ANÁLISIS DE PRESIÓN-ESTADO-IMPACTO (PSI) DE LA ZONA MARINO COSTERA DE SAMANCO, VÉGUETA, CARQUÍN, HUACHO, OCOÑA Y CAMANÁ, 2015

PRESSURE-STATE-IMPACT (PSI) OF MARINE-COASTAL ZONES OF SAMANCO, VÉGUETA, CARQUÍN, HUACHO, OCOÑA AND CAMANÁ, 2015

Piero Villegas[1] *Américo Sánchez* *Christian Paredes* *Mario Polar*
Sara Purca *Rita Orozco* *Manuel Guzmán*

RESUMEN

Villegas P, Sánchez A, Paredes Ch, Polar M, Purca S, Orozco R, Guzmán M. 2020. Análisis de presión-estado-impacto (PSI) de la zona marino costera de Samanco, Végueta, Carquín, Huacho, Ocoña y Camaná 2015. Inf Inst Mar Perú. 47(3): 439-457.- Las zonas costeras son áreas naturales de alta diversidad y de las más productivas del mundo, en las que se encuentran más del 61% de las ciudades. Muchas localidades costeras exhiben un crecimiento poblacional y PBI más alto que el de su promedio nacional; y tendencia a la urbanización. El Perú no es ajeno a esta realidad ya que, de las cinco ciudades más pobladas del Perú, cuatro son costeras que alojan importantes actividades económicas y sociales de diferentes magnitudes y que abarcan cientos de kilómetros de litoral. En las bahías de Samanco, Carquín, Végueta y Huacho, así como en la zona marino costera de los ríos Ocoña y Camaná se observan actividades como acuicultura, pesca, agropecuaria, minera, ocupación urbana, turismo y actividades industriales, las que, en los últimos años, están compitiendo por el espacio ocasionando conflictos por el uso. A esta situación se suman los impactos que se producen entre las actividades mencionadas y sobre el medio ambiente. El presente trabajo adaptó el marco propuesto para evaluaciones de Presión–Estado- Respuesta (PER), elaborado por la OCDE en 1993 y el de Maxim *et al*. (2009) quienes plantean la evaluación ambiental con la metodología DPSIR, para evaluar las bahías, la cuenca baja de los ríos y la zona marino costera. El análisis de presión estado e impacto-respuesta ambiental (PSI), en su primera fase, muestra la relación que tienen los parámetros de calidad ambiental respecto a la presencia de actividades humanas.

Palabras clave: PER, causalidad, indicadores ambientales, gestión ambiental, índice de calidad ambiental

ABSTRACT

Villegas P, Sánchez A, Paredes Ch, Polar M, Purca S, Orozco R, Guzmán M. 2020. Pressure-State-Impact (PSI) of marine-coastal zones of Samanco, Vegueta, Carquín, Huacho, Ocoña, and Camana, 2015. Inf Inst Mar Peru. 47(3): 439-457.- Coastal zones are highly diverse natural areas which are among the most productive in the world, where more than 61% of cities are located. Many coastal communities show a higher population growth and GDP than their national average and tend to be urbanized. This reality is not alien to Peru, since of the five most populated cities in the country, four are coastal cities that host important economic and social activities of different magnitudes and that cover hundreds of kilometers of coastline. Activities such as aquaculture, fishing, agriculture, mining, urban occupation, tourism, and industrial operations can be observed in the Samanco, Carquin, Vegueta, and Huacho bays, as well as in the coastal marine area of the Ocoña and Camana rivers. In recent years, such activities are competing for space, causing conflicts regarding its use. Furthermore, the impacts of these activities on the environment are also present. This paper modified the proposed framework for Pressure-State-Response (PSR) evaluations, developed by the OECD in 1993 and that of Maxim *et al*. (2009) who propose environmental assessment with the DPSIR methodology, to evaluate bays, the lower river basin, and the coastal marine area. The analysis of the pressure-state and impact-environmental response (PSI), in its first phase, shows the relationship between environmental quality parameters and anthropogenic activities.

Keywords: PSI, causality, environmental indicators, environmental management, environmental quality index

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del programa de actividades científicas orientadas al objetivo estratégico de fortalecer las investigaciones para el desarrollo de la acuicultura y la sostenibilidad ambiental, el Área Funcional de Investigaciones Marino Costeras (AFIMC) del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) realizó, durante el 2015, el estudio del estado, presión e impacto en las bahías de Samanco, Végueta, Carquín, Huacho y en la zona marino costera de los ríos Ocoña y Camaná.

1 IMARPE, Dirección General de Investigaciones en Acuicultura. pvillegas@imarpe.gob.pe

En el año 1993, el Grupo Sobre el Estado del Ambiente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) determinó los indicadores necesarios para establecer el modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER) según tres criterios básicos: relevancia política, análisis de solvencia y cuantitativo. El marco de trabajo propuesto por el OECD se basa en el concepto básico de la causalidad, por ejemplo: las actividades humanas ejercen presión en el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (caja del estado). La sociedad responde a los cambios producidos en el ambiente, con políticas sectoriales y económicas (respuesta social). Aunque, puede considerarse que los marcos de trabajo del PER cambiarían según el entendimiento científico de los complejos problemas ambientales y sociales (OECD, 1993).

El análisis de Forzantes-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (*Drivers - Pressure - State - Impact - Response*, DPSIR) es un marco flexible que puede ser utilizado para ayudar a los tomadores de decisiones en muchas etapas del proceso de decisión. El DPSIR fue desarrollado inicialmente por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1993) y ha sido utilizado por las Naciones Unidas en 1994 y 2007 y la Agencia Europea del Medio Ambiente para relacionar las actividades humanas con el estado del medio ambiente. También se ha utilizado en la gestión de recursos hídricos, cuencas hidrográficas, humedales, sistemas marinos, agroambientes, desarrollo sostenible, contaminación del aire, cambio climático, biodiversidad, especies invasoras, entre otros.

Según Maxim *et al.* (2009) el DPSIR usa una aproximación conceptual de los modelos de manejo ecosistémico y de sus conexiones clave con el ecosistema social (Olsen, 2003). El marco inicial de trabajo DPSIR se deriva de un modelo económico (OECD, 1993). A pesar de las dimensiones sociales complejas (Olsen, 2003) y la insuficiencia de esos modelos para capturar esas dimensiones (Nutlle & Fletcher, 2013) la influencia humana está presente sobre los servicios ecosistémicos, manifestándose en el estado del ecosistema la presión y como forzantes las actividades socioeconómicas que se desarrollan a lo largo de los sistemas marinos costeros. Según este modelo se denomina:

- *Forzantes*: responden a las preguntas de dónde es originaria la causa de los problemas ambientales (humanos, naturales o ambos).
- *Presión*: son factores antropogénicos que inducen cambios ambientales, usualmente estos cambios son negativos para el ecosistema.
- *Estado*: es la cantidad o calidad de la característica física, biológica, química del ecosistema**.**
- *Impacto*: dependiendo de la disciplina y metodología usada, las nociones de impacto están dirigidas hacia algunos tópicos. En sistemas acuáticos, terrestres y atmosféricos estos impactos a menudo son negativos porque afectan el funcionamiento del ecosistema, ejemplos de anomalías genéticas, fisiológicas y de comportamiento en organismos, así como cambios biogeoquímicos en la columna de agua y sedimento se registran en ecosistemas impactados negativamente por la disminución de organismos o muerte de los mismos.
- *Respuesta:* dependiendo de los niveles de decisión, el conocimiento de los grupos de interés para ámbitos gubernamentales y no gubernamentales.

Se reconoce que las zonas costeras son unas de las áreas naturales más productivas y diversas del mundo (Vellinga & Leatherman, 1989) a lo que se suma que más del 61% de las ciudades se encuentran en ellas. Las localidades costeras se caracterizan por exhibir alto crecimiento poblacional, PBI más alto que el promedio de su país (Turner *et al.*, 1996) y una fuerte tendencia a la urbanización. El Perú no es ajeno a esta realidad ya que, de las cinco ciudades más pobladas del Perú, cuatro son costeras según INEI.

Este trabajo adaptó el marco propuesto para evaluaciones de Presión-Estado- Respuesta (PER), elaborado por la OCDE en 1993 y el marco propuesto por Maxim *et al*. (2009) en los que se plantean la evaluación ambiental a través de la metodología DPSIR, para evaluar las bahías, la cuenca baja de los ríos y la zona marino costera.

Lima y Callao concentran el 44,8% de la actividad productiva del Perú (Atlas Peruano de Complejidad Económica, http://acomplexperu.concytec.gob.pe/#/, acceso febrero, 2017), siendo la zona marino costera el lugar donde se localizan las más importantes actividades económicas y sociales que van desde económicas, primarias y de subsistencia, a las grandes instalaciones industriales y portuarias, pasando por balnearios y centros recreativos y turísticos, abarcando así cientos de kilómetros de nuestro litoral.

En las bahías de Samanco, Carquín, Végueta y Huacho, así como en la zona marino costera de los ríos Ocoña y Camaná destacan los impactos de las actividades de acuicultura, pesca, agropecuaria, minería, urbanización, turismo y otras industrias, las cuales, además, en los últimos años han venido compitiendo por el espacio, ocasionando conflictos por el uso del área acuática; los que amplifican los impactos que se producen entre las actividades y contra el medio ambiente.

El principal criterio para el diseño del presente estudio fue la zonificación de las actividades entre las cuales se tiene el tránsito marítimo, puertos de pesca artesanal e industrial, zonas industriales, zonas acuícolas, ciudades y otros poblados, concesiones mineras y zonas de extracción de guano las que fueron incluidas en este estudio. Así mismo, se incluyó la línea de playa, donde ocurren otras actividades antrópicas que se desarrollan en los ecosistemas acuáticos, y se acarrean los aportes del río que transportan los residuos provenientes de las actividades en el continente. El objetivo de este estudio fue evaluar la presión, el estado y el impacto generados por actividades productivas (agricultura, pesca, industria, actividades humanas y la posible influencia de la minería metálica) en las bahías de Samanco, Végueta, Carquín y Huacho, así como en la zona marino costera de los ríos Ocoña y Camaná durante el 2015. Información que permitirá determinar la condición del ecosistema y servirá para los tomadores de decisiones en la gestión de dichas zonas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Samanco.- Esta bahía está ubicada al sur de la ciudad de Chimbote, en la región Áncash, entre 9°11′ y 9°15′S. Es una bahía cerrada y espaciosa, protegida por la isla Redonda y por acantilados rocosos que se extienden en la zona norte y que no permiten la acción directa de los vientos predominantes. Además, es una bahía somera (profundidad máxima de 40 m), por lo cual sus aguas presentan movimientos de transporte vertical y horizontal; principalmente en el sur de la bahía, donde son frecuentes aguas ricas en nutrientes, características propias de Aguas Costeras Frías (ACF), mientras que el interior de la bahía se caracteriza por presentar un comportamiento termohalino, ligeramente por encima de lo normal, debido a la menor remoción de agua, pero con gran productividad primaria (García *et al*., 2014). Tiene 9,7 km de largo por 5,6 km de ancho (DHN, 1999) (Fig. 1).

