



## **Proyecto**

# **“LAS CONDICIONES DEL MAR 11 MESES DESPUÉS DEL DERRAME DE PETRÓLEO”**

## **INFORME FINAL**

**“Monitoreo hidrobiológico en las zonas de Ventanilla, Ancón y Chancay”**

**Entidad Ejecutora: GPS – Gestión Pesquera Sostenible SAC**

**Liderado por:**

**Dr. Fisheries Sc. Luis Alfredo Icochea Salas**

**Profesor Principal UNA La Molina**

**Fecha: 02 de enero del 2023**

## Índice

Resumen Ejecutivo	
1. Introducción.....	4
2. Objetivos del monitoreo .....	6
3. Materiales y métodos a utilizar .....	6
4. Resultados (anexo I, II, III y IV).....	7
4.1. ANEXO 1: Influencia de los Eddies frente a la zona central del Perú entre Ventanilla y Huacho .....	7
1. Introducción: Importancia de los Eddies o remolinos en el mar.....	7
2. Metodología.....	7
3. Resultados.....	8
4. Conclusiones .....	9
4.2. ANEXO 2: Monitoreo y muestreos hidrobiológicos en las playas .....	10
1. Playas muestreadas .....	11
a) Playas de Ventanilla.....	11
b) Playas de Ancón.....	17
c) Playas de Chancay .....	22
4.3 ANEXO 3: Muestreo hidrobiológico en la Franja Costera de Ventanilla y Chancay .....	26
1. Introducción.....	26
2. Objetivo.....	27
3. Metodología.....	27
4. Materiales .....	27
5. Equipo técnico .....	28
6. Zona de muestreo .....	28
7. Punto de muestreo .....	32
8. Resultados.....	33
9. Archivo fotográfico .....	40
4.4 ANEXO 4: Monitoreo utilizando Dron Submarino .....	43
1. Resumen .....	43
2. Introducción.....	44
3. Resultados.....	56
4. CONCLUSIONES.....	79
5. BIBLIOGRAFIA.....	80

**Las condiciones del mar 11 meses después del Derrame de Petróleo****2 de enero del 2022****Resumen Ejecutivo**

- Se hizo un monitoreo oceanográfico y biológico de toda el área afectada por derrame de petróleo ocurrido el 15 de enero del 2022, entre Ventanilla y Chancay, tanto en todas las playas como en la zona marina.
- Considerando las condiciones oceanográficas del área, después de 11 meses, los rezagos de petróleo tipo crudo de buzios, ya se ha dispersado, evaporado o sedimentado en mínimas cantidades hasta zonas principalmente fuera de las 30 millas costeras, habiendo desaparecido casi todo el petróleo.
- No se observó ningún efecto nocivo debido al petróleo en peces, algas, crustáceos y moluscos del área, lo que fue demostrado al ser analizadas más de 100 muestras en un laboratorio acreditado.
- Los fondos marinos cerca a la costa se encontraron limpios de petróleo de acuerdo a múltiples observaciones con un dron submarino sumergido en fondos entre 4 y 18 m en diferentes zonas entre Ventanilla y Chancay.
- Es preocupante la suciedad de todas las playas debido a la gran presencia de plásticos y restos orgánicos, los que muchas veces causan la mortalidad de aves pequeñas, además de los pelicanos debido a la gripe aviar.
- El estudio ha sido dirigido por el Dr. Luis Alfredo Icochea Salas, actual Director del Departamento de Manejo Pesquero y Medio Ambiente de la Facultad de Pesquería de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con el apoyo de los miembros de la empresa Gestión Pesquera Sostenible SAC y de 5 integrantes del círculo de investigación Oceanográfica “CIO - Challenger” conformado por egresados y estudiantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Adicionalmente, la compañía Kokonomi ha sido la encargada de la producción de un video recopilando todo el estudio. Las muestras biológicas han sido analizadas en el laboratorio acreditado ALAB.

## 1. Introducción

El 15 de diciembre del 2022, se cumplieron 11 meses de haberse producido un accidente en el cual se vertió de manera fortuita cerca de 10,400 barriles de petróleo tipo crudo de Buzios (volumen equivalente a 436,800 galones o aproximadamente 1654 m<sup>3</sup> o casi media piscina olímpica llena de petróleo) al mar en la zona de Ventanilla; caracterizada por la presencia de las llamadas Aguas Costeras Frías, que forman parte de la Corriente Humboldt. La zona afectada se muestra resaltada con celeste en la figura 1, entre Ventanilla y Chancay, que involucra las 5 millas de zona exclusiva de los pescadores artesanales, incluyendo playas e islotes y zonas más alejadas de la costa.



*Figura 1: Zona principalmente afectada por derrame de petróleo el 15 de enero del 2022*

En la figura 2 se observa una imagen tridimensional de dicha área, que ocupa 359 Km<sup>2</sup> (359 millones de m<sup>2</sup>), siendo la profundidad promedio de toda la zona de estudio 32.5 m (basado en el cálculo de más de 80 puntos batimétricos). Esto es, un volumen de agua total de 11,656,941,176 m<sup>3</sup>. Esto es, el equivalente a 3,453,908 piscinas olímpicas. Si consideramos que el petróleo vertido fue de media piscina olímpica, esto implica que dicho petróleo equivale al 0.0000447% del agua de mar de toda el área.

Figura 3D batimetria zona de estudio

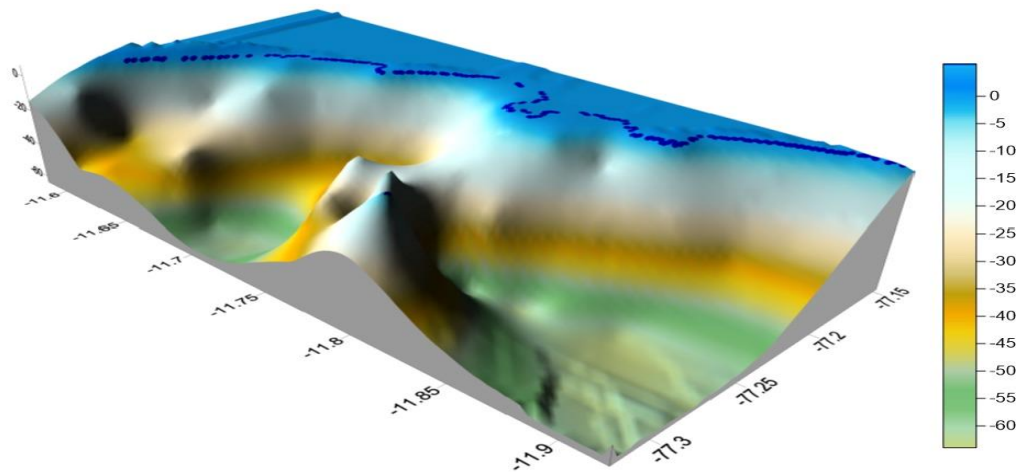


Figura 2: Imagen tridimensional incluyendo el fondo de zona afectada

Cuando se produjo el derrame en Ventanilla el 15 de enero del 2022, la corriente superficial cerca de la costa, acorde con la detección, tracking (seguimiento espacial). La corriente presentaba velocidades resultantes mayores a 0.25 m/s con dirección nor-oeste de Ventanilla hasta Huacho, en las primeras 30 millas desde la costa, como se muestra en la Fig. 3, han seguido durante los 11 meses transcurridos, las mismas que forman en altamar, especie de remolinos o eddies alejados de la costa. Los eddies, son estructuras con capacidad de captar y transportar.

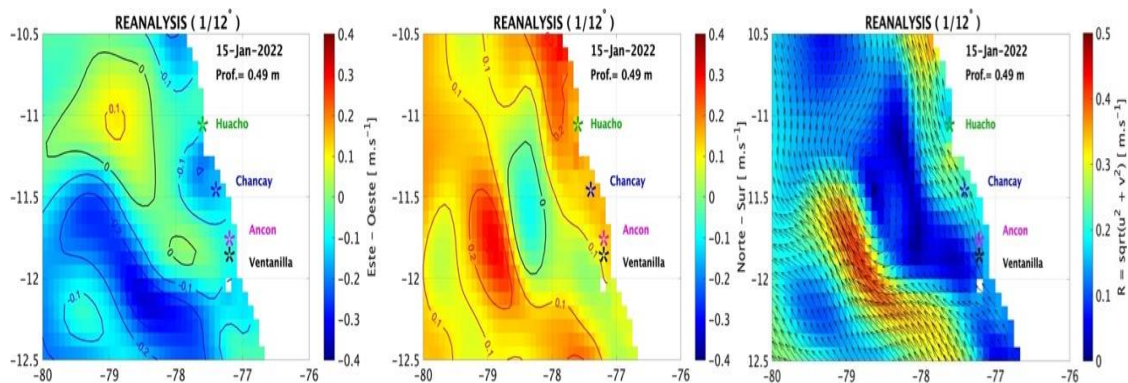


Figura 3: Panel 1, 2 y 3 muestran las velocidades Este-Oeste, Norte-Sur y componente resultante respectivamente, para el 15 de enero del 2022 a 10 metros de profundidad.

En el panel 1 se observa la componente zonal o dirección hacia el oeste (color amarillo o rojo), en el panel 2, la componente meridional o dirección predominante hacia el norte (amarillo o rojo) y en el panel 3, la corriente resultante dirigida siempre hacia el Nor-Oeste; esto es, alejándose de la Costa. Estas características de las corrientes, así como por la dirección del transporte que produce, pudiendo ser en sentido horario

y antihorario respectivamente. Usualmente, se utiliza el análisis de remolinos en el mar para la cuantificación de nutrientes transportados al norte, sur, altamar o costa.

Asimismo, se procedió a utilizar un ROV o Remote Observing Vehicle (dron submarino) para hacer observaciones directas del fondo del mar en zonas hasta profundidades de 18 m, para observar directamente la posibilidad de encontrar vestigios de petróleo en el fondo del mar. Los resultados se presentan en el anexo 3.

## **2. Objetivos del monitoreo**

1. Monitorear las principales playas ubicadas entre ventanilla y norte de Chancay.
2. Esclarecer el estado actual de los recursos marinos de las zonas afectadas por el derrame ocurrido el 15 de enero del 2022 entre Ventanilla y el norte de Chancay.
3. Colección y análisis de la información visual del fondo de las bahías mediante la utilización de un dron submarino para la validación in situ de los resultados.

## **3. Materiales y métodos a utilizar**

El trabajo se planificó, con la finalidad de conocer el estado de la calidad del mar entre la playa de Ventanilla, Ancón y Chancay, considerando los siguientes pasos:

- a) Recopilación de información oceanográfica: Se analizará información histórica y actual de las corrientes marinas en la zona afectada, mediante la utilización de la data de alta resolución de reanálisis (1/12°) obtenida del modelo numérico NEMO. El empleo de la data del modelo numérico permitirá esclarecer la dispersión espacial del petróleo en el mar, después de 11 meses de producido el derrame.
- b) Recopilación de información biológica: Se obtuvo un aproximado de ciento ocho muestras entre agrupaciones de invertebrados y especímenes de peces representativas de las diferentes zonas, tanto en la costa como en el área marina, con la finalidad de dilucidar la existencia o ausencia de secuelas por derrame de petróleo ocurrido el 15 de enero del 2022.
- c) Recopilación de información visual del fondo marino con un dron submarino: Se realizó la filmación en alta resolución del fondo marino desde los 4 hasta los 18 metros de profundidad de las zonas afectadas, con la finalidad de validar la presencia o ausencia de efectos negativos en el fondo causados por el derrame de petróleo.



#### 4. Resultados (anexo I, II, III y IV)

##### 4.1. ANEXO 1: Influencia de los Eddies frente a la zona central del Perú entre Ventanilla y Huacho

Trabajo realizado por la Ms. Sc, (candidata a Doctora) Gandy Rosales Quintana

#### 1. Introducción: Importancia de los Eddies o remolinos en el mar

Los eddies o también llamados remolinos, son estructuras con capacidad de captar y transportar energía y sustancias en el mar (Chaigneau et al. 2009; Nagai et al. 2015). Existen remolinos ciclónicos y anticiclónicos que se diferencian principalmente por tener núcleos frío y cálidos respectivamente. Así como por la dirección del transporte que produce, pudiendo ser en sentido horario y antihorario, respectivamente. Los remolinos en el mar pueden presentarse en la superficie, y extenderse a lo largo de la columna de agua. Usualmente, se utiliza el análisis de remolinos en el mar para la cuantificación de nutrientes transportados al norte, sur, altamar (offshore) y hacia la costa (onshore). Últimamente, esta técnica, el estudio de la circulación de Mesoescala, está siendo utilizada en el estudio de derrames de petróleo superficiales y subsuperficiales (Dietrich et. al., 1997; Mariano et. al. 2011; Korotenko KA., 2018), así como la simulación numérica para la eficiente predicción del comportamiento. Sin embargo, este último no será aplicado en el presente estudio, por el mayor tiempo que amerita su computación.

#### 2. Metodología

Para la detección, tracking (seguimiento espacial) y análisis de los remolinos, se utilizó la metodología de Nagai et. al. (2015), previamente aplicado en otras áreas de afloramiento similares a la de Perú, como lo es a lo largo de la Corriente de California en Norte América. La detección de los eddies se realizó mediante la utilización del parámetro Okubo-Weiss (OW).

$$OW = \left[ \left( \frac{du}{dx} \right)^2 + \frac{dv}{dx} \frac{du}{dy} \right],$$

Este parámetro permite la diferenciación entre contornos cerrados ( $OW < 0$ ), de contornos en deformación ( $OW > 0$ ) (Okubo, 1970; Weiss, 1991), considerando el valor crítico para contornos que se cierran en  $5 \times 10^{-12}$ .

Seguidamente se calculó la Vorticidad relativa ( $\zeta$ ) para la determinación de la dirección de los remolinos de contornos cerrados ( $OW < 0$ ), siendo los ciclones definidos por presentar  $\zeta < 0$  y anticiclones por presentar  $\zeta > 0$  en el hemisferio sur.

$$\zeta = \left[ \frac{dv}{dx} - \frac{du}{dy} \right],$$

Estos dos parámetros, Okubo-Weiss y la Vorticidad relativa, son imprescindibles en la identificación de eddies ciclónicos o anticiclónicos, ya que el primero indica la forma del Eddy, mientras que el segundo parámetro nos indica su movimiento giratorio en el mar. Ambos parámetros fueron calculados utilizando la data de alta resolución de reanálisis para

velocidades zonal y meridional colectado del servicio europeo Copernicus Marine Service (<https://marine.copernicus.eu>).

En el presente estudio, los remolinos fueron detectados sobre la capa superficial entre los 0 y 5 metros de profundidad. Se consideraron como remolinos, aquellos que hayan “vivido” más de 5 días en adelante. Menos a 5 días fueron descartados por presentar mucho ruido en su trayectoria.

### 3. Resultados

Durante los meses de enero y febrero, la corriente superficial fría, o corriente de Humboldt, se mantuvo relativamente fuerte ( $>0.3$  m/s) en dirección nor-oeste cerca de la costa, en el área de estudio. El día del derrame, el 15 de enero, la corriente superficial tendía a desviarse con dirección oeste mar afuera en las primeras 30 millas. Este comportamiento habría transportado sustancias desde la costa más afuera por simple desplazamiento de la corriente en este caso, pero no por presencia de eddies. Dos meses después del derrame, el 16 y 17 de marzo, la corriente tiende a debilitarse, e incluso cambiar de dirección (sur-oeste), permitiendo el ingreso de un flujo de corriente proveniente del norte (como se observa en el video de velocidades diarias). Este flujo, provoca un desplazamiento offshore desde la costa durante casi todo el mes de marzo. Esto coincide con el movimiento de los eddies detectados, que presentan migración offshore, así como hacia el sur en su mayoría. Lo cual nos podría indicar un transporte masivo de sustancias de la costa hacia mar afuera y con dirección sur-oeste, debido a los eddies. Durante el mes de abril, la tendencia de la corriente es variable, pero se presenta relativamente debilitada. En mayo y junio se observan mayores ( $>0.4$  m/s) valores de velocidad resultante para la corriente. Se observó una constante migración offshore y nor-oeste, coincidente con los eddies detectados transportando sustancias offshore.

Durante setiembre 10 y 25, se detectaron 2 eddies bastante cercanos a la costa frente a Ventanilla. Estos eddies también presentaron migración sur-oeste.

Cabe resaltar que específicamente frente a ventanilla, se observa que existe una tendencia de la corriente a generar dos ramales, que generan movimiento de la corriente nor-oeste a lo largo de la costa y offshore. Pudiendo ser ambas de gran intensidad en cuanto a la velocidad de transporte.

Otros eddies fueron también detectados durante octubre y noviembre, sin embargo, estos estuvieron más alejados de la costa, como el Eddy detectado el 29 de octubre, que es uno de los que presenta la mayor distancia recorrida mar afuera de aproximadamente 70 millas. La función que podría tener estos eddies más alejados, es la continuación del transporte más afuera de las sustancias atrapadas por los previos eddies que vivieron una corta temporada. En general se detectaron 19 remolinos en total, de los cuales 37% de ellos tendieron a moverse al sur-este, 21% al nor-oeste, mientras 31.5% de ellos migraron offshore y 10.5% onshore. Estos remolinos no vivieron más de 64 días desde su inicio cerca de la costa. Recorriendo un máximo de aproximadamente 95 millas (remolino detectado  $\sim 11$  20'S). Este año, presento un comportamiento onshore de los remolinos, que no se vio en los previos años niña analizados.



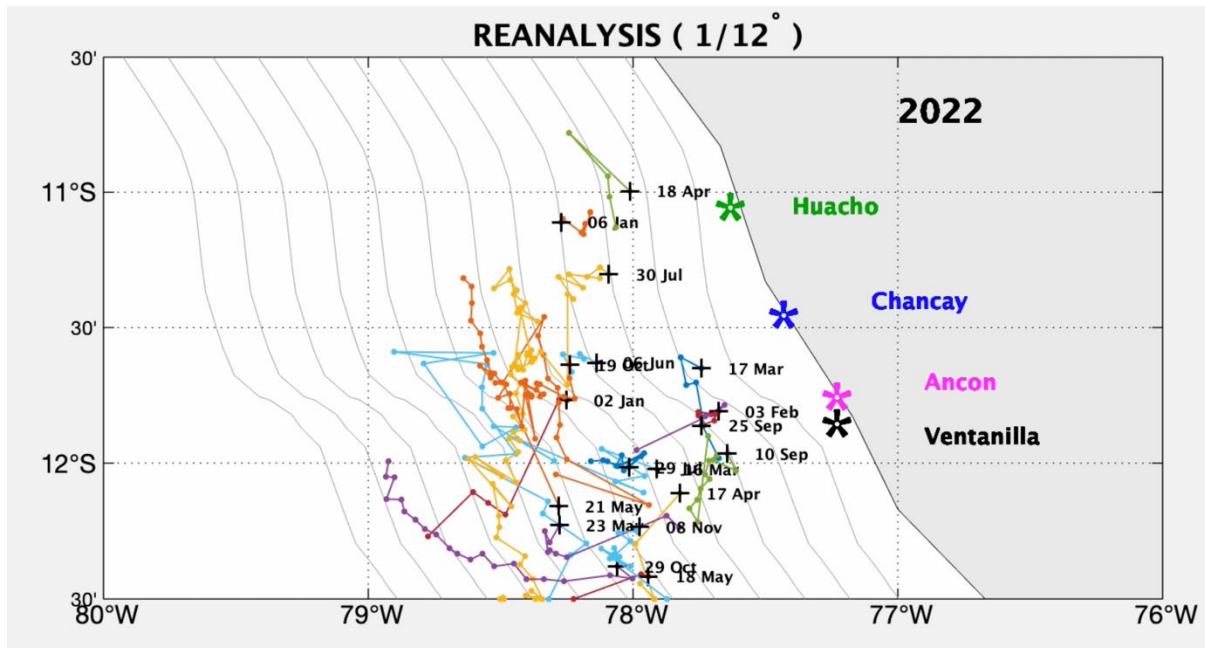


Figura 4. Remolinos detectados durante 2022, trackeados durante un año.

#### 4. Conclusiones

Durante el periodo enero-noviembre del 2022, se detectaron y trackearon un total de 19 eddies. Estos remolinos en su mayoría presentaron migración sur-oeste con 37% del total y migración hacia altamar (offshore) con 31 % del total de remolinos encontrados. Estos Eddies probablemente intervinieron en el transporte de sustancias como hidrocarburos desde la costa hacia altamar desde marzo a noviembre. El día de ocurrido el derrame de hidrocarburos al mar, no se detectó ningún Eddy; sin embargo, 15 días después, el 3 de febrero, se detectó un eddy bastante cercano a la zona afectada. Este eddy pudo transportar estas sustancias hacia altamar, según su movimiento offshore presentado. Asimismo, ocurrió durante marzo del mismo año. Los meses siguientes a marzo, en su mayoría presentaron eddies con migración sur-offshore, lo que se podría sugerir que los remanentes de hidrocarburos estarían bastante alejados de la costa, al menos por fuera de las 30 millas.

**En resumen, las corrientes y los remolinos han permitido que el petróleo vertido frente a Ventanilla en forma accidental ha sido dispersado y alejado de la costa en su totalidad o casi en su totalidad.**

#### 4.2. ANEXO 2: Monitoreo y muestreos hidrobiológicos en las playas

El trabajo fue dirigido por el Dr. Luis Alfredo Icochea Salas con el apoyo de las estudiantes Sonia Danielle Postigo Montero y Valeria Panduro Rivero, el camarógrafo de la empresa Kokonomi Alejandro Ordinola Arteaga y el chofer. Entre los materiales utilizados tenemos: Cámara de filmación, GPS, pala para muestrear, bolsas de plástico, bolsas de ziploc, papel aluminio, hielo, cuadernos de apuntes y ropa de trabajo.

El muestreo hidrobiológico se realizó en las siguientes playas de **Ventanilla**: Playa Costa Azul, Punta Caveró, Bahía Blanca, Playa Chica y playa Grande de Santa Rosa; playas de **Ancón**: Balneario de la Marina, Playa Hermosa, Conchitas y Muelle de Ancón y playas de **Chancay**: Playa Chacra y Mar, Cascajo, Chorrillos de Chancay y el Muelle de Chancay.

En todas las playas, se recolectaron especies encontradas en las playas; como cangrejos, (*Platyxanthus orbigny*) choros (*Mytilus chilensis*), algas (*Chondracanthus chamissoi*) y en su gran mayoría Muy Muy (*Emerita analoga*). Los muestreos fueron realizados en la zona submareal durante un periodo de 4 días durante 10 horas de luz solar. La principal especie muestreada fue *Emerita analoga*, debido a su gran abundancia en dichas playas. Se tomaron muestras a lo largo de las playas o en los extremos de las playas visitadas, con la finalidad de tener muestras al azar de la comunidad.

## 1. Playas muestreadas

### a) Playas de Ventanilla

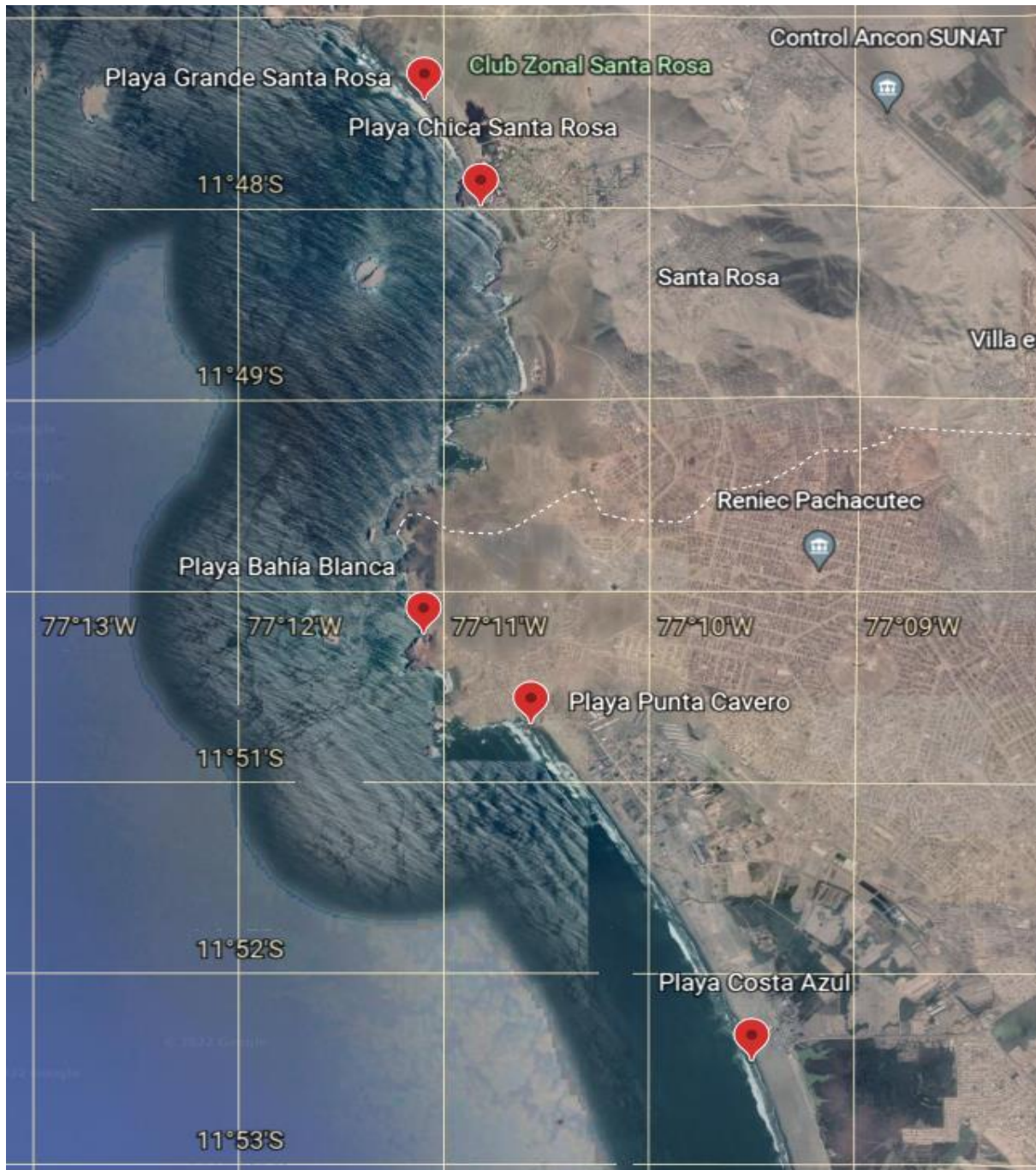


Figura 5: Playas recorridas y muestreadas en Ventanilla.

