P- 035-2020

PERÚ Ministerio de la Producción

CARGO

IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para
"Año de la Universalización de l

16524427	N° Folios: 27
REGISTRO N° 00014525-2020	
FECHA: 21/02/2020 12:57:17	CLAVE: 7863
RAZÓN SOCIAL: INSTITUTO DEL MAR DEL PER...	
ASUNTO: PROYECTO DE CAPTURA DEL R...	
REGISTRADO POR: Ihuarcaya	
https://www.produce.gob.pe/consulta-tramite	
616-2222 Anexos: 2460 - 2461 - 2464	

OFICIO N° 143-2020-IMARPE/PE

Calla

21 FEB 2020
SITRADOC N°: .....
Recibido: ..... Hora: 12.40
CONSULTAS Telf: 208-8650 Anexo: 897 / 858

Señora
SILVIA VELÁSQUEZ SILVA
Directora General de Políticas y Análisis
Regulatorio en Pesca y Acuicultura
Ministerio de la Producción
Calle Uno Oeste N° 060, Urb. Córpac
San Isidro

Asunto: Proyecto de captura del recurso calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*) para el año 2020.

Referencia: Oficio N° 0030-2020-PRODUCE/DGPARPA de fecha 28.01.2020

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención al documento de la referencia, se alcanza a su Despacho el informe técnico "Crucero de investigación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Cr.1911-12 y perspectivas de pesca para el 2020", para las acciones que estime pertinentes.

Sin otro particular, es propicia la oportunidad para renovarle las seguridades de mi mayor estima personal.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU • DGIRDL •
C. YAMASHIRO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU • AFIIMM •
L. MARIÁTEGUI
(e)

Atentamente,

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
REPÚBLICA DEL PERÚ
PRESIDENCIA EJECUTIVA

Javier Gaviola Tejada
Presidente Ejecutivo
Instituto del Mar del Perú

EL PERÚ PRIMERO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME TÉCNICO

CRUCERO DE INVESTIGACIÓN DEL CALAMAR GIGANTE (*Dosidicus gigas*) Cr. 1911-12 Y PERSPECTIVAS DE PESCA PARA EL 2020

Callao, Febrero 2020

CONTENIDO

RESUMEN *1*

1. INTRODUCCIÓN *2*

2. MATERIALES Y MÉTODOS *2*

2.1 Área de investigación 2

2.2 Ambiente marino 3

2.3 Acústica y pesca 4

2.4 Biología del calamar gigante y otras especies 10

2.5 Biodiversidad 11

2.6 Evaluación poblacional y perspectivas de explotación 11

3. RESULTADOS *13*

3.1 Ambiente marino 13
3.1.1 Condiciones meteorológicas 13
3.1.2 Condiciones oceanográficas superficiales 14
3.1.3 Condiciones oceanográficas sub-superficiales 16

3.2 Acústica y pesca 21
3.2.1 Distribución del calamar gigante y otras especies 21
3.2.2 Índices de energía acústica del calamar gigante 26
3.2.3 Captura por arte de pesca 27
3.2.4 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) 27

3.3 Biología del calamar gigante y otras especies 29
3.3.1 Distribución de tallas del calamar gigante 29
3.3.2 Relación longitud peso del calamar gigante 32
3.3.3 Estado reproductivo del calamar gigante 32
3.3.4 Análisis genético del calamar gigante 34
3.3.5 Otras especies de invertebrados y peces 34

3.4 Biodiversidad 36
3.4.1 Composición por especies de peces e invertebrados en la red de arrastre pelágica 36
3.4.2 Composición por especies de paralarvas de cefalópodos 38
3.4.3 Composición por especies del ictioplancton 39
3.4.4 Depredadores superiores 40

4. PROYECCIONES DE CAPTURA PARA EL 2020 ..... *41*

4.1 Estimación del máximo rendimiento sostenible 41

4.2 Diagnóstico del stock y proyecciones de captura para el 2020 43

4.3 Relación B/Bmrs y F/Fmrs 43

4.4 Análisis de Riesgo 44

4.5 Perspectivas de explotación 45

5. CONCLUSIONES *45*

6. RECOMENDACIONES *47*

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS *47*

ANEXO *49*

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU DGIRDL
C. YAMASHIRO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU AFIIMM
L. MARIÁTEGUI (c)

RESUMEN

El Crucero de Investigación del Calamar gigante *Dosidicus gigas* se ejecutó con el objetivo de estimar sus índices de abundancia, a partir de información acústica y por artes de pesca, así como determinar su estado biológico y poblacional y su interrelación con las condiciones ambientales en el mar peruano. Esta investigación se realizó a bordo de los BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt"; el primero cubrió la zona norte-centro entre Punta Sal (04°00'S) y Cerro Azul (13°04'S), de 38 a 190 mn de la costa, del 18 de noviembre al 22 de diciembre del 2019, y el BIC "Humboldt cubrió la zona sur entre Cerro Azul (13°04'S) e Ilo (17°65'S), de 39 a 194 mn de la costa, del 18 de noviembre al 12 de diciembre del 2019.

Las condiciones del mar se caracterizaron por presentar temperaturas normales en gran parte de la zona central, y de manera fragmentada en las zonas norte y sur, debido a la incursión de Aguas Ecuatoriales Superficiales–AES en el extremo norte y el predominio de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en la zona centro-sur. Aguas Costeras Frías (ACF) se presentaron muy restringidas en la parte oceánica, desde Pta. Sal hasta Pimentel, acercándose a la costa entre Malabrigo y Chimbote, Pisco, y desde Pisco a San Juan de Marcona.

En el área de estudio, el calamar gigante se encontró ampliamente distribuido y disperso, debido a los cambios climatológicos ocurridos en la primavera del 2019, con el desarrollo de Ondas Kelvin desde la costa norte y debilitamiento del Anticiclón del Pacífico Sur (Comunicado Oficial ENFEN N° 15-2019) y por tanto del sistema de vientos sur, que afectaron la distribución y concentración del recurso.

La captura total del calamar gigante fue de 2.255,7 kg en 274 operaciones/lances de pesca, correspondiendo 2.238,8 kg a 197 operaciones con líneas de mano con potera, y 16,8 kg a 77 lances con red de arrastre pelágica. La CPUE promedio en número (línea de mano con potera) presentó sus mayores valores en la zona norte (1,1 ejem/h/pescador), y en términos de peso, en la zona sur (2,6 kg/h/pescador).

La estructura de tallas del calamar gigante varió de 1 a 72 cm de longitud de manto (LM). Con línea de mano con potera, las tallas fluctuaron de 18 a 72 cm, con media en 40,5 cm y moda en 30 cm de LM; y con la red de arrastre pelágica, de 1 a 43 cm, con media en 3,6 cm y moda en 3 cm de LM. En las zonas norte y centro se observó el predominio de ejemplares menores a 40 cm de LM, y una mayor proporción de individuos de mayor tamaño en la zona sur. Reproductivamente, la mayor fracción de ejemplares correspondió al estadio maduro en la zona norte y centro, y en el sur predominaron los estadios maduro y en desove.

Respecto a la biodiversidad en las operaciones con red de arrastre pelágica, se identificaron 103 especies, destacando por su mayor riqueza los grupos de peces (43) y moluscos (23), principalmente el pez linterna *Vinciguerria lucetia* (44,1%).

Las mayores abundancias de paralarvas de calamar gigante se encontraron frente a Talara (200 mn), Supe (100 mn) y desde Pisco a Punta Caballas, entre 40 y 150 mn, mientras que menores concentraciones fueron ubicadas a 120 mn de Talara, 40 mn de Paita y 200 mn de Pimentel. Concentraciones mínimas se observaron a lo largo del litoral, con una mayor distribución en la zona centro.

Para las proyecciones de pesca del 2020, se asume una dominancia y persistencia de calamares de tamaño mediano de madurez (peso medio = 4,1 kg). Bajo este supuesto, se recomienda que el F máximo para el 2020 no sea mayor al $F_{2/3MRS}$.

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

1. INTRODUCCIÓN

El calamar gigante es el segundo recurso pesquero de importancia económica del país, el cual contribuye al sustento alimentario, generación de puestos de trabajo e ingreso de divisas. Actualmente, es extraído exclusivamente por la flota artesanal (Guevara et al., 2018).

En el Perú, el calamar gigante se caracteriza por mostrar grandes cambios en su abundancia y disponibilidad ante la variabilidad ambiental, que se reflejan en los volúmenes de desembarque registrados en el periodo 1991-2019, con valores máximos de ~ 210 mil toneladas en 1994, con la participación de una flota industrial calamarera de bandera extranjera, y capturas superiores a 500 mil toneladas en los años 2008 y 2014, con la participación de una flota artesanal nacional; sin embargo, en condiciones ambientales cálidas de mayor intensidad y duración, como ocurrió en el evento El Niño 1997-1998, el recurso estuvo menos disponible a la flota, con capturas inferiores a 16 mil toneladas.

Los modelos de evaluación poblacional que se vienen aplicando para el calamar gigante, con la finalidad de determinar el estado del recurso y estimar las cuotas de pesca, requieren de índices de abundancia complementarios, independientes de la pesquería, que contribuyan a la sintonización de estos modelos en concordancia con la variabilidad del ambiente marino. En este contexto, el objetivo del crucero fue estimar índices de abundancia del calamar gigante a través de métodos acústicos y por arte de pesca, considerando las posibles variaciones horarias, espaciales y por tamaños del recurso, así como recopilar muestras para continuar estudios sobre la variabilidad genética de esta especie en su área de distribución frente a la costa peruana.

En el presente informe se alcanzan los resultados de las componentes de oceanografía, acústica, pesca y biología, del crucero ejecutado en noviembre-diciembre de 2019, los cuales se han incorporado en el análisis de las proyecciones de pesca del calamar gigante para el año 2020.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de investigación

El estudio se realizó en el mar jurisdiccional de Perú, mediante transectos perpendiculares a la línea de costa, a bordo de los BIC's "José Olaya Balandra" que cubrió las zonas norte-centro, de 38 a 190 mn de la costa, y "Humboldt" en la zona sur, de 39 a 194 mn (Fig. 1).

- Zona norte : Punta Sal (04°00'S) a Huarmey (09°59'S).
- Zona centro : Huarmey (10°00'S) hasta San Juan de Marcona (15°59'S)
- Zona sur : San Juan de Marcona (16°00'S) a Ilo (17°65'S)

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (o)

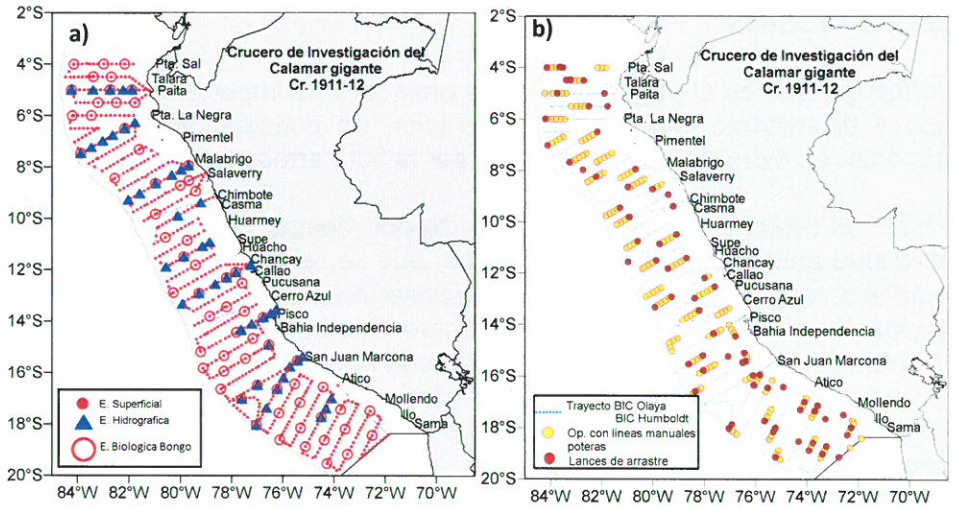


Figura 1. Carta de Estaciones oceanográficas (a) y de trayectos y operaciones de pesca (b) del Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

2.2 Ambiente marino

Se ejecutaron en total 750 estaciones, en cada una de ellas se colectó información de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de mar, así como información atmosférica (Fig. 1a).

La información meteorológica consistió de 750 datos de temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, a través de la estación meteorológica automática, marca VAISALA, con sistema de observación marítima de modelo MAWS410 (Measure Automatic Weather Station) ubicada en el BIC Humboldt.

Para el estudio de las condiciones ambientales superficiales se registraron 750 datos continuos de temperatura, y se colectaron las muestras de agua de mar para determinar la salinidad, empleando el equipo Portasal Guildline modelo 8410A, y un balde plástico.

Para las secciones frente a Paita, Pta. La Negra, Bermejo, Callao, Pisco, San Juan y Atico, que abarcaron una distancia variable, entre 5 y 190 mn de la costa, y hasta 500 m de profundidad, para ello se realizaron 85 lances de perfiladores CTDO de Sea Bird Electronics, Inc., modelo 7838 SBE 19 V2 plus y de un CTD Roseta marca Idronaut modelo mkplus, equipos que han registrado datos continuos de temperatura, salinidad, oxígeno, hasta los 500 m de profundidad. Además, se utilizaron botellas Niskin de 5 L de capacidad en todas las secciones verticales, excepto en las secciones de Pisco y San Juan en las cuales se utilizó una roseta con 11 botellas.

Para la información oceanográfica química, se analizaron un total de 344 muestras de oxígeno disuelto aplicando la metodología de Winkler, modificada por Carrit and Carpenter (1966); asimismo, se realizaron 249 lecturas de potencial de Hidronio (pH), se congelaron 244 muestras para nutrientes a una temperatura de -20 °C, las que serán analizadas por el método de Strickland and Parson (1968). Se colectaron 237 muestras para la determinación de clorofila-a que se analizará empleando el método de Holm & Hansen (1965), en el Laboratorio de la Sede Central.

C. YAMASHIRO

L. LANJATECHI

2.3 Acústica y pesca

El diseño de muestreo fue sistemático paralelo con trayectos perpendiculares a la línea de costa, entre 38 y 194 mn separados entre sí por 30 mn (Simmonds y MacLennan, 2005), siendo la Unidad Básica de Muestreo (UBM) de una milla náutica (1 mn) (Fig. 1b).
Para la detección acústica se utilizó una ecosonda EK80 con transductores de las frecuencias de 18, 38, 70, 120 y 200 kHz que fueron operadas en modo continuo (CW) a bordo del BIC "José Olaya Balandra"; y una ecosonda EK60 con transductores de las frecuencias de 38, 120 y 200 kHz en el BIC "Humboldt".

Calibración de los sistemas acústicos

Previo al inicio de la ejecución del "Crucero de Estimación de la Biomasa Desovante de Anchoveta aplicando el Método de Producción de Huevos en el invierno del 2019" y "Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1909-11" se efectuó un mantenimiento de los transductores de los sistemas acústicos de los BIC´s "José Olaya Balandra" y "Humboldt", que consistió en remover los organismos marinos que se incrustan sobre la superficie cerámica (Simrad, 2012), tales como choros, balanus (cirripedos), etc.
Posteriormente, se efectuaron las respectivas calibraciones a las ecosondas EK60 y EK80, mediante el procedimiento descrito por Simrad (2012), Demer et al. (2015) y Simrad (2016). En la tabla 1 se presentan los parámetros resultantes de las calibraciones efectuadas entre el 27 de agosto y 11 de noviembre del 2019.

Tabla 1. Parámetros resultantes de las calibraciones efectuadas a las ecosondas científicas del BIC José Olaya Balandra y BIC Humboldt, efectuadas entre agosto-noviembre del 2019.

Embarcación	BIC José Olaya Balandra					BIC Humboldt			
Crucero	1908-09		1909-11		1909-11	1908-09		1909-11	
Fecha de calibración	27/08/19		01/10/19		11/11/19	03/09/19		17/10/19	
Lugar de calibración	Bahía Independencia		Lobos de afuera		Ilo	Isla San Lorenzo		Isla San Lorenzo	
Marca y Modelo de ecosonda	Simrad EK80					Simrad EK60			
Frecuencia (kHz)	38	120	38	120	120	38	120	38	120
Ganancia (dB)	26.83	26.91	26.91	26.89	27.19	26.55	26.44	26.65	26.58
Corrección S_a (dB)	0.5699	-0.0916	-0.7017	0.1087	0.1496	-0.81	-0.43	-0.89	-0.52
Ancho haz a lo largo del barco (°)	6.61	6.5	6.61	6.54	6.69	6.93	6.43	6.94	6.49
Ancho haz de babor a estribor (°)	6.59	6.68	6.64	6.6	6.35	7.01	6.61	6.99	6.55
Desplazamiento angular a lo largo del barco (°)	0.23	-0.02	-0.30	0.03	-0.06	-0.05	-0.04	0.03	0.07
Desplazamiento angular de babor a estribo (°)	-0.08	0.17	0.00	-0.15	0.16	-0.05	-0.15	-0.06	-0.38
Error RMS (dB)	0.0692	0.2332	0.0628	0.0892	0.1669	0.36	0.23	0.13	0.21

Comparando los resultados de calibración, se deduce que para ambas frecuencias (38 y 120 kHz), los valores se aproximan a los parámetros nominales proporcionados por el fabricante. En la ecosonda EK80 del BIC "José Olaya Balandra", la diferencia fue ±0.19 dB, y la ecosonda EK60 del BIC "Humboldt" presentó una diferencia aceptable de ±0.6 dB por la normal pérdida de sensibilidad debido a la antigüedad de sus transductores. Asimismo, es mínima la diferencia entre la Ganancia g_o, Corrección s_a, ancho del haz $\alpha_{-3\,dB}$ y $\beta_{-3\,dB}$, y ángulo de compensación α_o y β_o de todos los resultados; por lo tanto, se utilizaron los valores de calibración más recientes. Para la frecuencia de 38kHz, se observaron valores similares de ganancia y ancho del haz según lo especificado por metodología estándar (Demer et al., 2015: Simrad, 2016).

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Procesamiento de datos acústicos

La data acústica colectada fue procesada través del programa de post-procesamiento Echoview versión 8.0.92.31892 (edición de 64 bits), que contiene módulos para la detección de cardúmenes y construcción de ecogramas virtuales que facilitan la extracción y análisis de la información. Es conocido que en muchas mediciones existe un factor no controlable; en el caso de los datos acústicos, entre los factores no controlables más importantes tenemos los ruidos provocados por el barco o el ruido provocado por la reflexión del sonido en el fondo del mar, los cuales pueden causar distorsión en la medición como sobreestimaciones (Simmonds y MacLennan, 2005). El ruido es excluido de los datos grabados en formato crudo (raw) usando el módulo de variables virtuales del programa Echoview, con la variable Background noise removal, el cual estima el nivel de ruido de fondo y lo sustrae del valor de cada muestra. El ruido de fondo puede manifestarse como bandas de ruido TVG (Ganancia cronovariable) en un ecograma, este algoritmo está basado en los conceptos de De Robertis y Higginbottom (2007).

Para la remoción del ruido de la data acústica de la ecosonda EK80 se utilizó un nivel máximo de ruido (máximum noise), de -133.4 dB para la frecuencia de 120 kHz y -130 dB para la frecuencia de 38 kHz; estos valores fueron obtenidos a una velocidad de 10 nudos en la prueba de ruido efectuada al BIC José Olaya Balandra el 30 de abril del 2002 (Fig. 2).

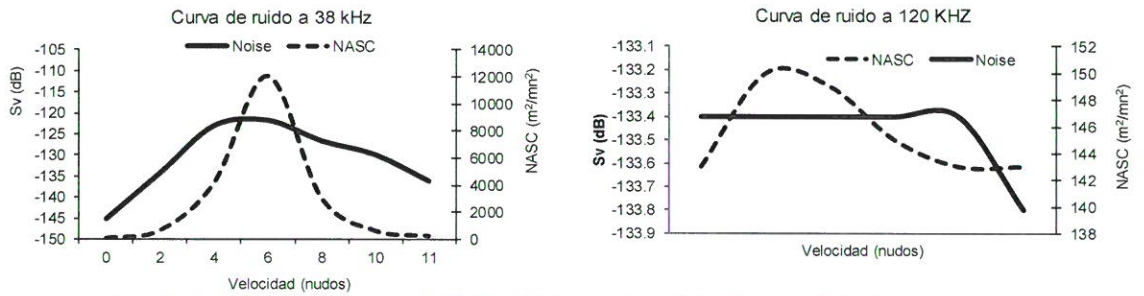


Figura 2. Medición de nivel de ruido (dB) del BIC José Olaya Balandra en abril 2002

Es conocido que los calamares poseen una baja reflectividad (Gutiérrez, 2002), por lo tanto, la detección del calamar gigante se efectuó con el módulo de variables virtuales de Echoview, a través de un algoritmo construido empíricamente, basado en dos operadores booleanos para remover regiones y valores del volumen de retrodispersión s_v a partir de una variable "Copy" del ecograma 38 kHz sin ruido.

La variable "Region bitmap" es un operador usado para crear un mapa de bits de un área correspondiente a las regiones de tipo y clasificación especificada, en este caso se asignó un atributo falso (False) a las regiones clasificadas como VIN (Vinciguerria); paralelamente se utilizó la variable "Data range bitmap", el cual crea un mapa de bits con un valor "verdadero" para cada valor de entrada dentro de un rango especificado, y un valor "falso" para cada valor de entrada fuera del rango especificado. Este rango fueron los valores de volumen de retrodispersión s_v relacionados a la amplitud de tallas de los ejemplares de calamar gigante capturados durante las operaciones de pesca de arrastre y pinta (Fig. 3), y fueron obtenidos con las siguientes ecuaciones de fuerza de blanco (*TS*) de calamar gigante (Gutiérrez, 1999; Castillo y Gonzales, 2000):

20 Log L - 87.2 para ejemplares de 12 a 24 cm de longitud de manto (LM)
20 Log L - 86.17 para ejemplares de 22 a 38 cm de LM
20 Log L - 92.82 para ejemplares de 65.5 a 93.5 cm de LM

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

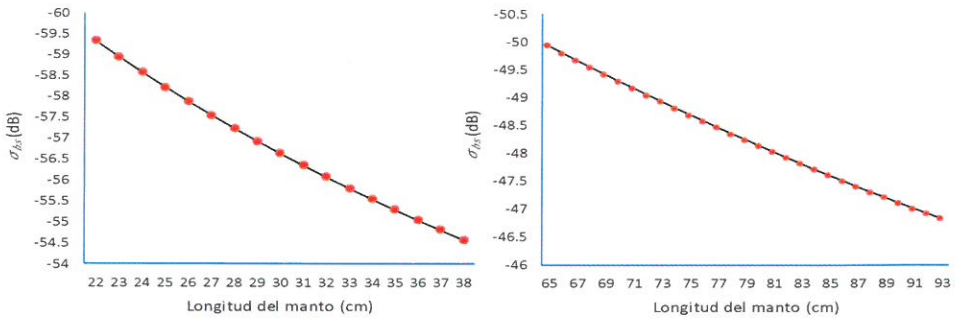


Figura 3. σ_{bs} (dB) vs LM (cm) de calamar gigante, estimada de las ecuaciones: 20 Log L - 86.17 (22 a 38 cm de LM) y 20 Log L - 92.82 (65.5 a 93.5 cm de LM)

El rango especificado derivado de estas ecuaciones de *TS* fue:
Minimum in-range data value: -54.6 dB
Maximum in-range data value: -59 dB

Este rango fue ajustado según el tamaño de los ejemplares de calamar gigante. Con la variable "And" se hace una lógica Y (AND) con ambos operadores bitmap, y a través del operador "Mask" se aplica esta máscara de mapa de bits sobre la variable Copy del ecograma 38 kHz sin ruido, generando un ecograma virtual con valores s_v que pueden corresponder al calamar gigante; en esta variable se efectuó la identificación y creación de regiones etiquetadas con pota (POT). Finalmente, los valores de ecointegración fueron exportados de las variables "Copy" de los ecogramas 120 kHz sin ruido y 38 kHz sin ruido (Fig. 4).

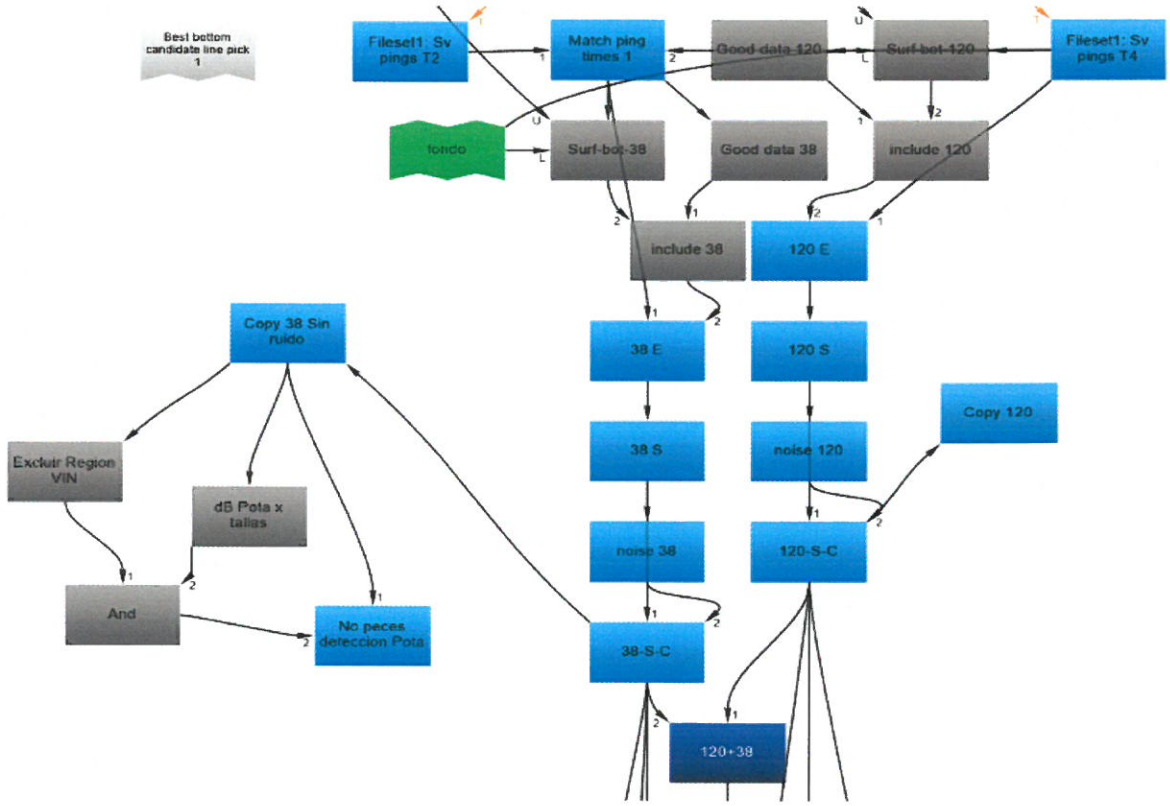


Figura 4. Ecograma sintético para la detección de calamar gigante, con dos variables bitmap del ecograma sin ruido de la frecuencia de 38 kHz, se excluyen regiones (VIN) y ecos fuera del umbral de Minimum in-range data value: -54.6 dB y Maximum in-range data value: -59 dB, que corresponden a peces pelágicos, mesopelágicos, macrozooplancton, etc. en esta variable se efectúa la identificación y detección del calamar gigante.

