

INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN ACUÍCOLA Y PESQUERO

CRUCERO DE PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA Y PESCA COMPROBATORIA CON BARCOS PESQUEROS COMERCIALES

IPIAP 2022-06-01 PPP

PLAN DE CRUCERO

27 de junio al 12 de julio de 2022

PROCESO DE INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE (IRBA)

UNIDADES DE INVESTIGACIÓN

RECURSOS PELÁGICOS (URP)

RECURSOS OCEANOGRAFÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (ROCC)

PLAN DE CRUCERO DE PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA Y PESCA COMPROBATORIA CON BARCOS PESQUEROS COMERCIALES “IPIAP 2022-06-01 PPP”

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación hidroacústica es un método directo que permite mediante la acústica submarina estimar la abundancia probable de peces a partir de la cuantificación del rebote de sonido de los cardúmenes de peces.

El principio fundamental de esta metodología de estimación acústica consiste en que si se conoce la cantidad de energía sónica que es emitida por los peces, se le puede comparar con la que se recibe como eco o retrodispersión, y así poder atribuir la diferencia a la cantidad de dispersores presentes en el agua. Si se conoce la energía que un solo pez es capaz de reflejar, entonces la relación entre esas dos cantidades nos dará el número de peces presentes en el agua.

En función de lo señalado, la eficacia del método acústico pasa por la agregación de los peces en cardúmenes (y no dispersión), así como por la adecuada evaluación del área de distribución de los peces. Cuando hay calentamiento, son comunes las concentraciones de anchoveta cerca de la costa, las cuales escapan de la medición acústica con la tecnología estándar (Fish and Fisheries, 2004).

La pesquería de peces pelágicos pequeños (PPP) es una de las principales actividades extractivas en la costa continental ecuatoriana, estos recursos son extraídos por la flota cerquera costera y pescadores artesanales a lo largo de mar territorial, siendo principalmente el área del Golfo de Guayaquil la de mayor presencia de estos organismos.

Los PPP son empleados como insumo para la producción de harina de pescado, aceite, enlatados y congelados para consumo humano, llegando a estar dentro de los primeros puestos que aportan al Producto Interno Bruto (PIB), convirtiéndose en una fuente de desarrollo económico y social de suma importancia para nuestro país.

En cuanto a las condiciones oceanográficas, estas tienen una fuerte incidencia sobre la dinámica de los recursos pesqueros, particularmente de los pelágicos pequeños; el conocimiento de estas condiciones, así como el de las relaciones inter específicas (predación, canibalismo, competencia, diversidad), sumado a una correcta evaluación de sus poblaciones, permitirá un diagnóstico del tamaño poblacional de los recursos y su estructura por especie.

En el marco de las condiciones ambientales, las variaciones interanuales como los eventos ENOS (El Niño/Oscilación del Sur) en sus fases positiva (El Niño) y negativa (La Niña), merecen una atención especial, ya que en cualquiera de sus

fases (cálida o fría) tienen una enorme afectación sobre la distribución, abundancia y disponibilidad de los recursos pesqueros.

Con el fin de continuar con los estudios que fomenten el incremento del conocimiento de estos recursos, en cuanto a aspectos poblacionales (biomasa, abundancia, distribución geoespacial), aspectos reproductivos e interacción con las condiciones ambientales en el territorio continental ecuatoriano, se presenta el Plan para la ejecución del 6º crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria con barcos pesqueros comerciales, denominado IPIAP 2022-06-01 PPP.

Esta campaña de investigación se desarrollará a través del apoyo de una alianza público-privada entre el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) y la Cámara Nacional de Pesquería (CNP), que contribuirá con el conocimiento de los recursos de peces pelágicos pequeños y las condiciones oceanográficas donde se distribuyen.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Estimar la biomasa, abundancia relativa y distribución espacial de las principales especies de peces pelágicos pequeños del perfil costero continental ecuatoriano y su relación con variables oceanográficas físicas, químicas y biológicas.