### a.1. Playa Costa Azul

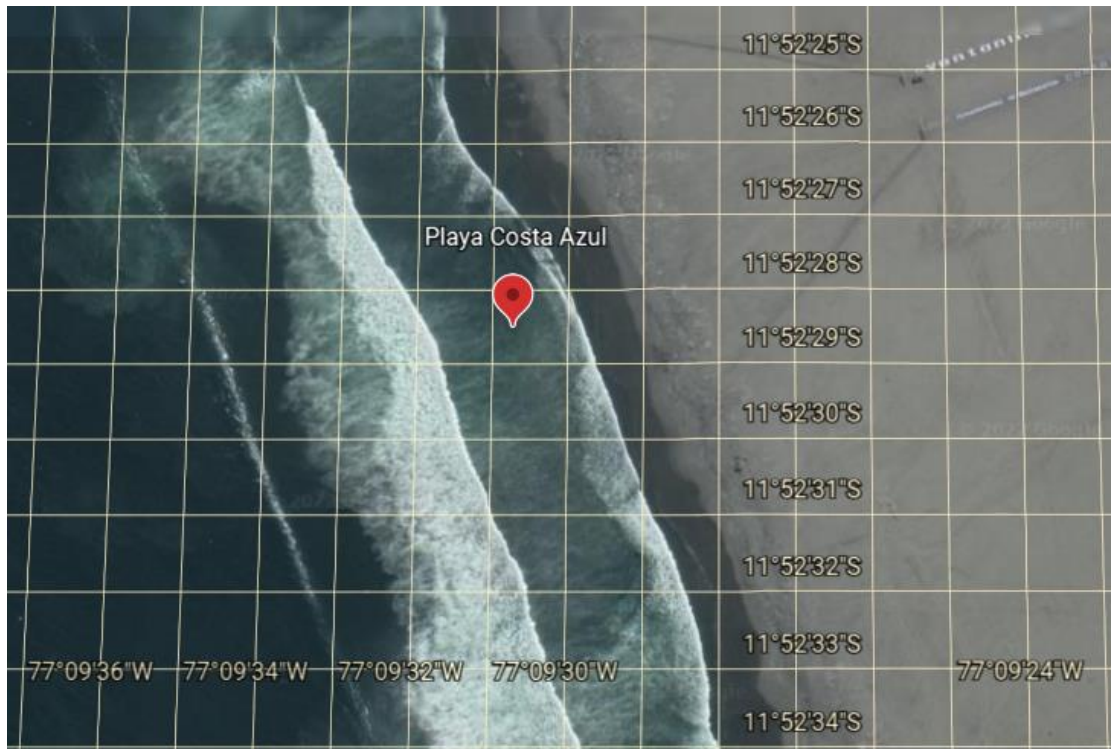


Figura 6: Ubicación de la playa Costa Azul muestreada en Ventanilla el 06/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Muy muy
  - Alga (yuyo)
- La playa Costa Azul fue una de las playas más afectadas por el derrame de petróleo, por encontrarse cerca del lugar del siniestro; sin embargo, ahora es una de las playas con agua más cristalina. A pesar de haber poca presencia de muy muy y otras especies intermareales, hubo una alta presencia de aves marinas en la zona norte de la playa, al sur de la desembocadura de efluentes de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) aledañas a la zona (Pachacutec y Ventanilla). No se observó presencia de petróleo y/o aceites; pero, en la zona supramareal es constante la presencia abundante de basura, especialmente plásticos y microplásticos derivados de estos. En algunas zonas la marea trae microplásticos, aparentemente de desechos arrojados al mar desde embarcaciones o transportadas por riachuelos o desagües que desembocan cerca a esta playa.



- Se hace indispensable una limpieza intensiva de la playa para que sea usada en el verano como centro de recreación.

### a.2. Playa Cavero



Figura 7: Ubicación de la playa Punta Cavero muestreada en Ventanilla el 06/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Choro
  - Alga
  - Anémona
- La Playa Cavero, muy diferente a lo que se observó en los meses de enero, febrero y marzo, presentó también agua cristalina; sin embargo, es la que presenta más signos de contaminación por basura. No se observó presencia de petróleo y/o aceites en el agua o en la arena. Existe una franja de entre 10 a 20 metros desde donde termina la zona intermareal a donde empieza la zona supramareal, donde se encontró bastante basura. Al excavar un hoyo en busca de un cangrejo, se encontraron al menos 2 capas de plástico y microplástico en 30 cm de profundidad.

### a.3. Playa Bahía Blanca

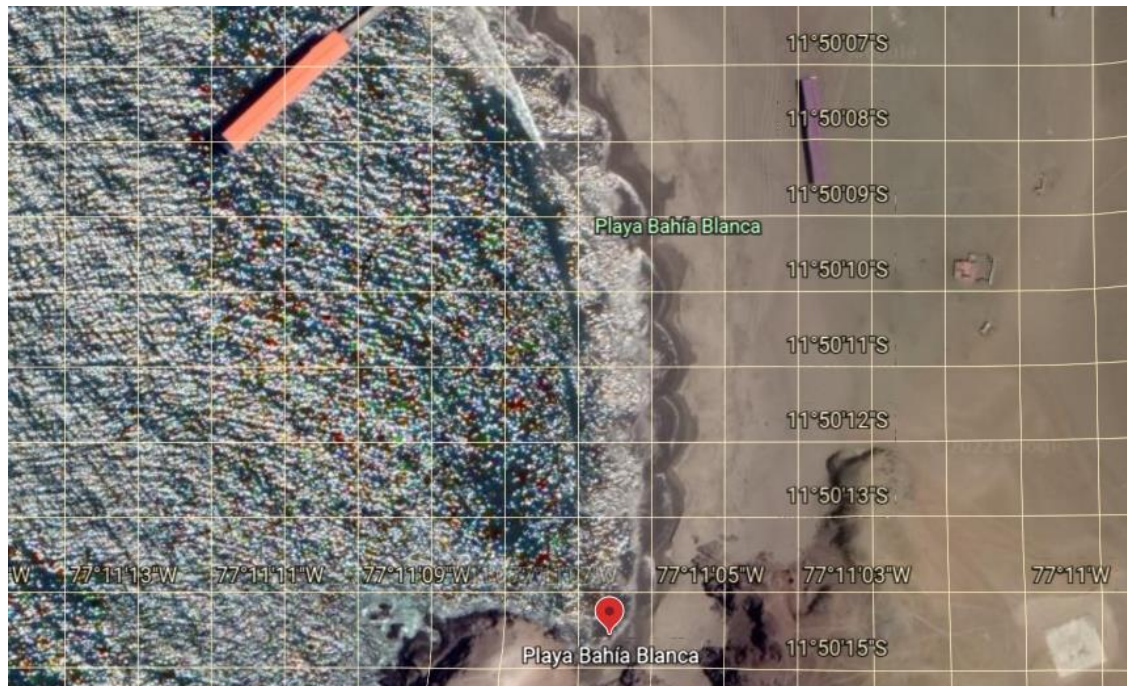


Figura 8: Ubicación de la playa Bahía Blanca muestreada en Ventanilla el 06/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Muy muy
  - Cangrejo



- La playa de Bahía Blanca se encontraba cerrada al público durante el muestreo; a pesar de ser la playa más limpia de Ventanilla, observándose en forma incipiente contaminación por basura. No se observó presencia de petróleo y/o aceites en el agua o en la arena. Se observó un lobo de mar muerto. Posterior al muestreo, alrededor de las 17 horas se observó que varias personas hacían su ingreso a la playa, a realizar actividades recreativas como nadar y pescar con línea y anzuelo.



#### a.4. Playa Chica Santa Rosa



Figura 9: Ubicación de la playa Santa Rosa muestreada en Ventanilla el 08/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Muy muy
  - Cangrejo
- Playa Chica de Santa Rosa hay presencia de plásticos y microplásticos, en menores cantidades que las playas de Ventanilla. No se observó presencia de petróleo y/o aceites en el agua o en la arena. Cuentan con personal que limpia la playa. al parecer constantemente.

#### a.5. Playa Grande Santa Rosa

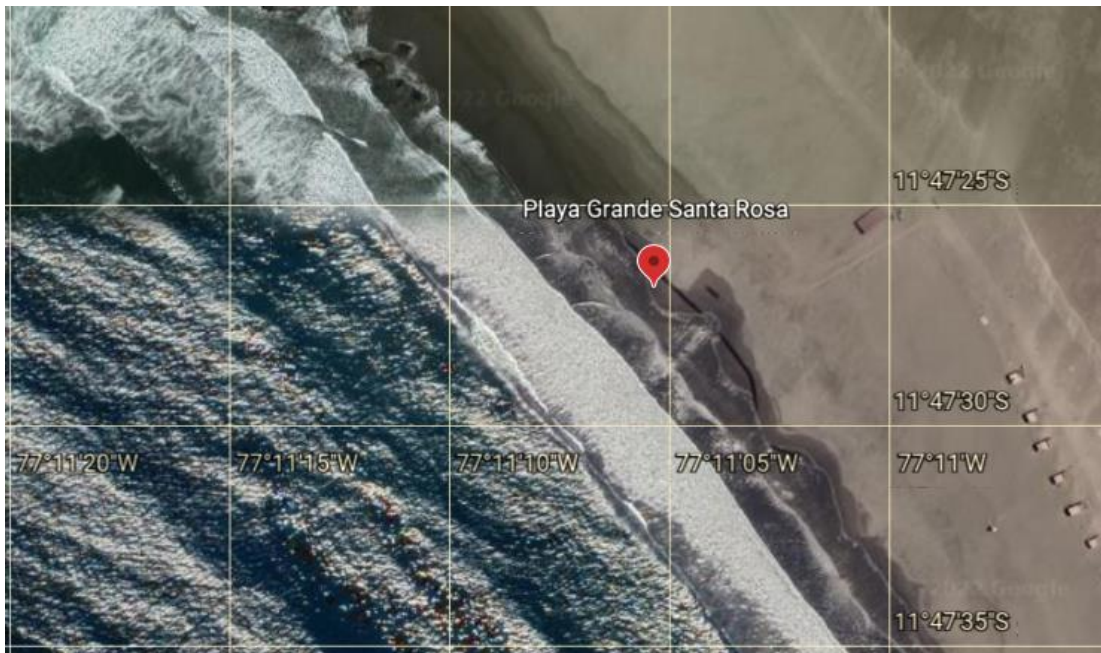


Figura 10: Ubicación de la playa Grande Santa Rosa muestreada en Ventanilla el 08/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Muy muy
  - Cangrejo
- Playa Grande de Santa Rosa se encuentra cerca al Humedal de Santa Rosa. Había poca presencia de aves marinas y se avistaron por lo menos 4 pelícanos muertos en estado de descomposición. No se observó presencia de petróleo y/o aceites en el agua o en la arena. Había contaminación por basura en mayor grado que Playa Chica y abundante presencia de microplásticos. Además, se encontró una rana vagando cerca de la zona intermareal.

## b) Playas de Ancón

Figura 11: Playas recorridas y muestreadas en Ancón.



Se hizo un recorrido por toda la playa y había carteles señalando la prohibición para ingresar, basándose en una resolución publicada en enero del presente año. La arena de toda la playa se encontraba muy descuidada con mucha basura. En el mar también se veía restos de basura, haciéndose urgente una limpieza general de la zona para que pueda ser utilizada en el verano, más aún que no hay restos o algo que pruebe contaminación por petróleo. **No se explica por qué aún continúa la prohibición para ingresar a la playa y al mar.**



### b.1. Balneario Club Naval

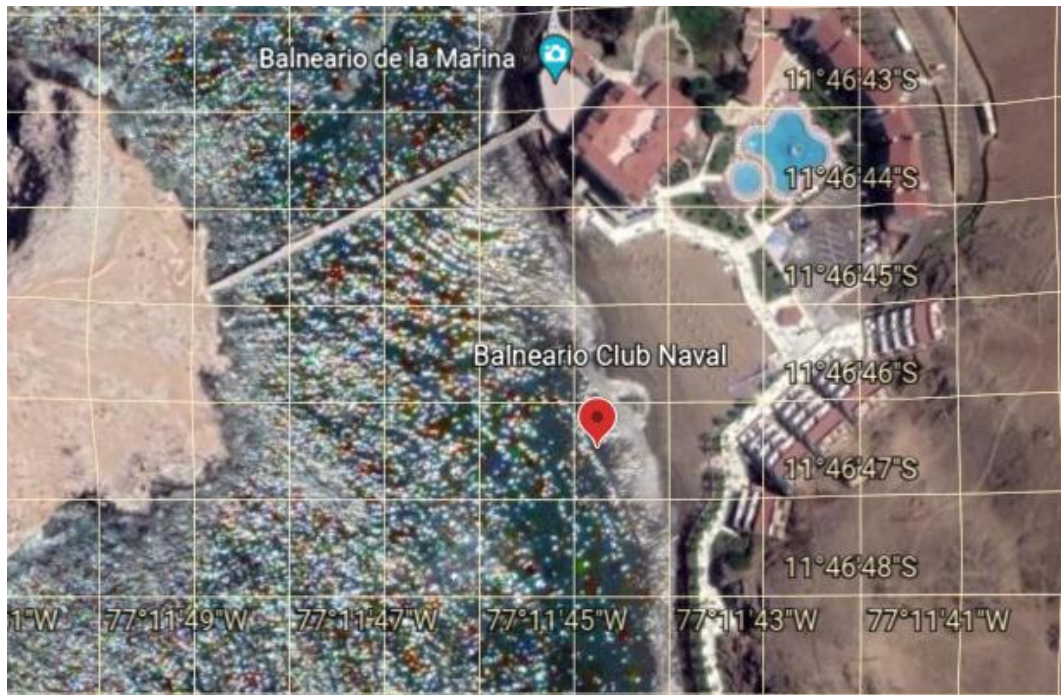


Figura 12: Ubicación del Balneario Club Naval muestreada en Ancón el 08/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Muy muy
- La Playa del Club Naval es una playa privada que no presenta restos de basura. Se observó presencia de aves marinas a pesar de estar muy cerca la zona recreativa del Club. El agua era cristalina y en la zona supramareal había presencia de por lo menos 3 especies de cangrejos. No se observó la presencia de hidrocarburos.

## b.2. Playa Hermosa



Figura 13: Ubicación de la playa Hermosa muestreada en Ancón el 08/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Muy muy
- Playa Hermosa de Ancón se encuentra contaminada por basura ya que se encuentra muy cerca de la zona residencial. No se observó presencia de petróleo y/o aceites en el agua o en la arena. A pesar de tener constante vigilancia por parte de la municipalidad para evitar el ingreso a la playa, se observó varios grupos de personas realizando actividades recreativas. No había presencia de aves marinas, pero se avistaron algunos pelícanos muertos en la zona supramareal. La contaminación por basura tiene cierto grado preocupante ya que aparte de plásticos se observaron piezas de metal.

### b.3. Playa Miramar

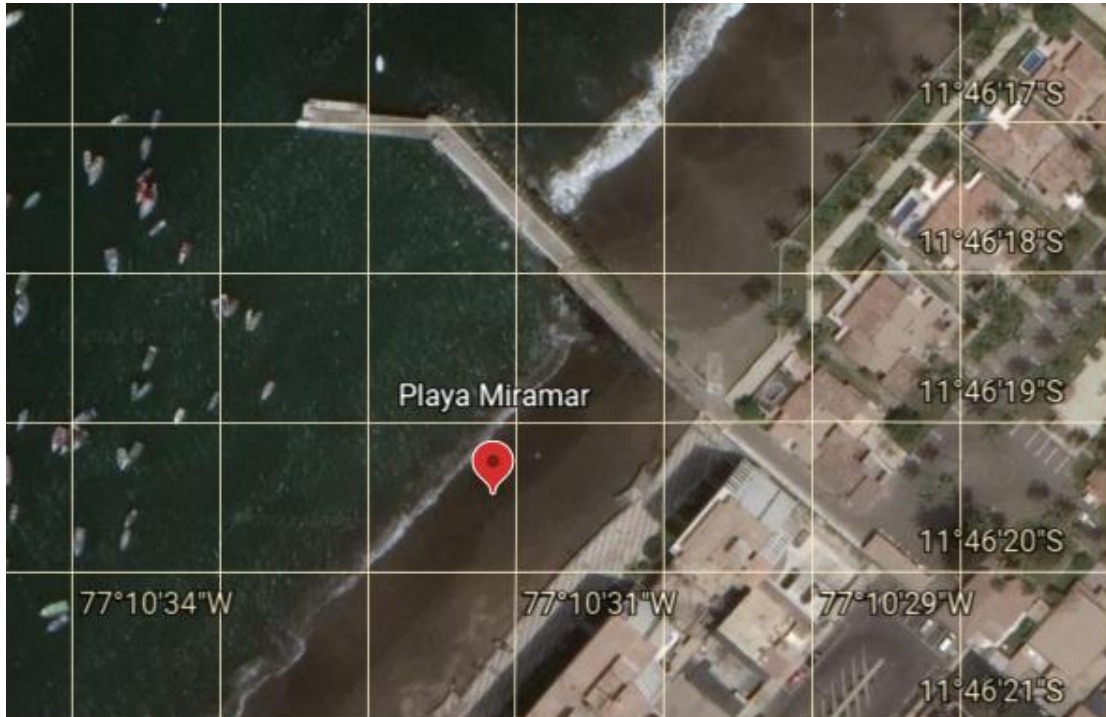


Figura 14: Ubicación de la playa Miramar muestreada en Ancón el 08/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Muy muy
- La playa de Miramar en Ancón se encuentra contaminada por basura a pesar de encontrarse cerrada, esto se debe a que se encuentra cerca de la zona comercial de Ancón y está al lado del muelle. Se observaron personas realizando actividades recreativas a la orilla del mar. No se observó presencia de petróleo y/o aceites en el agua o en la arena. Por ser una zona muy concurrida no había presencia de aves marinas. Habían algas varadas en la zona intermareal.



#### b.4. Playa Las Conchitas

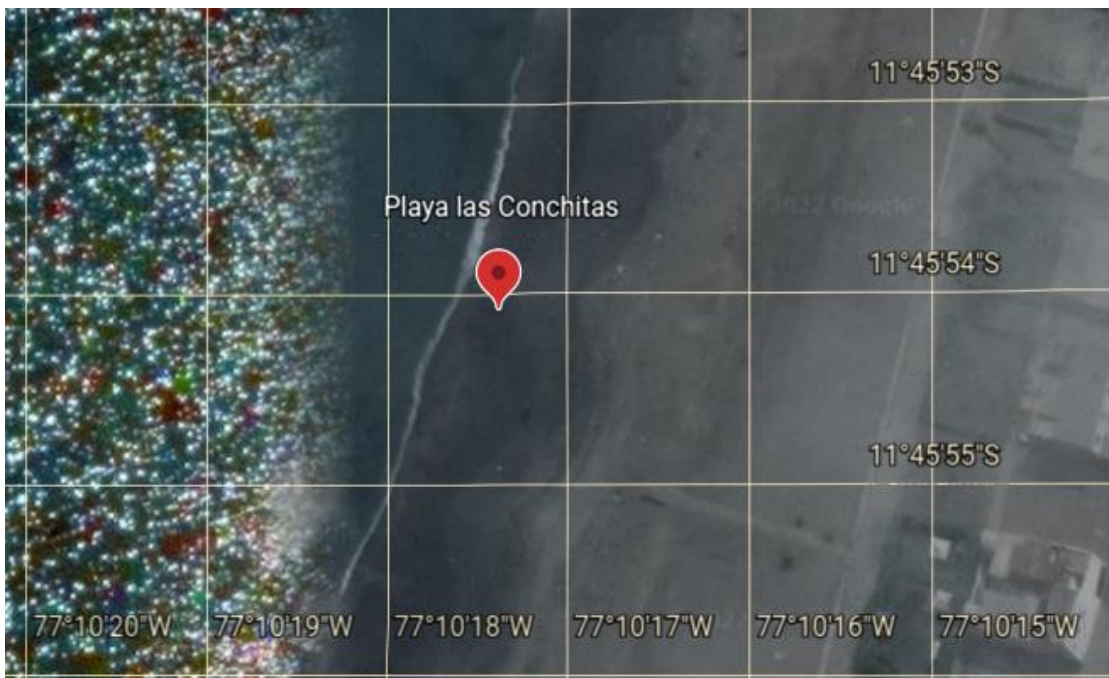


Figura 15: Ubicación de la playa Las Conchitas muestreada en Ancón el 08/12/2022.

- Especies encontradas:
- Muy muy



- La playa Las Conchitas presentaba arena abundante de conchuelas. Se encuentra contaminada por basura en la zona supramareal e intermareal. No se observó presencia de petróleo y/o aceites. Se observaron varios grupos de personas a lo largo de la playa realizando actividades recreativas a pesar del ligeramente alto grado de contaminación del agua por plásticos.

### c) Playas de Chancay



Figura 16: Playas recorridas y muestreadas en Chancay.

### c.1. Playa Chacra y Mar



Figura 17: Ubicación de la playa Chacra y Mar muestreada en Chancay el 08/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Muy muy
- La playa de Chacra y mar no presentaba signos de contaminación por hidrocarburos. No se observó presencia de aves marinas en la zona.

### c.2. Playa Cascajo



Figura 18: Ubicación de la playa Cascajo muestreada en Chancay el 09/12/2022.



- Especies encontradas:
- Muy muy



- En la zona de la playa Cascajo, se observó alta presencia de aves marinas, especialmente de Gaviotín común. No se observó signos de contaminación por plásticos; sin embargo, a pesar de tener agua cristalina y aparentemente limpia, se encontró un efluente de aguas residuales que generaba un pequeño ecosistema pantanoso donde algunas aves buscan comida. La zona se caracterizaba por emitir olor desagradable y tener abundantes moscas, además de observarse basura característica de actividades domésticas (heces humanas, restos de comida, etc.)

### c.3. Muelle de Chancay

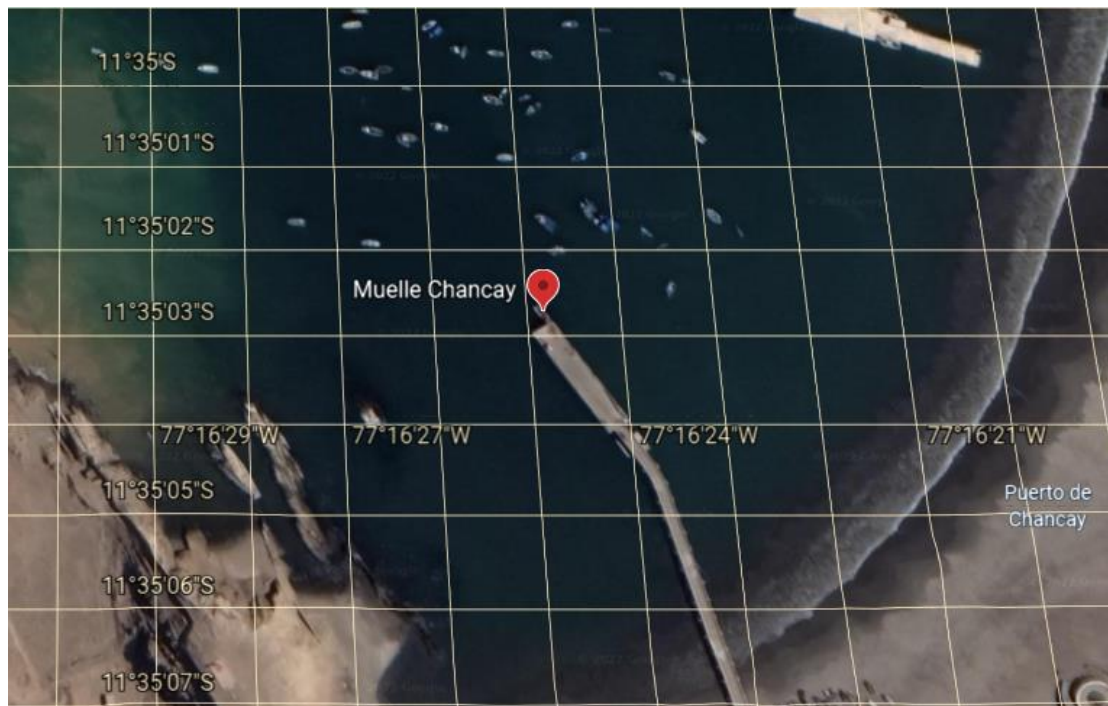


Figura 19: Ubicación del muelle de Chancay muestreada el 03/12/2022.

- Especies encontradas:
- Choro

- Las playas al norte del Muelle de Chancay presentaron un Bloom algal durante la semana del muestreo. No se observó presencia de hidrocarburos flotantes en el agua o en la arena. La mayor concentración de muy muy se observó en la zona intermareal al frente de la planta de Austral Group. A lo largo de la playa se observó presencia de aves playeras y se avistaron por lo menos 5 pelícanos muertos. A pesar de no ser playas de uso recreativo o concurridas por alguna otra actividad, se observó contaminación por basura y plásticos.

#### c.4. Playa Chorrillos de Chancay



Figura 20: Ubicación de la playa Chorrillos muestreada en Chancay el 03/12/2022.

- Especies encontradas:
  - Choro
  - Muy muy
  - Cangrejo
  - Alga



- En la playa entre el Castillo de Chancay y el Mirador no se observó presencia de petróleo y/o aceites. Esta playa no tenía mucha presencia de muy muy y/o fauna en general. Conversando con algunos pescadores de orilla, se denunció la pesca con explosivos que se da por la zona, que se evidenciaba con el varamiento de cangrejos, choros y algas. No se observó presencia de aves playeras o pelícanos muertos. Toda la zona presentaba salidas de agua de acuíferos que llegaban al mirador.
- **En resumen, ninguna playa mostró evidencias de contaminación por hidrocarburos**

### **4.3 ANEXO 3: Muestreo hidrobiológico en la Franja Costera de Ventanilla y Chancay**

#### **1. Introducción**

La franja litoral comprendida entre Ventanilla (por el sur) y Chancay (por el norte), así como los recursos hidrobiológicos y especies marinas sin uso comercial de esas localidades, fueron afectados por el derrame de 10,400 barriles de petróleo tipo crudo de Buzios al mar hace 10 meses. En estas zonas se impusieron medidas de restricción en las capturas y colección de recursos hidrobiológicos, basados en los estudios relativamente inmediatos realizados por entidades del Estado Peruano.

