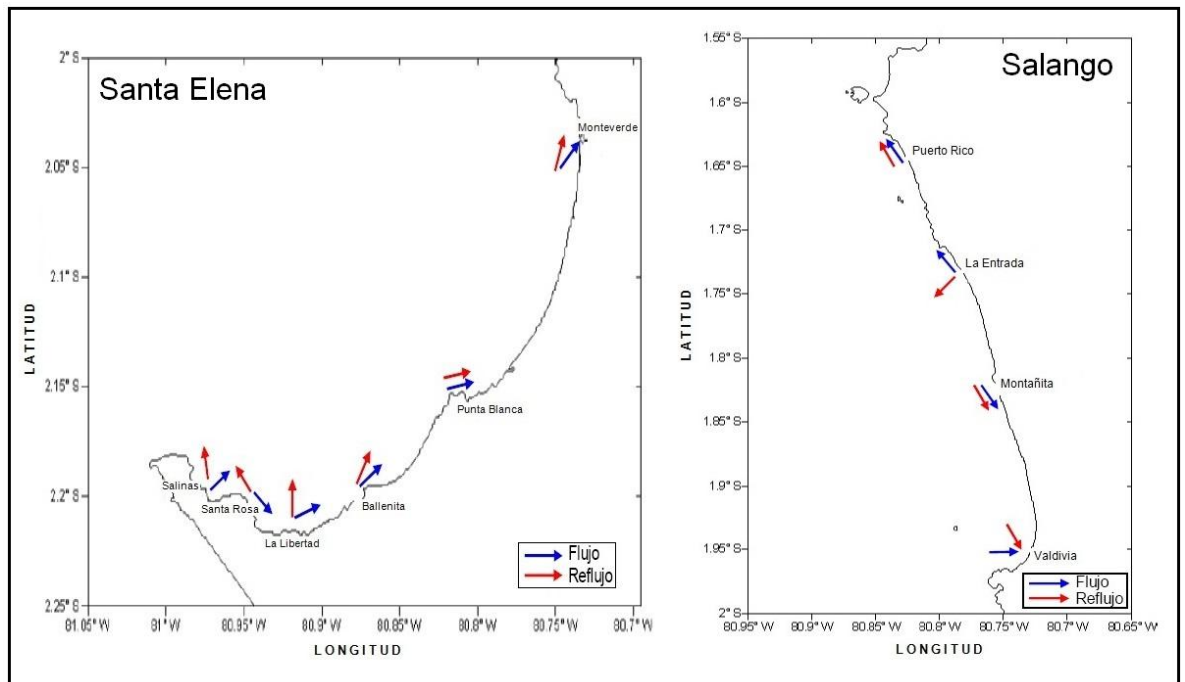


FIGURA 1.3.- CORRIENTES EN LA ZONA BAHÍA DE SANTA ELENA - SALANGO
Fuente: INOCAR

Zona Punta Salango – Cabo San Lorenzo

En cuanto a la circulación oceánica, esta área está protegida de la misma. Presenta gran influencia del viento y las mareas [5]. Esta zona incluye los registros de corrientes de Punta El Sombrerito.

Zona Manta – Jaramijó

Es una reconocida zona dinámica en función de sus particularidades oceanográficas y meteorológicas. En la **FIGURA 1.4** se ve una representación del comportamiento de las corrientes en la Zona Manta – Jaramijó. Hay registros de corrientes de Manta y de Jaramijó, correspondientes a la zona mencionada.

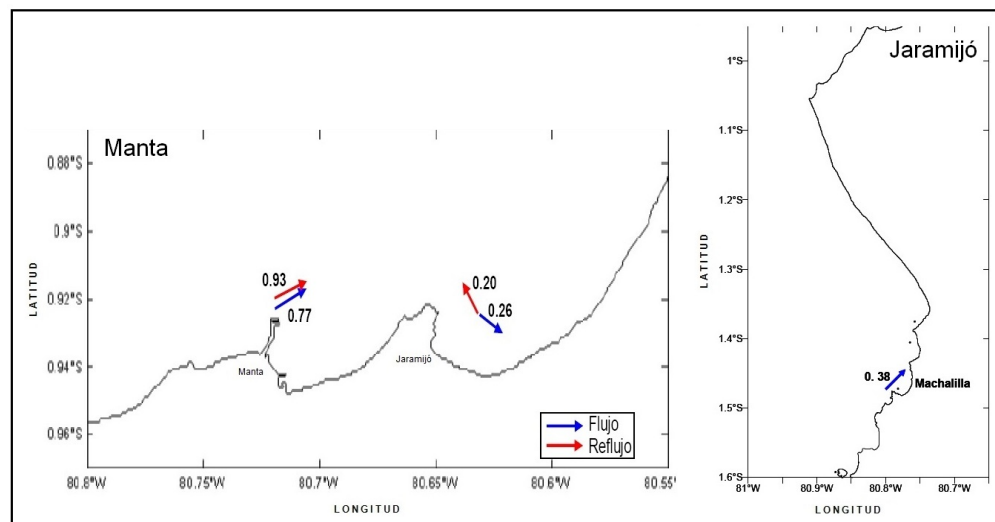


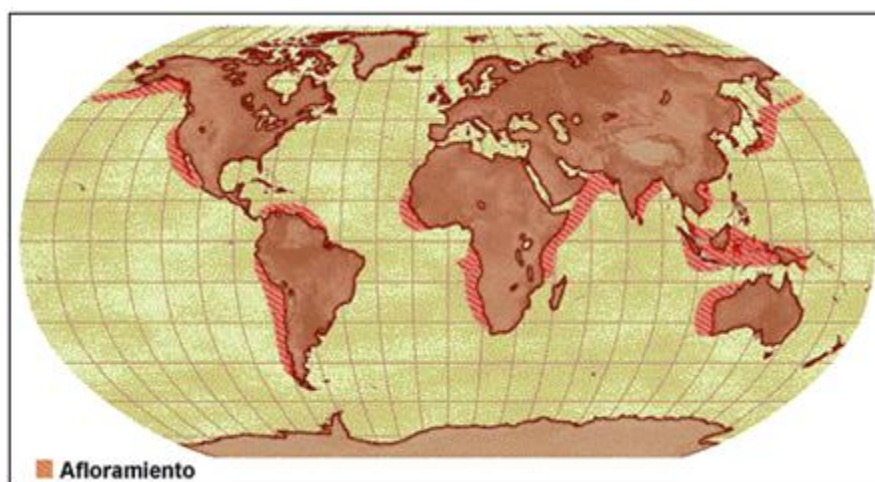
FIGURA 1.4.- CORRIENTES EN ZONA MANTA – JARAMIJÓ
Fuente: INOCAR

1.1.2. Afloramientos o Surgencias: Factores ligados a Actividades de Pesca y Producción

Frente a las costas del Pacífico Oeste, se desarrolla el afloramiento de una masa de agua fría situada entre los 100m y 300m de profundidad hacia la superficie; es producido por el calentamiento previo del agua en superficie y su posterior desplazamiento hacia el

oeste en la zona ecuatorial, que se compensa con el ascenso de agua profundas muy frías que se produce en el margen oriental de los Océanos. El agua que aflora es rica en nutrientes, lo que permite soportar altos niveles de productividad primaria, ecosistemas marinos con valores altos de diversidad y en consecuencia grandes pesquerías, ver **MAPA I**[11].

MAPA I
PRINCIPALES ZONAS DE AFLORAMIENTO EN EL MUNDO



Fuente: GettyImages

1.1.2.1. Las Surgencias y la situación actual de la Pesca de captación

Las pesquerías y la acuicultura brindan grandes aportes al bienestar del mundo, en las últimas cinco décadas el suministro mundial de pescado ha sustentado la demanda alimentaria a pesar del crecimiento poblacional y hoy en día el pescado constituye una importante fuente de nutrientes y proteína animal para gran parte de la población mundial. El sector productivo provee de ingresos tanto

directa como indirectamente a gran parte de la población mundial. La acuicultura permanecerá siendo uno de los sectores de más rápido crecimiento de alimento animal, en la próxima década. La producción total, tanto de acuicultura como pesca excederá la producción de cerdo, aves de corral y carne de res.

La producción total de la pesca en el mundo permanece constante en 90 millones de toneladas, aunque hay marcados cambios en las tendencias de captura de cada país, áreas de pesca y especies. En los últimos siete años, los desembarques para todas las especies marinas excepto Anchoveta (*Engraulis ringens*) oscilaban entre 72.1 y 73.3 millones de toneladas.

En contraste, los cambios más dramáticos se han dado en las capturas de Anchoveta en el Sureste del Pacífico, que decrecieron de 10.7 millones de toneladas en el 2004 a 4.2 millones en 2010.

La mayor parte de los bancos de peces de las diez principales especies, que suman un total de 30% de la producción de pesca de captura están completamente explotados y, por lo tanto sin potencial para incrementar su producción. Los dos grandes bancos de Anchoveta en el Pacífico Sureste, Alaska pollock o walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) en el Pacífico Norte y Blue whiting

(*Micromesistius poutassou*) en el Atlántico están completamente explotados. Los bancos de Atlantic herring (*Clupea harengus*) están completamente explotados en el Noreste y Noroeste del Atlántico. Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) en el Noroeste del Pacífico y Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) en el Sureste del Pacífico se consideran estar sobreexplotados. Los bancos de Chub mackerel (*Scomber japonicus*) están completamente explotados en el Este del Pacífico y el Noroeste del Pacífico. En el 2009 se estimó que el Largehead Hairtail (*Trichiurus lepturus Linnaeus*) estaba sobreexplotado en la zona principal de pesca en el Noroeste del Pacífico[11]. En el **ANEXO II** se detalla gráficamente las zonas pesqueras en el mundo.

Desde el año 2007, el Mar Negro en el Mediterráneo y el Atlántico Suroeste, han sufrido disminución en la pesca total en un 15% y 30% respectivamente. En las dos áreas a lo largo del lado Suroeste de América y África, se generan afloramientos o surgencias, aunque su intensidad varía fuertemente cada año. En el año 2010, las capturas en el Pacífico Sureste, (excluyendo la Anchoveta) disminuyeron mientras en el Atlántico Sureste se incrementaron, pero una tendencia histórica de un período de pesca cercana revela una clara trayectoria decreciente en ambas áreas.

Es bien conocido que las poblaciones de peces varían grandemente en su abundancia, y estas variaciones suceden aunque no se practique la pesca, aunque en algunas especies como la Anchoveta, la variación en su abundancia se debe por el cambio en los factores ambientales, en otras aún no se identifica el motivo de sus fluctuaciones. En la **TABLA I** se expone el grado de productividad de la pesca y la acuicultura mundial.

TABLA I
UTILIZACIÓN DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA
MUNDIAL

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>MILLONES DE TONEADAS</i>						
PRODUCCIÓN						
Captura						
Tierras Adentro	9.8	10.0	10.2	10.4	11.2	11.5
Marino	80.2	80.4	79.5	79.2	77.4	78.9
Captura Total	90.0	90.3	89.7	89.6	88.6	90.4
Acuicultura						
Tierras Adentro	31.3	33.4	36.0	38.1	41.7	44.3
Marino	16.0	16.6	16.9	17.6	18.1	19.3
Acuicultura Total	47.3	49.9	52.9	55.7	59.9	63.6
Pesquerías Mundiales	137.3	140.2	142.6	145.3	148.5	154.0
UTILIZACIÓN						
Consumo Humano	114.3	117.3	119.7	123.6	128.3	130.8
Usos no Comestibles	23.0	23.0	22.9	21.8	20.2	23.2
Población (billones)	6.6	6.7	6.7	6.8	6.9	7.0
Suministro de Alimento Marino Per Cápita (kg)	17.4	17.6	17.8	18.1	18.6	18.8

FUENTE: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2012.

1.1.2.2. Nivel de Productividad de Áreas Pesqueras

Las pesquerías mundiales han atravesado cambios significativos desde 1950. En consecuencia, también ha variado el nivel de explotación de los recursos pesqueros y sus desembarques.

El patrón temporal de desembarques difiere entre cada área dependiendo del nivel de desarrollo demográfico y de los cambios en las ciudades que rodean el área han experimentado.

En general se pueden dividir en tres grupos, *id est*, uno caracterizado por oscilaciones en sus capturas, otro por una tendencia general de disminución después de máximos históricos, y el tercer grupo, con tendencia de capturas crecientes.

El primer grupo, incluye las áreas de la FAO que han demostrado oscilaciones en la captura total, *i.e.*, El Atlántico Centro-Oriental (Área 34), Pacífico Noreste (Área 67), Pacífico Centro-Este (Área 77), Atlántico Suroeste (Área 41), Pacífico Sureste (Área 87), and Pacífico Noroeste (Área 61). En la **FIGURA 1.5** se observa el decrecimiento en la producción pesquera en la zona correspondiente entre otros países al Ecuador como claramente se observa en el **MAPA II**.

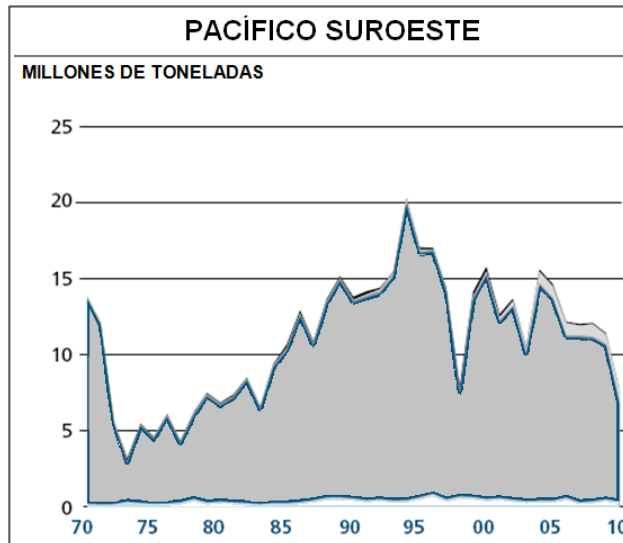
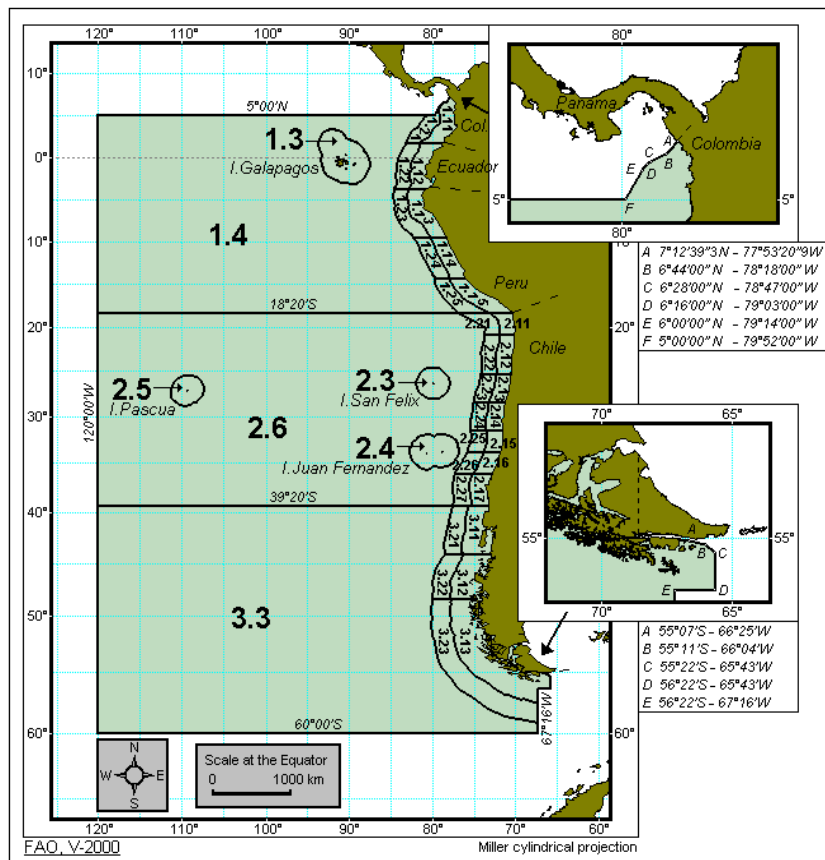


FIGURA 1.5.- PRODUCCIÓN DEL ÁREA 87
FUENTE: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2012.

MAPA II
LA COSTA ECUATORIANA EN EL ÁREA 87



FUENTE: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2012.

Estas áreas han provisto cerca del 52% de la pesca marina mundial en promedio por los últimos cinco años. Muchas de estas áreas incluyen regiones de afloramientos oceánicos que se caracterizan por una gran variabilidad natural, en este grupo se encuentra el mar territorial del Ecuador. Las especies más abundantes en el Pacífico Sureste son la Achoveta (*Engraulis ringens*), Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*), y la Sardina sudamericana (*Sardinops sagax*), ver **FIGURA 1.6**, que representa más del 80% de las capturas históricas y actuales. Un **ENOS** moderado se desarrolló en el 2009 y continuó a través del Pacífico ecuatorial en los cortos primeros meses del 2010.



FIGURA 1.6.-SARDINA SUDAMERICANA
Fuente: GettyImages

1.1.3. Anomalías en el Mar: ENOS – La Niña.

Efectos del Cambio Climático en el Carácter del Mar y sus Grados de Producción

El Niño Oscilación del Sur (ENOS), se define como un cambio meteorológico más no climático. Se discute una periodicidad de entre dos a siete años según *Strahler A.,1997*[12]. Sin embargo carece de base, ya que hemos sufrido desde el año 82 hasta la fecha dos **ENOS** de gran intensidad en 1997 y dos ENOS de intensidad moderada, de los que, uno de ellos se suscitó en el 2002, ahí radica la discusión. No se puede definir a El Niño como un evento periódico ya que no se da así. Para que se desarrolle esta alteración meteorológica deben suscitarse específicas condiciones en relación océano-atmosfera, en la **TABLA II** se detallan los registros de ENOS en Ecuador y su grado de intensidad, [13].

TABLA II
INTENSIDAD DE ENOS EN ECUADOR

INTENSIDAD (ENOS)	AÑOS DE INSIDENCIA
DÉBIL	1969 - 70; 1976 - 77; 1977 - 78 y 1987 - 88.
MODERADO	1986 - 87; 1994 - 95; 2002 - 03.
FUERTE	1972 - 73; 1982 - 83; 1997 - 98.

FUENTE: CIIFEN, 2006. *EL FENÓMENO EL NIÑO Y LA NIÑA*

Los meses generalmente han coincidido en época invernal ya que además corresponde con la disminución de los vientos Alisios, [14].

Aunque comprobar la directa relación entre el cambio climático y El Niño aún no es posible, si es factible entablar una relación causa efecto ya que el cambio de temperatura, ver **FIGURA 1.7**, se verá reflejado en las zonas que se definen como de baja y alta presión y estos a su vez generan los vientos y por ende puede generar alguna alteración en el patrón de corrientes de aire que en el caso de los alisios puede ser que ésta influya en la masa de agua cálida que llega a nuestras costas, sin embargo, también intervienen otros factores.