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Para presentar la abundancia acústica de calamar gigante se determinaron los siguientes índices, agrupados por cada grado de latitud (ºS) y distancia a la costa (mn), derivados de los valores de ecointegración (m^2/mn^2) acumulados en 1 mn (UBM) de la frecuencia de 38 kHz:

- Máximo: valor máximo de ecointegración (m^2/mn^2) en 1 mn (UBM) por grado de latitud.
- Índice de concentración: expresado como el valor de ecointegración promedio donde se consideran los UBM con valores cero (Gutiérrez, 2014).
- NASC+: densidad acústica sin considerar los UBM con valores ceros, da una idea de la proporción de espacio que ocupa cada especie en cada crucero, es diferente del índice de concentración ya que no considera los UBM con valores cero (Gutiérrez, 2014).
- Mínimo: valor mínimo de ecointegración (m^2/mn^2) en 1 mn (UBM) por grado de latitud, sin considerar valores cero.

Para la representación gráfica de la distribución espacial de los recursos evaluados, se utilizó el programa de interpolación y geoestadística Surfer versión 16.0.330 (Golden Software, 2018), cuya metodología fue descrita por Castillo et al. (2011).

ARTES DE PESCA

a. Línea de mano con potera (pinta)

Se ejecutaron 59 calas con red de arrastre pelágica y 187 operaciones con línea de mano con potera. El aparejo de pesca línea de mano con potera (LHP código ISSCFG 09.1.0) estuvo compuesto por tres tamaños de poteras de 11, 15 y 35 cm de longitud total, con líneas de nylon monofilamento de 0.7, 0.9 y 1.5 mm, respectivamente, y plomos en forma de pirulos de 2.4 cm de diámetro con un peso de 150 g, para sumergir la línea a la profundidad donde se localizaba el recurso (Tabla 2 y Figs. 5, 6). Estas características técnicas del arte de pesca se utilizaron en los anteriores cruceros de evaluación de la pota.

El sistema de iluminación en el BIC Olaya estuvo compuesto por 5 focos de 2 kW en cada banda y 3 reflectores de 1 kW distribuidos 2 en el arco de popa y 1 en la tercera cubierta de popa (Figs. 7 y 8), usados para atraer la especie objetivo debido a su fototropismo positivo (Ben-Yami, 1990). Se distribuyeron 06 líneas de mano en las bandas de estribor y babor de la popa de la embarcación; debido a la disponibilidad de tallas medianas y chicas del recurso objetivo se usaron principalmente las poteras de 15 cm de longitud total (Fig. 9).

Cada operación tuvo un tiempo de duración estándar de 01 hora, en un horizonte de pesca de 10 a 60 m, registrándose por cada pescador la captura de los ejemplares en número y peso, así como también el número de los desprendidos y número de poteras perdidas. El horario establecido para la pinta fue de 19:00 a 05:00 horas.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU DGIRDL
C. YAMASHIRO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU AFIIMM
L. MARIATEGUI (e)

Tabla 2. Características de las poteras durante Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC´s "José Olaya Balandra y Humboldt".

Características	P11/3 (Chica)	P15/5 (Mediana)	P34/20 (Grande)
Poteras			
Longitud total (cm)	11	15	34
Longitud cuerpo (cm)	6.5	8.0	10
Longitud coronas (cm)	1.5	2.5	5
Número de coronas	2	2	4
Número de garfios	16	14	10
Longitud de garfio (cm)	1	2	4.5
Longitud de argolla (cm)	0.75	0.9	4.0
Número de argolla	2	2	1
Línea			
Diámetro (mm)	0.70	0.90	1.50
Material	Nylon monofilamento	Nylon monofilamento	Nylon monofilamento
Profundidad (m)	5 – 20	10 - 40	40 – 60
Peso			
Número de pirulos	2	3	9
Peso del pirulo (gr)	125	125	125
Dimensiones (alto x ancho)	2.4 x 2.5	2.4 x 2.8	2.4 x 2.8
Agujero (cm)	1.4	1.4	1.4

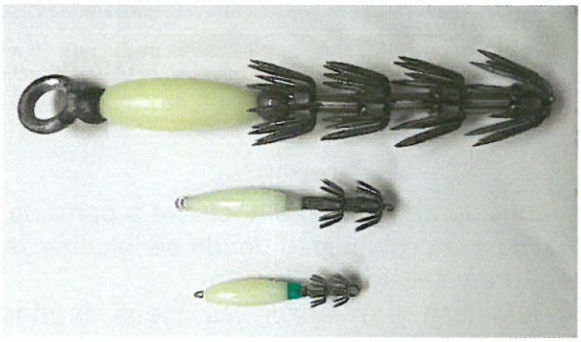


Figura 5. Poteras utilizadas durante las operaciones de Pinta de 11 cm (1), 15 cm (2) y 34 cm (3).

Figura 6. Captura con potera de 15 cm a bordo del BIC José Olaya Balandra.

Figura 7. Distribución del sistema de luces, 05 focos de 2 kW y 3 reflectores de 1.2 kW en cada banda.

Figura 8. Sistema de iluminación del BIC José Olaya Balandra durante la operación de pesca a la pinta.

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Figura 9. Distribución de pescadores en cubierta de popa, 03 en banda de babor y estribor.

Figura 10. Captura de ejemplares de pota de 33 a 47 cm de longitud de manto con línea potera.

Figura 11. Operación de pesca superficial con red muestreadora Larva Catcher.

Figura 12. Captura de ejemplares de pota de 16 a 27 cm de longitud de manto pota con red Larva Catcher.

Operación con línea de mano con potera

i. Se fija la zona de trabajo de la operación, considerando horario nocturno a partir de las 19:00 a 05:00 horas, según el tipo de registro acústico y la profundidad donde se localiza; además de los parámetros oceanográficos como temperatura y salinidad.
ii. Se encienden las lámparas de atracción luminosa y se lanzan las líneas de mano con su respectiva potera; la cantidad de poteras se establece de acuerdo al número de pescadores disponibles, en este caso de 06 pescadores distribuidos 03 a babor y 03 a estribor a popa de la embarcación.
iii. De acuerdo al registro de tallas reportado por la flota artesanal, se determina el tamaño de potera a usar; en este caso, se utilizaron poteras medianas para la captura de los ejemplares de pota (Fig. 10).

b. Red de arrastre pelágica

El BIC Olaya (40.6 m LOA, 1050 HP) utilizó para los lances de comprobación la red de arrastre pelágica tipo Engel 286x900 mm, de material poliamida (PA), con longitud total de 57.05 m, longitud de alas de 15,3 m, 6 cuerpos de 36,05 m, antecopo de 4,00 m y copo de 6,00 m con malla anchovetera de 13 mm. La geometría de la red e información del comportamiento de la red del BIC Olaya, fueron registrados con el sistema de netsonda NOTUS con sensores en el centro de la relinga superior y en punta de alas, proporcionando datos de profundidad de la red, altura de la red, abertura horizontal y longitud de cable. La performance de esta red para sus aberturas promedio fue de 10 m en vertical y 11 m en horizontal; sin embargo, las capturas obtenidas no fueron significativas.

El BIC Humboldt (72 m LOA, 3480 HP) utilizó la red de arrastre pelágica modelo 300x412 mm de material poliamida (PA), con longitud total de 55,21 m, longitud de alas de 11,85 m, 6 cuerpos de 37.86 m, antecopo de 2.5 m y copo de 5.5 m con malla anchovetera de 13 mm. Los datos de

la performance de la red fueron registrados con el sistema net sonda SIMRAD ITI, con sensores de profundidad y abertura vertical SCANMAR.

c. Red Larva Catcher

El BIC Olaya utilizó adicionalmente la red muestreadora Larva Catcher de 27,35 m de longitud total, con alas de 6,20 m, 06 cuerpos de 16,70 m y copo de 1,50 m, con malla Mithal color azul de 0,005 mm de tamaño de malla (Fig. 11, 12, 13).

Las aberturas de boca horizontal (3 m) y abertura de punta de alas horizontal fueron verificados con el sistema de monitoreo de arrastre Notus. Mediante la red Larva Catcher se pudieron colectar ejemplares juveniles del calamar gigante (Fig. 12).

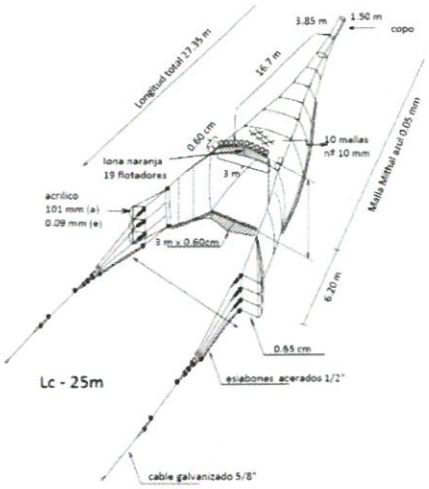


Figura 13. Diseño de la red Larva Catcher usado en el BIC Olaya durante el CR1911-12.

2.4 Biología del calamar gigante y otras especies

La composición por especies de las capturas obtenidas en el presente crucero fue determinada a partir de los muestreos en cada operación de pesca, tanto con línea de mano con potera como con la red de arrastre pelágica. Se identificaron los invertebrados y peces hasta el nivel taxonómico más bajo posible, mediante el uso de claves de identificación (Chirichigno, 1998; Fischer *et al.*, 1995; Bekker, 1983; Nesis, 1982; Jereb & Roper, 2010); asimismo, se registró el número de individuos (N) y peso (kg) de cada especie con la ayuda de una balanza digital de 0,1 g de precisión. Para la determinación taxonómica de especies poco comunes se realizaron observaciones, análisis morfométricos y conteos merísticos, con la ayuda de un estereoscopio binocular, vernier, estiletes, pinzas y placas petri; las muestras biológicas fueron congeladas y trasladadas al Área Funcional de Investigaciones en Biodiversidad de la sede central de Imarpe para la verificación correspondiente (Indacochea *et al.*,2013).

Se realizaron muestreos biométricos y biológicos del calamar gigante y otros cefalópodos de acuerdo a estudios y protocolos establecidos (Yamashiro et al., 2018 y Tafur et al., 2016, 2019). La estructura por tamaños de las principales especies fue determinada a partir de los correspondientes muestreos biométricos. Además, se colectaron otolitos y estómagos del calamar gigante y otras especies para los estudios de edad y crecimiento y de ecología trófica respectivamente. Para cuantificar la dieta se utilizaron los métodos de frecuencia de ocurrencia (%FO), numérico (%N) y gravimétrico (%P), (Hyslop, 1980).

C. YAMASHIRO

Se incorporó como objetivo específico del presente crucero la comparación de la variabilidad genética de *D. gigas* a lo largo de su distribución latitudinal y longitudinal en el Perú, utilizando el Instructivo de "Colecta de tejido muscular del calamar gigante *Dosidicus gigas* para análisis moleculares" (Imarpe, 2019), obteniéndose un total de 629 muestras. De cada muestra colectada se registró la información biológica y biométrica según el formulario F05-B/IMP. Todas las muestras de tejido muscular fueron preservadas en microtubos de 1,5 mL conteniendo etanol al 96% y almacenadas a 4°C.

L. MARIÁTEGUI (e)

Para la elaboración de las tablas y gráficos se procesó la información en Microsoft Excel 2016. Los gráficos de tallas se elaboraron con el Software R y los mapas en el programa de interpolación "Surfer" (Versión 15), entre otros.

2.5 Biodiversidad

La cuantificación de la diversidad de especies se realizó tanto mediante la obtención de la riqueza de especies (número de especies), así como mediante el cálculo con el software estadístico PRIMER v.6, de los siguientes índices: Índice de Diversidad de Shannon (H'), índice de Dominancia de Simpson (λ) y el índice de equidad de Pielou (J').

La información de paralarvas e ictioplancton proviene de las muestras colectadas con una red bongo provista de 2 malla de 300 µ, en 62 lances oblicuos desde 300 m de profundidad hasta la superficie. En los perfiles oceanográficos de Pisco y Atico se realizaron 2 lances verticales de Multinet (día y noche) con barco parado, en una columna de agua de 1000 m de profundidad, en estratos cada 200 m. Las muestras obtenidas con red bongo fueron fijadas de la siguiente manera: una de las mallas se fijó con alcohol etílico 96 % y mantenida en refrigeración por 6 días, mientras que la otra malla fue fijada con formaldehído 4 % y mantenida a temperatura ambiente. El análisis de las muestras a bordo estuvo orientado principalmente al reconocimiento y conteo rápido de paralarvas de cefalópodos y larvas del ictioplancton, las cuales fueron colocadas en crioviales de 2 ml y fijadas con alcohol 96 %.

Composición por especies de depredadores superiores
El avistamiento de mamíferos marinos se realizó de forma continua durante las horas de luz, entre las 06:00 y 18:00 horas, hacia ambas bandas de la embarcación (180° frente a proa) dentro del rango de visibilidad (7.2 km) con el uso de los prismáticos reticulados de 7x50 y del GPS para la georreferenciación de los especímenes avistados. La velocidad del barco fue en promedio de 10 nudos; las unidades de muestreo fueron las líneas del recorrido de la embarcación. Además, se tomaron los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM), distancia a la costa, visibilidad, brillo, entre otros. No se realizaron observaciones durante las estaciones oceanográficas, calas y pintas, debido a que durante las mismas, el barco se encontró a la deriva, y se podría incurrir en recuentos y sobreestimaciones de las abundancias.

Además, durante el recorrido de la embarcación fueron observadas aves del grupo de los albatros, piqueros enmascarados y golondrinas de mar común.

2.6 Evaluación poblacional y perspectivas de explotación

Base de datos
Para la caracterización de la pesquería y estimación de indicadores poblacionales del calamar gigante se utilizaron varias fuentes de información. La primera fuente estuvo comprendida por los registros de desembarque en el litoral peruano estimado por PRODUCE. La segunda fuente de información fue la registrada por la Oficina de Pesca Artesanal de IMARPE, en la cual se detalla la captura y esfuerzo en cada viaje de pesca. La tercera fuente fue la registrada por el seguimiento de la pesquería de invertebrados marinos que se realiza a lo largo del litoral peruano, en el cual se reporta información biológica y pesquera del recurso pota. Finalmente, los resultados de la estructura poblacional e índices de abundancia del recurso en el Cr.1911-12, fueron contrastados para validar las observaciones biológicas y pesqueras de la pesquería artesanal.

Evaluación poblacional
La estructura intraespecifica de *D. gigas* es complicada como en muchos ommastrefidos; existen grupos mayormente simpátricos y parapátricos los cuales se diferencian uno de otros en aspectos ecológicos importantes como la talla de madurez y el área de distribución de cada uno de ellos (Nigmatullin et al., 2001). Desde el 2000 en adelante, en las capturas del calamar gigante en aguas peruanas ha predominado el grupo de calamares que maduran a grandes tamaños con longevidades mayores al año de edad (Arkhipkin et al., 2015; Csirke et al., 2015; Arguelles y

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Tafur, 2010), mientras que, fuera de la ZEE de Perú han predominado en las capturas ejemplares de madurez a menores tamaños y de menor longevidad (Liu et al., 2013). Las diferencias en aspectos ecológicos, tamaños y longevidad, dentro y fuera de la ZEE de Perú ha determinado que la presente evaluación del calamar gigante en aguas peruanas se realice bajo el supuesto de que el grupo que se captura en aguas peruanas conforma un stock diferenciado con características biológicas distintas a los otros años, en los cuales se consideraba la existencia de un solo stock en el Pacifico Sudeste. En este sentido, teniendo en cuenta que el calamar gigante es un recurso transzonal altamente migratorio, las biomasas estimadas deben ser asumidas como disponibles en aguas jurisdiccionales peruanas.

El calamar gigante es una especie que presenta un amplio rango de tallas (talla máxima de 120 cm de longitud de manto), un rápido crecimiento y cambios temporales en la talla de madurez debido a su alta plasticidad fenotípica. Por lo tanto, a fin de captar los cambios temporales en la estructura por tallas en las capturas, la estimación del máximo rendimiento sostenible y el diagnóstico del estado poblacional del calamar gigante en el litoral peruano, se realizó utilizando el modelo dinámico de biomasa desarrollado en el 2015-2016 (IMARPE, 2016) implementado en base a la captura e índice de abundancia en número de individuos. Los valores de los parámetros de capacidad de carga y rendimiento resultantes fueron convertidos a biomasa, usando los pesos promedio anuales en la captura.

El modelo fue construido bajo el enfoque de un Modelo de Espacio de Estados (State Space Model – SSM), el mismo que es considerado como una de las herramientas más sofisticadas para el modelamiento y pronóstico de modelos dinámicos, debido a que permite considerar la medida del error de proceso (error propio del modelo) y el error de observación (Meyer y Millar, 1999) conjuntamente.

Invariablemente un Modelo de Espacio de Estados se encuentra compuesto por dos ecuaciones principales:

a) La ecuación de observación: Representa el vínculo entre lo que queremos estimar (Población) y lo observado (captura por unidad de esfuerzo – CPUE).

$$CPUE_t = q_t * N_t * e^{\tau}$$

Donde $CPUE_t$ es el vector de datos observados, B_t es el vector de interés (Población), generalmente desconocido.

b) La ecuación de estado: Representa cómo se comporta la población, la misma que es definida por la ecuación dinámica de Schaefer (1954), que posee la siguiente estructura:

$$N_t = N_{t-1} + r * N_t\left(1 - \frac{N_t}{K}\right) - C_{t-1} + \sigma_t$$

Donde N_t es la población en el tiempo t, r es la tasa de crecimiento poblacional, K es la capacidad de carga del ambiente, C_t es la captura en número en el tiempo t, σ_t representa el error del proceso. Se asume que la estructura de error del modelo es del tipo log-normal.

C. YAMASHIRO

El ajuste del modelo descrito fue realizado a través del software JAGS (Just Another Gibbs Sampler), herramienta diseñada para el análisis bayesiano utilizando el método de Monte Carlo basado en cadenas de Markov (MCMC) (Plummer, 2003).

En la estimación de la distribución posteriori de los parámetros del modelo, se realizaron tres (03) series de 1000000 de simulaciones cada una. Las primeras 900000 simulaciones fue considerado como periodo de "burn-in", el cual consiste en descartar las primeras iteraciones

L. MARIÁTEGUI (e)

cuando se realizan las simulaciones MCMC, durante este periodo se espera que la cadena se desplace desde la región del valor inicial (priori) de la cadena de simulación hacia a una región más representativa (posteriori) (Kruschke, 2015). Asimismo, para comprobar la convergencia y la ausencia de autocorrelación, se utilizó el paquete "coda" (Plummer, et al. 2006) del software R.

Análisis de Riesgo

Debido a la presencia de fuentes de error que no son consideradas por el modelo, se efectuó un análisis de riesgo, el mismo que implica proyectar a futuro las diferentes opciones de manejo (en este caso de captura), considerando las medidas de dispersión estimadas para cada uno de los parámetros del modelo.

Las proyecciones fueron hechas a un año, bajo diferentes escenarios de explotación, considerando como riesgo la probabilidad de que la biomasa del año siguiente sea menor que la biomasa actual, es decir:

$$P_r(B_{2020} < B_{2019})$$

Se realizaron 1000 simulaciones utilizando la versión dinámica del modelo de Schaefer, donde la captura fue reemplazada por los diferentes niveles de captura, entre los cuales se consideraron los puntos biológicos de referencia como el Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), la mortalidad por pesca al $F_{0.1}$ y la mortalidad por pesca a los 2/3 del Máximo Rendimiento Sostenible (2/3 FMRS).

3. RESULTADOS

3.1 Ambiente marino

3.1.1 Condiciones meteorológicas

Velocidad del viento (m/s)

Se registraron vientos con intensidades de 0,4 a 15,5 m/s, con una velocidad promedio de 5,7 m/s. Los vientos débiles (0 y 4 m/s) se ubicaron en zonas extensas fuera de las 50-60 mn frente a Punta La Negra, entre Mórrope y Huarmey y entre Chancay y Bahía Independencia, con algunos núcleos dentro de las 50 mn entre Paita e Ilo. Los vientos moderados (4 y 8 m/s) se hallaron en amplias zonas entrecruzadas con vientos débiles hasta las 190 mn frente a Punta Sal – Punta La Negra; Pimentel – Huacho; bahía Independencia y San Juan – Ilo. Los vientos fuertes (mayores a 8 m/s) se exhibieron fuera de las 80 mn entre el sur de bahía Independencia y San Juan de Marcona, y en forma de núcleos entre Chala – Ocoña, y entre Chimbote y Mórrope, alcanzando en algunos períodos ráfagas con valores mayores a 12 m/s. La dirección predominante de los vientos fue del sureste (SE) y sur (S), característica típica de la zona evaluada, por encontrarse influenciada por los vientos alisios (Fig. 14).

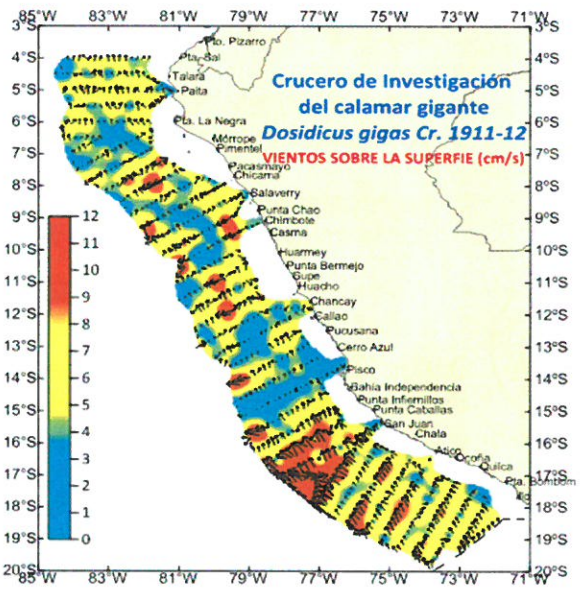


Figura 14. Distribución de vientos (m/s). Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

3.1.2 Condiciones oceanográficas superficiales

Distribución de la Temperatura Superficial (TSM)

La temperatura en la capa superficial del mar (TSM) varió de 15,0 °C a 23,6 °C, con un promedio para el área evaluada de 21,3 °C. Los valores térmicos exhiben un predominio de las isotermas mayores de 22 °C entre Punta Sal - Cerro Azul y Ocoña – Ilo, las cuales coinciden con los valores débiles y moderados de vientos, en tanto que, los valores próximos a 20 °C se hallaron entre Cerro Azul y Atico asociados a vientos moderados y fuertes. La distribución de isotermas también mostró valores menores de 19 °C dentro de las 40-45 mn entre Pucusana – Atico, y un núcleo con temperaturas menores a 16 °C dentro de las 10 mn frente a San Juan de Marcona, asociadas al afloramiento costero. Resalta la presencia de un núcleo cálido mayor a 21 °C a 120 mn frente a bahía Independencia, evidenciando un leve proceso de anormalidad. Los valores térmicos encontrados estuvieron asociados a la presencia de aguas oceánicas fuera de las 30 mn, entre Cerro Azul y San Juan (Fig. 15).

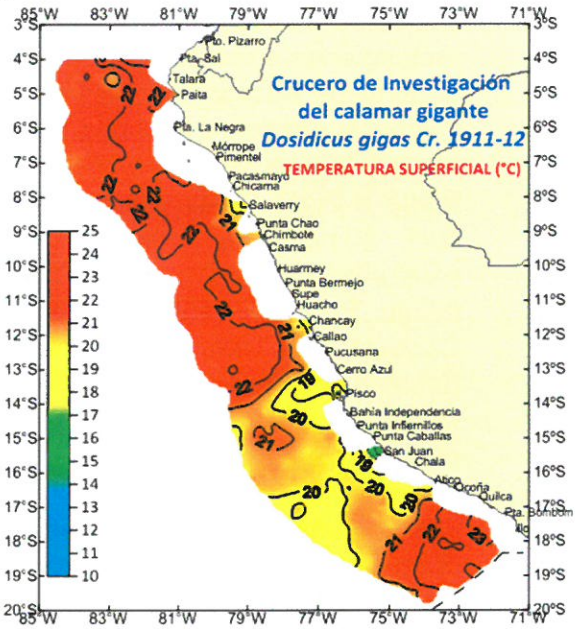


Figura 15. Distribución de la TSM (°C). Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

Distribución de la anomalía térmica superficial (ATSM)

Los valores de ATSM fluctuaron entre -1,69 °C y +4,09 °C y con un promedio de 0,82 °C (Fig. 16). Anomalías superiores a 2,0 °C (zonas cálidas) se ubicaron entre la costa y 100 mn frente a Punta Sal - Mórrope y en forma de núcleos frente a San Juan - Pisco (cerca de 160 mn). Condiciones ligeramente cálidas con ATSM próximas a +1,0 °C se hallaron en la mayor parte del recorrido principalmente entre Supe - Chala y entre Casma - Pimentel, del mismo modo, se registraron valores similares fuera de las 100 mn al norte de Mórrope. Anomalías térmicas menores de -1 °C se ubicaron al sur de Chala dentro de las 60 -70 mn y también fuera de las 160 mn frente a Pimentel. Por otro lado, al sur de Atico y entre Huacho - Pimentel se encontraron valores próximos al promedio patrón. Se evidenció un cambio estacional que va de un período neutral a condiciones cálidas debido a la aproximación de aguas del oeste, principalmente frente a Chala y Huacho, y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) al norte de Pimentel.