Végueta, Carquín, Huacho.- Las tres bahías se encuentran ubicadas a 140 km al norte del departamento de Lima, en la provincia de Huaura entre 11°2′ y 11°7′S. La caleta de Végueta se encuentra en una bahía abierta, que tiene una playa tendida de aproximadamente 8,9 km, presentando una laguna paralela a la playa que varía de tamaño de acuerdo a las filtraciones. Esta caleta es desabrigada y estrecha, en la cual

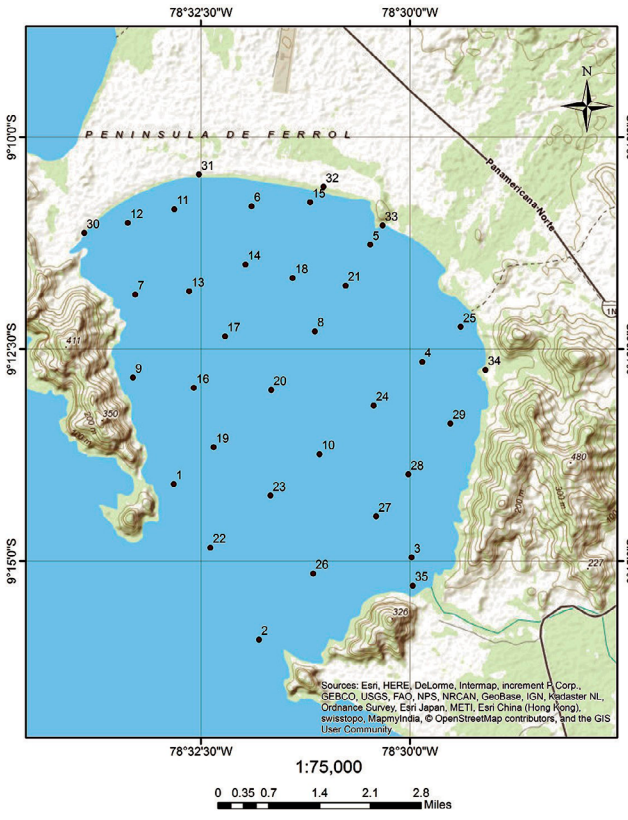

Figura 1.- Mapa de ubicación y estaciones, bahía Samanco

se evidencian los efectos del mar de leva, con apreciables rompientes en la playa de sotavento (DHN, 1999).

La bahía Carquín tiene 3,2 km de largo orientada en dirección noroeste, en esta bahía se presentan efectos apreciables de corrientes marinas y resacas fuertes, su acceso es dificultoso para naves de calado medio. En su playa se produce fuerte rompiente y en ella descargan las aguas del río Huaura, considerado como un río permanente, aun cuando no es caudaloso. La vegetación del valle de Huaura llega hasta la playa (DHN, 1999).

La bahía de Huacho se encuentra entre las Puntas Carquín por su extremo norte y la de Huacho por el extremo sur. El lado oriental de esta bahía está constituido por un barranco de mediana altura, delante del cual se extiende una lengua angosta de playa. El puerto está establecido en el seno sudeste de la bahía, resguardado por la punta Huacho que despide un pequeño islote. La bahía tiene aproximadamente 3,2 km de largo y 0,8 km de ancho. Las bravezas de mar son frecuentes sólo en los meses de invierno (DHN, 1999).

El estudio de las tres bahías comprendió la evaluación de 44 estaciones en mar, 26 estaciones de playa y 9 en río (Fig. 2).

Ocoña y Camaná.- Las cuencas Ocoña y Camaná desembocan sus aguas al Océano Pacífico en el litoral de la región Arequipa. El río Ocoña, nace en las regiones Apurímac, Ayacucho y Arequipa, solo en la región Arequipa sus aguas recorren 9763,7 km. La cuenca del río Camaná nace en las regiones Cusco y Arequipa, teniendo un recorrido de 16514,3 km. La cuenca del Camaná en la zona media y alta recibe el nombre de Majes. La Autoridad Nacional del Agua indica que esta cuenca es una de las más extensas en la vertiente del Pacífico. Este estudio abarcó las cuencas medias y bajas de los ríos Ocoña y Camaná - Majes, así como también la zona marino costera de ambas cuencas. Las estaciones de muestreo fueron ubicadas en las provincias de Camaná, Castilla y Condesuyos.

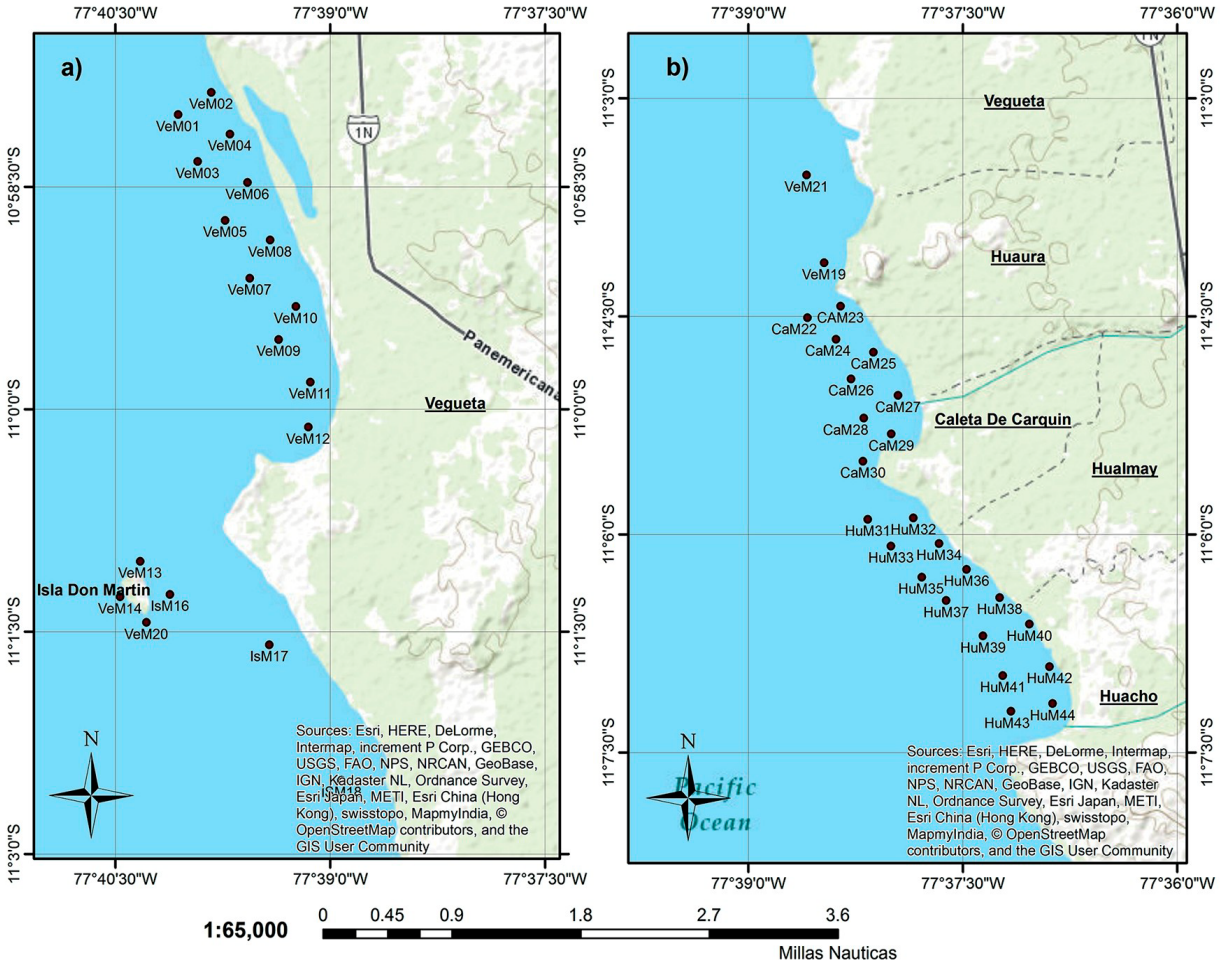

Figura 2.- Mapa de Ubicación y estaciones de las Bahías Vegueta, Carquín y Huacho

Las desembocaduras de ambas cuencas se localizan entre 16°27' y 16°37'S, donde la costa toma dirección este sudeste por unos 8,9 km, conformando perfiles de llanura aluvial, entre cerros se labra la Quebrada de Ocoña, por donde corre el río del mismo nombre. La quebrada de Ocoña está limitada por el oeste con una saliente conocida como La Punta y hacia el sudeste la costa conforma terrenos bajos en un corto espacio, para después generar barrancos escarpados de baja altura. A partir de la caleta La Chira la costa toma la dirección hacia oriente por 4,8 km y luego sigue hacia el sudeste, por 17,7 km más hasta la desembocadura del río Camaná-Majes. El valle que riega el río Camaná es bastante ancho y fértil; está limitado por el extremo este con el cerro conocido como La Punta Gorda que tiene una altura de aproximadamente de 200 m y está ubicado no lejos de la línea de costa (DHN, 1999).

Diseño de muestreo

Se utilizó el diseño de muestreo aleatorio, considerando para ello la obtención de materiales o ejemplares cercanos a las diversas actividades productivas del ámbito de trabajo, a fin de obtener datos e información mediante la obtención de muestras con variables independientes y distribución normal (Manly, 1986), además para las transectas se utilizó el método de punto de muestreo para la localización de las estaciones en el mar, playas y ríos (Navarro & Díaz-Gamboa, 2015).

Análisis de indicadores.- Para determinar el estado de los ecosistemas marinos se adaptó la propuesta de cinco módulos de medida integrado del proyecto de los grandes ecosistemas marinos (Large Marine Ecosystem Modules, 2017). De los cinco módulos, tres son indicadores basados en la productividad de los ecosistemas, pesquerías y contaminación o salud de los ecosistemas, mientras que los otros dos módulos están basados en indicadores que miden el desarrollo económico a partir de recursos sostenibles, así como de un marco legal y administrativo que favorezca el uso racional de los recursos marinos con un enfoque ecosistémico (Duda & Sherman, 2002; Olsen *et al*., 2006).

El módulo 1 de indicadores de la productividad propone los siguientes indicadores: actividad fotosintética, biodiversidad del zooplancton, variabilidad oceanográfica, biomasa del zooplancton y biodiversidad del ictioplancton (Pauly & Christensen, 1995). El módulo 2 sobre pesquerías incluye los indicadores sobre: biodiversidad, pesquerías costeras, pesquería de cartilaginosos, pesquería demersal y pesquería pelágica (Pauly *et al*., 2008; Christensen, 2008) mientras que, el módulo 3 sobre contaminación y salud de los ecosistemas incluye los indicadores: eutroficación, biotoxinas, patologías, enfermedades emergentes, índices de salud y múltiples disturbancias ecológicas (Costanza, 1992). Para este estudio se realizó el cálculo de las siguientes variables según los siguientes indicadores:

Módulo 1 Variables productividad y variabilidad oceanográfica: la temperatura superficial del mar (°C), salinidad (UPS), oxígeno (μmol O/L), corrientes (m/s) para determinar el estado de la productividad y la variabilidad oceanográfica (descripción de la metodología de cálculo en Anexo).

Módulo 2 Variable biodiversidad: la biodiversidad bentónica de los sistemas marinos costeros a través de indicadores de perturbación como el índice AMBI fue la variable para medir la respuesta del ecosistema. (Descripción de la metodología de cálculo en Anexo).

Módulo 3 Variables de contaminación: los Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas (A y G), Hidrocarburos de Petróleo (HCP), coliformes totales y termotolerantes, sulfuros, traza de metales y presencia de residuos sólidos (RRSS) (descripción de la metodología de cálculo en Anexo).

Marco de trabajo Presión-Estado-Respuesta-Impacto (PER) (desarrollado y modificado en fases)

Para el marco de trabajo de la metodología del Estado, Presión e Impacto (Respuesta ambiental), el Área Funcional de Investigaciones Marino Costeras (AFIMC) del IMARPE, define cada una de las variables de la siguiente manera:

Estado: Es la cantidad o calidad de la característica física, biológica, química del ecosistema. Algunos estudios adoptan los conceptos de vulnerabilidad y riesgo para la definición de estado e impactos en

el ecosistema, pero todos los estudios coinciden que el estado describe un ecosistema (natural y social) circunscrito en una determinada área y tiempo.

Las variables utilizadas para medir el estado en el presente estudio son parámetros de temperatura superficial del mar (°C), salinidad (UPS), oxígeno (µmol O/L), corrientes (m/s).