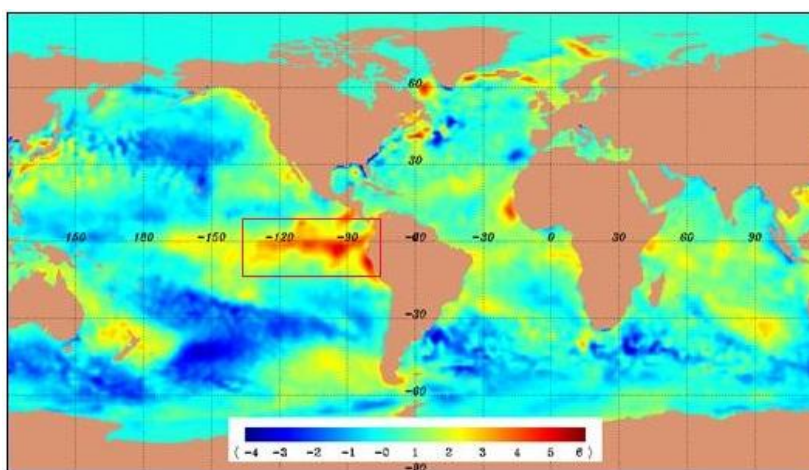


FIGURA 1.7.-EL NIÑO OSCILACIÓN DEL SUR
Fuente:GettyImages

La Niña en contraste, consiste en temperaturas por debajo de la media del mar. Ambos fenómenos influyen de forma importante en la distribución de los recursos marinos[15], la estructura térmica de la columna de agua se altera de tal forma que las aguas frías no ascienden de modo que la producción primaria se trastoca tal como el desarrollo de organismos fitoplanctónicos que se traducen en la disminución de especies endémicas y migración de especies esporádicas.

Sin embargo, es posible enlazar estos eventos anómalos a la variabilidad del nivel productivo de los océanos, ya que durante los eventos El Niño, muchos stocks de peces prácticamente desaparecen, reduciendo drásticamente las capturas de la flota pesquera y muchas aves marinas, dependiente de los peces para su alimentación, mueren en grandes cantidades.

Los elementos nutritivos como son Nitratos, Nitritos y Fosfatos, sufren una notable reducción de sus valores durante la ocurrencia de El Niño, tal es el caso de 1982, cuando se registró una reducción de entre el 60% y 90% en sus valores comunes. La distribución vertical de los nutrientes, presenta una capa superficial donde se localizan las bajas concentraciones, la que en años

regulares es delgada, aproximadamente 25 m de espesor, durante El Niño del año 76 se incrementó hasta los 45 m y en el año 82 descendió hasta los 70 m. De inmediato se ubica una capa de transición la que se internó entre los 70m y 150m, lo que en efecto derivó negativamente en la composición y distribución del fitoplancton.

Entre los varios efectos negativos, en relación con el ictioplancton se reconoce una variabilidad en cuanto al grado de los desoves de sardinas (*Sardinops sagax*), macarela (*Scomber japonicus*) y Sardinas Redonda (*Etrumetus teres*), el que se marca como escaso y hasta ausente. Este comportamiento sugiere que la reproducción de todas estas especies estuvo limitado por las condiciones ambientales definidas por ENOS, debiéndose anotar que en condiciones ambientales normales el ciclo de los desoves regulares alcanzan su valor máximo en Febrero, sin embargo en el caso actual dichos desoves se registraron ausentes. Comúnmente fue afectada la captura de peces pelágicos por los cambios que se presentaban en el mar territorial a tal grado que para los meses de Julio y Agosto la Sardina redonda se hacinaba más hacia la costa y hacia el sur, pero para Septiembre y los meses siguientes la Sardina redonda (*Etrumeus teres*) desaparece

en la costa, acto que se ajusta temporalmente con la presencia de ENOS; circunstancia que forzó concentrar las capturas en la única especie disponible en ese período, la Macarela (*Scomber japonicus*), que estuvo aglomerada en el Golfo de Guayaquil. Esta alta concentración pudo haber incidido negativamente tanto en el proceso reproductivo de la especie como en la sobrevivencia de huevos y larvas debido a un fuerte canibalismo, efecto indirecto del trastorno meteorológico que nuestras costas sufre[16, 17, 18]. En el **ANEXO III** se exponen las principales especies capturadas en el Área 87.

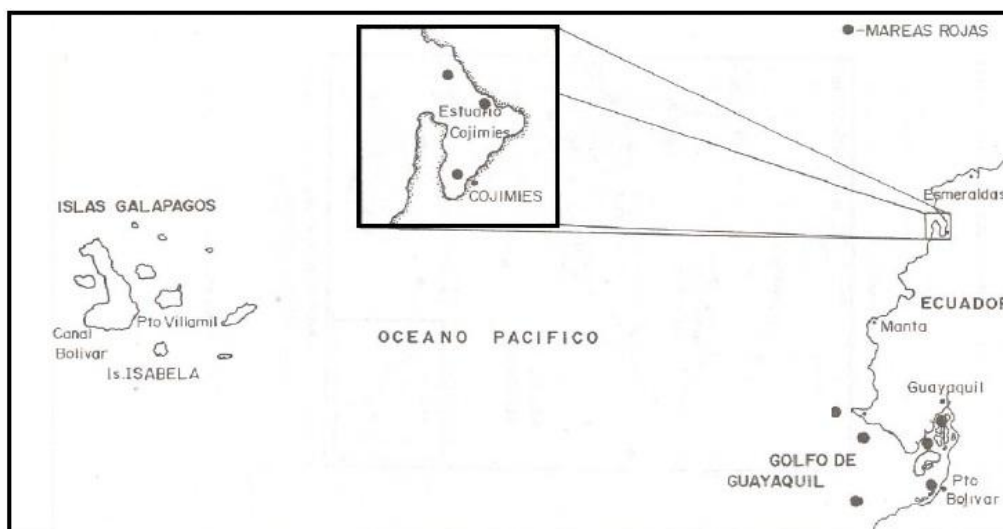
1.1.3.1. ENOS y las Mareas Rojas en la Costa de Ecuador

Cuando se experimenta la alteración meteorológica denominada El Niño en las costas del Ecuador, la fertilidad marina disminuye, ingresan masas de agua cálida con grupos de especies de dinoflagelados, relacionándolos directamente con algunas ocurrencias de mareas rojas. La gran mayoría de organismos que ocasionaron Mareas Rojas (MR) en el Ecuador han sido dinoflagelados y ciliados. Los eventos mencionados han ocurrido generalmente en la denominada época lluviosa donde la incidencia solar es intensa, durante los meses de febrero y marzo. Sin embargo, también se han registrado durante la época seca, en los meses de junio, julio, septiembre y noviembre. Se presentan los registros de

incidencias de MR en Ecuador como parte de los resultados del presente trabajo, [19].

Se asocia directamente como principal causante de blooms algales o MR, a factores antropogénicos ligados al decrecimiento de la calidad de agua, intensificación de monocultivos específicos, tráfico naviero y el Evento El Niño, así como la interacción de elementos biológicos (ciclo de vida); químicos (nutrientes, factores de crecimiento, vitaminas, etc.), meteorológicos (vientos) y antropogénicos como la contaminación costera, ver **MAPA III**[20].

MAPA III ZONAS DE INCIDENCIA DE MAREAS ROJAS EN ECUADOR



Fuente: INOCAR

1.1.3.2. Efectos de las Mareas Rojas en Peces y Moluscos

Los organismos más afectados por esta proliferación masiva, son la comunidad planctónica, crustáceos, equinodermos, y pequeños peces. Los colores característicos avistados en las Mareas Rojas,

son debidos al pigmento rojo denominado peridinia. La toxina producida por estos dinoflagelados se concentra en mariscos comestibles como almejas, mejillones y ostiones cuando filtran plancton de la columna de agua, 400 UR, unidad ratón, es el nivel máximo permisible para consumo de moluscos. La P.S.P. es la Intoxicación parálitica por Mariscos por sus siglas en inglés, en la **FIGURA 1.8** se presenta la descripción de las toxinas P.S.P., cuyos síntomas son entumecimiento de labios, lengua y dedos, desde 1893 hasta 1996 ha cobrado la vida de 600 personas en todo el mundo [21, 22]. En el **ANEXO IV** se especifica la descripción del cálculo de toxicidad de la P.S.P., así como la incidencia de este fenómeno en Ecuador.

TOXINAS PSP	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
STX	H	H	H	CONH ₂
neo-STX	OH	H	H	CONH ₂
GTX I	OH	H	OSO ₃ ⁻	CONH ₂
GTX II	H	H	OSO ₃ ⁻	CONH ₂
GTX III	H	OSO ₃ ⁻	H	CONH ₂
GTX IV	OH	OSO ₃ ⁻	H	CONH ₂
GTX V (B ₁)	H	H	H	CONHSO ₃ ⁻
GTX VI (B ₂)	OH	H	H	CONHSO ₃ ⁻
PX1 (C ₁)	H	H	OSO ₃ ⁻	CONHSO ₃ ⁻
PX2 (C ₂)	H	OSO ₃ ⁻	H	CONHSO ₃ ⁻
PX3 (C ₃)	OH	H	OSO ₃ ⁻	CONHSO ₃ ⁻
PX4 (C ₄)	OH	OSO ₃ ⁻	H	CONHSO ₃ ⁻
dc STX	H	H	H	H

FIGURA 1.8.- ESQUEMA DE LAS TOXINAS P.S.P.

Fuente: GettyImages

Es importante considerar la dinámica a la que estos organismos están sujetos tales como los factores ambientales en ciertas zonas de la costa, ya que existe una relación entre éstos factores y el desarrollo de las denominadas mareas rojas. Entre las principales

consecuencias de la MR sobre los organismos acuáticos le enfatizan los siguientes:

Altas concentraciones de las toxinas originan irritaciones en las branquias. El alto consumo de oxígeno por parte de estos microorganismos genera deficiencia de oxígeno en la columna de agua, lo que causa muerte por hipoxia. Existe hemorragia capilar, posteriormente infecciones y la muerte del organismo afectado, [23].

1.2. Especies Factibles para el desarrollo de Cultivos en Mar Abierto según Institutos y la Empresa privada en Ecuador

En este punto se evalúan los principales agentes que determinan la factibilidad en el cultivo de especies acuáticas, tanto en peces como moluscos, para ello, en este apartado los datos recopilados se ciñen a las particularidades tanto fisiológicas como alimenticias de cada especie, sin dejar de relacionarlos con los factores ambientales que se han detallado previamente, ya que estos potencian o limitan el desarrollo de las especies.

En este apartado se analizan tanto los peces como los moluscos considerados factibles para ser cultivados por centros de investigación como CENAIM así como por la empresa privada, criterios por los que se ha creado la iniciativa por parte de entes

gubernamentales el llevar a cabo proyectos piloto de cultivos de Cobia, Pargo y Huayaibe en sectores de la costa.

1.2.1. Especies de Moluscos

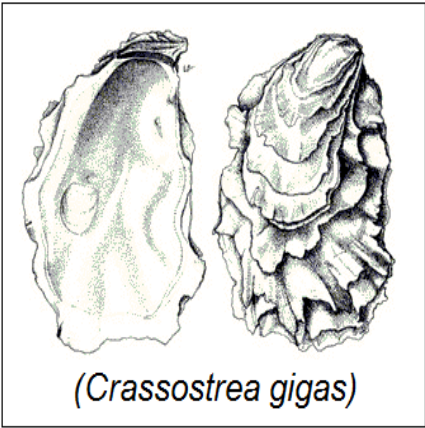
A continuación se detalla las características de moluscos más factibles a ser cultivados en mar abierto según el CENAIM, [24] ver a continuación **TABLA III, TABLA IV y TABLA V:**

TABLA III
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OSTRA PERLADA

		
<p><i>(Pinctada mazatlanica)</i></p>		
<p>Ostra Perlera</p>		
<p>En Ecuador está distribuida en zonas de arrecifes a lo largo de toda la costa: Zona de Salango y Machalilla, Isla de la Plata.</p>	<p>Condiciones para su Desarrollo</p>	
<p>Especie tropical panámica y bentónica litoral. Depende de sustrato duro y firme para poder asentarse al final de su vida larvario.</p>	<p>Temperatura para su desarrollo:</p>	<p>20°C a 25°C</p>
<p>El género Pinctada se encuentra altamente influenciado por la temperatura, tanto así, que la época de reproducción se relaciona más con la temperatura que con los meses del año.</p>	<p>Temperatura para Inducir al desove:</p>	<p>28°C – 30°C</p>
<p>Desarrollo larval: Toma lugar en el ambiente planctónico y tarda de 25 a 30 días.</p>	<p>Se desconoce el ciclo de vida de este organismo.</p>	
<p>La talla comercial de 12 a 15 cm de longitud de concha se tarda 2 años y seis meses en alcanzar.</p>	<p>Se estima entre 1 y 2 años para lograr la reproducción en cautiverio.</p>	


FUENTE: CENTRO NACIONAL DE ACUACULTURA E INVESTIGACIONES, 2002.

TABLA IV
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OSTRA JAPONESA

 <p style="text-align: center;">(<i>Crassostrea gigas</i>)</p>		
Ostra japonesa / Ostra del Pacífico		
<p>Es una especie estuarina, prefiriendo sustratos firmes del fondo donde lleva una existencia sedentaria adherido a las rocas, desechos y conchas desde la zona intermareal más profunda hasta profundidades de 40m. Sin embargo también pueden encontrarse en fondos arenosos y lodosos</p>	Condiciones para su Desarrollo	
	Rango óptimo de Salinidad:	20‰ a 25‰
<p>Especie tropical panámica y bentónica litoral. Depende de sustrato duro y firme para poder asentarse al final de su vida larvario.</p>	Temperatura para su desarrollo: <i>(Amplia tolerancia)</i>	-1.8°C a 35°C
<p>Este organismo es hermafrodita protándrico, maduran generalmente como machos. En circunstancias de buena disposición de alimento y calidad de agua, la población de hembras es superior.</p>	Temperatura para Inducir al desove:	Superiores a 20°C. Raramente entre 15°C a 18°C
<p>La tasa de crecimiento, es muy rápida en buenas condiciones, dependiendo de la temperatura del agua, la salinidad y la disponibilidad de alimentos.</p>	<p>La especie es muy fecunda, con hembras de 8 a 18 cm, se producen entre 50 y 200 millones de huevos en un solo desove(FAO 2012).</p>	
<p>La talla comercial, de 70 a 100g de peso vivo (incluyendo la concha) se tarda 18 a 30 meses en alcanzar.</p>	<p>Se estima entre 1 y 2 años para lograr la reproducción en cautiverio.</p>	

FUENTE:CENTRO NACIONAL DE ACUACULTURA E INVESTIGACIONES, 2002.

TABLA V
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OSTRA ABANICO

	 <p data-bbox="794 801 1114 837"><i>(Argopecten circularis)</i></p>	
Scallop / Concha abanico		
<p>Ampliamente distribuido en Esmeraldas, Machalilla, Salango en la Provincia de Manabí, en La Punta de Santa Elena y Playas en el Guayas. Habita en aguas moderadamente profundas, entre 20 a 40 m.</p>		
<p>Es un bivalvo pectínido. Habita en aguas moderadamente profundas, entre 20 y 40 m. Puede situarse sobre una gran variedad de sustratos, arenosos, fangosos, rocas, etc. Su alimentación en cultivos consta de microalgas <i>Isochrysis galvana</i> var., <i>Chaetoceros calcitrans</i>, a 3×10^9 células por animal diariamente.</p>		
<p>Para la inducción al desove de esta especie, se los instala en tanques de menor volumen, 100 litros, y se incrementa la temperatura hasta llegar a los 26 o 27°C. Lo que estimulará el desove unas 3 a 7 horas posteriormente.</p>		
<p>La talla comercial, de 45 mm de longitud, corresponde a 30g de peso vivo (incluyendo la concha) se tarda 18 a 30 meses en alcanzar. Los adultos llegan a medir 50 mm.</p>		
<p>Si rango de fecundidad puede variar entre 500.00 a 4'000.000 óvulos por animal. El ciclo completo de este molusco tarda 8 meses. El abastecimiento de semilla está cubierto. La siembra de huevos fecundados se hace con una densidad de 2000 huevos por litro.</p>		
<p>Se debe contemplar para su desarrollo óptimo que son organismos susceptibles a las fluctuaciones bruscas de salinidad y temperatura.</p>		

FUENTE:CENTRO NACIONAL DE ACUACULTURA E INVESTIGACIONES, 2002.

1.2.2. Especies de Peces


Es importante enfatizar que desde las tres especies de peces detalladas en este punto, son nativas de las Costas del Ecuador, de modo que se prescinde de los factores correspondientes a temperatura y salinidad para el Huayaípe y el Pargo, como se puede apreciar en las **TABLA VI** y la **TABLA VII**, sin embargo en el informe realizado para la Cobia, en la **TABLA VIII** se menciona con detalle cada uno de los factores ambientales a los que este organismo está habituado.

Este apartado enfatiza el arduo trabajo realizado por el CENAIM desde 1991 en la búsqueda de la diversificación de cultivos marinos en Ecuador. En el presente proyecto se toma como referencia el proceso investigativo y los resultados obtenidos por este Centro de Investigación en los ensayos con las especies a continuación descritas como directrices para concretar la propuesta que este proyecto porta.

Más adelante se muestra un breve enfoque del factor nutricional sobre el desarrollo factible de cultivo de peces, se menciona la experiencia de lado de la empresa privada, gracias a los datos otorgados por OCEANFARM S.A. y en el **ANEXOS V** se tabulan las

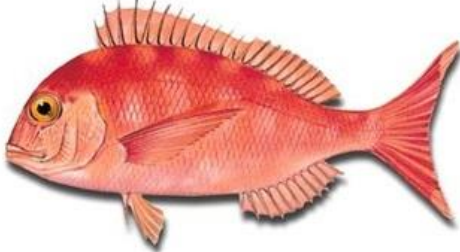
principales deficiencias nutricionales en los peces y las consecuencias en su desarrollo, de igual forma, se enfatiza la gran incidencia que tienen los factores abióticos y océano-atmosféricos sobre el desarrollo de nuestros cultivos, ya que es la esencia del trabajo aquí desarrollado [25, 26, 27].