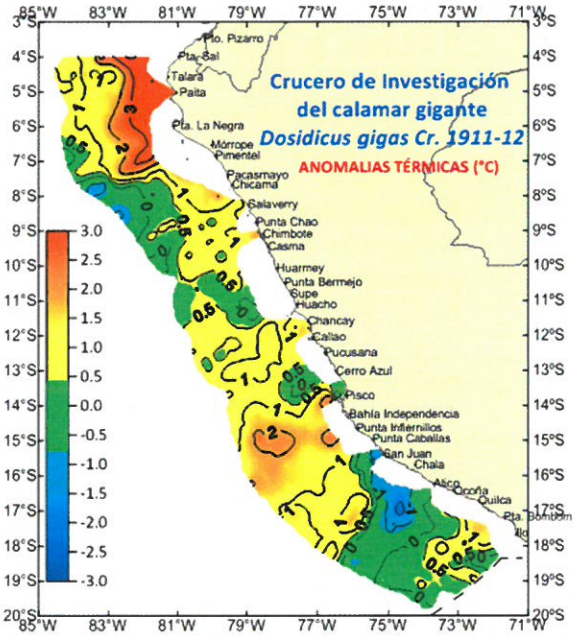


Figura 16. Distribución de la ATSM (°C). Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DGIRDL
C. YAMASHIRO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
AFIIMM
L. MARIATEGUI
(e)

Distribución de la salinidad superficial del agua de mar y masas de agua

La SSM varió de 33,491 a 35,572 ups, con el predominio de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) fuera de las 40-60 mn entre Chimbote e Ilo, restringiendo su ubicación fuera de las 70-80 mn al norte de Pacasmayo; en todos los casos con valores superiores a 35,1 ups. Las ASS llegaron a su máxima proyección (cercano a las 20mn) frente a Pisco, Atico y Punta Bombón. Por otro lado, al norte de Pimentel, las características mostraron Aguas Tropicales Superficiales (ATS) desde Pta. Sal (100 mn de la costa) hasta Sechura (60 mn), desplazando las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hasta las 150 mn frente a Punta Sal, para luego replegarse a la costa frente a Pimentel.

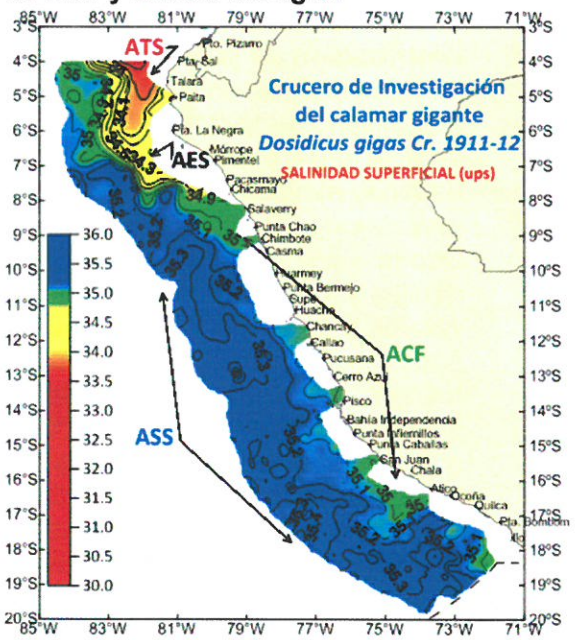


Figura 17. Distribución de la SSM (ups). Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

Las Aguas Costeras Frías (ACF) fueron observadas fuera de las 180 mn frente a Pta. Sal, y a 150 mn entre Paita y Pimentel, acercándose a la costa entre Malabrigo y Chimbote, y desde Pisco a San Juan de Marcona. Las Aguas de Mezcla de AES+ACF se ubicaron en la parte oceánica a 150 mn formando un núcleo frente a Talara; asimismo, Aguas de Mezcla de ASS + ACF se hallaron en la zona costera frente a Chancay y sur de San Juan (Fig. 17).

Distribución de la anomalía halina superficial (ASSM)

Las anomalías halinas fluctuaron entre -1,30 y 0,49 ups. Al igual que la salinidad, las áreas con valores positivos mayores de 0,1 ups se ubicaron en una extensa área fuera de las 60-70 mn entre Punta Chao e Ilo; estos valores de 0,1 ups alcanzaron su máxima aproximación (10 mn de costa) frente a Pisco y Quilca, asociados a la presencia de las ASS. Así mismo, las mayores anomalías positivas (> de 0,2 ups) se observaron fuera de las 150 mn, principalmente frente a San Juan y Atico. Caso contrario se presentó al norte de Punta Chao con los valores menores de -1,0 ups, asociados a ATS y AES. Condiciones neutrales se hallaron en distintos espacios del área evaluada, en algunos casos fuera de las 50 mn (norte de Huacho) y en otros muy cerca del borde costero (sur de San Juan) (Fig. 18).

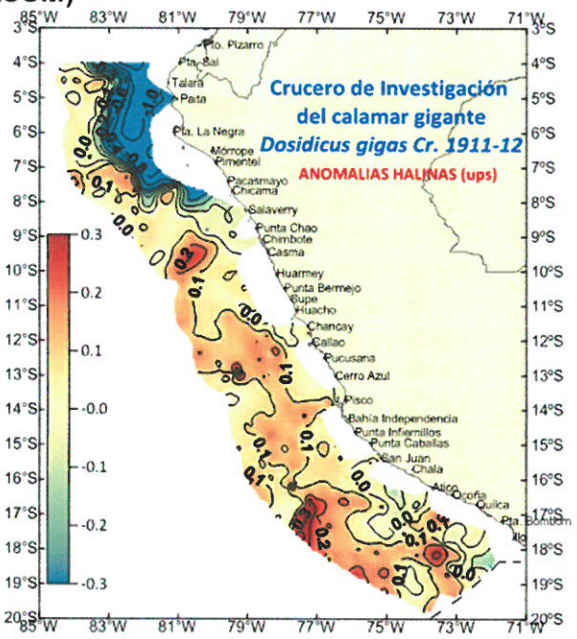


Figura 18. Distribución de la ASSM (ups). Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Distribución de oxígeno disuelto en la superficie del mar (OSM)

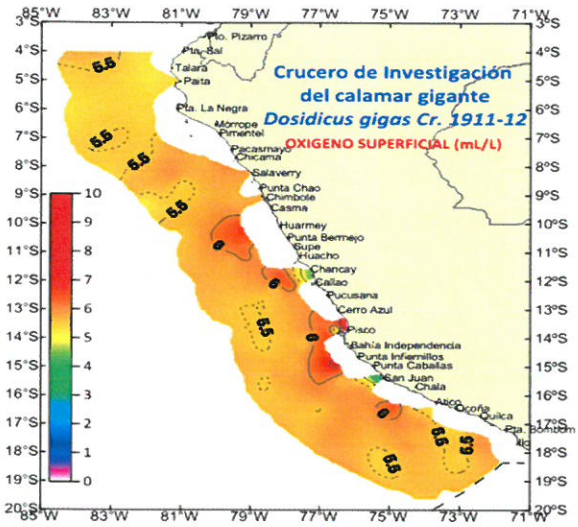


Figura 19. Distribución de la OSM (mL.L^{-1}). Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

El oxígeno disuelto superficial varió entre 2,30 y 8,26 mL.L^{-1}, con un promedio de 5,62 mL.L^{-1}. Concentraciones mayores de 6,0 mL.L^{-1} se hallaron dentro de las 60-70 mn entre Casma y Supe, frente a Chancay y entre Cerro Azul- Punta Infiernillos; este proceso estaría asociado a floraciones fitoplanctónicas o a aguas cálidas del oeste con ventilación típica de la estación de primavera. Los valores menores a 4 mL.L^{-1} se ubicaron dentro de las 20 mn, asociado a ACF y al afloramiento costero frente a Callao y San Juan de Marcona. Por otro lado, en la parte más oceánica se observaron valores homogéneos con la presencia de AES en el norte y ASS en el centro-sur (Fig. 19).

Distribución de las anomalías de oxígeno disuelto en la superficie del mar (AOSM)

Las AOSM presentaron valores entre -2,06 y +3,17 mL.L^{-1}, próximos al promedio patrón (condiciones neutras), excepto entre Casma y Punta Caballas (de 40 a 80 mn) donde los valores fueron más elevados (>1,0 mL.L^{-1}), incrementándose (>2,0 mL.L^{-1}) frente a Pisco debido a un proceso de floración fitoplanctónica. Los valores negativos (<-1.0 mL.L^{-1}) se hallaron frente a San Juan, asociados al afloramiento costero (Fig. 20).

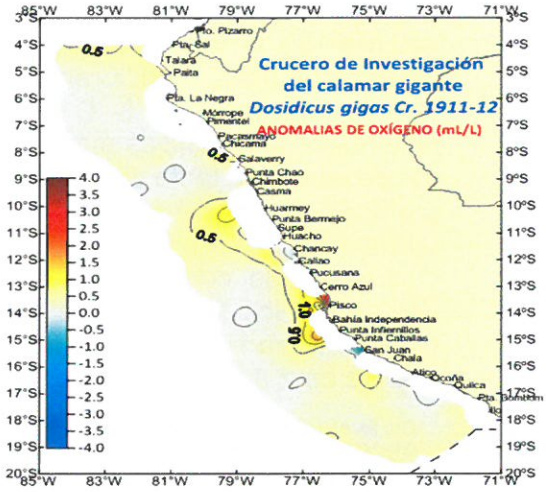


Figura 20. Distribución de la AOSM (mL.L^{-1}). Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

3.1.3 Condiciones oceanográficas sub-superficiales

Sección Paita

Frente a Paita se apreció una termoclina sobre los 80 m de profundidad (15-21 °C) por fuera de las 50 mn de costa; asimismo, la isoterma de 15 °C (base de la termoclina) mostró un comportamiento homogéneo a lo largo de la sección ubicándose alrededor de los 80 m de profundidad. La presencia de anomalías térmicas de +2 a +3 °C en la capa de 0 a 30 m dentro de las 80 mn, asociadas a ATS, y anomalías de +1,0 °C relacionadas con AES en la capa de los 80 y 120 mn hasta 30 m de profundidad, indicaron una fuerte aproximación de aguas cálidas, originando aguas de mezcla de ACF+AES y ASS + ACF en los bordes. Las anomalías halinas mostraron valores de -0,1 a -1,0 ups originadas por la presencia de ATS y AES. La distribución del oxígeno disuelto mostró la ZMO entre 150 – 220 m, y una oxíclina de 2 a 4 mL.L^{-1} de similar tendencia a la termoclina. La buena oxigenación del fondo marino sería producto de la presencia de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), hecho que se refleja en las anomalías de oxígeno de 0,5 m L.L^{-1} debajo de los 50 m (Fig. 21).

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

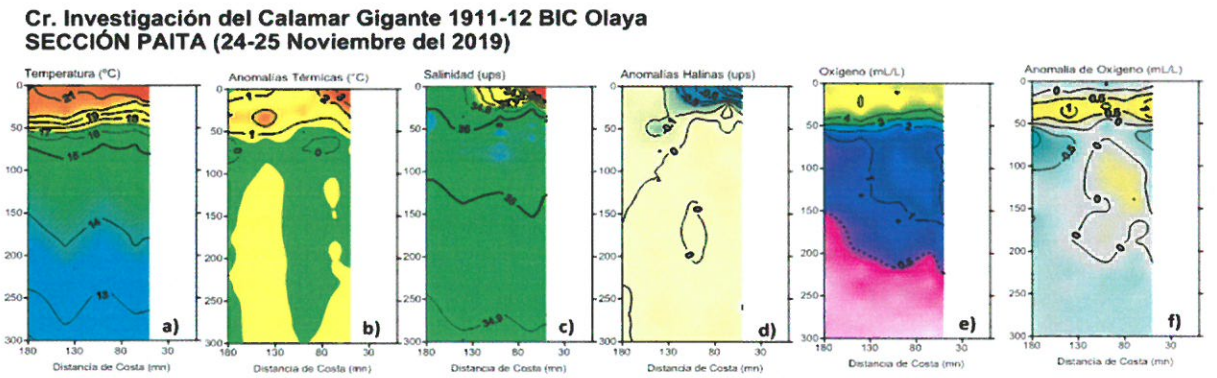


Figura 21. Sección Paita: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto y f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

Sección Punta La Negra

En esta sección, la termoclina estuvo conformada por isotermas de 15° a 21 °C sobre los 100 m de profundidad; la isoterma de 15 °C mostró una profundización respecto a Paita ubicándose a 100 m a 180 mn de costa. La proyección de aguas cálidas del norte y oeste, originaron anomalías térmicas de hasta +2,5 °C alrededor de los 30 m de profundidad, dentro de 50 mn de la costa, y valores menores de -1,5 °C sobre los 50 m fuera de las 160 mn, respectivamente. Las ASS se observaron a distancias mayores de 120 mn alcanzando un espesor de 50 m fuera de las 130 mn de costa; en tanto que, las AES se localizaron dentro de las 100 mn sobre los 20 – 30 m de profundidad, apreciándose debajo de ella, aguas de mezcla de AES+ACF. Las anomalías halinas corroboran la presencia de aguas cálidas del norte mostrando valores menores de -0,2 ups. La distribución del contenido de oxígeno mostró iso-oxigenas de 1 a 5 mL.L^{-1} sobre los 100 m y la ZMO entre los 170 - 150 m de profundidad. Se apreció a la ESCC debilitada respecto a lo observado en Paita. Las anomalías de oxigeno fueron mayores de 0,5 mL.L^{-1} asociados a los valores de 2 a 4 mL.L^{-1} (Fig. 22).

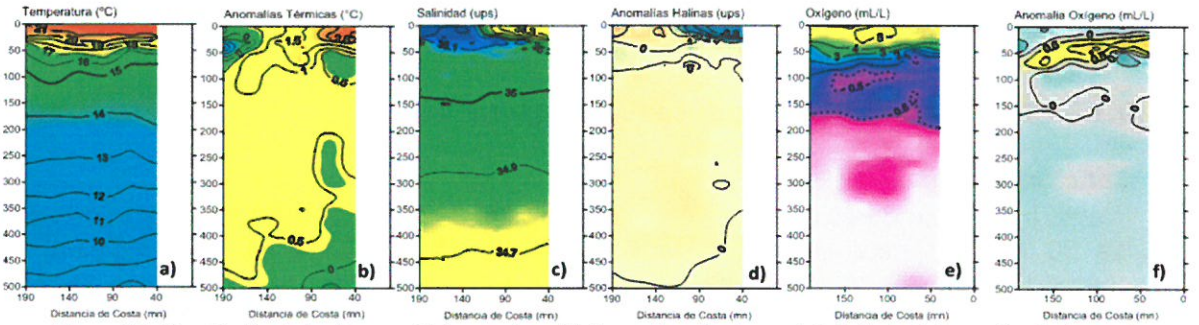


Figura 2 2. Sección Punta La Negra: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto y f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

Sección Malabrigo

La sección vertical frente a Malabrigo mostró una termoclina sobre los 100 m de profundidad, conformada por isotermas de 15 a 21 °C, similar al de Paita y Punta La Negra, pero mucho menos profunda, ubicando a las isotermas de 15 °C sobre los 70 m. Cerca de costa se evidenció el ascenso de la isoterma de 17 °C, y la profundización de las isotermas de 15 y 16 °C. Las anomalías térmicas mostraron valores mayores de +1,0 °C sobre los 50 m asociados a temperaturas mayores de 16 °C; en tanto que, por debajo de los 50 m, las condiciones fueron neutras fuera de las 100 mn. Las ASS se aproximaron hasta las 110 mn de costa con un espesor de 0 a 50 m vinculadas con valores mayores de 35,1 ups, esta situación se ve reflejada en las anomalías halinas donde sobre los 50 m se hallaron valores positivos asociados a ASS y valores

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU DGIRDL
YAMASHIRO
L. MARIATEGUI (e)

negativos asociados a aguas cálidas del norte. La oxiclina de 2 a 5 mL.L^{-1} mostró un ligero ascenso en su proyección hacia la costa (50m en la zona oceánica hasta los 30 m en la costa). La ZMO (<0,5 mL.L^{-1}) se observó desde los 50 m en la parte más costera (20 mn) profundizándose a más de 100 m entre las 60 y 120 mn, ascendiendo nuevamente hasta los 50 m a 180 mn. Por otro lado, las anomalías negativas de oxígeno debajo de los 50 m entre los 20 y 110 m de profundidad indicaron la presencia de aguas frías provenientes de niveles inferiores (Fig. 23).

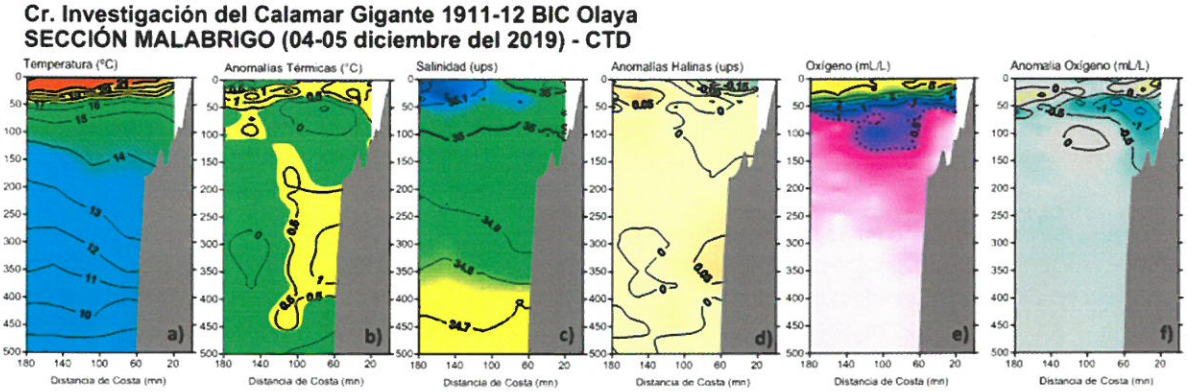


Figura 23. Sección Malabrigo: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto y f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

Sección Pta. Bermejo

Punta Bermejo se caracterizó por presentar una termoclina conformada por 7 isotermas (15 – 21 °C) sobre los 100 m de profundidad, la cual asciende conforme se aproxima a la costa. A diferencia de los anteriores perfiles, las anomalías térmicas presentaron algunos núcleos con valores positivos de 0,5 °C principalmente a 120 mn sobre los 70 m y algunos valores negativos a 70 mn entre los 30 y 110 m. Las ASS se aproximaron hasta las 80 mn de costa con valores mayores de 35,1 ups sobre 80 m de profundidad, sin embargo, las anomalías halinas mostraron un área estable próxima al promedio patrón (condiciones neutras). La oxíclina de 1 a 5 mL.L^{-1}, evidenció un ascenso desde los 80 m (zona oceánica) hasta los 30 m de profundidad en la costa. La ZMO (<0,5 mL.L^{-1}) se observó desde los 60 m en la parte más costera, profundizándose a 90 m a 170 mn. Las anomalías de oxígeno presentaron valores negativos entre 30 y 120 m, de 70 a 120 mn de costa, debido a probables procesos de surgencia (Fig. 24).

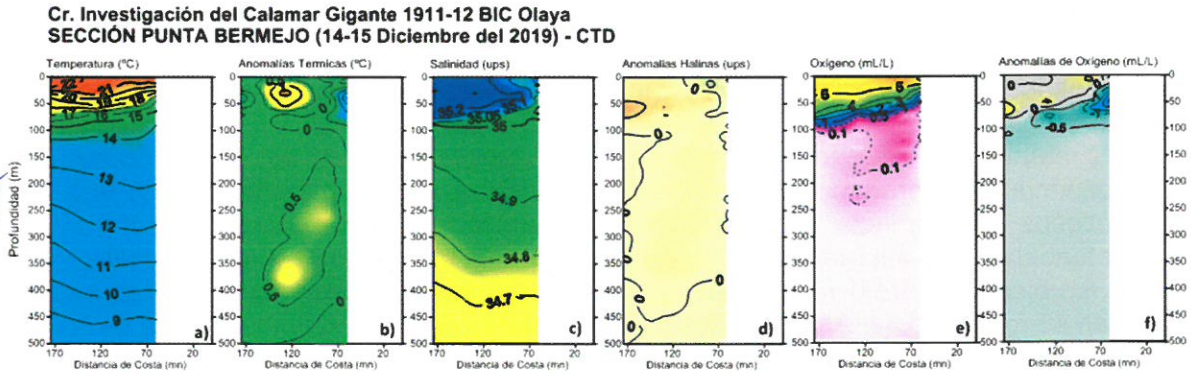


Figura 24. Sección Pta. Bermejo: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU DGIRDL C. YAMASHIRO

AFIIMM L. MARIÁTEGUI (C)

Sección Callao

La zona de Callao presentó una termoclina bien definida y fortalecida compuesta por isotermas de 15 a 22 °C, ubicándose la isoterma de 15 °C entre 10 y 100 m de profundidad, siendo más somera en la zona costera. Las anomalías térmicas mostraron cambios sobre los 100 m de profundidad, con valores negativos dentro de las 80 mn y valores positivos fuera de las 90 mn. Los niveles de salinidad por su parte indicaron una aproximación de las ASS hasta 55 mn sobre los 90 m; de igual forma, las ACF se mostraron dentro de las 40 mn generando una débil franja de aguas de mezcla de ACF+ ASS. Las anomalías halinas corroboran la presencia de Aguas Oceánicas presentando valores positivos de 0,1 ups sobre los 90 m hasta las 55 mn. Por otro lado, la oxiclina estuvo ubicada sobre los 20 y 100 m de profundidad. La ZMO (< 0,5 $mL.L^{-1}$) se observó estrechamente acoplada a la base de la oxiclina desde los 25 m en la costa y 100 m de profundidad en la parte oceánica. Las anomalías de oxígeno mostraron cambios sobre los 110 m, siendo negativos dentro de las 60 mn y positivos fuera de las 70 mn (Fig. 25).

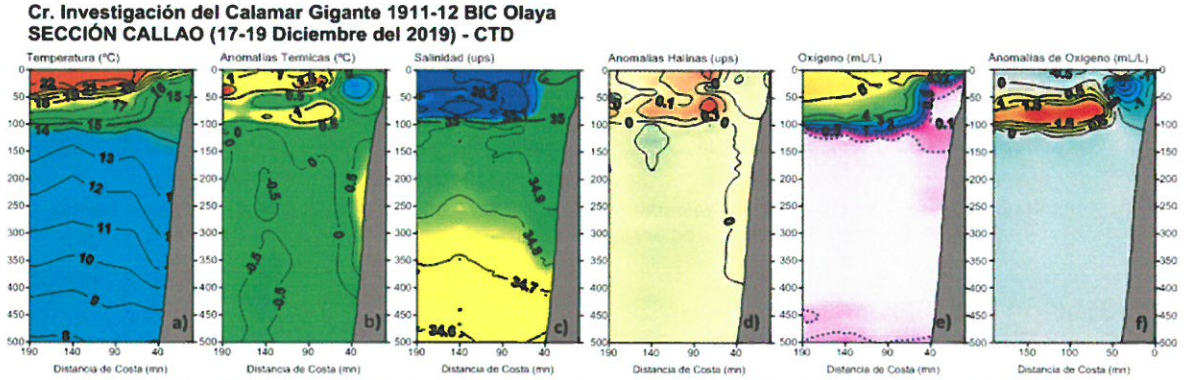


Figura 25. Sección Callao: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

Sección Pisco

La distribución térmica en la sección Pisco presentó una termoclina sobre los 80 m de profundidad, con isotermas de 14 a 19 °C asociadas al ingreso de Aguas Oceánicas, principalmente fuera de las 60mn. Los isotermas de 14° y 15 °C (dentro de las 30 mn) se encontraron asociados a anomalías térmicas de -1° y -1,5 °C sobre los 50 m de profundidad. Por debajo de los 100 m se hallaron temperaturas menores de 14 °C asociados a anomalías menores o próximas al promedio patrón. La distribución halina en la columna de agua indicó la presencia de ACF dentro de las 25 mn, en tanto que, las ASS se ubicaron fuera de 50 mn en una capa de 70 m de espesor a las 100 mn. Las anomalías halinas mostraron valores mayores de +0,1 ups asociados a la presencia de ASS, y una zona con valores menores de -0,05 asociados a las ACF.

El contenido de oxígeno fue mayor de 5 mL/L sobre los 15 m entre 30 y 50 mn de costa. La presencia de valores menores de 2 mL/L cerca de la superficie y sobre los 60 m a 30 mn indicó procesos de surgencia. El límite superior de la ZMO (0,5 mL/L) se ubicó entre 30 y 100 m de profundidad. Las anomalías de oxigeno presentaron una amplia zona de valores próximos a -1,0 mL/L ubicados entre 0 y 100 mn de costa, excepto por un núcleo con valores de hasta +1,5 mL/L a las 40 mn de costa. Asimismo, se hallaron valores de hasta -2,0 mL/L fuera de las 90 mn entre los 60 y 90 m de profundidad (Fig. 26).