Presión: Son factores que fuerzan el ecosistema de forma natural (variables oceanográficas y climáticas) y antropogénica (producción, consumo, recreación, etc.), que tienen influencia o se encuentran en la zona marino costera en la que se realizan los estudios.

La identificación, descripción y cuantificación de la presión para los estudios PER, se toma de información secundaria y diagnósticos de caracterización existentes como la información generada en las salidas de campo, censos, planes concertados de desarrollo, anuarios estadísticos de producción y otros documentos que contengan información económica-social de las zonas evaluadas.

La clasificación de las actividades de presión se dividen en naturales y antropogénicas.

La presión definida en el PER está relacionada con los forzantes y presión de la metodología DPSIR.

Las variables utilizadas para medir la presión en el presente estudio son parámetros de evaluación de la calidad ambiental como Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas (A y G), Hidrocarburos de Petróleo (HCP), Coliformes totales y termotolerantes, sulfuros, traza de metales y la presencia de residuos sólidos (RRSS). La determinación de la calidad ambiental de las estaciones evaluadas se toma a partir de la comparación de los resultados de los análisis de los parámetros de contaminación con los estándares de la norma nacional e internacional.

Impacto*:* la noción de impacto, entendido como la respuesta ambiental está dirigida para determinar el efecto de los indicadores de presión (ambiental y antropogénico) en la biodiversidad bentónica de los sistemas marino costeros a través de indicadores de perturbación como el índice AMBI. Sin embargo, en aquellos ecosistemas acuáticos de alta resiliencia y variabilidad, como son los ecosistemas de afloramiento costero, estos impactos suelen caracterizarse con eventos naturales drásticos, como El Niño Oscilación Sur (ENOS), los cuales tienen un efecto socioeconómico negativo en las poblaciones costeras, sobre todo por la destrucción de las principales vías de comunicación.

En la Tabla 1 que es el resumen, se observan las variables de la metodología EPI propuesta para medir el impacto (respuesta ambiental) en los sitios de estudio.

Esta metodología se aplica en tres fases temporales: la primera fase es descriptiva y comprende la identificación de variables de cada sitio de estudio para describir estado, presión e impacto. Para este estudio utilizamos dos estaciones del año 2015: otoño y primavera. La segunda fase propuesta es la de seguimiento, la cual se caracteriza por encontrar alianzas para obtener información a lo largo del tiempo de las variables clave identificadas en la fase descriptiva, y finalmente, está la última fase de identificar la respuesta socioeconómica, descrita en la metodología DPSIR, la cual implica un estudio socio-económico y de gobernanza luego de que las autoridades hayan obtenido los informes de la fase descriptiva y de seguimiento del estado-presión e impacto ambiental del ecosistema.

Tabla 1.- Resumen de las variables de la metodología EPI

Estado	Presión	Impacto
Características ambientales de la zona de estudio: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH, corrientes y nutrientes	Parámetros de calidad ambiental como: Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas (A y G), Hidrocarburos de Petróleo (HCP), Coliformes totales y termotolerantes, sulfuros, traza de metales y la presencia de residuos sólidos (RRSS)	Descripción de las respuestas ambientales con indicadores de la biodiversidad en el bentos en las bahías de Samanco, Végueta, Carquín, Huacho, y las cuencas bajas de los ríos Ocoña y Camaná

Figura 3.- Esquema de las fases EPI

Dadas las competencias institucionales del IMARPE, esta última fase se debe realizar en alianza con las comisiones ambientales regionales o municipales, dentro de los grupos de trabajo multidisciplinarios de cada comisión para asegurarse que los tomadores de decisiones obtengan la información de las fases descriptiva y de seguimiento (Fig. 3).

Limitaciones de la metodología EPI

Las principales limitaciones de esta metodología se presentan en las fases de seguimiento y respuesta, ya que desde las competencias del IMARPE son muy difíciles de justificar y sustentar.

Una de las principales limitaciones de la metodología EPI es la alta rotación de funcionarios en las comisiones ambientales regionales o municipales, lo que no garantiza continuidad del trabajo en los grupos técnicos de estas comisiones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estado

Bahía Samanco.- Durante el otoño de 2015 se observó temperaturas superficiales del mar promedio de 22,7 °C, con distribución térmica superficial desde la zona sur del frente oceánico hasta el interior de la bahía, incrementándose gradualmente hacia el borde costero. Durante la primavera, la distribución térmica del frente oceánico hacia el interior de la bahía presentó valores de 22,9 a 23,5 °C, manteniendo el gradiente creciente observado en otoño del 2015. Dentro de la bahía los valores de oxígeno disuelto en superficie y en promedio fueron de 241,17 µmol O/L durante el otoño, mientras que en primavera presentaron mayores valores, tanto en superficie (267 µmol O/L) como en fondo (89,321 µmol O/L). Las condiciones encontradas en la bahía, ligeramente más cálidas y ventiladas en el fondo son típicas del afloramiento superficial en esta bahía.

Bahías Végueta, Carquín y Huacho

Végueta.- Las condiciones oceanográficas mostraron temperaturas normales, propias de cada estación en superficie y fondo. El oxígeno disuelto en superficie fue mayor en abril; sin embargo, las estaciones mostraron niveles bajos de oxígeno (menores a 4 mg/L en su mayoría), al igual que en fondo que a pesar de tener poca profundidad presentan menor concentración (menores a 3 mg/L). La salinidad obtenida en ambas evaluaciones, muestran zonas en las que éstas son menores a los rangos normales, esto debido a la existencia de efluentes frente al humedal de Chaviña, el pH se encontró dentro de los estándares de los ECA 2 y ECA 4 (Fig. 4).

Carquín.- Las condiciones oceanográficas mostraron temperaturas normales, propias de cada estación en superficie y fondo. El oxígeno disuelto en superficie fue mayor en abril; sin embargo, las estaciones mostraron niveles bajos de oxígeno (menores a 2,5 mg/L en su mayoría) al igual que en fondo, que a pesar de tener poca profundidad presentó menor concentración (menores a 1,5 mg/L). La salinidad medida en ambas evaluaciones muestra zonas en las que estas son menores a los rangos normales, esto debido al aporte de agua dulce de efluentes y del rio Huaura. El pH se encontró dentro de los ECA 2 y ECA 4 (Fig. 5).

Huacho.- Las condiciones oceanográficas mostraron temperaturas normales, propias de cada estación en superficie y fondo. El oxígeno disuelto en superficie, fue mayor en abril; sin embargo, las estaciones mostraron niveles bajos de oxígeno (menores a 3 mg/L en su mayoría), al igual que en fondo, a pesar de tener poca profundidad presenta menor concentración (menores a 2 mg/L). Respecto a la salinidad obtenida en ambas evaluaciones se encontraron zonas en las que estas son menores a los rangos normales, esto debido a la existencia de efluentes y del puerto de Huacho. El pH se encontró dentro de los estándares de los ECA 2 y ECA 4 (Fig. 6)