**TABLA VI
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL HUAYAIBE**

 <p align="center">(<i>Seriola rivoliana</i>)</p>					
Huayaibe					
Es un pez carnívoro pelágico, de comportamiento carangídeo (cardumen en cautiverio) Animal de aguas abiertas, pelágicos demersales. Los huevos son pelágicos. Puede ser mantenido en jaulas, acepta el alimento suministrado en cautiverio. En cautiverio es propenso a infestarse de parásitos. De modo que es tratado con baños de formalina y Sulfato de Cobre.					
Amplio espectro de Alimentación:	Preferentemente de Peces, moluscos, pellet tipo Oregon.	Reproductor Hembra Peso / Edad:	3 años de edad 5 – 7 Kilos	Rango de Crecimiento:	1 Kg. 1 ½ Kg en 6 a 8 meses
Densidad de cultivo:	15 Kg de biomasa final por tonelada de agua.	Puesta de Huevos:	500.000 Huevos viables	Conversión Alimenticia:	1.2 a 5
Rango de Temperatura: 18°C – 29°C	Rango de Salinidad: 33‰	Temporada de Desove:	3 meses	Etapas críticas:	Larval a los 4 a 8 días de vida.
Rango de profundidad: *5 m - *35 m - 160 m (*Preferentemente).	Observaciones: Se ha evidenciado canibalismo e inflamación de la vejiga natatoria por motivos de las densidades de siembra. Por lo que se recomienda repartir el alimento diaria y continuamente. Y mantener la superficie del agua en el tanque de cultivo libre de material lipídico.				

FUENTE: CENTRO NACIONAL DE ACUACULTURA E INVESTIGACIONES, 2002.

**TABLA VII
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PARGO**

 <i>(Lutjanus guttatus)</i>	
Pargo	
Es un pez de clima tropical. Ampliamente distribuido desde el Golfo de California hasta Perú.	
Amplio espectro de Alimentación:	En su ambiente natural se alimenta de una gran variedad de organismos, entre moluscos y pequeños peces, siendo de preferencia los crustáceos como pequeñas jaibas, camarón blanco. Depredador oportunista bentónico carnívoro y polífago, que consume crustáceos (animales de movimiento rápido) durante todo el año. En la etapa adulta, mayores de 40 cm son exclusivamente ictiófagos (ingieren peces bentónicos de sustrato rocoso).
Rango de Salinidad: 30‰	
Alimentación juveniles (15.8 – 22.0 cm)	Consumen casi exclusivamente crustáceos, según se desarrollan, incrementa la proporción de peces en su ingesta.
Longitud máxima: 80 cm	Rango de profundidad: Habita entre los 8 y 50 m de profundidad en la columna de agua.

FUENTE: CENTRO NACIONAL DE ACUACULTURA E INVESTIGACIONES, 2002.

Tabla VIII
Características Generales de la Cobia



(Rachicentrom canadum)

Cobia

Es un pez euritérmico y eurohalino, vive en aguas tropicales y subtropicales, es de comportamiento solitario. Los huevos y larvas son planctónicos.

<p>*Rango de tolerancia *Temperatura: 16.8 °C - 32.2°C. *Salinidad: 5 ppt - 44.5 ppt.</p>	<p>*Profundidades Habituales: 0 m - 1.200 m.</p>	<p>Los peces son alimentados dos veces al día durante los primeros 60 días (53% proteína cruda, 10% grasa cruda). *Durante su estadio en vivero y engorde, el pez es alimentado hasta la saciedad, corresponde al 5% por día del total estimado de la biomasa para los primeros 3 meses. Luego decrece a 2% por día durante los 9 meses siguientes. *Primeros 21 días 1.5 mm, se incrementa el diámetro del pellet conforme crece el pez: 3.0 mm, 5.0 mm, 9.0 mm.</p>
	<p>Longitud máxima: 200 cm.</p>	<p>Rango de profundidad: 5 m - 35 m - 160 m (Preferentemente).</p>
<p>Peso máximo: 68 Kg.</p>	<p>Longevidad: 15 años.</p>	<p>Temporada de Desove: Durante meses templados.</p>

FUENTE: SNAPPERFARM, INC., AQUASENCE, LLC.

1.2.3. Nutrición e incidencia de los Factores Abióticos en los Cultivos

Se ha comprobado mediante experimentación la influencia de la temperatura del agua sobre el factor de crecimiento de los peces y sus requerimientos proteicos, experimentos que han confirmado la hipótesis de que un aumento en la temperatura del agua tendrá como respuesta un incremento en el consumo de alimento [28], un metabolismo y tránsito intestinal más rápido, sin embargo hasta la actualidad no existen datos que corroboren en su totalidad un incremento proteico de los peces al aumentar la salinidad. En la **TABLA IX** se menciona la influencia de los factores ambientales sobre los requerimientos energéticos de peces.

TABLA IX
INCIDENCIA DE LOS FACTORES ABIÓTICOS EN PECES

Temperatura del agua	La tasa metabólica y consecuentemente los requerimientos de energía para el mantenimiento aumentarán con un incremento en la temperatura. (Brett y Groves, 1979).
El Flujo de agua	Los requerimientos energéticos para el mantenimiento de la posición del pez en la columna de agua, aumentarán al incrementar el flujo de agua. (Brett y Groves, 1979; Khights, 1985).
La calidad del agua	Los contaminantes, aumento de salinidad, bajas concentraciones de Oxígeno Disuelto y un confinamiento excesivo aumentan el requerimiento de energía para el mantenimiento. (Talbot, 1985; Knights, 1985)
El estado fisiológico	Los requerimientos energéticos aumentan durante los períodos de producción gonádica y actividad reproductiva, tal como la migración reproductiva. (Wooton, 1985)
El tamaño del animal	La tasa metabólica y consecuentemente los requerimientos de energía para el mantenimiento disminuirán al aumentar el tamaño de los animales. (Brett y Groves, 1979).

FUENTE: DEPÓSITOS DE DOCUMENTOS DE LA FAO.

1.2.3.1. Requerimientos Nutricionales

Los peces como el resto de los animales toman la energía de la oxidación del alimento. La cantidad de energía que necesita un organismo depende de la etapa del ciclo biológico en la que se encuentra, de la estación y de las condiciones medio ambientales. Un organismo necesitará más energía por unidad de peso en sus etapas iniciales que un adulto; así mismo, la temperatura ambiente

ejerce un efecto determinante en la velocidad metabólica de los organismos poikiloterms [29, 30].

Las fuentes de energía de una dieta son las proteínas, los lípidos y los carbohidratos. Se ha comprobado que los peces utilizan preferentemente las proteínas como fuente de energía, por lo que se recomienda utilizar en las dietas formuladas carbohidratos altamente digeribles de crecimiento con el objeto de ahorrar proteínas, aumentar la velocidad de crecimiento y minimizar el costo de los alimentos [31, 32, 33].

En el **ANEXOVI** se expone la experiencia de la empresa privada en el cultivo de Cobia, Huayaipe y Pargo, en niveles previos al engorde en mar abierto en donde se remarcará el tipo de alimentación para el cultivo, para lo que debemos considerar que el nivel óptimo de energía en las dietas para peces es muy importante, porque afecta directamente el crecimiento y otros aspectos fisiológicos del pez.

Es importante contemplar que cuando la dieta es deficiente en energía en relación con la proteína, la proteína se utilizará como fuente de energía. Por otra parte, cuando la dieta tiene un exceso de energía, puede existir una deficiencia en la ingesta de proteína y de otros nutrientes, ya que los peces consumen alimento para satisfacer sobre todo su requerimiento energético. En ambos casos el

resultado es un retraso en el crecimiento. Las dietas comerciales conllevan una pérdida de entre 28 y 40% de la energía bruta en las heces.

TABLA X
CONTENIDO NUTRICIONAL DEL ALIMENTO COMERCIAL
OTOHIME C1 /B1 / B2

CONTENIDO	PORCENTAJE
Análisis garantizado	50.0%
Proteína cruda	10%
Grasa cruda (min.)	3.0%
Fibra cruda (máx.)	16.0%
Calcio (min)	2.3%
Fósforo (min)	1.5%
<p>Ingredientes: Harina de krill, harina de pescado, harina de calamar, almidón de patata, harina de trigo, aceite de pescado, levadura de cerveza, fosfato de calcio, goma guar, lecitina de soja, betaína, planta de regaliz, extracto de manzana, germen de trigo.</p>	

FUENTE: OCEANFARM S.A.

1.3. Condiciones Meteorológicas del Mar Ecuatoriano

Resulta primordial poseer un conocimiento al menos general de las características de factores como el oleaje y el viento en nuestras costas, debido a los procesos relacionados a estos, que pueden ser de naturaleza hidrodinámica y/o morfológica circunscritos en la zona costera.

La conducta de los factores geofísicos costeros es influenciada por el viento, las mareas y la batimetría del área. La intensidad del viento afecta directamente a las corrientes en su magnitud y dirección de igual forma

afecta el régimen de olas. En la costa ecuatorial, el viento, que usualmente causa movimientos horizontales, puede generar movimiento vertical, proceso que se registra en las costas peruanas así como en California, al Norte del Continente. Este tipo de Surgencias tiene su explicación gracias a la espiral de Ekman, ver la **FIGURA 1.9**.

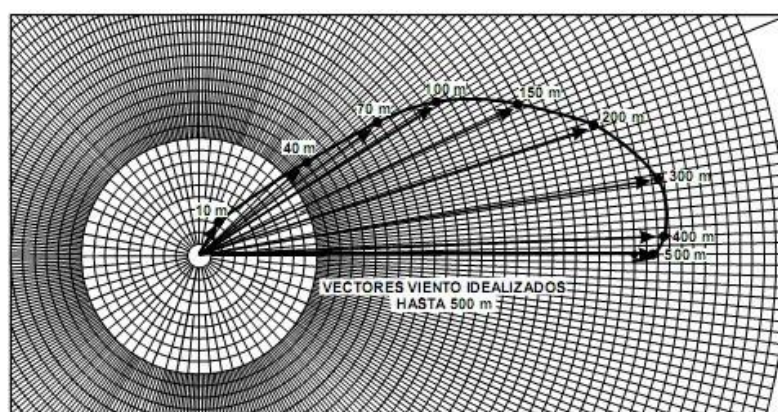


FIGURA 1.9.- ESPIRAL DE EKMAN.
Fuente:GettyImages

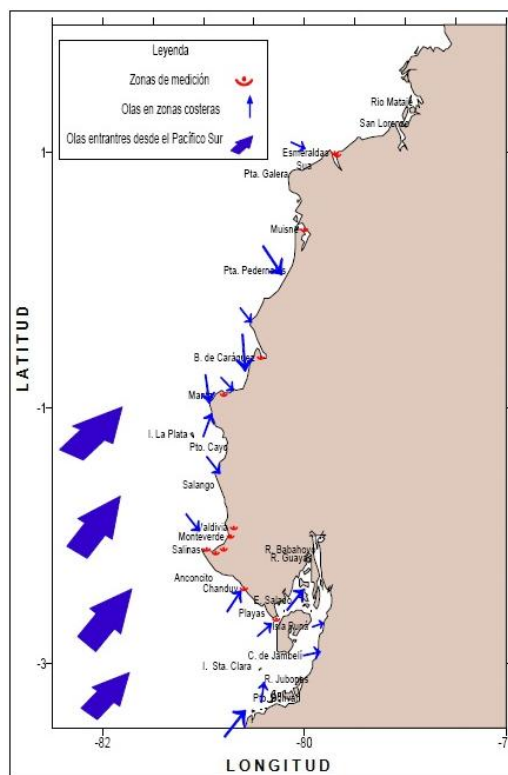
En consecuencia a este tipo de proceso, Ecuador goza de abundancia y productividad marina, a pesar de la intensa incidencia de los rayos solares, que en condiciones distintas, inhibirían los procesos biológicos. Es evidente su consideración para desplegar planteamientos, diseños, e instalación de obras de diversa índole, incluyendo desde luego el desarrollo de actividades de producción como cultivos en alta mar.

1.3.1. Características del Oleaje en la Costa de Ecuador

Se conoce que durante los primeros meses del año, en la costa predominan olas con alturas significativas sobre la media, lo que indica que se presentan alturas de ola (H_s) mayores para el verano

en el Hemisferio Sur [3], como se aprecia en la **MAPA IV** En el **ANEXO VI** se detalla las características puntuales del oleaje en la costa del Ecuador.

MAPA IV INCIDENCIA DE OLAS EN LA COSTA DE ECUADOR



Fuente: INOCAR

De igual forma existen registros durante el ENOS del 82, en el que la costa sufrió un fuerte oleaje. A partir de estos resultados [14], se afirma la relación entre esta anomalía meteorológica y la intensidad del oleaje. Mediante los registros obtenidos por parte de Instituciones de Investigación, se caracterizó y ordenó por zonas los rasgos constantes de estos procesos meteorológicos. A continuación se

mencionan las particularidades que las zonas medidas presentan en función a este factor.

Zona Punta El Morro – La Puntilla De Santa Elena

Las olas que en esta zona ingresan, provienen del Pacífico Sur, se internan de manera perpendicular con dirección Suroeste. Se caracteriza por ser un sector de gran energía undimotriz con importante arrastre de sedimentos sin procesos erosivos debido a su tipología rocosa. El período de ola promedio observado en esta zona es de 15 s. Esta zona comprende las mediciones de oleaje de Chanduy y Mar Bravo, donde se registraron olas con altura promedio de 1,92 m.

Zona Bahía de Santa Elena – Salango

En esta zona las olas son atenuadas por las características morfológicas del sector. Este sector recibe como consecuencia de tormentas que se suscitan en el Pacífico Noroccidental, fuertes oleajes que causan la erosión del margen de la costa. Esta zona comprende registros de oleaje de Salinas, La Libertad, Punta Blanca y Monteverde.

Zona Punta Salango – Cabo San Lorenzo

De este sector se tiene muy poco registro tanto de olas como de corrientes, se exponen mediciones de no más de dos semanas.

Zona Manta – Jaramijó

En esta zona las olas ingresan directamente con mucha energía desde el Pacífico con dirección Noroeste. Es una zona susceptible al proceso de erosión debido a la dinámica que sufre.

1.4. Características de las Estructuras Navales de Cultivo

La maricultura emplea tanto jaulas flotantes para el cultivo de peces como también sistemas Longline para desarrollar miticultura, actividades que se han incrementado durante la última década y están sufriendo cambios profundos principalmente en todos aquellos países que cuentan con experiencia en esta actividad *i.e.*, Grecia, Turquía, España e Italia, etc. sin embargo se han presentado problemas al pasar el tiempo; *i.e.*, como el brote infeccioso del virus ISA, que aconteció mediados de la década pasada en los cultivos de salmón en Chile, esta patología afectó el nivel de producción seriamente, lo que generó una catástrofe en la historia de la industria salmonera chilena.

Este suceso instó a muchas empresas a mejorar las estructuras de cultivo como un primer paso para el desarrollo de una maricultura mejor planificada y estructurada.

Entre las opciones más aceptadas y aplicadas está la instalación de las unidades de cultivo en el mar alejado de la costa, donde las condiciones océano-atmosféricas encrudecen y por lo tanto los riesgos de fallo son mucho mayores que en áreas más cercanas a la costa.

1.4.1. Unidades de Producción en Jaulas Marinas

Desde el final de la II Guerra Mundial la demanda mundial de pescado ha crecido de forma continua, hasta llegar a las 95 millones de toneladas en el año 1995, manteniendo esas cifras con la tendencia ligeramente al descenso hasta la actualidad (datos al 2011) según la *FAO, 2013*. Fue gracias al auge de la Biología que se superó airadamente las complicaciones en el proceso de alimentación de los peces, coger las huevas y cuidar las crías de las especies acuáticas, claro está, complicaciones que se presentaron en procesos de cultivo tierras adentro. Actualmente, nuestras complicaciones son otras, el ambiente acuático siempre ha sido hostil y se podía considerar imposible que una estructura pudiese confinar

peces de forma segura y además soportar las fuerzas de las corrientes y las mareas, olas y viento, precisamente ese es uno de los principales motivos que ha impulsado la realización del presente trabajo, a continuación se detallan los elementos que componen estas estructuras navales, de igual forma se mencionan las equivalencias del cálculo de esfuerzos impuestos por los factores ambientales para estas instalaciones.

1.4.1.1. Elementos del Sistema de Flotación

El sistema que mantiene a flote la unidad de producción, está compuesto principalmente por: Boyas de superficie, Aros de flotación, y el respectivo entramado que mantiene el sistema unido, en la **FIGURA 1.10** se aprecia una representación de los elementos mencionados, en donde claramente se observa que estos elementos se encuentran expuestos en la superficie del mar, sufriendo los embates tanto del viento así como de las olas y mareas.

Es importante resaltar la importancia de este sistema ya que es el que soportará no solo el peso de la estructura, además de los esfuerzos debidos por la dinámica del mar, a su vez, el sistema deberá soportar el peso de la biomasa contenida en la bolsa de la jaula y soportar factores que aportan peso a la estructura como la

acumulación de materia orgánica en las redes y demás elementos, procesos denominado “fouling”.

En el **ANEXO VII** se expone el esquema conceptual de un sistema de flotación aplicable a jaulas circulares y el material que se emplearía en su construcción, se plantea la utilización de materiales livianos pero de gran resistencia así como la adhesión de elementos en la estructura que beneficiarán el período útil de la estructura naval de cultivo [34, 35].

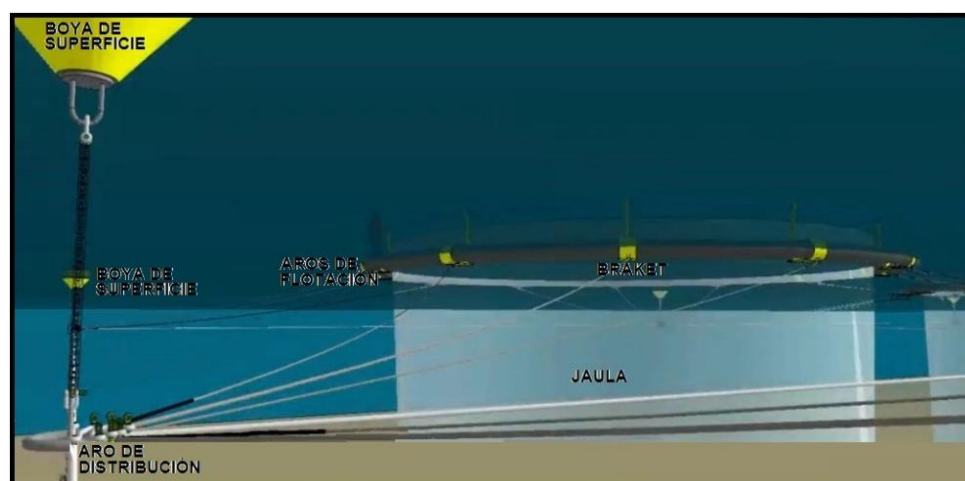


FIGURA 1.10.- ESQUEMA DE SISTEMA DE FLOTACIÓN

Fuente: GettyImages

1.4.1.2. Elementos del Sistema de FONDEO

Es primordial que la unidad de producción en mar abierto sea emplazada de forma permanente en un punto, en orden de llevar a

cabo las operaciones de producción de forma exitosa en el punto evaluado como factible para el desarrollo del cultivo en cuestión.

En la **FIGURA 1.11** se representan los elementos que componen el sistema de fondeo de estas unidades, entre los que se citan como principales: Anclas, muerto o peso muerto, cadenas, estachas, boyas de profundidad y las líneas de distribución.