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

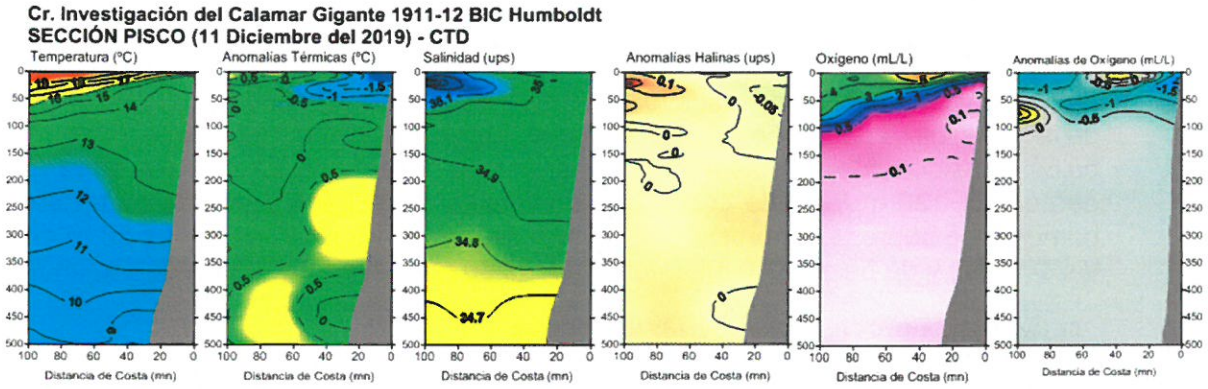


Figura 26. Sección Pisco: a) Temperatura, b) Anomalías Térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías Halinas, e) Oxigeno y f) Anomalías de oxígeno. Sección Pisco. Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

Sección San Juan

En la sección San Juan se evidenció la presencia de aguas oceánicas, reflejado en una termoclina de 6 isotermas (14° a 19 °C) fuera de las 60 mn. La isoterma de 14°C se ubicó entre 50 m y 120 m de profundidad (cerca y a 100 mn de costa respectivamente). Las anomalías térmicas reflejaron la presencia de Aguas Cálidas fuera de 70 mn de costa, mostrando valores próximos a +1 °C sobre los 100 m de profundidad. Dentro de las 50 mn, las anomalías presentaron valores menores de -0,5 °C hasta 80 m de profundidad, asociados a Aguas Frías. La distribución halina evidenció la presencia de ACF dentro de las 40 mn sobre los 80 m, y la aproximación de ASS fuera de las 50 mn sobre los 100 m. La incidencia de estas dos masas de agua indicó la presencia de Aguas de Mezcla en los límites fronterizos. Ligera presencia de ATSA fuera de las 95 mn entre 120 y 140 m de profundidad. Las anomalías halinas fueron mayores de +0,1 ups fuera de las 50 mn (hasta los 100 m de profundidad) y en regiones cercanas a la costa presentaron valores próximos al promedio patrón. La distribución de oxígeno evidenció el ingreso de Aguas Cálidas con valores mayores de 4 y 5 mL/L sobre los 80 m y fuera de las 40 mn. El límite superior de la ZMO (0,5 mL/L) se localizó sobre los 50-140 m de profundidad. Las anomalías de oxigeno presentaron valores de hasta +1,5 mL/L fuera de 50 mn, y hasta -2,0 mL/L dentro de las 40 mn (Fig. 27).

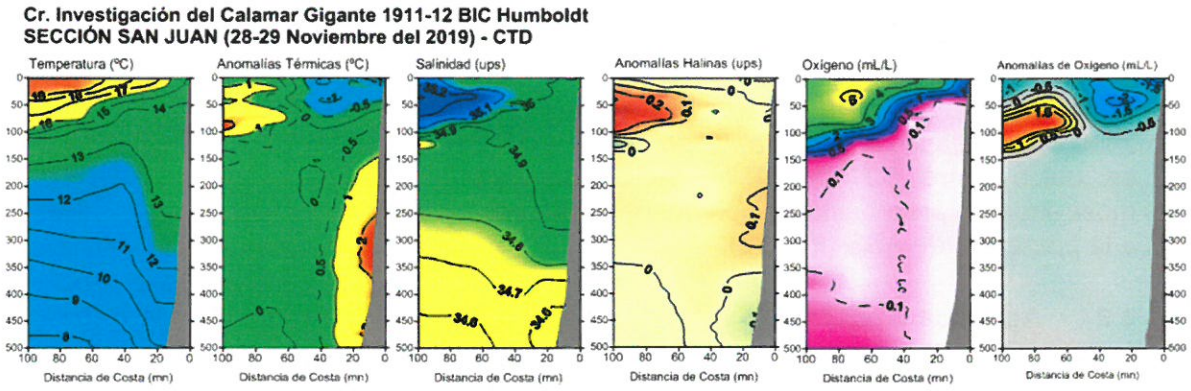


Figura 27. Sección San Juan: a) Temperatura, b) Anomalías Térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías Halinas, e) Oxigeno y f) Anomalías de oxígeno. Sección San Juan. Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya

Sección Atico

La estructura térmica de la sección Atico mostró condiciones ligeramente cálidas, con 4 isotermas de 14 a 20 °C sobre los 80 m de profundidad. Las anomalías térmicas mostraron condiciones próximas al promedio patrón fuera de 50 mn, excepto por pequeños núcleos cálidos de +0,5 a +1 °C a las 80 mn sobre los 25 m de profundidad, y valores de -0,5 °C a -1,0 °C dentro de las 40

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU DGIRDL
J. YAMASHIRO
INSTITUTO DEL MAR DEL PERU AFIIMM
L. MARIÁTEGUI (e)

mn. Se evidenció la presencia de las ASS sobre los 40 m y fuera de las 80 mn de costa, y Aguas de Mezcla dentro de las 40 mn. La distribución halina propone la presencia de ATSA a 100 m de profundidad a 95 mn de costa. Las anomalías halinas fueron de +0,1 ups fuera de 20 mn y sobre los 100 m de profundidad.

La distribución del oxígeno disuelto descarta procesos de surgencia, en base al comportamiento de la iso-oxigena de 3 y 4 mL/L, sin embargo, fuera de las 30 mn los valores fueron relativamente bajos, considerando que las ASS dominaron esta área. La ZMO se ubicó entre los 90 m cerca de costa y 120 m lejos de costa. Las anomalías de oxigeno presentaron un comportamiento homogéneo sobre la superficie con valores de hasta -1,5 mL/L sobre los 50 m entre la costa y las 100 mn, y de hasta +1,0 mL/L fuera de las 90 mn entre 50 y 100 m de profundidad (Fig. 28).

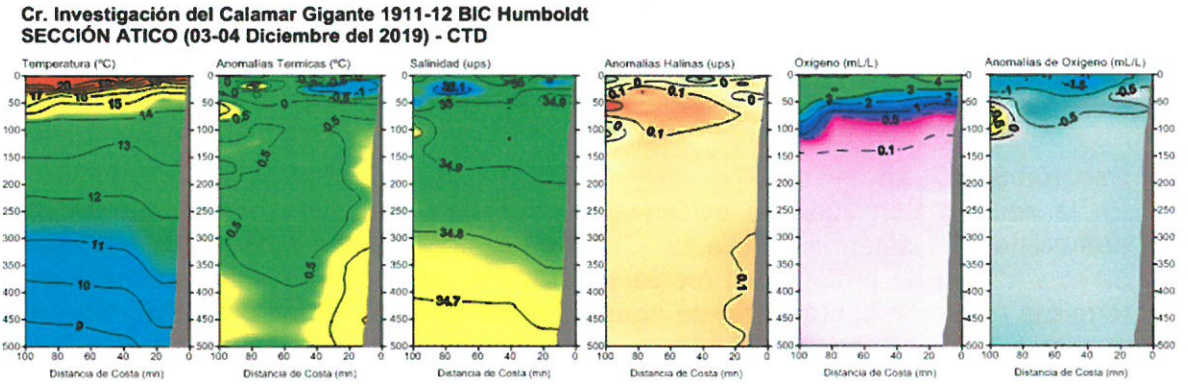


Figura 28. Sección Atico: a) Temperatura, b) Anomalías Térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías Halinas, e) Oxigeno y f) Anomalías de Oxígeno. Sección Atico. Cr. Calamar Gigante 1911-12. BIC's Humboldt y Olaya.

Distribución de la isoterma de 15°C

La isoterma de 15°C se presentó en áreas más someras cerca de la costa, asociadas a aguas de surgencia, como se observó frente a Pisco y San Juan de Marcona, y más profunda en áreas más alejadas. La disposición de las isobatas en forma descendente indica un flujo de norte a sur, asociado a la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), como se muestra en las secciones verticales de Paita y Pta. La Negra.

En la parte central y sur del área estudiada y en la zona más alejada de la costa, la isoterma de 15°C se ubicó entre 90 y 110 m de profundidad, mostrando un área bastante homogénea, asociada a la presencia de ASS (Fig. 29).

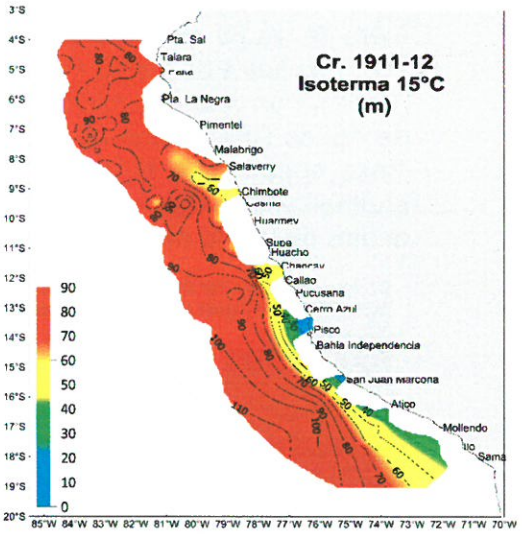


Figura 29. Distribución espacial de la isoterma de 15°C Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olava Balandra" y

3.2 Acústica y pesca

3.2.1 Distribución del calamar gigante y otras especies

***Dosidicus gigas* "Calamar gigante"**

El calamar gigante presentó una amplia distribución en 51 896 mn^2, que representa el 30,4% del área evaluada (170 735 mn^2), entre 40 y 195 mn de distancia a la costa, de Paita a Morro Sama. Las categorías de abundancia relativa entre "disperso" (50-100 m^2/mn^2) y "muy disperso" (1-10 m^2/mn^2) comprendieron el 94,9 % del área total de distribución (49 232 mn^2); las categorías de tipo "denso" y "muy denso" (250-750 m^2/mn^2) abarcaron 5,13 % (2 664 mn^2) de dicha área (Tabla 3).

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Tabla 3. Área (mn^2) por categorías de abundancia relativa (mn^2/mn^2) del calamar gigante".

Categoría de abundancia		Área (mn^2)	%
Muy denso	1 000	0	0.00
	750	8	0.02
Denso	500	245	0.47
	250	2 411	4.65
Disperso	100	7 396	14.25
	50	5 935	11.44
	10	16 973	32.71
Muy disperso	5	6 882	13.26
	1	12 045	23.21
Total		51 896	

La principal zona de abundancia de calamar gigante se ubicó entre Pta. Sal y Salaverry (04°S-08°30'S) de 80 a 190 mn de distancia a la costa. Zonas menos densas se localizaron frente a Ancón-Pucusana en dos núcleos distribuidos entre 40 y 195 mn de la costa. Frente a Pisco-Atico, el recurso se encontró más disperso entre 40 y 190 mn de la costa, y de Mollendo a Ilo se registraron núcleos más densos en un área de 213 mn^2, de 40 a 195 mn (Fig. 30).

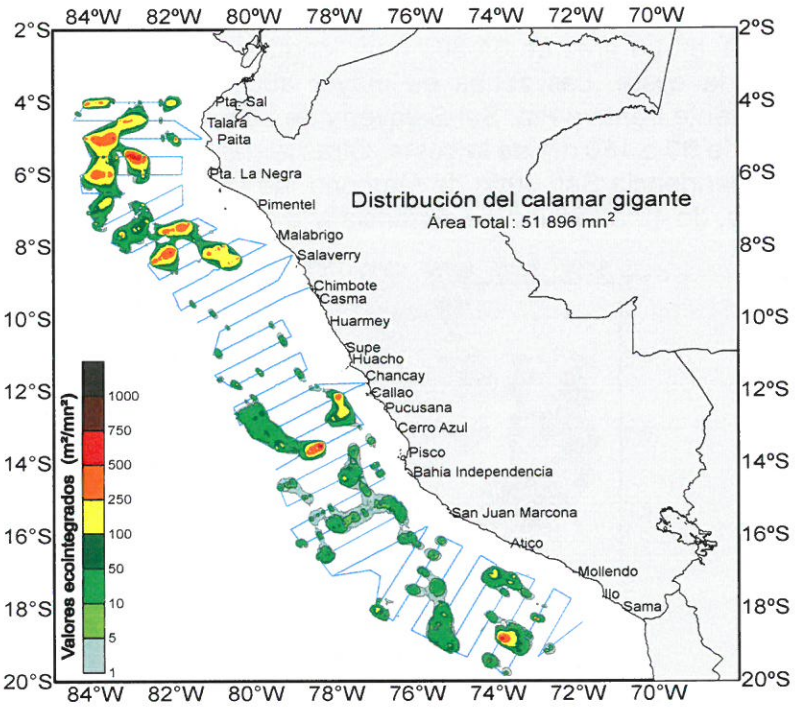


Figura 30. Distribución del Calamar gigante, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

La distribución vertical de pota fue amplia, entre 2 y 420 m de profundidad. Durante las horas diurnas (06:00-18:00 horas) se encontró principalmente por debajo de 150 m de la superficie, y durante la noche, dentro de los primeros 90 m de profundidad (Fig. 31).

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

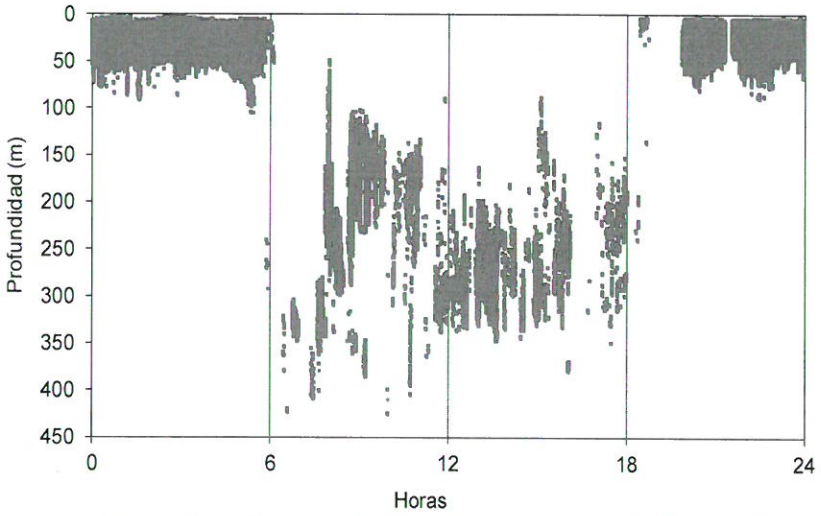


Figura 31. Distribución vertical del Calamar gigante, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

***Vinciguerria lucetia* "vinciguerria" o "portador de luces"**

La vinciguerria fue el recurso de mayor abundancia y se distribuyó ampliamente entre Pta. Sal y Morro Sama, en un área de 64 600 mn^2; longitudinalmente se extendió desde 40 a 195 mn de distancia a la costa. Las zonas de mayor abundancia se localizaron al norte de los 11ºS, específicamente frente a Pta. Sal-Salaverry de 25 a 195 mn de la costa, y frente a Chimbote-Pta. Las Zorras de 60 a 180 mn de la costa. Otras zonas con altas densidades se localizaron frente a bahía Independencia-San Juan de Marcona, de 45 a 195 mn de la costa, y frente a Mollendo-Morro Sama, de 40 a 195 mn de distancia a la costa (Fig. 32).

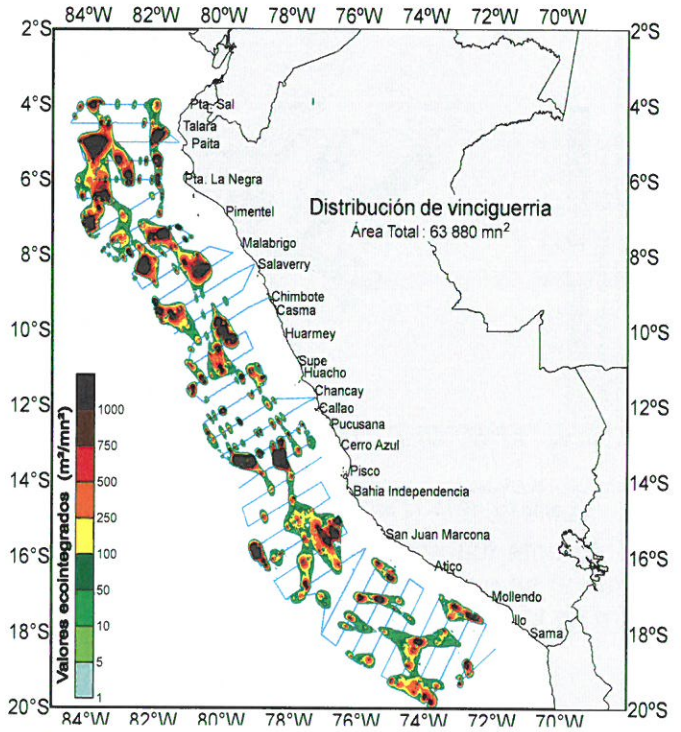


Figura 32. Distribución de *Vinciguerria lucetia*, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

C. YAMASHIRO

I. MARIÁTEGUI (c)

La distribución vertical de *V. lucetia* abarcó de 5 a 450 m de profundidad. Durante las horas diurnas (06:00-18:00 horas) se encontró principalmente por debajo de 120 m de profundidad, y durante la noche se ubicó en los primeros 50 m de la superficie, realizando desplazamientos verticales alcanzando hasta 20 y 50 m de la superficie, (Fig. 33).

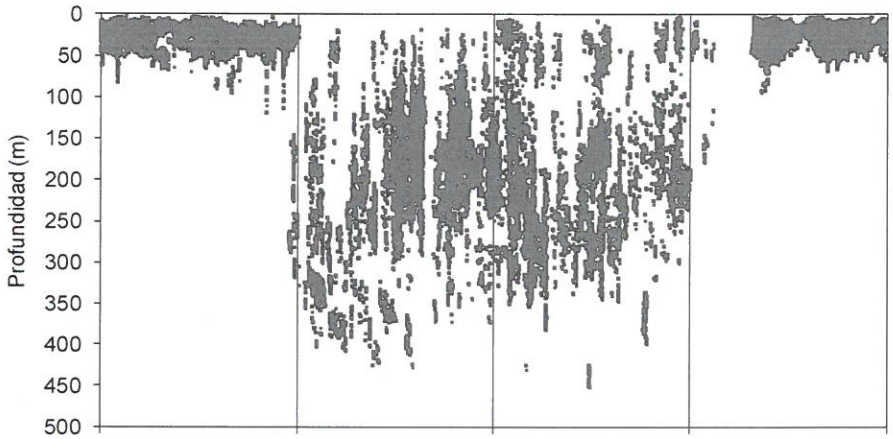


Figura 33. Distribución vertical de *Vinciguerria lucetia*, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Engraulis ringens "Anchoveta"

Fue registrada entre Pimentel y Ancón en un área de 2 776 mn^2, principalmente dentro de 50 mn de distancia a la costa. Al norte de los 11°S se encontró en pequeños núcleos dispersos localizados principalmente dentro de las 35 mn entre Chicama y Chimbote, y a 75 mn frente a Huarmey. Asimismo, se detectó un núcleo reducido y aislado a 110 mn de la costa frente a Pimentel. La zona de mayor densidad se localizó frente a Ancón dentro de 35 mn de distancia a la costa (Fig. 34).

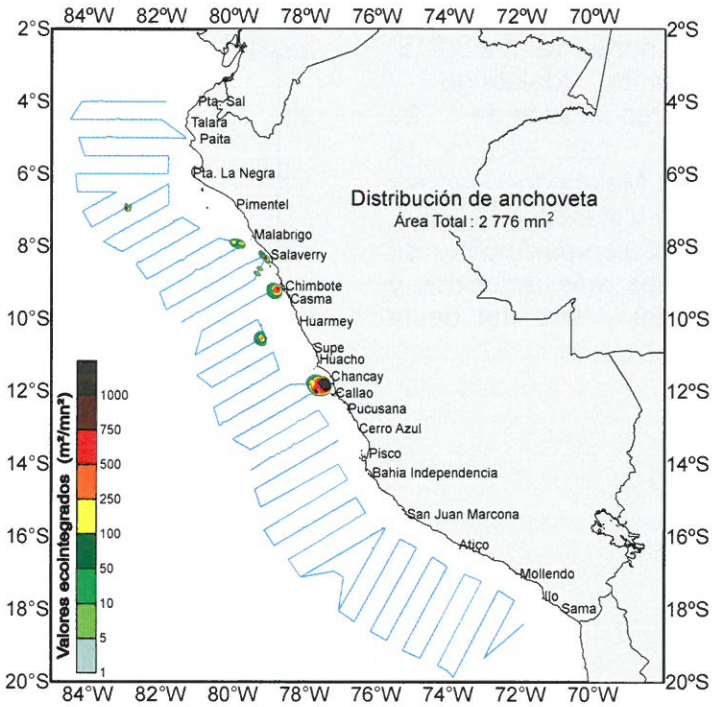


Figura 34. Distribución de *Engraulis ringens* "anchoveta", Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Trachurus murphyi "Jurel"

Su zona principal de distribución se localizó al sur de 14°S, específicamente entre Pisco y Molledo donde abarcó un área de 5 320 mn^2. Frente a Pisco-Ático se presentó en pequeñas agregaciones de tipo "disperso" de 40 a 170 mn de distancia a la costa; la mayor densidad de localizó frente a Mollendo, en dos núcleos de tipo denso entre 50 y 60 mn de distancia a la costa (Fig. 35).

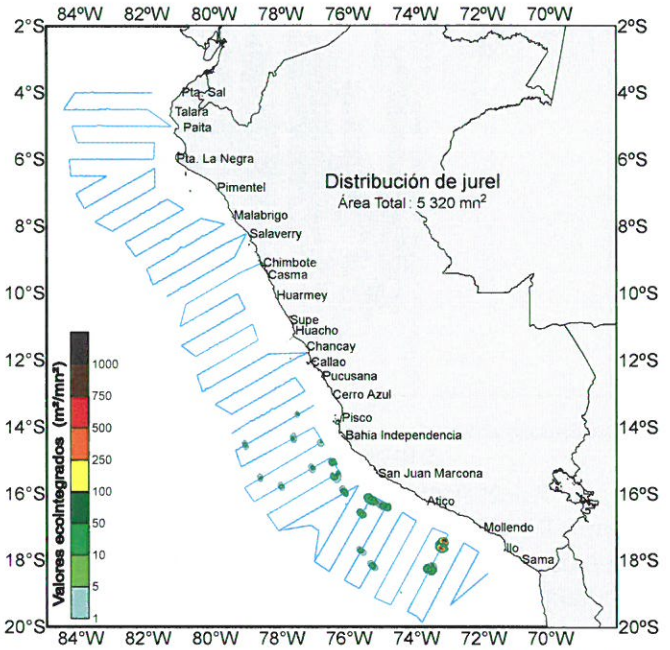


Figura 35. Distribución de *Trachurus murphyi* "jurel", Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olaya

Scomber japonicus "Caballa"

Se distribuyó al norte de los 12°S, principalmente entre Malabrigo y Callao, donde abarcó un área de 1 790 mn^2. Los núcleos más densos se localizaron frente a Malabrigo-Huarmey de 25 a 110 mn de distancia a la costa; frente a Pta. Culebras-Ancón se encontró en núcleos más reducidos y dispersos, entre 50 y 180 mn de la costa (Fig. 36).

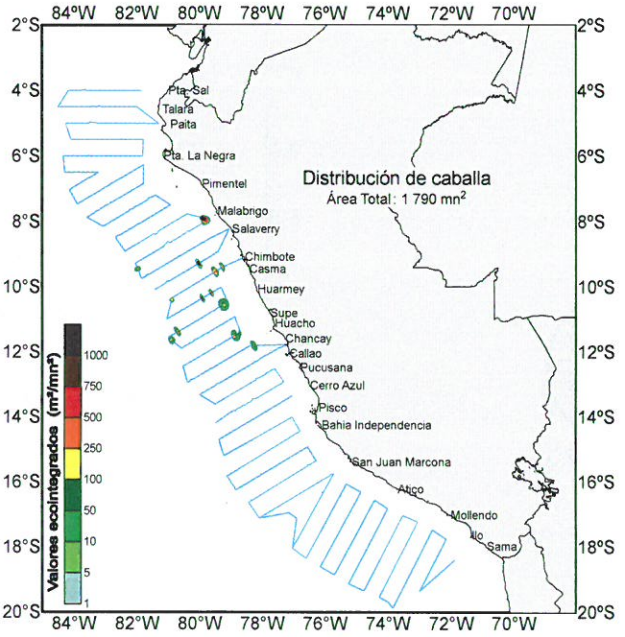


Figura 36. Distribución de *Scomber japonicus* "caballa", Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC's "José Olaya

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

3.2.2 Índices de energía acústica del calamar gigante

La abundancia acústica por unidad básica de muestreo (UBM=1 mn) del calamar gigante, expresada en m^2/mn^2 (Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica, NASC), presentó valores máximos en 18°S y 14°S, con 1107.2 y 1044.3 m^2/mn^2 respectivamente; sin embargo, el índice de concentración fue mayor entre 03°S y 05°S, es decir en esta zona estuvieron las mayores abundancias, con respecto a la zona sur (Tabla 4).