Objetivos Específicos

a) Prospección hidroacústica

- Estimar de manera directa la biomasa y abundancia de las principales especies de peces pelágicos pequeños por el método hidroacústico.
- Determinar áreas de distribución y concentración de las principales especies de peces pelágicos pequeños.
- Determinar la fracción de biomasa, abundancia y distribución espacial de reclutas y/o juveniles de peces pelágicos pequeños.

b) Condiciones oceanográficas (Físicas, Químicas y Biológicas)

- Evaluar las condiciones termo-halinas frente a la costa ecuatoriana, tanto en la superficie como en la columna de agua.
- Determinar la productividad del océano en función de los nutrientes inorgánicos disueltos y del plancton.

c) Parámetros biométricos y biológicos de las principales especies pelágicas pequeñas

- Determinar los parámetros biométricos y biológicos (peso, talla, sexo, estadio de madurez y peso de la gónada) de las principales especies de peces pelágicos pequeños provenientes de la pesca comprobatoria.

3. ÁREA DE ESTUDIO

Se prospectará desde la latitud 00°10' N (Pedernales, provincia de Manabí) hasta la latitud 03°23' S (frontera entre Ecuador y Perú), y entre la costa ecuatoriana y el meridiano 81°50' W, cubriendo todo el perfil costero entre las líneas de batimetría de 10 hasta los 1000 m de profundidad (Figura 1).

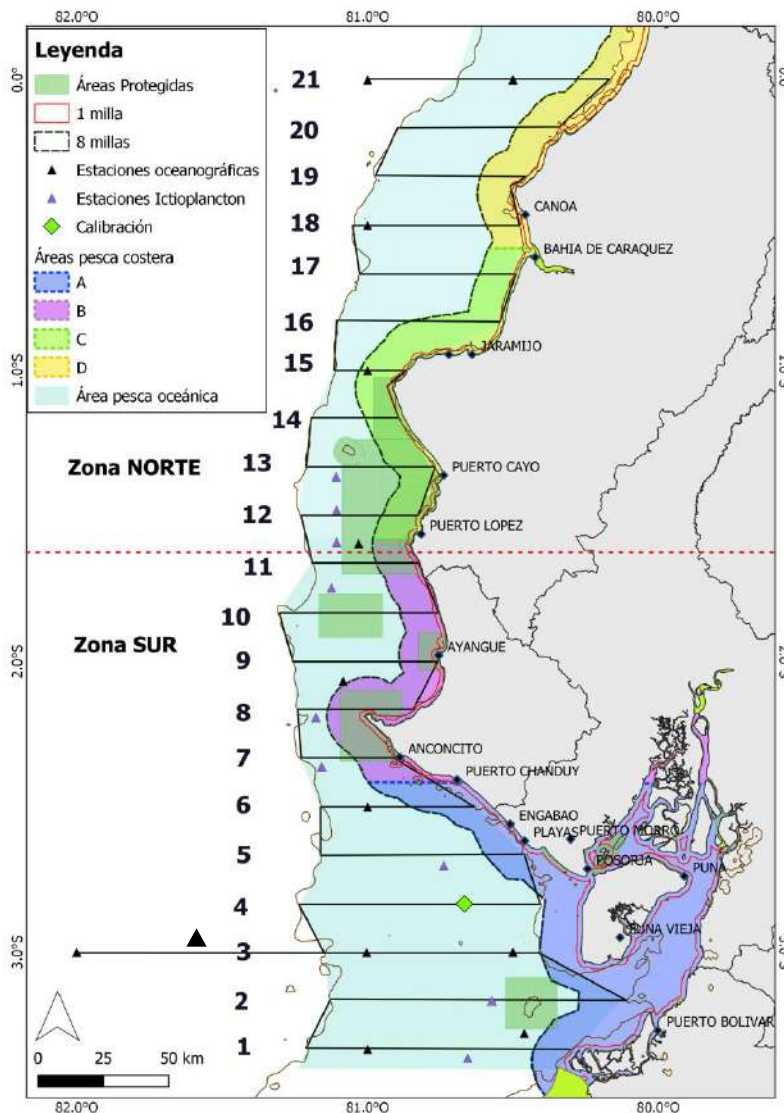


Figura 1. Área de estudio y trayectoria para la prospección hidroacústica

4. MATERIALES Y PROCEDIMIENTO

Para esta campaña de investigación se emplearán dos (2) barcos pesqueros comerciales con casco de acero naval, mismos que deberán cumplir las siguientes funciones y actividades:

B/P Barco Científico

Se utilizará un barco con casco de acero naval que cumplirá la función de barco científico (prospección y estaciones oceanográficas).