FIGURA 1.11.- ESQUEMA DE SISTEMA DE FONDEO
Fuente: GettyImages

El emplazamiento de estas estructuras y por consiguiente el diseño de un sistema de fondeo tanto confiable como funcional requiere un estudio previo de aspectos como:

La intensidad de las corrientes, las mareas, las olas y el viento, en orden de calcular la resistencia de las estructuras de fijación en torno

a estos factores. De igual forma, la batimetría del área será muy importante al momento de elegir el tipo de anclaje a utilizar y la profundidad específica del anclaje.

1.4.2. Cultivos en Long-Line

Este tipo de cultivo es lo que se denomina un cultivo en sistemas de suspensión, y presenta ventajas sobre otro tipo de cultivos destinados a la miticultura, que es el cultivo de bivalvos, ya que obtiene un rendimiento por área superior al cultivo de fondo debido a que el molusco permanece un mayor período sumergido lo que repercute en un crecimiento más rápido[36].

Este sector productivo ha despertado en interés del mercado, lo que ha instado la búsqueda de emplazamientos alejados de la costa para su mejor y mayor desarrollo, en este punto se marca el paralelismo con el tipo de cultivo mencionado en el punto anterior.

Esta situación innegablemente pone en la misma situación al productor, la búsqueda de una estructura de cultivo rentable, resistente y funcional, características que obtendremos solo después

de efectuar un estudio exhaustivo de las zonas en las que el cultivo debería llevarse a cabo.

A continuación, en la **FIGURA 1.12** se representa un sistema de cultivo Long- Line, en el que podemos apreciar cierta similitud en las estructuras de fondeo así como los elementos que componen el sistema de flotación.

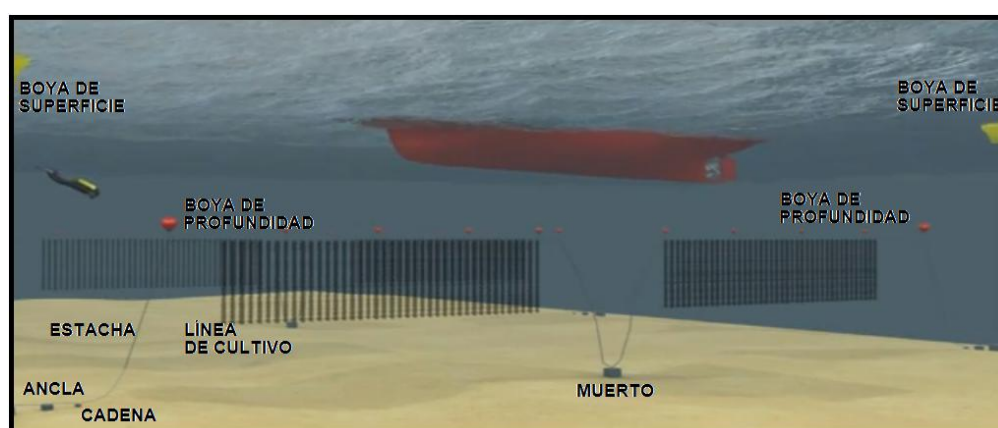


FIGURA 1.12.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA DE CULTIVO LONG – LINE

Fuente: GettyImages

Es lógico concluir que el cálculo de esfuerzos para el sistema de cultivo de jaulas en mar abierto es válido para evaluar los esfuerzos en el sistema de cultivo Long - Line.

1.4.3. Cálculo de Esfuerzos en Estructuras Navales de Cultivo

El método que se plantea en el presente trabajo para la obtención de los esfuerzos a los que se exponen las estructuras de cultivo, ha sido

desarrollado por el Área de Ingeniería de Recursos Oceánicos, Departamento de Sistemas Oceánicos de la Universidad Politécnica de Madrid quienes han generado un software con el cual se calcula los esfuerzos impuestos por las variables ambientales en el medio marino.

Es evidente que Ecuador aún no emplea herramientas de esa categoría para los resultados buscados en proyectos de producción como el que se expone, sin embargo, uno de los objetivos de este trabajo es generar un análisis preciso de zonas factibles para el desarrollo de cultivos, a partir de la aplicación de herramientas como programas informáticos y modelaje numérico, los que precisamente no se han contemplado como herramienta de evaluación o estudio en el área acuícola.

Este trabajo plantea la aplicación y desarrollo de este tipo de herramientas utilitarias. A continuación, en la **FIGURA 1.13**, se observa el esquema con el que se caracterizan las fuerzas incidentes en la estructura de cultivo y por consiguiente su método de cálculo.

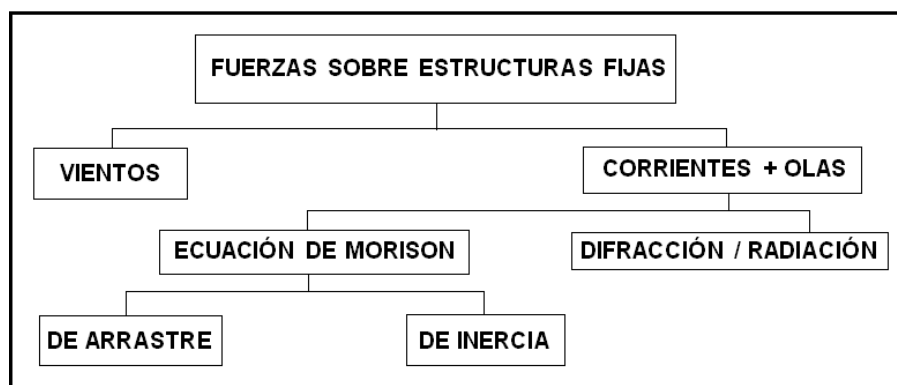


FIGURA 1.13.- TIPO DE FUERZAS SOBRE ESTRUCTURAS FIJAS FONDEADAS EN FUNCIÓN A SU ORIGEN.
Fuente:GettyImages

La fuerza total puede descomponerse en la componente de viento y en otra componente de corriente y olas. Esta, así mismo puede ser de dos tipos, en función del tamaño de la estructura: las de inercia más arrastre, regidas por la ecuación de Morison y las de difracción y radiación.

Se puede afirmar que el efecto de las olas sobre las estructuras es proporcional a la energía que éstas transportan. Esta transmisión de energía es alterada por la estructura de forma que parte de ella es reflejada y parte de ella es dispersada y transmitida. Para las estructuras emplazadas la relación de tamaño entre la estructura y las olas es primordial para abordar el análisis de forma correcta, [35].

1.4.3.1. Cálculo de Viento sobre jaulas y boyas

La primera fuerza incide sobre estas estructuras en el plano longitudinal, a continuación se presenta la descripción de las ecuaciones para calcular las fuerzas debidas al viento sobre las estructuras expuestas:

$$F = \frac{1}{2} \times C_d^W \times \rho \times S \times V^2$$

C_d^W : Coeficiente eólico, según la fuente de información consultada.

ρ : Densidad del aire (1 Kg/m³).

S: Superficie total expuesta al aire.

V^2 : Velocidad del viento.

1.4.3.2. Cálculo de Corrientes sobre las amarras

A continuación la descripción de las ecuaciones para calcular las fuerzas debidas a las corrientes, que de igual forma incide sobre las estructuras en el plano longitudinal:

$$F = \frac{1}{2} \times C_d^M \times \rho \times d \times d \times L \times V_n^2$$

C_d^M : Coeficiente de arrastre. Es un parámetro que depende de la forma del objeto sumergido, de la superficie mojada y de la rugosidad de dicha superficie.

ρ : Densidad del agua.

d : Diámetro de la amarra.

L : Longitud de la amarra.

V_n : Velocidad de la corriente normal a la amarra.

1.4.3.3. Cálculo de Oleaje sobre jaulas y boyas

El cálculo de este factor parte del espectro Pierson-Moskowitz o espectro Jonswap, que pertenecen a la familia de espectros Bretschneider para mares desarrollados, se considera este modelo de cálculo debido al pico de intensidad que el mar ecuatoriano llega a alcanzar durante ENOS, el que llega a las características de Mar II, por lo que se obtiene la siguiente descripción:

$$D = \frac{1}{2} \times C_d \times \rho \times S \times V^2 + \frac{1}{2} \times C_m \times M \times a$$

D : Resistencia.

V : Velocidad.

ρ : Densidad del agua.

S : Superficie expuesta al oleaje.

M : Masa del elemento enfrentado a la corriente.

C_m : Coeficiente de inercia.

C_d : Coeficiencia de resistencia.

a : Aceleración.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este apartado se detalla los métodos con los que se llevó a cabo la valoración de los factores ambientales en la costa ecuatoriana a través de los procesos físico-químicos y océano-atmosféricos que se desarrollan continuamente en la zona en cuestión.

2.1. Descripción del Proceso Experimental

Para la realización del presente trabajo, se aplicaron dos metodologías para el manejo, obtención y análisis de la información obtenida, sendas metodologías fueron aplicadas en relación al tipo de dato que se trató en este proyecto. Entre los que se aplicaron está el método estadístico para

el procesamiento de mediciones y se aplicó el método histórico en el análisis de los registros e informes de las variables abióticas presentes en las costas del Ecuador en orden de obtener la Operacionalización de estas variables.

2.2. Metodología para el Modelamiento de Corrientes Oceánicas frente a la Costa del Ecuador

Se realizó el análisis de la plataforma continental costera del Ecuador en orden de simular el comportamiento de las mareas y corrientes en la zona de interés. A continuación en la **FIGURA 2.1** se presenta el esquema en donde se describe la información necesaria para la obtención del modelo numérico de las corrientes oceánicas frente a la costa ecuatorial.

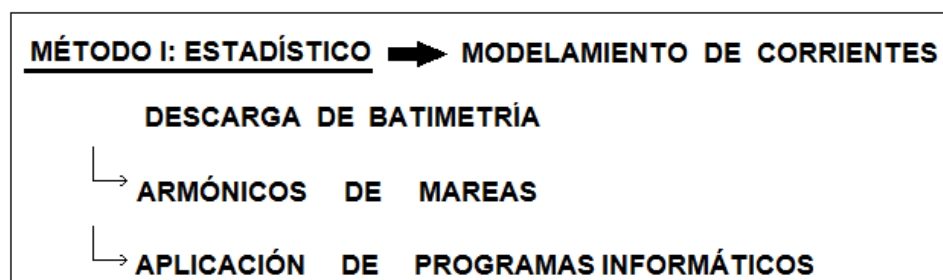


FIGURA 2.1.- ESQUEMA DEL MÉTODO APLICADO PARA EL MODELAMIENTO DE CORRIENTES *Fuente:* García A.

2.3. Obtención y Tratamiento de los Registros Batimétricos

El registro de cotas del perfil costero se obtuvo a través de la plataforma digital de descarga ETOPO1, que es un modelo de relieve topográfico de la Tierra, creado por el National Geophysical Data Center de la NOAA, esta base de datos es un modelo de relieve en un arco minuto¹, con batimetría derivada de la superficie del mar, mediciones de altimetría por satélite y mediciones por sondeos oceánicos. La descarga de la información mencionada se llevó a cabo a través del proceso que a continuación se detalla:

Archivos de batimetría y de los polígonos definidores del área a simular

El proceso inicia al ingresar a la fuente de datos como se observa en la **FIGURA 2.2**, la vista del portal de descarga de la NOAA, en la **FIGURA 2.3** se visualizan las opciones disponibles para la descarga de la grilla batimétrica. En el proceso detallado, se especificaron los siguientes parámetros:

Elección de capa: ETOPO1 (Base rocosa -Bedrock-).

Área específica en el mapa: Norte: 2, Sur: - 5, Este: - 80, Oeste: - 94

Tipo de archivo de salida: Extensión .xyz

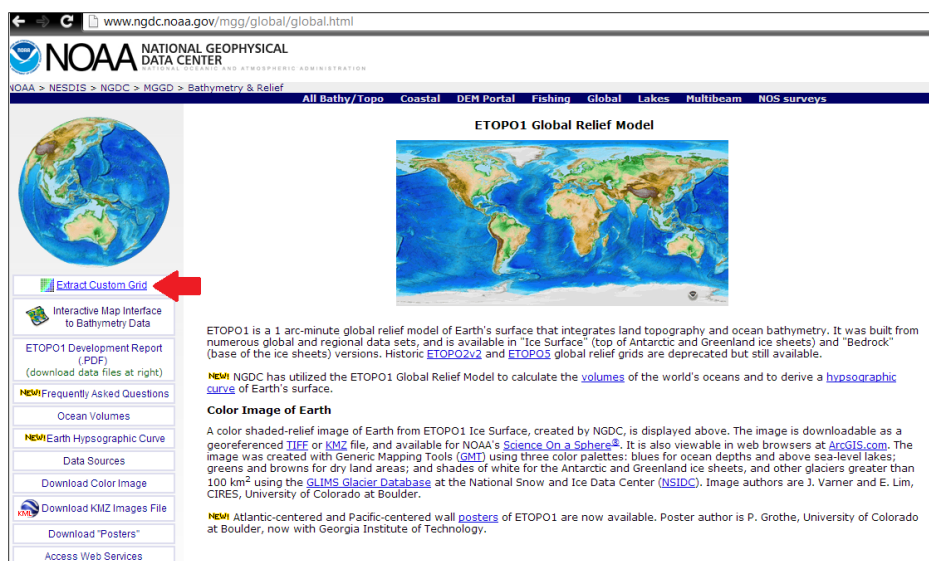


FIGURA 2.2.- SELECCIÓN DE GRILLA PERSONALIZADA

Fuente: (captura de pantalla)

<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>

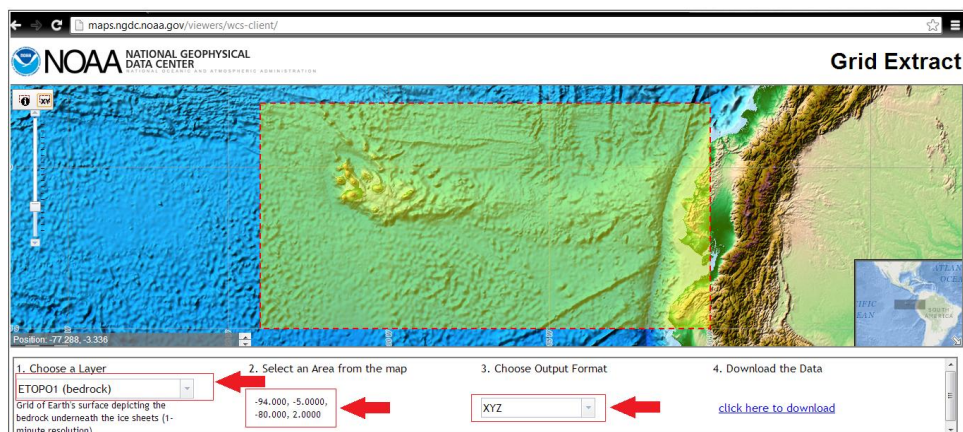


FIGURA 2.3.- SELECCIÓN DE TIPO DE CAPA A DESCARGAR

Fuente: (captura de pantalla)

<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>

Este archivo se modifica en el software *Surfer 8*, **FIGURA 2.4**, es decir, la columna Z que corresponde a la profundidad se invierte el sentido posicional de los datos utilizando las herramientas de edición del software, con lo que se tiene listo el dato de batimetría para el siguiente proceso de análisis de los datos.

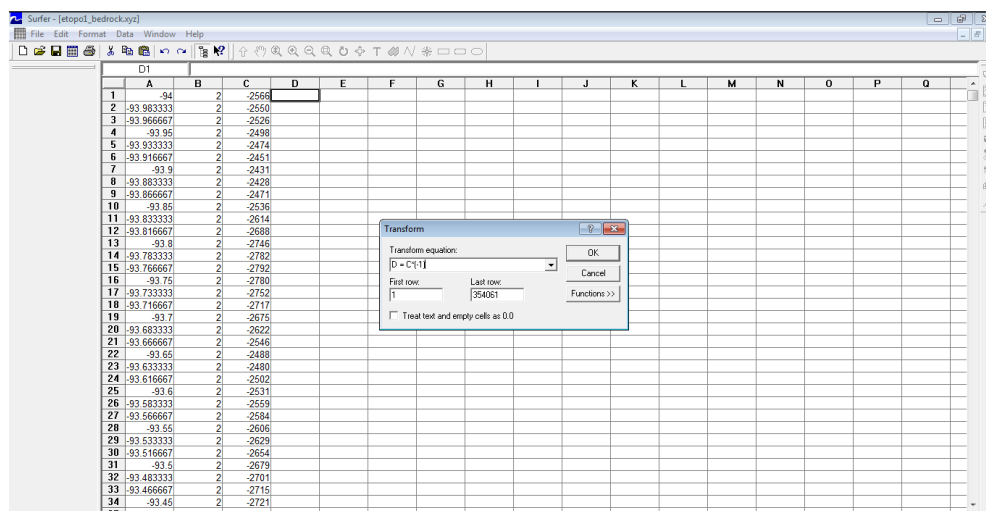


FIGURA 2.4.- CONVERSIÓN DEL SENTIDO POSICIONAL DE LOS DATOS BATIMÉTRICOS

Fuente: (captura de pantalla) Programa Surfer 7

Delimitación gráfica del área a evaluar

La creación de los polígonos de definición tiene como objetivo delimitar el área que se desea simular tanto interna como externamente. Para obtener estos límites, se empleó la función de creación de polígonos del software Google Earth, disponible en internet, para que se realizar el siguiente proceso, el resultado se observa en la **FIGURA 2.5** y **FIGURA 2.6**:

- 1) Identificación del área a simular en la ubicación geográfica correspondiente.
- 2) Utilización de la herramienta “adicionar polígono” para trazar los polígonos.
- 3) Grabar los polígonos creados en formato *.kml*.

- 4) Convertir los archivos generados por Google Earth (.km) al formato de polígono de MOHID utilizando el programa *km2mohid.exe*.