Las zonas afectadas identificadas en los citados estudios, han sufrido cambios desde que ocurrió el derrame y propagación del petróleo en el mar. Estos cambios fueron, por un lado, inducidos por el hombre mediante las acciones de limpieza de las zonas costeras y el mar litoral y, por otro lado, generados por los embates de las corrientes costeras, el oleaje en playa y sobre todo en peñas e islotes, y por la misma degradación de las sustancias vertidas al mar a lo largo de los meses que han pasado hasta la fecha.

Es por ello que la empresa Gestión Pesquera Sostenible S.A.C. en adelante GPS, ha realizado un estudio detallado y científicamente sustentado de las condiciones ambientales reales y actuales de la zona afectada de acuerdo a los resultados de informes oficiales anteriores, que incluyen los muestreos biológicos de los recursos hidrobiológicos y otras especies marinas que constituyen indicadores biológicos de la persistencia de la contaminación por hidrocarburos. Los resultados de dicho estudio, servirán para determinar la real situación actual y para que la empresa REPSOL los difunda entre la comunidad científica y público en general.

En este sentido, la presente investigación estará liderada por el Dr. Luis Alfredo Icochea Salas, y contará con un equipo científico multidisciplinario, experto para cada etapa del estudio, puntualmente, respecto al presente informe sobre el muestreo biológico y su análisis acerca de la presencia de hidrocarburos totales.

El análisis de hidrocarburos totales presentes en las muestras colectadas en las zonas de muestreo, las cuales han sido elegidas considerando las evaluaciones previas y cuidando que aseguren una correcta base de verificación de la persistencia o ausencia de hidrocarburos en las zonas anteriormente calificadas como contaminadas.



## 2. Objetivo

Esclarecer el estado de los recursos marinos de las zonas afectadas por el derrame ocurrido el 15 de enero del 2022. Estas zonas comprenden desde Ventanilla hasta el norte de Chancay.

## 3. Metodología

En la presente investigación, con la finalidad de conocer la presencia de hidrocarburos totales en las especies hidrobiológicas, peces y mariscos, presentes entre la playa de Ventanilla, Ancón y Chancay, se seguirán los siguientes pasos para la recopilación de información biológica:

- Se colectaron 109 muestras entre peces y mariscos (moluscos y crustáceos).
- Los puntos de muestreo fueron: Ventanilla frente a REPSOL, Playa Cavero, Bahía Blanca, Santa Rosa, Club de la Marina, Punta de Ancón, Ancón, Las Conchitas, Pasamayo Reserva, Pasamayo Norte, Chacra y Mar, Punta Chancay, Chancay Castillo y Chancayllo.
- Los medios de captura fueron a través de red de malla fina para peces y crustáceos y de recolección con buzo para peces, crustáceos y moluscos.
- Todas las muestras fueron colectadas siguiendo los protocolos establecidos por el laboratorio de análisis, que consiste en cubrir cada espécimen con papel aluminio, colocarlas en bolsas herméticas de plástico y rotularlas con la información pertinente.
- El laboratorio realizó mediciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40) en todas las muestras biológicas colectadas, mediante el método “EPA METHOD 8015C Rev. 03, (VALIDADO - Aplicado fuera de alcance) 2019” de cromatografía por gas, el cual está acreditado para peces por la International Analytical Services (IAS), con la acreditación IAS TL-833. Cabe resaltar que este ensayo sirve para detectar hidrocarburos en mariscos (moluscos y crustáceos), pero estos no están considerados dentro de la acreditación mencionada.

## 4. Materiales

- 01 Embarcación artesanal de pesca
- 02 Red de enmalle.
- 01 Equipo compresor para buzo.
- 01 Equipo de buzo.
- 02 Arpón para buzo.
- 02 Cajas Isotérmicas de 100 litros cada una.
- 01 Caja isotérmica de 20 litros.
- 30 Bolsas de hielo.
- 50 Pares de Guantes de jebe.
- 07 Rollos de Papel aluminio.

- 150 Bolsas ziploc.
- 200 Etiquetas autoadhesivas.
- 02 Marcadores indelebles.
- 01 Cuaderno de apuntes.
- 01 GPS manual portátil.
- 01 Cámara fotográfica acuática digital.

## 5. Equipo técnico

- La planificación y ejecución del muestreo biológico-pesquero estará a cargo del Ing. José Antonio Alvarez De los Santos.
- El profesional técnico de apoyo es el Bachiller Ccasani de la Cruz.
- La tripulación del bote de pesca, conformada por 3 experimentados pescadores artesanales y conocedores de las zonas de muestreo.
- Buzo pescador artesanal y marisquero y su ayudante.
- Camarógrafo de la empresa Kokonomi.

## 6. Zona de muestreo

La zona de muestreo es la franja litoral comprendida entre Ventanilla (por el sur) y Chancay (por el norte), la cual se resalta a continuación:



*Figura 21: Zona de muestreo realizado el 06/12/2022 y 07/12/2022.*

La recolección de muestras en el litoral a bordo de las embarcaciones artesanales se inició el día 3 de diciembre frente a Chancay, desde la punta de Chancay al sur hasta Chancayllo al norte. Luego, continuo el día 6 y 7 de diciembre desde Ventanilla hasta Chancay.

Las playas consideradas en el muestreo son las siguientes:

- Costa Azul y Cavero

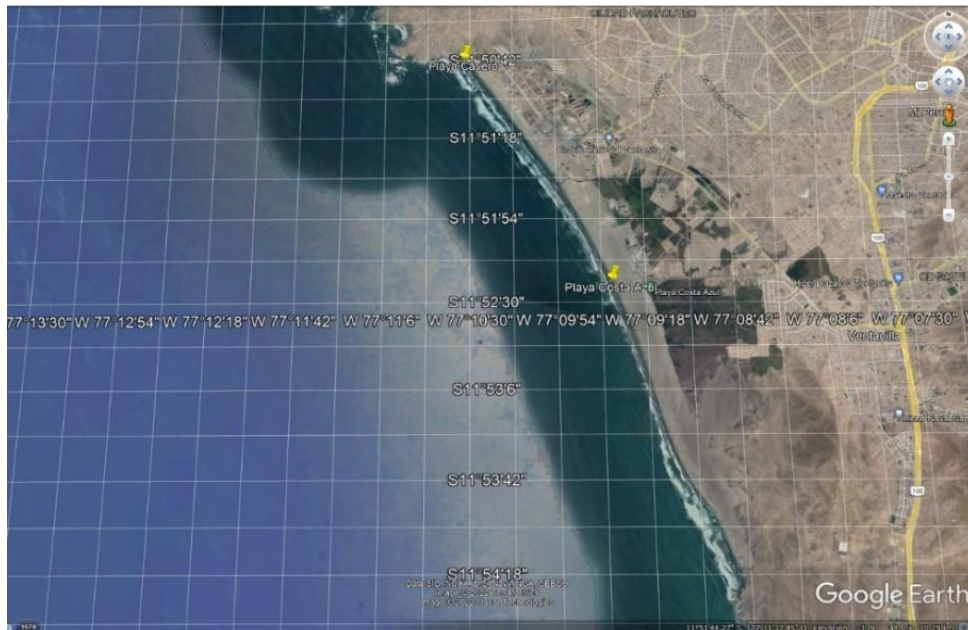


Figura 22: Costa Azul y Cavero realizada el 06/12/2022

- Bahía Blanca

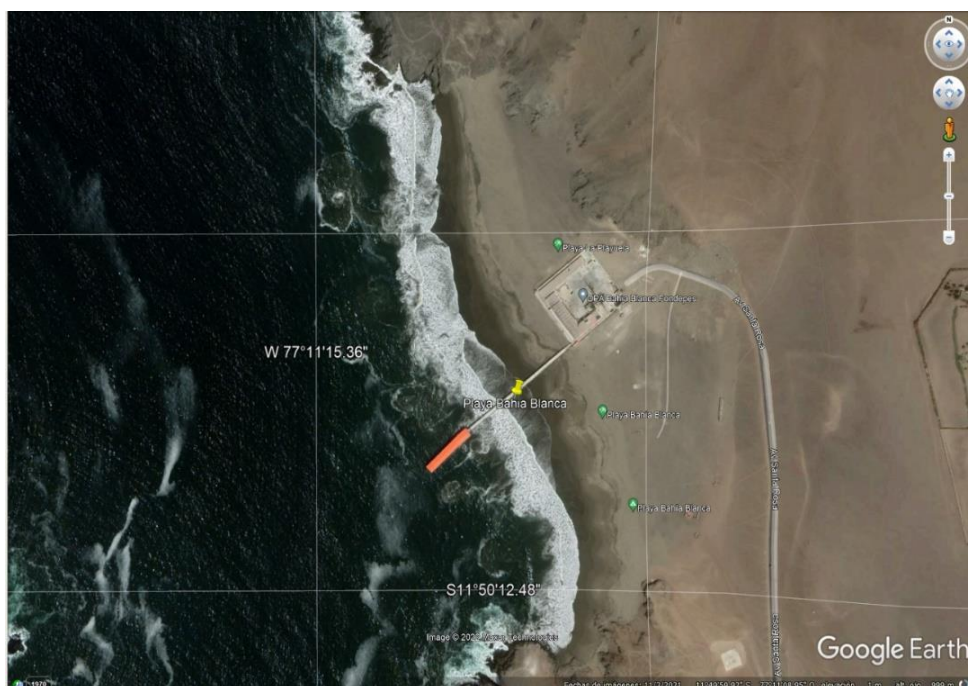


Figura 23: Bahía Blanca realizada el 06/12/2022



- Santa Rosa, Los Corales y Playa Grande 2

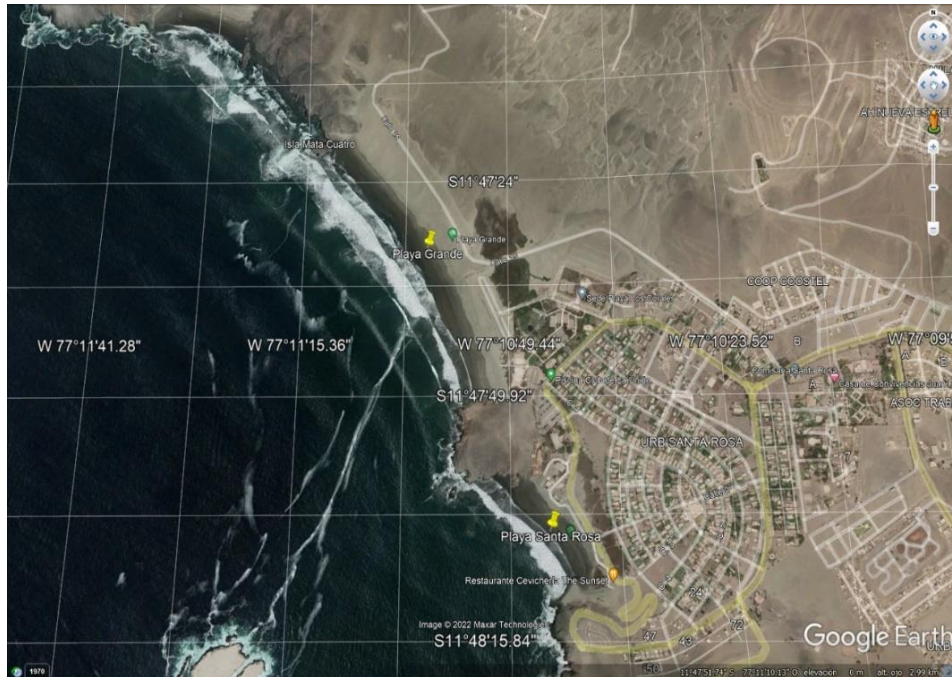


Figura 24: Santa Rosa, Los Corales y Playa Grande 2 realizada el 06/12/2022

- Playas entre Club Naval y Ancón

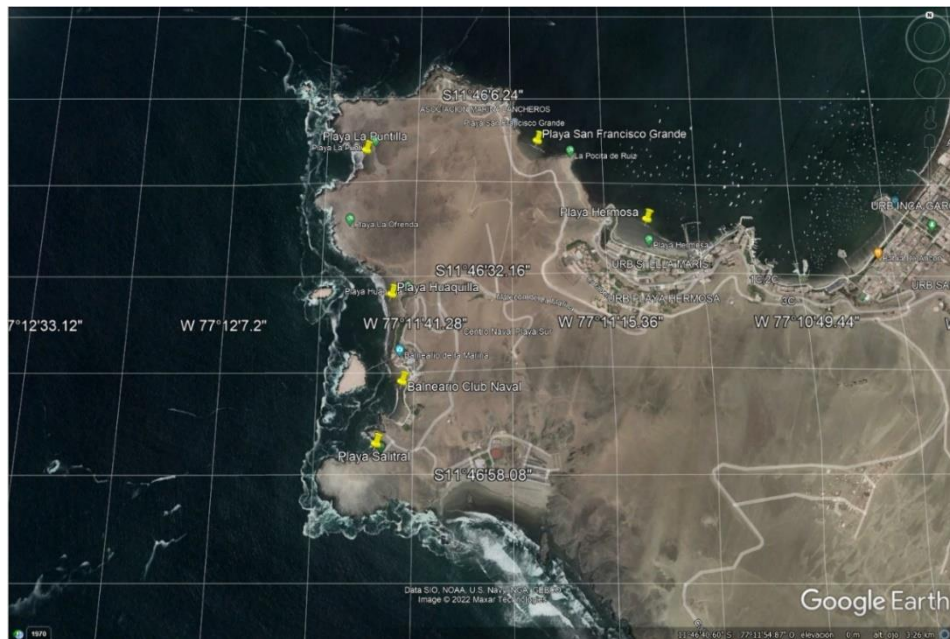


Figura 25: Playas entre Club Naval y Ancón realizada el 06/12/2022 y 07/12/2022

- Playas de Ancón a Pasamayo

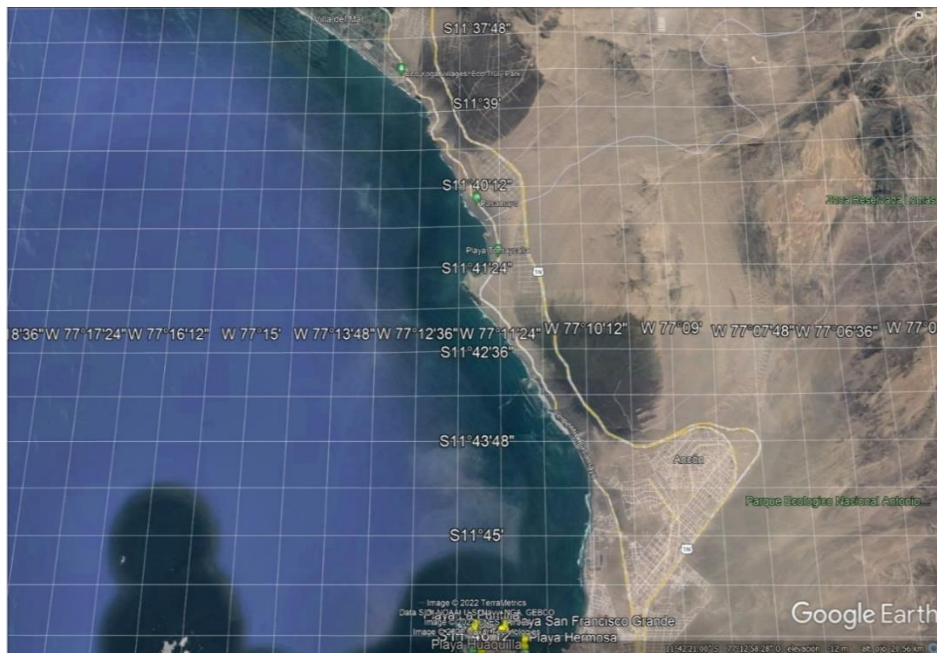


Figura 26: Playas de Ancón a Pasamayo realizada el 07/12/2022

- Chacra y Mar

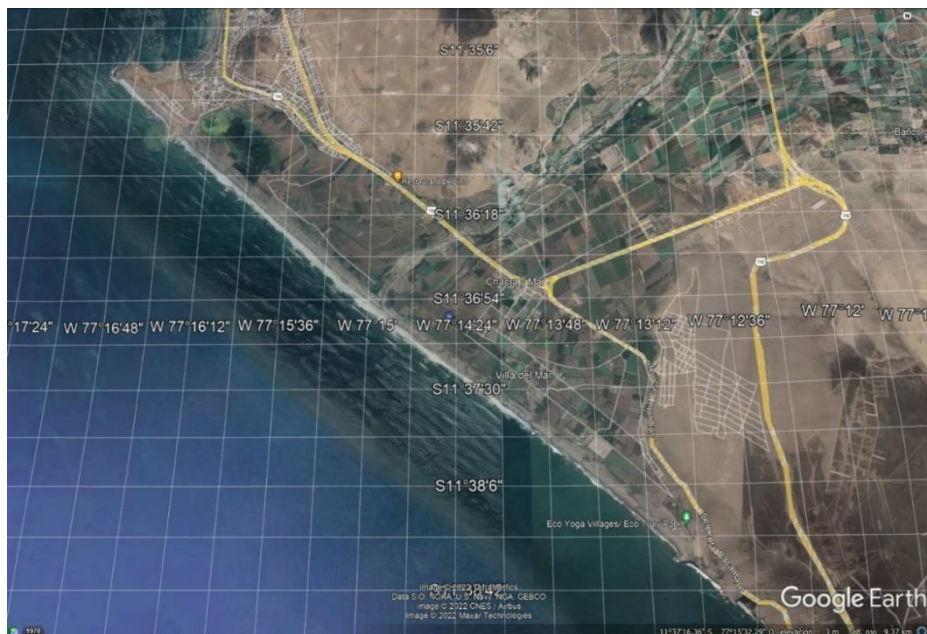


Figura 27: Chacra y Mar realizada el 07/12/2022



Chancay

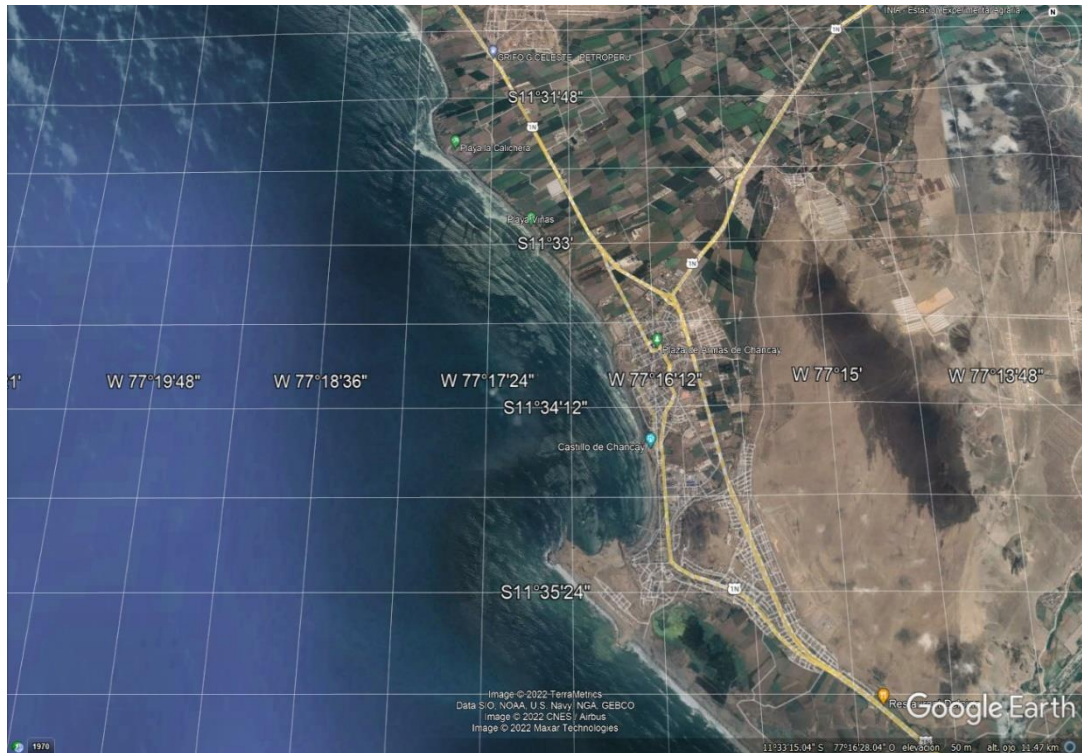


Figura 28: Chancay realizada el 07/12/2022

## 7. Punto de muestreo

Como se ha mostrado líneas arriba, los puntos del litoral donde se realizaron colecciones de muestras biológicas se muestran en el siguiente mapa:

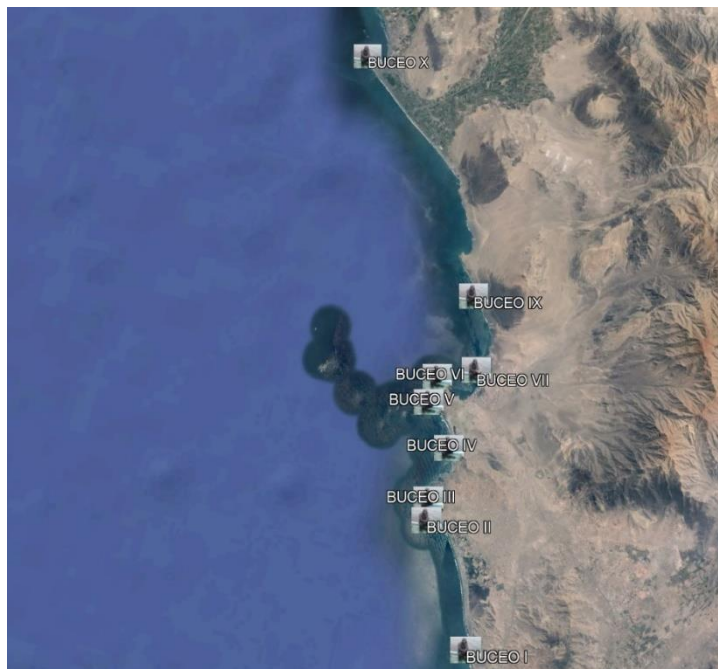


Figura 29: Muestreo desde Ventanilla hasta Chancay realizado del 06/12/2022 al 07/12/2022



## 8. Resultados

Se capturaron en total 6 algas, 34 peces, 35 moluscos y 34 crustáceos, las que suman 109 muestras extraídas en total; de las cuales 84 fueron capturadas en el mar y 25 fueron colectadas por el equipo de playa.

Tipo de Ambiente	Algas	Crustáceos	Moluscos	Peces	Total general
Mar	3	15	32	34	84
Playa	3	19	3		25
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>109</b>

Las muestras se dejaron perfectamente conservadas en el laboratorio de análisis, según las cadenas de custodia respectivas. El detalle de los especímenes muestreados fue los siguientes:

Informe de Ensayo	Fecha	Ambiente	Punto de Muestreo	Especímen	Resultado (mg/Kg)	Grupo
IE-22-21999	3/12/2022	Playa	PLAYAS	CHORO	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Playa	PLAYAS	MUYMUY	<10,00	Crustáceo
IE-22-21999	3/12/2022	Playa	PLAYAS	CANGREJO	<10,00	Crustáceo
IE-22-21999	3/12/2022	Playa	PLAYAS	ALGA	<10,00	Alga
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	ESTRELLA	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	ERIZO	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	CARACOL	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	HERRIN	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	CANGREJO POPEYE	<10,00	Crustaceo
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	CANGREJO VIOLACEO	<10,00	Crustaceo
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	CARACOL	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	CANGREJO	<10,00	Crustaceo
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	CHITON	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	BARQUILLO HEMBRA	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PEÑA DEL CASTILLO	ALGA	<10,00	Alga
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	CABINZA	<10,00	Pez
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	CHITA	<10,00	Pez
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	MACHETE	<10,00	Pez
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	MALAGUA	<10,00	Molusco
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	LORNA	<10,00	Pez
IE-22-21999	3/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	LENGUADO	<10,00	Pez
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	ERIZO	<10,00	Molusco
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	CANGREJO MORO	<10,00	Crustaceo

Informe de Ensayo	Fecha	Ambiente	Punto de Muestreo	Espécimen	Resultado (mg/Kg)	Grupo
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	CANGREJO PELUDO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	CARACOL PLOMO	<10,00	Molusco
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	CARACOL THAIS	<10,00	Molusco
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	CARACOL ROJO	<10,00	Molusco
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	BARQUILLO	<10,00	Molusco
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	LAPA	<10,00	Molusco
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	CHORITOS	<10,00	Molusco
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	CLUB NAVAL	ALGA	<10,00	Alga
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	SANTA ROSA	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	SANTA ROSA	ALGA ROJA	<10,00	Alga
IE-22-22206	6/12/2022	Mar	SANTA ROSA	POLIPOS	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	ALGA1	<10,00	Alga
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	CANGREJO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	CHORO	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	ALGA	<10,00	Alga
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	ANEMONA	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	CANGREJO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Playa	CHANCAY	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	ESTRELLA DE MAR	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	ESTRELLA CELESTE	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	CARACOL THAIS	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	CHITON	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	CANGREJO PELUDO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	CANGREJO IPIVA	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	CANGREJO HERMITAÑO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	CARACOL NEGRO	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	CANGREJO BARQUILLA	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	ERIZO	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	MEDUZA ROJA	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	CAVERO	MALAGUA	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	CHORO	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	ESTRELLA	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	CANGREJO PELUDO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	ERIZO	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	TERRA CACHA	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	CANGREJO PUÑETE	<10,00	Crustaceo

Informe de Ensayo	Fecha	Ambiente	Punto de Muestreo	Espécimen	Resultado (mg/Kg)	Grupo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	CANGREJO VIOLACEO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	LAPA	<10,00	Molusco
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	RAYA	<10,00	Pez
IE-22-22213	6/12/2022	Mar	BAHIA BLANCA	LENGUADO	<10,00	Pez
IE-22-22468	7/12/2022	Mar	PUNTA ANCON	SOL DE MAR	<10,00	Molusco
IE-22-22468	7/12/2022	Mar	PUNTA ANCON	BABOSA	<10,00	Molusco
IE-22-22468	7/12/2022	Mar	PUNTA ANCON	PEPINO	<10,00	Molusco
IE-22-22468	7/12/2022	Mar	PUNTA ANCON	BAGRE	<10,00	Pez
IE-22-22468	7/12/2022	Mar	RESERVA PASAMAYO	DONCELLA	<10,00	Pez
IE-22-22468	7/12/2022	Mar	RESERVA PASAMAYO	BORRACHO	<10,00	Pez
IE-22-22468	7/12/2022	Mar	RESERVA PASAMAYO	PINTADILLA	<10,00	Pez
IE-22-22468	7/12/2022	Mar	RESERVA PASAMAYO	PEJERREY	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	FARO DE CHANCAY	ANCHOVETA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	JUREL	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	LENGUADO	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	LORNA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	LORNA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	LORNA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	CHITA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	BURRO	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	BURRO	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	LISA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	CABINZA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	CABINZA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	CABINZA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	CORVINILLA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	CORVINILLA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	TRAMBOYO	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	PUNTA CHANCAY	LENGUADO	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	LENGUADO	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	CHITA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	LORNA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	LORNA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	LORNA	<10,00	Pez
IE-22-22487	7/12/2022	Mar	CHANCAYLLO	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22979	8/12/2022	Playa	PLAYAS	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22979	8/12/2022	Playa	PLAYAS	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22979	8/12/2022	Playa	PLAYAS	CANGREJO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22979	8/12/2022	Playa	PLAYAS	CANGREJO	<10,00	Crustaceo
IE-22-22981	8/12/2022	Playa	PLAYAS	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22981	8/12/2022	Playa	PLAYAS	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22981	8/12/2022	Playa	PLAYAS	MUYMUY	<10,00	Crustaceo
IE-22-22981	8/12/2022	Playa	PLAYAS	MUYMUY	<10,00	Crustaceo

Informe de Ensayo	Fecha	Ambiente	Punto de Muestreo	Espécimen	Resultado (mg/Kg)	Grupo
IE-22-22981	8/12/2022	Playa	PLAYAS	MUYMUY	<10,00	Crustaceo

De acuerdo a lo descrito en la metodología, las muestras se capturaron en diversos puntos del litoral comprendido entre Ventanilla y Chancay, de acuerdo al siguiente detalle donde se listan las playas de Norte a Sur:

Punto de Captura	Algas	Crustáceos	Moluscos	Peces	Total general
PLAYAS	1	11	1		13
CHANCAYLLO		1	1	8	10
PEÑA DEL CASTILLO	1	3	7		11
PUNTA CHANCAY				18	18
FARO DE CHANCAY				1	1
CHANCAY	2	8	2		12
RESERVA PASAMAYO				4	4
PUNTA ANCON			3	1	4
CLUB NAVAL	1	2	7		10
SANTA ROSA	1	1	1		3
BAHIA BLANCA		4	5	2	11
CAVERO		4	8		12
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>109</b>

Los resultados de los análisis presentan en su totalidad hidrocarburos por debajo del límite mínimo detectable por el método utilizado, que es el de Hidrocarburos Totales de Petróleo. (C10-C40), mediante “Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography”. La norma de referencia de este método es la “EPA METHOD 8015C Rev. 03 (VALIDADO – Aplicado fuera de alcance) 2019”. Siendo los resultados encontrados por debajo de los 10 mg por kilogramo de muestra, lo cual se traduce en ausencia de hidrocarburos.