1. Esta embarcación llevará la ecosonda científica portátil (SIMRAD EY60), zarpará el 29 de junio y cubrirá desde la frontera con Perú hasta Puerto López (Zona SUR) y desde Puerto López hasta Pedernales (Zona NORTE), realizándose todo en una sola fase; tres días previos al inicio de la prospección, se realizará la instalación y calibración de equipos científicos, y la prospección hidroacústica se hará con frecuencia de 120 kHz.
2. La prospección acústica se realizará mediante transectos paralelos entre sí y perpendiculares a la costa ecuatoriana y sus respectivos intertransectos, a una velocidad constante de 9.0 nudos entre las 06h00 y las 18h00 manteniendo el rumbo por las rutas de navegación establecida en el presente Plan y entregadas a los capitanes por el jefe de Crucero del IPIAP.
3. El barco científico también ejecutará las estaciones oceanográficas planificadas y las que surgieran durante la ejecución del crucero, considerando la presencia de marcas significativas de peces.

B/P Pesca Comprobatoria

Para la pesca comprobatoria se utilizará un barco pesquero, con casco de acero naval, que recorrerá el área de estudio a partir de la milla 3 hacia afuera.

El barco de Pesca Comprobatoria acompañará al Barco Científico durante toda la ejecución del crucero y realizará los lances de pesca en el día y en la noche, únicamente cuando el barco científico lo indique y este deberá ser acompañado en todo momento.

Para la pesca comprobatoria se utilizará la red de cerco con jareta utilizada en su actividad de pesca. Se realizarán lances a media agua o en superficie, cuando se observe una marca representativa registrada por el barco científico, previa autorización del capitán de pesca y jefe de crucero.

Para complementar la pesca comprobatoria se utilizaran cuatro embarcaciones adicionales, pertenecientes a la clase de barco I y/o II, previamente seleccionadas por el IPIAP y autorizadas por la SRP. Estas embarcaciones estarán distribuidas una para cada sub-área de estudio, para efecto de esto se clasificará el área de estudio en cuatro sub-áreas distribuidas de la siguiente manera:

Sub-área A: desde la frontera con Perú hasta Chanduy.

Sub-área B: desde Chanduy hasta Salango.

Sub-área C: desde Salango hasta Bahía de Caráquez.

Sub-área D: desde Bahía de Caráquez hasta Pedernales.

Cabe indicar que estas embarcaciones podrán realizar faenas de pesca solo cuando el barco científico este realizando la prospección en la sub-área designada.

Procedimiento para la ejecución de la pesca comprobatoria

1. Al detectar un cardumen de importancia representativa, el Barco Científico a través del jefe de crucero, procederá a registrar en la bitácora e informará al Barco de Pesca para que realice el respectivo lance de pesca comprobatoria.
2. Una vez realizada la captura, se estimará el volumen extraído en toneladas, luego se coleccionará una muestra aleatoria de 80 libras por lance efectivo de pesca para determinar la composición, y posteriormente se tomará una submuestra de 20 organismos por clase de talla y por especie para estimar los principales parámetros biológicos.

3. METODOLOGÍA DE MUESTREO

Acústica submarina







El barco pesquero comercial realizará la prospección en la zona Norte y Sur, llevará el ecosonda científica (SIMRAD EY60) y equipos de oceanografía física y biológica. Se utilizarán ecogramas tipo Sv, TS y de coordenadas angulares. Los ecogramas serán grabados para efecto de estudio desde 0 a 500 m de profundidad con una frecuencia de 120 KHz, con el ecosonda científica EY60 y como Unidad Básica de Muestreo (UBM) una milla náutica como intervalo.

Cronograma general de actividades

En el siguiente cronograma se detallan las actividades a realizarse durante el tiempo de duración del crucero.

JUNIO – JULIO 2022

MES	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
JUNIO	20	21	22	23	24	25	26
	27 Calibración	28 Calibración	29 Inicio de crucero	30	1	2	3
JULIO	4	5	6	7	8	9	10
	11	12 Fin de crucero	13	14	15	16	17

Leyenda	
	Calibración
	B/P Científico y Pesca
	Pesca Comprobatoria subárea A
	Pesca Comprobatoria subárea B
	Pesca Comprobatoria subárea C
	Pesca Comprobatoria subárea D

Estaciones Oceanográficas

Durante el tiempo de duración del crucero, se efectuarán un total de 12 estaciones oceanográficas (Tabla 1 y Figura 2). Adicionalmente, se plantean realizar 10 estaciones, dependiendo si existe pesca comprobatoria.