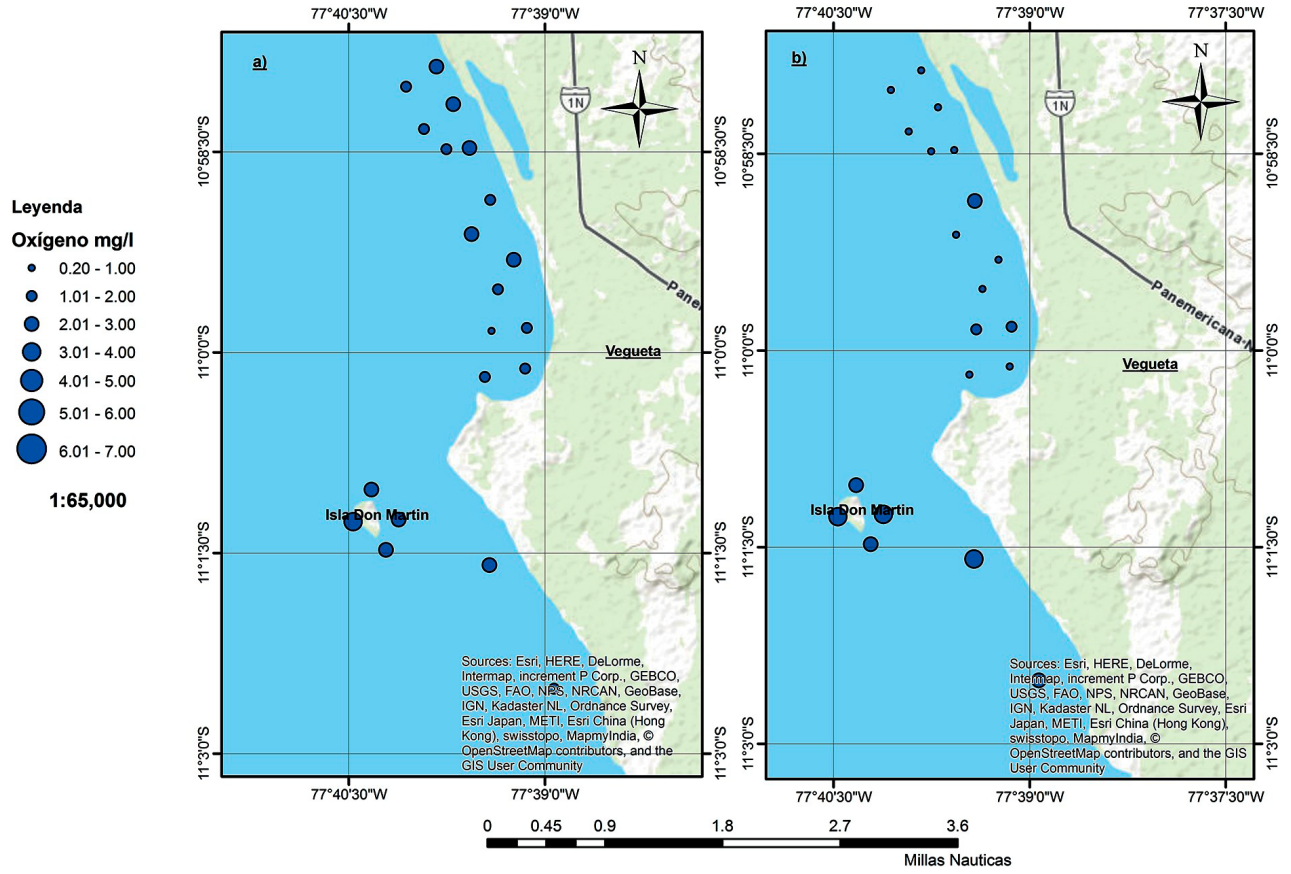

Figura 4.- Oxígeno Disuelto en fondo, bahía Vegueta. Abril y Setiembre 2015

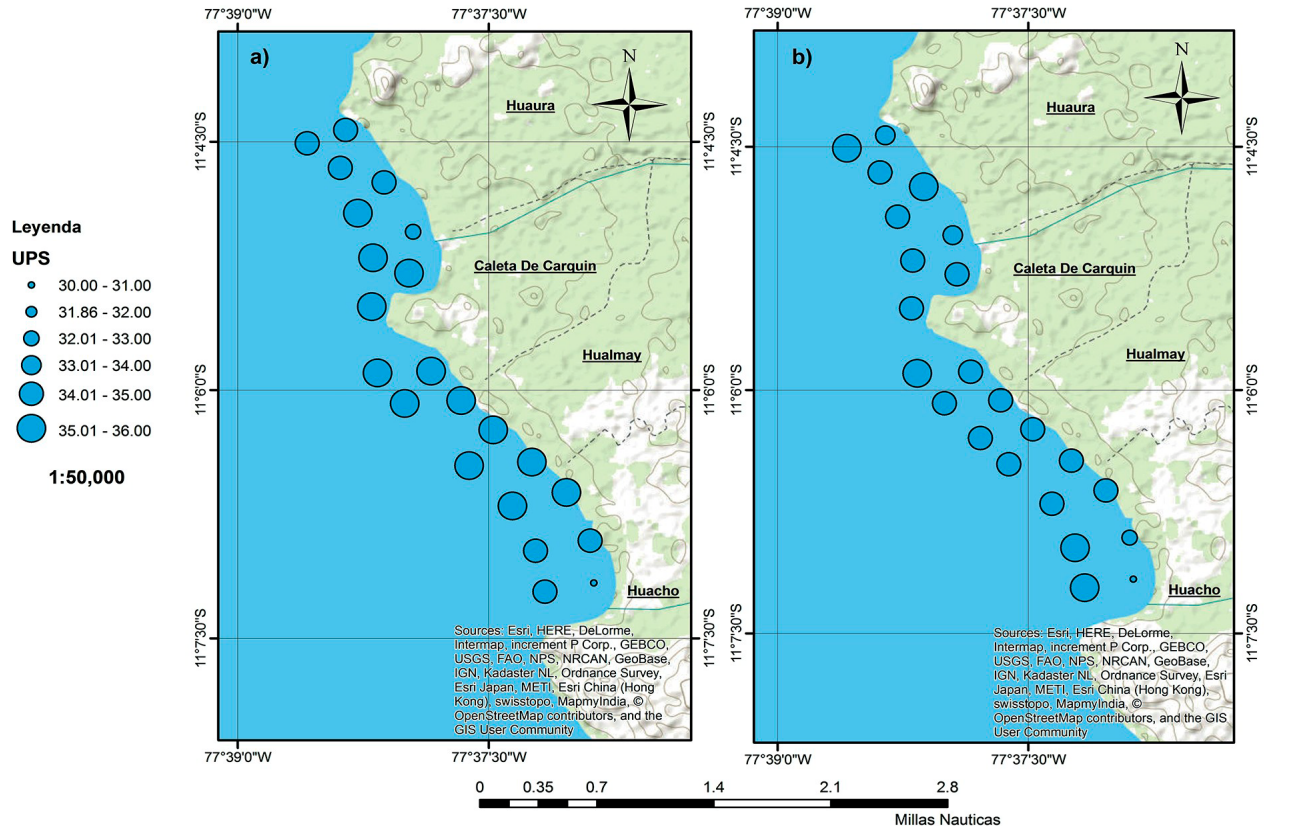

Figura 5.- Salinidad Superficial UPS, Carquín y Huacho. Abril y setiembre 2015

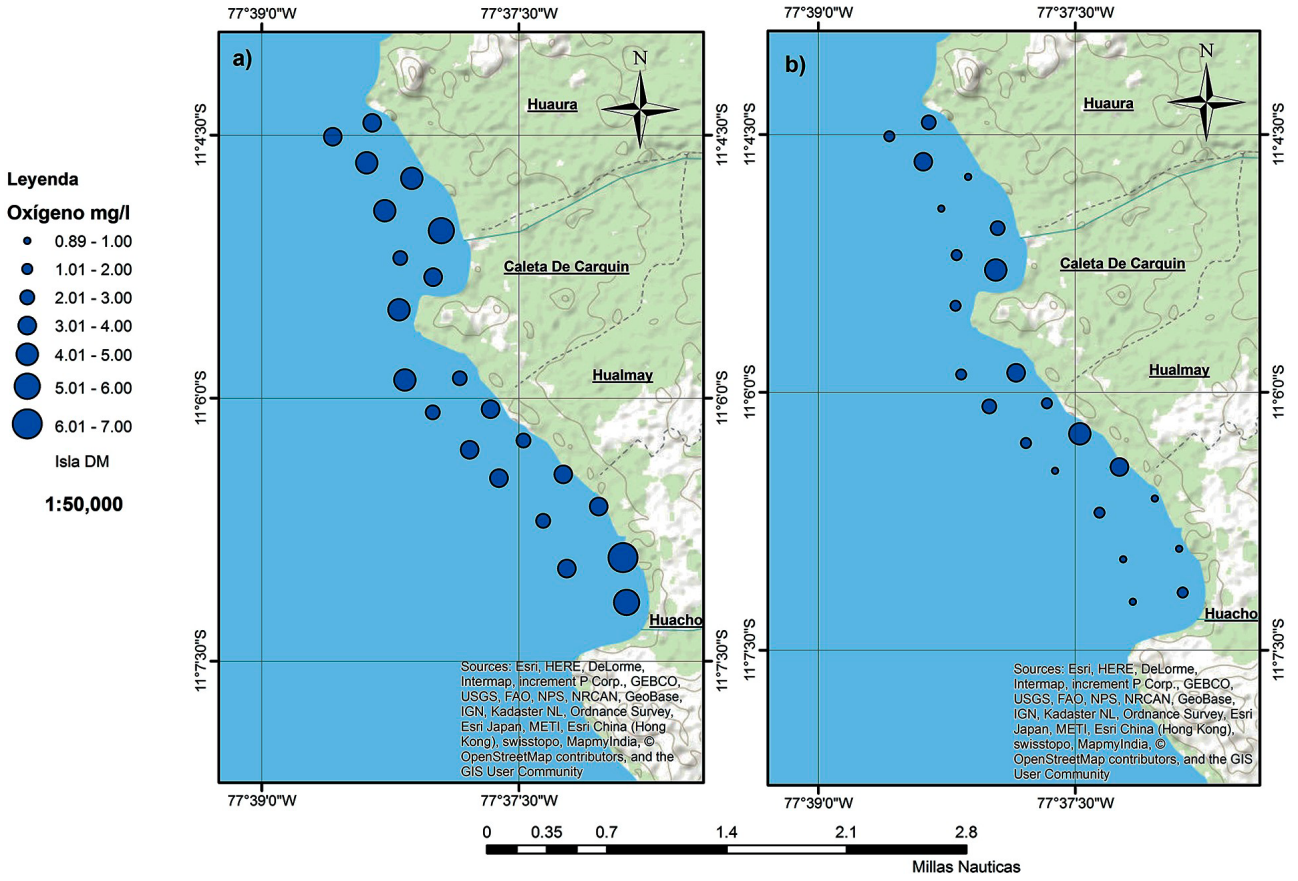

Figura 6.- Oxígeno Disuelto en fondo. Bahías de Huacho y Carquín. Abril y Setiembre 2015

Población.- La provincia de Huaura posee una superficie de 4892,52 km^2, población de 197.384 habitantes, densidad poblacional de 39,6 hab./ km^2. La provincia está constituida por 12 distritos de los cuales Huacho, Hualmay, Huaura, caletas de Carquín y Végueta, cuentan con una franja litoral de 65 km. A lo largo de esta línea se ubican las bahías de Huacho (distritos de Huacho, Hualmay y caleta de Carquín), Carquín (distritos de caleta de Carquín y Huaura) y Végueta (distrito de Végueta).

En estos distritos se ubica el 71,29% de la población total de la provincia de Huaura, en ellos se realizan actividades económicas en la zona marino costera, zona continental y marina, sobre todo cerca o en las bahías ya mencionadas.

Efluentes domésticos.- Las aguas servidas de la provincia de Huaura son descargadas directamente en el mar sin ningún tipo de tratamiento. En las localidades de la parte media y alta de la provincia los desagües descargan en el río Huaura y tampoco cuentan con tratamiento, a excepción del distrito de Ámbar que cuenta con un sistema de tratamiento de aguas servidas mediante tanque séptico (Registro Nacional de Municipalidades del INEI – 2006) (Fig. 7).

Gestión de residuos sólidos.- En la provincia de Huaura existen dos botaderos: en el distrito de Huacho, que recibe la basura de Huacho, Santa María, Hualmay, Huaura y caleta de Carquín y en el límite de las provincias Huaura y Barranca a 30 km de la Panamericana Norte; recibe la basura de Végueta y Supe (Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Huaura 2009-2021).

Pesca.- Los recursos hidrobiológicos desembarcados en el puerto de Huacho, por lo general, son destinados a la industria para el procesamiento de enlatados, congelados y harina de pescado y en menor cantidad para consumo humano. Respecto a los desembarques para consumo humano directo, las caletas de Végueta y Carquín se destinan para el abastecimiento de la zona.

Esta actividad artesanal se encuentra afectada por la presencia de colectores de aguas servidas, tanto en los sectores del puerto de Huacho, como en el distrito de Carquín. La población dependiente de la pesca artesanal marítima son

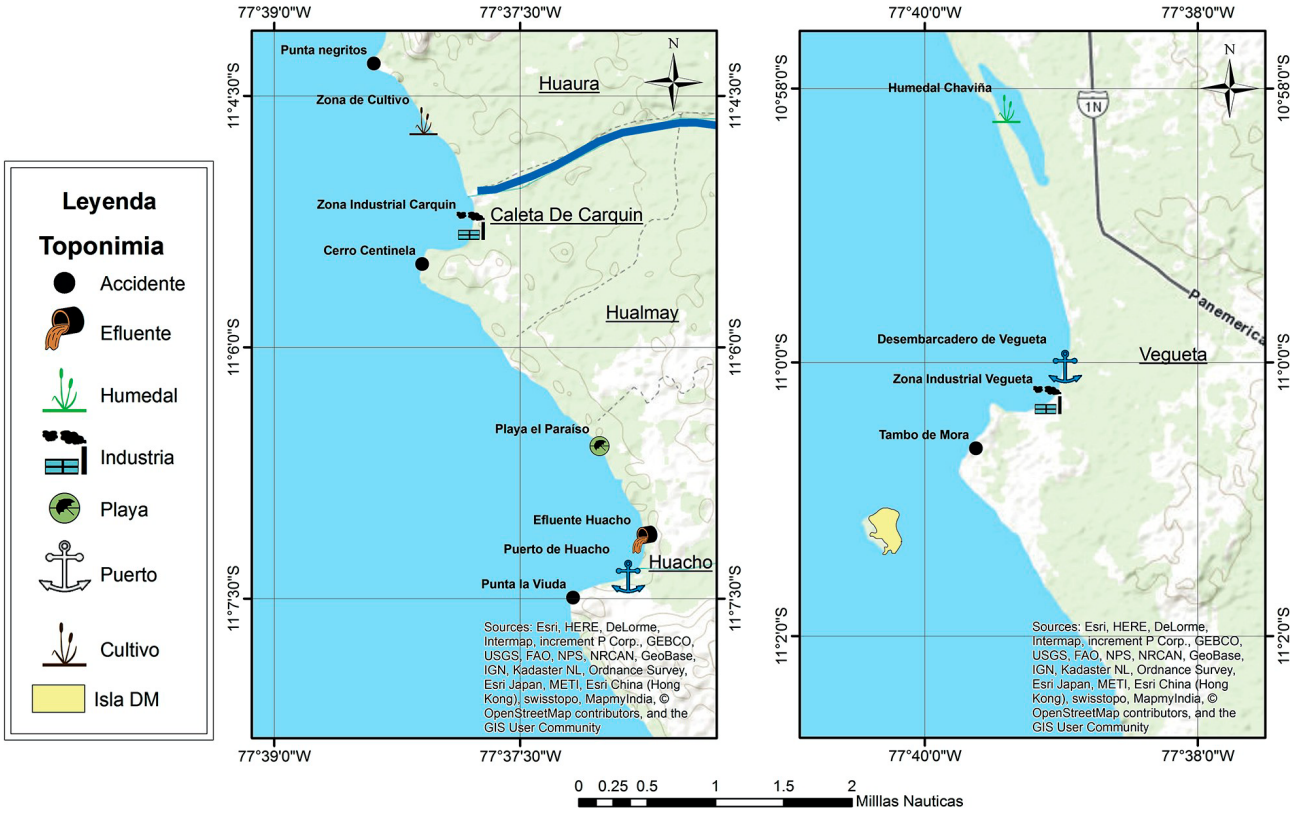

Figura 7.- Actividades y presencia de efluentes en las bahías de Huacho, Carquín y Vegueta

aproximadamente 400 personas para la localidad de Végueta, 2500 para caleta Carquín y 4000 para Huacho (Barreto, 2007) (Fig. 8). La pesca destinada al consumo humano directo en la bahía de Végueta entre el 2004 y 2013 se encuentra en una proporción de 0,48% a 6,30% respecto al total de desembarques en esta localidad; sin embargo, esta proporción está en aumento.