Tabla 4. Índices de energía acústica (mn^2/mn^2) del calamar gigante por grados de latitud (°S)

Zona	Ecointegración (m^2/mn^2) por latitud				
	Latitud (°S)	Máximo	Índice de concentración	NASC+	Mínimo
NORTE	3	361.0	92.3	204.3	4.1
	4	655.9	76.9	232.0	0.2
	5	846.8	100.6	341.5	0.4
	6	644.1	34.0	123.8	0.3
	7	835.2	45.8	162.5	0.3
	8	589.5	56.8	248.2	0.3
	9	176.5	1.2	59.5	3.6
CENTRO	10	91.4	2.0	30.4	0.3
	11	267.3	3.9	62.8	0.5
	12	488.8	27.2	98.1	0.7
	13	980.6	53.3	138.7	0.4
	14	1044.3	11.6	39.6	0.4
	15	129.6	6.4	18.1	0.2
SUR	16	235.8	5.6	28.6	0.1
	17	430.6	7.7	41.8	0.5
	18	1107.2	15.3	61.6	0.1
	19	226.4	14.3	40.9	0.2

En la zona norte, el índice de concentración presentó valores densos de 244,8 a 443,7 mn^2/mn^2, en 3°S y 5°S, entre 100 y 180 mn de la costa. En la zona centro, el índice de concentración máximo de 198,0 a 272,8 mn^2/mn^2 se ubicó en 13°S, entre 100 y 130 mn de la costa. En la zona sur, el índice de concentración máximo de 55,1 a 59,6 mn^2/mn^2 se localizó en 18°S y 19°S, entre 150 y 160 mn de distancia a la costa (Tabla 5).

Tabla 5. Índice de concentración (mn^2/mn^2) del calamar gigante por grados de latitud (°S) y distancia a la costa (mn)

Zona	Latitud (°S)	Índice de concentración (m^2/mn^2) por Distancia a la costa (mn)																
		30-40	40-50	20-30	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	130-140	140-150	150-160	160-170	170-180	180-190
NORTE	3		174.3		148.3				3.2		0.7		4.6	167.3	269.6	204.3	268.9	
	4	4.8	77.0		95.4	4.6		89.5	117.8	109.7	150.3	113.4	156.0	105.8	121.2	110.2	142.3	3.1
	5	0.0	32.1		7.8	3.5			171.0	363.6	443.7	38.5	88.0	244.8	209.9	247.0	47.6	92.8
	6							5.2	24.7	35.8	27.7	3.3	4.0	60.7	128.6	114.3	88.9	26.2
	7						59.0	99.6	128.1	100.1	88.0	29.5	29.1	27.5	19.7	80.3	4.7	32.0
	8					81.2	111.8	134.6	82.9	135.0	31.4	38.9	146.9	122.7	104.9	88.0	4.3	
	9													0.2	3.3	13.5		
CENTRO	10						16.7	2.4					1.4	0.1		2.1	5.7	
	11				6.7	0.2	9.3					21.3				21.8	8.3	1.4
	12	5.6	140.0		108.2	53.0	27.7							11.8	37.8	26.2	20.2	5.1
	13	13.6	8.0		0.0	3.9	9.2			69.1	272.8	198.0	120.4	16.9	54.9	55.5	11.0	7.3
	14	41.4	4.6			14.5	9.6	33.4	24.2					1.3	3.4	9.0	6.9	5.8
	15	0.6	9.2		10.3	9.7	1.3	0.4	4.1	4.0	1.7	5.5	19.2	25.7	1.4	5.0		
SUR	16		12.2		10.8	4.4	6.1	4.3	0.2	2.6						1.5	14.2	18.4
	17		9.3		41.0	18.1	7.6	0.2		7.1	6.8	2.9	6.2	1.2			1.1	17.6
	18							0.0	30.3		3.3	17.1	9.8	12.5	55.1	15.7	2.9	16.2
	19									0.6	4.6	2.1		19.4	59.6		0.3	17.2

C. YAMASHIRO

L. MARIATEGUI (e)

3.2.3 Captura por arte de pesca

La captura total del calamar gigante fue de 2.255,7 kg, de los cuales el 99,3% correspondió a la captura con línea de mano con potera (2.238,8 kg), y el 0,7% con red de arrastre pelágica (16,8 kg); similar tendencia se observó por zonas de estudio (Tabla 6).

Tabla 6. Capturas (kg) por zonas, grados de latitud y método de pesca, obtenidas durante el Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1911-12 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Zona	Grado	Captura(kg)						
		Calamar gigante			Otras especies			Total
		Línea de mano con potera	Red de arrastre	Total	Línea de mano con potera	Red de arrastre	Total	
Norte	3	68.4	2.5	70.9		1.4	1.4	72.3
	4	185.0	3.2	188.2		37.8	37.8	226.0
	5	32.0	1.0	33.0		38.6	38.6	71.6
	6	106.2	0.0	106.3		1.5	1.5	107.7
	7	74.3	0.1	74.3		5.7	5.7	80.1
	8	273.2	0.0	273.2		14.6	14.6	287.7
	9	0.8	0.0	0.8	0.5	3.2	3.7	4.5
Total norte		**739.8**	**6.9**	**746.7**	**0.5**	**102.7**	**103.2**	**849.9**
%		**99.1**	**0.9**	**100.0**	**0.5**	**99.5**	**100.0**	
Centro	10	24.6		24.6		5.1	5.1	29.7
	11	12.1	0.4	12.5		0.1	0.1	12.6
	12	79.8	4.7	84.5		0.3	0.3	84.8
	13	361.2	0.0	361.2		16.4	16.4	377.6
	14	97.9	0.1	98.0	0.2	13.7	14.0	112.0
	15	40.8	1.0	41.8	1.1	61.7	62.8	104.6
Total centro		**616.4**	**6.2**	**622.6**	**1.3**	**97.4**	**98.7**	**721.3**
%		**99.0**	**1.0**	**100.0**	**1.3**	**98.7**	**100.0**	
Sur	16	59.3	1.1	60.4	0.1	109.1	109.3	169.6
	17	208.8	2.3	211.1		35.7	35.7	246.8
	18	480.5	0.1	480.6	0.2	21.3	21.5	502.1
	19	134.1	0.2	134.3		3.3	3.3	137.6
Total sur		**882.6**	**3.8**	**886.4**	**0.3**	**169.4**	**169.7**	**1056.1**
%		**99.6**	**0.4**	**100.0**	**0.2**	**99.8**	**100.0**	
Total General		**2238.8**	**16.8**	**2255.7**	**2.1**	**369.4**	**371.6**	**2627.2**
%		**99.3**	**0.7**	**100.0**	**0.6**	**99.4**	**100.0**	

3.2.4 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

Los valores de CPUE promedio por zonas, tanto en número como en peso, fluctuaron entre 0,5 y 1,1 ejem/h/pescador y entre 1,6 y 2,6 kg/h/pescador respectivamente, en 197 operaciones de pesca efectuadas con línea de mano con potera (Tabla 7).

Latitudinalmente, los mayores CPUE en número se registraron en 3°, 4° y 13°S, y en términos de peso en 13° y 19°S, evidenciándose una tendencia creciente de norte a sur (Fig. 37).

YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Por distancia a la costa, se observó un ligero aumento de los valores de CPUE en número y peso hacia el oeste, principalmente en la zona sur (Fig. 38).

Tabla 7. CPUE de calamar gigante en número (ejm/h/pescador) y peso (kg/h/pescador) obtenidos de las capturas con líneas manuales con potera. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1911-12 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Zona	N° Opera. totales	N° Opera. positivas	CPUE en número (ejm/h/pescador)			CPUE en número (kg/h/pescador)		
			Mín	Máx	Prom	Mín	Máx	Prom
Norte	72	52	0	6.3	1.1	0	13	1.8
Centro	75	47	0	9.2	0.7	0	32	1.6
Sur	50	31	0	3.2	0.5	0	22	2.6
Total	197	130	0	9.2	0.8	0	32	1.9

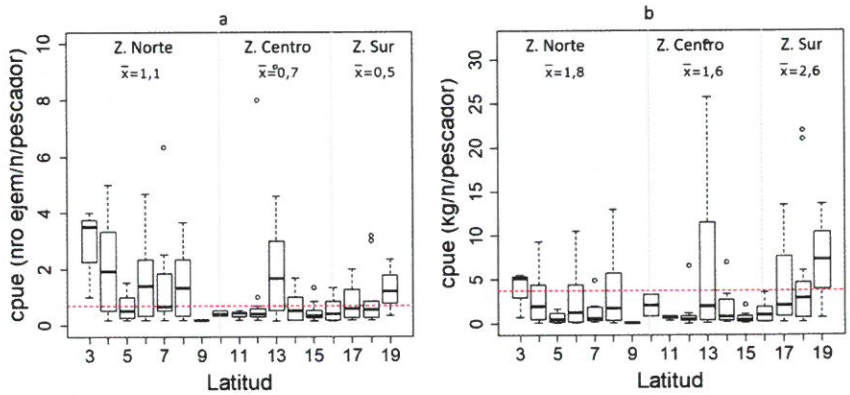


Figura 37. CPUE en número (a. nro/h/pescador) y peso (b. kg/h/pescador, líneas entrecortadas de color rojo representan valor medio de cuatro últimos cruceros (2015-2018) de calamar gigante obtenidos en las capturas con línea manuales con potera. Cr de investigación de calamar gigante Cr1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt"

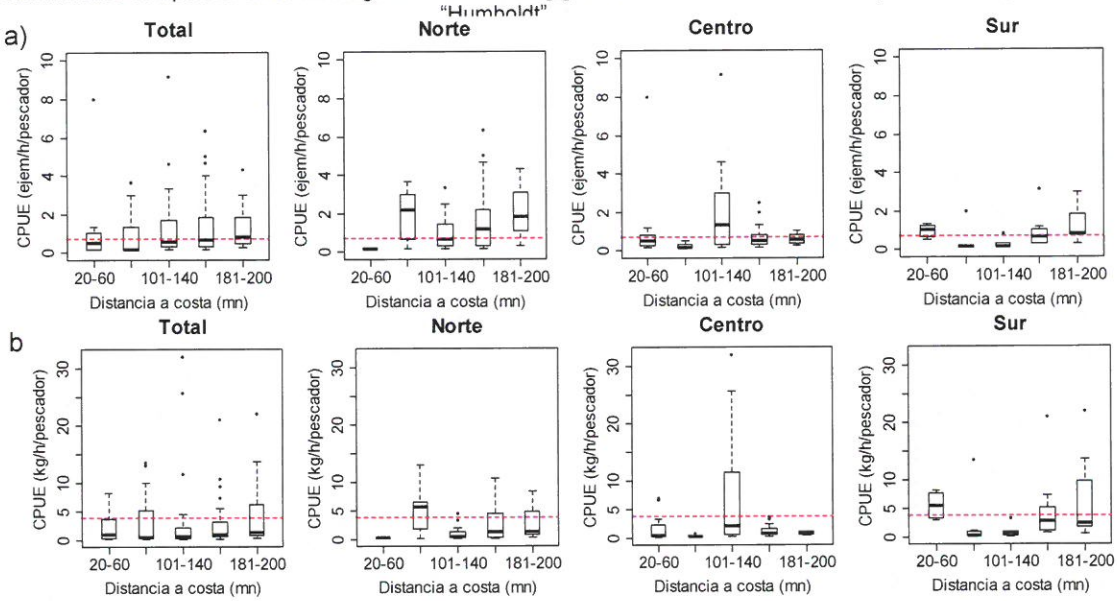


Figura 38. CPUE en número (a: ejem/h/pescador) y peso (b: kg/h/pescador), líneas entrecortadas de color rojo representan valor medio de cuatro últimos cruceros (2015-2018) de calamar gigante obtenidos en las capturas con línea manuales con potera. Cr de investigación de calamar gigante Cr1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (o)

Relación espacial CPUE - masas de agua

Las máximas concentraciones del calamar gigante en la zona norte estuvieron asociadas a aguas de mezcla (ASS-ACF) a una profundidad promedio de 50 m, encontrándose los mayores núcleos en dos zonas, entre Punta Sal y Paita a una distancia aproximada de 150 mn y entre Malabrigo y Salaverry a 40 mn, mientras que estuvo más disperso frente a Chimbote – Huacho y bahía Independencia – San Juan de Marcona.

En la zona sur, las mayores concentraciones se encontraron asociadas a ASS y aguas de mezcla (ASS-ACF), desde 40 a 150 mn de la costa, principalmente frente a Chancay, Pisco, Atico y Morro Sama, debido al mayor tamaño y peso de los ejemplares de pota capturados (Fig. 39).

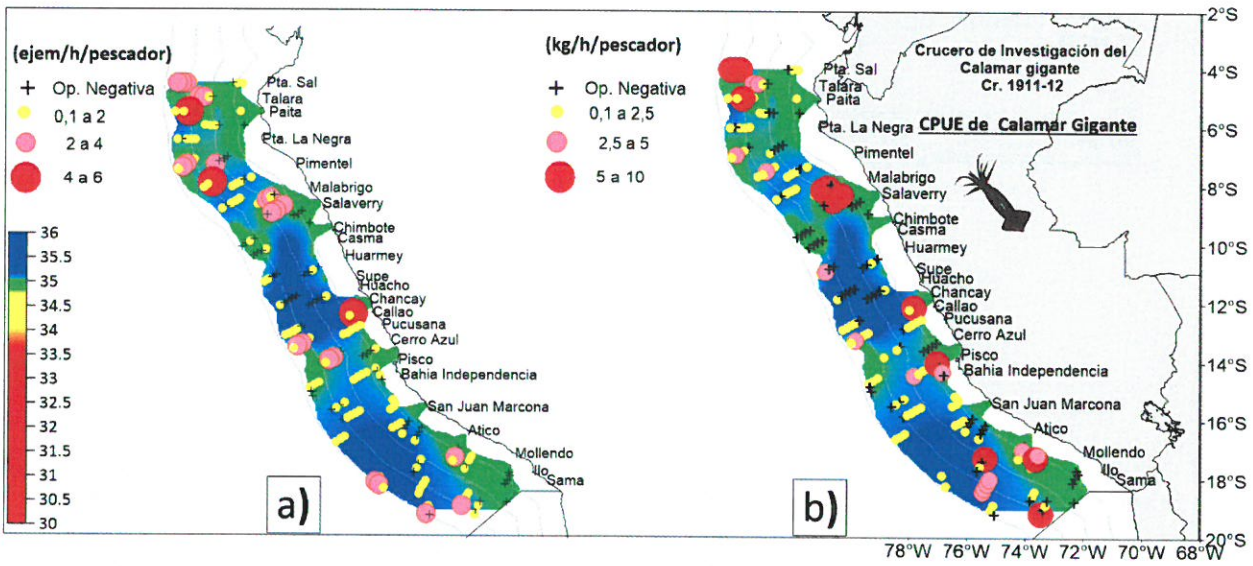


Figura 39. Relación del CPUE de calamar gigante con la Masa de Agua a 50 m de profundidad, a) en número (ejem/h/pescador) a) y b) peso (kg/h/pescador) obtenidos de las capturas con líneas manuales con poteras, durante el Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt.

3.3 Biología del calamar gigante y otras especies

3.3.1 Distribución de tallas del calamar gigante

En base al análisis de 1034 ejemplares (470 en la zona norte, 297 en la zona centro y 267 en la zona sur) capturados con línea de mano con potera, se determinó una estructura de tallas comprendida entre 18 y 72 cm de LM, con media en 40,5 cm, moda principal en 30 cm y secundaria en 63 cm (Fig. 40 a). En las zonas norte y centro se observó el predominio de ejemplares menores a 40 cm de LM, y una mayor proporción de individuos de mayor tamaño en la zona sur. Las figuras 41 y 42 muestran el incremento de tallas por grados de latitud y distancia a la costa, respectivamente.

Con la red de arrastre pelágica se analizaron 2675 ejemplares (157 en el norte, 509 en el centro y 2009 en el sur), cuyas tallas variaron de 1 a 43 cm, con media de 3,6 cm y moda en 3 cm de LM; no se observaron diferencias significativas por zonas (Fig. 40 b).

En el análisis por sexo, se evidencia una mayor proporción de hembras menores a 40 cm de LM, y proporciones similares entre ambos sexos a tamaños mayores de 50 cm LM (Fig. 43).

YAMASHIRO
L. MARIÁTEGUI

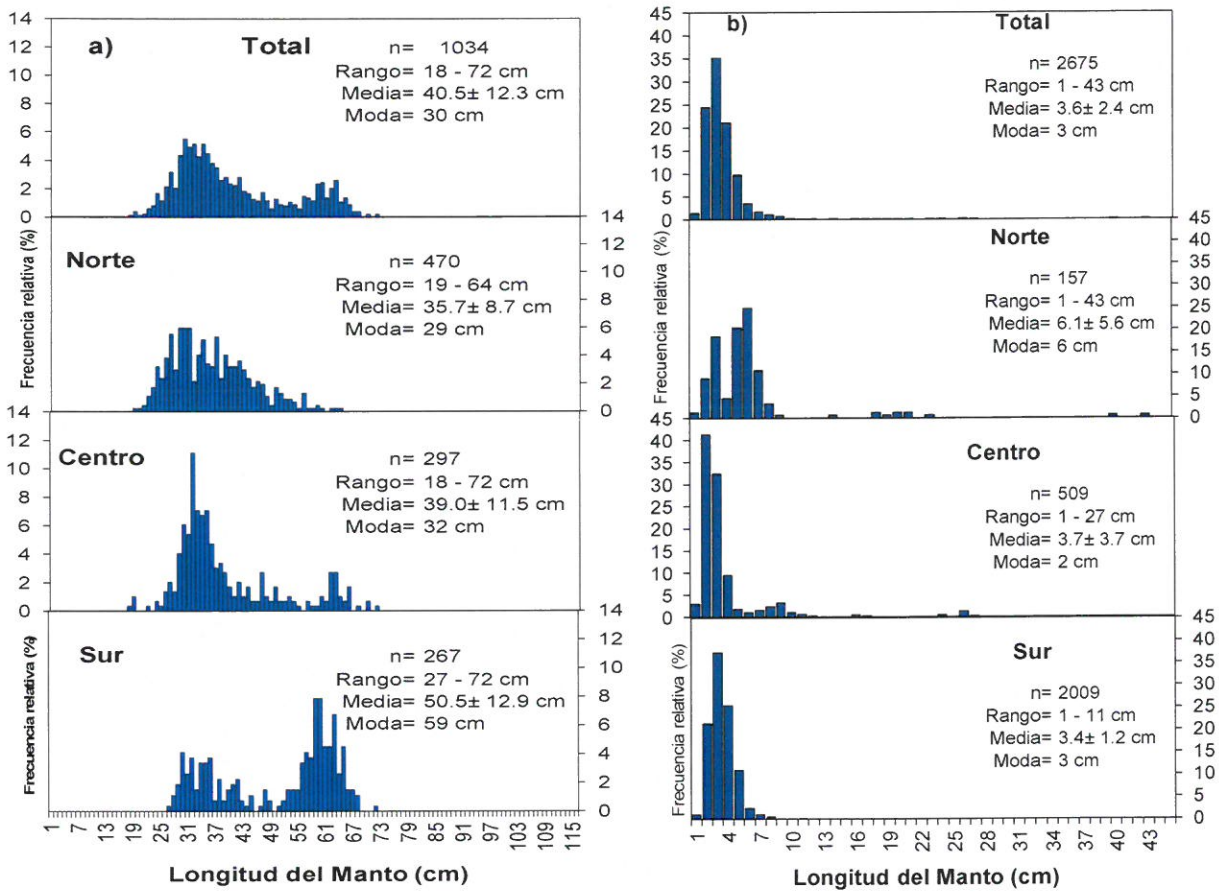


Figura 40. Estructura de tallas de calamar gigante con línea de mano con potera (a) y con red de arrastre pelágica (b) en las zonas norte, centro y sur. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

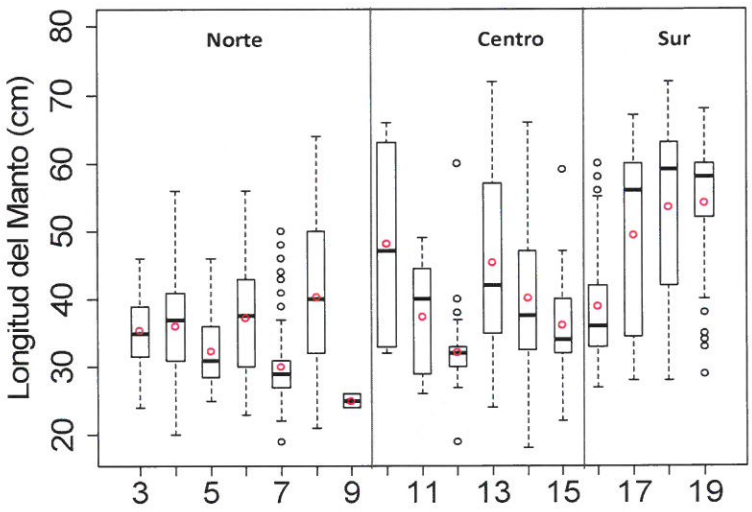


Figura 41. Estructura de tallas de calamar gigante con línea de mano con potera, según grado de latitud sur, en las zonas norte, sur aguas adyacentes, círculos rojos dentro de las barras representan las medias y los círculos extremos fuera de las barras representan los valores atípicos, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1911-12 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

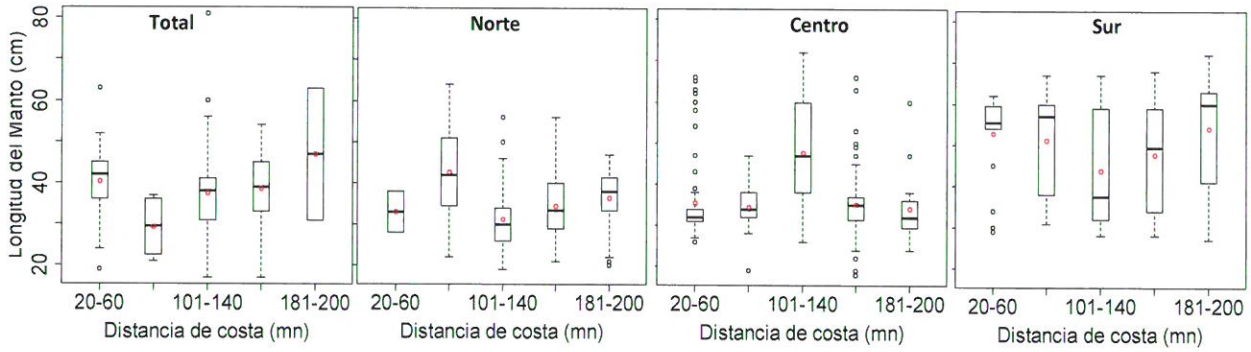


Figura 42. Estructura de tallas de calamar gigante, por distancia de costa, en las zonas norte, sur y aguas adyacentes, círculos rojos dentro de las barras representan las medias y los círculos extremos fuera de las barras representan los valores atípicos. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1911-12 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

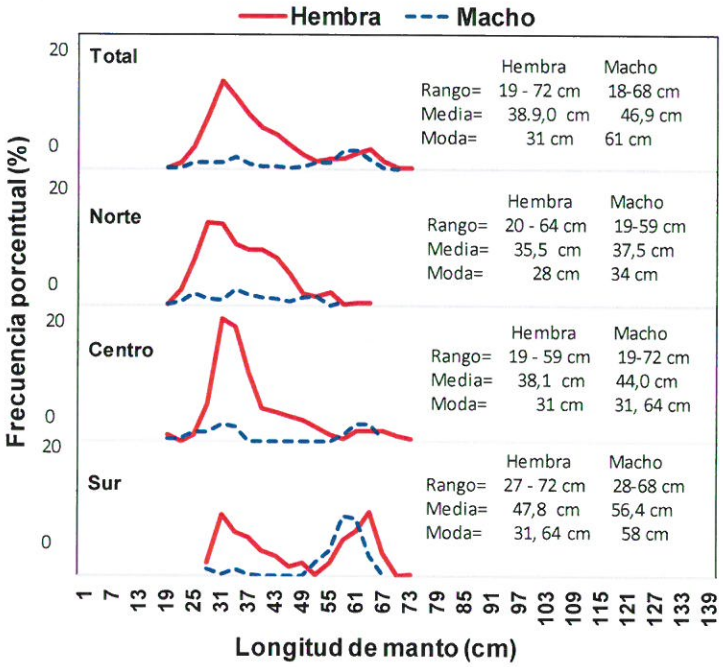


Fig. 43. Estructura de tallas de calamar gigante por sexo y zona, con línea de mano con potera, en las zonas norte y sur, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr1711-12 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

3.3.2 Relación longitud peso del calamar gigante

La relación longitud de manto - peso total de los ejemplares capturados con línea de mano con potera, presentó una alta correlación (R^2_{Total} = 0,986; $R^2_{Hembras}$ = 0,984; R^2_{Machos} = 0,992), mostrando un crecimiento isométrico para ambos sexos (Fig. 44).

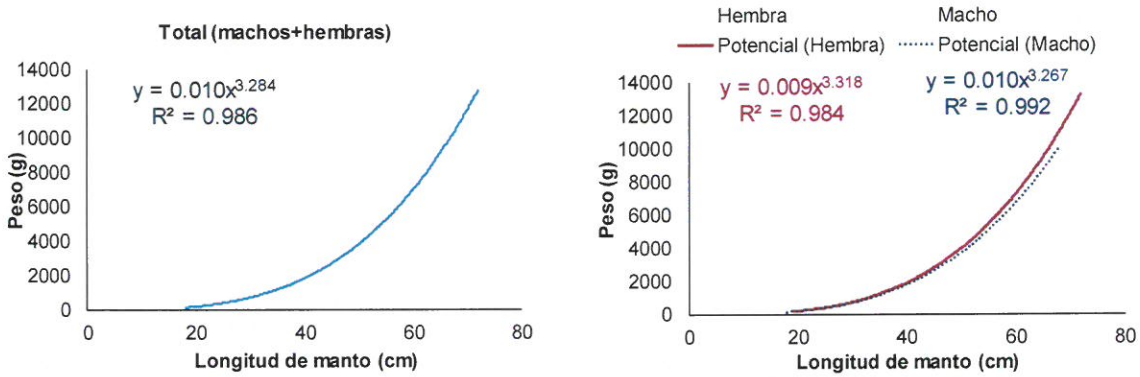


Fig. 44. Relación longitud de manto - peso total del calamar gigante, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

3.3.3 Estado reproductivo del calamar gigante

El análisis de 1030 ejemplares de calamar gigante (829 hembras y 201 machos) capturados con línea de mano con potera, mostró el predominio de ejemplares en estadio maduro en ambos sexos, y de individuos maduros y en desove para machos y hembras respectivamente. En menor proporción se evidenciaron ejemplares inmaduros y en maduración en las zonas evaluadas (Fig. 45).