Se muestran a continuación los informes de laboratorio de las **muestras presentadas con los datos en cadena de custodia:**



ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										N.º	P.º		
Datos del cliente		Orden de servicio: SO - 2022 - 6281										Pág.	1 de 3		
Razón Social: GESTIÓN PESQUERA S.A.C.		Plan de Muestreo:										Informe de ensayo:			
Persona de contacto: José Antonio Álvarez De Los Santos		Procedencia o lugar de muestreo: Chancay													
Nombre del proyecto: Monitoreo hidrobiológico en las zonas de Ventanilla, Ancon y Chancay															
ID	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación		Nº Frascos			PARAMETROS DE ENSAYO				OBSERVACIONES	
			Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Coordenadas (UTM)		V	P	B	Hidrocarburos					
1	Choro 1		F: 3/12/2022 H: 9:15 a. m.	Tejido Biológico	N: 871847 E: 252069				1	X					Extraídas de la zona baja del muelle, sin presencia de hidrocarburos. Alta productividad primaria.
2	Muyumuy		F: 3/12/2022 H: 10:02 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718616 E: 252320				1	X					Encontrados en la arena seca y debajo del agua de mar, sin presencia de hidrocarburos. Alta productividad primaria. Los individuos fueron recolectados cerca a la Planta Austral Group, se observaron restos de heces humanas en la orilla.
3	Cangrejo		F: 3/12/2022 H: 10:05 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718390 E: 252166				1	X					Se encontraron 2 cangrejos debajo del agua de mar (Cangrejo violáceo), sin presencia de hidrocarburos. Alta productividad primaria.
4	Alga		F: 3/12/2022 H: 10:05 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718572 E: 252180				1	X					Alga varada en la arena, sin presencia de hidrocarburos. Alta productividad primaria.
5			F: 3/12/2022 H: 10:05 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718572 E: 252180										
6			F: 3/12/2022 H: 10:05 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718572 E: 252180										
7			F: 3/12/2022 H: 10:05 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718572 E: 252180										
8			F: 3/12/2022 H: 10:05 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718572 E: 252180										
9			F: 3/12/2022 H: 10:05 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718572 E: 252180										

Descripción de equipos utilizados:		Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:		Legenda	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre:	Fecha:	Nombre:	Fecha:	V: Vidrio	Tº amb:	Tº reb:
1			José A. Álvarez De Los Santos	3/12/2022	José A. Álvarez De Los Santos	3/12/2022	P: Plástico	Tº refr:	Temperatura de refrigeración
2							B: Bolsa	C:	Conforme
							N: Norte	F:	Fecha
							E: Este	H:	Hora

Muestreado por:  ALAB  Cliente

Observaciones / Comentarios

Prolongación Zorumbá Mc 02 L13, Asociación Daniel Alcides Carrión, Bellavista, Callao, Lima  
Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC: 20600651901 - T: 0194531389 - 017130636 Cel: 940598588 - 932646458

Figura 30: Cadena de custodia 1

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										N.º	P.º		
Datos del cliente		Orden de servicio: SO - 2022 - 6281										Pág.	2 de 3		
Razón Social: GESTIÓN PESQUERA S.A.C.		Plan de Muestreo:										Informe de ensayo:			
Persona de contacto: José Antonio Álvarez De Los Santos		Procedencia o lugar de muestreo: Chancay													
Nombre del proyecto: Monitoreo hidrobiológico en las zonas de Ventanilla, Ancon y Chancay															
ID	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación		Nº Frascos			PARAMETROS DE ENSAYO				OBSERVACIONES	
			Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Coordenadas (UTM)		V	P	B	Hidrocarburos					
1	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:28 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Erizos extraídos por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
2	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Erizo extraído por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
3	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Caracol negro extraído por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
4	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Herrín extraído por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
5	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Cangrejo popeye extraído por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
6	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Cangrejo violáceo extraído por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
7	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Caracol frías extraído por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
8	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Cangrejo molo extraído por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
9	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8719508 E: 252090				1	X					Chilón extraído por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.

Descripción de equipos utilizados:		Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:		Legenda	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre:	Fecha:	Nombre:	Fecha:	V: Vidrio	Tº amb:	Tº reb:
1			José A. Álvarez De Los Santos	3/12/2022	José A. Álvarez De Los Santos	3/12/2022	P: Plástico	Tº refr:	Temperatura de refrigeración
2							B: Bolsa	C:	Conforme
							N: Norte	F:	Fecha
							E: Este	H:	Hora

Muestreado por:  ALAB  Cliente

Observaciones / Comentarios

Prolongación Zorumbá Mc 02 L13, Asociación Daniel Alcides Carrión, Bellavista, Callao, Lima  
Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC: 20600651901 - T: 0194531389 - 017130636 Cel: 940598588 - 932646458

Figura 31: Cadena de custodia 2

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										N.º	P.º		
Datos del cliente		Orden de servicio: SO - 2022 - 6281										Pág.	3 de 3		
Razón Social: GESTIÓN PESQUERA S.A.C.		Plan de Muestreo:										Informe de ensayo:			
Persona de contacto: José Antonio Álvarez De Los Santos		Procedencia o lugar de muestreo: Chancay													
Nombre del proyecto: Monitoreo hidrobiológico en las zonas de Ventanilla, Ancon y Chancay															
ID	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación		Nº Frascos			PARAMETROS DE ENSAYO				OBSERVACIONES	
			Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Coordenadas (UTM)		V	P	B	Hidrocarburos					
1	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718447 E: 252089				1	X					Barquillo hembra extraída por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
2	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718516 E: 252320				1	X					Barquillo hembra extraída por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
3	Peña 1		F: 3/12/2022 H: 9:30 a. m.	Tejido Biológico	N: 8718390 E: 252166				1	X					Alga extraída por un buzo frente del Castillo Chancay. Alta productividad primaria.
4	Chacayillo		F: 3/12/2022 H: 10:12 a. m.	Pecas	N: 8722104 E: 250605				1	X					Cabinza extraída por red corina. Alta productividad primaria.
5	Chacayillo		F: 3/12/2022 H: 10:12 a. m.	Pecas	N: 8722104 E: 250605				1	X					Chia extraída por red corina. Alta productividad primaria.
6	Chacayillo		F: 3/12/2022 H: 10:12 a. m.	Pecas	N: 8722104 E: 250605				1	X					Machete extraído por red corina. Alta productividad primaria.
7	Chacayillo		F: 3/12/2022 H: 10:12 a. m.	Tejido Biológico	N: 8722104 E: 250605				1	X					Matagua extraída por red corina. Alta productividad primaria.
8	Detrás del puerto		F: 3/12/2022 H: 11:32 a. m.	Pecas	N: 8717950 E: 251052				1	X					Lorna extraída por red corina. Alta productividad primaria.
9	Espigón		F: 3/12/2022 H: 12:03 p. m.	Pecas	N: 8718680 E: 251916				1	X					Languado extraído por red corina. Alta productividad primaria.

Descripción de equipos utilizados:		Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:		Legenda	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre:	Fecha:	Nombre:	Fecha:	V: Vidrio	Tº amb:	Tº reb:
1			José A. Álvarez De Los Santos	3/12/2022	José A. Álvarez De Los Santos	3/12/2022	P: Plástico	Tº refr:	Temperatura de refrigeración
2							B: Bolsa	C:	Conforme
							N: Norte	F:	Fecha
							E: Este	H:	Hora

Muestreado por:  ALAB  Cliente

Observaciones / Comentarios

Prolongación Zorumbá Mc 02 L13, Asociación Daniel Alcides Carrión, Bellavista, Callao, Lima  
Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC: 20600651901 - T: 0194531389 - 017130636 Cel: 940598588 - 932646458

Figura 32: Cadena de custodia 3

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										F-OPe-1.12.1.01 2020-Feb-13	
<b>Datos del cliente</b> Razón Social: GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE S.A.C. Persona de contacto: José Antonio Álvarez De Los Santos Correo / Teléfono: jaallx@gmail.com / 994017332 Nombre del proyecto: Monitoreo hidrobiológico en las zonas de Ventanilla, Ancón y Chancay												Orden de servicio: SO - 2022 - 6281 Pág. 1 de 4	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>												<b>PARAMETROS DE</b>	
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	N° Frascos			Microcamburo a 100 ml	Observaciones			
						V	P	B					
1	PTA-Ancón-sol de mar		F: 7/02/2022 H: 08:47	Tejido Biológico	N: 8696253 E: 262996			1	X	frente a Punta Ancón			
2	PTA-Ancón-Babosa		F: 7/02/2022 H: 08:47	Tejido Biológico	N: 8696253 E: 262996			1	X	frente a Punta Ancón			
3	PTA-Ancón-Papino		F: 7/02/2022 H: 08:47	Tejido Biológico	N: 8696253 E: 262996			1	X	frente a Punta Ancón			
4	PTA-Ancón-Bagre		F: 7/02/2022 H: 08:47	Tejido Biológico	N: 8696253 E: 262996			1	X	frente a Punta Ancón			

<b>Descripción de equipos utilizados:</b>			<b>Muestreado por:</b>		<b>Cliente:</b>		<b>Recepción de muestra:</b>		<b>Leyen</b>	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre:	José A. Álvarez De Los Santos	José A. Álvarez De Los Santos	Fecha:	7/02/2022	7/02/2022	V: Vidrio P: Plástico B: Bolsa N: Norte E: Este	Temperatura ambiente Temperatura de refrigeración Conforme No conforme Fecha Hora
1			Fecha:	7/02/2022	7/02/2022	Firma:				
2										

Figura 33: Cadena de custodia 4

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										F-OPe-1.12.1.01 2020-Feb-13	
<b>Datos del cliente</b> Razón Social: GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE S.A.C. Persona de contacto: José Antonio Álvarez De Los Santos Correo / Teléfono: Nombre del proyecto: Monitoreo hidrobiológico en las zonas de Ventanilla, Ancón y Chancay												Orden de servicio: SO - 2022 - 6281 Pág. 2 de 4	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>												<b>PARAMETROS DE</b>	
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	N° Frascos			Microcamburo a 100 ml	Observaciones			
						V	P	B					
1	Reserva-Doncella		F: 7/02/2022 H: 12:21	Tejido Biológico	N: 872935 E: 270389			1	X	Frente a la reserva de Ancón			
2	Reserva-borracho		F: 6/02/2022 H: 12:21	Tejido Biológico	N: 872935 E: 270389			1	X	Frente a la reserva de Ancón			
3	Reserva-pintadilla		F: 6/02/2022 H: 12:21	Tejido Biológico	N: 872935 E: 270389			1	X	Frente a la reserva de Ancón			
4	Reserva-pejerrey		F: 6/02/2022 H: 12:21	Tejido Biológico	N: 872935 E: 270389			1	X	Frente a la reserva de Ancón			

<b>Descripción de equipos utilizados:</b>			<b>Muestreado por:</b>		<b>Cliente:</b>		<b>Recepción de muestra:</b>		<b>Leyen</b>	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre:	José A. Álvarez De Los Santos	José A. Álvarez De Los Santos	Fecha:	7/02/2022	7/02/2022	V: Vidrio P: Plástico B: Bolsa N: Norte E: Este	Temperatura ambiente Temperatura de refrigeración Conforme No conforme Fecha Hora
1			Fecha:	7/02/2022	7/02/2022	Firma:				
2										

Figura 34: Cadena de custodia 5

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										F-OPe-1.12.1.01 2020-Feb-13	
<b>Datos del cliente</b> Razón Social: GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE S.A.C. Persona de contacto: José Antonio Álvarez De Los Santos Correo / Teléfono: Nombre del proyecto: Monitoreo hidrobiológico en las zonas de Ventanilla, Ancón y Chancay												Orden de servicio: SO - 2022 - 6281 Pág. 4 de 4	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>												<b>PARAMETROS DE</b>	
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	N° Frascos			Microcamburo a 100 ml	Observaciones			
						V	P	B					
1	Faro-anchoveta		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	frente al Faro de Chancay			
2	Chancay-jurel		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	en el frente sur de la punta del faro de Chancay			
3	Chancay-tenguado 3		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	en el frente sur de la punta del faro de Chancay			
4	Chancay-lorna 4		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	en el frente sur de la punta del faro de Chancay			
5	Chancay-lorna 5		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	en el frente sur de la punta del faro de Chancay			
6	Chancay-lorna 6		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	en el frente sur de la punta del faro de Chancay			
7	Chancay-chila 3		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	en el frente sur de la punta del faro de Chancay			
8	Chancay-burro 1		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	en el frente sur de la punta del faro de Chancay			
9	Chancay-burro 2		F: 7/02/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261911			1	X	en el frente sur de la punta del faro de Chancay			

<b>Descripción de equipos utilizados:</b>			<b>Muestreado por:</b>		<b>Cliente:</b>		<b>Recepción de muestra:</b>		<b>Leyen</b>	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre:	José A. Álvarez De Los Santos	José A. Álvarez De Los Santos	Fecha:	7/02/2022	7/02/2022	V: Vidrio P: Plástico B: Bolsa N: Norte E: Este	Temperatura ambiente Temperatura de refrigeración Conforme No conforme Fecha Hora
1			Fecha:	7/02/2022	7/02/2022	Firma:				
2										

Figura 35: Cadena de custodia 6

Punto de muestreo / Estación		Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	N° Frascos			PARAMETROS DE Muestreo			OBSERVACIONES	
Coordenadas (UTM)		V	P	B	Hidrobiológico	OT	OT	OT	OT	OT			
16	Chancay-lisa		F: 7/12/2022 H: 19:00 P. m.	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261791				1	X			en el frente sur de la punta del faro de Chancay
17	Chancay-Cabinza 1		F: 7/12/2022 H: 19:00 P. m.	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261791				1	X			en el frente sur de la punta del faro de Chancay
18	Chancay-Cabinza 2		F: 7/12/2022 H: 19:00 P. m.	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261791				1	X			en el frente sur de la punta del faro de Chancay
19	Chancay-Cabinza 3		F: 7/12/2022 H: 19:00 P. m.	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261791				1	X			en el frente sur de la punta del faro de Chancay
20	Chancay-cornivililla 1		F: 7/12/2022 H: 19:00 P. m.	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261791				1	X			en el frente sur de la punta del faro de Chancay
21	Chancay-cornivililla 2		F: 7/12/2022 H: 19:00 P. m.	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261791				1	X			en el frente sur de la punta del faro de Chancay
22	Chancay-tramboyo		F: 7/12/2022 H: 19:00 P. m.	Tejido Biológico	N: 8703878 E: 261791				1	X			en el frente sur de la punta del faro de Chancay

Descripción de equipos utilizados:		Muestreado por:	Cliente:	Recepción de muestra:	Leyen
1	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre: José A. Álvarez De Los Santos Fecha: 7/12/2022 Firma:	Nombre: José A. Álvarez De Los Santos Fecha: 7/12/2022 Firma:	V: Vidio P: Temperatura ambiente R: Rístico B: Temperatura de refrigeración Bolsa N: Conforme Norte E: No conforme Este: Fecha Hora

Figura 36: Cadena de custodia 7

Punto de muestreo / Estación		Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	N° Frascos			PARAMETROS DE Muestreo			OBSERVACIONES	
Coordenadas (UTM)		V	P	B	Hidrobiológico	OT	OT	OT	OT	OT			
1	Chancay-lenguado 1		F: 7/12/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8719544 E: 252144				1	X			frente Castillo de Chancay
2	Chancay-lenguado 2		F: 7/12/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8719544 E: 252144				1	X			frente Castillo de Chancay
3	Chancay-chita 1		F: 7/12/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8719544 E: 252144				1	X			frente Castillo de Chancay
4	Chancay-chita 2		F: 7/12/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8719544 E: 252144				1	X			frente Castillo de Chancay
5	Chancay-lorna 1		F: 7/12/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8719544 E: 252144				1	X			frente Castillo de Chancay
6	Chancay-lorna 2		F: 7/12/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8719544 E: 252144				1	X			frente Castillo de Chancay
7	Chancay-lorna 3		F: 7/12/2022 H: 19:00	Tejido Biológico	N: 8719544 E: 252144				1	X			frente Castillo de Chancay

Descripción de equipos utilizados:		Muestreado por:	Cliente:	Recepción de muestra:	Leyen
1	Código interno del equipo	Nombre de equipo	Nombre: José A. Álvarez De Los Santos Fecha: 7/12/2022 Firma:	Nombre: José A. Álvarez De Los Santos Fecha: 7/12/2022 Firma:	V: Vidio P: Temperatura ambiente R: Rístico B: Temperatura de refrigeración Bolsa N: Conforme Norte E: No conforme Este: Fecha Hora

Figura 37: Cadena de custodia 8

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										F. 1 F.-OPE-1.12.1 R.U. 01 L.V. 2020-Feb-13			
<b>Datos del cliente</b>												Orden de servicio: SO - 2022 - 6281		Pág. 1 de 1	
Razón Social: GESTIÓN PESQUERA S.A.C.												Plan de Muestreo:			
Persona de contacto: José Antonio Álvarez De Los Santos Correo / Teléfono:												Informe de ensayo:			
Nombre del proyecto: Monitoreo hidrobiológico en las zonas de Ventanilla, Ancon y Chancay												Procedencia o lugar de muestreo: Chancay			
ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO								OBSERVACIONES		
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación		N° Frascos			Hidrocáburos tot.		OBSERVACIONES			
					Coordenadas (UTM)		V	P	B						
1	Muymuy1		F: 9/12/2022 H: 11:26 a. m.	Tejido Biológico	N: 8717116 E: 252168				1	X			Muymuy recogido en la playa de Cascajo, cerca al humedal de Santa Rosa - Chancay		
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															

Descripción de equipos utilizados:		Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:		Legenda	
Item	Código interno del equipo	Nombre del equipo	Nombre:	José A. Álvarez De Los Santos	José A. Álvarez De Los Santos			V: Vidrio	T° amb. : Temperatura ambiente
1			Fecha:	9/12/2022	9/12/2022			P: Plástico	T° ref. : Temperatura de refrigeración
2			Firma:					B: Bolsa	C : Conforme
								N: Norte	F : Fecha
								E: Este	H : Hora

Muestreado por:  ALAB  Cliente

Observaciones / Comentarios

Prologación Zanumbá Mz D2 L13, Asociación Daniel Alcides Camón, Bellavista, Callao, Lima  
Web site: www.alab.com.pe E-mail: gupo.comercial@alab.com.pe - RUC : 20600651901 - Tl: (0)94531389 - (0)17130636 Cel: 940598588 - 932646458

Figura 38: Cadena de custodia 9

## 9. Archivo fotográfico



Figura 39: Algunas especies capturadas frente a Chancay





*Figura 40: Hielo para llevar las muestras en buen estado*



*Figura 41: Muestras para llevar a laboratorio*



*Figura 42: Preparación de muestras*



*Figura 43: Una de las playas muestreadas sin rastros de petróleo*



*Figura 44: Zona donde descendió el buzo para sacar muestras*



*Figura 45: Zona de muestreo*



*Figura 46: Zona de toma de muestras*

**En resumen, LA FLORA Y LA FAUNA DE TODA LA ZONA, NO MOSTRÓ RASTROS DE ESTAR CONTAMINADAS POR PETRÓLEO**

#### **4.4 ANEXO 4: Monitoreo utilizando Dron Submarino**

##### **1. Resumen**

En el presente informe, se describen los resultados del monitoreo del actual estado del derrame de petróleo ocurrido el 15 de enero del 2022 en el terminal multiboyas N° 2 frente a la refinería La Pampilla. Este informe ha sido elaborado por el suscrito, Ing. Luis McCalloch, en colaboración con el Bach. Michael Ccasani, quienes estuvieron a cargo de operar un dron submarino o ROV (Remote Operated Vehicle) y de medir parámetros oceanográficos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto con una sonda multiparámetros CTDO, 11 meses después de ocurrido el derrame. También se hizo uso de una cámara submarina bifocal conocida como Dropcam, para una inmersión en la zona de Chancay.

Como se recuerda, el 15 de enero del 2022 el buque petrolero “Mare Nostrum” se encontraba descargando petróleo en el terminal multiboyas N°2 de la Refinería La Pampilla, cuando se suscitó el derrame de aproximadamente 10,400 barriles de crudo de buzos al mar. El derrame no fue contenido de manera oportuna y la mancha se esparció hacia el norte alcanzando las costas de Chancay. Este derrame trajo consecuencias nefastas para el sector pesquero artesanal costero, el sector turístico y gastronómico.

Actualmente se conoce que, debido a los procesos por los que atraviesa un hidrocarburo que ha sido derramado en el mar y a la dinámica de la circulación oceanográfica, la contaminación se habría limpiado. Para verificar que el hidrocarburo derramado se encuentra ausente en los



hábitats y ecosistemas de fondo se ha estimado conveniente que se realice inmersiones con el ROV, se caracterice el entorno oceanográfico y se tome muestras biológicas de los semovientes marinos que después serán analizadas en laboratorio para determinar si éstos se encuentran contaminados con el hidrocarburo. Cabe precisar que, la toma de muestras biológicas y su posterior análisis en laboratorio, están a cargo del Ing. José Antonio Álvarez De Los Santos, que presentará un informe distinto al presente, en el que se describe la primera medida de verificación.

Se zarpó el día 06/12/2022 a bordo de la embarcación San Judas Tadeo 2 identificada con matrícula HO-65181-EM, desde el muelle de la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. ubicada en en Av. Nestor Gambetta 141 Callao, y se pasó por la zona cero, playas de Ventanilla, Santa Rosa, Ancón, Pasamayo, Chacrimar y Chancay, realizando las inmersiones del equipo y **NO SE HALLÓ EVIDENCIA DE LA PRESENCIA DE HIDROCARBURO** sedimentado sobre los fondos arenosos, flotando en la superficie o adherido a las rocas en los islotes de la zona. Esta labor culminó el día 07/12/2022.

Se encontró gran cantidad de contaminación por plásticos y basura, se observó la presencia de cangrejos en el fondo y de medusas en la columna de agua que son indicadores de contenido de oxígeno disuelto relativamente bajos, lo cual se puede corroborar con los resultados del CTDO que muestra efectivamente zonas con bajo contenido de oxígeno.

## **2. Introducción**

### **2.1 Explicación sobre procesos que ocurren con el petróleo en el mar**

El uso del petróleo como el principal recurso energético del planeta ha generado impactos positivos en la economía de varios países; sin embargo, paradójicamente, también ha derivado en problemas de contaminación con efectos negativos en los recursos y servicios ambientales a nivel mundial. En ocasiones la contaminación marina por petróleo ha llegado a rebasar la capacidad de asimilación y/o degradación de los ecosistemas, lo que ha tenido severas implicaciones ecológicas, sociales y económicas (Bickham et al., 2000; Jernelöv, 2010; Goldstein et al., 2011; Tunnell, 2011; Eckle et al., 2012).

#### **2.1.1 Grandes Derrames de Petróleo A Nivel Mundial**

Diferentes accidentes de petróleo en el mundo han abierto los ojos a los investigadores sobre las causas inmediatas y a largo plazo de los contaminantes presentes en el petróleo. El 19 de julio de 1979, el mar Caribe frente a la costa venezolana cerca de la isla de Tobago fue el



sitio de una tormenta tropical severa. Atrapados en esa tormenta había dos buques: el Atlantic Empress (un “superpetrolero” con su carga completa) y el Aegean Captain. Ambas embarcaciones colisionaron produciendo una gran explosión y el mayor derrame conocido hasta la fecha por el choque de dos embarcaciones. Cerca de 2.2 millones de barriles de petróleo crudo se derramaron en las aguas de Tobago.

La década de 1970 fue el peor decenio en la historia de la humanidad en lo referido a derrames de hidrocarburos en el mar, siendo los derrames del Exxon Valdez y del Amoco Cádiz los que más daños causaron al medio ambiente.