Los desembarques para consumo humano directo, en comparación con los totales en Huacho/ Carquín entre el 2004 y 2013 se encontraron de 0,43% a 25,18%, aumentando a partir del 2009 con proporciones mayores al 10%.

Agricultura.- La principal actividad productiva en el valle es la agricultura, de los 7.357 productores en la zona 57% se dedica a dicha actividad productiva, mientras que el 43% realiza al menos una práctica pecuaria. Los distritos de Huacho, Carquín y Hualmay congregan al 11% de los productores del valle, mientras que Santa María registra la mayor concentración con el 33%.

La producción agrícola en el distrito de Carquín es bastante reducida, en el distrito de Huacho es variada, se da hacia la zona denominada "La Campiña" y realizan cultivos intensivos y para consumo local, en Hualmay se tiene una pequeña producción agrícola, en los distritos de Huaura y Végueta la variedad de cultivos está orientada al mercado local, la agroindustria y la agroexportación (Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Huaura 2009-2021).

Acuicultura.- En la provincia de Huaura existe una acuicultura aún incipiente, con cultivo de especies continentales y de aguas salobres como: trucha, tilapia, camarón gigante, camarón, goldfish, lisa.

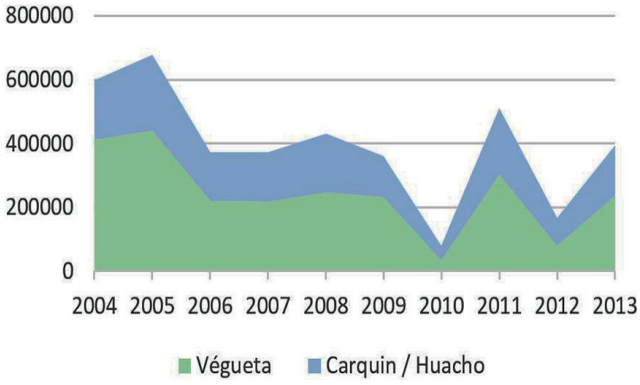

Figura 8.- Desembarque total según puerto. Fuente: Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola – 2013 PRODUCE/ Elaboración Propia

Desembocadura de los ríos Camaná y Ocoña, Zona marino costera de las cuencas Camaná - Majes y Ocoña

Durante el otoño la temperatura superficial del mar tuvo un promedio de 18,2 °C, la distribución térmica superficial estuvo de sur a norte (Camaná a Ocoña), presentando valores de 16,2 °C a 19,9 °C. En primavera el promedio de la temperatura fue 16,78 °C, presentando valores extremos de 18,50 a 15,90 °C. El pH en ambas temporadas de otoño y primavera en superficie y fondo variaron de 7,6 a 7,96 ninguna sobrepasó lo establecido por el ECA 4.

Cuenca Camaná - Majes.- Durante el otoño la temperatura del agua en el río Camaná varió de 21,3 a 25,5 °C, con promedio de 23,1 °C, las temperaturas más bajas se hallaron en las estaciones cuenca arriba, mientras que en la parte media se halló temperatura más alta. El pH durante el otoño tuvo un promedio de 7,93, las 10 estaciones de muestreo estuvieron por debajo de lo establecido por el ECA 2 y 4.

Cuenca Ocoña.- Durante el otoño la temperatura del agua en el río Ocoña varió de 21,6 a 26,1 °C, con promedio de 23,4 °C, las temperaturas más bajas se hallaron en la desembocadura del río seguido de las estaciones más altas. El pH durante el otoño tuvo promedio de 7,79, las nueve estaciones de muestreo estuvieron por debajo de lo establecido por el ECA 2 y 4. Sin embargo, para la primavera el promedio fue de 9,20, el 100% de las estaciones estuvieron por encima de lo establecido por el ECA 2 y 4.

Presión

Bahía Samanco.- Los parámetros de calidad ambiental durante el otoño 2015 como Sólidos Suspendidos Totales (SST) en superficie presentaron un rango de 1,47 a 73,27 mg/L, este rango fue ligeramente más elevado al encontrado durante noviembre 2015 (4,5 a 100,27 mg/L). El valor elevado se encontró en E-15 (frente a cerro Señal Tancay). En superficie el 38% de los valores encontrados superaron lo estipulado en la norma vigente para los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4: conservación del ambiente acuático: ecosistemas marinos costeros que establece 30,0 mg/L.

Los valores de Aceites y Grasas (A y G) variaron de <0,30 a 2,20 mg/L el máximo valor se ubicó en la E-4 (a 1 mn de Vesique). La mayor concentración se ubicó frente a punta Cocina y Vesique. Respecto al ECA 4 las estaciones 4, 12 y 26 se encontraron por encima del valor estipulado asociados a la actividad antrópica de la bahía. Respecto a la evaluación realizada en el 2008 (<0,30 a 0,80 mg/L) se observó un incremento en la concentración de este parámetro.

Los valores de hidrocarburos disueltos/ dispersos aromáticos totales colectados a 1 m de profundidad variaron de 0,06 a 2,90 μg/L el máximo valor se encontró en la E-1 (alrededor de isla Redonda) con un promedio global de 0,78 μg/L. Se evidenció la presencia de dos núcleos mayores a 2,5 μg/L posiblemente producto del tráfico marítimo dentro de la bahía. El ECA4, indica la ausencia de este parámetro. En ríos los valores de aceites y grasas variaron de <0,30 a 0,50 mg/L. El máximo valor se encontró en la E-R2 (0,50 mg/L) los ECAs establecen ausencia de película visible lo que nos indica un problema antrópico.

Los niveles de sulfuro de hidrógeno en las estaciones del río Samanco fueron constantes. En todas las estaciones se encontraron valores que superaron lo establecido en los ECA4. No se detectaron valores de mercurio total en agua. Para el caso de hidrocarburos en sedimentos superficiales los valores encontrados fueron normales.

En relación a la evaluación microbiológica de las aguas de estaciones seleccionadas de la bahía Samanco se encontraron dentro de los estándares de calidad ambiental, mientras que los valores de DBO_5 estuvieron por debajo de lo establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental (ECA) agua (<10 mg /L). Se detectó presencia de *Salmonella* spp. en las estaciones de playa de El Dorado y el muelle de Samanco, así como en las muestras del río Samanco. Finalmente, se puso acento en el muestreo de micropartículas de plástico en las playas arenosas de la bahía, encontrándose en el balneario de Vesique el mayor número de partículas por metro cuadrado (40 partículas/m^2) con un peso de 0,95 g/m^2, dado que esta zona representa el lugar de veraneo de Nuevo Chimbote y recibe mayor presión de poblaciones aledañas

Bahías de Végueta Carquín y Huacho

Bahía Végueta.- El sulfuro de hidrógeno presente en mar y línea de playa se encontró dentro del ECA2. Los sólidos suspendidos totales (SST) variaron de 7,43 a 66,00 mg/L en abril, las estaciones que superaron el ECA4 (30 mg/L) estuvieron ubicadas hacia al sur de la bahía (VeM09, VeM11, VeM12, VeM13) y al norte de la bahía frente al humedal de Chaviña en las estaciones VeM02 y VeM06. En setiembre la concentración de SST varió de 23,73 a 69,80 mg/L, ese mes todas las estaciones superaron lo establecido en ECA4 (Fig. 9).

El análisis de Nutrientes mostró que los fosfatos en abril se encontraron entre 0,061 y 0,848 mg/L y en setiembre entre 0,071 y 0.091 mg/L; en abril solo 3 estaciones se encontraron dentro del ECA2 y ECA4 (0,031 a 0,093 mg/L), en setiembre tres estaciones se encontraron por encima de los ECA. Los silicatos en abril se concentraron entre 0,348 y 0,879 mg/L y en setiembre dentro del ECA2 y ECA4. Los nitratos el mes de abril se encontraron en rangos de 0,032 a 0,177 mg/L y en setiembre de 0,47 a 0,251 mg/L con las mayores concentraciones hacia el norte de la bahía, respecto al ECA4 en abril las estaciones hacia el Centro - Norte lo sobrepasaron y en setiembre todas las estaciones se encontraron por encima de ellos. Los nitritos se encontraron en abril en rangos de 0,008 a 0,023 mg/L no existe ECA para nitritos.

Los aceites y grasas se mostraron por encima de los ECA2, ECA4, en abril ocurrió en la estación VeM11. Los hidrocarburos de petróleo variaron de 0,10 a 0,77 µg/L, en setiembre varió de 0,68 a 1,29 µg/L, mostrando incremento respecto a los valores medidos en abril (Fig. 10).

Los resultados obtenidos de coliformes totales (CT) variaron de $2{,}2x10^2$ a $3{,}5x10^2$ NMP/100 mL y termotolerantes (CTT) variaron de 4,9x10 a $2{,}4x10^2$ NM-P/100 mL, los cuales estuvieron por debajo de lo establecido por el ECA Agua Categoría 4.

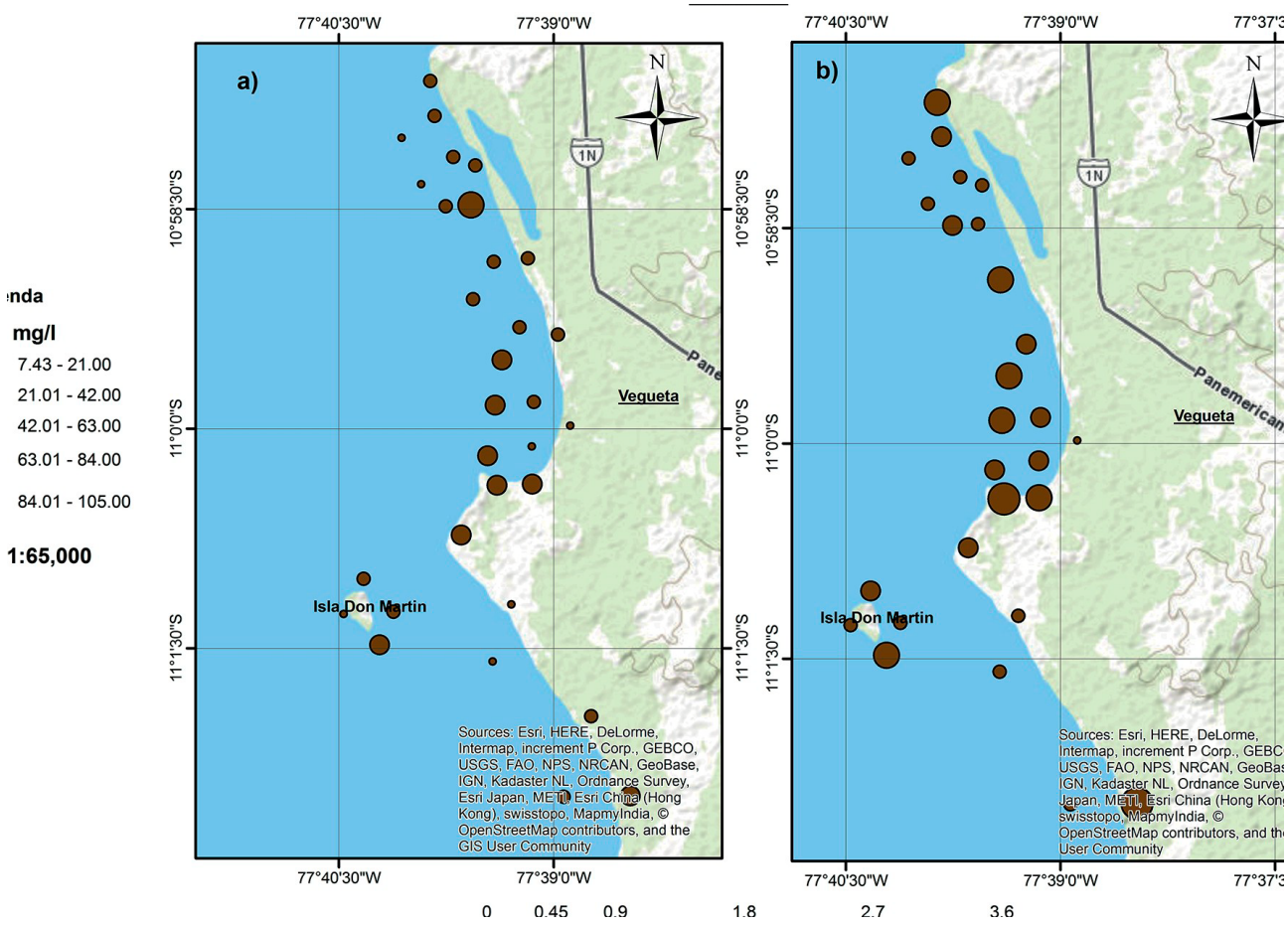

Figura 9.- Solidos Suspendidos Totales en Superficie, Végueta. Abril y setiembre 2015