Tabla N° 1. Estaciones Oceanográficas

1	-3,27840	-80,46080
2	-3,33333	-81,00000
3	-3,00000	-80,50000
4	-3,00000	-81,00385
5	-3,00000	-82,00000
6	-2,50000	-81,00000
7	-2,06820	-81,08390
8	-1,59508	-81,03050
9	-1,00000	-81,00000
10	-0,50000	-81,00000
11	0,00000	-81,00000
12	0,00000	-80,50000
*13	-3.36000	-80.65000
*14	-3.16000	-80.57000
*15	-2.70000	-80.73000

*16	-2.36000	-81.15000
*17	-2.19000	-81.17000
*18	-1.82000	-81.13000
*19	-1.59000	-81.10000
*20	-1.47000	-81.10000
*21	-1.36000	-81.10000

* Estaciones proyecto FIP se tomará solo muestra de ictioplancton.

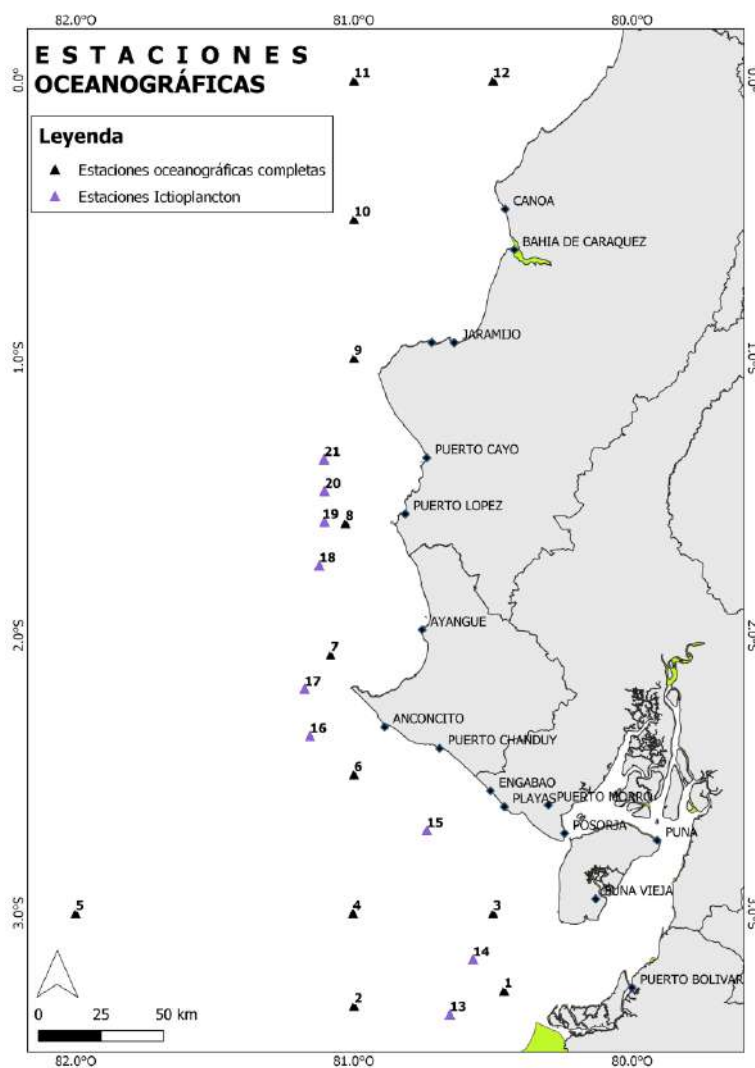


Figura 2. Distribución de las estaciones oceanográficas.

La metodología que utilizará la componente física corresponde a estándares convencionales empleados en oceanografía y meteorología. Los principales instrumentos y equipos de trabajo serán el CTD modelo SBE19, botellas

muestreadoras Niskin, marca General Oceanics, redes biológicas de diversas micras y tamaños de acuerdo a los protocolos estandarizados, y para el posicionamiento y la determinación de la deriva del buque se usarán GPS Garmin 62 Sc.