El 3 de junio de 1979, el Ixtoc I, un pozo exploratorio de petróleo localizado en el Golfo de México, a 965 kilómetros al sur de Texas y 94 kilómetros de Ciudad del Carmen, sufrió un accidente durante la perforación (blowout) y se transformó en el derrame no intencional más grande de la historia. La empresa pemex se encontraba perforando un pozo de petróleo a una profundidad 3.22 kilómetros, cuando debido a una explosión de alta presión provocó la explosión. Las corrientes llevaron el petróleo a las zonas costeras de Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas, y también zonas de Texas resultaron contaminadas, por lo cual Estados Unidos pidió compensación lo cual México rechazó.

Durante los 280 días que siguieron desde el inicio del accidente del Ixtoc-1 (3 de junio de 1979 hasta el 24 de marzo de 1980) se derramó un volumen aproximado de 3.3 millones de barriles de crudo (530 300 toneladas); de esta cantidad se quemó el 50%, se evaporó el 16%, se recolectó el 5.4% y se dispersó el 28%, según informes de pemex.

El derrame de petróleo producido durante la llamada “Guerra del Golfo” es considerado como el mayor derrame de petróleo en la historia. Se produjo como resultado de las medidas adoptadas por el ejército de Iraq durante la guerra que libraron contra Estados Unidos en 1991. El incidente causó daños considerables a la fauna del Golfo Pérsico, especialmente en zonas aledañas a Kuwait y el Iraq. Se estima que se derramaron 462 millones de galones de petróleo. La marea negra llegó a un tamaño máximo de 4,242 kilómetros cuadrados con 12 centímetros de espesor.

Otros ejemplos, de derrames accidentales como el ocurrido en 1979, en la bahía de Campeche, o el ocasionado más recientemente, en abril de 2010, por la compañía British Petroleum (bp), en las costas del Golfo de México, en donde la magnitud del derrame fue estimada en 1,600 – 2,600 toneladas por día, han provocado un impacto negativo sobre la biota con daños catalogados por los expertos como transgeneracionales sin precedente

(disminución de la diversidad genética, capacidad de adaptación, viabilidad y persistencia de la población expuesta, etc.) (Bickham et al., 2000).

Aun cuando existen estos grandes derrames, la contaminación por petróleo no sólo se limita a la derivada de estos eventos ocasionales, también se encuentra la procedente de sus procesos de exploración y explotación (transporte, almacenamiento y refinación), filtraciones naturales, así como descargas derivadas de su consumo, mismas que también tienen un impacto importante sobre la vida silvestre y la salud humana (Jernelöv, 2010; Goldstein et al., 2011; Tunnell, 2011; Eckle et al., 2012).

**Es bueno concluir que el actual derrame de 10400 barriles de petróleo no se compara con ninguno de los accidentes descritos de millones de barriles derramados.**

### 2.1.2 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP)

Los HAP en el medio ambiente se encuentran formando mezclas complejas, que frecuentemente pueden llegar a 100 o más compuestos de especies químicas. Aunque existen diferentes fuentes de hap que contribuyen a la contaminación de los ambientes acuáticos, la aportación de la fuente natural es mínima comparada con las fuentes antropogénicas. Dentro de las principales fuentes naturales encontramos a los incendios forestales y los afloramientos naturales de petróleo, mientras que las fuentes antropogénicas son originadas principalmente por la combustión incompleta de combustibles energéticos fósiles, los derrames de petróleo, las descargas de las embarcaciones y los desechos industriales ó domésticos.

Durante los últimos años, el estudio de los HAP se ha intensificado debido a que su presencia, persistencia y disponibilidad en el ambiente así como su toxicidad, los sitúan entre los compuestos orgánicos de mayor distribución en el medio marino y que mayor riesgo representan a la ecología, en particular a los humanos que lo habitan, pues la toxicidad de estos compuestos se relaciona con la disrupción del metabolismo de los organismos afectados y la incorporación de los hidrocarburos en el tejido adiposo en niveles suficientes como para alterar el funcionamiento normal del organismo. Los HAP de bajo peso molecular provocan efectos de toxicidad aguda y la mayoría de los HAP de alto peso molecular son mutagénicos y carcinogénicos (Laws, 1993).

Los HAP aunque difieren en su potencia tóxica entre ellos, provocan respuestas fisiológicas similares en la biota y por lo tanto se ha propuesto que estos compuestos, comparten el mismo mecanismo de acción. Los componentes más potentes ejercen una gama de efectos

en los peces, incluyendo cambios en la actividad enzimática, disfunción endocrina y reproductiva y causan anomalías congénitas y cáncer (Campbell & Devlin, 1996).

En la actualidad, los procesos involucrados en la carcinogenicidad por los HAP en los peces han sido de gran interés ya que además de las lesiones encontradas en los estudios en campo, es posible inducir el desarrollo de tumores o neoplasias en trabajos realizados en condiciones controladas de laboratorio a través de la dieta o por inyección intraperitoneal (Hendricks et al., 1985).

Otra característica típica de los HAP es su capacidad para acumularse en los tejidos lipofílicos, sin embargo, la gran mayoría de ellos pueden ser metabolizados por las enzimas de fase I, lo que facilita su eliminación de los organismos (Schnitz & O'Connor, 1992). Esta aparente y rápida biotransformación de los compuestos padres en los organismos, ha creado la necesidad de buscar algunos marcadores de exposición y de efecto para poder prevenir a los organismos de futuros efectos nocivos a su salud.

#### **2.1.2.1 PROPIEDADES DE LOS HIDROCARBUROS**

Las propiedades específicas de los hidrocarburos influyen en el comportamiento de estos sobre la superficie del mar y en su velocidad de disipación mediante procesos naturales. Lo anterior adquiere relevancia toda vez que de lo indicado dependerá el método de respuesta ante el derrame. Algunas de las características que influyen en las operaciones de respuesta son:

**Densidad:** Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Se puede expresar en  $g/cm^3$  o en grado °API, que representa una relación entre el peso específico y la fluidez de los hidrocarburos respecto al agua.

Este es el factor más importante a la hora de determinar la flotabilidad del hidrocarburo en el agua, e influye en los procesos de propagación y dispersión natural. Si el hidrocarburo tiene una densidad menor a la del agua de mar, éste inicialmente tenderá a flotar. La densidad de un hidrocarburo es inversamente proporcional a la temperatura, por lo tanto, la flotabilidad de un hidrocarburo se ve directamente afectado por este factor, ya que a medida que disminuye la temperatura, aumenta la densidad y, por lo tanto, disminuirá la flotabilidad.

**>Temperatura<Densidad = > Flotabilidad**

**Gravedad API** (American Petroleum Institute): Medida de densidad que, en comparación con el agua a temperaturas iguales, precisa cuán pesado o liviano es el petróleo.

Cuanto mayor es el API menor será la densidad, y por lo tanto serán hidrocarburos que contienen una gran cantidad de productos más livianos (volátiles).

Los Petróleos o combustibles crudos se clasifican según su número API como se muestra a continuación:

- Petróleo crudo ligero, con una API mayor de 31,1° (menor de 870 kg/m<sup>3</sup>)
- Petróleo crudo medio o intermedio, con una API entre 22,3 y 31,1° (de 870 a 920 kg/m<sup>3</sup>)
- Petróleo crudo pesado, con una API entre 22,3° y 10° (de 920 a 1000 kg/m<sup>3</sup>)
- Petróleo extra pesado, con una API menor de 10,0° (más de 1000 kg/m<sup>3</sup>)
- Índices API superiores a 10 implican que son más livianos que el agua y, por lo tanto, flotarían en ésta.

Por lo tanto, resulta muy útil para determinar la mayor o menor tendencia a hundirse parte del crudo derramado. Cuanto más ligero es un crudo, mayor es su número de °API.

Por regla general, los hidrocarburos que tienen una baja densidad (alta densidad API) suelen tener viscosidades bajas y contienen una gran proporción de componentes volátiles.

#### **>API<Densidad = >Flotabilidad**

**Viscosidad:** Es una magnitud física que mide la resistencia interna al flujo de un fluido. La inversa de la viscosidad es la fluidez. Por lo tanto, la viscosidad de los hidrocarburos es un indicio de su resistencia a fluir. La unidad más común para definir viscosidad corresponde a Centistokes (CSt).

Los hidrocarburos que poseen una alta viscosidad fluyen con dificultad mientras que aquellos que poseen una viscosidad baja resultan sumamente móviles. Los distintos grados de viscosidad disminuyen conforme aumenta la temperatura; de este modo, la temperatura que tenga el agua del mar y la absorción del calor del sol afectarán a la viscosidad aparente de los hidrocarburos derramados.

**Se debe tener presente que la eficiencia de los recuperadores de hidrocarburos (skimmers) depende este parámetro.** Por ejemplo, en lugares con temperaturas muy bajas, como el caso del territorio Antártico, la viscosidad del hidrocarburo aumentará, dificultando en algunos casos la recuperación, especialmente si corresponde a un crudo. La magnitud de la viscosidad depende de la conformación química del crudo, de manera que, a mayor proporción de fracciones ligeras, menor es la viscosidad.

#### **<Temperatura>Viscosidad = >Resistencia al flujo**

**Punto de inflamación:** El punto de inflamación es la temperatura mínima a la que existe suficiente vapor sobre los hidrocarburos derramados como para formar una mezcla inflamable. Éste es un factor muy importante en relación con la seguridad de las operaciones de limpieza.



Muchos hidrocarburos que acaban de ser derramados pueden prender con facilidad hasta que los componentes más volátiles se hayan evaporado y dispersado en la atmósfera.

**Solubilidad:** La solubilidad de los hidrocarburos varía de acuerdo a sus características químicas y físicas que influyen de manera determinante en el transporte de tales compuestos hacia zonas profundas del subsuelo. Los hidrocarburos son sustancias oleosas, y las fracciones más pesadas como el crudo tienen una baja solubilidad en el agua, y tienden a separarse en fases. Por otra parte, los hidrocarburos livianos o volátiles como el Diesel, son los que presentan una mayor solubilidad.

**>Densidad <Solubilidad**

### 2.1.2.2 COMPORTAMIENTO DE LOS HIDROCARBUROS EN EL MEDIO MARINO

Cuando los hidrocarburos se derraman en el mar, éstos comienzan a sufrir inmediatamente una serie de cambios físico-químicos. Algunos de estos cambios hacen que los hidrocarburos desaparezcan de la superficie del mar mientras que otros hacen que los hidrocarburos persistan.

A estos cambios les denominamos comúnmente como “intemperización”, “meteorización”, o “envejecimiento” del hidrocarburo.

Los principales procesos de intemperización son los siguientes:

**1.- Esparcimiento 2.- Dispersión 3.- Evaporación 4.- Emulsificación 5.- Disolución 6.- Sedimentación 7.- Foto-oxidación**

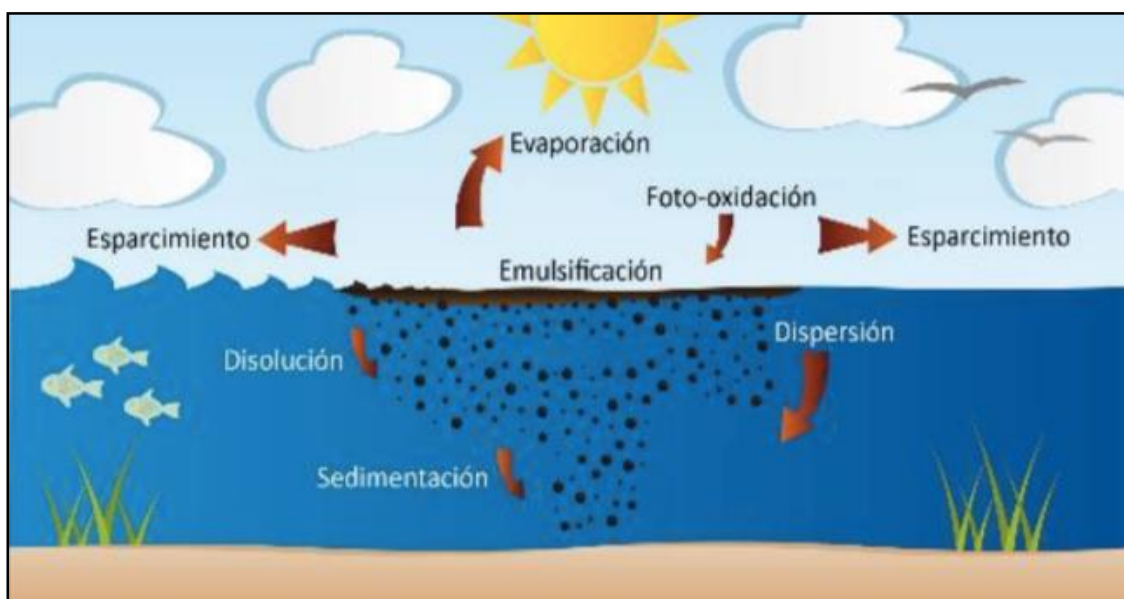


Figura 47: Principales procesos de intemperización en un derrame de hidrocarburos. Fuente:

[www.itopf.com](http://www.itopf.com)

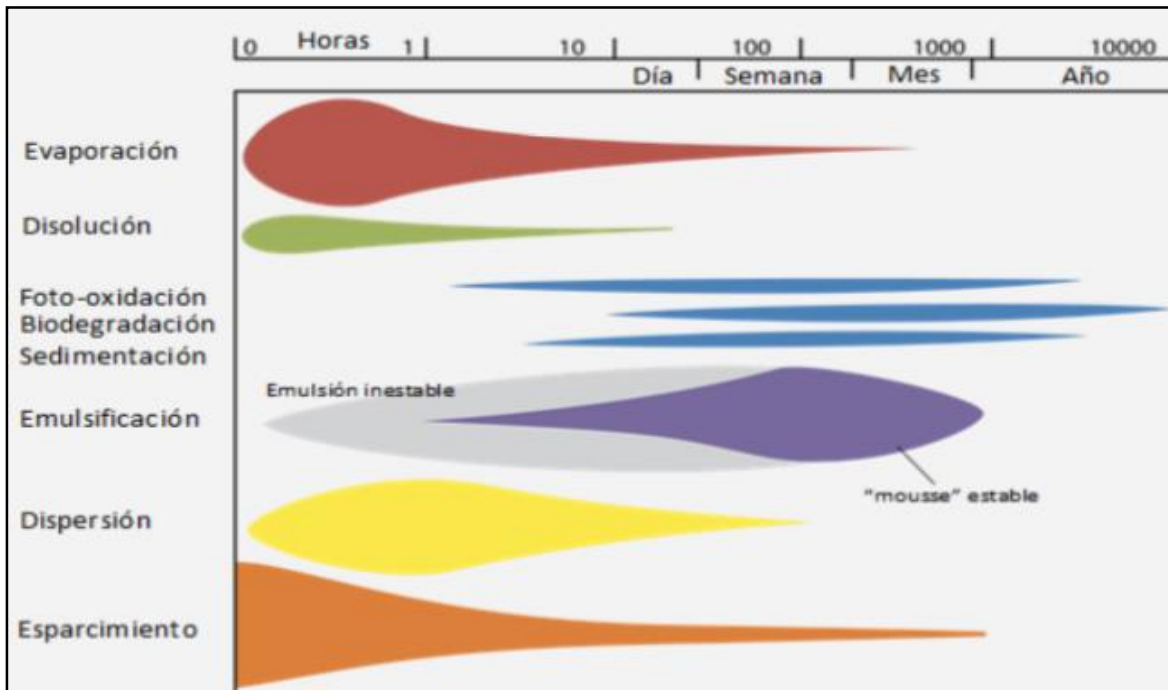


Figura 48: Tiempos promedios ocurrencia de procesos. Fuente: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)

## Dispersión

La dispersión de un hidrocarburo derramado en el agua de mar, depende principalmente del tipo de producto, vientos, corrientes superficiales, temperatura del mar, y oleaje. Se deben considerar además las características físico-químicas, y revisar la ficha técnica u hoja de seguridad del producto, y buscar su viscosidad, densidad, punto de fluidez, etc. Los hidrocarburos livianos (ej: Diesel) se dispersan y evaporan más rápido que los más pesados (ej: IFO 380).

## Emulsión

Algunos crudos y fuel oil mostrarán cierta tendencia a absorber pequeñas gotas de agua para formar una emulsión de agua en hidrocarburos. La característica sobresaliente de una emulsión estable de agua en hidrocarburos es su color rojo- pardo o naranja. Debido a su consistencia, a menudo se hace referencia esta emulsión con el nombre de “mousse de chocolate”.

**El contenido de asfaltenos de los hidrocarburos es el que principalmente condiciona la estabilidad de una emulsión. Aquellos hidrocarburos con más de un 0.5% tienden a formar emulsiones estables mientras que es probable que aquellos que contengan una cantidad inferior de asfalteno no formen emulsiones estables.**

El estado del mar es importante para la formación de una emulsión. En aguas tranquilas el proceso de emulsificación es menor. La viscosidad de las emulsiones de agua en hidrocarburos es mucho mayor que la de los hidrocarburos a partir de los cuales se formaron. Las emulsiones pueden volverse más viscosas cuando se encuentran en reposo sobre aguas tranquilas o en una playa. Del mismo modo aumenta su densidad, pudiendo acercarse a la densidad del agua.

La formación de emulsiones de agua en hidrocarburos puede aumentar el volumen del derrame hasta en 5 veces. Se debe tener presente, que una vez que el hidrocarburo ha formado una emulsión estable, los métodos de recuperación a través de recuperadores **no serán efectivos**, al igual que la aplicación de dispersantes.



*Figura 49: Hidrocarburo Emulsionado.*

Tomando en consideración lo anteriormente señalado, ante un derrame, un análisis de estos aspectos, permitirán estimar la “ventana de tiempo” para efectuar labores efectivas de contención, recuperación y limpieza.

### **2.1.3 EFECTOS DEL PETRÓLEO EN LOS ECOSISTEMAS Y ORGANISMOS ACUÁTICOS**

Determinar el impacto de la contaminación por petróleo en un ecosistema acuático es complejo. Sin embargo, se ha revelado que la acumulación de los contaminantes químicos en los organismos desencadena una serie de respuestas biológicas que conduce a la manifestación de diversos efectos. Esta manifestación de efectos es una función compleja que dependen de varios factores tales como, la cantidad liberada de petróleo, la velocidad de liberación, la naturaleza del crudo liberado, y las condiciones física y bio- lógicas locales del ecosistema en cuestión, así como, también el tiempo de exposición a los compuestos, la concentración y factores asociados al estado de salud de los organismos (Tunnell, 2011). En términos generales, los efectos sobre la biota se pueden categorizar en: agudos y crónicos (subletales).

### **2.1.3.1 EFECTOS AGUDOS**

Se presentan cuando un contaminante es absorbido por los organismos de forma repentina y en altas concentraciones. Los efectos son regularmente de corta duración y de impacto limitado. Sería el caso de los derrames accidentales, en donde diversas respuestas fisiológicas y toxicológicas se dan de forma inmediata y los daños son muy drásticos. Por ejemplo, decrementos en las tasas de supervivencia, reproducción, edad de maduración etc., de los individuos pertenecientes a las poblaciones afectadas. Entre los parámetros medibles para evaluar este tipo de efectos están la mortalidad, la supervivencia y la dosis letal (LC50).

### **2.1.3.2 EFECTOS CRONICOS Y/O SUBLETALES**

Los efectos crónicos y/o subletales se dan cuando un contaminante entra en forma regular o constante, durante un período de tiempo largo, pero en concentraciones relativamente bajas. En este caso los efectos son menos evidentes y más difíciles de detectar, ya que pueden aparecer en la población o la comunidad meses o años después (a nivel de los ecosistemas) (Gold-Bouchot y Zapata, 2004; Jernelöv, 2010; Goldstein et al., 2011; Tunnell, 2011). Por ejemplo, la alteración del ADN (muerte celular, tumores, etc.) de las células germinales por la acción genotóxica de algunos contaminantes del petróleo (HAP) se transmite a la descendencia. De esta forma, las alteraciones a escala celular pueden modificar, tras periodos más o menos largos de tiempo, la estructura genética de estas poblaciones (Bickham et al., 2000).

### **2.1.3.3 ESPECIES CENTINELAS PARA EVALUAR LOS EFECTOS DE CONTAMINACIÓN POR PETRÓLEO**

La salud de los ecosistemas acuáticos generalmente se refleja por la salud de los organismos que residen en ese sistema. Con el fin de controlar y preservar la salud de los ecosistemas se realizan monitoreos ambientales con organismos modelos o centinelas, en virtud de que pueden proporcionar datos integrales tanto de la exposición (tipo, cantidad y disponibilidad de los contaminantes) y efecto (respuestas biológicas) de los contaminantes en la vida silvestre y la salud humana (Basu et al., 2007).

El concepto de organismo centinela fue definido por Stahl (1997) como “cualquier organismo no-humano que pueda reaccionar ante un contaminante ambiental antes de que el contaminante impacte sobre los humanos”. De este modo las respuestas endógenas del organismo proveen una señal de alerta temprana sobre potenciales riesgos para la salud humana y de los ecosistemas.



Para llevar a cabo el monitoreo medioambiental, se utilizan especies especialmente susceptibles (Van der Schalie et al., 1999).

En un sistema de control por centinela, los animales se exponen a patógenos/contaminantes en el ambiente y se realizan muestreos regularmente para identificar efectos que sean potencialmente nocivos para la salud poblacional de otros animales de la misma especie o especies diferentes, incluido el hombre.

Los objetivos del uso de animales centinelas incluyen la recolección de datos que faciliten la estimación de riesgo en la salud pública, identificar contaminación o infección en las redes tróficas, determinar contaminación ambiental, e identificar efectos adversos en los animales. En base a estos conceptos se define que una especie centinela debe reunir ciertas características (van der Schalie et al., 1999):

Que el organismo sea capaz de responder y que esta respuesta pueda ser medida. Esta respuesta suele ser característica en la especie centinela cuando la comparamos con las otras especies. Por ejemplo, ¿Cuál especie es más sensible? o cuál absorbe y bioacumula mayores concentraciones de un contaminante?, etc.

Que el organismo esté presente en el área de interés para monitorear. En este sentido es muy importante poder seleccionar una especie que tenga muy poca movilidad o que habiten en territorio pequeños.

Tener una población suficiente que permita trabajar con un número adecuado de individuos.

Tener una relación íntima con la fuente de exposición (agua, aire, plantas, suelo, etc).

Para la elección de la especie centinela, es necesario además, tener en cuenta la duración de la exposición. En caso de estudiar efectos a corto plazo, buscando una acción aguda, el centinela debería tener una alta sensibilidad al agente de interés y mostrar una respuesta obvia. Un estudio diseñado para evaluar la salud de un ecosistema a largo plazo o los efectos de la exposición continua a pequeñas dosis del agente necesitan especies longevas que no manifiesten respuestas letales.

Entre los organismos centinelas utilizados comúnmente para evaluar los efectos de contaminación por petróleo en el medio marino, figuran tantos organismos invertebrados, principalmente moluscos bivalvos (mejillones, ostras, almejas, vieiras, etc.), en menor grado equinodermos y crustáceos, y; entre los vertebrados algunas aves y una diversidad de peces (lenguado, bacalao del Atlántico, salmonete, cabrilla, bagre, tilapia, corvina, etc.) (Zapata-Pérez et al., 2007; Martínez-Gómez et al., 2010; Radović et al., 2012).

## 2.2 DRONES SUBMARINOS O ROV



Los drones submarinos o ROV, de las siglas inglesas Remote Operated Vehicle son vehículos no tripulados operados de manera remota por un piloto que se encuentra a bordo de una embarcación sobre la superficie en la que se va a realizar la inspección.

Los ROV presentan muchas ventajas comparativas frente a las inspecciones submarinas tradicionales:

- El hecho de que pueden trabajar las 24 horas del día de manera continua.
- Frente a una emergencia, el ROV asciende a la superficie en tiempo corto porque no le afecta la descompresión.
- Brinda imágenes de video en tiempo real, lo que beneficia la operación para la toma de decisiones.
- Se pueden equipar con instrumentos que permiten registrar información valiosa como fecha, hora, profundidad, temperatura del agua y diversos parámetros oceanográficos como conductividad, oxígeno disuelto, pH, ORP, etc.
- No representan ningún peligro par la fauna silvestre existente en el área de trabajo.
- Son un complemento en las operaciones submarinas, y son la herramienta ideal para el personal de buceo en los trabajos críticos o de alto riesgo.

Existen ROV's de diversas clases, una clasificación por el tipo de trabajo que realizan se puede observar en la Figura 50.

Tema: Tecnologías ROV

- Class I – Pure observation ROVs.
- Class IIA – Observation class vehicles with a payload option.
- Class IIB – Observation class vehicles with light intervention/survey and construction capability.
- Class IIIA – Standard work class vehicles with a payload of <200kg and through frame lift of approx. 1000kg.
- Class IIIB – Advanced work class vehicles with a payload of >200kg and through frame lift of up to 3000kg.
- Class IVA – Towed vehicles, typically ploughs used in subsea cable burial operations.
- Class IVB – Tracked vehicles utilising HP water jetting and specialised rock cutting tools, again used in the burial of subsea cables and pipelines.
- Class V – Prototype or development vehicles.
- Class VIA – Autonomous Underwater Vehicles (AUV) weighing <100kg.
- Class VIB – Autonomous Underwater Vehicles weighing > 100kg

Subproyecto cofinanciado por:




Figura 50: Clasificación de los ROV en función de las tareas para las que se los emplea. FUENTE: ROV del Perú/VEOX/PNIPA

Luego, en la Figura 51 podemos observar imágenes de las marcas de ROV's más representativos de cada clase. De manera que, en el caso de la Clase I tenemos al ROV Blue Rov 2, para la Clase II tenemos al Falcon, para la Clase III tenemos al Comanche y para la Clase IV tenemos al T1000.





<p><b>Clase I</b> OBSERVACIÓN</p>  <p><b>BlueROV2</b></p> <p>Profundidad de Trabajo: 100 metros Peso: 10 kg Dimensiones: 457 mm x 338 mm x 254 mm</p>	<p><b>Clase III</b> TRABAJO PESADO – WORK CLASS</p>  <p><b>Comanche</b></p> <p>Profundidad de Trabajo: 2000 metros Peso: 1130 kg Dimensiones: 2100 mm x 1300 mm x 1250 mm Opción de Carga: 215 kg</p>
<p><b>Clase II</b> OBSERVACIÓN + OPCIÓN DE CARGA</p>  <p><b>Falcon</b></p> <p>Profundidad de Trabajo: 300 metros Peso: 60 kg Dimensiones: 1000 mm x 500 mm x 600 mm Opción de Carga: 14 kg</p>	<p><b>Clase IV</b> REMOLCADOS Y LOS QUE SE MUEVEN POR EL FONDO</p>  <p><b>T1000</b></p> <p>Profundidad de Trabajo: 2000 metros Peso: 24 Ton Dimensiones: 5.5 m x 5.45 m x 3.25 m Profundidad de entierro : 3.0 m</p>

Figura 51: Fotografías de modelos más representativos de ROV por clase. FUENTE: ROV del Perú/VEOX/PNIPA

En cuanto al ROV utilizado podemos acotar que, se trata de una versión mejorada del ROV (Remote Operated Vehicle) de clase 1 o de observación de Blue Robotics, de manera que este ROV cuenta con 8 propulsores los cuales brindan hasta 6 grados de libertad al ROV, cuenta con 4 luces LED con una capacidad total de 3,000 Lumenes.