En la relación talla-madurez se observó el predominio de hembras maduras en las zonas norte y sur, a partir de 34 cm de LM, y en ejemplares menores a esta talla destacó el estadio inmaduro; en la zona sur se observó una mayor presencia de individuos en estadio desovante (Fig. 46).

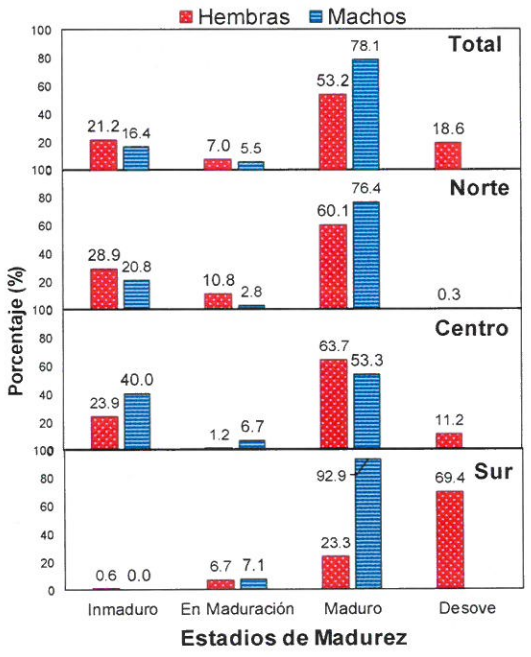


Figura. 45. Estadios de madurez de *Dosidicus gigas* "pota. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

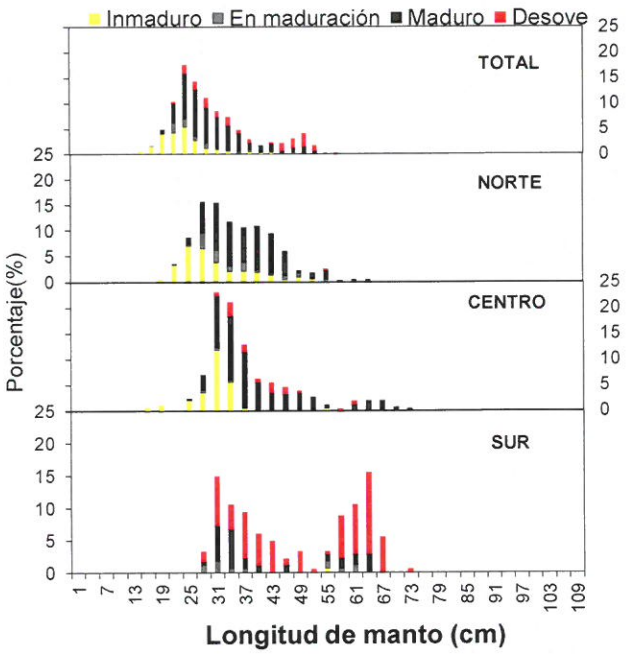


Figura 46. Relación talla-madurez de hembras de *Dosidicus gigas* "pota". Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

C. YAMASHIRO
L. MARIÁTEGUI (e)

Distribución de los estadios de madurez por latitud y distancia a la costa

Latitudinalmente se reportó la predominancia de hembras maduras entre 4°S - 8°S y 11°S - 15°S, registrando las mayores concentraciones entre 100 y 200 mn de costa. En la zona sur (16°-19°S) destacó la presencia de hembras desovantes, con mayores concentraciones entre 150 y 200 mn de costa (Fig. 47).

Por distancia a la costa no se observó una tendencia clara en la distribución de hembras maduras y desovantes (Fig. 48).

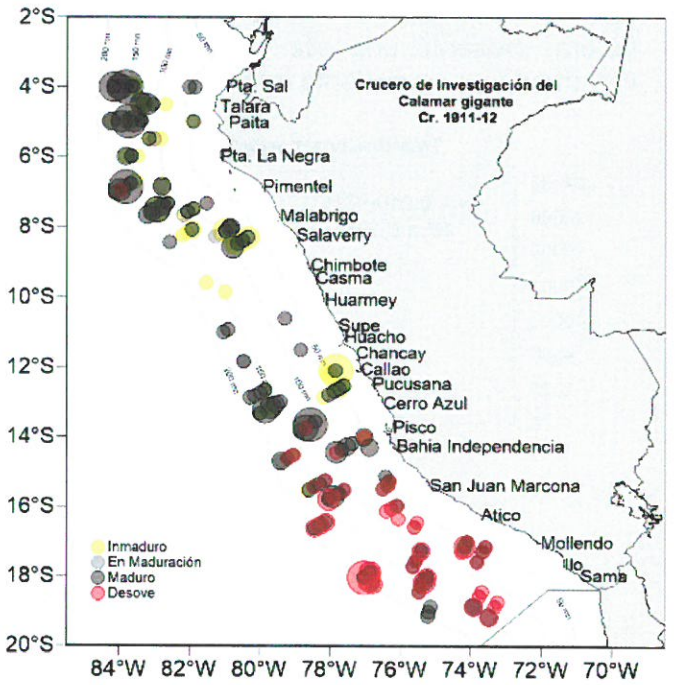


Figura 47. Estadios de madurez gonadal de hembras de *Dosidicus gigas* "pota", por latitud y distancia a la costa. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

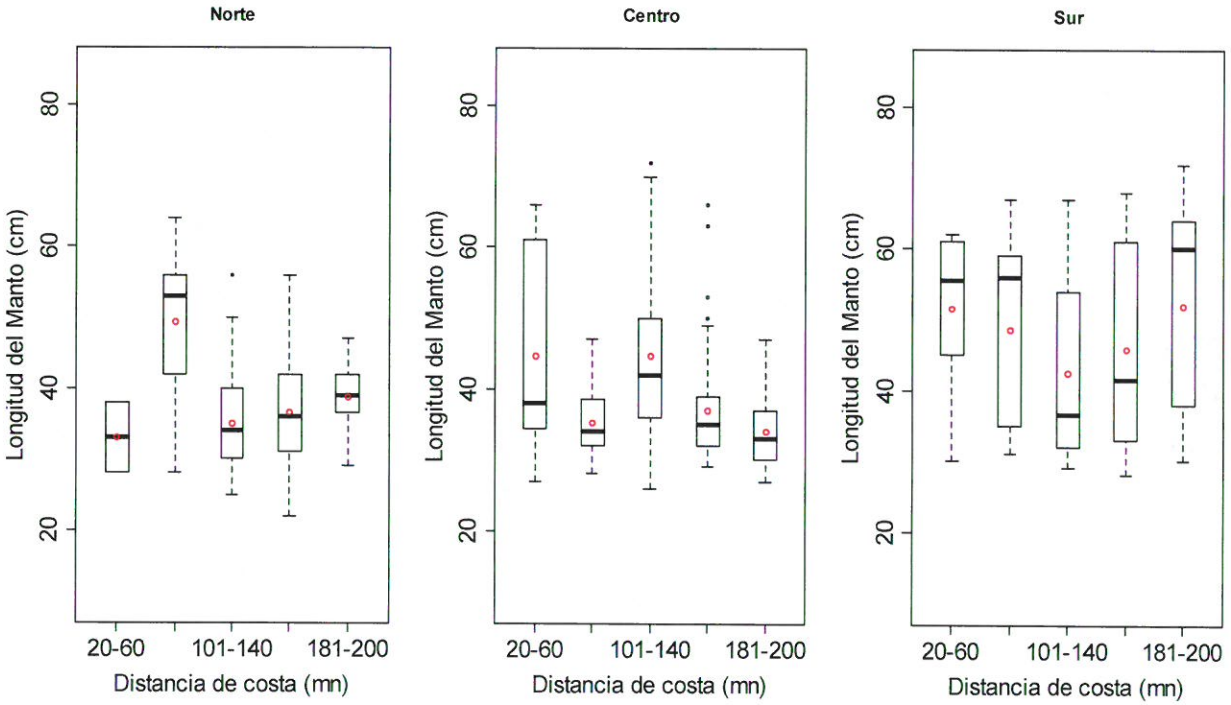


Figura 48. Estadios Maduro y en Desove de *Dosidicus gigas* "pota" por distancia a la costa. Los puntos rojos representan las medias. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

3.3.4 Análisis genético del calamar gigante

Se inició el proceso de extracción de ADN de muestras procedentes de la zona norte (n=180), divididas en tres grupos (n=60 por grupo), según distancia a la costa (cercana a 40 mn, cercana a 200 mn, y las presentes entre ambas). Las extracciones presentaron índices de calidad 260/280 y 260/230 adecuados (1,7-2,0), con bajos niveles de degradación de ADN.

3.3.5 Otras especies de invertebrados y peces

Se detalla la presencia de otros invertebrados (cefalópodos y crustáceos) y peces que fueron registrados en las capturas con la red de arrastre pelágica.

Invertebrados

***Pleuroncodes monodon* "Múnida"**

El rango de tallas del camaroncito rojo o múnida estuvo comprendido entre 7 y 19 mm de longitud de cefalotórax (LC), con media y moda en 15 mm de LC. Las hembras representaron el 24,1% del total de individuos analizados, del cual el 22,5% fueron portadoras de huevos (ovígeras), observándose mayor incidencia en los grados 08°S y 09°S (Fig. 49).

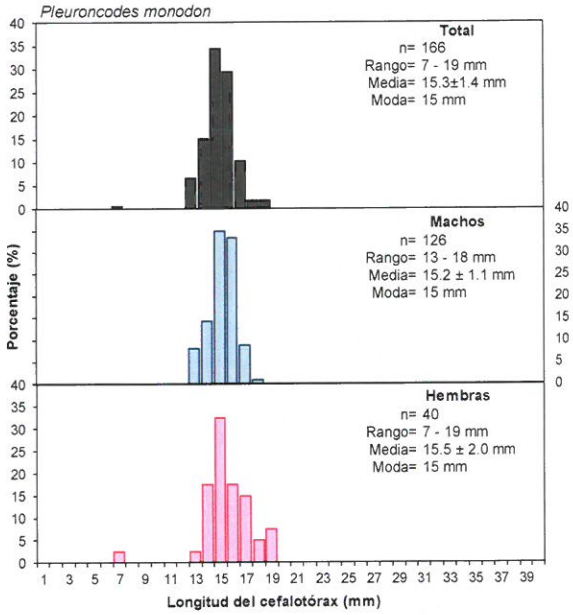


Figura 49. Estructura de tallas de *Pleuroncodes monodon* "múnida" o "camaroncito rojo", Cr 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Otros cefalópodos

***Abraliopsis* sp.**

La estructura de tallas de 345 ejemplares analizados estuvo comprendida entre 10 y 48 mm de LM, con una media de 31,1 mm y moda de 28 mm de LM (Fig. 50).

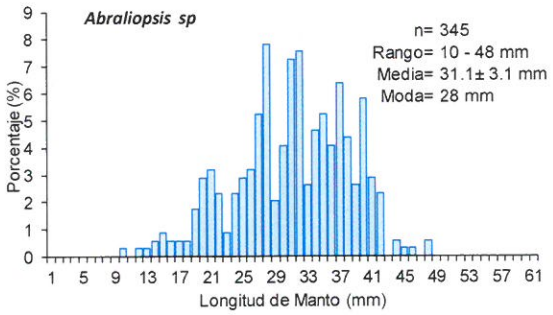


Figura 50. Estructura de tallas de *Abraliopsis* sp, Cr 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

***Argonauta* sp.**

Del análisis de 246 ejemplares, se observó un rango de tallas comprendido entre 7 y 46 mm de LM, con una media de 20,7 mm y moda en 22 mm de LM (Fig. 51).

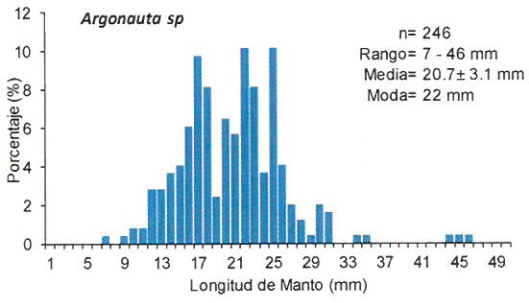


Figura 51. Estructura de tallas de *Argonauta* sp, Cr 1911-12 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Todarodes filippovae

Se presentó una baja incidencia de ejemplares de esta especie (11) durante las operaciones de línea de mano con potera entre Bahía Independencia y Morro Sama; el rango de tallas fluctuó entre 12 y 27 cm de LM.

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI

Peces

Vinciguerria lucetia ""vinciguerria" o "Portador de luces"

La estructura de tallas estuvo comprendida entre 20 y 78 mm de longitud total (LT), con una media de 54,4 mm y moda en 55 mm (Fig. 52).

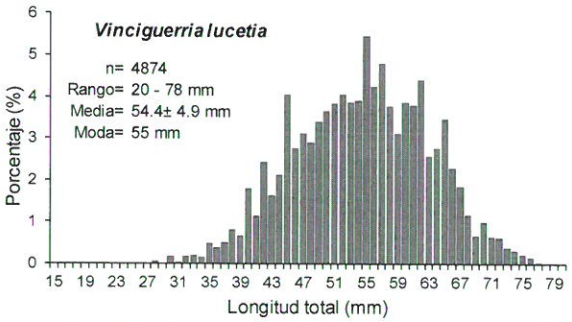


Figura 52. Estructura de tallas de Vinciguerria. Cr. de investigación del calamar gigante. Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

Engraulis ringens "anchoveta"

La estructura por tamaños osciló entre 2,0 y 16,5 cm de longitud total (LT), con una media de 10 cm, moda principal en 10,5 cm y secundarias en 4,0 cm y 13,5 cm (Fig. 53). El 56,5% de los ejemplares analizados estuvieron por debajo de la talla mínima de captura (12 cm LT).

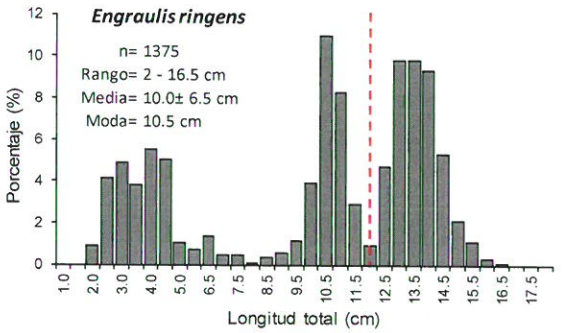


Figura 53. Estructura de tallas de anchoveta. Cr. de investigación del calamar gigante. Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

Respeto a la condición reproductiva, en la zona norte-centro y sur, se observaron ejemplares principalmente maduros (fase 3) y desovantes (fase 4); además de, ejemplares con procesos de recuperación gonadal (fase 5) (Figura 58). Esta condición reproductiva se condice con el índice gonadosomático (IGS) calculado para cada zona, el cual es de 6,7 (zona norte-centro) y 5,6 (zona sur) (Fig. 54).

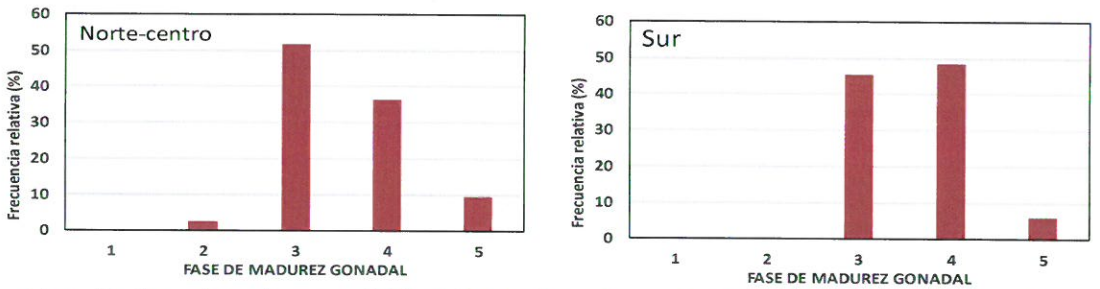


Figura 54. Fases de madurez gonadal de anchoveta *Engraulis ringens* de la zona norte-centro y sur. Cr. de investigación del calamar gigante. Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

Trachurus murphyi "jurel"

La estructura de tallas fue unimodal en 4 cm de longitud total (LT), en un rango de 2 a 11 cm, que correspondió a ejemplares juveniles, con una media de 4,7 cm (Fig. 55).

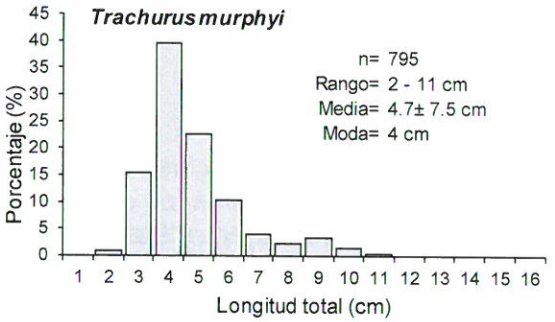


Figura 55. Estructura de tallas de jurel. Cr. de investigación del calamar gigante. Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

3.4 Biodiversidad

3.4.1 Composición por especies de peces e invertebrados en la red de arrastre pelágica

La captura total de peces e invertebrados en la red de arrastre pelágica fue 386,3 kg, constituido por 103 especies, entre las cuales destacaron los grupos de peces (43), moluscos (23), cnidarios (12), artrópodos (12), urocordata (10) y ctenoforos (2) (Tabla 8). Se incluye un grupo gelatinoso y un cnidario no identificado.

La especie de mayor captura fue *Vinciguerria lucetia* (170,3 kg), seguido por el molusco holoplanctónico *Pterotrachea* sp. (51,8 kg) y *Pegea* sp. (36,2 kg). Otras especies presentes en las capturas fueron la anchoveta (*Engraulis ringens*) (23,5 kg) y pota (*Dosidicus gigas)* (16,8 kg); mientras que las demás representaron menos del 8 %, entre ellos el cnidario Scyphozoa (3,8%) y los tunicados *Pyrosoma* sp. (1,9%), *Salpa* spp. entre otros (1,7%) (Fig. 56).

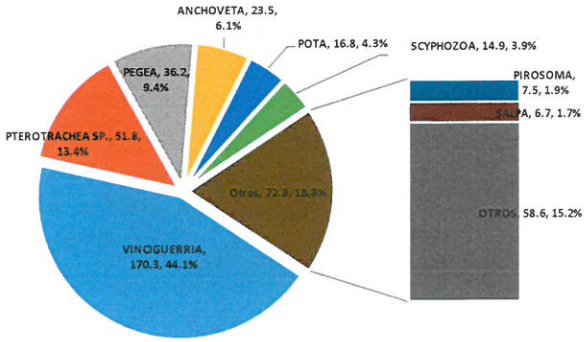


Figura 56. Composición de especies de la captura total obtenida en arrastres de media agua de las zonas norte, centro y sur. Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

Zona Norte

Representó la zona con mayor captura de otras especies (72,8%); principalmente urocordados, salpas *Pegea* sp. (46,2%), seguido de *Dosidicus gigas* (8,8%), salpa (6,3%), *Euphausia mucronata* (6,1%), *Cymbulia* sp. (5,2%) y *Pteroplatytryon violacea* (4,1%).

Las demás especies contribuyeron en conjunto en un 23,3% de la captura total de la zona norte, representando cada una de ellas menos del 4%; entre ellas el bagre faja *Galeicthys peruvianus* (3,5%) y munida *Pleuroncodes monodon* (3,3%) (Fig. 57).

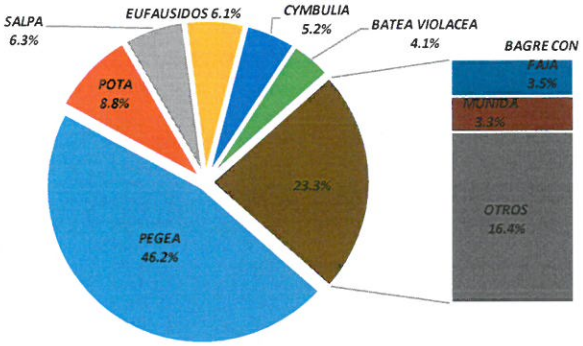


Figura 57. Composición de especies de la captura obtenida en arrastres de media agua de la zona norte. Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

Zona Centro

El mayor porcentaje de captura fue representado por medusas Scyphozoa (56,0 %), seguido por *Dosidicus gigas* (19,2 %), *Engraulis ringens* (12,9 %), *Salpa* spp. (3,8%), otros gelatinosos (3,6%) y *Euphausia mucronata* (2,0%). Las demás especies en conjunto constituyen menos del 3,0% de la captura, entre ellas *Atolla* sp (0,9%) (Fig. 58).

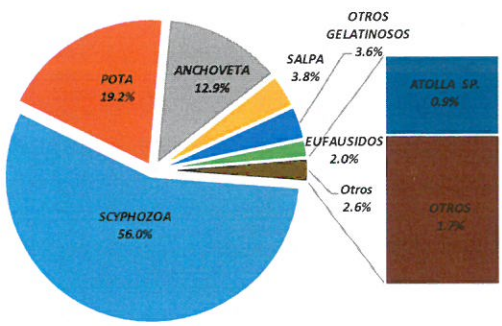


Figura 58. Composición de especies de la captura obtenida en arrastres de media agua de la zona centro. Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Zona Sur

La especie que con mayor porcentaje de captura fue *Vinciguerria lucetia* (60,5%), seguida por el molusco holoplanctónico *Pterotrachea* sp. (18,4%), la anchoveta *Engraulis ringens* (8,4%), *Pyrosoma* sp. (2,7%), salpa *Soestia zonaria* (2,1%) y *Euphasia mucronata* (2,0%). Otras especies, representaron en conjunto el 5,9%, con porcentajes individuales menores a 2,0%, entre ellas *Dosidicus gigas* (1,7%) (Fig. 59).

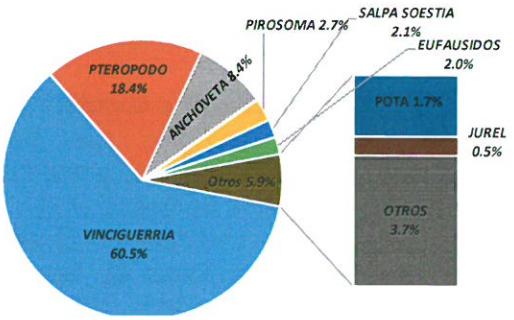


Figura 59. Composición de especies de la captura obtenida en arrastres de media agua de la zona sur. Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

TABLA 8. Listado de especies y capturas (kg) de peces e invertebrados registrados por zonas en los lances de red de arrastre de media agua, durante el Crucero de Investigación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Cr. 1911-12.

GRUPO	NOMBRE CIENTIFICO	Z. NORTE	Z. CENTRO	Z. SUR
ARTHROPODA	*Amphipoda*	0.000	0.000	0.002
	Caridea	0.000	0.000	0.0001
	Isopoda	0.000	0.000	0.0001
	Oxycephalus sp.	0.000	0.000	0.026
	Phronima	0.0002	0.000	0.000
	Pleuroncodes monodon	2.618	0.000	0.0004
	Rhabdosoma sp.	0.000	0.000	0.0002
	Sergestidae	0.008	0.000	0.009
	Squillidae	0.030	0.000	0.000
	Stomatopoda n.d.	0.000	0.000	0.0002
	Euphausia mucronata	4.796	0.524	0.000
	Euphausia sp.	0.000	0.000	5.627
CHORDATA	*Anguiliforme*	0.000	0.000	0.000
	Bathylagidae	0.000	0.000	0.096
	Belonidae	0.000	0.000	0.054
	Carangidae	0.023	0.000	0.000
	Cubiceps pauciradiatus	0.000	0.000	0.069
	Cubiceps pauciradiatus	0.179	0.000	0.000
	Cyclopsetta sp.	0.009	0.000	0.000
	Desmodesma lorum	0.716	0.000	0.000
	Diogenichthys laternatus	0.000	0.000	0.797
	Diogenichthys laternatus	0.605	0.000	0.000
	Engraulis ringens	0.233	3.434	23.516
	Exocoetidae	0.000	0.004	0.910
	Fistularia corneta	0.000	0.000	0.000
	Galeichthys peruvianus	2.764	0.000	0.000
	Gempylus serpens	0.312	0.000	0.000
	Gobiidae	0.002	0.000	0.001
	Hirundichthys rondeletti	0.165	0.000	0.000
	Lampanyctus omostigma	0.000	0.000	0.393
	Lampanyctus sp.	0.097	0.000	0.000
	Larva Leptocephalus	0.140	0.029	0.024
	Leuroglossus stilbius	0.049	0.000	0.033
	Mycthophum sp.	0.013	0.000	0.000
	Myctophidae	0.001	0.000	0.693
	Myctophum aurolaternatum	0.024	0.051	1.146
	Myctophum nitidulum	0.000	0.000	0.005
	Nomeidae	0.031	0.005	0.000
	Pez n.d. 1	0.000	0.000	0.000
	Pez n.d. 2	0.000	0.000	0.044
	Pez n.d. 3	0.000	0.000	0.070
	Pleuronectiforme	0.071	0.000	0.000
	Psenes sio	0.027	0.000	0.061
	Pteroplatytryon violacea	3.250	0.000	0.000
	Sarda chiliensis chiliensis	1.136	0.000	0.004
	Scomber japonicus	0.000	0.000	0.071
	Scomberesox saurus scombroides	0.149	0.000	0.135
	Scopelosaurus sp. c.f.	0.000	0.000	0.001
	Selene peruviana	0.002	0.000	0.000
	Sphoeroides trichocephalus	0.025	0.000	0.000
	Stomias atriventer	0.000	0.000	0.005
	Trachipteridae	0.001	0.000	0.000
	Trachurus murphyi	0.000	0.096	1.479
	Trichiurus lepturus	0.000	0.000	0.001
	Triphoturus mexicanus	0.043	0.000	0.000
	Vinciguerria lucetia	2.038	0.095	170.271
	Scombridae	0.0003	0.000	0.000

GRUPO	NOMBRE CIENTIFICO	Z. NORTE	Z. CENTRO	Z. SUR
CNIDARA	*Cnidaria 2*	0.000	0.000	0.049
	Aequorea sp.	0.000	0.000	0.114
	Atolla spp.	0.262	0.238	0.209
	Cnidaria 3	0.000	0.000	0.080
	Cnidaria 5	0.000	0.000	0.102
	Cranchia scabra	0.000	0.000	0.004
	Hippopodius hipopus	0.010	0.036	0.000
	Liriope tetraphylla	0.146	0.000	0.000
	Scyphozoa	0.000	14.870	0.000
	Siphonophora	0.905	0.002	0.054
	Siphonophora sp1	0.000	0.000	0.013
	Soestia zonaria	0.000	0.000	5.939
	Especie no identificada	0.006	0.000	0.000
CTENOPHORA	*Ctenophora n.d.*	0.000	0.000	0.077
	Hormiphora sp	0.042	0.000	0.000
MOLLUSCA	*Abraliopsis affinis*	0.134	0.000	0.662
	Ancistrocheirus lesueurii	0.000	0.000	0.011
	Argonauta spp.	0.109	0.013	0.627
	Bolitaena sp.	0.000	0.000	0.133
	Chiroteuthis veranyi	0.000	0.000	0.023
	Cranchiidae sp. 1	0.000	0.000	0.001
	Cymbulia sp	4.060	0.000	0.000
	Doryteuthis gahi	0.000	0.000	0.001
	Dosidicus gigas	6.856	5.095	4.876
	Gonatus antarcticus	0.045	0.000	0.056
	Leachia danae	0.000	0.000	0.183
	Leachia dislocata	0.000	0.000	0.015
	Leachia pacifica	0.040	0.000	0.000
	Leachia sp.	0.000	0.000	0.165
	Loliginidae	0.000	0.000	0.001
	Octopodidae	0.000	0.000	0.024
	Onychoteuthis banksii	0.386	0.021	0.140
	Pterigioteuthis spp.	0.012	0.000	0.000
	Pterotrachea sp.	0.467	0.002	51.810
	Pterygioteuthis sp.	0.000	0.000	0.002
	Stenoteuthis sp.	0.0004	0.000	0.000
	Todarodes filippovae	0.000	0.000	0.412
OTROS	*Gelatinoso*	0.943	0.963	0.000
UROCHORDATA	*Cyclosalpa cf. bakeri*	0.000	0.085	0.000
	Cyclosalpa	1.811	0.000	0.000
	Pegea spp.	36.216	0.000	0.000
	Pyrosoma sp.	1.438	0.000	7.489
	Salpa fusiformis	0.000	0.000	0.005
	Salpa sp 1	0.000	0.000	1.250
	Salpa spp.	4.897	1.003	0.765
	Salpidae	0.000	0.000	0.036
	Salpidae 1	0.000	0.000	0.136
	Salpidae 2	0.000	0.000	0.350
Total		78.33880	26.56590	281.36015

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

Principales índices ecológicos

Se presentan los índices ecológicos por zonas (Tabla 9). La zona sur presentó el mayor número de especies (S) en 25 lances de pesca, registrando 70 especies, mientras que la zona norte presentó 55 especies en 22 lances, y la zona centro 19 especies en 25 lances. La mayor diversidad de especies se registró en la zona sur, representada por una alta variedad de moluscos, decápodos y cefalópodos. Por otro lado, la zona centro mostró la mayor equitatividad de Pielou (J') con una distribución de organismos más homogénea. El índice de Dominancia de Simpson (λ) fue mayor en la zona norte, asociada a la gran abundancia de urocordados como *Pegea sp.*, *Salpa sp.* y leptomedudas no determinadas.