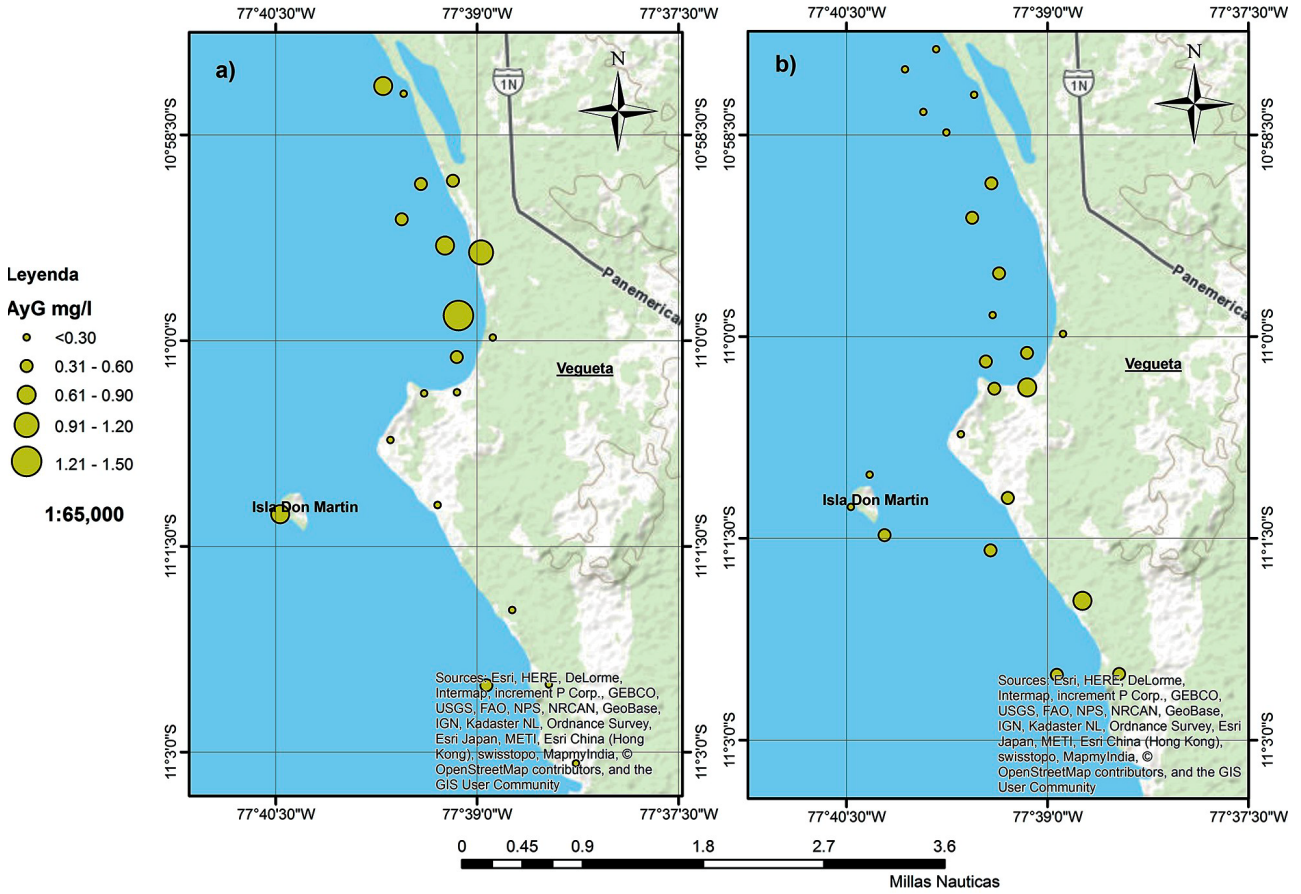

Figura 10.- Aceites y Grasas en la bahía y zona marino costera de Vegueta. Abril y setiembre 2015

Bahía Carquín.- El sulfuro de hidrógeno presente en mar y línea de playa se encontró dentro del ECA2 excepto en la estación CaP18. Los sólidos suspendidos totales en abril variaron de 11,80 a 44,71 mg/L, las estaciones que superaron el ECA4 (30 mg/L) estuvieron en la zona sur de la bahía, así como en las de playa; en setiembre la concentración de este parámetro se incrementó observándose un rango de 29,61 a 73,27 mg/L, superando los ECA excepto en la estación CaM27.

Los aceites y grasas se mostraron en abril por encima de los ECA2 y ECA4, mientras que en setiembre las estaciones CaM28 (en mar) y CaP19 (en playa) presentaron concentración mayor a los ECA (Fig. 11).

Los hidrocarburos de petróleo variaron en abril de 0,19 a 1,28 µg/L y en setiembre de 0,62 a 0,79 µg/L, mostrando ese mes un incremento respecto a los valores medidos en abril (Fig. 12).

Los resultados de coliformes totales obtenidos en las estaciones en playa de la bahía de Carquín, variaron de 3,5x10^2 a 2,4x106 NMP/100 mL, y los termotolerantes de 2,2 x 10^2 a 2,4 x 10^6 NMP/100 mL. Las estaciones Cap15, Cap18 y Cap18B sobrepasaron lo establecido por el ECA Agua Categoría 2.

Bahía de Huacho.- El análisis de Nutrientes mostró que los fosfatos se encontraron entre 0,076 y 0,324 mg/L en abril, mientras que en setiembre este rango fue de 0,077 a 0,103 mg/L, mostrando una disminución. En abril solo tres estaciones se encontraron dentro del ECA2 y ECA4 (0,031 a 0,093 mg/L), mientras que en setiembre tres estaciones se encontraron por encima de los ECA. Los silicatos en abril se registraron entre 0,152 y 0,512 mg/L y en setiembre de 0,390 a 0,635 mg/L, ambos rangos dentro del ECA2 y ECA4. Los nitratos en abril se encontraron en el rango de 0,74 a 0,142 mg/L y en setiembre de 0,47 a 0,251 mg/L, con las mayores concentraciones al norte de la bahía; respecto al ECA4 en abril en las estaciones hacia el Centro - Norte lo sobrepasaron, mientras que, en setiembre todas las estaciones se encontraron por encima de él. Los nitritos en abril se encontraron en el rango de 0,004 a 0,010 mg/L.

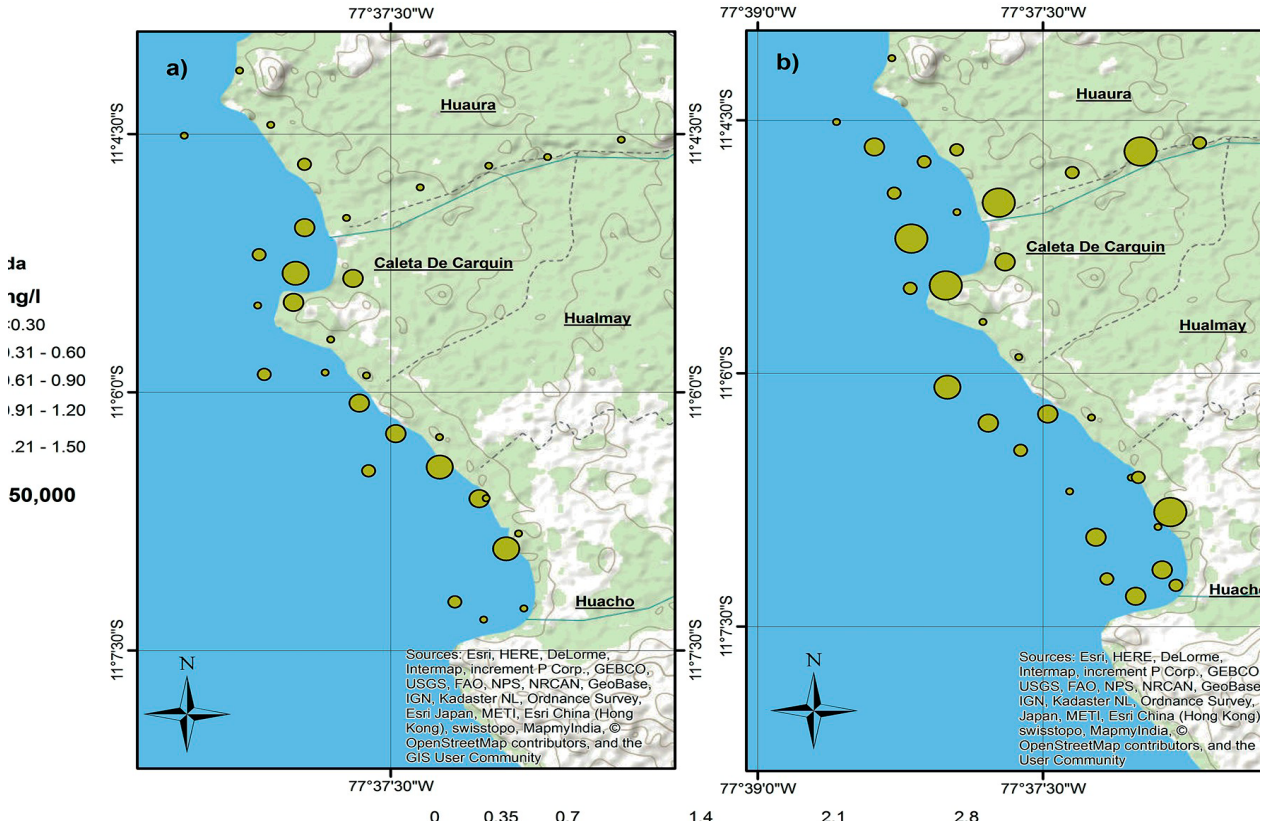

Figura 11.- Aceites y grasas en las bahías de Huacho y Carquín. Abril y setiembre 2015

El sulfuro de hidrógeno presente en mar y línea de playa se encontró dentro del ECA2 excepto en la estación HuP26, cerca de Punta La Viuda. Los sólidos suspendidos totales, en abril variaron de 9,50 a 71,36 mg/L, ubicándose las estaciones que superaron el ECA4 (30 mg/L) al Centro y Norte de la bahía, así como en las estaciones de playa; en setiembre la concentración de este parámetro se vio incrementada de 13,59 a 104,50 mg/L.