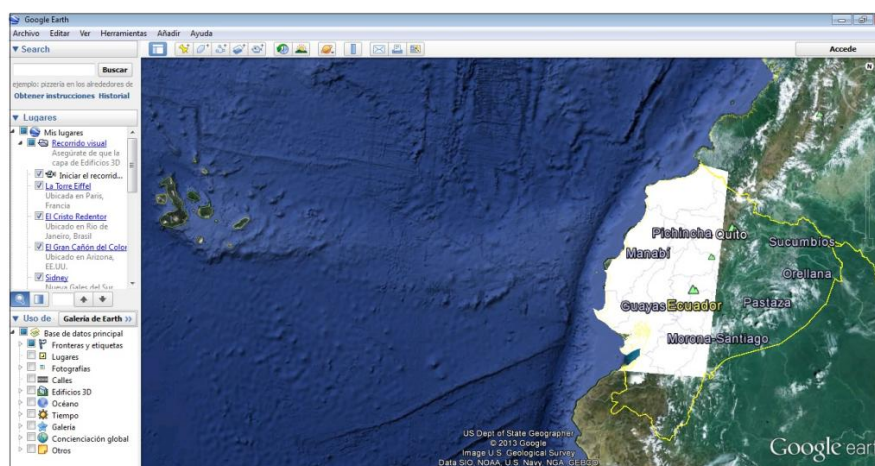


FIGURA 2.5.- VISTA FINAL DEL POLÍGONO INTERNO DE LA COSTA DEL ECUADOR Fuente: (captura de pantalla) Programa Google Earth

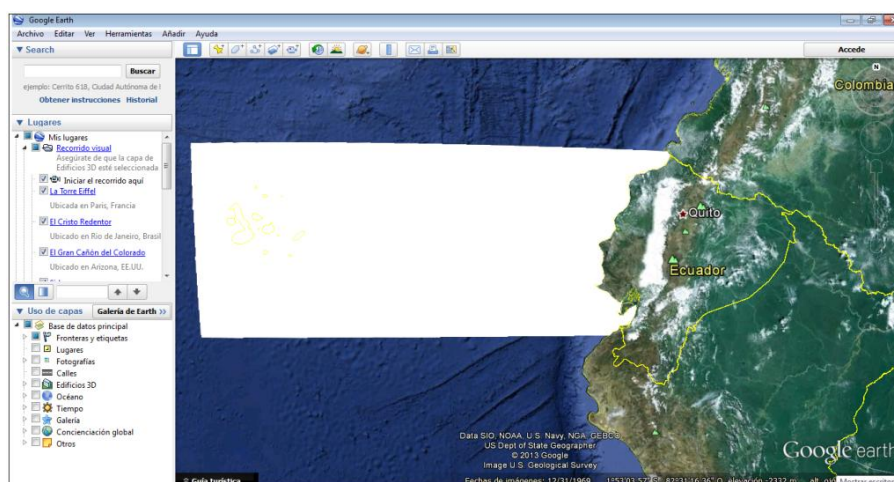


FIGURA 2.6.- VISTA FINAL DEL POLÍGONO EXTERNO DE LA COSTA DEL ECUADOR

Fuente: (captura de pantalla) Programa Google Earth

Creación de la Malla de Cálculo

La malla de cálculo se genera utilizando las herramientas del software MOHID Studio, esta malla es la base en la que se ejecutará la

simulación de mareas. Para la creación de la mencionada malla es indispensable contar con dos tipos de archivos:

- Archivo de batimetría en formato `.xyz`, del que se detalló previamente el proceso de descarga.
- Archivo con el límite gráfico generado en Google Earth, anteriormente mencionado cuya extensión debe ser `.xy`.

El formato MOHID consiste en archivos de texto simple con “tags” o etiquetas que indican la naturaleza de los datos. Para el archivo de batimetría, el formato de los datos inicia con la etiqueta: `<begin_xyz>` a lo que le sucede la columna de datos batimétricos ordenados en el siguiente formato: x (longitud), y (latitud), z (profundidad) y que luego finaliza con la etiqueta: `<end_xyz>`.

El formato para los archivos de límites gráficos creados en Google Earth es similar al anterior, los datos se ingresan con la etiqueta: `<beginpolygon>` con la información de longitud, latitud y “0” en la tercera columna y se da por finalizado el contenido de mediciones con la etiqueta: `<endpolygon>`.

Obtención de la Malla de Cálculo

La malla de cálculo puede ser realizada utilizando el software MOHID STUDIO, siguiendo los siguientes pasos, en la **FIGURA 2.7** se visualiza el resultado:

- a) Ejecutar MOHID STUDIO
- b) Seleccionar la opción “*Start with an empty workspace*” y dar un nombre.
- c) Seleccionar la pestaña “*Map*” (lado izquierdo de la ventana) y la opción “*Map*” (lado superior de la ventana).
- d) Seleccionar la opción “*XYZ Points*” del grupo “*ASCII*”.
- e) Se seleccionó el archivo de batimetría *.xyz* anteriormente creado.
- f) Seleccionar “*Geographic*” dentro de “*Projection*” y seguidamente, el programa mostrará gráficamente los puntos de batimetría correspondiente, datos que a continuación serán guardados desde este software y su extensión será *.dat*.

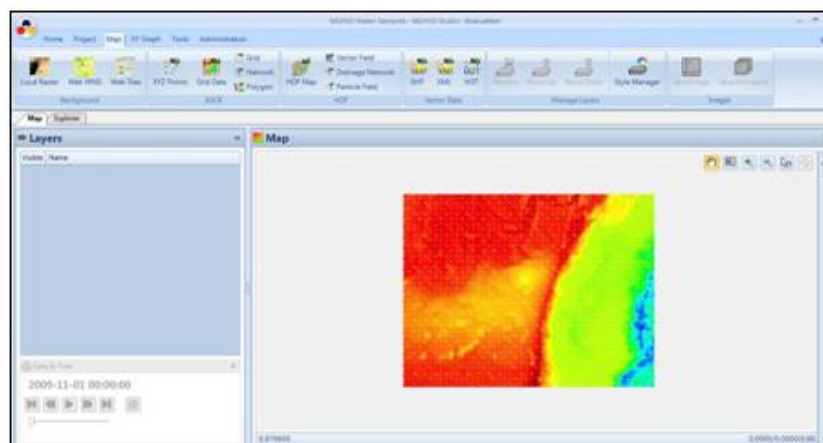


FIGURA 2.7.- BATIMETRÍA PROCESADA EN EL SOFTWARE MOHID STUDIO
Fuente: (captura de pantalla) MOHID Studio

Proceso de Simulación de Corrientes

Los archivos mínimos necesarios para iniciar una simulación son:

- Archivo de batimetría, cuya generación fue detallada en el ítem anterior. El formato de este archivo debe ser *.dat*.
- Archivo de marea. El formato de este archivo debe ser *.dat*.

El archivo de marea indica el régimen de mareas que va a gobernar la ejecución del modelo. Este archivo puede ser configurado con los armónicos de mareas de Baltra, Puerto Bolívar, Esmeraldas y La Libertad en el **ANEXO VIII** se adjunta los datos.

En el presente proyecto, fue utilizada la versión MOHID para la configuración y ejecución de las simulaciones, y la versión MOHID STUDIO para la preparación de los gráficos de los resultados de las simulaciones.

2.4. Metodología para la Visualización de Datos correspondientes a los Factores Abióticos

Los registros de factores abióticos se descargaron de portales de diferentes proyectos que pertenecen a la NOAA, en los que la información está disponible para ser descargada, en la **FIGURA 2.8** se representa el esquema realizado para la visualización de los factores abióticos.

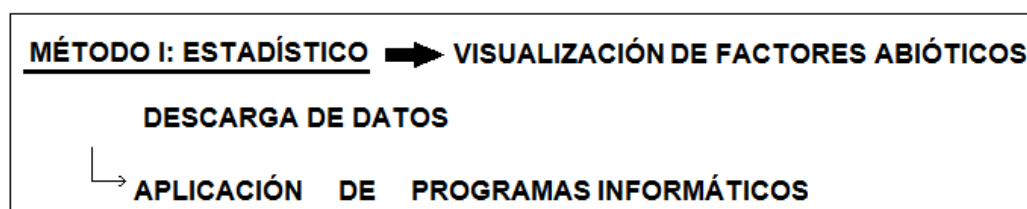


FIGURA 2.8.- METODOLOGÍA APLICADA PARA OBTENER LA VISUALIZACIÓN DE FACTORES ABIÓTICOS

Fuente: García A.

En formato de extensión *.nc*, se descargan los archivos de las mediciones correspondientes a todo el globo terráqueo en un período determinado, las mismas que están comprimidas, el proceso de descompresión y la selección de mediciones correspondiente al perfil costero del Ecuador se detallan a continuación.

Descarga de los archivos

En la **FIGURA 2.9** se representa el portal de descarga de las variables registradas en todo el mundo. Se procede a seleccionar la variable de interés para su posterior descarga.

Grid Size	Variable	Time Period	FTP Link to NetCDF file	THREDDS Link	OpenDAP Metadata Link
1 DEGREE	Temperature	Annual	temperature_annual_1deg.nc	temperature_annual_1deg.nc	temperature_annual_1deg.nc.info
		Seasonal	temperature_seasonal_1deg.nc	temperature_seasonal_1deg.nc	temperature_seasonal_1deg.nc.info
		Monthly	temperature_monthly_1deg.nc	temperature_monthly_1deg.nc	temperature_monthly_1deg.nc.info
	Salinity	Annual	salinity_annual_1deg.nc	salinity_annual_1deg.nc	salinity_annual_1deg.nc.info
		Seasonal	salinity_seasonal_1deg.nc	salinity_seasonal_1deg.nc	salinity_seasonal_1deg.nc.info
		Monthly	salinity_monthly_1deg.nc	salinity_monthly_1deg.nc	salinity_monthly_1deg.nc.info
	Dissolved Oxygen	Annual	dissolved_oxygen_annual_1deg.nc	dissolved_oxygen_annual_1deg.nc	dissolved_oxygen_annual_1deg.nc.info
		Seasonal	dissolved_oxygen_seasonal_1deg.nc	dissolved_oxygen_seasonal_1deg.nc	dissolved_oxygen_seasonal_1deg.nc.info
		Monthly	dissolved_oxygen_monthly_1deg.nc	dissolved_oxygen_monthly_1deg.nc	dissolved_oxygen_monthly_1deg.nc.info
	Oxygen Saturation	Annual	oxygen_saturation_annual_1deg.nc	oxygen_saturation_annual_1deg.nc	oxygen_saturation_annual_1deg.nc.info
		Seasonal	oxygen_saturation_seasonal_1deg.nc	oxygen_saturation_seasonal_1deg.nc	oxygen_saturation_seasonal_1deg.nc.info
		Monthly	oxygen_saturation_monthly_1deg.nc	oxygen_saturation_monthly_1deg.nc	oxygen_saturation_monthly_1deg.nc.info
Apparent Oxygen	Annual	apparent_oxygen_utilization_annual_1deg.nc	apparent_oxygen_utilization_annual_1deg.nc	apparent_oxygen_utilization_annual_1deg.nc.info	
	Seasonal	apparent_oxygen_utilization_seasonal_1deg.nc	apparent_oxygen_utilization_seasonal_1deg.nc	apparent_oxygen_utilization_seasonal_1deg.nc.info	

FIGURA 2.9.- PORTAL DE DESCARGA NACIONAL OCEANOGRAPHIC DATA CENTER (NOCD) DE LA NOAA

Fuente: http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA09/netcdf_data.html

Una vez obtenidos los archivos de interés, que para el desarrollo de este trabajo se tomaron las variables en de la **TABLA XI**, se continuó con el procesamiento y análisis de los archivos.

TABLA XI
VARIABLES DESCARGADAS DESDE PORTAL DE LA NOAA

Temperatura
Salinidad
Oxígeno Disuelto
Oxígeno Saturado
Utilización Aparente de Oxígeno
Fosfato
Silicato
Nitrato

Se procede a la descompresión y por consiguiente la extracción de los datos específicos a la zona que nos interesa evaluar, para este trabajo se enfocó el análisis en el perfil costero de Ecuador. Para conseguirlo, se empleó como herramienta el software *MATLAB R2010a*, a continuación se detalla el proceso efectuado con ayuda de este software.

Tratamiento de los Registros de Factores Abióticos con MATLAB R2010a

El tratamiento de los datos inicia con la descompresión y la selección del área de interés para el estudio que se lleva a cabo, en este caso, el proceso se inició con la aplicación de rutinas de lenguaje de programación las que se adjuntan en el **ANEXO IX**. Los registros disponibles de la NOAA han sido procesados estadísticamente, y con los análisis mencionados, puestos a disposición de los usuarios, a continuación en la **TABLA XII** se lista los filtros estadísticos con los que fueron tratados los datos en la central de la NOAA, para el análisis realizado en este proyecto específicamente, se consideró únicamente la Media Estadística de las variables ambientales.

TABLA XII
FILTROS ESTADÍSTICOS APLICADOS POR LA NOAA

Climatología Objetivamente Analizada/ Objectively Analyzed Climatology.
Media Estadística/ Statistical Mean.
Climatología Estacional o Mensual menos Climatología Anual/ Seasonal or Monthly Climatology minus Annual Climatology.
Desviación Estándar de la Media Estadística/ Standard Deviation from Statistical Mean.
Standard Error of the Statistical Mean/ Error Estándar de la Media Estadística.
Número de Valores Medios dentro de un Radio de Influencia/ Number of Mean Values within Radius of Influence

La extensión que se seleccionó para la extracción de los datos fue:

Norte: 2,5, Sur:-3,5, Este: 280,5 y Oeste: 277,5, área visualizada en la

FIGURA 2.10.

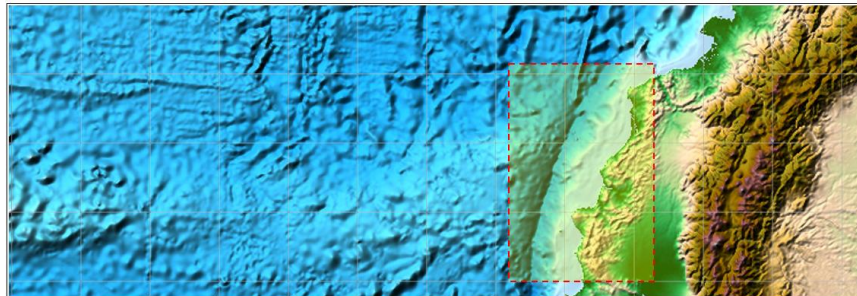


FIGURA 2.10.- EXTRACCIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS

Fuente: (captura de pantalla)

<http://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/wcs-client/>

Debido a que la extensión de interés para el presente trabajo es relativamente pequeña, fue necesario hacer una interpolación de 0,5 grados a las mediciones en orden de obtener gráficos más descriptivos, como se aprecia en la **FIGURA 2.11.**

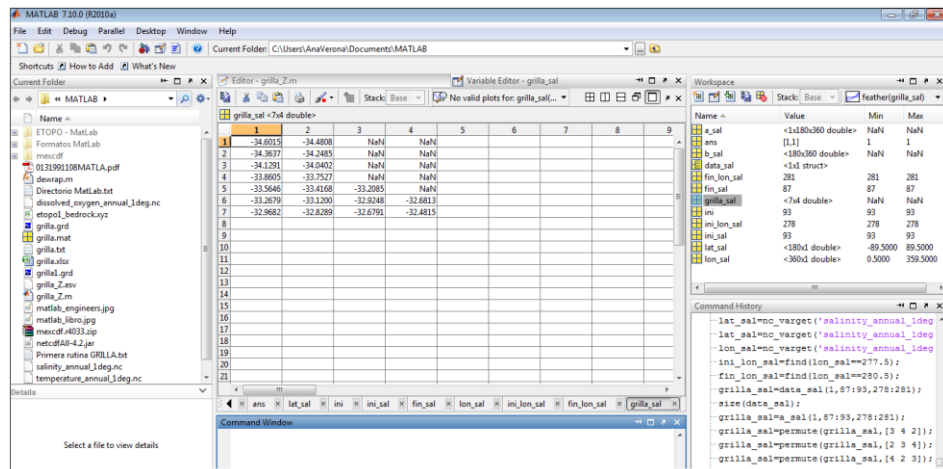


FIGURA 2.11.- DATOS CORRESPONDIENTES A LATITUD Y LONGITUD DE LA COSTA ECUATORIANA

Fuente: (captura de pantalla) MATLAB R2010a

Una vez seleccionada e interpolada la data, se extrajo la información correspondiente de cada variable en una hoja de cálculo de Excel 2007 y como se representa a continuación en la **FIGURA 2.12.**

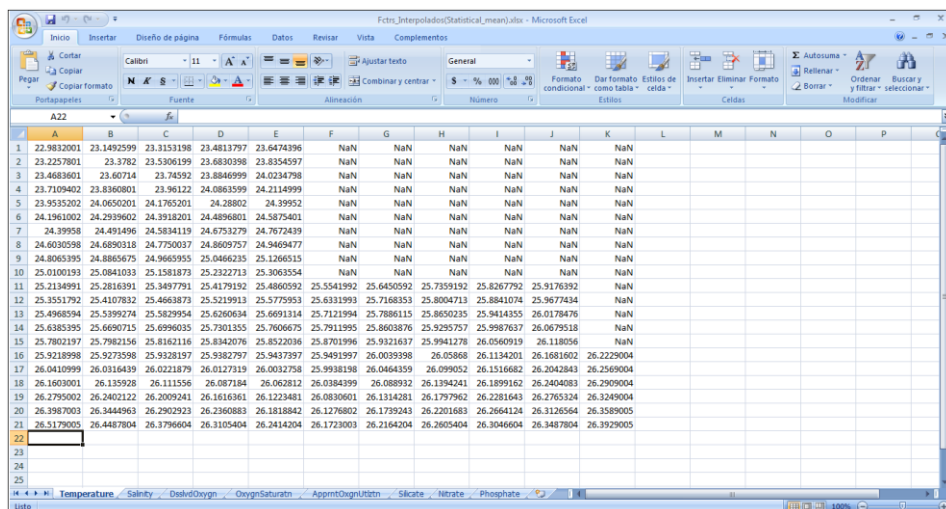


FIGURA 2.12.- RESULTADOS OBTENIDOS CON EL SOFTWARE MATLAB R2010a

Fuente: (captura de pantalla) Excel 2007

Tratamiento de Datos con Ocean Data View 4

Una vez extraída e interpolada, la data se puede analizar gráficamente, para ese fin, se utilizó el software Ocean Data View 4 (ODV4), con la finalidad de graficar los datos de forma clara y específica. A continuación se detalla el proceso efectuado.

- a) **Formateo de la data:** Se editó el formato del registro de mediciones en la hoja de cálculo de Excel 2007 de tal forma que los registros sean compatibles con el software Ocean Data View 4, y llevar a cabo el análisis, a continuación en la **FIGURA 2.13** se representa el formato con el que se ingresa la información a este software.