Tabla 9. Índices ecológicos, riqueza de especies (S), diversidad (H'), equidad (J'), dominancia (λ) obtenidos en las zonas norte, centro y sur, en el crucero de Pota 1911-12.

	Riqueza (S)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (λ)
Norte	55	0.90331	3.6033	0.96946
Centro	19	0.9535	2.75596	0.95462
Sur	70	0.86951	3.69413	0.96766

3.4.2 Composición por especies de paralarvas de cefalópodos

Los niveles de abundancia de las paralarvas fueron bajas, observando que los estadios rynchonteuthion de *Dosidicus gigas* estuvieron en mayor concentración (de 6 a 12 individuos/muestra) frente a Talara (200 mn), Supe (100 mn) y desde Pisco a Punta Caballas entre 40 y 150 mn; mientras que las concentraciones de 2 a 5 individuos/muestra estuvieron en la zona norte frente a Talara (120 mn), Paita (40 mn) y Pimentel (200 mn). Concentraciones mínimas (1 individuo/muestra) se registraron a lo largo del litoral con una mayor distribución en la zona centro (Fig. 60).

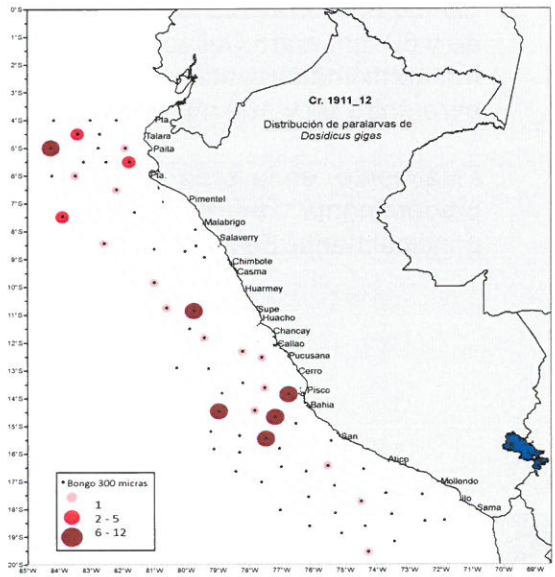


Figura 60. Distribución espacial de paralarvas de *Dosidicus gigas* muestreado con red Bongo 300 300µm en el Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

En relación a otras especies de cefalópodos, las paralarvas de *Argonauta* spp., *Japetella diaphana* y *Abraliopsis* sp. fueron las más frecuentes. Las paralarvas de *Ctenopteryx sícula* y Gonatidae, reportadas en el sur, y de *Ancistrocheirus lesueurii*, *Pterygioteuthis* sp. e *Histioteuthis* sp. registradas en el norte-centro, fueron las menos frecuentes. *Argonauta spp.* fue registrada en la mayor parte del área con altas concentraciones. *J. diaphana* y *Abraliopsis* sp. fueron encontradas principalmente en la zona norte frente a Talara/Paita, y en el centro desde Callao a Pisco (Fig. 61).

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

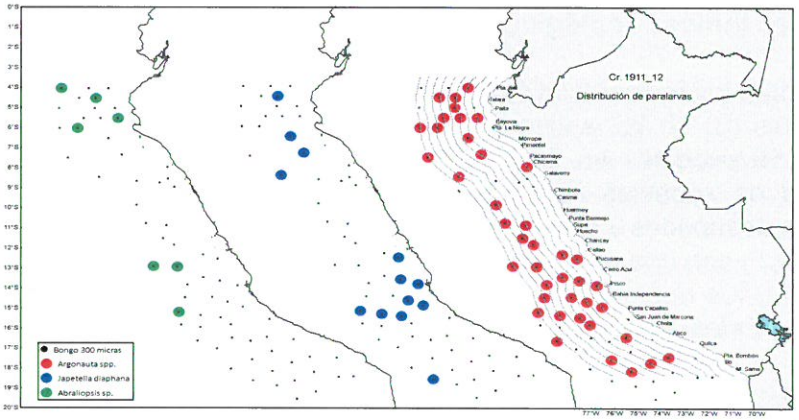


Figura 61. Distribución de especies de paralarvas de cefalópodos más frecuentes muestreados con red Bongo 300µm en el Cr1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt.

3.4.3 Composición por especies del ictioplancton

La especie predominante fue *Vinciguerria lucetia* (Figura 62), cuyos huevos y larvas estuvieron distribuidas desde el sur de Paita hasta Morro, entre 30 y 200 mn. Se encontraron también otras especies mesopelágicas como *Diogenichthys laternatus*, *Lampanyctus parvicauda*, *Triphoturus oculeus, Bathylagus wesethi*, entre otros.

Larvas de anchoveta fueron observadas en 3 zonas bien diferenciadas, frente a Salaverry entre 40 y 60 mn, entre Callao y Pisco hasta 170 mn aproximadamente, y frente a Mollendo hasta 150 mn aproximadamente; mientras que los huevos de anchoveta estuvieron en las mismas zonas, pero entre 90 y 100 mn. (Fig. 63).

Finalmente, en la zona centro y sur del área estudiada, el zooplancton gelatinoso fue el grupo predominante, representando hasta el 90 % de presencia en las muestras recolectadas, principalmente *Salpa sp.*, *Pterotrachea sp.*, *Cyclosalpa* sp. entre otros.

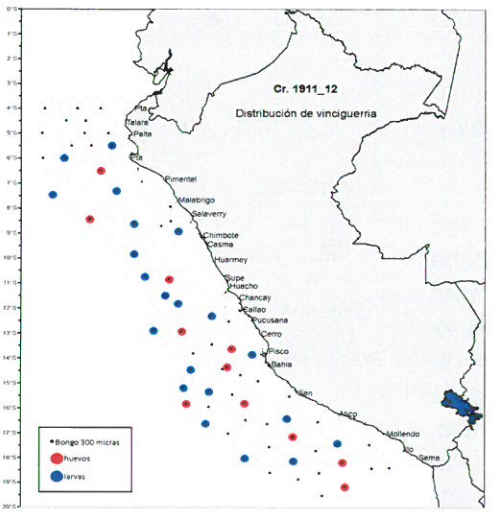


Figura 62. Distribución de huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia* con red Bongo 300µm y Multinet en el Cr. 1911-12 BIC's, "José Olaya Balandra" y Humboldt

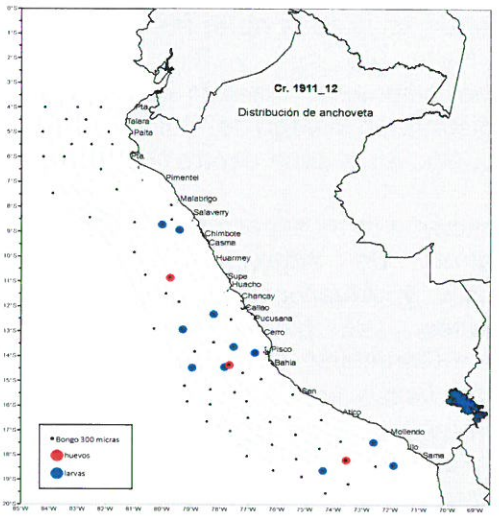


Figura 63. Distribución de huevos y larvas de anchovetas con red Bongo 300µm y Multinet en el Cr.1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DGIRDL
C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI
(e)

3.4.4 Depredadores superiores

Se realizaron 73 avistamientos con un total de 21 453 individuos, divididos en 4 familias y 15 especies. Se registraron 46 avistamientos de delfínidos (21 410 individuos), 25 de cetáceos mayores (41 individuos) y 2 avistamientos de lobos marinos (02 individuos) en 4746.05 km de muestreo entre Punta Sal (Tumbes) y Cerro Azul (Lima) (Tabla 10).

Tabla 10. Composición de mamíferos marinos registrados entre Punta Sal (Tumbes) y Cerro Azul (Lima). durante el Crucero de Investigación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Cr. 1911-12.

Familia	Especie		Abundancia	Frecuencia	Abundancia %	Frecuencia %
	Nombre científico	Nombre Común				
OTARIDAE	*O. flavescens*	Lobo chusco	2	2	0%	2.7%
BALAENOPTERIDAE	*Balaenoptera edeni/borealis*	Ballena Bryde-Sei	15	11	0.1%	15.1%
	Balaenoptera physalus	Ballena de Aleta	1	1	0%	1.4%
	Balaenoptera sp.	Ballena	3	2	0%	2.7%
	Balaenopteridae	Ballena	2	1	0%	1.4%
	Megaptera novaeangliae	Ballena Jorobada	4	2	0%	2.7%
Physeteridae	*Physeter macrocephalus*	Cachalote	16	8	0.1%	11.0%
DELPHINIDAE	*Delphinus delphis*	Delfín común de hocico corto	16 495	17	76.9%	23.3%
	Delphinus capensis	Delfín común de hocico largo	280	5	1.3%	6.8%
	Delphinidae	Delfín	10	1	0%	1.4%
	Delphinus sp.	Delfín	515	3	2.4%	4.1%
	Grampus griseus	Delfín de Risso	85	6	0.4%	8.2%
	Globicephala sp.	Delfín Piloto	26	3	0.1%	4.1%
	Orcinus orca	Orca	4	1	0%	1.4%
	Tursipos truncatus	Delfín mular	3 995	10	18.6%	13.7%
Total general			**21 453**	**73**	**100.0%**	**100.0%**

El delfín común de hocico corto *Delphinus delphis* fue la especie más abundante durante el recorrido, registrando un total de 16 495 individuos, entre 06°S y 13°S, con los grupos más numerosos frente a Punta La Negra, Chicama y Salaverry (1000-4000 ind) a 150 mn. Seguidamente el delfín mular *Tursiops truncatus* (3 995 individuos) se distribuyó entre los 5°S-9,5°S y 12°S-13°S, observando el grupo más numeroso frente a Chicama. En tercer lugar, se registró *Delphinus sp.* (515 individuos) en grupos mixtos con los delfines antes mencionados, principalmente a 70 mn frente a Ancón (Fig. 64).

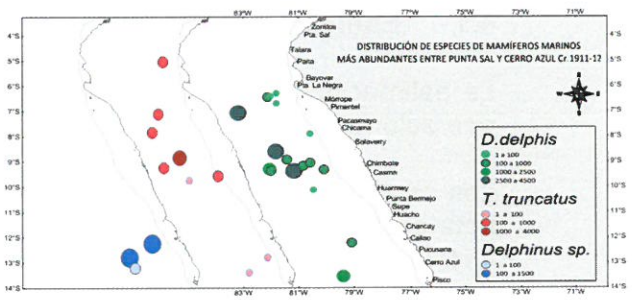


Figura 64. Distribución de las especies más abundantes entre Punta Sal (Tumbes) y Cerro Azul (Lima). Cr 1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt

La especie más frecuente fue el delfín de hocico corto *Delphinus delphis*, con 17 avistamientos entre Punta La Negra y Chimbote, la segunda especie más frecuente fue la ballena de Bryde/Sei *Balaenoptera edeni/borealis* con 11 avistamientos entre Paita y Pimentel y finalmente el delfín mular *Tursiops truncatus* con 10 avistamientos desde Paita hasta Pimentel y volviendo a registrarse entre Callo y Pucusana (Fig. 65).

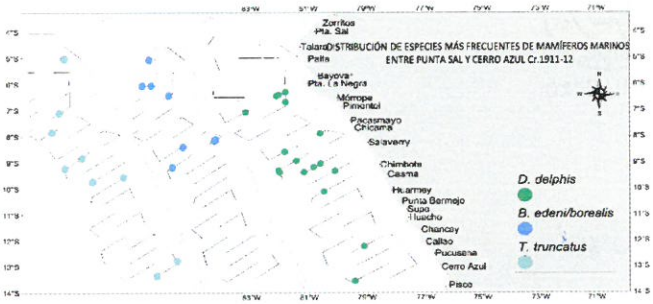


Figura 65. Distribución de las especies más frecuentes entre Punta Sal (Tumbes) y Cerro Azul (Lima). Cr 1911-12, BIC's "José Olaya Balandra" y Humboldt

C. YAMASHIRO

MARIÁTEGUI (e)

Distribución de los mamíferos marinos y masas de agua

Los delfines, en su mayoría de la especie *Delphinus delphis*, se distribuyeron en la zona oceánica entre Pimentel y Pucusana asociados a ASS, y frente a Talara y Punta la Negra relacionados con ATS y AES. Se observó que la distribución de las ballenas, principalmente la ballena de Bryde/Sei y el cachalote (*Physeter macrocephalus*), estuvo relacionada con ASS y aguas de mezcla (ACF+ASS), así como registros acústicos de salpas, eufausidos y vinciguerria; en el norte de Pimentel estuvo asociada con AES (Fig. 66).

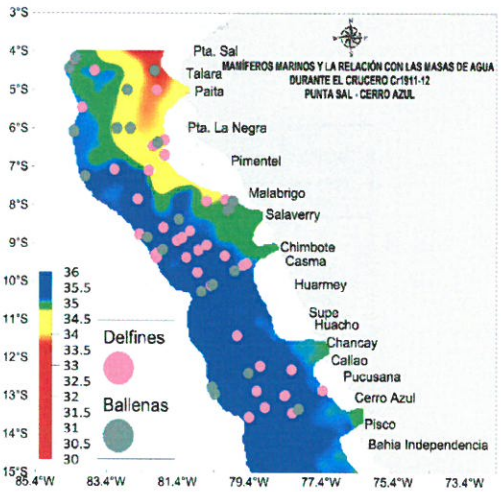


Figura 66. Distribución de los mamíferos marinos y su asociación con masas de agua entre Punta Sal (Tumbes) y Cerro Azul (Lima). Cr 1911-12.

De las aves marinas se registraron 2 especies de albatros: el Albatros de Galápagos (*Phoebastria irrorata*) que se reproduce en la isla Española en Galápagos y el albatros de Salvin (*Thalassarche salvini*) procedente de las islas Bounty en Nueva Zelanda. Estas especies son importantes pues indicarían que llegan a nuestra costa para alimentarse.

Los albatros mencionados se registraron en 51 avistamientos siendo el Albatros de Galápagos (*Phoebastria irrorata*) el más frecuente y con mayor número de individuos (45), entre 40 y 120 mn desde Punta Sal a Pucusana. También se reportó la especie *Phaeton aetherus* (ave del trópico), típica de aguas oceánicas, entre 100 y 150 mn frente a Isla Lobos de Tierra, Huarmey y Pucusana.

4. PROYECCIONES DE CAPTURA PARA EL 2020

4.1 Estimación del máximo rendimiento sostenible

La estimación del máximo rendimiento sostenible se ha realizado utilizando la aproximación operacional de un modelo de biomasa dinámico.

Los parámetros poblacionales que resultaron del ajuste del modelo dinámico de biomasa de la pota o calamar gigante se presentan en la Tabla 11. La capacidad de carga (K) se estimó en 454,13 millones de individuos para el mar peruano. La tasa de crecimiento poblacional fue de 1,3 anual, y el máximo rendimiento sostenible (MRS) de 152,8 millones de individuos; asimismo, la mortalidad por pesca (F) al nivel de MRS fue de 0,673 anual.

Tabla 11. Parámetros poblacionales del calamar gigante en aguas peruanas para el periodo 1999-2019

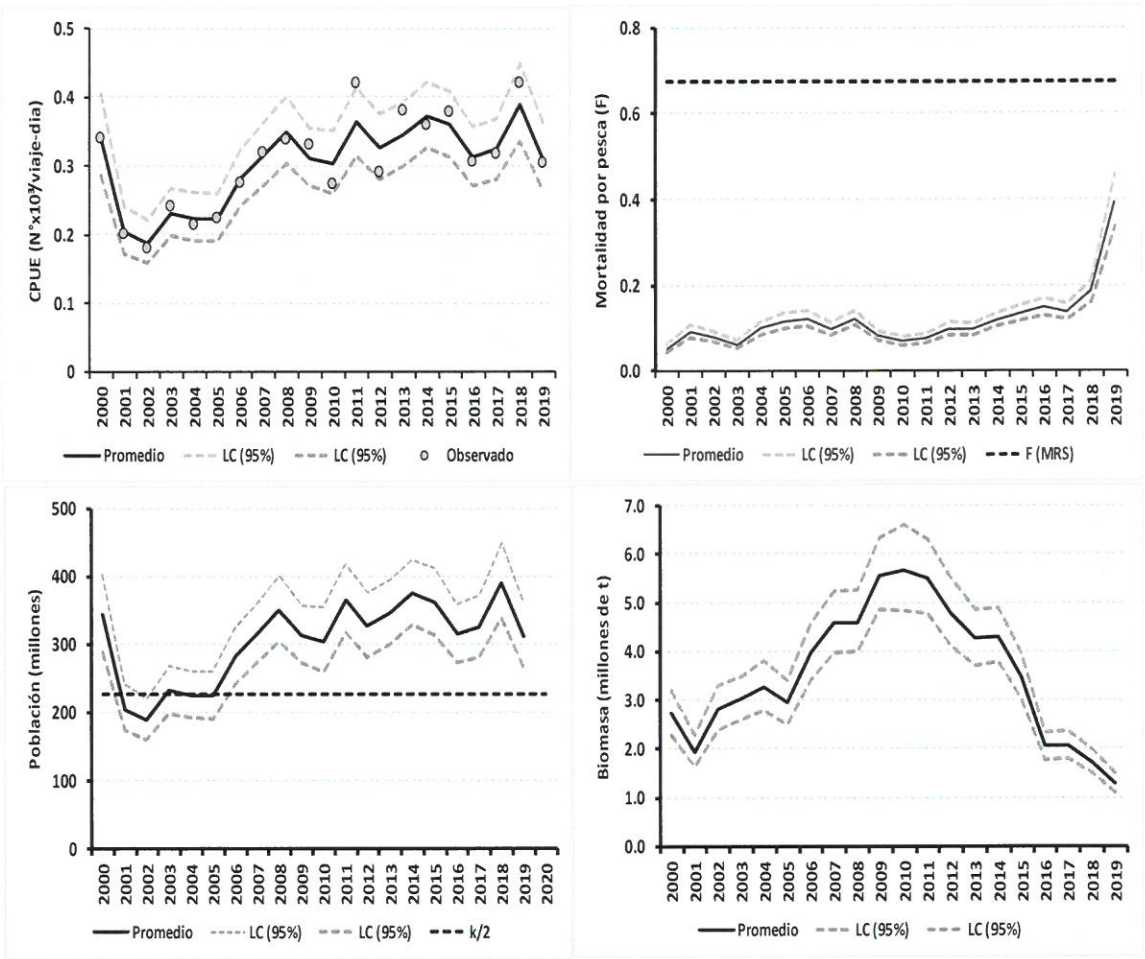
Parámetro	Valor	Coeficiente de variación (%)
K (mill ind) =	454.13	9.21
r (año^{-1}) =	1.3	9.96
MRS (mill ind) (< 200 mn) =	152.8	13.58
MRS (mill ind) (F0.1) (< 200 mn) =	151.2	13.58
MRS (mill ind) (< 200 mn) (F 2/3)=	135.8	13.58
F (MRS) =	0.673	9.955
F (0.1) =	0.606	10.066
F (2/3) =	0.449	10.022

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

En la figura 67 se muestran los valores estimados de la CPUE artesanal y sus respectivos intervalos de confianza, asi como los valores observados. En éstas se puede observar que el modelo logra representar en gran medida los valores de CPUE observados (Fig. 67, superior izquierda), mostrando una tendencia creciente de la abundancia relativa del 2002 al 2011, para posteriormente presentar en el periodo 2015- 2018 valores comprendidos entre 0,31 y 0,43 millones de individuos por viaje-día. La intensidad de la explotación medida por la mortalidad por pesca (F) ha mostrado valores entre 0,05 y 0,39, que no superan el valor de referencia (FMRS), indicando una situación de subexplotación (Fig. 67, superior derecha).

Los niveles poblacionales estimados muestran una tendencia creciente del 2002 al 2011, y posteriormente variaciones interanuales con picos en los años 2014 y 2018. Durante el 2019, la abundancia evidenció un descenso respecto al 2018. Por otro lado, las biomasas estimadas indican un rápido crecimiento del 2001 al 2011, un periodo decreciente del 2011 al 2014, y posteriormente una fuerte reducción durante el 2015-2019. Esta reducción en la biomasa se debe a cambios en el peso promedio de los individuos capturados, los cuales son menores a los registrados en años anteriores (Fig. 68).



C. YAMASHIRO

Figura 67. Valores anuales observados y estimados de la captura por unidad de esfuerzo de la flota artesanal (superior izquierda), la mortalidad por pesca (superior derecha), población (inferior izquierda) y biomasa estimada (inferior derecha). Las líneas entrecortadas representan los límites de credibilidad a los valores promedios estimados de la abundancia relativa (CPUE), mortalidad por pesca (F), población y biomasas. Las líneas negras entrecortadas representan los puntos de referencias objetivos.

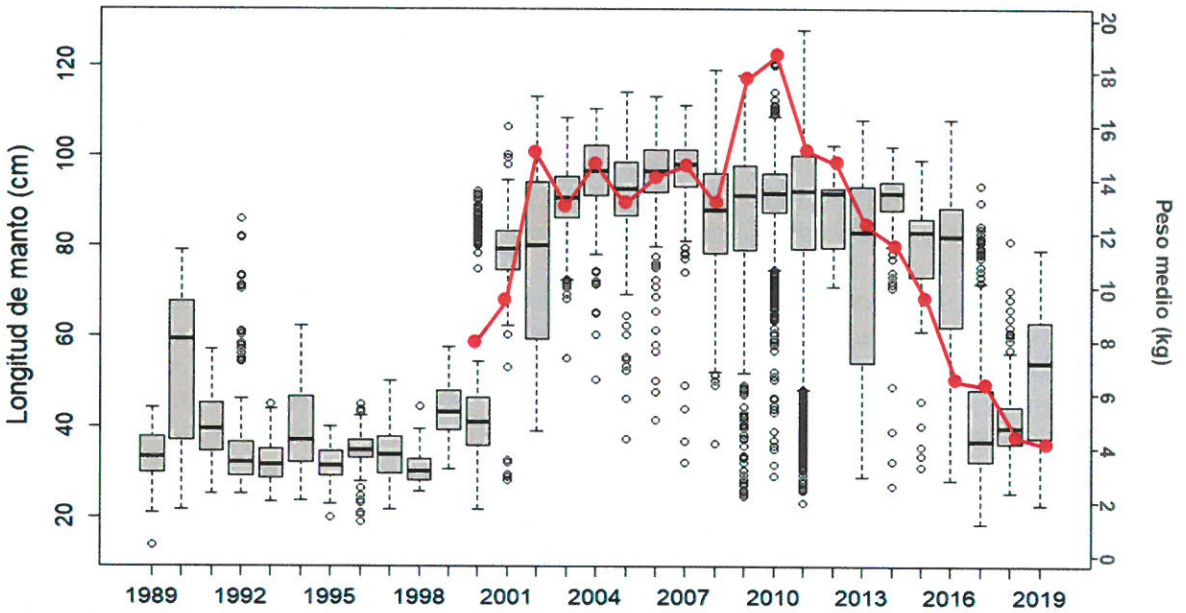


Figura 68. Variación anual de la longitud de manto de ejemplares maduros hembras (diagrama de cajas) y el peso medio total en las capturas (línea roja continua) de calamar gigante *Dosidicus gigas*

4.2 Diagnóstico del stock y proyecciones de captura para el 2020

Para determinar el estado del stock se han considerado dos indicadores: el cociente de la relación entre la población actual y la población prístina, y el cociente de la relación entre la mortalidad por pesca actual (F) y la mortalidad por pesca a nivel de MRS (FMRS). En el primer caso, la razón es de 0,68, lo que representa que la población actual se encuentra por encima del nivel de referencia que equivale al 50% de la población prístina (K). En el segundo caso, la razón entre la mortalidad por pesca actual y la mortalidad por pesca a nivel de MRS es 0,58, lo que señala una intensidad de pesca inferior al que puede soportar el recurso. En la Tabla 11 se observan los valores que deben adoptar estos dos indicadores para caracterizar distintos estados de explotación.