Los aceites y grasas se mostraron por encima de los ECA2 y ECA4 en abril, en las estaciones HuM34, HuM36, HuM38 y HuM42, y en playa HuP24. En setiembre las estaciones HuM33 (en mar) y HuP24 (en playa) presentaron una concentración mayor que los ECA (Fig. 11).

Los hidrocarburos de petróleo variaron de 0,03 a 0,55 µg/L en abril, y de 0,68 a 1,05 µg/L en setiembre, mostrando incremento respecto a los valores medidos en abril (Fig. 12).

Los resultados obtenidos de coliformes totales (CT), en las estaciones en mar de la bahía de Huacho, variaron de $5{,}9x10^2$ a $2{,}4x10^6$ NMP/100 mL, mientras que los termotolerantes (CTT) variaron de $1{,}7x10^2$ a $1{,}3x10^6$ NMP/100 mL, sobrepasando los valores de los ECA2 y ECA4.

Ríos Camaná y Ocoña

Zona marino costera de Camaná y Ocoña.- El sulfuro de hidrógeno para los meses de abril y octubre estuvieron por debajo del límite establecido por el ECA2, (categoría 4). Los sólidos suspendidos totales a nivel superficial en abril variaron de 9,50 a 88,00 mg/L, los valores más altos se hallaron en al norte de la desembocadura del río Ocoña (estaciones E02 y E03) a nivel de fondo los valores fueron de 7,00 a 73,3 mg/L, solo tres estaciones estuvieron por encima del ECA. Para octubre el 100% de los sólidos suspendidos totales en superficie y fondo pasaron el límite ECA. En abril los aceites y grasas el 66,7% estuvo por encima del ECA, en octubre de 10 estaciones el 60% estuvo por encima del ECA, el valor más alto se halló al norte de la desembocadura del río Ocoña. En el 100% de las muestras recolectadas en ambos meses, los hidrocarburos de petróleo sobrepasaron el límite establecido del ECA. Los coliformes termotolerantes en línea de playa en abril y

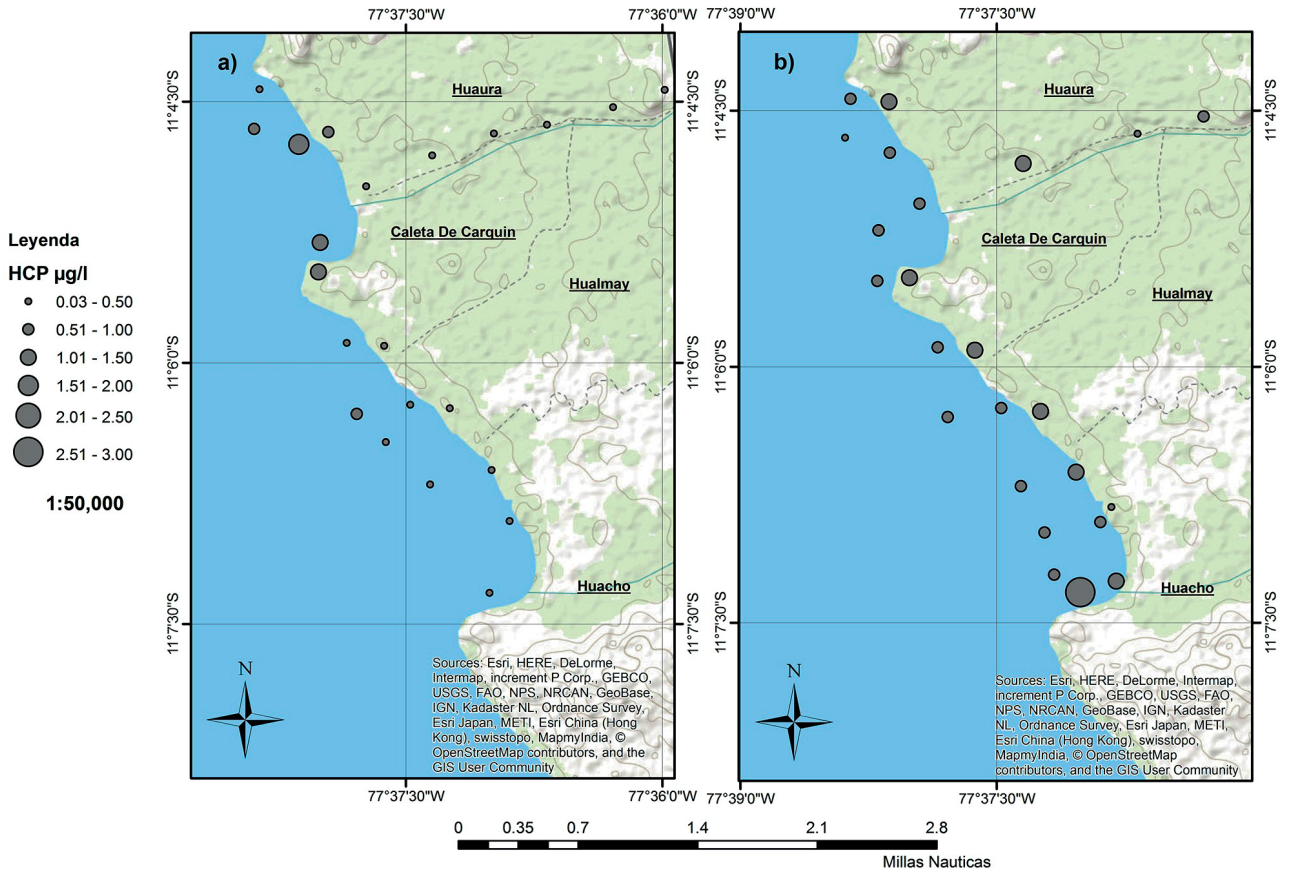

Figura 12.- Hidrocarburos totales en superficie, bahías de Carquín y Huacho. Abril y setiembre 2015

octubre registraron los valores más altos en la desembocadura del río Ocoña E2P, en el mar las estaciones no superaron el límite establecido por el ECA. Los coliformes totales en línea de playa en los dos meses se hallaron valores altos en la desembocadura del río Ocoña; en el mar sólo la estación E2 pasó el límite establecido por el ECA, cercana al Ocoña.

Cuenca del Camaná - Majes

El sulfuro de hidrógeno estuvo por encima del ECA en abril y en el total de las estaciones, mientras que en octubre en 4 de 8 estaciones estuvieron como No Detectado. Los aceites y grasas estuvieron presentes en ambos meses, los valores más altos se hallaron en octubre. Los hidrocarburos de petróleo se registraron en la totalidad de las estaciones y en los dos meses evaluados. En abril se trabajó en nueve estaciones para coliformes termotolerantes, cuatro de ellas sobrepasaron los 1000 NMP/100 mL, y en octubre dos sobrepasaron los 1000 NMP/100 mL, las estaciones RC01 y RC02, cercanas a la desembocadura, fueron las que presentaron mayores valores. En abril y octubre seis estaciones sobrepasaron los 1000 NMP/100 mL de coliformes totales.

Cuenca del río Ocoña

El 90% de las estaciones evaluadas registraron valores altos de sulfuro de hidrógeno, las que estuvieron por encima del ECA, mientras que en octubre tres estaciones estuvieron por encima del ECA, y en el resto de las estaciones estuvo como No Detectado. En abril y octubre los aceites y grasas estuvieron presentes en las seis estaciones muestreadas; los valores más altos se hallaron en la desembocadura del Ocoña. Los hidrocarburos de petróleo estuvieron presentes en todas las estaciones y en los dos meses evaluados. Con relación a coliformes termotolerantes en abril solo una estación superó los 1000 NMP/100 mL a diferencia de octubre que no sobrepasó el límite establecido. Los coliformes totales en abril y octubre dos estaciones excedieron los 1000 NMP/100 mL, en ambos muestreos la estación RO01 fue la que registró mayor valor.

Respuesta Ambiental

Bahía Samanco.- Los resultados de las pruebas ecotoxicológicas en muestras de agua y sedimento mostraron niveles de "No peligrosidad" en todas las estaciones muestreadas.

Bahías de Végueta Carquín y Huacho

Végueta.- La evaluación ecotoxicológica mostró en los análisis de sedimentos que estos no son peligrosos al evaluar el CL50 (mg/L), en abril las estaciones VEM07, VEM09, VEM10 y VEM14 mostraron toxicidad ligeramente peligrosa, en setiembre la estación IsM17 mostró rangos ligeramente peligrosos.

La evaluación macrozoobentónica mostró en setiembre mayor abundancia; en la primera salida de abril, en algunas estaciones evaluadas, no se evidenció presencia de organismos. La abundancia de fitoplancton en abril estuvo determinada por presencia de *A. sanguinea* y *T. nitzschioides*.

Bahía Carquín.- La evaluación ecotoxicológica de sedimentos mostró que estos no son peligrosos al evaluar el CL50 (mg/L), excepto los sedimentos en la estación CaP17, que mostraron una toxicidad ligeramente peligrosa.

La evaluación de macrozoobentos mostró en abril mayor abundancia que en setiembre; sin embargo, la diversidad fue mayor en este último mes. La abundancia de fitoplancton en abril estuvo determinada por presencia de *A. sanguinea*, *T. nitzschioides*, *Nitzschia* sp. y *Amphora* sp., especies indicadoras de floraciones algales nocivas.

Bahía Huacho.- La evaluación ecotoxicológica, mostró en los análisis de sedimentos, que estos no son peligrosos al evaluar el CL50 (mg/L).

La evaluación del macrozoobentos mostró en abril mayor abundancia que en setiembre; sin embargo, la diversidad fue mayor en setiembre. La abundancia de fitoplancton en abril estuvo determinada por presencia de *A. sanguinea* y *T. nitzschioides*, especies relacionadas con eventos de afloramientos algales nocivos.

Camaná y Ocoña.- En muestras de camarón de río, *Cryphiops caementarius*, se hallaron metarcercarias con mayor cantidad en las zonas bajas de ambas cuencas de los ríos Camaná y Ocoña. La comunidad perifítica en abril y octubre indicaría una comunidad dominada por diatomeas en ambas cuencas y en la zona marina costera. La comunidad fitoplanctónica marina para abril estaría indicando una comunidad dominada por diatomeas y microflagelados, las cuales se asocian a índices de diversidad bajos. Mientras que en octubre la dominancia estuvo dada por diatomeas las cuales están asociadas a índices de diversidad relativamente altos.

4. CONCLUSIONES

El análisis de presión, estado y respuesta ambiental (PSR), en su primera fase, muestra la relación que tienen los parámetros de calidad ambiental respecto a la presencia de actividades y permitió la cuantificación de la presión a través del análisis de parámetros de calidad ambiental y del impacto de las actividades humanas, a través de indicadores biológicos en las poblaciones planctónicas y bentónicas.

Para la segunda fase se incluirán los indicadores de bienestar del ser humano (ODM, 2015), con lo cual se podría obtener mayor información sobre el balance entre la salud de los ecosistemas y el desarrollo saludable de las poblaciones en las zonas litorales de Perú estudiadas.

REFERENCIAS

Barreto J. 2005. Diagnóstico y Diseño de Políticas Pesqueras para la Pesquería Artesanal de Huacho. Scrib (https://es.scribd.com/document/35169032/PoliticasPesquerasArtesanalHuacho). Perú

Christensen V. 2008. Models of the World's Large Marine Ecosystems. Intergovernmental Oceanographic Commission, Paris: IOC, UNESCO. Technical series 80.

Costanza R. 1992. Ecological Economic Issues and Considerations in Indicator Development, Selection, and Use: Toward an Operational Definition of System Health. Ecological Indicators. 1491-1502. doi:10.1007/978-1-4615-4661-0_47

Derrotero de la costa del Perú - DHN. 1999. Perú: Marina de Guerra del Perú, Dirección de Hidrografía y Navegación.

Duda A M, Sherman K. 2002. A new imperative for improving management of large marine ecosystems.