Para la colecta de muestras de agua, se utilizarán botellas Niskin que serán distribuidas a profundidades estándares (0, 10, 30, 50, 75, 100, 150, 200, y 300 m). Los porcentajes de las masas de agua presentes durante el crucero serán calculados utilizando las masas de agua tipo descritas en Cucalón (1983).

Las muestras de agua para el análisis químico serán obtenidas a profundidades estándar, separadas en tres grupos para determinar: la concentración de oxígeno disuelto, nutrientes inorgánicos disueltos y salinidad. Para determinar los micro nutrientes las muestras serán previamente filtradas a través de un filtro de fibra de vidrio (MF/F), luego analizadas con las técnicas descritas en Strickland y Parsons (1972) y Solórzano (1984), el oxígeno disuelto a través del método Winkler modificado (Carpenter, 1965), finalmente la salinidad del océano se determinará por medio de un salinometro de precisión GUILIDE 8410.

Por medio de diferentes metodologías de arrastre de redes, se colectarán muestras de la biomasa planctónica existente, realizando arrastres horizontales y verticales de fito y zooplancton, se utilizarán redes simples con ojo de malla de 55 y 200 μm ; y de 300 y 500 μm para ictioplancton.

Para determinar la composición y distribución vertical del fitoplancton las muestras serán obtenidas a 0, 10, 30 y 50 m de profundidad con botellas Niskin para el análisis cuantitativo. El contaje será realizado utilizando cámaras de sedimentación de 10 cc de capacidad mediante el método Utermöhl (Rytter, 1978).

Se realizarán arrastres horizontales y verticales para la determinación cualitativa de fitoplancton y cuali-cuantitativa de zooplancton con redes simples de 55 y 200 μm , cuyas muestras serán preservadas con formol neutralizado. La cuantificación del zooplancton se realizará con el método Frontier (Boltovskoy, 1981).

Para la colecta de ictioplancton (huevos y larvas de peces), se utilizarán redes tipo bongo de 300 y 500 micras de luz de malla, con las cuales se realizarán arrastres oblicuos, y se aplicará el método de Smith y Richardson (1977).

La profundidad real a la cual se ubiquen las botellas Niskin y las redes planctónicas, se obtendrá utilizando el ángulo que se forma entre el cable filado y la plomada, medición que se hace por medio de un clinómetro.

Adicionalmente, se complementarán los resultados que se alcancen en esta campaña de investigación con muestras de ictioplancton colectadas en 9 estaciones fijas que lleva a cabo el proyecto FIP. Cabe indicar que los arrastres se lo harán de forma vertical hasta alcanzar los 70 a 75 m de profundidad.

Intercalibración de equipos CTD

Posteriormente a la ejecución de cruceo hidroacústico, se plantea hacer una actividad de intercalibración entre los equipos CTD, el cual implica la utilización de una embarcación con winche y cable o cabo para bajar los equipos a las profundidades equivalentes a las estaciones del cruceo. Este proceso servirá para la validación de los datos tomados por el equipo.

Análisis biológicos específicos

Un grupo de técnicos del IPIAP llevarán a cabo esta actividad, de los cuales uno estará en el barco pesquero y los otros tres se movilizarán por tierra (Posorja hasta Manta), para estar presentes en el momento de la descarga, recogiendo las muestras para realizar análisis de composición de la captura y muestreo morfométrico en laboratorio (peso, talla, sexo, madurez, etc.).

4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE ECOTRAZOS

Análisis de Ecotrazos

Para el análisis de los datos acústicos se utilizará el Script (LP) desarrollado en R-Studio, el mismo que visualizará, procesará y extraerá valores acústicos (NASC) de los ecogramas provenientes de la prospección. Posteriormente y mediante métodos ya establecidos se estimará biomasa y abundancia de las especies de peces pelágicos pequeños (PPP). La distribución espacial de los recursos PPP se visualizará mediante el software Ocean Data View (ODV).

Discriminación de los ecogramas de peces por especies y extracto de profundidad

Los ecogramas serán clasificados por el tipo de ecotrazo que generen, esto se logra debido a las costumbres agregativas, contextura, presencia o no de una vejiga natatoria, contenido graso, etc., que presentan los peces (ICES 1998, ICES 2000, Barange et al., 2005, Bertrand et al., 2008). Los valores NASC por especie serán determinados de acuerdo al tipo de ecotrazo presente en los ecogramas y por la información proveniente (composición de la captura, esto es porcentaje de especies) de las capturas de los lances comprobatorios.