### 3. Resultados

#### 3.1 Inmersiones con el ROV

El 6 de diciembre del 2022 se realizó la salida a bordo de la embarcación artesanal San Judas Tadeo 2 identificada con matrícula HO-65181-EM para realizar la prospección respectiva utilizando el ROV equipado con videocámara desde el punto cero del derrame de petróleo al norte de Ventanilla, hasta la ciudad de Chancay; la Figura 52 muestra el recorrido el mapa de la zona de estudio y la Tabla 1 Muestra las coordenadas, fecha, hora y profundidad de la inmersión.

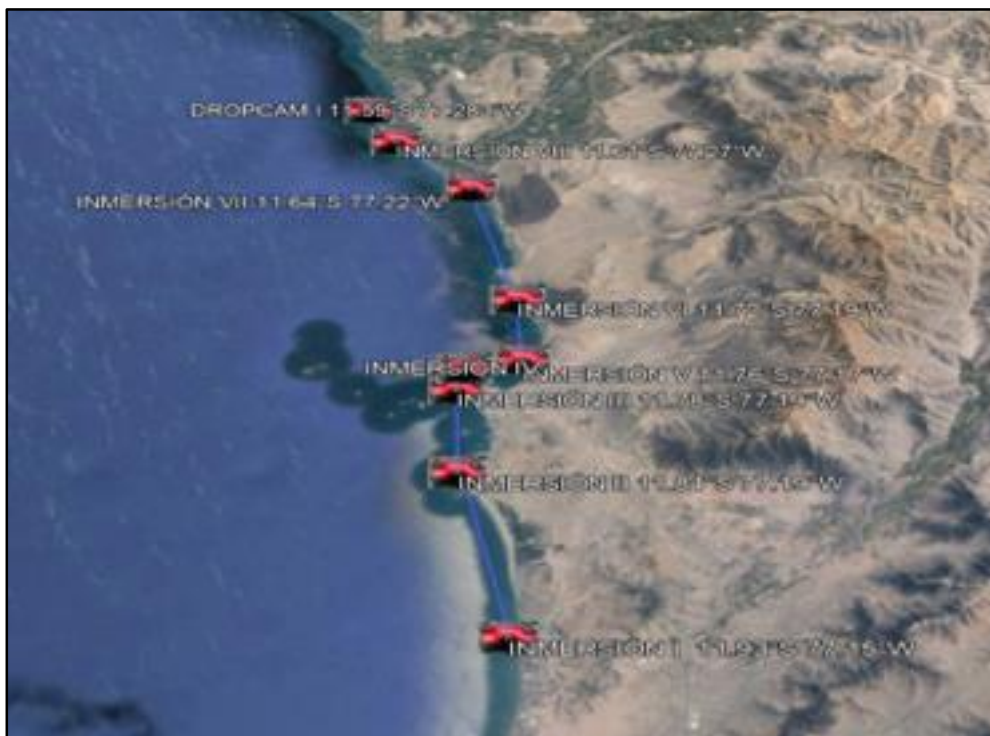


Figura 52: Mapa de la zona de inmersión del ROV.



Tabla 1: Longitud, Latitud, Fecha, Hora y Profundidad de las inmersiones con el ROV

N° Inmersión	Lat (°S)	Long (°W)	Fecha	Hora	Prof (m)	Observación
INMERSIÓN I	-11.93	-77.15	6/12/2022	10:52	18	Zona 0 del derrame de petroleo, frente a playa Cavero al norte de Ventanilla
INMERSIÓN II	-11.84	-77.19	6/12/2022	14:50	6	Frente al muelle DPA bahia Blanca
INMERSIÓN III	-11.78	-77.20	6/12/2022	17:46	15	fente al balneario de Santa Rosa
INMERSIÓN IV	-11.77	-77.20	7/12/2022	10:10	8	fente al Club Naval
INMERSIÓN V	-11.76	-77.17	7/12/2022	11:37	4	frente a punta Ancón
INMERSIÓN VI	-11.72	-77.19	7/12/2022	12:35	4	frente a la reserva lomas de Ancón
INMERSIÓN VII	-11.64	-77.22	7/12/2022	14:43	15	frente a la playa Chacraymar
INMERSIÓN VIII	-11.61	-77.27	7/12/2022	15:31	15	frente a la playa Cascajo

### 3.1.1 Inmersión I

La inmersión I se realizó en las 10:52 am en la zona 0 del derrame de petróleo frente a la playa Cavero al norte de Ventanilla, las coordenadas fueron los 11.93°S y 77.15°W con una profundidad de 18 m, la Figura 53 muestra el mapa de la zona.

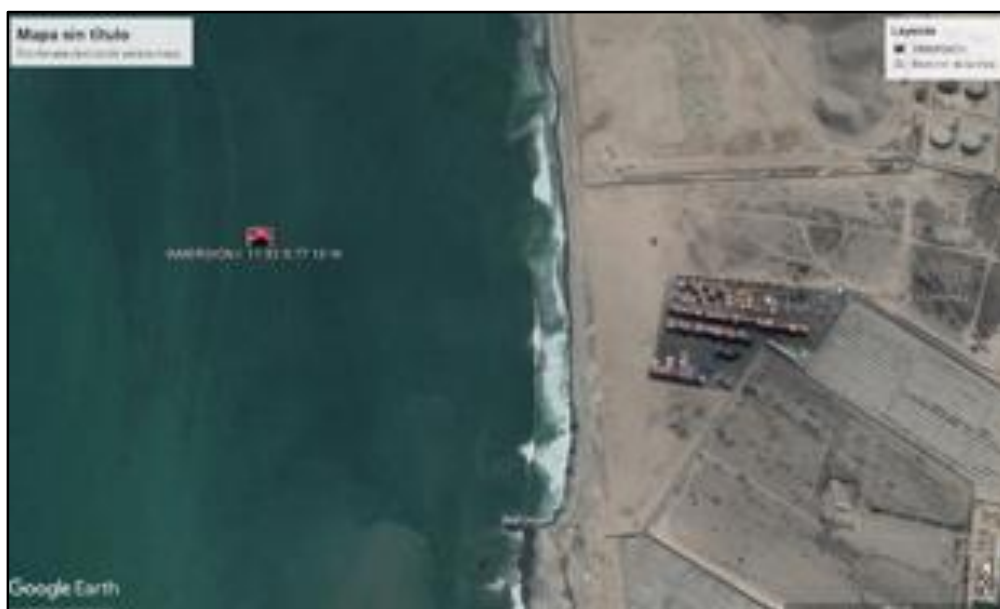


Figura 53: Localización del punto geográfico de la Inmersión I

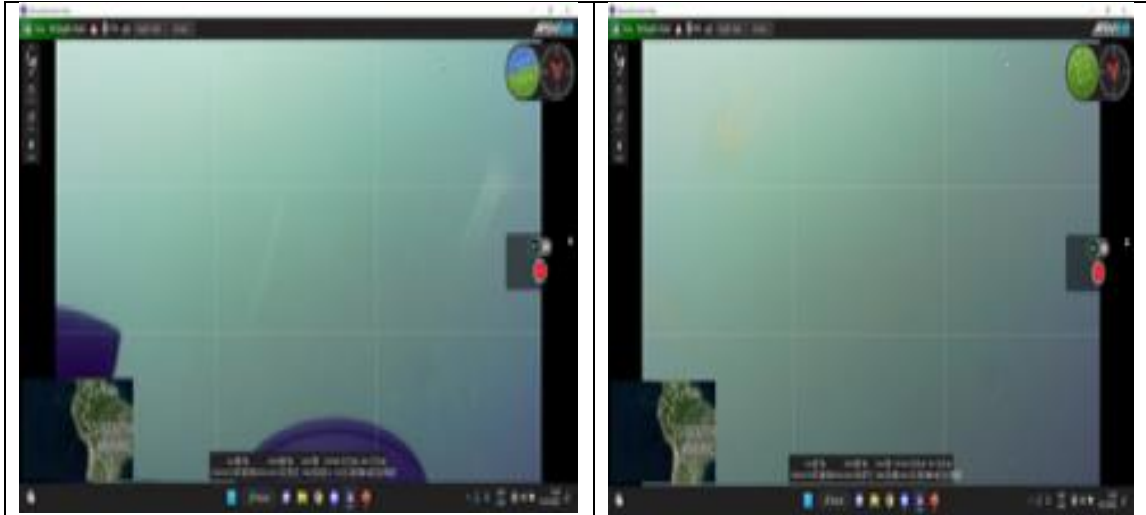
Durante la primera inmersión se observó la presencia de medusas desde la superficie hasta el fondo marino, asimismo el agua no presentó buenas condiciones de visibilidad, de manera que cerca de la superficie el reflejo de la luz solar le confiere a las imágenes un halo blanco

mientras que cerca del fondo el agua se encontraba turbia, no se observó la presencia de peces a lo largo de la columna de agua. A continuación, se presenta la Tabla 2 que contiene impresiones de pantalla del video registrado durante la Inmersión I del ROV frente a la refinería La Pampilla.

Tabla 2: Impresiones de pantalla del video de la Inmersión I







### 3.1.2 INMERSIÓN II

La inmersión II se realizó a las 14:50 horas del 6 de diciembre del 2022 frente al muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal de Bahía Blanca, las coordenadas fueron  $11.84^{\circ}\text{S}$  y  $77.19^{\circ}\text{W}$  con una profundidad de 6 m, la Figura 54 muestra el mapa de la zona.

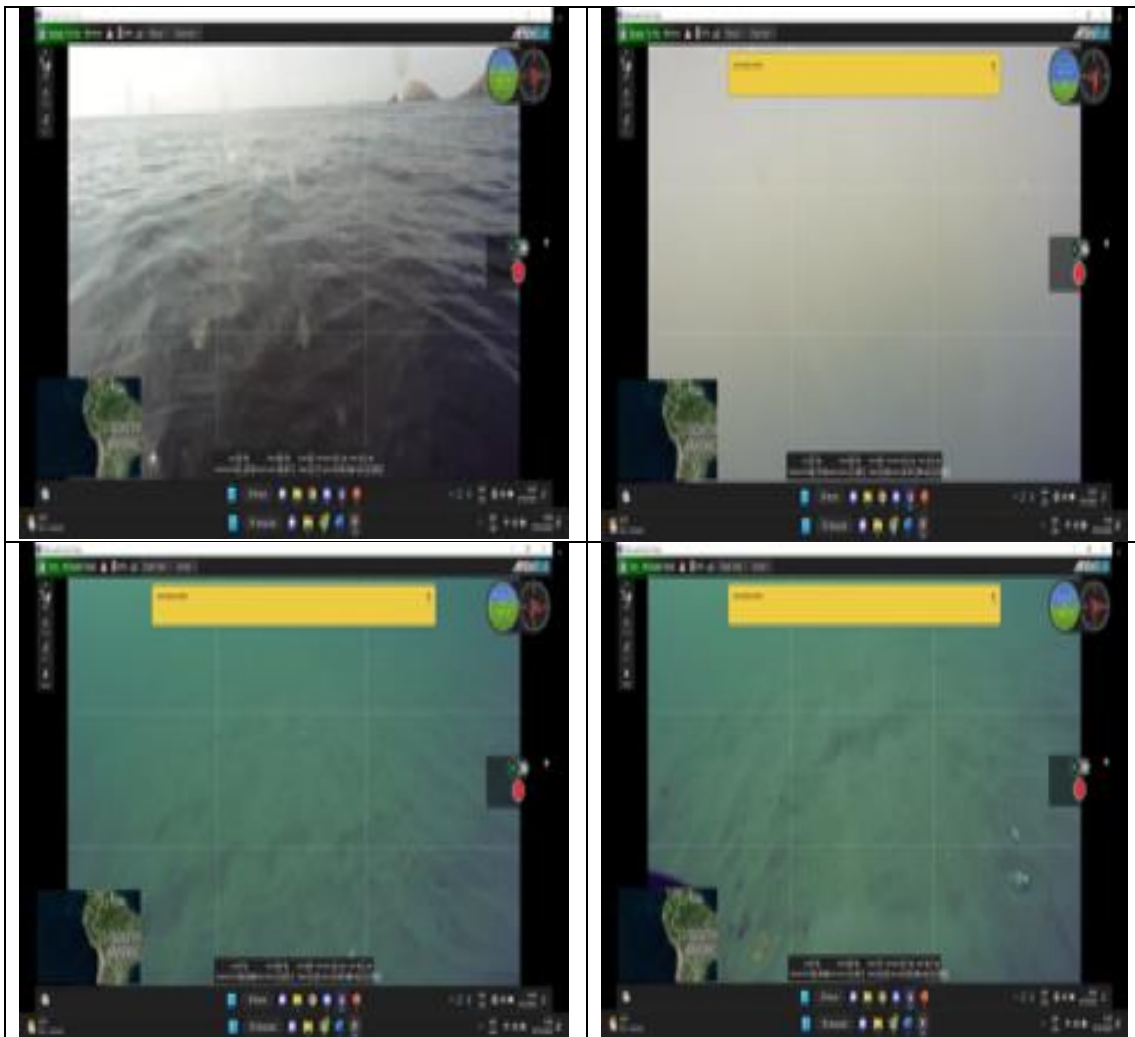


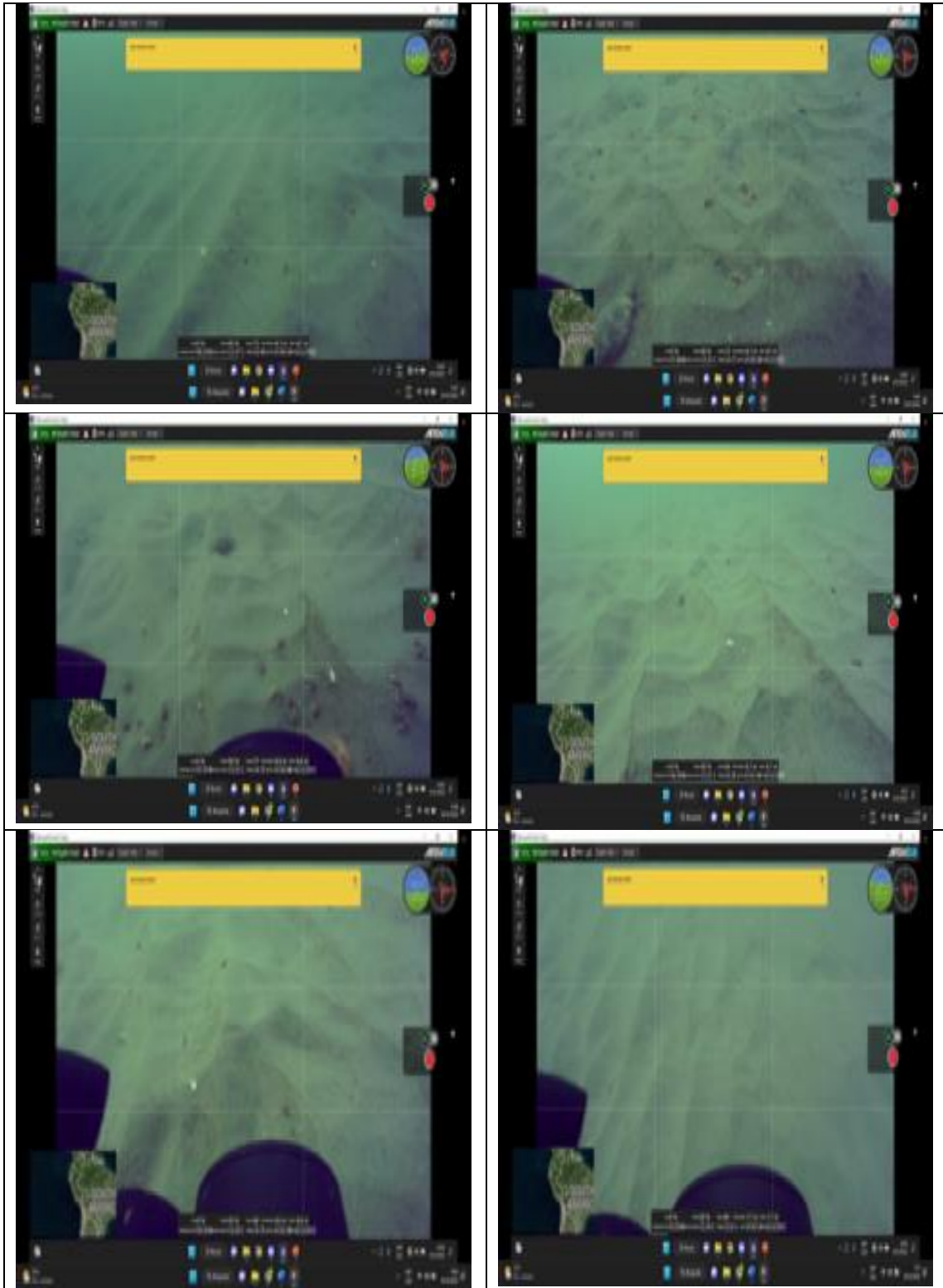
Figura 54: Mapa de la zona de inmersión II del ROV.



Durante la segunda inmersión si se tuvieron buenas condiciones de visibilidad, de manera que, se observó un fondo arenoso con presencia de una gran cantidad de cangrejos pequeños, así mismo hay imágenes del fondo arenoso con una especie de grietas y montículos debido al transporte de sedimentos, y no se observó presencia de peces en la zona.

Tabla 3: Impresiones de pantalla del video de la Inmersión 2







### 3.1.3 INMERSIÓN III

La inmersión III se realizó en las 17:46 horas del 6 de diciembre del 2022 frente al balneario de Santa Rosa, las coordenadas fueron 11.78°S y 77.20°W con una profundidad de 15 m, la Figura 55 muestra el mapa de la zona.



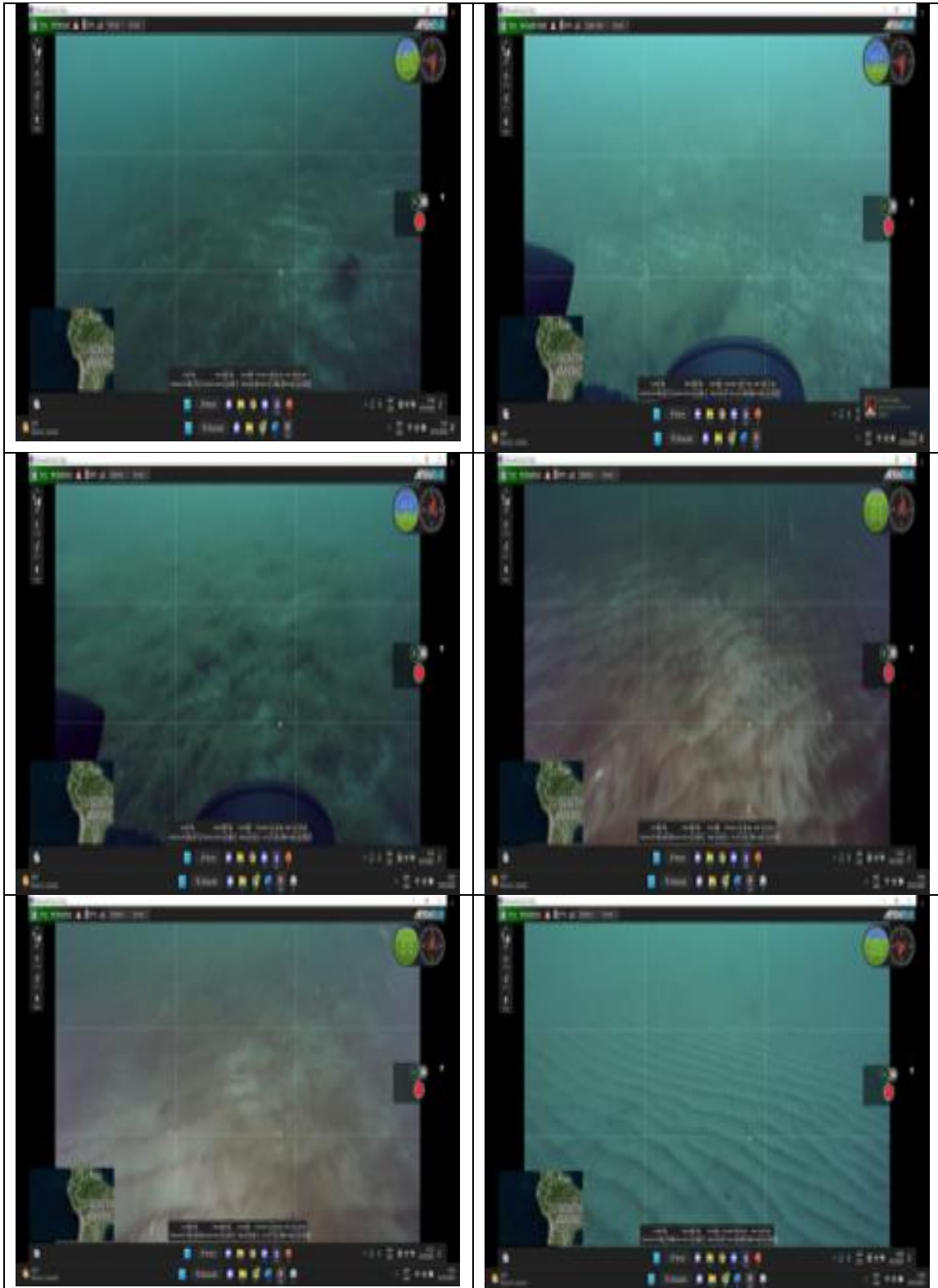
Figura 55: Mapa de la zona de inmersión III del ROV

Durante la tercera inmersión se observó un fondo con abundante presencia de algas verdes en forma de forraje, no se observó la presencia de peces en la zona.

Tabla 4: Impresiones de pantalla del video de la Inmersión 3









### 3.1.4 INMERSIÓN IV

La inmersión IV se realizó a las 10:10 am el 7 de diciembre del 2022 frente al club Naval, las coordenadas fueron 11.77°S y 77.20°W con una profundidad de 8 m, la Figura 56 muestra el mapa de la zona.

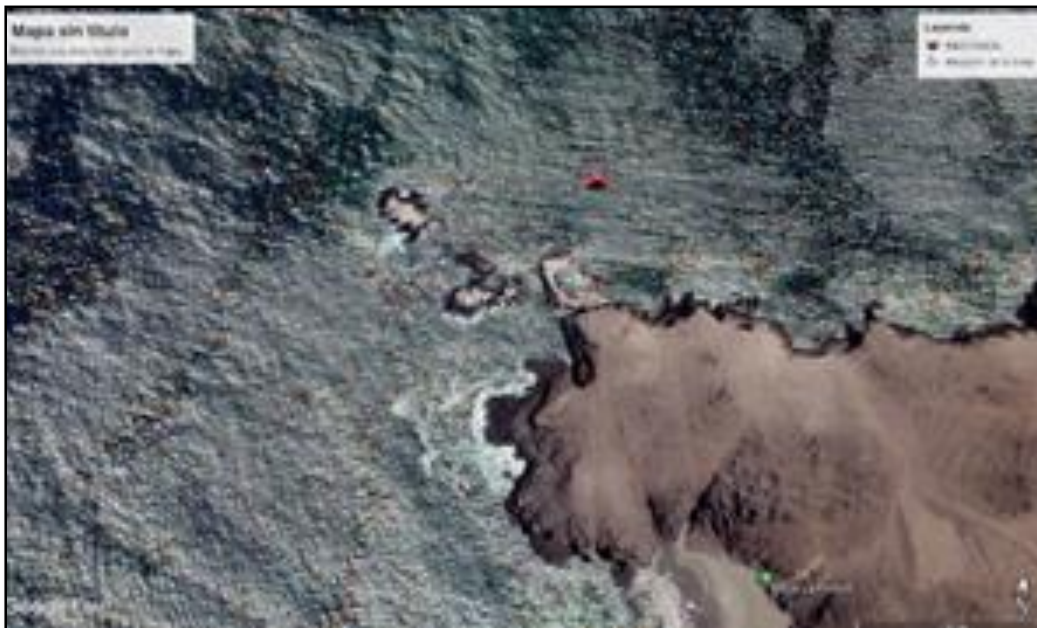
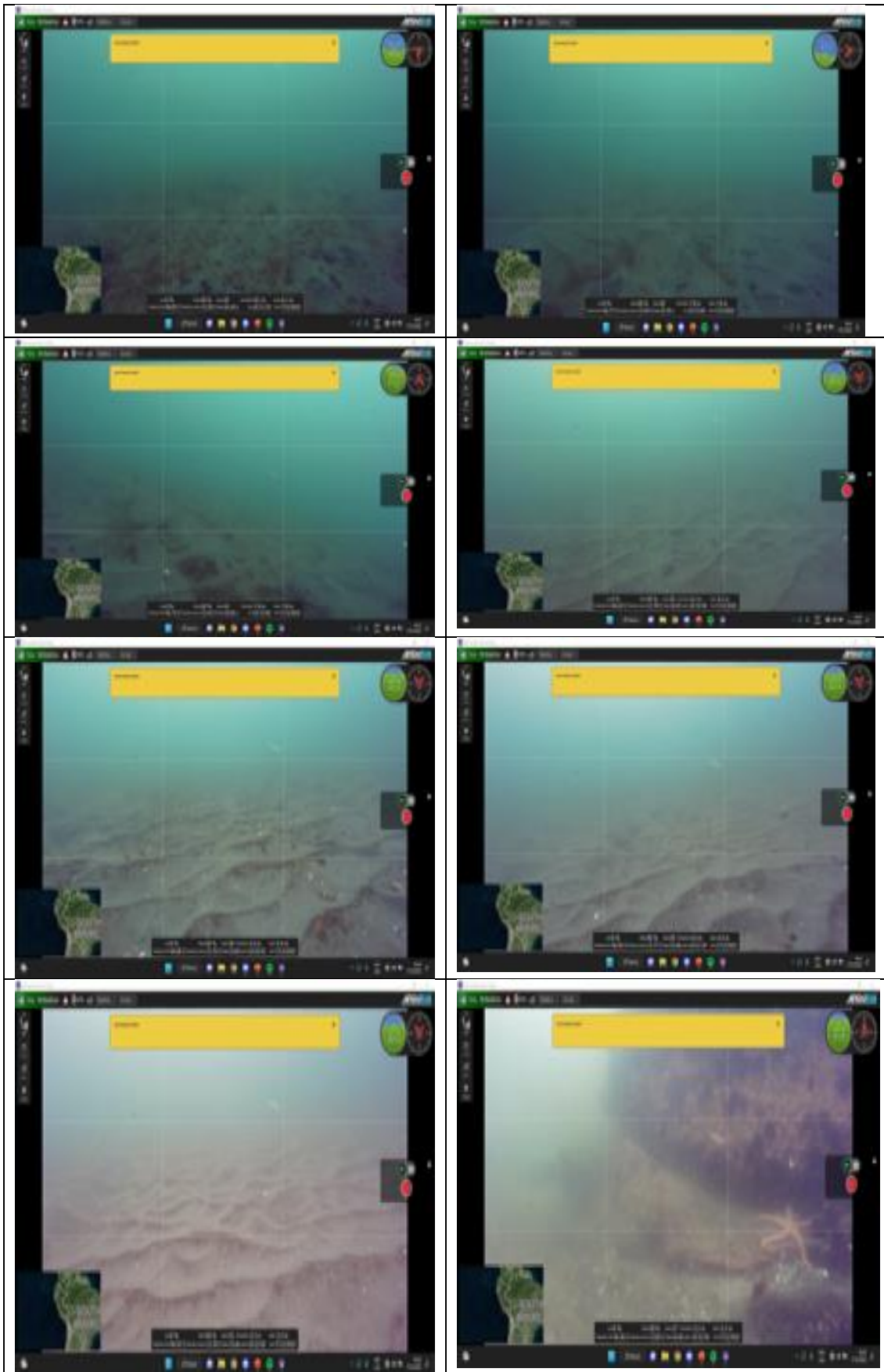


Figura 56: Mapa de la zona de inmersión IV del ROV

Durante esta Inmersión también se aprecia un fondo arenoso con las líneas características del transporte de sedimentos, algunos cangrejos pequeños sobre la arena y cuando el aparato se pegó a la base de la roca se pudo observar una estrella de mar y algunos erizos adheridos a la pared rocosa.

Tabla 5: Impresiones de pantalla del video de la Inmersión 4





### 3.1.5 Inmersión V

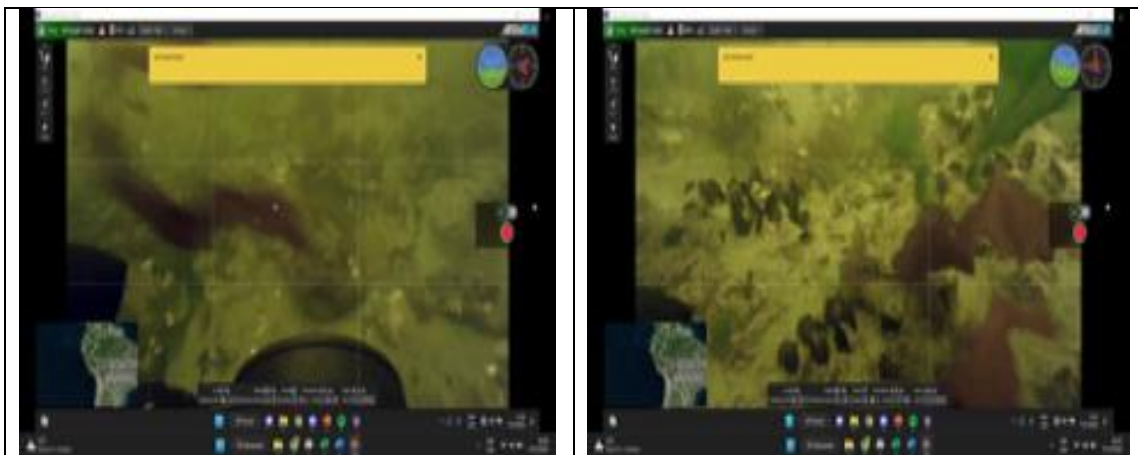
La inmersión V se realizó a las 11:37 am el 7 de diciembre del 2022 frente a Punta Ancón, las coordenadas fueron 11.76°S y 77.17°W con una profundidad de 4 m, la Figura 57 muestra el mapa de la zona.



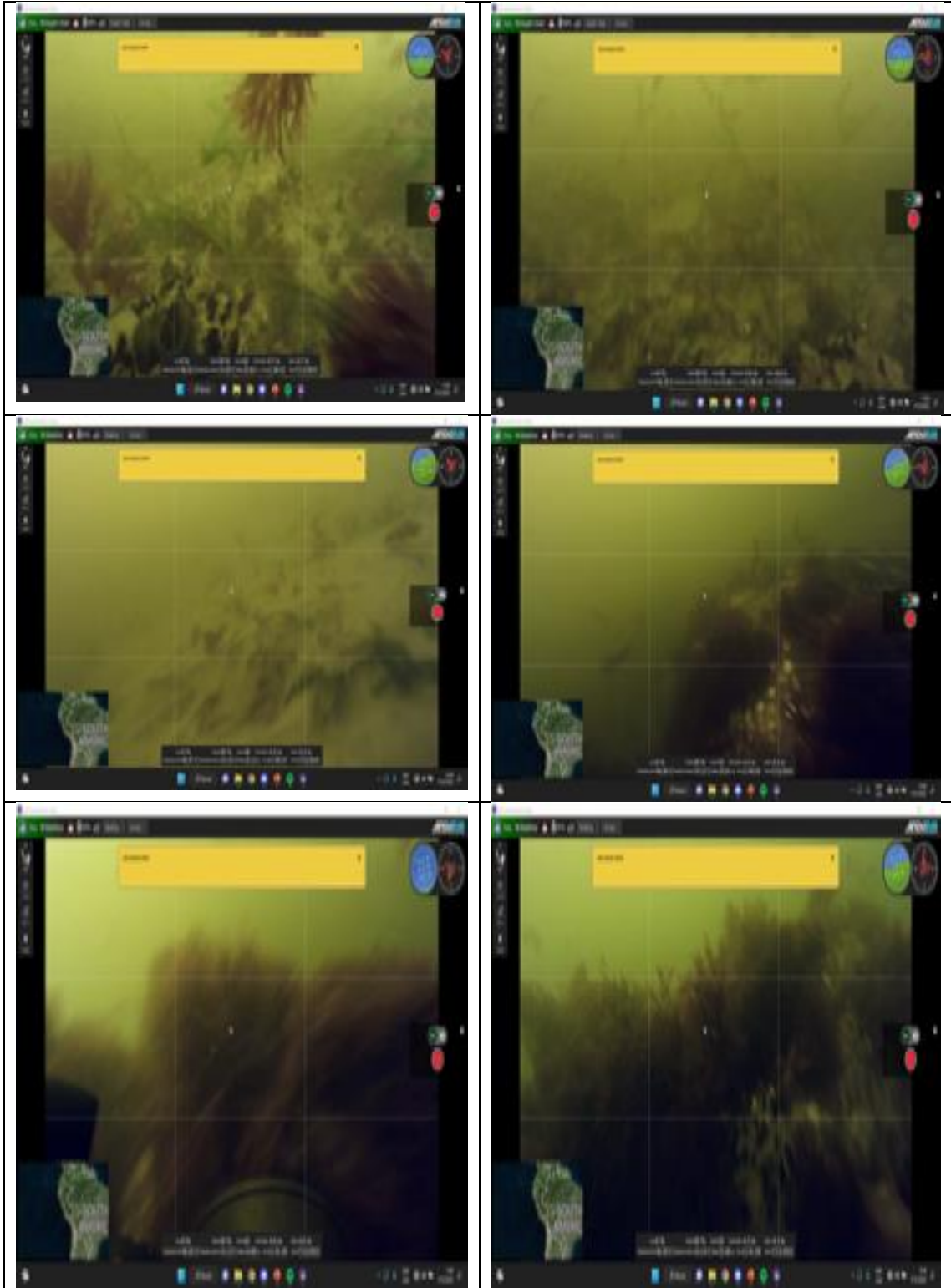
Figura 57: Mapa de la zona de inmersión V del ROV.

En la Tabla 6 se muestran impresiones de pantalla del video registrado durante la Inmersión 5. En estas imágenes podemos apreciar la presencia de algas marinas y algunos choritos pequeños adheridos a las rocas.

Tabla 6: Impresiones de pantalla del video de la Inmersión 5







### 3.1.6 Inmersión VI

la inmersión VI se realizó a las 12:35 pm el 7 de diciembre del 2022 frente a la Reserva de Lomas de Ancón, las coordenadas fueron 11.72°S y 77.19°W con una profundidad de 4 m, la Figura 58 muestra el mapa de la zona.



Figura 58: Mapa de la zona de inmersión VI del ROV.

En la Tabla 7, se muestran las impresiones de pantalla del video registrado por el ROV durante la Inmersión VI, en dichas imágenes se puede apreciar la presencia de organismos que viven adheridos a las rocas como son los erizos negros de mar y las estrellas de mar.

Tabla 7: Impresiones de pantalla del video de la Inmersión 6





### 3.1.7 Inmersión VII

La inmersión VII se realizó a las 14:43 pm el 7 de diciembre del 2022 frente a la playa Chacraymar, las coordenadas fueron 11.64°S y 77.22°W con una profundidad de 15 m, la Figura 59 muestra el mapa de la zona.

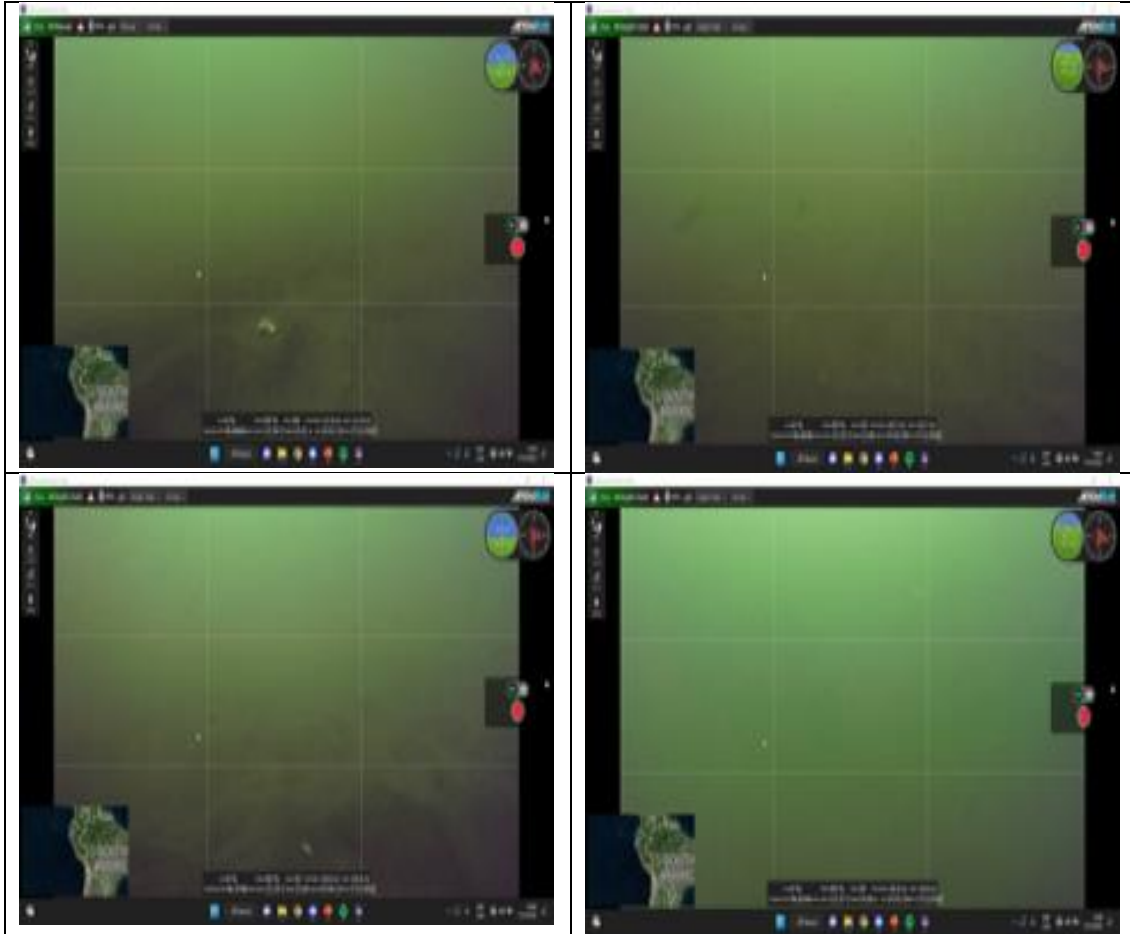


*Figura 59: Mapa de la zona de inmersión VII del ROV.*

En la Tabla 8 se muestran algunas impresiones de pantalla del video registrado durante la Inmersión VII, en dichas imágenes se observa que las condiciones de visibilidad cerca del fondo no son buenas debido al fuerte oleaje de la zona que levanta los sedimentos y suspende las partículas en la columna de agua creando condiciones de turbidez. Sin embargo, a pesar de estas condiciones se llegó a registrar la presencia de algunos peces que no se ha podido identificar a que especie pertenecen.

Tabla 8: Impresiones de pantalla del video de la Inmersión 7





### 3.1.8 Inmersión VIII

La inmersión VIII se realizó a las 15:31 pm el 7 de diciembre del 2022 frente a la playa Cascajo, las coordenadas fueron 11.61°S y 77.27°W con una profundidad de 15 m, la Figura 60 muestra el mapa de la zona.

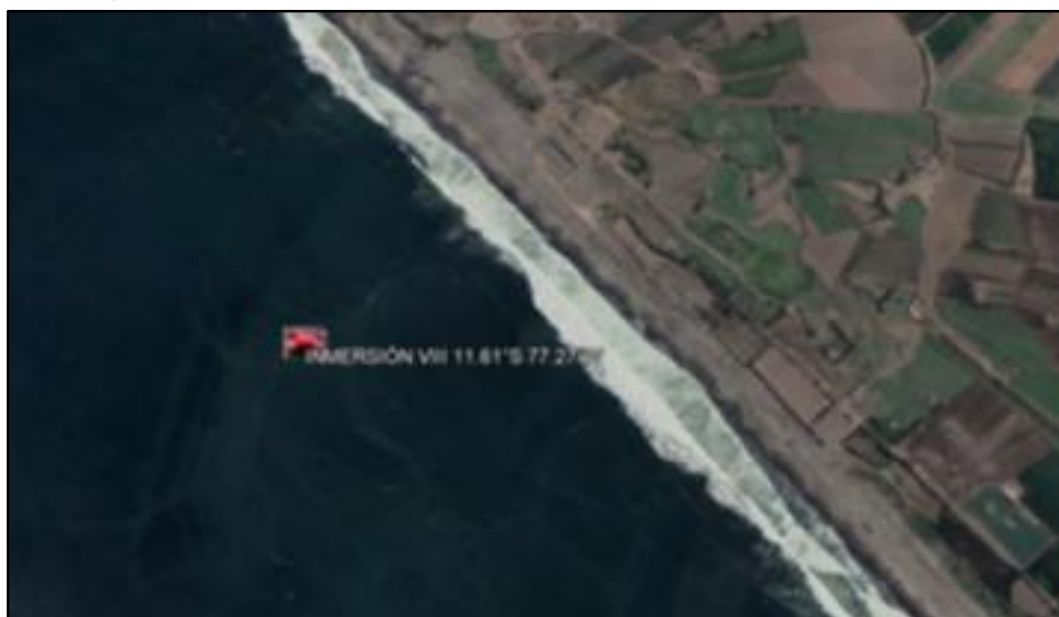
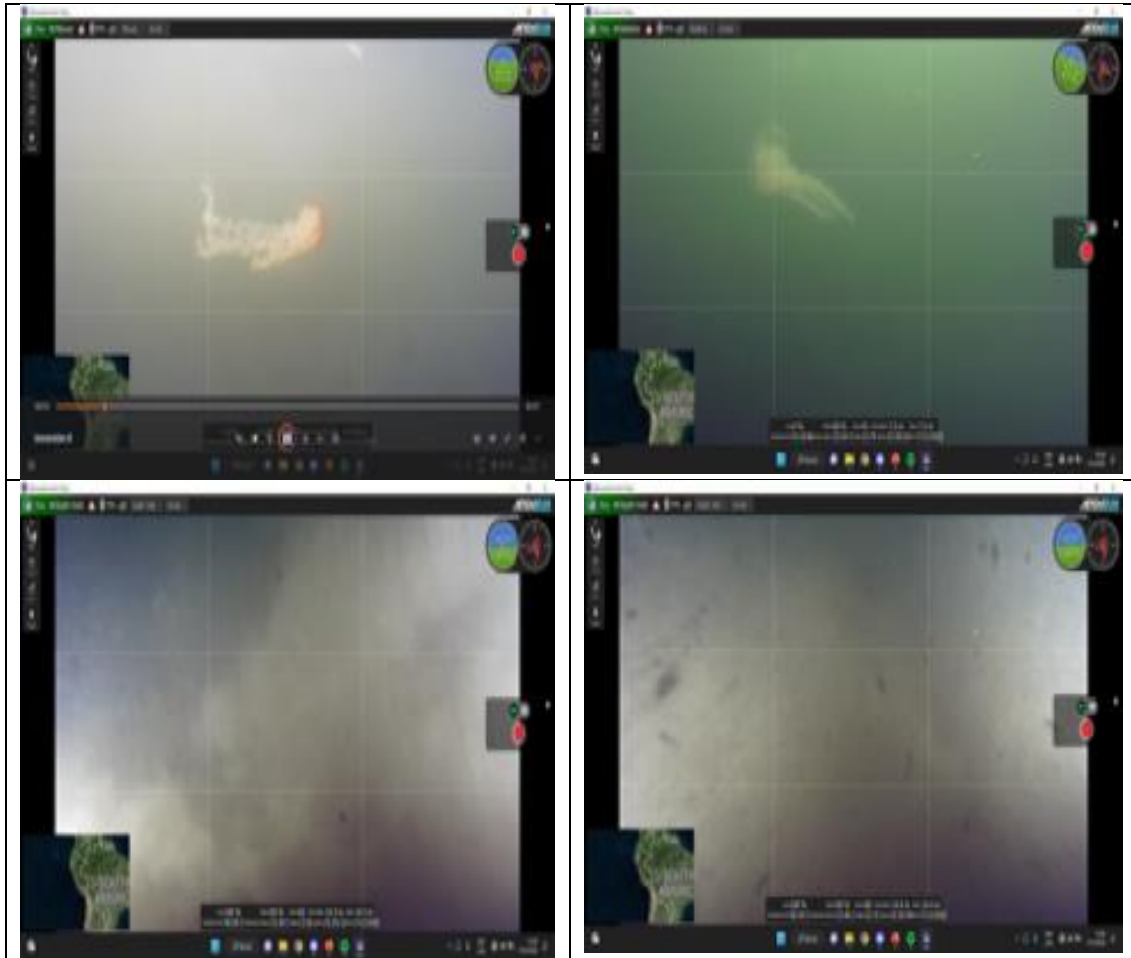


Figura 60: Mapa de la zona de inmersión VII del ROV

En la Tabla 9 se muestran algunas impresiones de pantalla del video registrado durante la inmersión VIII, en dichas imágenes se aprecia una medusa cerca de la superficie y el sedimento con tendencia a dispersarse en la columna de agua debido a las fuertes corrientes de la zona.

Tabla 9: Impresiones de pantalla del video de la Inmersión 8



### 3.2 Análisis Oceanográfico

Se empleó una sonda multiparámetros YSI EXO3 para registrar los parámetros de temperatura, conductividad/salinidad y oxígeno disuelto en el agua de mar. Luego, se empleó el Lenguaje de programación R con el paquete OCE para procesar dicha data obteniendo perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, ese paquete también calculó el diagrama T-S, y la anomalía de densidad y la concentración de nitritos. Cabe recalcar que, el análisis principal se realizará en función de los perfiles y del diagrama T-S, mientras que la anomalía de densidad y concentración de nitritos queda como algo referencial.

En la Tabla 10 se muestran las fechas, latitud, longitud, hora y profundidad en las que se sumergió la sonda CTDO

Tabla 10: Lances CTDO

FECHA	OPERACIÓN	LATITUD	LONGITUD	HORA	PROFUNDIDAD
6/12/2022	CTDO I	-11.8467	-77.185	13:57:00	8
7/12/2022	CTDO II	-11.767	-77.197	09:55:00	8
7/12/2022	CTDO III	-11.7579	-77.175	11:36:00	4
7/12/2022	CTDO IV	-11.7164	-77.185	12:29:00	4
7/12/2022	CTDO V	-11.6388	-77.223	14:27:00	10

### 3.2.1 CTDO I

En la Figura 15 se muestran los perfiles que se obtuvieron en la primera inmersión, en el perfil de temperatura podemos apreciar una termoclina que va desde 18°C en la superficie hasta menos de 15°C en los 3.5 metros de profundidad. Asimismo, el perfil de salinidad muestra la interacción de la capa superficial con la atmósfera o con alguna fuente de agua dulce, ya que la salinidad se incrementa en aproximadamente 1 u.p.s. en el fondo con respecto a la superficie. Por otra parte, el perfil del oxígeno nos muestra condiciones anóxicas en el fondo de 10 metros, mientras que en la superficie hay un contenido de oxígeno disuelto relativamente alto, mayor a los 6 mL/L.

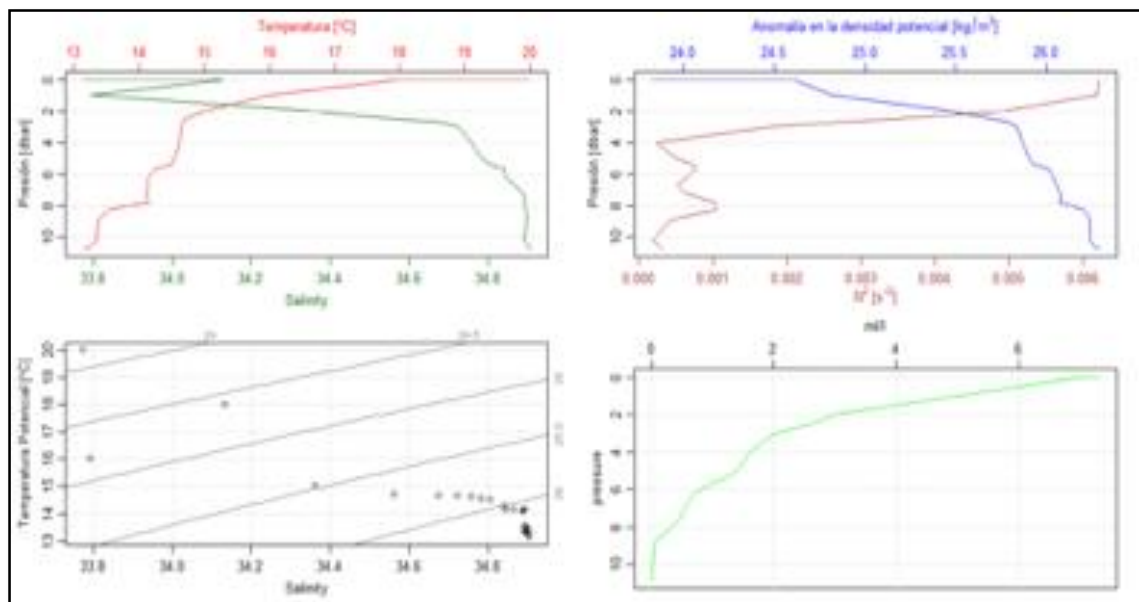


Figura 61: Perfiles de la primera inmersión de la Sonda CTDO

Asimismo, el diagrama T-S de la Figura 61 muestra que la masa de agua predominante son las Aguas Costeras Frías – ACF, cuyo núcleo halino se encuentra alrededor de los 34.8 u.p.s. en la isoterma de 14°C, mientras que las lecturas de las capas superiores (isoterma de 16°C

a más) no deberían ser tomadas en cuenta porque es bastante probable que se encuentren bajo la influencia de otra fuente que ocasiona una baja en el contenido halino.

### 3.2.2 CTDO II

En la Figura 62 se muestran los perfiles que se obtuvieron en la segunda inmersión, en el perfil de temperatura podemos apreciar una termoclina que va desde 16.5°C en la superficie hasta un poco menos de 14.5°C en los 4 metros de profundidad. Asimismo el perfil de salinidad muestra la interacción de la capa superficial con la atmósfera o con alguna fuente de agua dulce, ya que la salinidad se incrementa desde las 34.5 u.p.s. en la superficie hasta las 34.8. Por otra parte el perfil del oxígeno nos muestra contenidos de oxígeno muy bajos en el fondo de aproximadamente 0.5 mL/L, mientras que en la superficie hay un contenido de oxígeno disuelto relativamente alto de 8 mL/L.

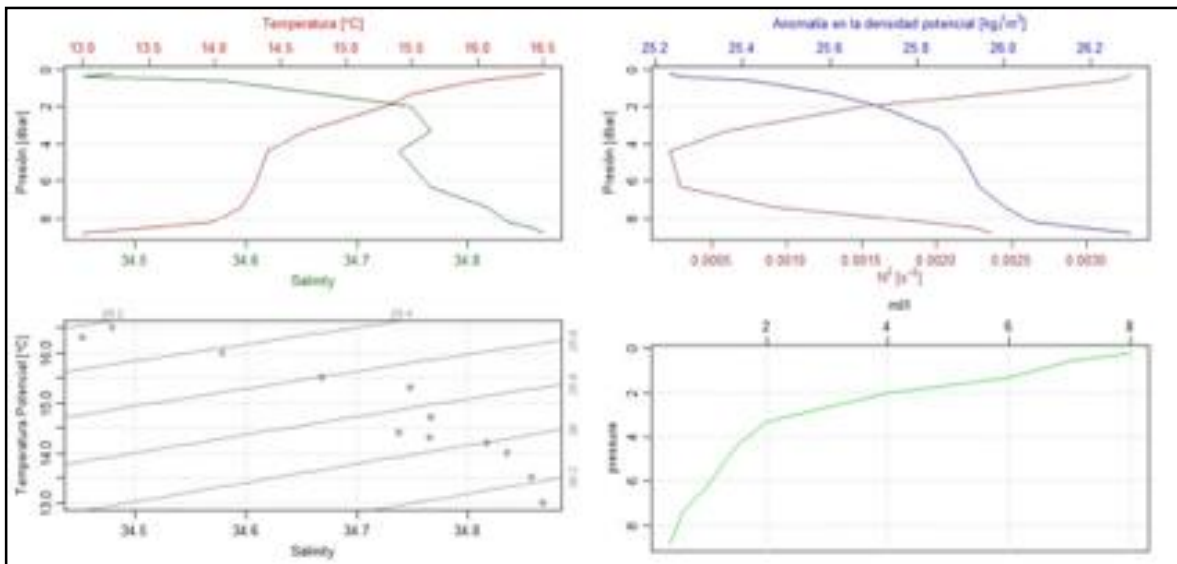


Figura 62: Perfiles de la segunda inmersión de la sonda CTDO

Asimismo, el diagrama T-S de la Figura 62 muestra que la masa de agua predominante son las Aguas Costeras Frías – ACF, cuyo núcleo halino se encuentra alrededor de los 34.8 u.p.s. con las isotermas de 13 y 14°C, mientras que las lecturas de las capas superiores, asociadas a temperaturas superiores a los 15°C, muestran una ligera disminución en el contenido halino de apenas 0.3 u.p.s. que es atribuible a la interacción que tiene la superficie con la atmósfera y con la región costera.



### 3.2.3 CTDO III

En la Figura 63 se muestran los perfiles que se obtuvieron en la tercera inmersión, en el perfil de temperatura podemos apreciar una termoclina que va desde 20°C a 2 metros de profundidad hasta un poco menos de 16°C en los 3 metros de profundidad, esto es una variación muy brusca de 4°C en apenas un metro. Asimismo, el perfil de salinidad muestra la existencia de un núcleo halino de 34.8 u.p.s. en la profundidad de 3 metros. Por otra parte, el perfil del oxígeno nos muestra una gran oxiclina que va desde los 8 mL/L en los 2 metros de profundidad hasta los 0 mL/L en los 5 metros de profundidad.

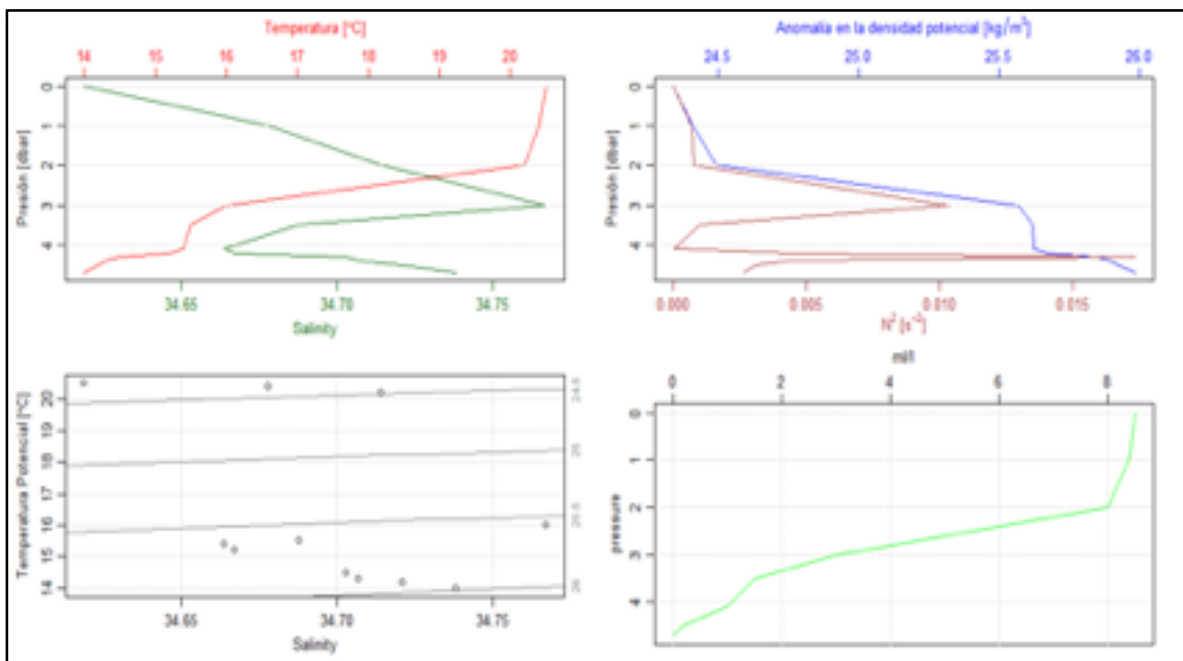


Figura 63: Perfiles de la tercera inmersión de la sonda CTDO

El diagrama T-S muestra la presencia característica de las ACF, de manera que se observan valores de salinidad muy próximos a los 34.8 u.p.s. en isotermas menores a los 16°C.

### 3.2.4 CTDO IV

En la Figura 64 se muestran los perfiles que se obtuvieron en la cuarta inmersión, en el perfil de temperatura podemos apreciar una termoclina que va desde 19°C en la superficie hasta un poco menos de 16°C en los 4 metros de profundidad. Asimismo el perfil de salinidad muestra la existencia de un núcleo halino de 35.2 u.p.s. en la profundidad de 3 metros. Por otra parte el perfil del oxígeno nos muestra una gran oxiclina que va desde los 6 mL/L en la superficie hasta los 2 mL/L en los 4 metros de profundidad.

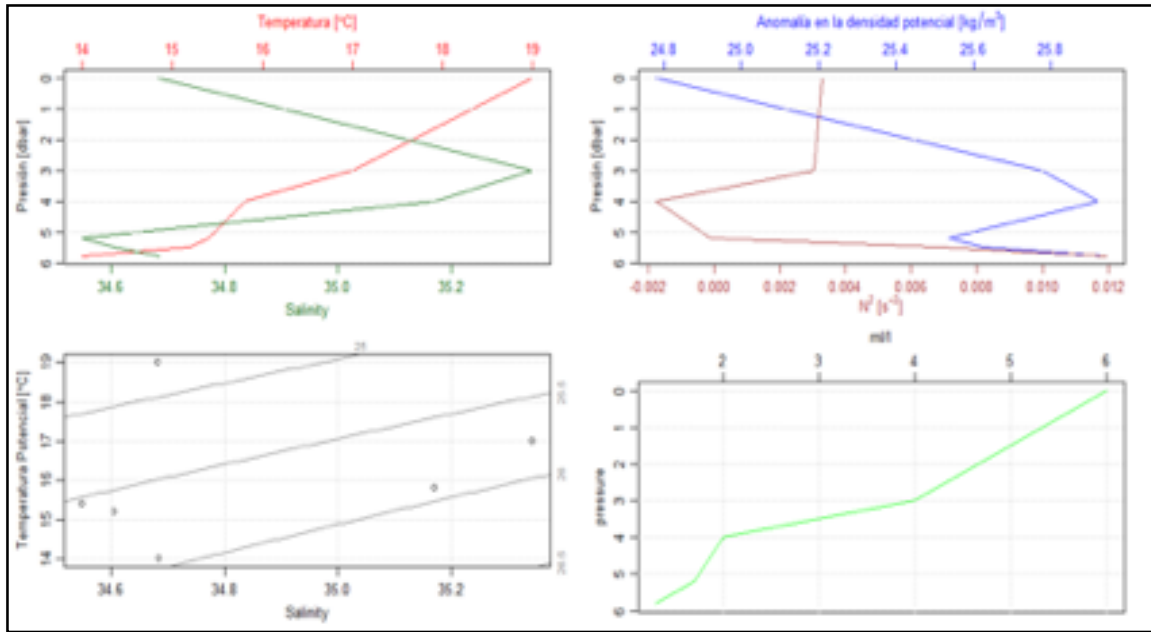


Figura 64: Perfiles de la cuarta inmersión de la sonda CTDO

El diagrama T-S estaría mostrando la presencia de las Aguas Subtropicales Superficiales - ASS, sin embargo esto debería ser descartado porque dicha masa de agua normalmente se encuentran bastante alejadas de la costa y la interacción con la región costera esté distorsionando la lectura de salinidad.

### 3.2.5 CTDO V

En la Figura 65 se muestran los perfiles que se obtuvieron en la quinta inmersión de la sonda CTDO. En el perfil de temperatura, identificamos una termoclina que va desde los 19°C en los 4 metros de profundidad hasta los 15 en los 6 metros de profundidad. Luego en el perfil de salinidad, se aprecia que sobre los 5 metros de profundidad debe haber la intromisión de un flujo de agua que la salinidad alcance los 34.0 u.p.s. mientras que en el fondo si se encuentran los 34.8 u.p.s. característico de las ACF. El perfil de oxígeno muestra una oxiclina que va desde los 7 mL/L en los 4 metros de profundidad a 2 mL/L sobre los 6 metros de profundidad.

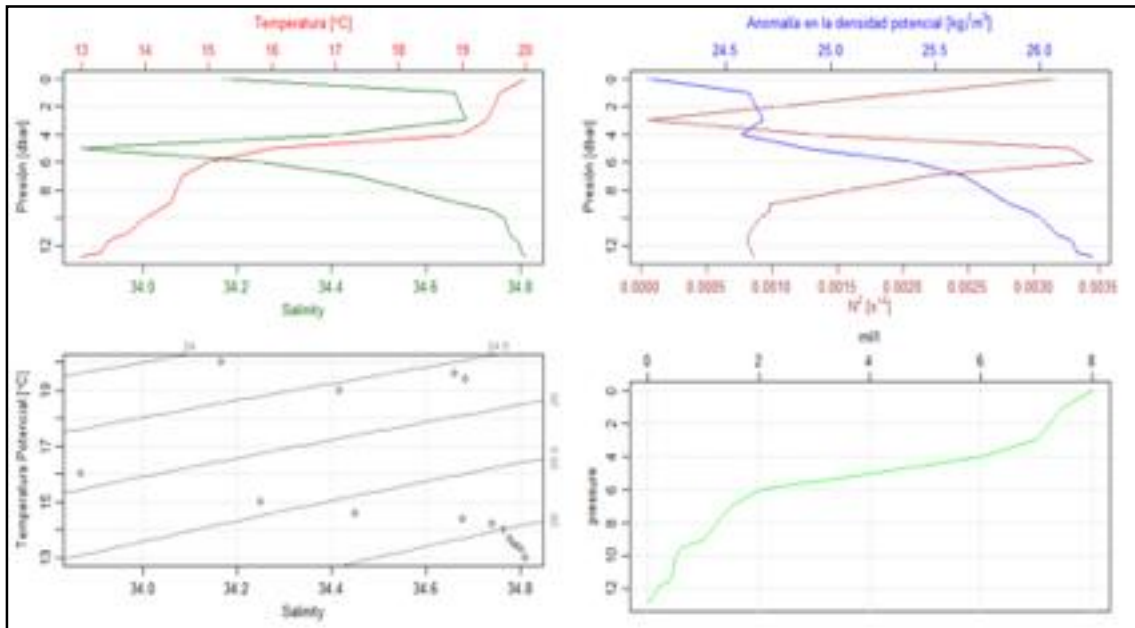


Figura 65: Perfiles de la quinta inmersión de la sonda CTDO

Del Diagrama T-S se aprecia que la masa de agua predominante son las ACF, sin embargo, debe existir una intromisión de agua dulce a la mitad de la columna de agua que distorsione un poco la identificación.

#### 4. CONCLUSIONES.

- No se halló evidencia de remanentes de hidrocarburos en el fondo marino ni en la columna de agua, ni en las rocas del fondo ni en las de la zona intermareal.
- La abundancia relativa de cangrejos en el fondo arenoso, así como de medusas en la columna de agua guarda relación con los bajos contenidos de oxígeno disuelto registrados con la sonda CTDO.
- Existen corrientes subsuperficiales bastante intensas, que levantan el sedimento del fondo, suspendiendo las partículas en la columna de agua contigua tornándola turbia y dificultando la visión.
- La conformación del fondo marino que presenta líneas y montículos da indicios que el transporte de sedimentos es bastante intenso.
- Mediante la video cámara del ROV se observó fauna característica del borde costero como son los erizos negros, estrellas de mar, cangrejos y algunos peces sin identificar.
- La masa de agua predominante en la zona son las Aguas Costeras Frías – ACF.
- La interacción de la masa de agua con flujos provenientes de la región costera donde predomina la actividad antropogénica, causa una distorsión en la lectura de los parámetros oceanográficos.
- Se observó bastante contaminación de residuos plásticos en el mar y en la arena.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Aas, E., L. Balk, B. Liewenborg, & O.K. Andersen, 2000. PAH metabolites in bile, cytochrome P4501A and DNA adducts as environmental risk parameters for chronic oil exposure: A laboratory experiment with Atlantic cod. *Aquatic toxicology*, 51: 241-258.
- Altenburger R., H. Helmut Segner, & R. van der Oost, 2003. Biomarkers and PAHs- Prospects for the Assessment of Exposure and Effects in Aquatic Systems. p. 297-328, In: P.E.T. Douben (ed.). *PAHs: An Ecotoxicological Perspective*. Wiley, UK.
- Ameur, B.W., J. de Lapuente, E.Y. Megdiche, B. Barhoumi, S. Trabelsi, L. Camps, J. Serret, D. Ramos-López, J. Gonzalez-Linares, M.R. Driss, & M. Borràs, 2012. Oxidative stress, genotoxicity and histopathology biomarker responses in mullet (*Mugil cephalus*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) liver from Bizerte Lagoon (Tunisia). *Marine Pollution Bulletin*, 64: 241-251.
- Amiard-Triquet, C., & J.C. Amiard, 2013. Introduction. p. 1-14. In: Amiard-Triquet, C.; Amiard, J.C.; Raibow, P.S. (Eds.) *Ecological Biomarkers: Indicators of Ecotoxicological Effects*. CRC Press, Taylor & Francis Group, USA.
- Anderson, J.W., & R.F. Lee, 2006. Use of biomarkers in oil spill risk assessment in the marine environment. *Human and Ecological Risk Assessment*, 12: 1192-1222.
- Basu, N., A. Scheuhammer, S. Bursian, J. Elliott, K. Rouvinen-Watt, & H. Man, 2007. Mink as a sentinel species in environmental health. *Environmental Research*, 103: 130-144.
- Bickham, J.W., S. Sandhu, P. Hebert, L. Chikhi, & R. Athwal, 2000. Effects of chemical contaminants on genetic diversity in natural populations: implications for biomonitoring and ecotoxicology. *Mutation Research*, 463: 33-51.
- Campbell P.M., & R.H. Devlin, 1996. Expression of cyp1a1 in livers and gonads of Pacific salmon: quantitation of mRNA levels by RT-PCR. *Aquat Toxicol.*, 34: 47-69.
- Chaigneau A., Eldin G., Dewitte B. (2009). Eddy Activity in the Four Major Upwelling Systems From Satellite Altimetry (2007). *Prog. Oceanography* 53, 117–123. doi: 10.1016/j.pocean.2009.07.012
- Collier, T. K., B. F. Anulacion, J. E. Stein, A. Goksøyr, & U. Varanasi, 1995. A field evaluation of cytochrome P4501A as a biomarker of contaminant exposure in three species of flatfish. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 14: 143–152.
- De Lafontaine, Y., F. Gagne, C. Blaise, G. Costan, P. Gagnon, & H.M. Chan, 2000. Biomarkers in zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) for the assessment and monitoring of water quality of the St Lawrence River (Canada). *Aquatic Toxicology*, 50: 51-71.



- Depledge, M.H., 1994. The rational basis for the use of biomarkers as ecotoxicological tools. p. 271-295. In: C. Leonzio (ed.), Non-destructive biomarkers in vertebrates. London (uk): crc.
- Depledge, M.H., & M.C. Fossi, 1994. The role of biomarkers in environmental assessment (2). Invertebrates. *Ecotoxicology*, 3: 161-172.
- Dietrich, D.E., Lin, C.A., Mestas-Nunez, A. et al. A high resolution numerical study of Gulf of Mexico fronts and eddies. *Meteorol. Atmos. Phys.* 64, 187–201 (1997).  
<https://doi.org/10.1007/BF01029692>
- Eckle, P., P. Burgherr, & E. Michaux, 2012. Risk of large oil spills: a statistical analysis in the aftermath of Deepwater Horizon. *Environmental Science & Technology*, 46: 13002– 13008.
- Förlin, L., A. Goksøyr, & A.M. Husøy, 1994. Cytochrome P450 monooxygenase as indicator of PCB/dioxin like compounds in fish. p. 135-150. In: K. J. M. Kramer (ed.). *Bio-monitoring of Coastal Waters and Estuaries* crc Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Gold-Bouchot, G., y O. Zapata-Pérez, 2004. Contaminación, ecotoxicología y manejo costero. p. 277-286. In: Rivera Arriaga, E., G. J. Villalobos, I. Azuz Adeath, y F. Rosado May (eds.). *El Manejo Costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, Se-marnat, cetys-Universidad, Universidad de Quintana Roo 654 p.
- Goldstein, M.D., H.J. Osofsky, & M.Y. Lichtveld, 2011. The Gulf oil spill. *The New England Journal of Medicine*, 364:1334- 1348.
- Hendricks J., D. Meyer T., R. Shelton D.W. Castecl, & J.L., Bailey, 1985. Hepatocarcinogenicity of benzo(a)pyrene to rainbow trout by dietary exposure and intraperitoneal injection. *J of Nat Canc Ins.*, 74 (4): 839-851
- Huggett, R.J., J.M. Neff, J.J. Stegeman, B. Woodin, K.R. Parker, & J.S. Brown, 2006. Biomarkers of pah exposure in an intertidal fish species from Prince William Sound, Alaska: 2004-2005. *Environmental Science & Technology*, 40:6513-6517.
- Jernelöv, V., A., 2010. The Threats from Oil Spills: Now, then, and in the future. *ambio*, 39: 353-366.
- Jewett, S.C., T.A. Dean, B.R. Woodin, M.K. Hoberg, & J.J. Stegeman, 2002. Exposure to hydrocarbons 10 years after the Exxon Valdez oil spill: evidence from cytochrome P4501A expression and biliary facs in near-shore demersal fishes. *Marine Environmental Research*, 54: 21-48.

- Jung, J.H., Y.S. Chae, H.N. Kim, M. Kim, U.H. Yim, S.Y. Ha, G.M. Han, J.G. An, E. Kim, & W. Shim, 2012. Spatial variability of biochemical responses in resident fish after the M/V Hebei Spirit Oil Spill (Taeon, Korea). *Ocean Science Journal*, 47: 209-214.
- Kirby, M.F., & R.J. Law, 2010. Accidental spills at sea-risk, impact, mitigation and the need for coordinated post-incident monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 60: 797-803.
- Korotenko KA. 2018. Effects of mesoscale eddies on behavior of an oil spill resulting from an accidental deepwater blowout in the Black Sea: an assessment of the environmental impacts. *PeerJ* 6:e5448 <https://doi.org/10.7717/peerj.5448>
- Laws E.A., 1993. *Aquatic pollution; an introductory text* 2nd ed. John Willey & Sons. 611 p.
- Lee, R.F., 2002. Bioavailability, biotransformation, and fate of organic contaminants in estuarine animal. p. 97-126. In: M.C., Newman, M.H., Roberts, y R.C., Hale, (Eds.), *Coastal and estuarine risk assessment*. Lewis Publishers: Boca Raton, Florida, 368 p.
- Lee, R.F., & J.W. Anderson, 2005. Significance of cytochrome P450 system responses and levels of bile fluorescent aromatic compounds in marine wildlife following oil spills. *Mar. Pollut. Bull.*, 50(7):705-23.
- Manaham, A., 2003. *Toxicological chemistry and biochemistry*. 3rd ed. crc Press llc, usa.
- Manual de Consulta Rápida "Plan Nacional de respuesta ante derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el medio ambiente acuático". Centro Nacional de Respuesta a la Contaminación. Armada de Chile – DIRECTAMAR. Septiembre 2020.
- Mariano A.J., Kourafalou V.H., Srinivasan A., Kang H., Halliwell G.R., Ryan E.H., Roffer M. On the modeling of the 2010 Gulf of Mexico Oil Spill. 2011. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 52(1–2), 322-340. <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2011.06.001>.
- Martínez-Gómez, C., A. D. Vethaak, K. Hylland, T. Burgeot, A. Köhler, B. P. Lyons, J. Thain, M. J. Gubbins, & I. M. Davies, 2010. A guide to toxicity assessment and monitoring effects at lower levels of biological organization following marine oil spills in European waters. *ices Journal of Marine Science*, 67: 1105-1118.
- Marty, G.D., A. Hoffmann, M.S. Okihiro, K. Hepler, & D. Hanes, 2003. Retrospective analysis: bile hydrocarbons and histopathology of demersal rockfish in Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez oil spill. *Mar Env.Research*, 56: 569-584.
- Monserrat, J.M., P.E. Martínez, L.A. Geracitano, L.L. Amado, C. Martinez, G. Martins, G. Lopes Leães Pinho, I. Soares Chaves, M. Ferreira-Cravo, J. Ventura-Lima, & A. Bianchini, 2007. Pollution biomarkers in estuarine animals: Critical review and new perspectives. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 146, (1–2): 221-234.
- Nagai, T., N. Gruber, H. Frenzel, Z. Lachkar, J. C. McWilliams, and G.-K. Plattner. 2015. Dominant role of eddies and filaments in the offshore transport of carbon and nutrients

- in the California Current System, *J. Geophys. Res. Oceans*, 120, 5318–5341, doi:10.1002/2015JC010889
- Nahrgang, J., L. Camus, P. Gonzalez, & M. Jönsson, 2010. Biomarker responses in polar cod (*Boreogadus saida*) exposed to dietary crude oil. *Aquatic Toxicology*, 96: 77-83.
- nRC (National Research Council), 2003. Oil in the sea iii: inputs, fates, and effects. Washington, D.C.: National Academy Press. Disponible en: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309084385>. Mayo de 2013.
- Okubo, A. (1970). Horizontal dispersion of floatable particles in the vicinity of velocity singularities such as convergences\*. *Deep-Sea Research*, 17, 454-454.
- OspaR jump, 2008. Guidelines for contaminant-specific biological Effects (ospar Agreement 2008-09).
- Payne J.F., & W.R. Penrose, 1975. Induction of aryl hydrocarbon (benzo(a)pyrene) hydroxylase in fish by petroleum. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 14: 112-116.
- Radović, J.R., D. Rial, B.P. Lyons, C. Harman, L. Viñas, R. Beiras, J.W. Readman, K.V. Thomas, & J.M. Bayona, 2012. Postincident monitoring to evaluate environmental damage from shipping incidents: chemical and biological assessments. *Journal of Environmental Management*, 109: 136-153.
- Reynaud, S., & P. Deschaux, 2006. The effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on the immune system of fish: a review. *Aquatic Toxicology*, 77: 229-238.
- Rojas-García, A.E., I.M. Medina-Díaz, M.L. Robledo-Marengo, B.S. Barrón-Vivanco, & N. Pérez-Herrera, 2011. Pesticide Bio-markers. p. 161-190. In: M., Stoytcheva (Ed.), *Pesticides in the modern world-pest control and pesticides exposure and toxicity assessment*. InTech. 601 p.
- Sarkar, A., D., Ray, A.N. Shrivastava, & S. Sarker, 2006. Molecular Biomarkers: Their significance and application in marine pollution monitoring. *Ecotoxicology*, 15: 333–340.
- Schirmer, K., B. Fischere, D.J. Madureira, & S. Pillait, 2010. Transcriptomics in ecotoxicology. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 397: 917-923.
- Schnitz A.R., & J.M. O'Connor, 1992. In vivo dna/rna adduction of 7,12-dimethylbenzo(a)anthracene (dmba) and benzo(a)pyrene (BaP) in the liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Environ Pathol Toxicol Oncol.*, 11: 229-233.
- Stahl, R. G., Jr, 1997. Can mammalian and non-mammalian “sentinel species” data be used to evaluate the human health implications of environmental contaminants? *Hum. Ecol. Risk Assess.*, 3: 328–335.

- Tunnell, J. W. Jr., 2011. An expert opinion of when the Gulf of Mexico will return to pre- spill harvest status following the bp Deepwater Horizon mc 252 oil spill. Corpus Christi (Texas): Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University.
- Van der Oost, R., J. Beyer, & N.P.E. Vermeulen, 2003. Fish bioaccumulation and bio- markers in environmental risk. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13: 57–149.
- Van der Schalie, W.H., H.S. Gardner, J.A. Bantle Jr., C.T. De Rosa, R.A. Finch, J.S. Reif, R.H. Reuter, L.C. Backer, J. Burger, L.C. Folmar, & W.S. Stokes, 1999. Animals as sentinels of human health hazards of environmental chemicals. *Environ. Health Perspect.*, 107: 309-315.
- Weiss, J. (1991). The dynamics of enstrophy transfer in two-dimensional hydrodynamics. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 48 (2), 273–294. doi: [https://doi.org/10.1016/0167-2789\(91\)90088-Q](https://doi.org/10.1016/0167-2789(91)90088-Q)
- Whitehead, A., B. Dubansky, C. Bodinier, T. I. Garcia, S. Miles, C. Pilley, V., Raghunathan, J. L. Roach, N. Walker, R. B. Walter, & C. D. Rice, 2012. Genomic and physiological footprint of the Deepwater Horizon oil spill on resident marsh fishes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109: 20298–20302.
- WHO, 1993. International Programme on Chemical Safety (ipcs). Biomarkers and risk assessment: concepts and principles. *Environmental Health Criteria 155*, World Health Organization, Geneva.
- Zapata-Pérez, O., V. Ceja-Moreno, M. Roca, M. Pérez, M. del Río-García, M. Yarto, A. Mendoza-Cantú, A.I. Ize-Lema, A. Gavilán-García, L. Sánchez-Teyer, & G. Gold-Bouchot, 2007. Ecotoxicological effects of pop son ariidae *Ariopsis felis* (Linnaeus, 1766) from the coastal ecosystems in the Southern Gulf of Mexico and Yucatan Peninsula. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 42: 1511-1518.
- Zapata-Pérez, O., J. A. Rubio-Piña, y M.V. Patiño-Suárez, 2014. Evaluación y monitoreo de los efectos biológicos por derrames de petróleo en el medio marino. p. 461-480. En: A.V. Botello, J. Rendón von Osten, J. A. Benítez y G. Gold-Bouchot (eds.). *Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. uac, unam-icmyl, cinvestav- Unidad Mérida. 1176 p. isbn 978-607-7887-71-3.