Ocean & Coastal Management. 45(11-12): 797-833. doi:10.1016/s0964-5691(02)00107-2

García V, Gonzales I, Sanchez S, Orozco R, Huerto M, Cervantes C. 2014. Monitoreo del ambiente marino costero en el litoral costero de la Región Ancash. Abril 2014. Informe Interno. Inst. Mar Perú.

Large Marine Ecosystem Modules. (n.d.). Retrieved April 06, 2017, from http://www.lme.noaa.gov/index. php?option=com. content&view=category&id=15&Itemid=113

Manly B F. 1986. The material of multivariate analyses Chapter 1 in Manly, B. F. (ed.). Multivariate statistical methods: a primer. Chapman & Hall/ Ney York. 1-16.

Maxim L, Spangenberg J H, O'Connor M. 2009. An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. Ecological Economics. 69: 12-23.

Navarro J, Díaz-Gamboa R. 2015. Line Transect Sampling Chapter 4 in Manly, B. F. & J. Navarro (eds.). Introduction to ecological sampling. Chapman & Hall/ CRC Applied Environmental statistics: Taylor & Francis. 47-60 pp.

Nutlle W, PJ Flecher P J. (eds.). 2013. Integrated conceptual ecosystem model development for the Southeast Florida coastal marine ecosystem. NOAA Technical Memorandum. OAR-AOML-103 and NOS-NCC-COS-163, Miami, Florida. 125 pp.

ODM. 2015. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2015. Naciones Unidas, revisado el 03 de mayo del 2017 en: file:///C:/Users/cabina4/Desktop/mdg-report-2015_spanish.pdf

OECD 1993. Core set of indicators for environmental performance reviews: A synthesis report. (1993). Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.

Olsen S B. 2003. Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives. Ocean & Coastal Management. 46(3-4): 347-361. doi:10.1016/s0964-5691(03)00012-7

Pauly D, Christensen V. 1995. Primary production required to sustain global fisheries. Nature. 374(6519), 255-257. doi:10.1038/374255a0

Pauly D, Alder J, Booth S, Cheung W W L, Close C, Sumaila U R, Swartz W, Tavakolie A, Watson R, Wood L and others. 2008. Fisheries in large marine ecosystems: Descriptions and diagnoses. In: Sherman K, Hempel G, editors. The UNEP Large Marine Ecosystems Report: A Perspective on Changing Conditions in LMEs of the World's Regional Seas. Nairobi, Kenya: UNEP.

Turner R K, Subak S, Adger W N. 1996. Pressures, trends, and impacts in coastal zones: Interactions between socioeconomic and natural systems. Environmental Management. 20(2): 159-173. doi:10.1007/bf01204001

Vellinga P, Leatherman S P. 1989. Sea level rise, consequences and policies. Climatic Change. 15(1-2): 175- 189. doi:10.1007/bf00138851

ANEXO

Sinopsis del PSI (Estado – Presión – Impacto (Respuesta Ambiental))

El análisis de estado presión y respuesta ambiental (PSI), en su primera fase, muestra la relación que tienen los parámetros de calidad ambiental respecto a la presencia de actividades humanas.

Samanco otoño y primavera 2015		
Estado	Presión	Impacto
Durante el otoño y la primavera 2015 se observaron condiciones ligeramente más cálidas en superficie y más ventiladas en el fondo, condiciones típicas de las zonas de afloramiento superficial en la bahía Samanco	En superficie el 38% de los valores encontrados superaron lo estipulado en la norma vigente para los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, categoría 4: conservación del ambiente acuático: ecosistemas marinos costeros que establece 30,0 mg/L. En fondo, el 62% de los valores encontrados cumplieron lo establecido en el ECA nacional. Se detectó presencia de *Salmonella* spp. en las estaciones de playa de El Dorado y el muelle de Samanco, así como en las muestras del río Samanco	En el área de corral se encontró 35 Polychaeta, 6 Crustacea, 5 Mollusca, 2 Nemertea, 2 Echinodermata y "Otros" entre los que podemos mencionar a Enteropneusta, Phoronida y Platyhelmintes sumando un total de 55 unidades taxonómicas determinadas, mientras que en el área de linternas se observó el área defaunada

Bahía Végueta otoño y primavera 2015		
Estado	Presión	Impacto
La bahía de Vegueta presentó condiciones oceanográficas normales de temperatura. Las concentraciones bajas de oxígeno, se deben a que la bahía se encuentra en la zona de afloramiento costero por lo que usar este parámetro como indicador de calidad ambiental no es adecuado	Al sur de la bahía Vegueta, existen plantas de producción de harina de pescado, así como un pequeño desembarcadero artesanal, en el norte de la bahía se encuentra el humedal de Chaviña, en esta zona existen concesiones para acuicultura de camarones y tilapia. Las concentraciones de SST al sur de la bahía y frente al humedal Chaviña superaron lo establecido por los ECA4, en los meses de abril y en septiembre todas superaron el ECA4. Se evidencio presencia de aceites y grasas, así como de hidrocarburos, incrementando su valor de concentración en setiembre. Los coliformes se encontraron de 220 a 350 NMP/100 mL	La evaluación ecotoxicológica mostró en los análisis de sedimentos que no son peligrosos al evaluar el Cl50 (mg/L), en abril las estaciones VEM07, VEM09, VEM10 y VEM14 mostraron toxicidad ligeramente peligrosa, en setiembre la estación de IsM17 mostró rangos ligeramente peligrosos. La evaluación macrozoobentonica mostró en setiembre mayor abundancia que en abril, en la primera salida, en algunas estaciones evaluadas no se evidencio presencia de ningún organismo. La abundancia de fitoplancton en abril estuvo determinada por presencia de *A. sanguinea* y *T. nitzschioides*

Bahía Carquín otoño y primavera 2015		
Estado	Presión	Impacto
La bahía de Carquín presentó condiciones oceanográficas normales de temperatura, respecto al histórico de temperaturas. Las concentraciones bajas de oxígeno, se deben a que la bahía se encuentra en la zona de afloramiento costero por lo que usar este parámetro como indicador de calidad ambiental no es adecuado. La salinidad en la bahía está influenciada por la desembocadura del río Huaura, en el que se encuentran sus más bajos valores	En la bahía existen muchas actividades en zona marino costera, como los cultivos en las márgenes del río Huaura, presencia de industria procesadora de harina de pescado en la bahía, así como presencia de centros poblados (distrito de Carquín), en las salidas de prospección se evidencio presencia de efluentes de vertimiento directo hacia el mar, y los desagües descargan hacia el río Huaura. Existe también un pequeño desembarcadero, presencia de plataformas para el desembarque de anchoveta. Hacia la zona sur de la bahía la concentración de SST superó lo establecido por los ECAs, en abril la concentración de AyG se encontró por encima de los ECAs 2 y 4, en septiembre una estación en mar y una en playa se encontraron por encima del estándar. La presencia de HCP se encontró entre 0,19 y 1,28 mg/L. La presencia de coliformes fue de 350 a 2400000 NMP/100 mL y de termotolerantes se encontró entre 220 a 2400000 NMP/100 mL	La evaluación ecotoxicológica de sedimentos mostró que estos no son peligrosos al evaluar el CL50 (mg/L), excepto en la estación CaP17, que mostraron una toxicidad ligeramente peligrosa. La evaluación de macrozoobentos mostró en abril mayor abundancia que en setiembre, pero la diversidad fue mayor. La abundancia de fitoplancton en abril estuvo determinada por presencia de *A. sanguinea, T. nitzschioides, Nitzschia* sp. y *Amphora* sp., indicadoras de Floraciones Algales Nocivas

Bahía Huacho otoño y primavera 2015		
Estado	Presión	Impacto
La bahía de Huacho presentó condiciones oceanográficas normales de temperatura, respecto al histórico. Las concentraciones bajas de oxígeno, se deben a que la bahía se encuentra en la zona de afloramiento costero por lo que usar este parámetro como indicador de calidad ambiental no es adecuado	En Huacho se encuentra la mayor concentración urbana de la provincia de Huaura, sus efluentes son vertidos directamente al mar. Existen fábricas de procesamiento de harina de pescado y el mayor desembarcadero artesanal se encuentra en la bahía de Huaura. Los sólidos suspendidos totales, en abril variaron de 9,50 a 71,36 mg/L, ubicándose estaciones que superaron el ECA4 (30 mg/L) al centro y norte de la bahía, así como en las estaciones de playa; en setiembre la concentración se vio incrementada de 13,59 a 104,50 mg/L. Los fosfatos se encontraron entre 0,076 y 0,324 mg/L en abril, en setiembre este rango fue de 0,077 a 0,103 mg/L, en abril solo 3 estaciones se encontraron dentro del ECA2 y ECA4 (0,031 a 0,093 mg/L), mientras que en setiembre 3 estaciones los superaron. Los aceites y grasas se mostraron por encima de los ECA2 y ECA4 en abril, en las estaciones HuM34, HuM36, HuM38 y HuM42, y en playa HuP24. En setiembre las estaciones HuM33, en mar, y HuP24, en playa, presentaron concentración mayor que los ECA. Los hidrocarburos de petróleo variaron de 0,03 a 0,55 µg/L en abril y de 0,68 a 1,05 µg/L en setiembre, mostrando incremento respecto a los valores de abril. Los resultados obtenidos de coliformes totales (CT), en las estaciones en mar de la bahía de Huacho, variaron de $5{,}9x10^2$ a $2{,}4x10^6$ NMP/100 mL, mientras que los termotolerantes (CTT), variaron de $1{,}7x10^2$ a $1{,}3x10^6$ NMP/100 mL, sobrepasando los valores de los ECA2 y ECA4	La evaluación ecotoxicológica, mostró en los análisis de sedimentos, que estos no son peligrosos al evaluar el Cl50 (mg/L). La evaluación del macrozoobentos mostró en abril mayor abundancia que en setiembre, sin embargo, la diversidad fue mayor en ese último mes. La abundancia de fitoplancton en abril estuvo determinada por presencia de *A. sanguinea* y *T. nitzschioides*, especies relacionadas con eventos de afloramientos algales nocivos

Ocoña y Camaná otoño y primavera 2015		
Estado	Presión	Impacto
En ambas cuencas el promedio del pH registrado fue mayor en el mes de octubre	En ambas cuencas (zona alta) se desarrolla minería predominando en la cuenca del Ocoña. Las actividades agrícolas que en ambas cuencas y en la zona baja predominan son cultivos de arroz y cultivos diversos. La mayor extensión está en la cuenca del Camaná. La mayor ocupación urbana se encontró en la cuenca baja del río Camaná - Majes, a diferencia del Ocoña. En el río Camaná - Majes se registró la Izanga, material no adecuado para la pesca de camarón de río. Los mayores valores de AyG se hallaron en la cuenca del río Camaná, estación (RC08). Asimismo, el promedio de HCP fue mayor en el mes de octubre teniendo: 1,26 µg/L en Ocoña y 0,88 µg/L en Camaná. Los coliformes totales y termotolerantes en la zona marina se hallaron bajos según el ECA, mientras que en la desembocadura del Camaná se halló por encima del ECA. En la cuenca del Camaná, en ambos meses, se hallaron coliformes Totales y coliformes termotolerantes que sobrepasaron los límites del ECA	En muestras de: "Camarón de río" *Cryphiops caementarius*, se hallaron Metarcercarias con mayor cantidad en las zonas bajas de ambas cuencas del Camaná y Ocoña. La comunidad perifítica en los meses de abril y octubre indicaría una comunidad dominada por diatomeas en ambas cuencas y en la zona marina costera. La comunidad fitoplanctónica marina para abril, estarían indicando una comunidad dominada por diatomeas y microflagelados, las cuales se asocian a índices de diversidad bajos. Mientras que para octubre estuvo dominada por diatomeas, las cuales están asociadas a índices de diversidad relativamente altos.