5. CÁLCULO DE LA ABUNDANCIA Y BIOMASA

Se utilizará el método de Estimación por Áreas Isoparalitorales (AIP) de Mac Lennan y Simmonds (1992). Para la estimación de la fuerza de blanco (TS) a partir de la talla; donde L es longitud del pez en cm y b20 (en dB):

$$TS = 20 \text{ Log } L - b20$$

La densidad o número de peces se calculará, según la expresión:

$$\rho = NASC/\sigma$$

$$\sigma = 4 \pi 10TS/10.$$

La biomasa será calculada para cada transecta en base al peso promedio (w) de cada pez, el cual se estimará con la siguiente ecuación; donde, a y b son las constantes:

$$W = a.L^b$$

Una vez calculada el área A por cada AIP, se estimará la biomasa con la siguiente ecuación:

$$B = \rho. A. w.$$

Estimación de la biomasa de juveniles/reclutas

La fracción en peso de los reclutas para la zona de estudio, se calcula según:

$$\hat{B}_{rI} = \hat{B} \hat{P}_{rI}$$

donde:

\hat{B}_{rI} = biomasa en peso de los reclutas (t)

\hat{B} = Biomasa total de una especie de PPP (t)

\hat{P}_{rI} = porcentaje de los reclutas.

Siendo \hat{P}_{rI} igual a:

$$\hat{P}_{rI} = \frac{\sum_{l=1}^{l_o} Y_1(k \leq k_o)}{\sum_{l=1}^{l_o} Y_1}$$

donde:

$Y_1(k \leq k_o)$ = peso de los reclutas en la captura del lance de pesca, donde

k_o = talla media de la primera madurez sexual de la especie en cm.

P_L = peso total de la captura en el lance de pesca.

l_o = número de lances.

La biomasa en número de los reclutas se calcula según:

$$\hat{B}_N = \frac{\hat{B}}{\bar{w}}$$

donde \hat{B} es la biomasa estimada en peso (t) y w es el peso medio estimado de un ejemplar en el área.

Alternativamente, se calcula la biomasa por talla en base a la información acústica por U.B.M., la información de estructura de tallas por cada lance de pesca y la relación TS-L por especie PPP.

De este modo el número de ejemplares, por talla (N_k) se calcula según:

$$N_k = \sum_{j=1}^{j=m} \frac{S a_j f_k}{4\pi \sum_{i=1}^T f_i 10^{\frac{(a+b \log L_i)}{10}}}$$

y consecuentemente la biomasa en peso, a la talla, se calcula según:

$$B_{(k)} = N_k a_1 L_k^{b_1}$$

siendo:

- N_k = número de ejemplares en la k-ésima talla
- $S a_j$ = lectura acústica en la j-ésima ubm
- f_k = frecuencia de la talla k determinada desde los lances de reconocimiento (%).
- T = total de tallas
- f_i = frecuencia de la i-ésima talla, determinada desde los lances de reconocimiento (%).
- a y b = parámetros de la relación TS-L
- L_i = longitud de la i-ésima talla (cm).
- $B_{(k)}$ = peso de la k-ésima talla (g)
- a_1 y b_1 = parámetros de relación peso-longitud
- L_k = longitud de la k-ésima talla (cm)

6. RESULTADOS ESPERADOS

a) Prospección Hidroacústica y Pesca Comprobatoria

Estimación de la biomasa, abundancia y distribución espacial de las principales especies de PPP, así como de reclutas y/o juveniles presentes en la plataforma continental ecuatoriana.

b) Estructura poblacional

Estructura de tallas, estadio de madurez, proporción de sexo, entre otros, para cada especie pelágica pequeña capturada en la pesca comprobatoria.

c) Condiciones Oceanográficas

Aspectos físicos, químicos y biológicos del océano, con la caracterización de la estructura termohalina y de masas de agua, el régimen hidroquímico,

distribución y abundancia de las poblaciones planctónicas e ictioplanctónicas.