Tabla 12. Indicadores del estado de explotación del calamar gigante

Diagnóstico	Estado Actual	Subexplotado	Sobrexplotado	Óptimo
N actual / (K/2)	0,68	> 0,5	< 0,5	0,5
F actual / F MRS	0,58	< 1,0	> 1,0	1,0

C. YAMASHIRO

4.3 Relación B/Bmrs y F/Fmrs

En la figura 69 se muestra la trayectoria anual de las relaciones B/Bmrs y F/Fmrs, en la cual se observan cuatro áreas que delimitan zonas de sobrepesca, y una zona (en verde) que determina que tanto Bt y Ft no son mayores que los niveles respecto al máximo rendimiento sostenible. En este caso, se observa que la pota se encuentra en el área verde, es decir con (poco riesgo de menguar la población.

L. MARIÁTEGUI (e)

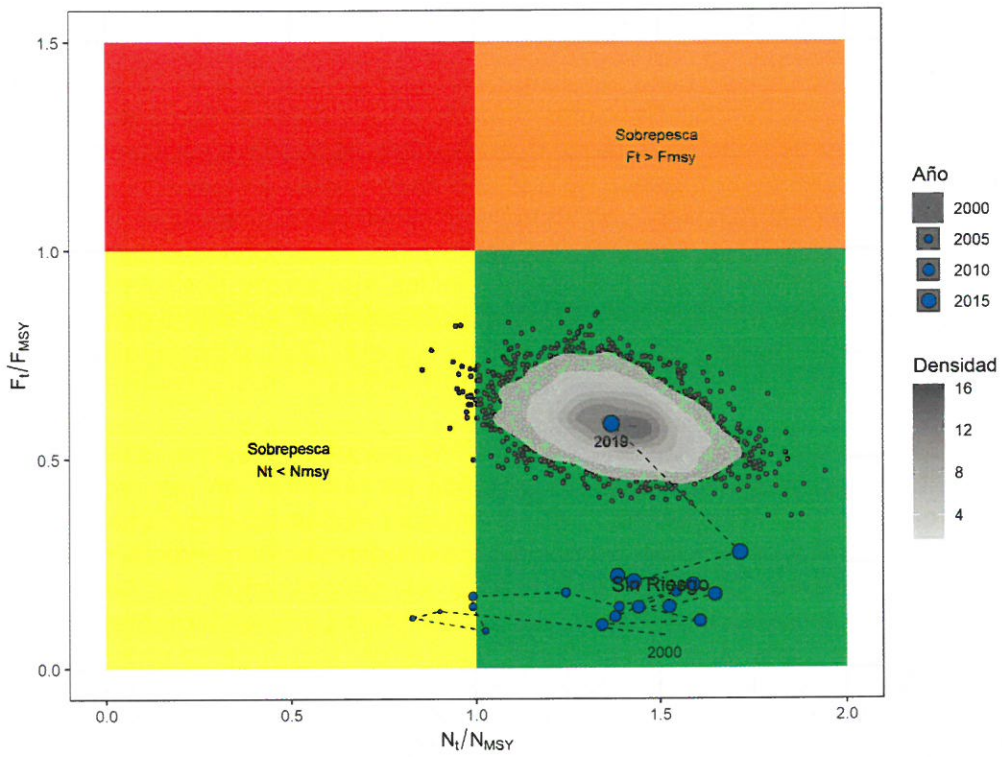


Figura 69. Gráfico Kobeplot mostrando la trayectoria anual de la relación N/Nmrs y F/Fmrs para el calamar gigante

4.4 Análisis de Riesgo

En la tabla 13 se presenta el análisis de riesgo, donde se consideran los niveles de captura que permiten una explotación sostenible y sus respectivas probabilidades de que la población se encuentre por debajo de los niveles de máximo rendimiento sostenible (F (2/3), F (0.1) y MRS).

Tabla 13. Análisis de riesgo a diferentes niveles de captura y la probabilidad de que la población se encuentre por debajo de la población al MRS estimada para el 2020 (N_{2020}) usando un peso corporal promedio de 4.1 kg

Nivel de Captura		1 año
Número (millones)	Peso (t)	Pr ($N_{2020} < N_{2019}$)
100.0	413223	2%
110.0	454545	4%
120.0	495868	8%
130.0	537190	16%
135.8	$2/3F_{MRS}$ (561116 t)	23%
140.0	578512	29%
150.0	619835	47%
151.2	$F_{0.1}$ (624942 t)	50%
152.8	MRS (631256 t)	52%
160.0	661157	66%
170.0	702479	81%
180.0	743802	90%
190.0	785124	95%
200.0	826446	98%
210.0	867769	99%
220.0	909091	100%
230.0	950413	100%
240.0	991736	100%
250.0	1033058	100%
260.0	1074380	100%

C. YAMASHIRO

MARIÁTEGUI (G)

4.5 Perspectivas de explotación

En base a la información de la pesquería del calamar gigante al 2019, se ha actualizado el modelo dinámico de biomasa de Schaefer basado en un método no jerárquico Bayesiano, que ha permitido tener estimaciones de la incertidumbre asociada a los valores de los parámetros del modelo. Mediante este modelo, se han estimado niveles poblacionales disponibles del calamar gigante para el mar peruano, con un máximo rendimiento sostenible (MRS) de 152,8 millones de individuos, el cual debe considerarse como punto de referencia límite (Caddy y Mahon, 1995; Mace, 2000), debido a las debilidades de los supuestos que generan el cálculo del MRS. Además, teniendo en cuenta el enfoque ecosistémico, se han estimado puntos de referencia alternativos y de menor riesgo como el F (0,1) y el F (2/3), y los rendimientos a estos niveles de pesca (Tabla 11).

Desde el inicio de la pesquería del calamar gigante en aguas peruanas se ha registrado la presencia de diferentes grupos de tamaños de madurez en las capturas. A partir del 2000, caracterizado por la presencia de anomalías térmicas negativas, principalmente se han registrado individuos de gran tamaño los cuales permitieron rendimientos mayores a las 500 mil toneladas anuales. Sin embargo, durante los últimos años, los tamaños corporales en las capturas han presentado una disminución indicando cambios temporales en la talla de madurez, peso medio del calamar en las capturas, y por ende, mayormente un menor rendimiento, excepto en el 2019 donde las capturas fueron cercanas a las 500 mil toneladas.

Para las proyecciones de pesca del 2020, se supone una dominancia y persistencia de calamares de tamaño mediano de madurez (peso medio = 4,1 kg). Bajo este supuesto, y teniendo en cuenta que la captura no debe superar los 135,8 millones de individuos F (2/3), los niveles de pesca para el 2020 no deben superar las ~ 560 mil toneladas.

5. CONCLUSIONES

El calamar gigante presentó una amplia distribución en el área evaluada, entre 38 y 194 mn de distancia a la costa, con mayores densidades frente a Pta. Sal y Salaverry (04°S-08°30'S) de 80 a 190 mn de distancia a la costa, y frente a Mollendo-Ilo de 90 a 120 mn de la costa. El índice de concentración fue mayor entre 03°S-05°S, con valores entre 76,9-100.6 m^2/mn^2 y en los 8°S y 13°S, entre 56,8 y 53,3 m^2/mn^2. La distribución vertical del recurso abarcó profundidades de 2 a 420 m, durante la noche se encontró hasta 90 m de la superficie y durante el día se profundizó debajo de los 150 m.

En el análisis latitudinal, los mayores valores de CPUE fueron localizados en la zona norte tendiendo a disminuir hacia la zona sur (Fig. 70a), situación que se vio reflejada también en la pesquería del recurso durante el 2018 y 2019 (Fig. 70b); sin embargo, en el 2015 y 2016 se

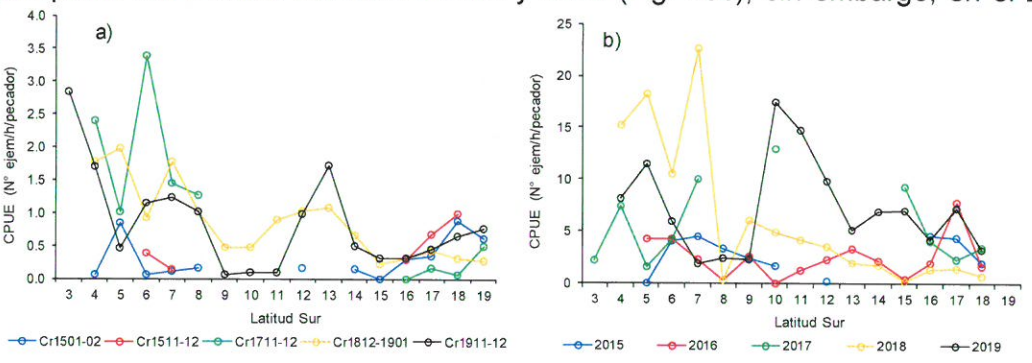


Figura 70. Variación latitudinal de la CPUE promedio (N° ejemplares/h/pescador) durante los cruceros de investigación del calamar gigante (a) y de la flota artesanal (b)

evidenciaron valores de CPUE ligeramente mayores en la zona sur, debido a que El Niño 2015-2016, de intensidad fuerte, afectó principalmente, la zona norte en donde regularmente se concentra el 88% de las capturas del recurso, y esto ocasionó una disminución paulatina de los desembarques, con mayor intensidad entre junio de 2015 y febrero de 2016.

De otro lado, por distancia a la costa, se observaron mayores índices de abundancia de pota fuera de las 100 mn, en donde las condiciones oceanográficas estuvieron caracterizadas por la presencia de aguas de mezcla de ACF y ASS (Fig. 71a), a diferencia de lo observado en la pesquería del recurso, donde los mayores valores se registraron en el rango de 60-80 mn, asociado a la autonomía de las embarcaciones artesanales poteras (Fig. 71b),

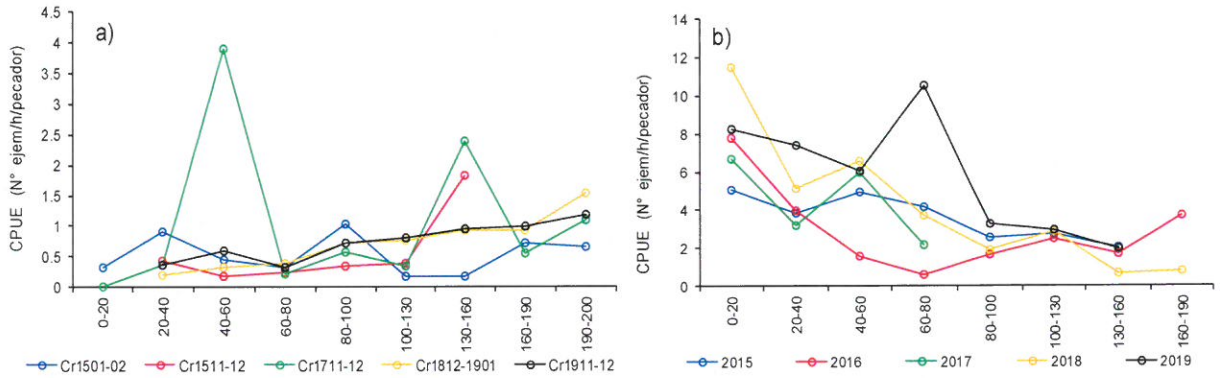


Figura 71. Variación de la CPUE promedio (N°/ejem/h/pescador) por distancia a la costa, durante los cruceros de investigación de calamar gigante (a) y de la flota potera artesanal (b).

En relación a la estructura de tallas del calamar gigante se observó la predominancia de ejemplares de tamaño pequeño y mediano, similares a los registrados desde 1989 hasta el 2000, año a partir del cual se evidenció el cambio en las características fenotípicas en cuanto a tallas, con la presencia de ejemplares de mayor tamaño de madurez (Csirke et al., 2018; Arguelles & Taipe, 2018). Las tallas medias mostraron un ligero incremento con relación al crucero Cr.1812-1901 (Fig. 72)

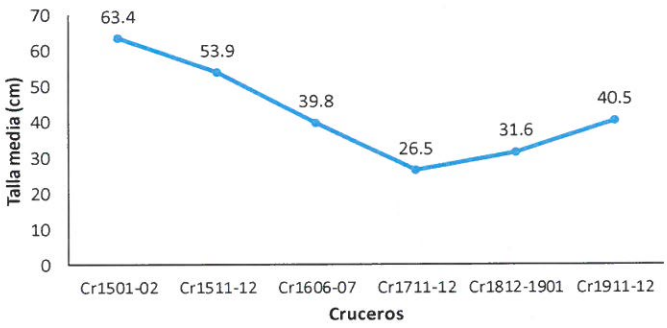


Figura 72. Variación de la talla media del calamar gigante durante los cruceros 2015 al 2019

Los cambios ambientales de mediano plazo ocurridos durante los últimos años, que se manifiesta en un posible cambio de régimen reflejado por el Índice de Oscilación Peruano, puede haber influido en variaciones en la capacidad de carga o en la productividad del sistema, manifestándose en el predominio de ejemplares de maduración a tallas menores

En conclusión, una de las principales causales del cambio en la disponibilidad del recurso es la alta variabilidad ambiental que caracteriza al mar peruano, la cual tiene un fuerte efecto sobre la distribución, concentración y disponibilidad del calamar gigante. En tal sentido, las proyecciones de pesca para el manejo pesquero, podrán cumplirse en la medida que las condiciones ambientales evolucionen de manera favorable para las operaciones de pesca, lo que representaría una mejora en la disponibilidad del recurso en los caladeros convencionales.

C. YAMASHIRO

6. RECOMENDACIONES

Bajo la hipótesis de que en las actuales condiciones ambientales predominantes, existe una dominancia y persistencia del calamar gigante de tamaño mediano de madurez, se recomienda que la tasa de mortalidad por pesca (F) máximo para el 2020 no sea mayor al $F_{2/3MRS}$, contenida en la tabla 13 del presente informe, lo que significaría que el nivel de captura no debería exceder las ~ 560 mil toneladas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGÜELLES J, TAIPE A. 2018. Variabilidad espacio temporal de la estructura por tallas de *Dosidicus gigas* (d´Orbigny, 1835) en aguas peruanas entre 1958 y 2015. Bol Inst Mar Perú. 33(2):167-174.

ARGUELLES J, TAFUR R. 2010. New insight on the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Northern Humboldt Current System: Size at maturity, somatic and reproductive investment. Fish Res 106: 185-192

ARKHIPKIN A, ARGUELLES J, SHCHERBICH Z, YAMASHIRO C. 2015. Ambient temperature influences adult size and life span in jumbo squid (*Dosidicus gigas*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 72:400-409.

CADDY J, MAHON R. 1995.Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical paper 347, 83 pp

CASTILLO, R., PERALTILLA, S., ALIAGA, A., FLORES, M., BALLÓN, M., CALDERÓN, J., & GUTIÉRREZ, M. (2011). Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Versión 2009. Informe del Instituto del Mar del Perú, 36(1-2), 7–28.

CHIRICHIGNO. N. Y L. VELEZ. 1998. Clave para identificar los peces Marinos del Perú (2da. Edición) Publ. Especial Inst. Mar Perú. 502 pp.
CSIRKE, J. 2018. Informe sobre los resultados de la 6a reunión del Comité Científico (SC-06) de la Organización Regional de Ordenación Pesquera del Pacífico Sur (OROP-PS), llevada a cabo en Puerto Varas, Chile, del 9 al 14 de setiembre 2018. Informe al IMARPE del 18 de octubre de 2018: 106p

DE ROBERTIS, A., AND HIGGINBOTTOM, I. (2007) A post-processing technique for estimation of signal-to-noise ratio and removal of echosounder background noise. ICES Journal of Marine Science, 64, 1282-1291.

DEMER, D.A., BERGER, L., BERNASCONI, M., BETHKE, E., BOSWELL, K., CHU, D., DOMOKOS, R., ET AL. 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Cooperative Research Report No. 326. 133pp.

FISHER W, KRUPP F, SCHNEIDER W, SOMMER C, CARPENTER K.E, NIEM V.H. FAO; Rome: 1995. Guia FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico centro-oriental.

GUEVARA-CARRASCO R, MARIATEGUI L, YAMASHIRO C. 2018. Aspectos de la ordenación pesquera del calamar gigante o pota (Dosidicus gigas) y la variabilidad climática en el Perú. Bol Inst Mar Perú. 33(2): 285-301.

GUTIÉRREZ M. 2002. Determinación de la Fuerza de Blanco de las principales especies del Mar Peruano. Universidad Nacional Federico Villarreal. 81 pp.

GUTIÉRREZ M. 2014. Dinámicas e interacciones entre las principales especies pelágicas costeras y oceánicas de la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt entre 1966 y 2012. Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura (FOPCAA) de la Universidad Nacional Federico Villarreal. 303 pp.

HOLM-HANSEN, O, LORENZEN C.J.,HOLMES, R.W. AND STRICKLAND, J.D.H. 1965. Fluometric determination of chlorophyll. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 30 N°1 (3-15) Copenhague, Déccembre 1965

YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

IMARPE 2016. Situación del calamar gigante durante el 2015 y perspectivas de pesca para el 2016. Inf. Int. Inst. Mar del Perú.

IMARPE 2019. Colecta de tejido muscular del calamar gigante *Dosidicus gigas* para análisis molecular. Instructivo Int Inst. Mar del Perú.

INDACOCHEA, A.,PAREDES, F.,ROMERO, M., CARBAJAL, P.,GÓMEZ, C. KAMEYA A. 2007. Protocolo – IMARPE: Colecta y conservación de peces, invertebrados y algas marinas bentónicas para su identificación 2013. Informe Interno-IMARPE.

JEREB, P., ROPER, C.F.E. (Eds.), 2010. Cephalopods of the World. An Annotated and Illustrated. Catalogue of Cephalopod Species Known to Date. Vol 2. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, Vol. 2. FAO, Rome, No. 4.

KRUSCHKE, J. 2015. Doing bayesian data analysis: A tutorial with R, JAGS, and Stan. 2da edición. Elsevier Inc. 759 p.

Mace PM (ed) 2000. Proceedings of the 6th NMFS National Stock Assessment Workshop (NSAW): Incorporating Ecosystem Consideration into Stock Assessment and Management Advice. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO 46, 78 pp.

NESIS K. 1982. Cephalopods of the world ocean. "Legkaya I pishchevaia promishlennost".

NIGMATULLIN CH.M., NESIS K., ARKHIPKIN A. 2001. A review of the biology of the jumbo squid Dosidicus gigas (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fish Res 54:9-19.

PLUMMER M., BEST N., COWLES K. Y VINES K. 2006. CODA: Convergence Diagnosis and Output Analysis for MCMC, R News, vol 6, 7-11

PRODUCE. 2015. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2015

SIMMONDS J. AND MACLENNAN D. 2005. Fisheries Acoustics. Theory and Practice. Second edition published by Blackwell Science 2005. Pag. 436.

SIMRAD. 2012. Manual del Operador de la Ecosonda Científica Simrad EK60 Rev D. 2012. Konsberg.

SIMRAD. 2016. Manual del Operador de la Ecosonda Científica Simrad EK80 Rev D. 2016. Konsberg.

TAFUR JIMÉNEZ, RICARDO; MARIÁTEGUI ROSALES, LUIS; CONDORI CONDORI, WALTER; BUITRÓN DÍAZ, BETSY. 2016. Protocolo para muestreo biológico y biométrico de cefalópodos. Informe IMARPE 43(4), p.375-401.

TAFUR, R., L. MARIÁTEGUI, C. YAMASHIRO, M. SANJINEZ & J. MENDOZA. 2019. Protocol for biological and biometric sampling of Jumbo Flying Squid in use in Peru. http://www.sprfmo.int/assets/2019-SC7/Meeting-Docs/SC7-SQ04-Protocol-for-biological-and-biometric-sampling-of-Jumbo-Flying-Squid-in-Peru.pdf

Yamashiro, C., L. Mariátegui, R. Tafur, G. Castillo, J. Argüelles, C. Goicochea, A. Alegre, J. Sánchez, A. Taipe & M. Sanjinez. 2018. Sistema de monitoreo de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Perú. Bol Inst Mar Perú. 33(2):2018. http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3243

YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

ANEXO

Personal Científico participante en el Crucero de Investigación del Calamar gigante Cr.1911-12

BIC "JOSÉ OLAYA BALANDRA" ZONA NORTE-CENTRO

1.	Dr.	Luis Mariátegui Rosales	Jefe de Cucero (Responsable General)
2.	Blga.	María Nelly Sanjinez Alvites	Jefe Grupo Invertebrados Marinos
3.	Ing.	Juan José Chambilla Llanos	
4.	Blga.	Ericka Marylin Espinoza López	
5.	Blgo.	Aldo José Rodríguez Flores	Jefe Grupo de Pelágicos
6.	Ing.	Oswaldo Miguel Flores Huamán	Jefe Grupo Acústica y Pesca
7.	Est.	Germán Pablo Chacón Nieto	
8.	Tec.	Jairo Rafael Calderón Martell	
9.	Tec.	Armando Fiestas Llenque	
10.	Ing.	Luis Manuel Beltrán Balarezo	Jefe Grupo Oceanografía
11.	Blgo.	Jorge Luis Barturén Silva	
12.	Tec.	Miguel Ángel Sarmiento Díaz	

BIC "HUMBOLDT" ZONA SUR

1.	Blgo.	Ricardo Tafur Jiménez	Jefe de Cucero
2.	Blga.	Jimena Mercedes Mendoza Samamé	Jefe Grupo Invertebrados Marinos
3.	Ing.	Beatriz Milagros Aragón Paniagua	
4.	Tec.	Celso Jacinto Temoche	
5.	Tec.	Antonio Iván Navarro Alzamora	
6.	Tec.	Ronald Gustavo Querevalú Barba	
7.	Tecn.	Francisco Javier Paiva Saba	Jefe Grupo de Pelágicos
8.	Tec.	Christian Omar Jimenez Cama	
9.	Ing.	Amado Che Cruz García	
10.	Ing.	Gustavo Renato Cuadros Caballero	Jefe Grupo Acústica y Pesca
11.	Ing.	David Vargas Mariluz	
12.	Ing.	Wuilliam Roger Calderón Vivar	
13.	Tec.	Néstor Artemio Saavedra Correa	
14.	Ing.	Noel Yovani Dominguez Obregón	Jefe Grupo Oceanografía
15.	Blgo.	Percy Alejandro Montero Rodríguez	
16.	Blga.	Luz Ximena Orozco Montenegron	

C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI (e)

PERÚ | Ministerio de la Producción

| DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO EN PESCA Y ACUICULTURA

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

IMARPE
Instituto del Mar del Perú
Oficina de Trámite Documentario
28 ENE 2020
SITRADOC N°: 0534
Recibido: ..... Hora: 15:30
CONSULTAS Telf.: 208-8650 Anexo: 897 / 858

Lima, 21/01/2020

OFICIO Nº 00000030-2020-PRODUCE/DGPARPA

30 ENE. 2020
0035

Señor(a):
JAVIER GAVIOLA TEJADA
PRESIDENTE DEL CONSEJO DIRECTIVO
IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)
ESQ.GAMARRA Y GRAL.VALLE S/N - CHUCUITO - CALLAO - CALLAO - CALLAO
CALLAO-CALLAO-CALLAO

Asunto : Proyecciones de captura del recurso calamar gigante o pota *(Dosidicus gigas)* para el año 2020.

Referencia : a) Oficio N° 1074-2019-IMARPE/DEC (Registro N° 121432-2019)
b) Oficio N° 840-2019-PRODUCE/DGPARPA

Tengo el agrado de dirigirme a Usted para saludarle cordialmente, y al mismo tiempo, con relación a los documentos de la referencia, reiterar a su Despacho se sirva informar a esta Dirección General acerca de las perspectivas de explotación del recurso calamar gigante o pota, a efectos de establecer la cuota de captura para el año 2020.

En esta misma línea, le solicito tenga a bien remitir el Informe final del Crucero de investigación del calamar gigante *(Dosidicus gigas)* llevado a cabo entre noviembre y diciembre del 2019.

Sin otro particular, expreso a usted mi consideración y estima personal.

Atentamente,

SILVIA VELÁSQUEZ SILVA
Directora General de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura

CC: DVPA

DPO/RYCC/eal

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS DEMERSALES Y LITORALES
30 ENE 2020
RECIBIDO
Por:.....Hora:.....

Firmado digitalmente por: VELASQUEZ SILVA Silvia Irene FAU 20504794637 hard
Empresa: MINISTERIO DE LA PRODUCCION
Lugar: Perú
Motivo: Soy autor del documento
Fecha/Hora: 21/01/2020 15:34:28

Esta es una copia autenticada imprimible de un documento electrónico archivado por el MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013- PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas en la siguiente dirección web: "https://edocumentostramite.produce.gob.pe/verificar/" e ingresar clave: JL31N7OK

EL PERÚ PRIMERO