1	Longitude	Latitude	Year	Month	Day	Hour	Minute	Second	Utilización Apparente de Oxígeno	Temperatura
2	278	-1.5	2008	2	16	0	0	0	-0.0528	-23.5237007
3	278	-1.5	2008	2	16	0	0	0	-0.05468	-23.7221607
4	278	-1.1	2008	2	16	0	0	0	-0.05659999	-23.9206207
5	278	-0.9	2008	2	16	0	0	0	-0.058439999	-24.1190807
6	278	-0.7	2008	2	16	0	0	0	-0.060319999	-24.3175407
7	278	-0.5	2008	2	16	0	0	0	-0.062199999	-24.5160007
8	278	-0.5	2008	2	16	0	0	0	-0.063019999	-24.6779408
9	278	-0.1	2008	2	16	0	0	0	-0.063839998	-24.8398808
10	278	0.1	2008	2	16	0	0	0	-0.064659998	-25.0018208
11	278	0.5	2008	2	16	0	0	0	-0.065479998	-25.1637608
12	278	0.5	2008	2	16	0	0	0	-0.066299997	-25.3257008
13	278	0.7	2008	2	16	0	0	0	-0.067119997	-25.4876405
14	278	0.9	2008	2	16	0	0	0	-0.067939997	-25.6495805
15	278	1.1	2008	2	16	0	0	0	-0.068759997	-25.8115205
16	278	1.3	2008	2	16	0	0	0	-0.069579997	-25.9734605
17	278	1.5	2008	2	16	0	0	0	-0.070399996	-26.1354005
18	278	1.7	2008	2	16	0	0	0	-0.071219996	-26.2973405
19	278	1.9	2008	2	16	0	0	0	-0.072039996	-26.4592805
20	278	2.1	2008	2	16	0	0	0	-0.072859996	-26.6212205
21	278	2.3	2008	2	16	0	0	0	-0.073679996	-26.7831605
22	278	2.5	2008	2	16	0	0	0	-0.074499995	-26.9451005
23	278	-1.5	2008	2	16	0	0	0	-0.075319995	-27.1070405
24	278	-1.5	2008	2	16	0	0	0	-0.076139995	-27.2689805
25	278	-1.1	2008	2	16	0	0	0	-0.076959995	-27.4309205
26	278	-0.9	2008	2	16	0	0	0	-0.077779995	-27.5928605
27	278	-0.7	2008	2	16	0	0	0	-0.078599994	-27.7548005
28	278	-0.5	2008	2	16	0	0	0	-0.079419994	-27.9167405

FIGURA 2.13.- EDICIÓN DE LA DATA EN FORMATO DE INGRESO PARA SOFTWARE OCEAN DATA VIEW 4

Fuente: (captura de pantalla) Excel 2007

- b) **Visualización de la data:** Una vez ingresada la información en el software ODV4, se procede a editar las vistas de las mediciones aplicando las herramientas disponibles en este

programa. Para efectos de recrear de forma clara las fluctuaciones de estas variables ambientales, se seleccionó la opción *Color Dots* para la presentación de los resultados, una vista previa en la **FIGURA 2.14**.

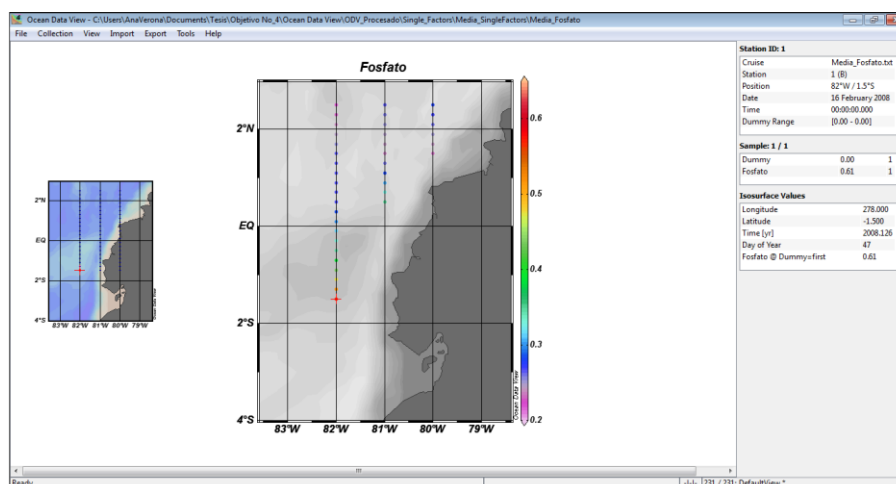


FIGURA 2.14.- VENTANA DE EDICIÓN EN SOFTWARE OCEAN DATA VIEW 4
Fuente: (captura de pantalla) Software OCEAN DATA VIEW 4

2.5. Operacionalización de Variables

La información fue obtenida a través de las publicaciones que están a disposición en internet, el análisis de estos registros consistió en organizar en orden cronológico los datos obtenidos y su respectiva tabulación, el esquema de este proceso se observa en la **FIGURA 2.15**.

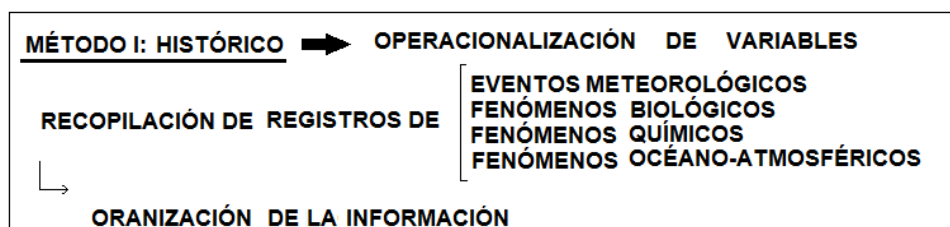


FIGURA 2.15.- ESQUEMA DEL MÉTODO APLICADO PARA LA OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES Fuente: García A.

El método aplicado en este apartado del proyecto fue el Método Histórico, ya que se hizo un estudio de la trayectoria real de los fenómenos y acontecimientos relevantes como ENOS, las mareas rojas frente a las costas del Ecuador, en torno al sujeto de estudio que tiene como objetivo este trabajo, el estudio de zonas factibles para el desarrollo de cultivos en mar abierto, lo que a su vez involucra las fluctuaciones e intensidad del viento y las olas en la zona de estudio. Se lista las variables evaluadas y sus respectivas fuentes de consulta en la **TABLA XIII**.

TABLA XIII
FUENTES DE MEDICIONES Y REGISTROS OBTENIDOS

Procesos	Cobertura de Datos	Fuente
Corrientes	1992 - 2008	Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 15(1), 2009.
	2000 - 2012	Ocean surface Current Analyses – Real time (OSCAR).
ENSO	1969 - 1998	CIIFEN, 2006. El Fenómeno El Niño y La Niña
Mareas Rojas	1989 - 1999	Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 10(1), 2000.
Productividad Oceánica	1973 - 2000	Atlas de la Pesquería de Atún en el Océano Pacífico Oriental.
Clorofila	2002 - 2013	Ocean Watch, SWFSC/ Environmental Research Division.
Olas /Viento	1979 - 1986	Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 4(1), 1987.
	1978 - 2007	Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 15(1), 2009.
	2009 - 2012	Ocean Watch, SWFSC/ Environmental Research Division.
Temperatura	2001 - 2013	Ocean Watch, SWFSC/ Environmental Research Division.

Fuente: García A.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se expone el producto obtenido a partir del procedimiento que se llevó a cabo para cada una de las componentes evaluadas. Tomando en cuenta que se estudiaron tres grandes componentes de los factores océano-atmosféricos, los resultados presentados son desplegados siguiendo el orden de su evaluación.

3.1. Modelo Numérico de Corrientes frente a la Costa de Ecuador

En orden de generar un análisis global de la dinámica de las corrientes costeras en Ecuador, y con él, discernir el carácter de las mismas en épocas específicas del año, y en puntos específicos de la costa, se obtuvo un modelo numérico de este factor ambiental, que puede ser

replicado, editado y aplicado en torno a las necesidades o intereses que se tenga.

El modelo en cuestión replica el comportamiento de la circulación oceánica en sectores próximos a la costa. A continuación, en la **FIGURA 3.1** se visualiza de forma preliminar el resultado obtenido con la data evaluada para este efecto. Es importante enfatizar que el comportamiento de las corrientes está íntimamente ligado e influenciado por el viento, las mareas y la batimetría del área en cuestión. Datos con los que se generó el modelo presentado.

En el **ANEXO X** se exponen los componentes determinantes para el tipo de mareas.

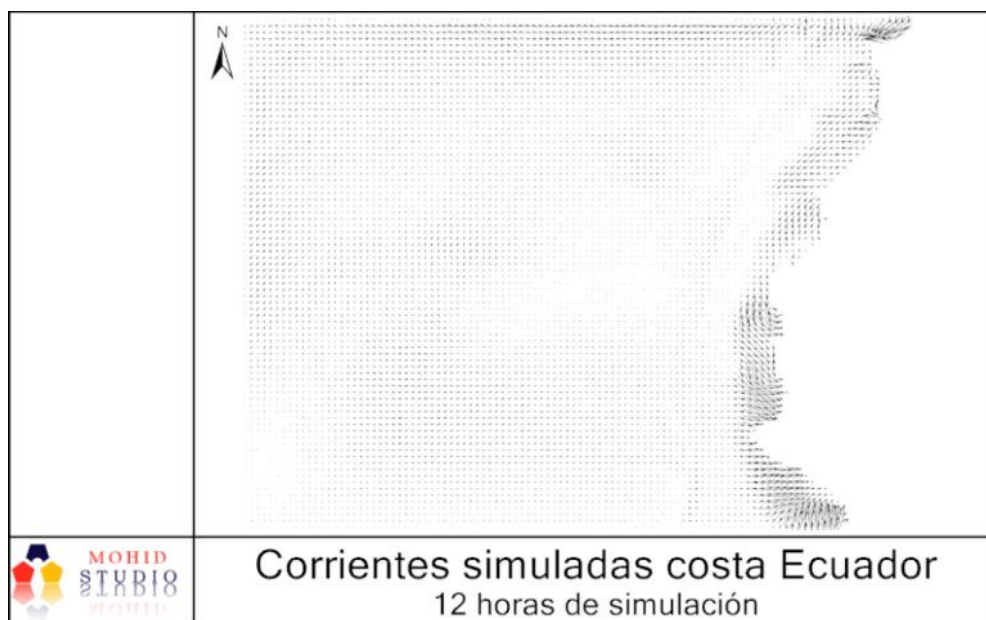


FIGURA 3.1.- Vista Preliminar del modelo de corrientes costeras
Fuente: García A., Software MOHID Studio

3.2. Visualización de los Factores Abióticos presentes en la Costa Ecuatoriana

La obtención de las gráficas a continuación expuestas, se logró mediante la aplicación programas informáticos con criterio orientado al beneficio del sector acuícola. Se observa la variación a lo largo de la costa ecuatoriana del nutriente evaluado en cada una de las imágenes. Es importante considerar que los datos presentados son producto de muestreos satelitales, de tal forma que es posible la proyección de estos factores positiva y/o negativamente en el tiempo, de ahí el banco de datos cercano a un siglo. Las mediciones obtenidas a través del portal de descarga de la NOAA tienen una media de registro de cien años aproximadamente, lo que suma una cantidad de datos lo suficientemente concretos para proyectar un tipo de cultivo en base a las variaciones que se registran en la zona estudiada. A continuación se visualizan en la **FIGURA 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8** y **FIGURA 3.9** el gradiente de concentración expresado en la vista *Dolor Dots*, que ofrece el programa Ocean Data View 4. Se enfatizó el análisis de cada una de estas variables y desde la altura de Puerto López hacia el norte del Ecuador, dada la persistente incidencia de Mareas Rojas hacia el sur del país, se consideró seriamente la zona norte como áreas de estudio y de análisis específico de cada factor como medida de seguridad para el sector de la maricultura.

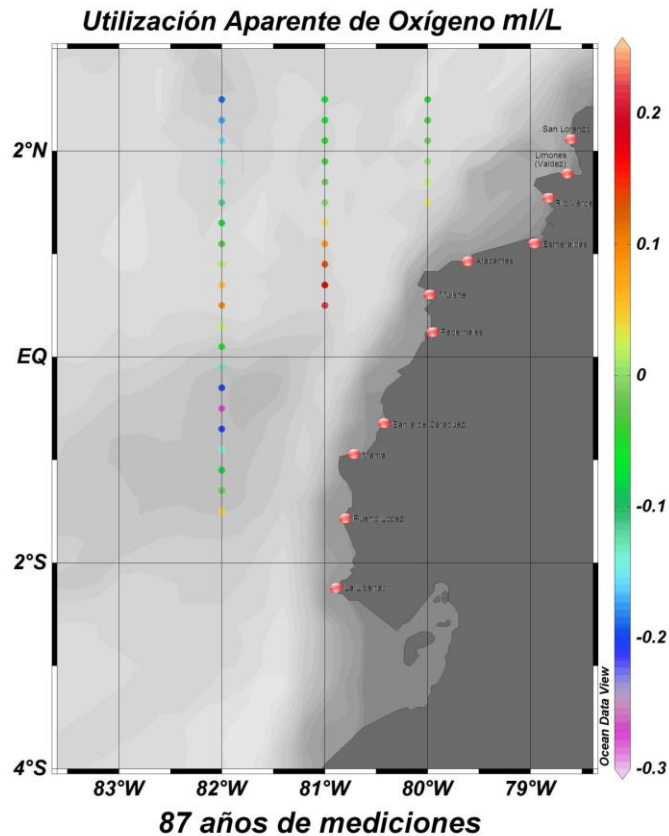
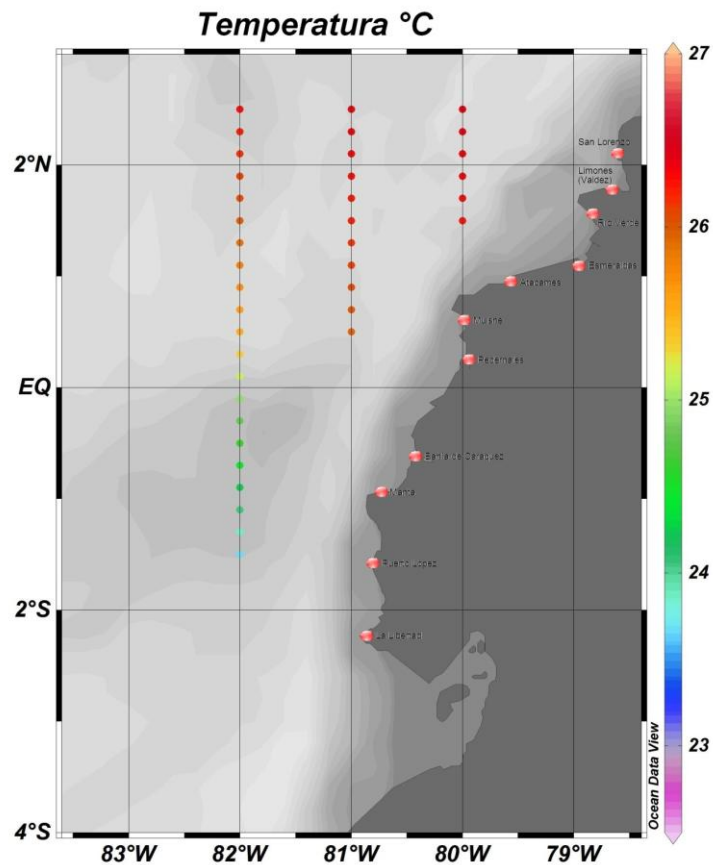


FIGURA 3.2.- Fluctuaciones de (UAO) frente a las costas de Ecuador
Fuente: García A. Ocean Data View 4

La Utilización Aparente de Oxígeno se define como la diferencia entre la concentración del Oxígeno Disuelto a la Temperatura potencial de la muestra de agua y la concentración de Oxígeno medido en dicha muestra.

$$AOU = (O_2^{SAT}, \mu\text{mol Kg}^{-1}) - (O_2, \mu\text{mol Kg}^{-1})$$

La importancia de este factor en las aguas del mar radica en el grado de oxigenación que el área presenta, principal variable en el ámbito de la producción. En la **FIGURA 3.2** se aprecia fluctuaciones que van desde 0.2 ml/L frente a las costas de Muisne en la Provincia de Manabí, como dato mayores, y rangos que van hasta los -0.3 ml/L frente a las costas de Bahía de Caráquez, a 10 Km aproximadamente.



235 años de mediciones

FIGURA 3.3.- Fluctuaciones de la Temperatura frente a las costas de Ecuador
Fuente: García A. Ocean Data View 4

La Temperatura es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un cuerpo en general, relacionada directamente con el Oxígeno Disuelto, y como se expresó anteriormente, con la Utilización Aparente de Oxígeno. En la **FIGURA 3.3**, se observa que las aguas más cálidas se encuentran la norte del Ecuador, registrando valores de entre 26°C y 27°C frente a las costas de San Lorenzo, Limones, Atacames, en la Provincia de Esmeraldas. Sin embargo, temperaturas menos elevadas se aprecian frente a las costas de Bahía de Caráquez, Manta y Puerto López, que van desde 25°C a 24°C.

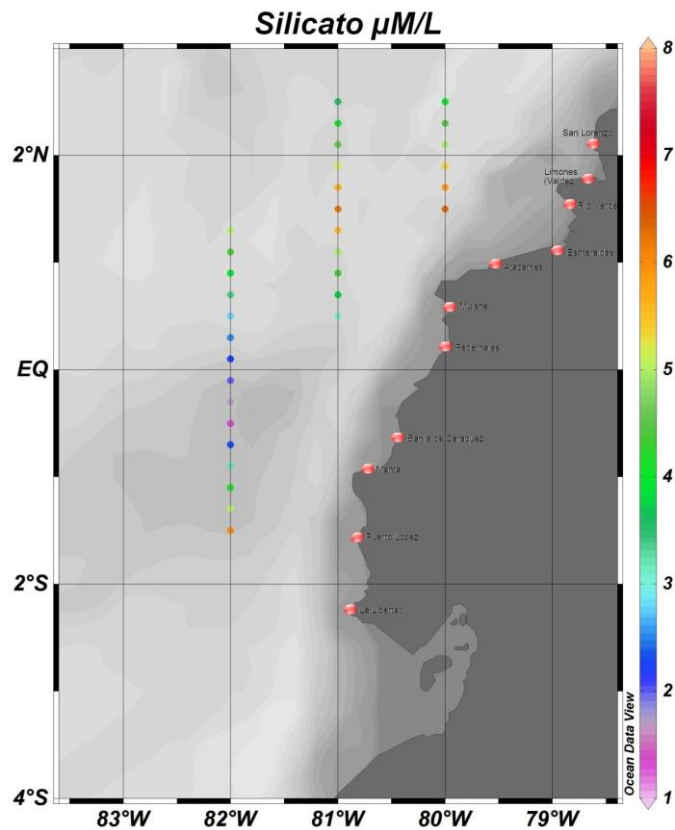
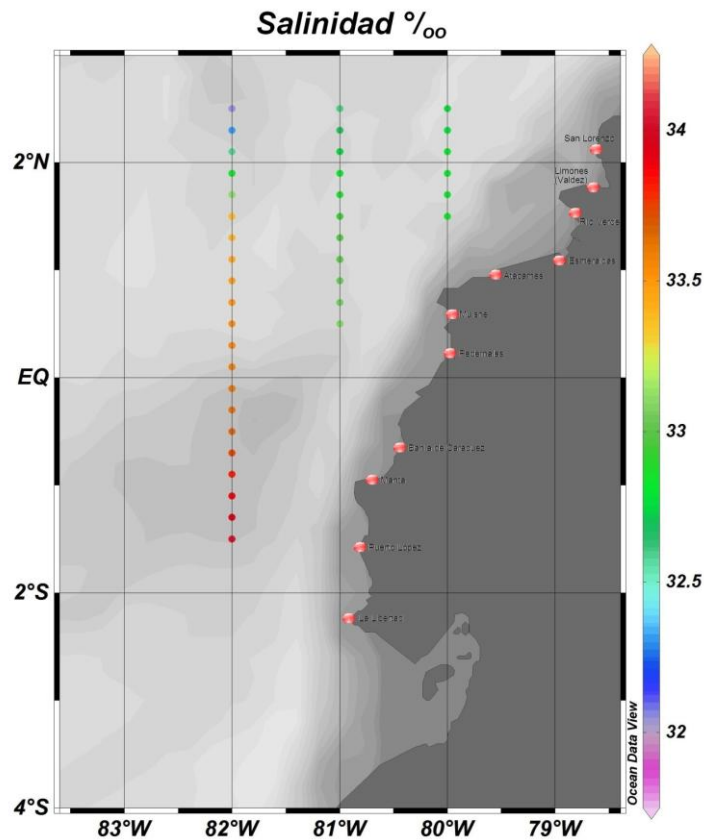


FIGURA 3.4.- Fluctuaciones del Silicato frente a las costas del Ecuador
Fuente: García A. Ocean Data View 4

La distribución y concentración del Silicio está controlada principalmente por procesos biológicos, de aquí la importancia de este factor en cultivos en mar abierto. Efectos físicos mencionados en el presente trabajo como afloramientos provocan la redistribución de estos compuestos en la columna de agua. Se observa en la **FIGURA 3.4**, la presencia variable del Silicato desde $1\mu\text{M/L}$ frente a las costas de Bahía de Caráquez hasta alcanzar concentraciones de $7\mu\text{M/L}$ a $8\mu\text{M/L}$ frente a San Lorenzo, Muisne y Pedernales. Se observan valores intermedios como $5\mu\text{M/L}$ o $6\mu\text{M/L}$ frente a las costas de Esmeraldas, Atacames y Río Verde.



118 años de mediciones

FIGURA 3.5.- Fluctuaciones de la Salinidad frente a las costas del Ecuador
Fuente: García A. Ocean Data View 4

La Salinidad es el contenido de sales minerales disueltas en un cuerpo de agua. La concentración media que existe en los océanos es de 35⁰/₀₀. La salinidad es un factor ambiental de gran importancia, y en gran medida determina los tipos de organismos que pueden vivir en un cuerpo de agua. Se aprecia en la **FIGURA 3.5**, frente a las costas de Ecuador que las más altas salinidades frente a Puerto López, Manta y Bahía de Caraquez, con valores de entre 33.5⁰/₀₀ y 34⁰/₀₀. Mientras que los rangos más bajos se encuentran frente a San Lorenzo y Limones. Los rangos se elevan de 33⁰/₀₀ a 33.5⁰/₀₀ al alejarse de la costa, frente a Muisne y Pedernales.

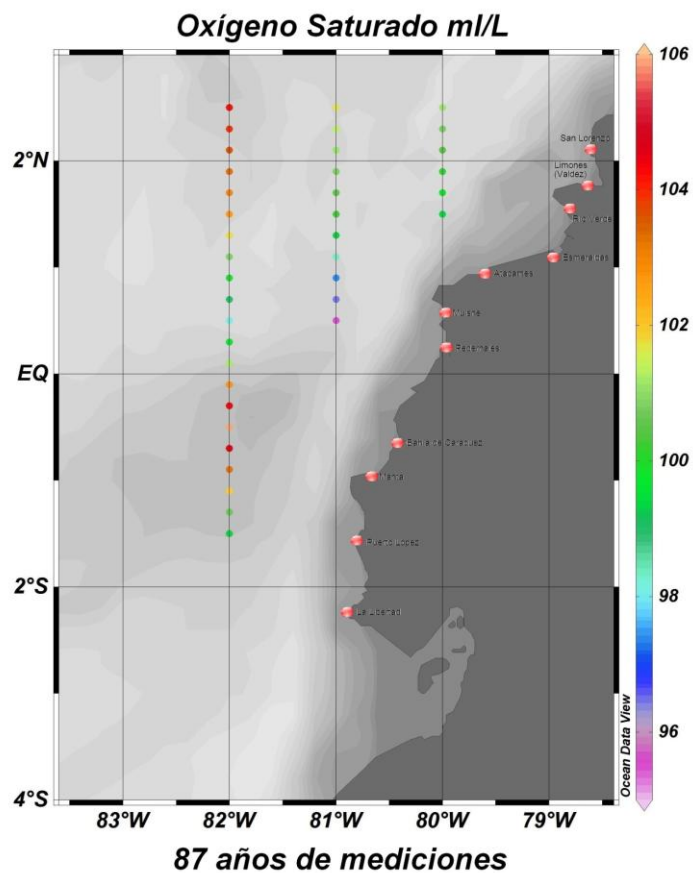


FIGURA 3.6.- Fluctuaciones del Oxígeno Saturado frente a las costas del Ecuador
Fuente: García A. Ocean Data View 4

En la **FIGURA 3.6**, vemos que los niveles mayores de saturación de Oxígeno frente a la costa de Ecuador, se presentan en la zona costera de Limones, Río Verde y Atacames con rangos desde 100ml/L a 102 ml/L. Los niveles más bajos de Oxígeno Saturado, se encuentran frente a la costa de Muisne y Pedernales, con valores desde 98 ml/L a 96 ml/L. Niveles más altos encontramos frente a Bahía de Caráquez y Manta, con valores desde 104 ml/L a 106ml/L.

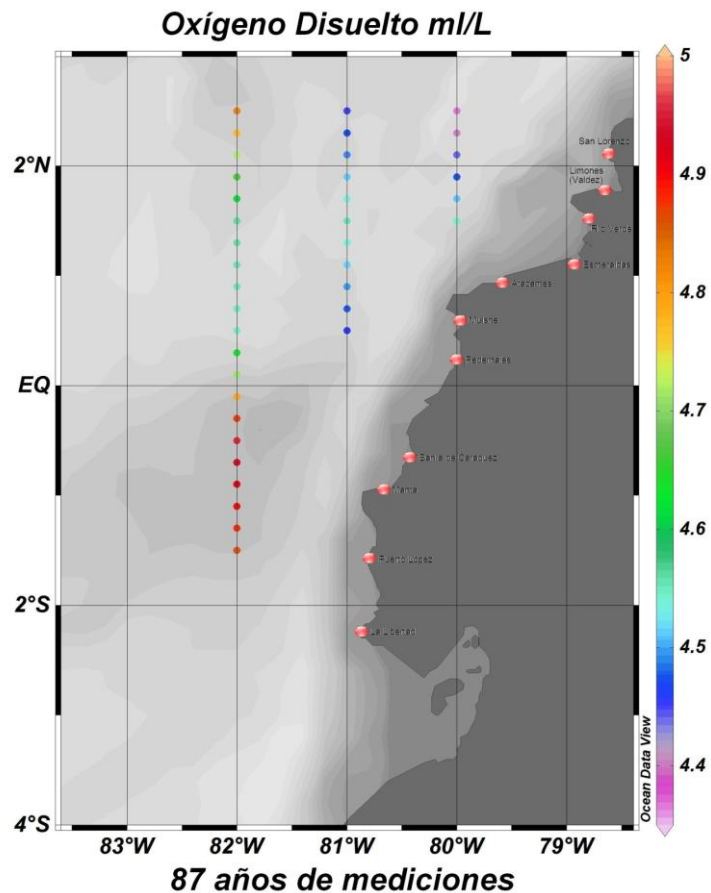


FIGURA 3.7.-Fluctuaciones del Oxígeno Disuelto frente a las costas del Ecuador
Fuente: García A. Ocean Data View 4

La producción de la OD se relaciona con la fotosíntesis. El consumo de Oxígeno depende directamente de la respiración, la descomposición de sustancias orgánicas además de otras reacciones químicas. El Oxígeno Disuelto depende de la Temperatura, las aguas más cálidas se encuentran en menor capacidad de disolver Oxígeno, factor importante al momento de sufrir las consecuencias de ENOS. En la **FIGURA 3.7**, se observa frente a las costas de Ecuador, rangos desde 5 ml/L en las costas de Bahía de Caráquez hasta Puerto López y valores como 4.5 ml/L y 4.4 ml/L frente a las costas de San Lorenzo, Limones, Atacames y Pedernales.

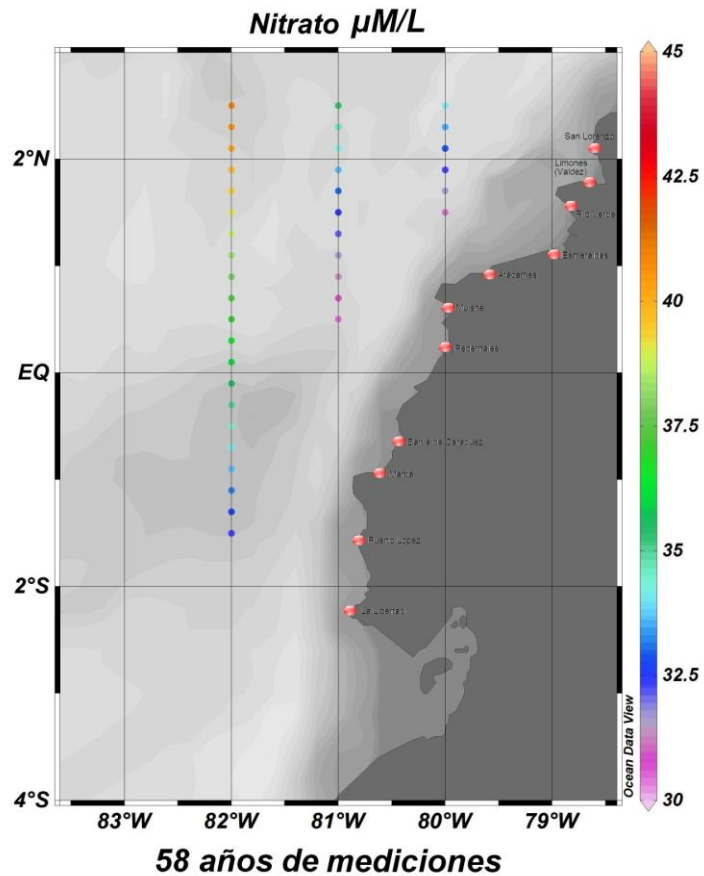


FIGURA 3.8.- Fluctuaciones del Nitrato frente a las costas del Ecuador
Fuente: García A. Ocean Data View 4

El Nitrato es importante así como su distribución es muy similar al Fósforo, y dentro de las diferentes concentraciones que aparecen en jaulas marinas, existe un gran paralelismo entre dichas concentraciones y sus variaciones. En la **FIGURA 3.8** vemos que frente a la zona costera de Ecuador, encontramos valores elevados de Nitrato de $45 \mu\text{M/L}$ a $40 \mu\text{M/L}$ frente a Limones y San Lorenzo, a unos 220 Km de la costa aproximadamente, en áreas más cercanas, estos valores caen a $32.5 \mu\text{M/L}$ y $30 \mu\text{M/L}$. Valores intermedios se hallan frente a Bahía de Caráquez y pedernales, $35 \mu\text{M/L}$ a $37.5 \mu\text{M/L}$ y $32.5 \mu\text{M/L}$ a $30 \mu\text{M/L}$ frente a Puerto López Y Muisne.

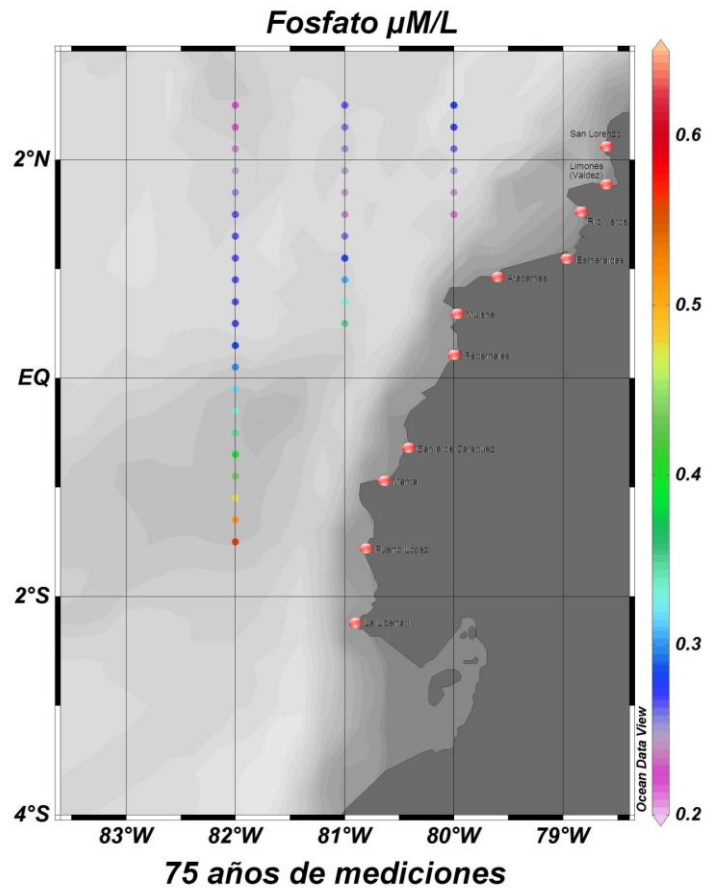


FIGURA 3.9.- Fluctuaciones de Fosfato frente a las costas del Ecuador
Fuente: García A. Ocean Data View 4

La presencia del Fosfato es muy importante ya que es un elemento imprescindible en la síntesis de la materia orgánica en el mar, de tal forma que la escasez de fosfatos en zonas de actividad fotosintética limitaría la productividad primaria. En la FIGURA 3.9, se observa frente a las costas de Ecuador niveles bajos de Fosfato hacia el norte del país, rangos entre 0.2 $\mu\text{M/L}$ y no más de 0.3 $\mu\text{M/L}$ se identifica frente a San Lorenzo hasta Pedernales, estos valores persisten en zonas alejadas de la costa. Un rango más elevado se aprecia frente a Muisne, Bahía de Caráquez y Manta, con 0.4 $\mu\text{M/L}$, destacando Puerto López con 0.5 $\mu\text{M/L}$ a 0.6 $\mu\text{M/L}$.

3.3. Resultados de Operacionalización de Variables Ambientales

Como se mencionó en el segundo capítulo del presente trabajo, la operacionalización de las variables tiene como objetivo el tornar dinámica y visiblemente descriptiva la información recopilada, en orden de hacer uso de la información obtenida de una forma referencial. A continuación se detallan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de esta metodología, y para que fenómenos o variables fue aplicada.

3.3.1. Análisis de las Corrientes en la zona costera de Ecuador

El proceso previo de recopilación y análisis de los datos obtenidos de registros de mediciones de INOCAR, facilitó la operacionalización de la variable correspondiente a las velocidades en las corrientes de la costa ecuatoriana. Como primer producto, se aprecia en la **FIGURA 3.10**, los registros de velocidad máxima en las corrientes costeras de Ecuador. Las corrientes en Manta alcanzan velocidades cerca de los 0.9m/s, colocándolas como las más fuertes, estos registros fueron obtenidos de mediciones realizadas en la Zona Manta - Jaramijó. En segundo lugar tenemos las corrientes de Puerto Rico, mediciones tomadas en la Zona Bahía de Santa Elena - Salango, estas corrientes alcanzan velocidades de hasta 0.6 m/s. En tercer lugar, las corrientes de Santa Rosa, con velocidades de hasta 0.5 m/s, también obtenidas de la zona anteriormente mencionada.

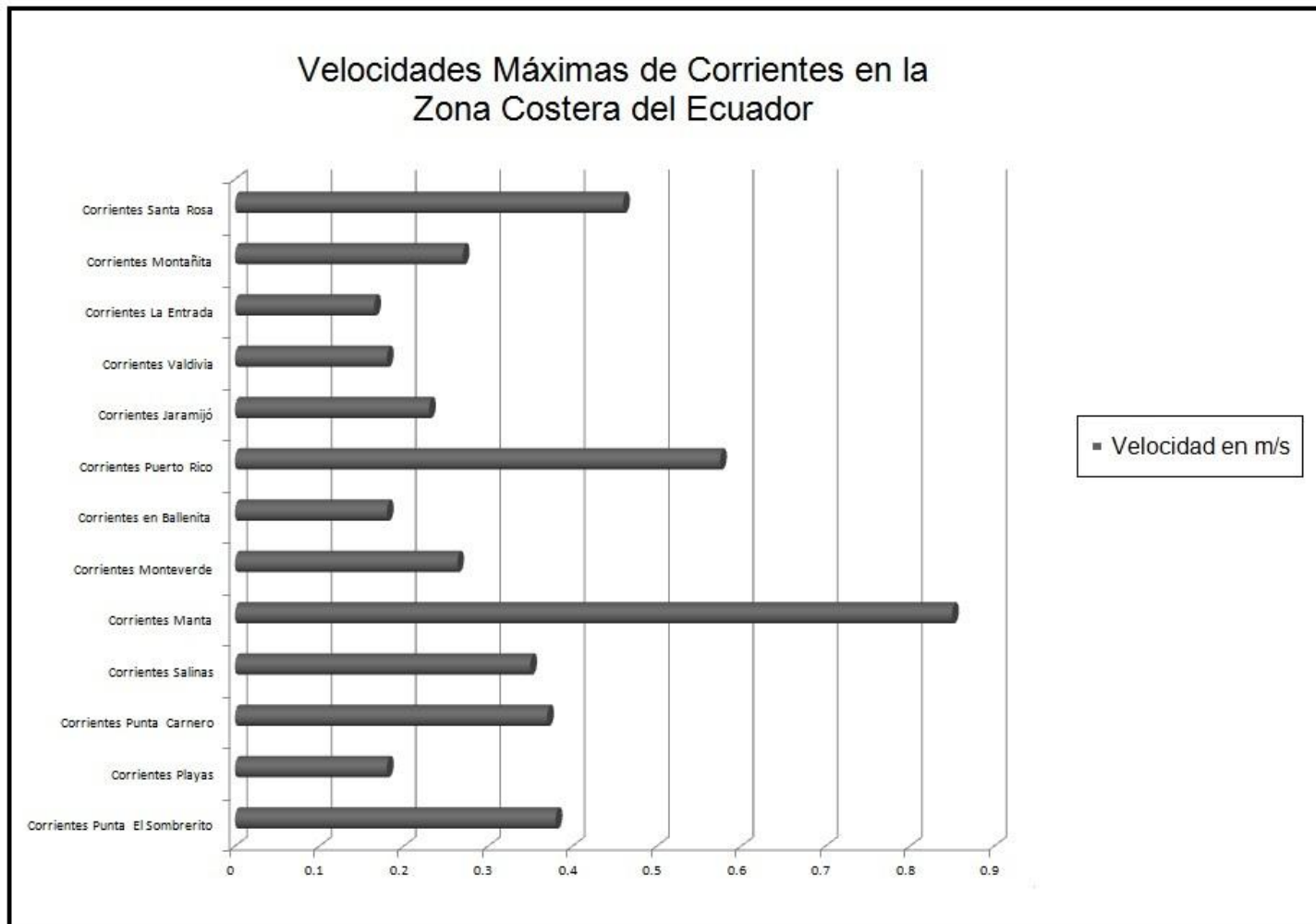


FIGURA 3.10.- Velocidades Máximas de corrientes en la zona costera de Ecuador
Fuente: Datos INOCAR, **Operacionalización:** García A.

Los detalles de las mediciones mostradas como fecha y duración, están ampliamente detallados y tabulados en el **ANEXO I**. A continuación se presenta en la **FIGURA 3.11**, el rango en el que fluctúan las velocidades promedio de las zonas evaluadas. Como resultado tenemos que las velocidades promedio de Punta Carnero, mediciones obtenidas de la Zona Punta El Morro – La Puntilla de Santa Elena, alcanzan un promedio de 0.5 m/s aproximadamente. Las corrientes de Manta, alcanzan velocidades promedio de 0.3 m/s aproximadamente. Las corrientes de Salinas y Chanduy presentan velocidades comunes promedio de 0.2 m/s, los registros se obtuvieron de la Zona Bahía de Santa Elena – Salango y Zona Punta El Morro – La Puntilla de Santa Elena respectivamente. Es importante recalcar que las mediciones presentadas en este trabajo, son un resultado de registros generados por el INOCAR y que son mediciones que van desde horas a días de registro en diferentes zonas, y por lo tanto no son lo suficientemente prolongadas para tomar estos datos como referencia de velocidades en las zonas en cuestión. Sin embargo, nos presenta una idea somera y preliminar del comportamiento de esta componente en las aguas del mar ecuatoriano, idea útil y necesaria para prever aspectos como instalación de unidades de cultivo en nuestras costas, en etapas tempranas de planificación.

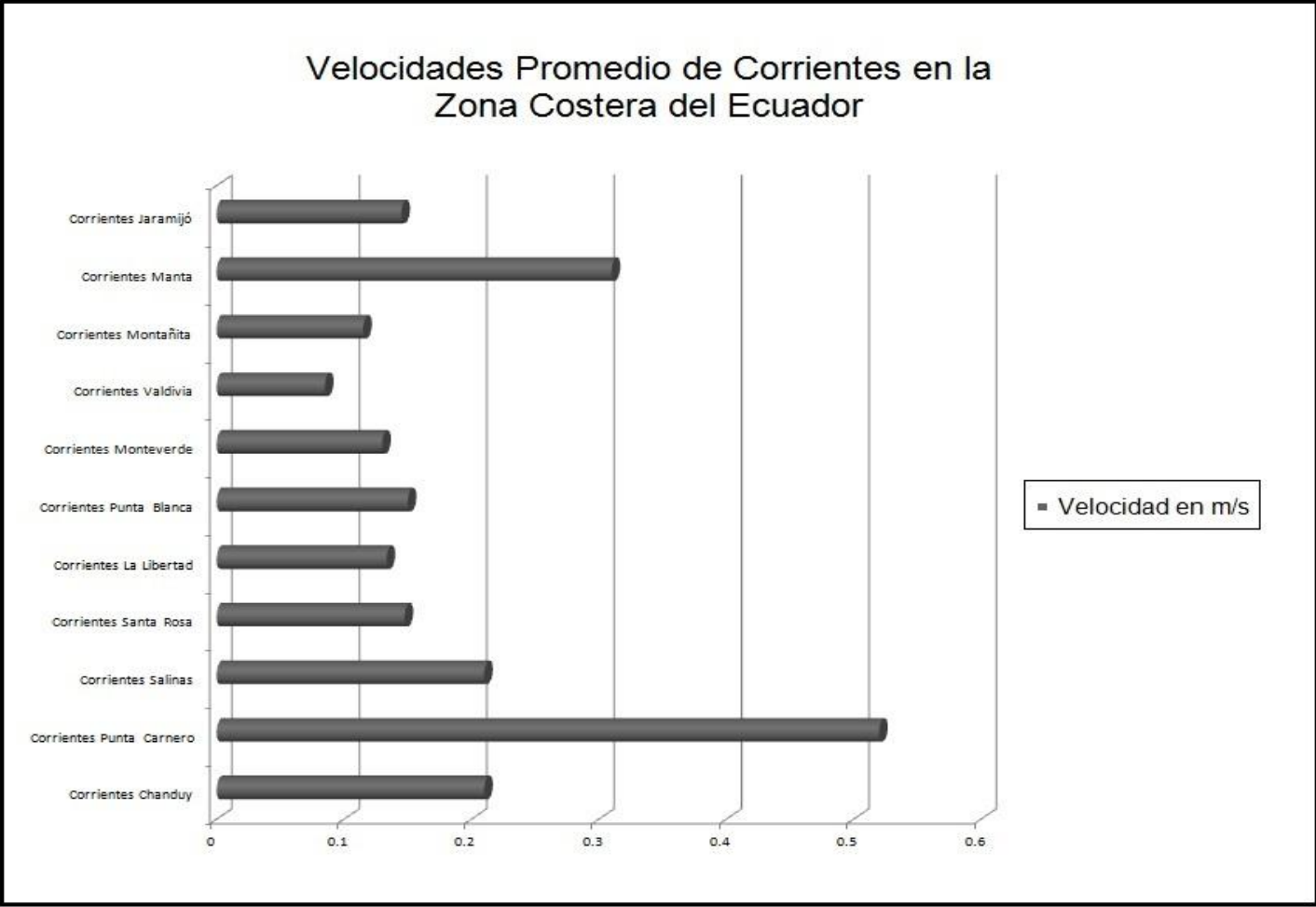


FIGURA 3.11.- Velocidades Promedio de corrientes en la zona costera de Ecuador
Fuente: Datos INOCAR, **Operacionalización:** García A.

En la **FIGURA 3.12** se visualiza las máximas alturas de olas en las costas del Ecuador. Se tiene como zona de oleaje con mayor altura a Monteverde, registro obtenido de la Zona Bahía de Santa Elena – Salango con alturas máximas de 3.5 m aproximadamente, es importante recalcar que estas alturas fueron registradas en época de ENOS.

El precedente de un oleaje de tales características, automáticamente ubica al mar ecuatoriano en la categoría de Mar II, y es un dato importante al momento del diseñar instalaciones navales de cultivo ya que deben ser lo suficientemente fuertes para resistir embates de estas características. En el **ANEXO VII** se propone el sistema de flotación de una jaula marina de forma circular, en el mismo se detallan los materiales a emplear.

En Chanduy, se presentan olas con alturas máximas de 2.5 m, este registro se obtuvo de la Zona Punta El Morro – La Puntilla de Santa Elena y en Puerto López, el oleaje de altura máxima alcanza 2 m aproximadamente, este registro se obtuvo de la Zona Punta Salango – Cabo San Lorenzo.

Los detalles de las mediciones se encuentran detallados y tabulados en el **ANEXO VI** del presente trabajo.

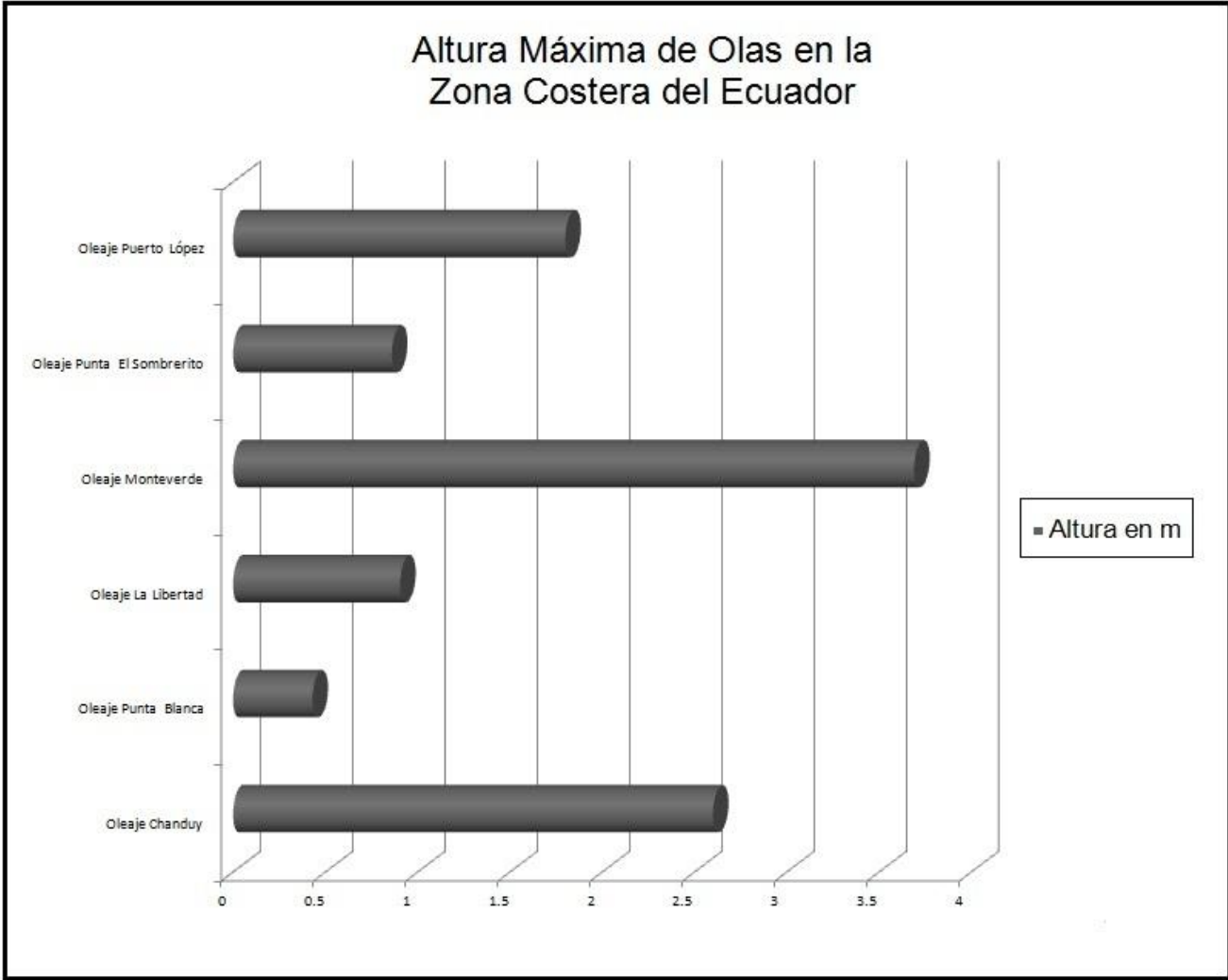


FIGURA 3.12.- *Altura Máxima de Olas en la zona costera de Ecuador*
Fuente: Datos INOCAR, **Operacionalización:** García A.

3.3.2. Registro de Incidencia de Mareas Rojas en Ecuador

Como parte de este apartado, en la **FIGURA 3.13** se presenta la incidencia de las Mareas Rojas en diferentes puntos de la costa de Ecuador. Un punto base en el momento de planificar la instalación de cultivos en el mar, debido a las consecuencias negativas que estos brotes conllevan, como se ha detallado en capítulos anteriores de este trabajo. Se identifican las Provincias con mayor susceptibilidad a sufrir este tipo de embates, que pueden ser causados por diferentes actividades de orden antropogénico o de origen natural. Como las provincias de mayor riesgo, se encuentran la Provincia de Santa Elena con cinco registros de Mareas Rojas en sus costas, desde la década de los 80 hasta el evento más reciente en 1998 y la Provincia del Oro, con el mismo número de incidencias, sin embargo, ésta provincia sufrió la presencia de MR más recientemente en 1999. Como zona menos riesgosa encontramos a Galápagos, con un solo registro de estos eventos, sufrido en el año 1996. Se lo menciona en orden de informar el estado de la Provincia en cuestión. Como provincias menos riesgosas en este ámbito encontramos a Guayas y a Manabí, con tres registros de MR respectivamente, sin embargo Manabí ha sufrido embates ligeramente más continuos que Guayas, en 1995, 1996 y 1998. En el **ANEXO IV** se detallan las fechas, zonas y observaciones de cada una de estas eventualidades en las costas del Ecuador.

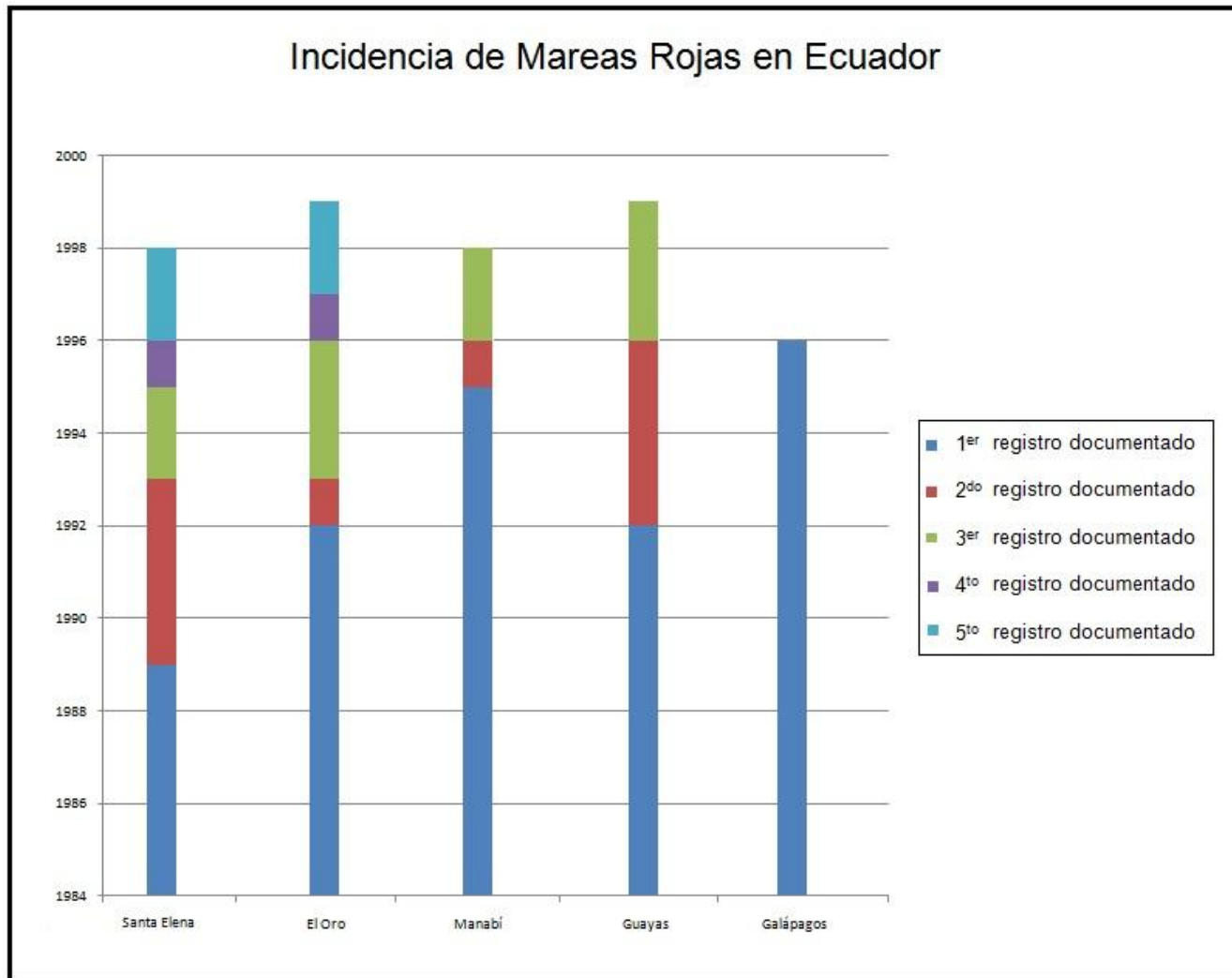


FIGURA 3.13.- Incidencia de Mareas Rojas en Ecuador
Fuente: Datos INOCAR, **Operacionalización:** García A.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ecuador se caracteriza por ser un país con gran riqueza, riqueza que en orden de preservar la soberanía de nuestra nación debe ser aprovechada, estudiada, en orden de crear e incrementar el desarrollo de nuestros pueblos. Este trabajo plantea el estudio, el análisis de nuestro territorio marítimo, en aras de un futuro sustentable, a continuación las conclusiones.

Conclusiones.-

- a) De acuerdo a los valores obtenidos en el análisis de los factores abióticos. se concluye que ceñidos a los requerimientos de profundidad de cada una de las especies mencionadas, Huayaibe, Pargo y Cobia, la plataforma costera del Ecuador, no presenta ninguna limitante para la realización de este tipo de cultivos en mar abierto.

- b) Los datos descargados desde INOCAR, no tienen períodos comunes de medición y por lo tanto, las relaciones generadas de velocidades de corrientes y altura de olas entre provincias, no son reales, por lo tanto se especifica que los resultados provenientes de estas mediciones, sirven únicamente para conocer preliminarmente las características de las variables en cuestión en las zonas evaluadas.

- c) Los resultados obtenidos a partir del análisis de factores abióticos de los datos descargados de la plataforma virtual de la NOAA, son generados a través de muestreo satelital, lo que permite generar proyecciones más allá de décadas, razón por la que este trabajo presenta una media de cien años de mediciones.

- d) Se enfatiza la importancia de los factores ambientales en torno a la producción en todas sus escalas. Este trabajo pone en evidencia las diferentes componentes ligadas al desarrollo de cultivos en mar abierto. Componentes oceanográficas fundamentales para la estructuración y planificación de cultivos en el mar. De la misma forma se enfatiza la relación de estas variables con el diseño de unidades de cultivo, estructuras que previo a un cálculo, deben soportar las fuerzas en este trabajo expuestas detalladamente.

- e) Se plantea este trabajo como método de análisis previo y de control para la instalación de unidades de cultivo en el mar como alternativa a la pesca extractiva y de igual forma, prever el tipo de organismo que se acoplaría con menor esfuerzo a las condiciones del mar ecuatoriano.

- f) Al considerar uno de los factores ambientales más importantes fisiológicamente para los cultivos, como lo es la Salinidad, se concluye que las variaciones en este factor a lo largo del perfil costero de Ecuador, no presenta limitantes para el cultivo de las especies de peces en este trabajo propuestas.

Recomendaciones.-

- a) Se recomienda la aplicación del modelo numérico generado en función de evaluar el comportamiento de las corrientes presentes en las costas del Ecuador a manera de herramienta para situar zonas factibles a la instalación de cultivos en mar abierto.
- b) Esta propuesta demanda un constante monitoreo de los factores externos presentes en las costas. De igual manera, la extensión de este proceso productivo depende mucho del respeto a la identidad de la región, no es lógico reproducir factores ambientales de cultivos en Chile para realizar cultivos en Ecuador, por lo tanto no podemos utilizar jaulas de las mismas características que las aplicadas en otras regiones, de tal forma que es primordial obtener un diseño de las estructuras navales de cultivo a partir de un criterio ceñido a las particularidades de la zona donde operarán.

- c) Este trabajo plantea la aplicación de metodologías nuevas para el desarrollo de nuevos cultivos, en base a la investigación de nuestras costas, en orden de diversificar el sector productivo y fortalecer nuestra acuacultura en base a la búsqueda, al descubrimiento.