7. FECHA Y ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DEL CRUCERO

Actividad	Fecha inicio	Fecha final	Personal Técnico	# Personas embarcadas	Zona
Calibración de equipos acústicos y oceanográficos	27/06/2022	29/06/2022	4 (1 Sistema, 1 Oceanógrafo, 2 Acústicos)	B. Científico: 3 IPIAP + 1 SPS-FIP	Playa/La Libertad
Ejecución del Crucero	29/06/2022	12/07/2022*	8 (2 Acústicos, 2 Oceanógrafos, 1 Químico, 1 Fito-zoo, 1 Ictioplancton, 1 tecnólogos, uno o dos pasantes	B. Científico: 2 IPIAP +5 SPS-FIP B. Pesquero oceánico: 1 Tlgo IPIAP	Zona Norte y Zona Sur
Muestreo Biológico pesca comprobatoria	30/06/2022	12/07/2022*	6 (4 Biólogos y 2 choferes) IPIAP	N/A	Santa Elena y Manabí

*La fecha de término del crucero estará definida en base al cumplimiento de las actividades de investigación propuestas.

Días efectivos del crucero: 14 días

Inicio: 29 de junio de 2022

Fin: 12 de julio de 2022

Se realizará pruebas de calibración los 3 días antes del inicio del crucero.

Instalación y calibración de ecosonda: La calibración se realizará del 27 al 29 de junio de 2022, esta actividad se realizará frente a La Libertad y/o Playas.

Consideraciones:

Barcos que concluyan la prospección y/o pesca en el área designada, deben retornar a puerto inmediatamente.

Se realizarán pruebas previas, con la finalidad de calibrar los equipos y su funcionalidad con la embarcación a participar; si es que estos equipos presentan irregularidades de registro, conexión, etc., el crucero no podrá realizarse.

8. PLAN GENERAL DE ACTIVIDADES

Actividades	Fechas
Preparación Plan de crucero	Del 9 al 24 de mayo
Entrega Plan de crucero	25 mayo
Revisión y aprobación Plan de crucero	26 de mayo
Presentación de Plan de Crucero	27 de mayo
Inicio de proceso de selección y contratación de personal	30 de mayo
Ingreso de personal contratado para inducción y preparación de equipos, materiales	15 de junio
Revisión y visita técnica a las embarcaciones participantes	20 al 24 de junio
Calibración de equipos acústicos (SIMRAD EY-60)	27 y 28 de junio
Fecha de inicio Crucero Acústico	29 de junio
Fecha de fin del Crucero Acústico	12 de julio
Entrega de informe ejecutivo	15 de julio
Interpretación e integración de resultados acústicos, biológico-pesqueros y oceanográficos	15 de noviembre
Entrega de informe final integrado (pesca y oceanográfico)	15 de diciembre

9. RESPONSABILIDADES

Personal a bordo

No.	Participante	Actividad/Responsabilidad	Comentario
1	Blgo. Álvaro Romero	Jefe de Crucero	Funcionario del IPIAP
2	Ing. Gabriela Ponce	Acústica	Funcionaria de la CNP
3	Oc. Mario Hurtado	Oceanografía/Responsable del Muestreo Ambiental del Crucero	Funcionario del IPIAP
4	Ing. Daniela Saltos	Oceanografía Física	Contratada por la CNP
5	Q.F. Freddy Magallanes	Oceanografía Química	Contratado por la CNP
6	Blgo. León Vergara	Fito y Zooplanton	Contratado por la CNP
7	Blgo. Rodrigo Moreno	Ictioplancton	Voluntario del IPIAP
8	Tec. Ángel Muñoz	Tecnología Pesquera	Funcionario del IPIAP
9	Tec. Geovanny Sandoval	Tecnología Pesquera	Funcionario del IPIAP
10	N.N.	Inspector de Pesca	Funcionario SRP
11	N.N.	Inspector de Pesca	Funcionario SRP
12	N.N.	Inspector de Pesca	Funcionario SRP

Personal en Tierra

No,	Participante	Actividad/Responsabilidad	Comentario
1	MSc. Viviana Jurado	Coordinación de Logística	Funcionaria del IPIAP
2	Blgo. Richard Panchana	Biología Pesquera	Funcionario del IPIAP
3	Blga. Martha Tomalá	Biología Pesquera	Funcionaria del IPIAP
4	Blga. Natalia González	Biología Pesquera	Funcionaria del IPIAP

INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA
INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIACUÁTICOS Y SU AMBIENTE
RECURSOS PELÁGICOS
OCEANOGRAFÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO