

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE PESQUERÍA



**“Análisis de la captura incidental en la pesquería industrial de
cerco anchovetera en el litoral peruano durante el período
2003-2011”**

Presentado por:

MARITZA SOFIA SALDARRIAGA MENDOZA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
Ingeniero Pesquero**

Lima – Perú

2015

M11.
S34
T

I. INDICE

Índice general

I.	INDICE.....	1
II.	RESUMEN	15
III.	INTRODUCCIÓN.....	16
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	18
4.1.	Distribución y Abundancia de la anchoveta peruana (<i>Engraulis ringens</i>)	18
4.2.	Los recursos acompañantes de la anchoveta peruana	19
4.3.	La pesquería de anchoveta.....	21
4.3.1.	Marco regulatorio de la pesquería industrial	23
4.4.	Bycatch	24
4.4.1.	Descartes.....	25
4.4.1.1.	Descartes en el mundo	25
4.4.1.2.	Descartes en Perú.....	25
4.4.2.	Captura incidental.....	27
4.4.2.1.	Captura incidental en el mundo	27
4.4.2.2.	Captura incidental en Perú.....	28
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1.	Formulación de las hipótesis.....	30
5.2.	Zona de estudio	30
5.3.	Materiales.....	32
5.4.	Metodología de análisis	34
5.4.1.	Variación temporal de la captura incidental.....	34
5.4.2.	Variación de la captura incidental por regiones	35
5.4.3.	Variación de la captura incidental por flota de pesca.....	36
5.4.4.	Variación de la captura incidental ante eventos cálidos y fríos.	36

43811

VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	36
6.1.	Variación temporal de la captura incidental	36
6.1.1.	Variación temporal de la captura incidental por grupos de especies.....	38
6.1.1.1.	Recursos costeros.....	38
6.1.1.2.	Recursos transzonales	40
6.1.1.3.	Recursos pelágicos.....	41
6.1.1.4.	Otros recursos	42
6.1.2.	Variación temporal de la captura incidental por especies de peces.....	43
6.2.	Variación de la captura incidental por región de pesca	44
6.2.1.	Variación de los volúmenes de captura incidental por región de pesca	44
6.2.2.	Variación de la biodiversidad por región de pesca.....	49
6.3.	Variación de la captura incidental por flota de pesca	53
6.4.	Variación de la captura incidental ante eventos cálidos y fríos	59
VII.	CONCLUSIONES.....	70
VIII.	RECOMENDACIONES	72
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
X.	ANEXOS.....	78

Índice de tablas

Tabla 1.- Longitud máxima de las redes de cerco para embarcaciones que cuenten con permiso de pesca para anchoveta (R.M N° 225-2001-PE)	22
Tabla 2.- Estimación de Captura incidental en la pesquería industrial de cerco del stock norte-centro de la anchoveta peruana obtenidos mediante “bootstrap”. (Torrejón, 2014)..	27
Tabla 3.- Número de días efectivos de pesca durante el periodo de estudio (2003-2011) para cada stock de anchoveta.	31
Tabla 4.- Eventos El Niño en la costa de Perú (ENFEN, 2012).....	33
Tabla 5.- Eventos La Niña en la costa de Perú (ENFEN, 2012)	33
Tabla 6.- Listado de puertos de desembarque considerados dentro de cada región (Norte, Centro y Sur)	35
Tabla 6.- Composición de las capturas incidentales de la flota industrial de anchoveta por región (Norte, Centro y Sur) y por grupos de especies (Costeros, Transzonales, Pelágicos, Oceánicos, Demersales y Otras especies) encontradas durante el periodo (2003-2011). ..	50
Tabla 7.- Número de especies presentes en la captura incidental por año para cada región (Norte, Centro y Sur).....	51
Tabla 8.- Listado de especies con presencia permanente en la captura incidental de cada una de las regiones de pesca durante el periodo 2003-2011.....	52
Tabla 9.- Índices de similitud de Jaccard entre las regiones norte, centro y sur para cada año del periodo 2003-2011.....	53
Tabla 10.- Distribución porcentual de la flota industrial de acero e industrial de madera dentro de cada región durante el periodo (2003-2011).....	54

Tabla 11.- Número de embarcaciones promedio diario de cada flota de pesca para cada año del periodo de estudio (2003-2011).....	54
Tabla 12.- Valores de la correlación entre la ATSM y la captura incidental (Cap. Inc), Captura incidental por captura de anchoveta (Ci/Ca) y la captura por unidad de esfuerzo (CiPUE) por puerto de desembarque para el periodo 2005-2011.	61
Tabla 13.- Valores de la correlación entre el ICEN y la captura incidental (Cap. Inc), Captura incidental por captura de anchoveta (Ci/Ca) y la captura por unidad de esfuerzo (CiPUE) para todo el periodo 2003 - 2011.....	67

Índice de figuras

Figura 1.- Diagrama Hovmöller de la biomasa latitudinal de anchoveta entre 1966 y 2009. Sobrepuestas sobre la figura se indica el centro de gravedad latitudinal de la biomasa de anchoveta (línea sólida negra), las capturas anuales de anchoveta (línea sólida azul) y los eventos El Niño (barras achuras verticales). Las barras grises indican áreas no prospectadas. (Gutierrez <i>et al.</i> 2012).....	18
Figura 2.- Distribución de los recursos ícticos por su ubicación en la columna de agua y distancia a la costa en el ecosistema de la Corriente del Humboldt. (Modificado de FAO, 1994).....	20
Figura 3.- Distribución porcentual de recursos en términos de biomasa entre abril 1998 – 2006 (Castillo <i>et al.</i> 2009e)	21
Figura 4.- Desembarque histórico de la pesquería de anchoveta <i>Engraulis ringens</i> en Perú (Torrejón, 2014)	22
Figura 6.- Estimación de los descartes a) Por exceso de captura, b) Por juveniles y c) Por captura incidental en la pesquería industrial de cerco del stock norte-centro de la anchoveta peruana obtenidos mediante Bootstrap, GLM y el Modelo Delta (Torrejón, 2014)	26
Figura 7.- Fotografía de la bodega de una embarcación industrial en la cual se aprecia la presencia Caballa (<i>Scomber japonicus</i>) (IMARPE-Programa de bitácoras de pesca)	29
Figura 8.- Fotografía de la bodega de una embarcación industrial en la cual se aprecia la presencia Múnida (<i>Pleuroncodes monodon</i>) (IMARPE-Programa de bitácoras de pesca). 29	
Figura 9.- Fotografía de la bodega de una embarcación industrial en la cual se aprecia la presencia Pota (<i>Dosidicus gigas</i>) (IMARPE-Programa de bitácoras de pesca)	29

Figura 10.- Área de estudio, dividida en 3 regiones para el análisis espacial de la captura incidental. (Elaboración propia)	31
Figura 11.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual para todo el litoral peruano (2003-2011), la respectiva serie suavizada con un promedio corrido de 7 meses (azul) y la tendencia lineal.	37
Figura 12.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), el porcentaje de captura incidental en la captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para todo el litoral peruano (2003-2011).....	37
Figura 13.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a los recursos costeros durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).	39
Figura 14.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para los recursos costeros durante el periodo 2003-2011.	39
Figura 15.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a los recursos transzonales durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).	40
Figura 16.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para los recursos transzonales durante el periodo 2003-2011.....	40
Figura 17.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a los recursos pelágicos durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).	41

Figura 18.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para los recursos pelágicos durante el periodo 2003-2011.	42
Figura 19.- Distribución de la captura incidental total en los tipos de recursos que la conforman (Peces, Crustáceos y Moluscos) en el periodo de estudio (2003-2011) para todo el litoral peruano.	43
Figura 20.- Distribución de las capturas incidentales anuales por especies de peces durante el periodo 2003-2011.	44
Figura 21.- Series de tiempo de la captura incidental mensual para cada una de las regiones (Norte, Centro y Sur) durante el periodo 2003-2011, la respectiva serie suavizada con un promedio corrido de 7 meses y la tendencia lineal.	45
Figura 22.- Diagrama de cajas de las capturas incidentales por regiones de pesca (Norte, Centro y Sur), la región sur presenta valores mayores, sin embargo no existen diferencias significativas entre las tres regiones.	46
Figura 23.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para la región norte (a), centro (b) y sur (c) durante el periodo 2003-2011.	47
Figura 24.- Diagrama de cajas de la relación de la captura incidental por captura de anchoveta por regiones de pesca (Norte, Centro y Sur).	48
Figura 25.- Diagrama de cajas de la captura por unidad de esfuerzo por regiones de pesca (Norte, Centro y Sur), la región sur presenta valores mayores, y si existen diferencias significativas entre las tres regiones.	49

Figura 26.- Series de tiempo del número de especies que componen la captura incidental por año para la a) Región norte, b) Región centro y c) Región sur del litoral peruano durante el periodo 2003-2011.....	52
Figura 27.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a la flota industrial de acero durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).....	54
Figura 28.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para la flota industrial de acero durante el periodo 2003-2011.....	55
Figura 29.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a la flota industrial de madera durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).....	55
Figura 30.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para la flota industrial de madera durante el periodo 2003-2011.	56
Figura 31.- Diagrama de cajas de la captura incidental por tipo de embarcación (Industrial de acero e industrial de madera) para el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.	57
Figura 32.- Diagrama de cajas de la relación de la captura incidental por captura de anchoveta por tipo de embarcación (Industrial de acero e industrial de madera) para el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.	57
Figura 33.- Diagrama de cajas de la relación de la captura incidental por unidad de esfuerzo por tipo de embarcación (Industrial de acero e industrial de madera) para el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.....	58

Figura 34.- Variación de las capturas incidentales con respecto a la capacidad de bodega de las embarcaciones industriales durante el periodo 2003-2011.	59
Figura 35.- Variación de las capturas incidentales mensuales con respecto a las anomalías mensuales de temperatura superficial el mar (ATSM) para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.....	60
Figura 36.- Variación de la relación de la captura incidental sobre la captura de anchoveta (Ci/Ca) con respecto a las anomalías mensuales de temperatura superficial el mar (ATSM) para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.	60
Figura 37.- Variación de la captura incidental por unidad de esfuerzo (CiPUE) con respecto a las anomalías mensuales de temperatura superficial el mar (ATSM) para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.....	61
Figura 38.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Paita durante el periodo 2005-2011.....	62
Figura 39.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Chicama durante el periodo 2005-2011.....	62
Figura 40.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Chimbote durante el periodo 2005-2011.....	63
Figura 41.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Huacho durante el periodo 2005-2011.	63

Figura 42.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Callao durante el periodo 2005-2011.	64
Figura 43.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Pisco durante el periodo 2005-2011.	64
Figura 44.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Ilo durante el periodo 2005-2011.	65
Figura 45.- Diagrama de cajas de la captura incidental (t) durante Eventos El Niño, condiciones normales y Eventos La Niña, clasificados según el ICEN para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.	66
Figura 46.- Diagrama de cajas de la relación de la captura incidental por captura de anchoveta (Ci/Ca) durante Eventos El Niño, condiciones normales y Eventos La Niña, clasificados según el ICEN para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.	66
Figura 47.- Diagrama de cajas de la captura incidental por unidad de esfuerzo (CiPUE) durante Eventos El Niño, condiciones normales y Eventos La Niña, clasificados según el ICEN para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.	67
Figura 48.- Comparación de la serie de tiempo del Índice costero (ICEN) con la Ci/Ca y CiPUE durante el periodo 2003-2011.	69

Índice de anexos

ANEXO 1.-	Ficha de muestreo biométrico que se utiliza en el monitoreo diario de la actividad extractiva. a) Cara anterior de la ficha de muestreo biométrico en donde se llena la información de la embarcación, la muestra y mediciones de los ejemplares de anchoveta, b) Cara posterior de la ficha de muestreo biométrico destinado a ser llenado con información de las especies acompañantes encontradas.	78
ANEXO 2.-	Gráfica de la capacidad de bodega desplazada (m3) durante el periodo 2003-2011.	79
ANEXO 3.-	Tabla de la capacidad de bodega desplazada por puerto de desembarque durante el periodo 2003-2011.....	79
ANEXO 4.-	Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de paita durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	80
ANEXO 5.-	Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de parachique durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	80
ANEXO 6.-	Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de bayovar durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	80
ANEXO 7.-	Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de chicama durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	81

ANEXO 8.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de salaverry durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	81
ANEXO 9.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de coishco durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	81
ANEXO 10.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de chimbote durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada y tendencia (pendiente= -2.542, p-value=0.007).	82
ANEXO 11.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de samanco durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	82
ANEXO 12.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de casma durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	82
ANEXO 13.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de huarmey durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	83
ANEXO 14.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de supe durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	83
ANEXO 15.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de vegueta durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	83

ANEXO 16.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de huacho durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	84
ANEXO 17.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de chancay durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	84
ANEXO 18.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de callao durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	84
ANEXO 19.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de tambo de mora durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.....	85
ANEXO 20.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de pisco durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	85
ANEXO 21.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de atico durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	85
ANEXO 22.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de la planchada durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.....	86
ANEXO 23.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de mollendo durante el periodo 2003-2011, la respectiva serie suavizada y tendencia (pendiente= -2.505, p-value= 0.011).....	86

ANEXO 24.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de quilca durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.	86
ANEXO 25.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de ilo durante el periodo 2003-2011, la respectiva serie suavizada y tendencia (pendiente= -8.194, p-value= $8.223e^{-05}$).....	87
ANEXO 26.- Tabla de resultados de las pruebas de comparaciones múltiples no paramétricas para la relación de la captura incidental por captura de anchoveta por regiones.	87
ANEXO 27.- Tabla de resultados de las pruebas de comparaciones múltiples no paramétricas para la captura incidental por unidad de esfuerzo por regiones.	87
ANEXO 28.- Número de viajes por región y por año para el periodo 2003-2011.	87
ANEXO 29.- Listado de especies con sus volúmenes de captura incidental por año.....	88

II. RESUMEN

En el Perú, la pesquería más importante está dirigida al recurso anchoveta (*Engraulis ringens*), el cual es extraído con red de cerco, sin embargo, este arte de pesca no es 100% selectivo, generando así capturas incidentales. Esta investigación tiene como objetivo analizar cuantitativamente el efecto de la pesquería de anchoveta sobre los recursos de la fauna acompañante mediante el estudio de diferencias espacio-temporales en términos de captura y composición específica de la ictiofauna que conformó la captura incidental en todo el litoral peruano proveniente de la flota industrial durante el periodo 2003-2011. Los resultados muestran valores de captura incidental significativamente mayores en la región sur del litoral peruano a comparación de la región norte y centro, principalmente durante los años 2003 y 2006, aunque la mayor riqueza de especies fue encontrada en la región norte. Por otro lado, dentro de la composición de la captura incidental a nivel específico destacó la presencia constante de la Caballa (*Scomber japonicus*), Bagre (*Galeichthys peruvianus*) y Múnida (*Pleuroncodes monodon*) en la región norte, Lorna (*Sciaena deliciosa*), Pejerrey (*Odontesthes regia regia*), y Múnida (*Pleuroncodes monodon*) en la región centro y Jurel (*Trachurus picturatus murphyi*), Caballa (*Scomber japonicus*), Lorna (*Sciaena deliciosa*), Pejerrey (*Odontesthes regia regia*), Múnida (*Pleuroncodes monodon*), Camotillo (*Diplectrum conceptione*) y Pampanito (*Trachinotus paitensis*) en la región sur. Sin embargo, los mayores volúmenes capturados se debieron a recursos costeros y fueron capturados por la flota industrial de acero en la región sur del litoral peruano.

Palabras claves: Captura incidental, *bycatch*, pesquerías, red de cerco, *Engraulis ringens*.

III. INTRODUCCIÓN

Las aguas costeras frente a Perú forman parte del sistema de afloramiento de la corriente de Humboldt que se extiende a lo largo del Pacífico sur oriental frente a Chile y Perú, este sistema es considerado entre los sistemas más productivos y las costas peruanas en particular atraen un considerable interés por encontrarse entre las más fértiles y productivas del mundo. Por lo tanto, da lugar al desarrollo de pesquerías industriales de gran tamaño como es el caso de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*, Jenyns 1842), una especie pelágica que se distribuye desde punta Aguja (Perú) hasta Talcahuano (Chile) (IMARPE, 1996).

La anchoveta es capturada por una flota de alrededor de 1200 embarcaciones cerqueras a lo largo del litoral peruano (Fréon *et al.*, 2008; Aranda, 2009), representando un pilar muy importante de la economía del país y la pesquería monoespecífica más grande del mundo (Ñiquen y Fréon, 2006), de tal manera que ejerce un gran esfuerzo de pesca en el ecosistema del mar peruano. En consecuencia, se tienen complejos efectos antropogénicos, entre los cuales se encuentra la *captura incidental*, esta captura está conformada por la biomasa de algunos organismos “no objetivo” capturados accidentalmente y que muchas veces terminan siendo destinados al Consumo Humano Indirecto (CHI) dentro de la harina de pescado.

Dentro de estas capturas incidentales se puede encontrar hasta 36 especies del necton pelágico y demersal así como mamíferos, crustáceos y moluscos que habitan dentro del ecosistema del mar peruano. La mayor parte de la ictiofauna que forma parte de esta *captura incidental* son las denominadas *especies acompañantes*, que en su mayoría están destinadas a un régimen de pesca artesanal con fines de consumo humano directo. Al capturar este tipo de especies se pueden generar problemas en muchos aspectos, entre ellos, el de representar importantes pérdidas económicas para la pesca artesanal, generar pérdidas en abundancia, biomasa y diversidad de las especies acompañantes pudiendo así causar un potencial desequilibrio de la red trófica en el subsistema pelágico, es por esto que se estableció un máximo de tolerancia del 5% del total de captura desembarcada por embarcación, sin embargo en algunas ocasiones se ha sobrepasado este porcentaje

Actualmente, no se tiene cuantificada la captura incidental que ha ocurrido en la pesquería industrial de anchoveta y a su vez la mortalidad generada como producto de esta captura incidental no está siendo considerada dentro de la “mortalidad natural” ni en la “mortalidad por pesca” en la evaluación poblacional de estos recursos. Por lo tanto, es necesario cuantificar la captura incidental así como considerar el efecto de la reducción de la biomasa de la fauna acompañante dentro del manejo ecosistémico de la pesquería de anchoveta con la finalidad de obtener y/o mantener un equilibrio ideal entre los objetivos sociales, económicos y conservacionistas (Skalski *et al.*, 2005; Hall *et al.*, 2000 y Soykan *et al.*, 2008).

De esta manera, el presente estudio pretende contribuir con un adecuado manejo pesquero en la pesquería de cerco anchovetera en el litoral peruano, realizando un análisis de la ictiofauna que ha sido parte de la captura incidental proveniente de la pesca industrial de anchoveta en toda la costa peruana. Particularmente, la presente investigación tiene como objetivo principal de cuantificar y caracterizar la captura incidental de la pesca de cerco anchovetera proveniente de la flota industrial de acero y madera en toda la costa peruana durante el periodo 2003-2011 determinando la composición específica y la variación espacio-temporal de esta captura incidental en las regiones norte, centro y sur del litoral peruano.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Distribución y Abundancia de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*)

La anchoveta peruana es una especie pelágica, pequeña, de vida corta y rápido crecimiento, esta capacidad de tener un crecimiento poblacional muy rápido a comparación de las demás especies de este ecosistema la convierte en la especie más importante del Ecosistema de la Corriente del Humboldt (Bertrand *et al.*, 2008).

Esta especie se distribuye desde punta Aguja (Perú) hasta Talcahuano (Chile) (IMARPE-ITP, 1996), sin embargo presenta una distribución no uniforme, en donde las mayores concentraciones de la biomasa de anchoveta se han encontrado en el centro y norte del litoral peruano (Gutierrez *et al.*, 2012).

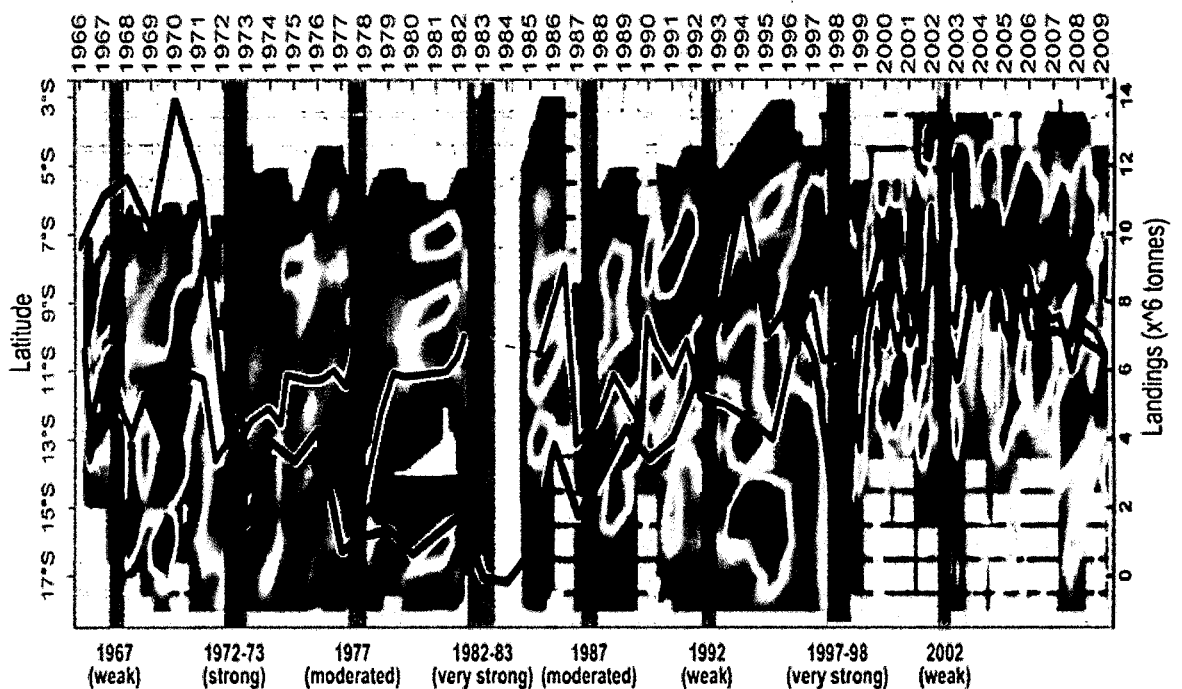


Figura 1.- Diagrama Hovmöller de la biomasa latitudinal de anchoveta entre 1966 y 2009. Sobrepuestas sobre la figura se indica el centro de gravedad latitudinal de la biomasa de anchoveta (línea sólida negra), las capturas anuales de anchoveta (línea sólida azul) y los eventos El Niño (barras achuras verticales). Las barras grises indican áreas no prospectadas. (Gutierrez *et al.* 2012)

Esta población se divide en dos stocks o unidades poblacionales: El primero, conocido como el stock “norte-centro” que ocupa desde los 04°30’S hasta los 16°00’S en el Perú; y el segundo, conocido como el stock “sur” que se comparte con el norte Chile, ocupando desde los 16°01’S hasta los 24°00’S (Chirichigno y Vélez, 1998; Jordán, 1971).

4.2. Los recursos acompañantes de la anchoveta peruana

Los principales recursos ícticos del Ecosistema de la corriente del Humboldt que se han reportado por IMARPE como fauna acompañante del recurso anchoveta (Castillo 2009a, Castillo 2009b, Castillo 2009c, Castillo 2009d, Castillo 2009e, Castillo 2009f, Gutiérrez 2009a, Gutiérrez 2009b) pueden agruparse de acuerdo a su distribución en el ecosistema (Figura 2), teniéndose así los siguientes grupos:

Pelágicos: Samasa (*Anchoa nasus*), Agujilla (*Sphyraena ensis*), Pez aguja (*Hemiramphus saltator*), Munida (*Pleuroncodes monodon*), Sardina (*Sardinops sagax sagax*) y Vinciguerría (*Vinciguerria lucetia*) (mesopelágica).

Transzonales: Jurel (*Trachurus Murphyi*), Caballa (*Scomber japonicus*) y Bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*).

Costeros: Bagre (*Galeichthys peruvianus*), Camotillo (*Diplectrum conceptione*), Lisa (*Mugil cephalus*), Lorna (*Sciaena deliciosa*), Cabinza (*Isacia conceptionis*), Machete (*Ethmidium maculatum*), Pejerrey (*Odontesthes regia regia*), Mojarrilla (*Stellifer minor*), Chilindrina (*Stromateus stellatus*), Mismis (*Menticirrhus ophicephalus*), Pampanito (*Trachinotus paitensis*) y Pejerrey nocturno (*Atherinella nocturna*).

Demersales: Falso volador (*Prionotus stephanophrys*), Merluza (*Merluccius gayi peruanus*), Cachema (*Cynoscion analis*), Cabrilla (*Paralabrax humeralis*), Coco (*Paralonchurus peruanus*), Anguila (*Ophichthus remiger*) y Palometa (*Peprilus medius*).

Oceánicos: Melva (*Auxis rochei*), Atún (*Thunnus albacares*), Jurel fino (*Decapterus macrosoma*), Barrilete (*Katsunowus pelamis*) y Sierra (*Scomberomorus sierra*).

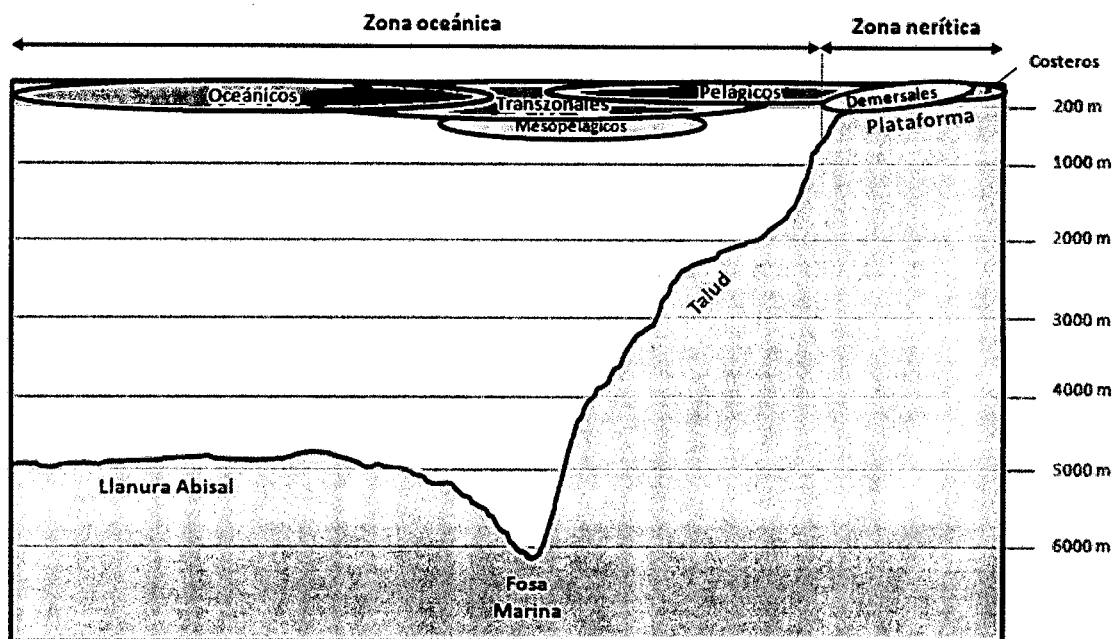


Figura 2.- Distribución de los recursos icticos por su ubicación en la columna de agua y distancia a la costa en el ecosistema de la Corriente del Humboldt. (Modificado de FAO, 1994)

La mayoría de estos recursos son monitoreados por IMARPE, quien por medio de cruceros obtiene los estimados de la biomasa de cada uno de estos recursos, la Figura 3 muestra la distribución porcentual de estos recursos en términos de biomasa de acuerdo a Castillo *et al.* (2009e), destacando en abundancia no solo recursos icticos como la Vinciguerria (*Vinciguerria lucetia*) sino también invertebrados como Múnida (*Pleuoncodes monodon*) y Pota (*Dosidicus gigas*).

Estas especies presentan diferentes distribuciones, las cuales presentan cambios en su distribución, tanto en sentido horizontal como vertical durante eventos el niño, por efecto de la intrusión de masas de agua, así como cambios en la producción primaria (Gutiérrez *et al.* 2012, Sielfeld *et al.* 2010)

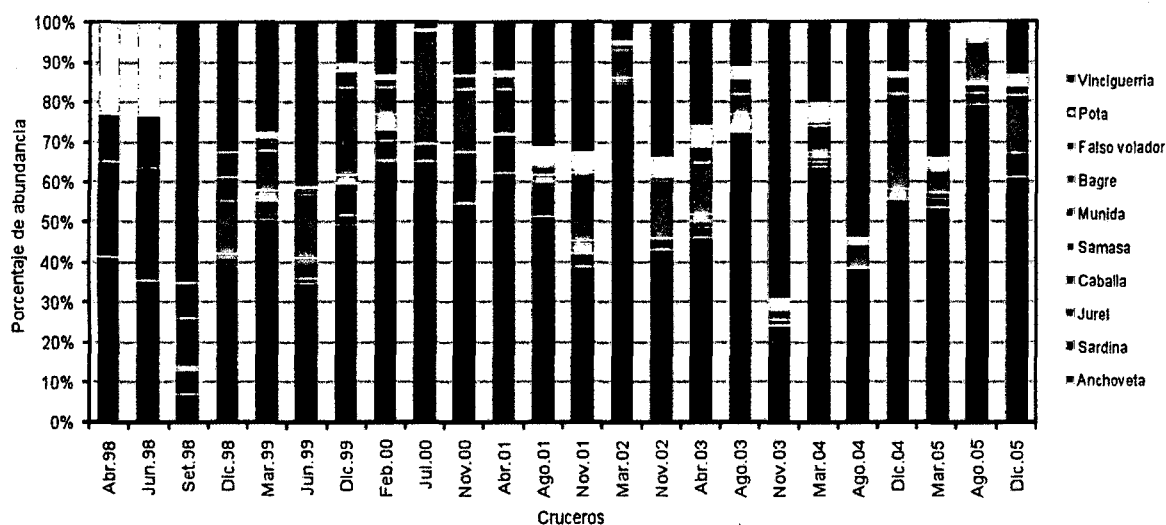


Figura 3.- Distribución porcentual de recursos en términos de biomasa entre abril 1998 – 2006 (Castillo *et al.* 2009e)

4.3. La pesquería de anchoveta

En Perú, la flota pesquera de anchoveta es heterogénea en cuanto a tamaño y capacidad de explotación (Díaz, 2005). La flota anchovetera industrial se caracteriza por un amplio rango de tamaño de embarcaciones (a partir de 32.6 m³ de capacidad de bodega); las de tamaño intermedio (32.6 m³ a 110 m³ de capacidad bodega) son conocidas como industriales de madera o vikingas y son las más numerosas y las embarcaciones más grandes (>110 m³ de capacidad bodega) son llamadas industriales de acero y son las que acumulan el mayor poder de pesca (Fréon *et al.*, 2010).

El arte de pesca que utilizan estas embarcaciones es la red de cerco, cuya técnica principal sigue manteniéndose desde los inicios de la pesca industrial de anchoveta. El tamaño de malla permitido es de ½ pulgada (13 mm) y la longitud permitida dependerá directamente de la capacidad de bodega de la embarcación (Tabla 1), sin embargo, en la práctica el tamaño de la red dependerá de la distribución del recurso en la plataforma continental (Salazar *et al.*, 2012).

Tabla 1.- Longitud máxima de las redes de cerco para embarcaciones que cuenten con permiso de pesca para anchoveta (R.M N° 225-2001-PE)

Capacidad de Bodega(m ³)	Longitud de la Red (bz)
32 - 99	220
100 – 199	280
200 – 299	330
300 – 399	385
400 – 499	440
500 – 599	495
600 - mayores	550

En cuanto a la selectividad de la red de cerco de pesca industrial, es un tema de investigación pendiente, teniéndose como base general que se trata de un arte de baja selectividad o no selectivo.

Por otro lado, la actividad pesquera desarrollada en los últimos años en el Perú se ha desarrollado de manera que la anchoveta se encuentra en estado de recuperación desde 1992 (Figura 4), con desembarques promedio de 6 millones de toneladas anuales (Torrejón, 2014)

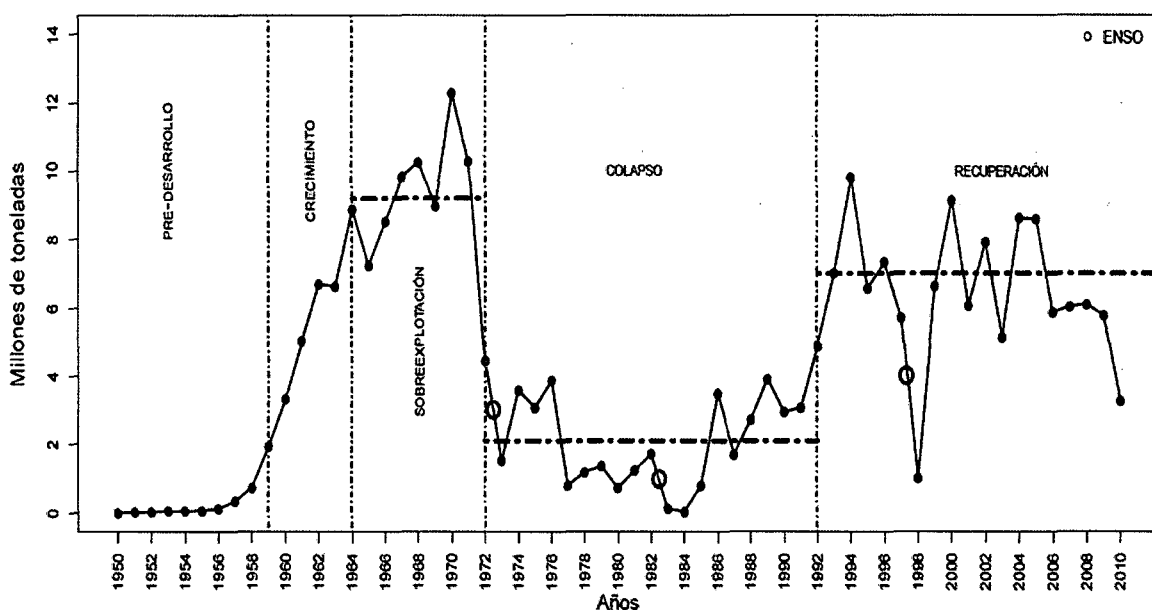


Figura 4.- Desembarque histórico de la pesquería de anchoveta *Engraulis ringens* en Perú (Torrejón, 2014)

4.3.1. Marco regulatorio de la pesquería industrial

El manejo de la pesquería de anchoveta se realiza por separado para cada el stock norte-centro y el stock sur. Actualmente se cuenta con varias medidas de control para el desarrollo de las actividades pesqueras, así como con medidas de conservación para la anchoveta y especies asociadas. La entidad encargada de la administración y control de la pesquería en Perú es el Viceministerio de Pesquería que es parte del ministerio de la producción (PRODUCE) según DS N° 012-2001 PE, esta entidad recibe recomendaciones científicas por parte del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), el cual realiza cruceros y muestreos regulares para monitorear las diversas pesquerías en Perú.

Una de las principales reglamentaciones para esta pesquería son las denominadas *temporadas de pesca*, en estos períodos se permite la captura de anchoveta hasta completar un volumen previamente calculado (*cuota de pesca*) en base a la biomasa del recurso y dictaminado mediante DS N° 021-2008-PRODUCE. Las temporadas de pesca se manejan de manera diferente para cada stock y a lo largo del año se presentan 2 temporadas de pesca, dejando de pescar en el verano e invierno para proteger el desove y reclutamiento de la anchoveta respectivamente, estas épocas de descanso se denominan *vedas* y se prohíbe tanto la extracción, como el desembarque y procesamiento de anchoveta.

También existen las vedas pequeñas que duran poco tiempo 3-15 días y en áreas delimitadas pequeñas, estas vedas se ejecutan cuando se encuentra por 3 días consecutivos más del 10% de la captura total de juveniles (ejemplares con tallas menores a 12 cm.) en los desembarques (RM N° 209-2001-PE).

Dentro de las medidas de monitoreo existe el *Sistema de Seguimiento Satelital* (SISSETAT) que debe estar instalado en todas las embarcaciones industriales con la finalidad de monitorear que se mantengan dentro del área que les corresponde (fuera de las 5mn excepto durante los periodos del régimen provisional de pesca en el sur) según DS N° 026-2003-PRODUCE, DS N° 018-2004-PRODUCE y RM N° 411-2004-PRODUCE.

En cuanto a las normas en relación a la captura incidental, se prohíbe la extracción y procesamiento de ejemplares de anchoveta (*Engraulis ringens*) que presenten una talla

menor a los 12 cm de longitud total. Permitiéndose una tolerancia máxima de juveniles de hasta el 10% expresada en número de ejemplares. Además, se cuenta con un porcentaje de tolerancia de pesca incidental de 5% del total de captura desembarcada por embarcación (expresada en peso), teniendo en cuenta que la muestra no debe ser menor a 30kg, luego se determina el porcentaje en peso que corresponde a la especie capturada incidentalmente y se extrapola dicho porcentaje a la captura total (RM N° 257-2002 PE, DS N° 008-2002 PE, DS N° 013-2003-PRODUCE, DS N° 023-2006-PRODUCE).

4.4. Bycatch

Según Alverson *et al.*, 1994 y Hall *et al.*, 2000 la mortalidad incidental de especies no objetivo producida por la pesca se conoce como “*bycatch*” y puede ser dividida en captura incidental (especies “no objetivo” que son retenidas y vendidas) y descartes (proporción de la captura que es devuelta al mar como resultado de consideraciones económicas, legales o personales) tal y como se observa en el esquema de la Figura 5.

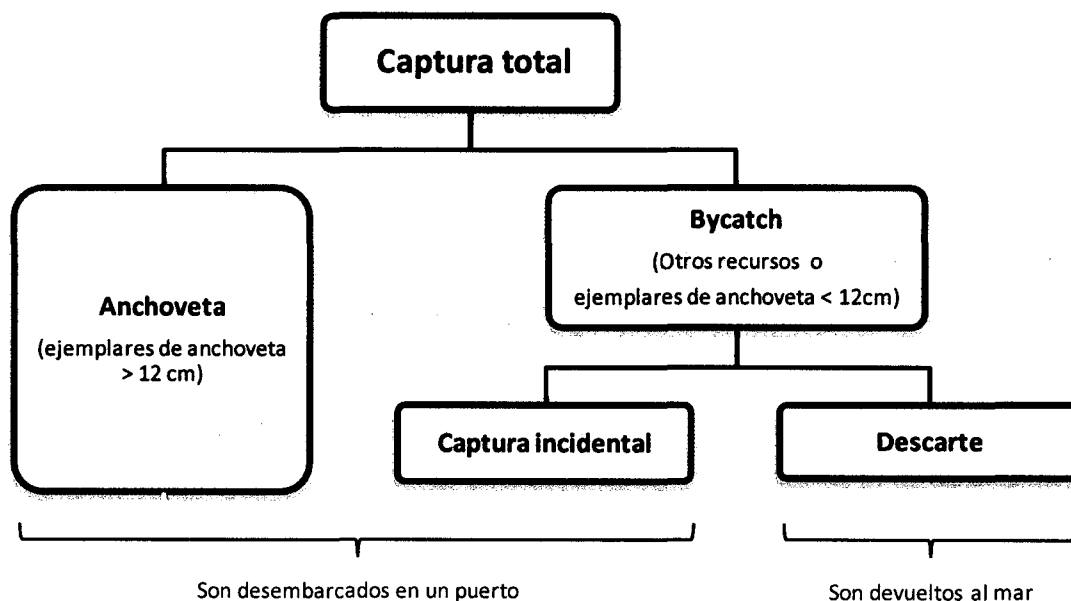


Figura 5.- Esquema conceptual de los términos utilizados para el análisis de la captura industrial en el presente estudio. (Elaboración propia)

El “*bycatch*” es un problema común de las diversas pesquerías que afecta a un amplio rango de mamíferos marinos, aves, tortugas, tiburones y numerosas especies de peces no objetivo. La escala de esta mortalidad es tal que el “*bycatch*” puede afectar la estructura y funcionamiento de los sistemas marinos, a nivel de población, comunidad y ecosistema. En efecto, el “*bycatch*” es reconocido como uno de los impactos ambientales más serios de las pesquerías comerciales modernas (Alverson *et al.* 1994; Davis, 2002).

4.4.1. Descartes

4.4.1.1. Descartes en el mundo

En el mundo se desarrollan diversas pesquerías industriales, y esto genera que el problema del “*bycatch*” y los descartes sean un tema desarrollado a nivel mundial. Por lo tanto, los descartes se han estudiado para la pesquería de arrastre camaronera, la pesquería de cerco Atunera, la pesquería de arrastre pelágico de media agua, trampas, espineles y diversos artefactos de pesca (Kelleher, 2005). Además, se han generado diversas normativas y reglas en los distintos países con la finalidad de mitigar o minimizar estos descartes, por lo tanto las estimaciones de los descartes varían mucho dependiendo del tipo de arte de pesca y características de la pesquería que se estudie.

4.4.1.2. Descartes en Perú

En estudios recientes a la pesquería industrial del stock norte de anchoveta, Torrejón (2014) estimó los valores de descartes por captura incidental mediante bootstrap (Tabla 2) y el modelo delta (Figura 6) para el periodo 2008-2011, mostrando una tendencia de aumento de los descartes por captura incidental a bordo de las embarcaciones pesqueras en ambos modelos.

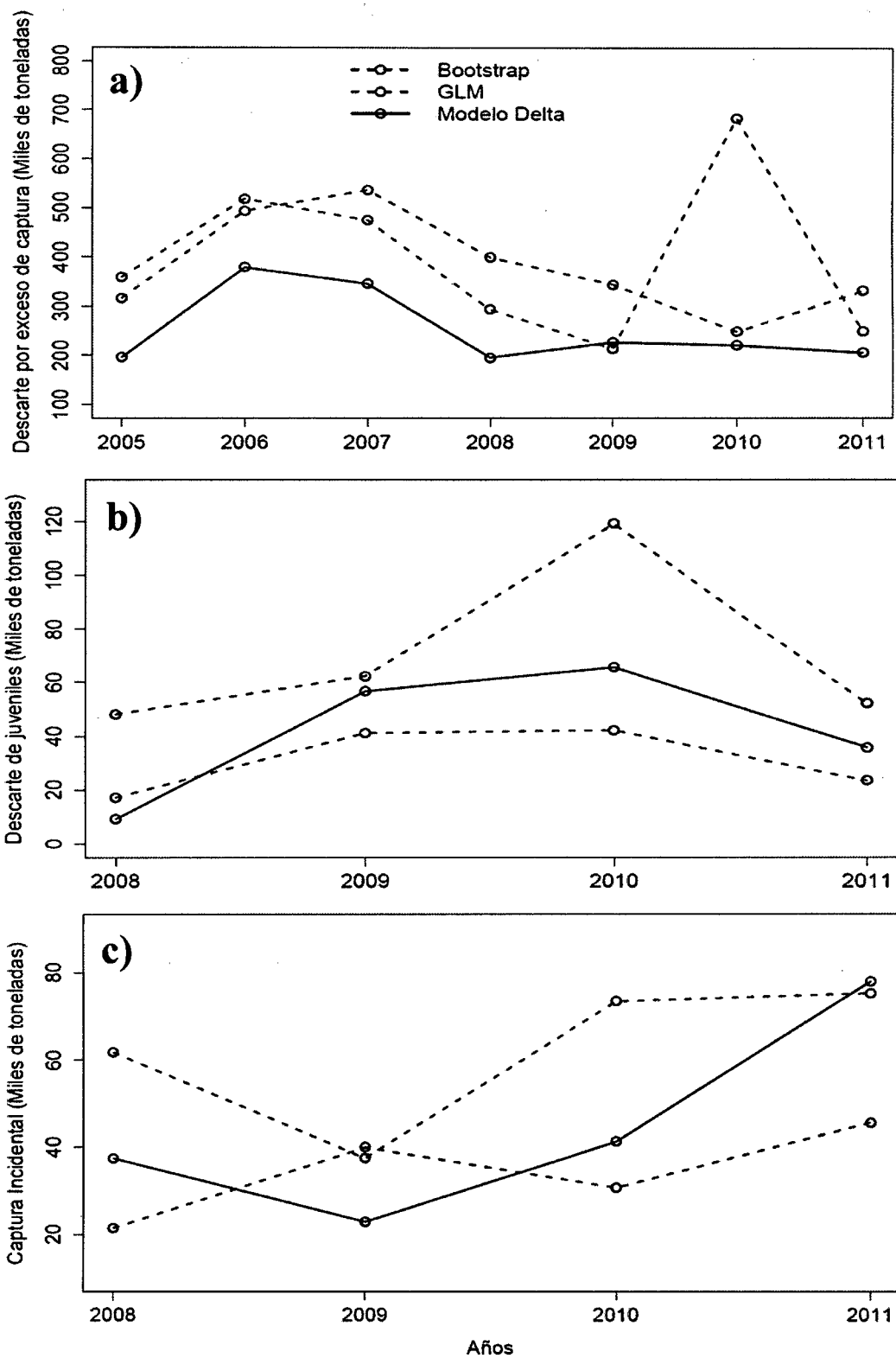


Figura 6.- Estimación de los descartes a) Por exceso de captura, b) Por juveniles y c) Por captura incidental en la pesquería industrial de cerco del stock norte-centro de la anchoveta peruana obtenidos mediante Bootstrap, GLM y el Modelo Delta (Torrejón, 2014)

Tabla 2.- Estimación de Captura incidental en la pesquería industrial de cerco del stock norte-centro de la anchoveta peruana obtenidos mediante “bootstrap”. (Torrejón, 2014)

Año	Viajes Totales	Descarte Medio _{obs} incidental (ton)	Descarte Medio _{boot} incidental (ton)	Captura Incidental (ton)	Intervalo (95 %)	Desviación Estándar
2008	43 505	1.41	1.42	61 706	34 270 - 92 471	± 14 767
2009	40 973	0.91	0.91	37 363	14 850 - 64 054	± 12 561
2010	23 335	3.09	3.14	73 302	622 - 178 902	± 47 271
2011	37 876	1.94	1.98	75 097	17 700 - 160 787	± 35 846
Prom.	-			61 867	-	

4.4.2. Captura incidental

Captura incidental es la biomasa de organismos “no objetivo” capturados accidentalmente, que son retenidas en el arte de pesca y cuya captura no estaba autorizada incumpliendo varias normas legales establecidas (Saila, 1983, McCaughran, 1992; Alverson *et al.* 1994; Hall *et al.* 2000).

Es conocido que las artes de pesca presentan propiedades selectivas sobre el rango de tallas de algunas especies comerciales, aunque también afectan a otras especies no comerciales las cuales son capturadas incidentalmente (FAO, 2003). Por lo tanto, dependiendo de las características del arte de pesca se tendrán variaciones en cuanto a cantidad y especies que conformen la captura incidental.

4.4.2.1. Captura incidental en el mundo

A nivel mundial se han realizado diversos trabajos para evaluar el impacto de las principales pesquerías en el ecosistema marino mundial, en estas evaluaciones se trata el tema de descartes y captura incidental de las principales pesquerías como es el caso de la pesquería del atún en el océano atlántico e indico (Monin *et al.* 2010; Romanov, 1998), la pesquería de la langosta en México (Pérez-González *et al.* 2006) y la pesquería del camarón en México (Medina, 2011).

Dentro de estos casos, destaca el caso de la pesquería del Atún puesto que es realizado con red de cerco. En esta pesquería se identificaron diversas especies que componen las capturas incidentales, siendo principalmente: peces óseos, rayas, tiburones y tortugas (Monin *et al.* 2010, Romanov, 1998). Por lo tanto, la mejora del manejo de esta pesquería, generó grandes costos puesto que se desarrollaron normas multilaterales, embargos comerciales, modificaciones a los artes de pesca, cuotas de bycatch, e inversión en programas de observación para mitigar los problemas que atraían las capturas incidentales y los descartes.

4.4.2.2. Captura incidental en Perú

Estudios relacionados a la pesquería industrial de anchoveta con embarcaciones industriales de madera del 2000 al 2005 encontraron como captura incidental principalmente al recurso Samasa que representó el 3% de la captura total y el resto lo conformaron los recursos costeros como el Bagre, Mismis, Machete, Pejerrey, Lorna y Múnida. (Bouchon y García, 2005). Así mismo, el Programa de Bitácoras de Pesca de IMARPE reportó en su página web: http://www.imarpe.pe/imarpe2/index.php?id_seccion=I0131040600000000000000 la presencia de Jurel, Caballa (Figura 7), Múnida (Figura 8), Bonito, Pejerrey, Bagre, Agujilla, Camotillo, Pota (Figura 9), Calamar, Palometa, Samasa, Cachema, Pampanito, Falso volador, Chilindrina y Merluza para la pesquería industrial del stock norte-centro y Jurel, Múnida, Bonito, Pejerrey, Agujilla, Calamar, Lenguado, Lorna, Pampanito y Perico para la pesquería industrial del stock sur del Perú durante el periodo 2009-2011.

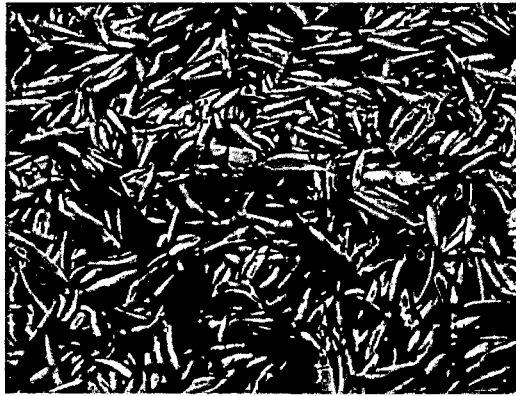


Figura 7.- Fotografía de la bodega de una embarcación industrial en la cual se aprecia la presencia Caballa (*Scomber japonicus*) (IMARPE-Programa de bitácoras de pesca)



Figura 8.- Fotografía de la bodega de una embarcación industrial en la cual se aprecia la presencia Múnida (*Pleuroncodes monodon*) (IMARPE-Programa de bitácoras de pesca)



Figura 9.- Fotografía de la bodega de una embarcación industrial en la cual se aprecia la presencia Pota (*Dosidicus gigas*) (IMARPE-Programa de bitácoras de pesca)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Formulación de las hipótesis

Hipótesis (i): La magnitud de las capturas incidentales presenta una tendencia a disminuir en el tiempo.

Hipótesis (ii): La magnitud y riqueza de las capturas incidentales en las regiones norte y centro son mayores que en la región sur.

Hipótesis (iii): Las embarcaciones industriales de acero generan capturas incidentales mayores que las embarcaciones industriales de madera.

Hipótesis (iv): Las capturas incidentales presentan diferencias significativas durante los eventos cálidos y fríos en comparación al estado normal de las condiciones climáticas.

5.2. Zona de estudio

La zona de estudio comprendió toda la zona marítima de pesca del Océano Pacífico frente a la costa peruana, entre las latitudes $03^{\circ} 20' 50''$ S y $18^{\circ} 21' 00''$ S, en donde operan las flotas industriales de acero y madera que se dedican a la pesca de anchoveta (Figura 10).

El periodo de estudio comprende los días efectivos de pesca desde el 2003 al 2011, siendo en total 1189 días para el stock norte-centro y 3061 días para el stock sur de la anchoveta tal y como se observa en la tabla 3.

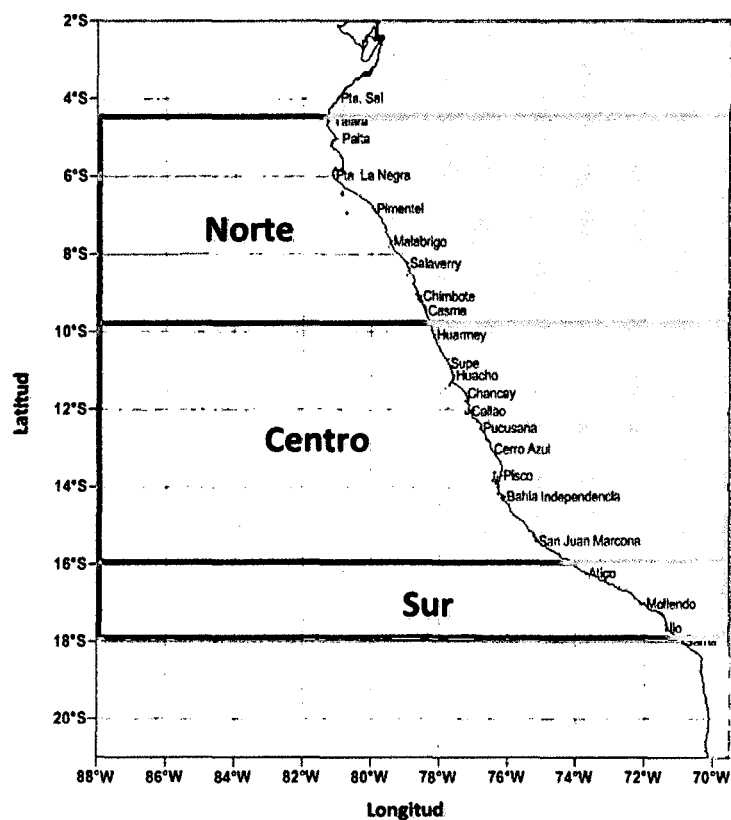


Figura 10.- Área de estudio, dividida en 3 regiones para el análisis espacial de la captura incidental. (Elaboración propia)

Tabla 3.- Número de días efectivos de pesca durante el periodo de estudio (2003-2011) para cada stock de anchoveta.

	Stock Norte- Centro (Extremo Norte - 16°00'00" S)	Stock Sur (16°00'00" S - Extremo Sur)
2003	178	365
2004	145	366
2005	111	360
2006	49	365
2007	45	336
2008	48	356
2009	158	355
2010	126	202
2011	186	356

5.3. Materiales

Para la ejecución del presente estudio se contó con información proveniente de los desembarques diarios de las flotas industriales a lo largo de todo el litoral peruano de la Unidad de Investigación de Dinámica Poblacional (DIRPNO) de IMARPE.

La información de desembarques correspondió a datos diarios entre los años 2003 al 2011 sobre captura de anchoveta (t) y la captura incidental por especie (t) para todas las embarcaciones industriales de acero e industriales de madera que efectuaron faenas de pesca en este periodo en los distintos puertos de desembarque en el litoral peruano, llegando a un total de 473 504 viajes de pesca. Toda esta información se encuentra recolectada en fichas de registro diario de la actividad extractiva tal como se muestra en el Anexo 1 y reportes de captura por unidad de esfuerzo (Cap/Nº viaje) de la pesquería pelágica recopilada por los laboratorios costeros del IMARPE ubicados en Paita-Parachique, Chimbote, Huacho, Callao, Pisco e Ilo, donde se recoge información importante como procedencia de la muestra, características de la embarcación que efectuó la pesca así como datos biométricos del desembarque tal y como figura en el manual de muestreo de la pesquería pelágica (Bouchon *et al*, 2001).

La información correspondiente a temperatura superficial del mar (TSM) para cada puerto de desembarque se obtuvo de los boletines semanales de la temperatura superficial del agua de mar en el litoral peruano de IMARPE que se encuentran disponibles en su página web (http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I0108010100000000000000). Además, se utilizó el Índice Costero El Niño (ICEN) que consiste en la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2 (ENFEN, 2012) para identificar los meses en los que se haya desarrollado un evento El Niño o evento La Niña durante el periodo de estudio (2003-2011). Este índice se encuentra actualizado y disponible en la página web del Instituto Geofísico del Perú (<http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/indices.html>), la clasificación de los meses durante los que se presentó el evento El Niño y La Niña se encuentran en la tabla 4 y 5.

Tabla 4.- Eventos El Niño en la costa de Perú (ENFEN, 2012)

Año inicial	Mes inicial	Año final	Mes final	Duración (meses)	Magnitud
1951	5	1951	10	6	Moderado
1953	3	1953	6	4	Débil
1957	3	1958	5	15	Moderado
1965	3	1965	10	8	Moderado
1969	4	1969	7	4	Moderado
1972	3	1973	2	12	Fuerte
1976	5	1976	10	6	Débil
1982	7	1983	11	17	Extraordinario
1986	12	1987	12	13	Moderado
1991	10	1992	6	9	Moderado
1993	3	1993	9	7	Débil
1994	11	1995	1	3	Débil
1997	3	1998	9	19	Extraordinario
2002	3	2002	5	3	Débil
2002	9	2003	1	5	Débil
2003	11	2004	1	3	Débil
2004	10	2004	12	3	Débil
2006	8	2007	2	7	Moderado
2008	7	2008	9	3	Débil
2009	5	2009	10	6	Débil

Tabla 5.- Eventos La Niña en la costa de Perú (ENFEN, 2012)

Año inicial	Mes inicial	Año final	Mes final	Duración (meses)	Magnitud
1950	2	1950	12	11	Fuerte
1952	8	1952	10	3	Débil
1954	1	1956	2	26	Fuerte
1956	9	1956	12	4	Moderado
1960	5	1960	7	3	Débil
1961	6	1961	10	5	Débil
1962	2	1962	8	7	Fuerte
1964	3	1964	11	9	Fuerte
1966	4	1966	7	4	Moderado
1967	7	1968	6	12	Fuerte
1970	4	1971	11	20	Fuerte
1973	5	1974	2	10	Moderado
1974	10	1975	1	4	Moderado
1975	7	1976	1	7	Fuerte
1978	4	1978	9	6	Débil
1985	2	1985	9	8	Moderado
1988	5	1988	10	6	Fuerte
1996	4	1996	7	4	Débil
2001	9	2001	12	4	Débil
2007	5	2007	12	8	Fuerte
2010	8	2010	11	4	Moderado

5.4. Metodología de análisis

En el presente estudio además de la captura incidental, se calcularon dos tasas que estarían ayudando al análisis de la captura incidental:

- La captura incidental por unidad de esfuerzo (CiPUE) que corresponde a la Captura incidental por capacidad de bodega desplazada

$$CiPUE = \frac{\text{Captura incidental generada por } N \text{ embarcaciones}}{\sum \text{Capacidad de bodega de las } N \text{ embarcaciones}} \text{ (Ton/m}^3\text{)}$$

- La captura incidental por captura de anchoveta (Ci/Ca) corresponde a la captura incidental que ocurre por captura de anchoveta obtenida. El valor ideal sería Ci/Ca=0, lo cual indicaría que la captura fue solo Anchoveta al 100%.

$$Ci/Ca = \frac{\text{Captura incidental}}{\text{Captura de anchoveta}}$$

5.4.1. Variación temporal de la captura incidental

Para el análisis de la variación temporal, se calculó la captura incidental mensual y se ajustó un modelo de regresión lineal de las capturas incidentales con el tiempo para el periodo 2003-2011. Esta regresión se utilizó con la finalidad de observar si hay alguna tendencia en el tiempo y ver la significancia de la tendencia para la serie de datos.

Además, se replicó el mismo procedimiento agrupando las capturas incidentales por tipo de especie capturada (Costeros, Pelágicos, Demersales, Transzonales y Oceánicos) para identificar el grupo más representativo de las capturas incidentales.

5.4.2. Variación de la captura incidental por regiones

Para el análisis de la captura incidental se clasificó el litoral peruano en tres regiones (Norte, Centro y Sur) con la finalidad de poder analizar con mayor detalle la variación latitudinal de las capturas incidentales. Por lo tanto, las capturas incidentales se agruparon por región de acuerdo al puerto en el que fueron desembarcadas como se observa en la lista que se encuentra en la Tabla 6. Luego, se evaluó mediante un ANVA no paramétrico y pruebas de comparaciones múltiples las diferencias o similitudes de las capturas incidentales, CiPUE y Ci/Ca provenientes de las regiones de pesca (Norte, Centro y Sur).

Tabla 6.- Listado de puertos de desembarque considerados dentro de cada región (Norte, Centro y Sur) .

Región Norte (03°21'-09°56')	Región Centro (10°00'-15°59')	Región Sur (16°00'-18°21')
Paita	Huarmey	Atico
Bayovar	Supe	La Planchada
Chicama	Vegueta	Mollendo
Salaverry	Huacho	Quilca
Coishco	Chancay	Ilo
Chimbote	Callao	Morrosama
Samanco	Tambo de Mora	
Casma	Pisco	

Para analizar la riqueza de diversidad, se analizó la presencia/ausencia de las especies reportadas como incidentales para cada región y además se calcularon índices de similitud de Jaccard (1908), para poder comparar la diversidad entre las regiones de pesca.

$$\text{Índice de similitud de Jaccard} = \frac{a}{a + b - c}$$

En donde: **a** es el número de especies presentes en la región A
b es el número de especies presentes en la región B
c es el número de especies presentes en ambas regiones, A y B.

5.4.3. Variación de la captura incidental por flota de pesca

Para el análisis de la captura incidental por flota de pesca se agruparon las capturas incidentales por tipo de flota de pesca en que fueron generadas (Flota industrial de acero o Flota industrial de Madera). Luego, se evaluó mediante un ANVA no paramétrico la diferencia o similitud de las capturas incidentales, CiPUE y Ci/Ca.

5.4.4. Variación de la captura incidental ante eventos cálidos y fríos.

Para analizar la variación de la captura incidental ante eventos cálidos y fríos primero se halló la correlación entre la captura incidental, CiPUE y Ci/Ca con las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) para los puertos que tuvieran datos de TSM (Paita, Chicama, Chimbote, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). Luego, se identificaron los meses con presencia de eventos El Niño y La Niña por medio del ICEN y se evaluaron las similitudes o diferencias mediante un ANVA no paramétrico y pruebas de comparaciones múltiples entre cada tipo de evento (evento El Niño, evento La Niña y situación normal).

Todos los análisis se realizaron utilizando el programa R (R Development Core Team, 2011).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Variación temporal de la captura incidental

La variación temporal de las capturas incidentales mensuales durante el período de estudio 2003-2011, se muestra en la Figura 11. Esta serie de tiempo presentó una tendencia a disminuir altamente significativa (pendiente = $-13.901 \text{ ton.año}^{-1}$, $p < 0.001$). En la cual se presentaron 5 picos principales: durante Febrero del 2006, Enero del 2003, Mayo del 2003, Abril 2004 y Julio del 2005.

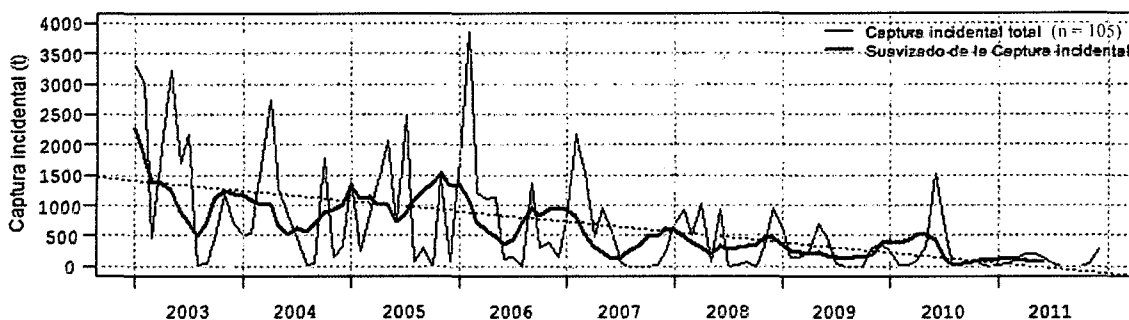


Figura 11.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual para todo el litoral peruano (2003-2011), la respectiva serie suavizada con un promedio corrido de 7 meses (azul) y la tendencia lineal.

Así mismo, mientras que la captura incidental presentó su máximo valor en febrero del 2006, tanto la Ci/Ca como la CiPUE presentaron sus valores máximos en Septiembre del 2006 (Figura 12). En términos generales, la Ci/Ca y la CiPUE presentaron un comportamiento similar a lo largo del período 2003-2011, observándose el segundo pico de valores altos en el mes de Marzo del 2003 y el tercer pico más alto en el mes de Enero del 2003 para ambas tasas.

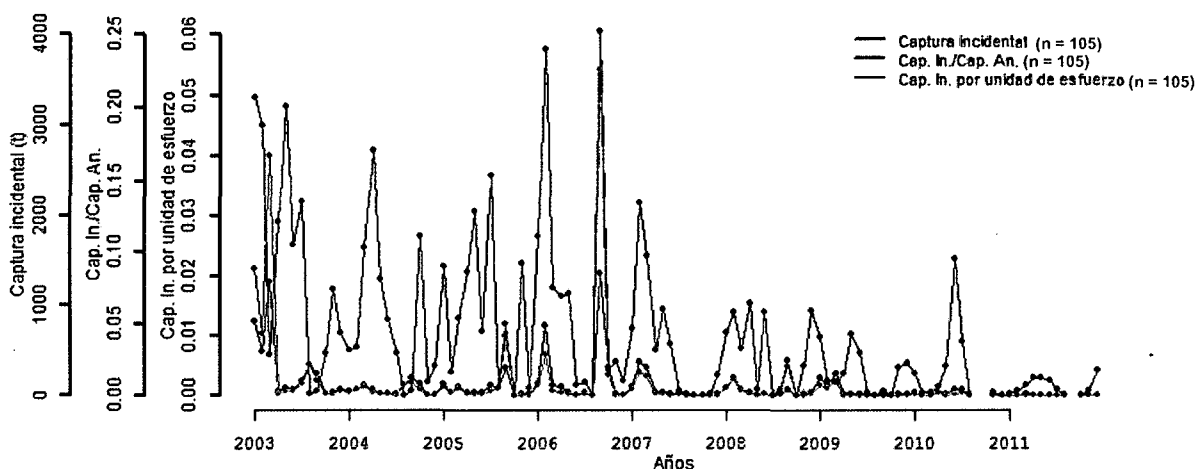


Figura 12.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), el porcentaje de captura incidental en la captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para todo el litoral peruano (2003-2011).

Esta tendencia a disminuir las capturas incidentales (Figura 11), estuvo acompañada de una disminución de multas a las embarcaciones por sobrepasar los límites permitidos de

captura incidental (5%), lo cual parecería indicar que se está teniendo una pesquería mejor manejada y más ecoeficiente puesto que no se estaría afectando la biomasa de los recursos acompañantes de la anchoveta. Sin embargo, estos valores son obtenidos en los puertos de desembarque y si se comparan con los modelos para los descartes por captura incidental a bordo de las embarcaciones industriales por Torrejón 2014 (Figura 6 y Tabla 2), se observa que el comportamiento es contrario, es decir, los descartes por captura incidental fueron en aumento en los últimos años.

Por otro lado, los cambios en la captura incidental por captura de anchoveta, indicaron que la flota de pesca a inicios del 2003 y mediados del 2006 fue más ineficiente, en términos de que la proporción de captura incidental /captura de anchoveta resultó mayor. Así mismo, se observaron picos en la serie de la captura incidental por unidad de esfuerzo (capacidad de bodega desplazada) en los mismos periodos. Teniendo en cuenta que los artes de pesca no han sido modificados en estos periodos estos cambios podrían haberse debido a un cambio en la presencia de recursos de la fauna acompañante ya sea por aumento de sus biomásas o cambios en las zonas de pesca.

6.1.1. Variación temporal de la captura incidental por grupos de especies

6.1.1.1. Recursos costeros

La captura incidental para el grupo de especies costeras para todo el litoral y para toda la flota industrial de pesca fue la que obtuvo mayores volúmenes registrados (Figura 13), los cuales presentaron una tendencia a disminuir a lo largo del tiempo menos marcada que en el caso general (pendiente = $-8.333 \text{ ton.año}^{-1}$, $p < 0.001$).

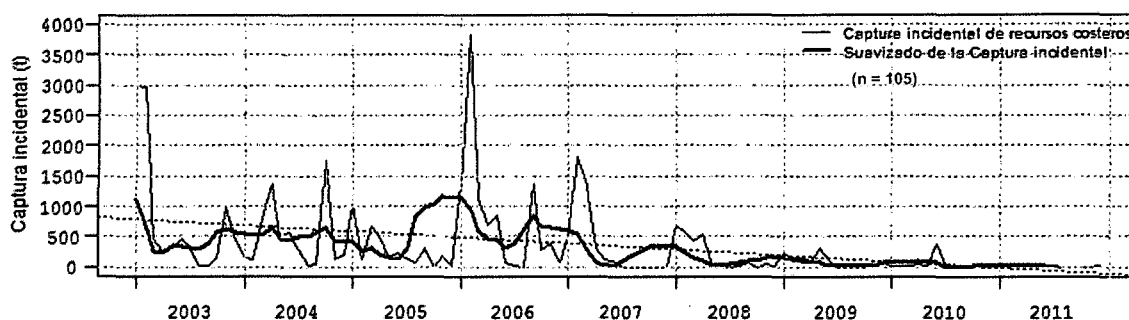


Figura 13.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a los recursos costeros durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).

De igual manera, la relación entre la captura incidental sobre la captura de anchoveta (Ci/Ca) y la captura por unidad de esfuerzo ($CiPUE$) presentó un comportamiento similar al comportamiento general con tres picos altos: Septiembre del 2006, Marzo del 2003 y Enero del 2003 (Figura 14).

Esta semejanza entre el comportamiento de la captura incidental, $CiPUE$ y Ci/Ca general y de los recursos costeros nos indica claramente que este grupo fue el más afectado por la flota industrial de anchoveta durante el periodo 2003-2011. Así mismo, cabe destacar que la mayor parte de este volumen recursos costeros proviene de las capturas incidentales en la región sur.

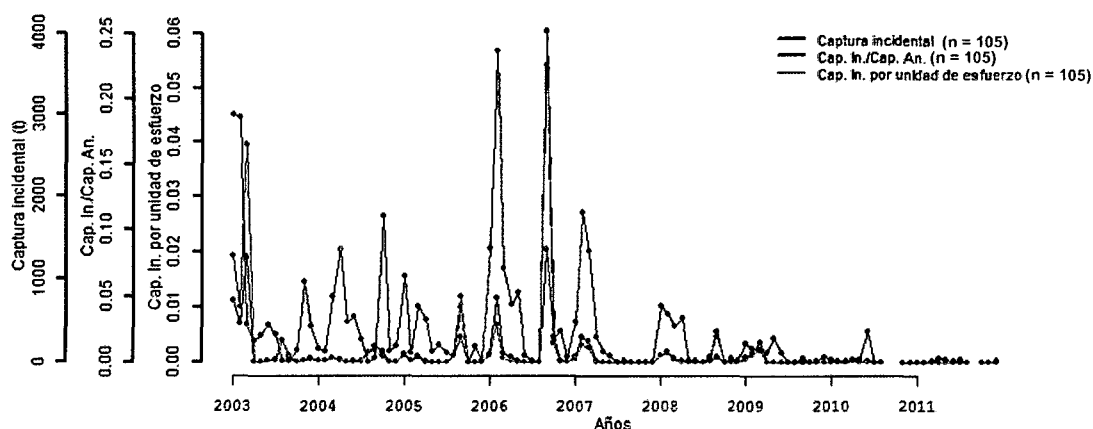


Figura 14.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para los recursos costeros durante el periodo 2003-2011.

6.1.1.2. Recursos transzonales

Los recursos transzonales fueron los segundos en cuanto a volúmenes capturados dentro de la captura incidental, no presentaron una tendencia durante todo el periodo 2003- 2011 (pendiente = $-2.487 \text{ ton. año}^{-1}$, $p > 0.001$) y a diferencia de los recursos costeros, las mayores incidencias en sus capturas se dieron en Marzo del 2003 y en el año 2005 en abril y junio (Figura 15).

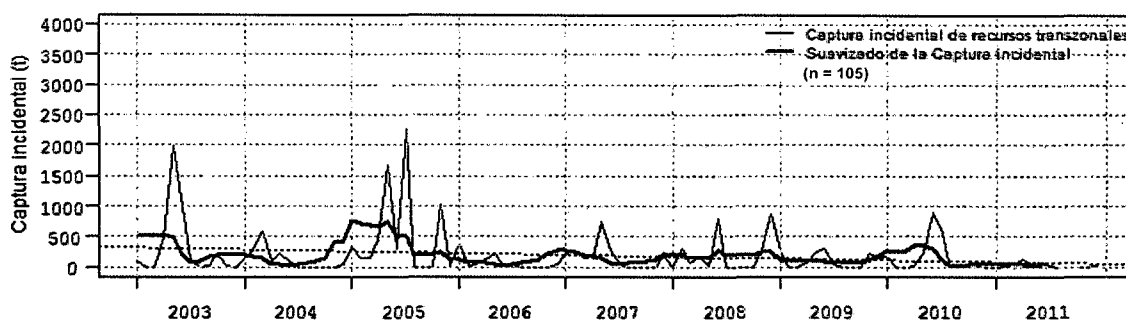


Figura 15.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a los recursos transzonales durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).

De igual manera, presentaron diferencias con los recursos costeros en cuanto a la relación entre la captura incidental sobre la captura de anchoveta (C_i/C_a) y la captura por unidad de esfuerzo (C_i/PUE) puesto presentaron valores mínimos para ambos casos tal como se observa en la Figura 16.

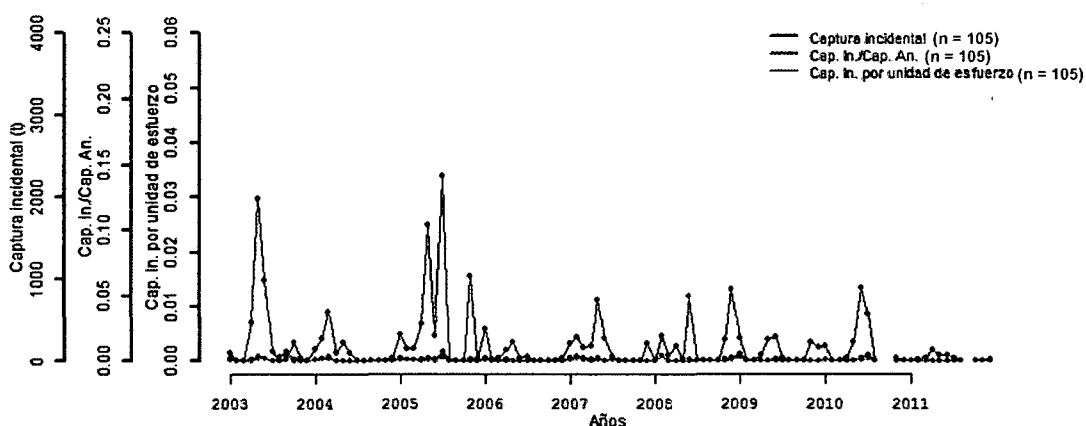


Figura 16.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para los recursos transzonales durante el periodo 2003-2011.

Estas capturas presentaron un comportamiento diferente en todos los aspectos a los recursos costeros, mostrando así que las condiciones que generaron estas capturas incidentales son diferentes a las que generan las capturas incidentales de los recursos costeros.

6.1.1.3. Recursos pelágicos

En este caso, estos recursos presentaron valores de capturas incidentales bajos, siendo más altos en el año 2003 a comparación del resto de los años.

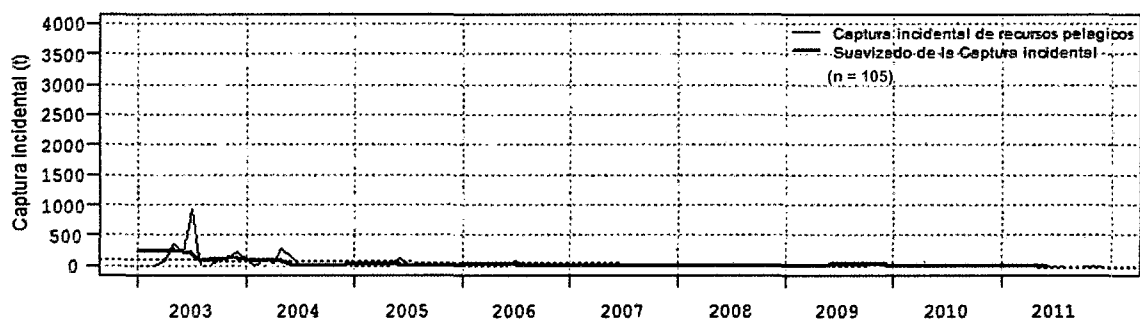


Figura 17.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a los recursos pelágicos durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).

Con respecto a la relación entre la captura incidental sobre la captura de anchoveta y la captura por unidad de esfuerzo, ambas presentaron valores mínimos.

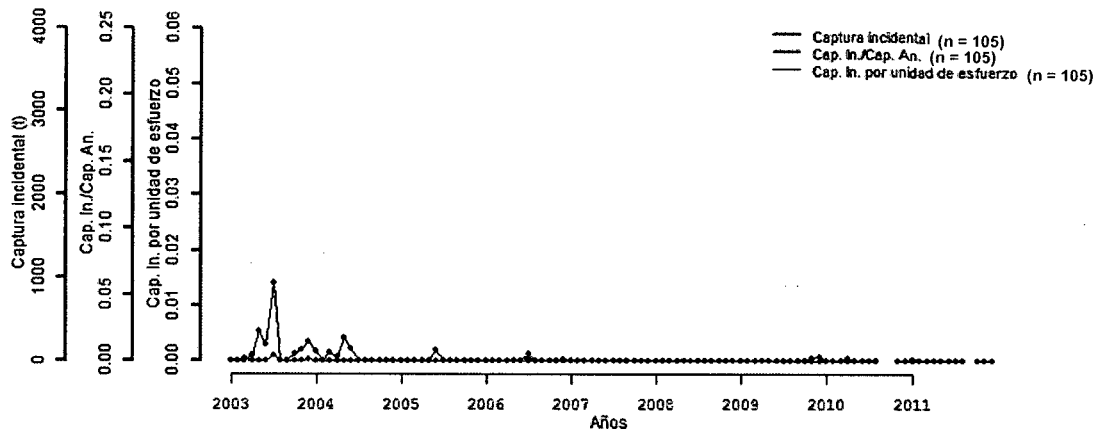


Figura 18.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para los recursos pelágicos durante el periodo 2003-2011.

De esta manera, el hecho de pertenecer al mismo nivel de distribución espacial en el ecosistema que el recurso anchoveta, parece no ser un factor fundamental que vuelva vulnerables a estos recursos ante la pesquería industrial de anchoveta.

6.1.1.4. Otros recursos

Dentro de los grupos de peces tanto los recursos oceánicos como los recursos demersales estuvieron presentes en las capturas incidentales, sin embargo, presentaron volúmenes de captura bastante bajos. Del mismo modo, la C_i/C_a y la C_iPUE presentaron valores mínimos para este tipo de recursos.

Por lo tanto, ambos tipos de recursos aunque fueron afectados por la pesquería de anchoveta, fueron los recursos menos afectados de todo el ecosistema, además de no presentar algún patrón que muestre cambios en la vulnerabilidad de estos recursos ante las flotas industriales.

Otros tipos de recursos que también conforman la captura incidental producida por las flotas industriales de pesca de anchoveta son los crustáceos y los moluscos (Figura 19). Dentro de estos grupos se observó que estos recursos no presentaban volúmenes tan grandes dentro de las capturas incidentales como los peces a lo largo del periodo de

estudio, con excepción del año 2011, en el cual casi el 50% de la captura incidental correspondió a crustáceos, particularmente la especie Munida.

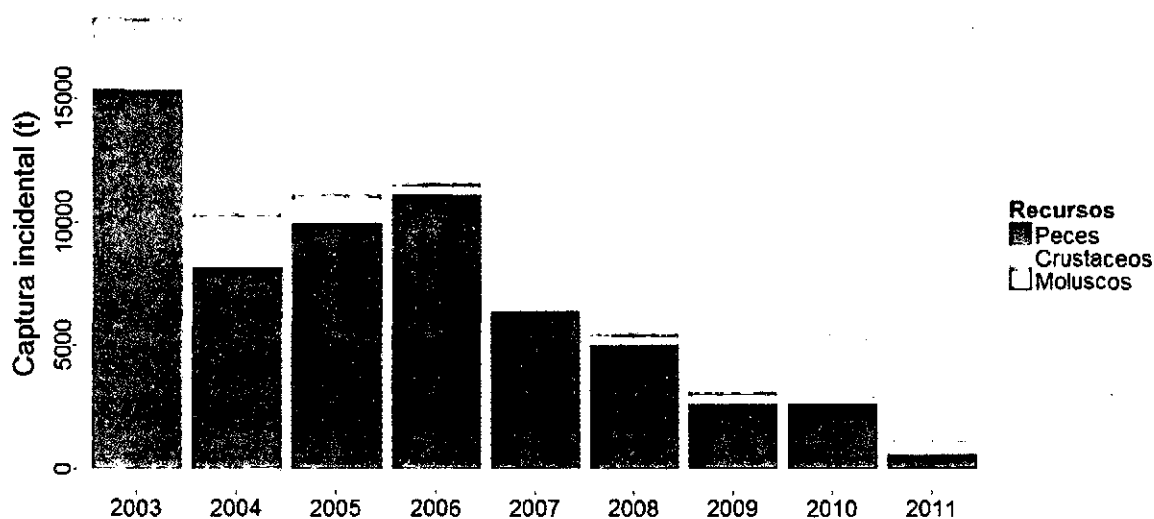


Figura 19.- Distribución de la captura incidental total en los tipos de recursos que la conforman (Peces, Crustáceos y Moluscos) en el periodo de estudio (2003-2011) para todo el litoral peruano.

6.1.2. Variación temporal de la captura incidental por especies de peces

La captura incidental de ambas flotas industriales para todo el litoral peruano durante el periodo de estudio afecta a diversas especies, llegando a ser 36 especies en total, entre peces, moluscos y crustáceos. Dentro del grupo de peces, que es grupo de especies más recurrentes como se observó en la Figura 19, se encontraron especies costeras como el Camotillo, Lorna, Pejerrey, Bagre, Pampanito y Cabinza, dentro del grupo de pelágicos se encontró Samasa, y dentro del grupo de tranzonales se encontró Caballa y Jurel (Figura 20). De todos estos recursos, la especie que presentó un mayor volumen dentro de las capturas incidentales durante el periodo de estudio (2003-2011) fue la Caballa. Sin embargo, los picos identificados previamente como años con mayores capturas incidentales fueron el 2003 y 2006, años en los que las mayores capturas incidentales correspondieron a los recursos Pejerrey y Camotillo respectivamente.

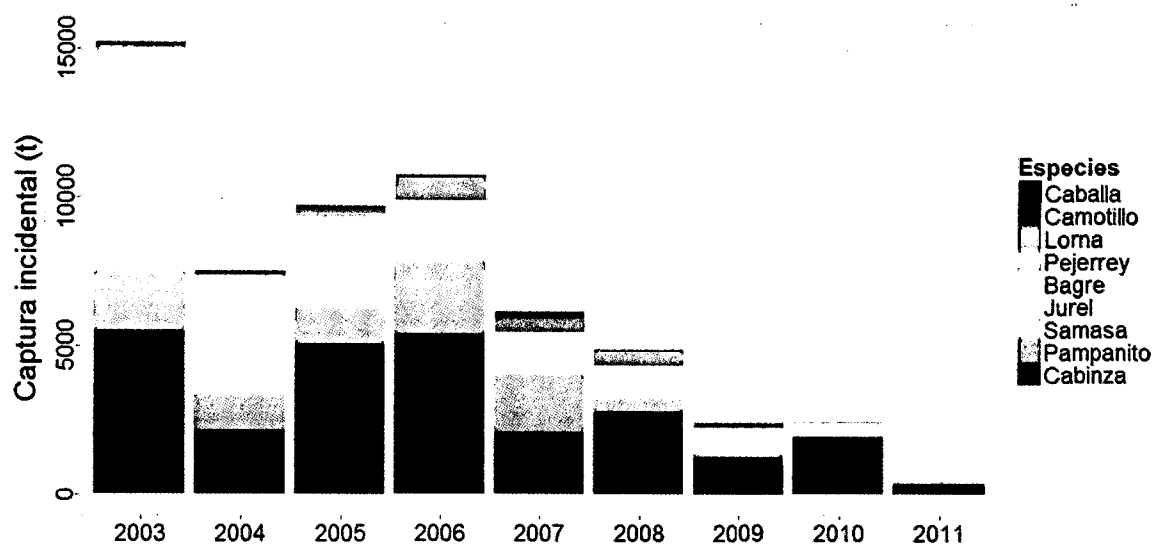


Figura 20.- Distribución de las capturas incidentales anuales por especies de peces durante el periodo 2003-2011.

6.2. Variación de la captura incidental por región de pesca

6.2.1. Variación de los volúmenes de captura incidental por región de pesca

Al considerar todo el litoral peruano se observó una marcada tendencia a disminuir las capturas incidentales a través del tiempo, mientras que al hacer el análisis por separado para cada región (Figura 21) se observó que tanto la región norte (pendiente= $-4.107 \text{ ton.año}^{-1}$, $p > 0.001$) como la región centro (pendiente= $-3.587 \text{ ton.año}^{-1}$, $p > 0.001$) no muestran una tendencia marcada como la correspondiente a la región sur (pendiente= $-8.773 \text{ ton.año}^{-1}$, $p < 0.001$).

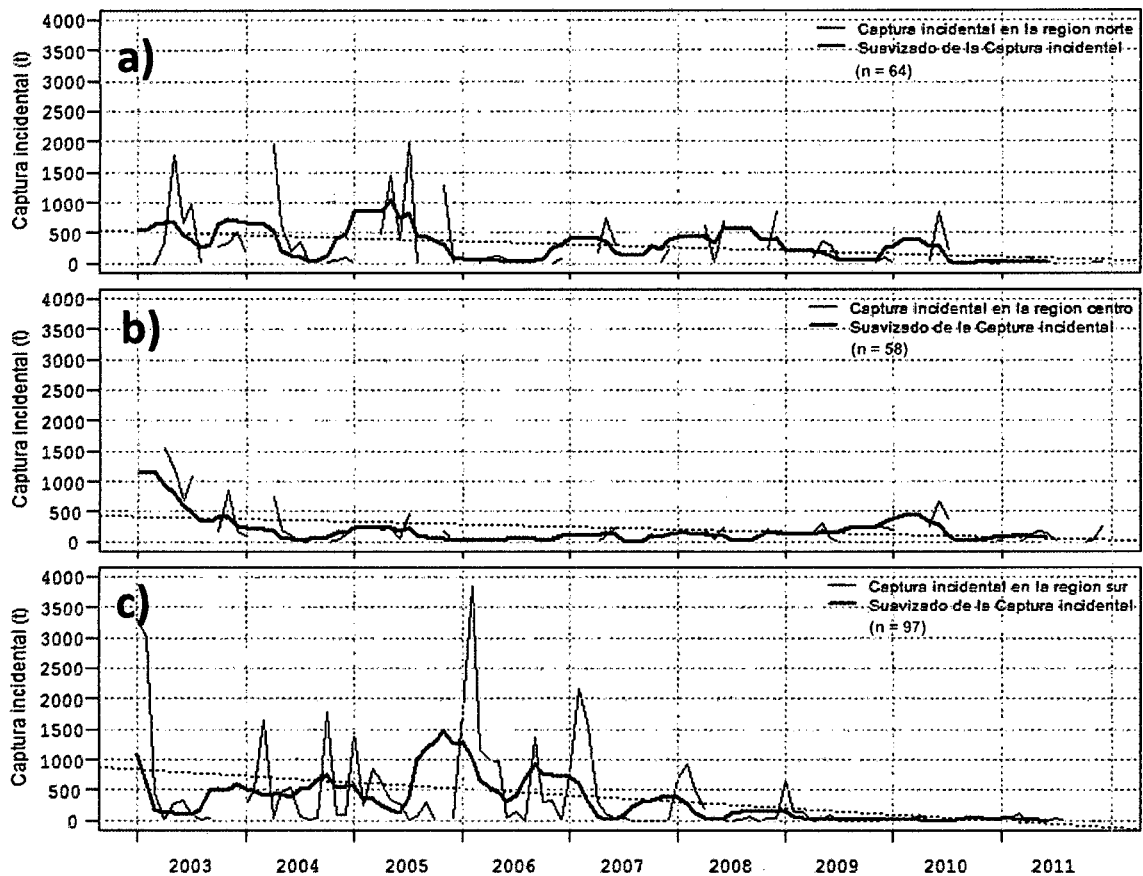


Figura 21.- Series de tiempo de la captura incidental mensual para cada una de las regiones (Norte, Centro y Sur) durante el periodo 2003-2011, la respectiva serie suavizada con un promedio corrido de 7 meses y la tendencia lineal.

Además, por los volúmenes registrados de la captura incidental se tiene que la captura incidental de la región sur es la que representa en su mayoría a la captura incidental total registrada durante el periodo 2003-2011. Por lo tanto, la mayor cantidad de capturas incidentales se dieron en la región sur y estuvieron representadas en su mayoría por especies costeras. Esto puede estar relacionado con el ancho de la plataforma costera, el cual es significativamente más angosto que en la región norte y centro del litoral peruano por lo que muchas veces las embarcaciones se acercan más a la costa para poder encontrar el recurso objetivo.

Aunque se observa que los valores de captura incidental fueron mayores en la región sur tal y como se observó en la figura 21, no se encontraron diferencias significativas entre las tres regiones (Kruskal Wallis, $p = 0.144$). Esto se debe principalmente a la predominante

presencia de “ceros” en los datos de captura incidental, estos “ceros” indican que la embarcación que llegó al puerto no presenta capturas incidentales, por lo tanto es un valor muy usual en este tipo de reportes, tal y como se observa en la Figura 22.

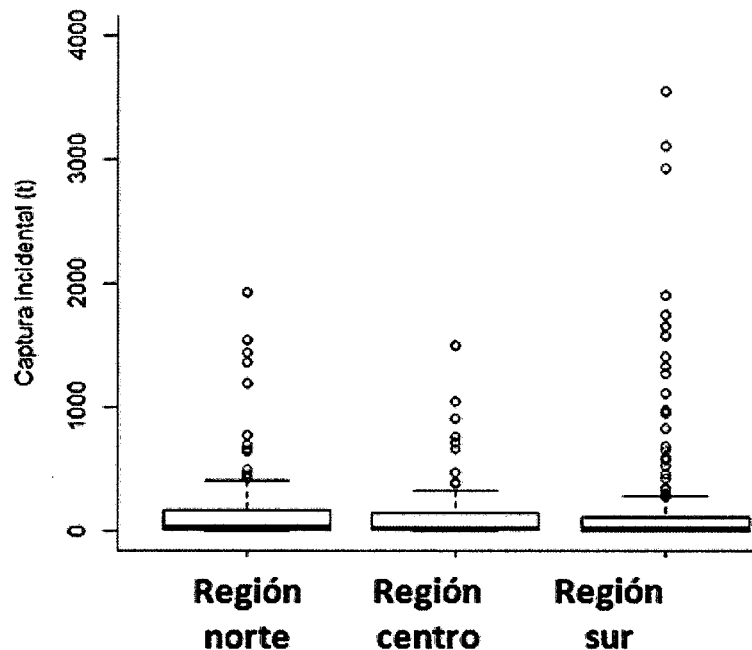


Figura 22.- Diagrama de cajas de las capturas incidentales por regiones de pesca (Norte, Centro y Sur), la región sur presenta valores mayores, sin embargo no existen diferencias significativas entre las tres regiones.

Con respecto a la Ci/Ca y CiPUE los valores más altos también se encontraron en la región sur (Figura 23c). Esto estaría indicando que los valores altos de la región sur no se deben precisamente a un esfuerzo de pesca mayor, sino al efecto de otro factor que genere que haya una mayor presencia de especies acompañantes en las áreas de pesca de anchoveta en la región sur. Así mismo, si bien la región norte generó mayores capturas incidentales que la región centro (Figura 23 b y 23c), esta última generó mayores valores de Ci/Ca y CiPUE en el año 2003, esto es otro indicador de que en ese año se produjeron las condiciones necesarias para que haya una mayor presencia de otras especies o cardúmenes multiespecíficos en la región centro.

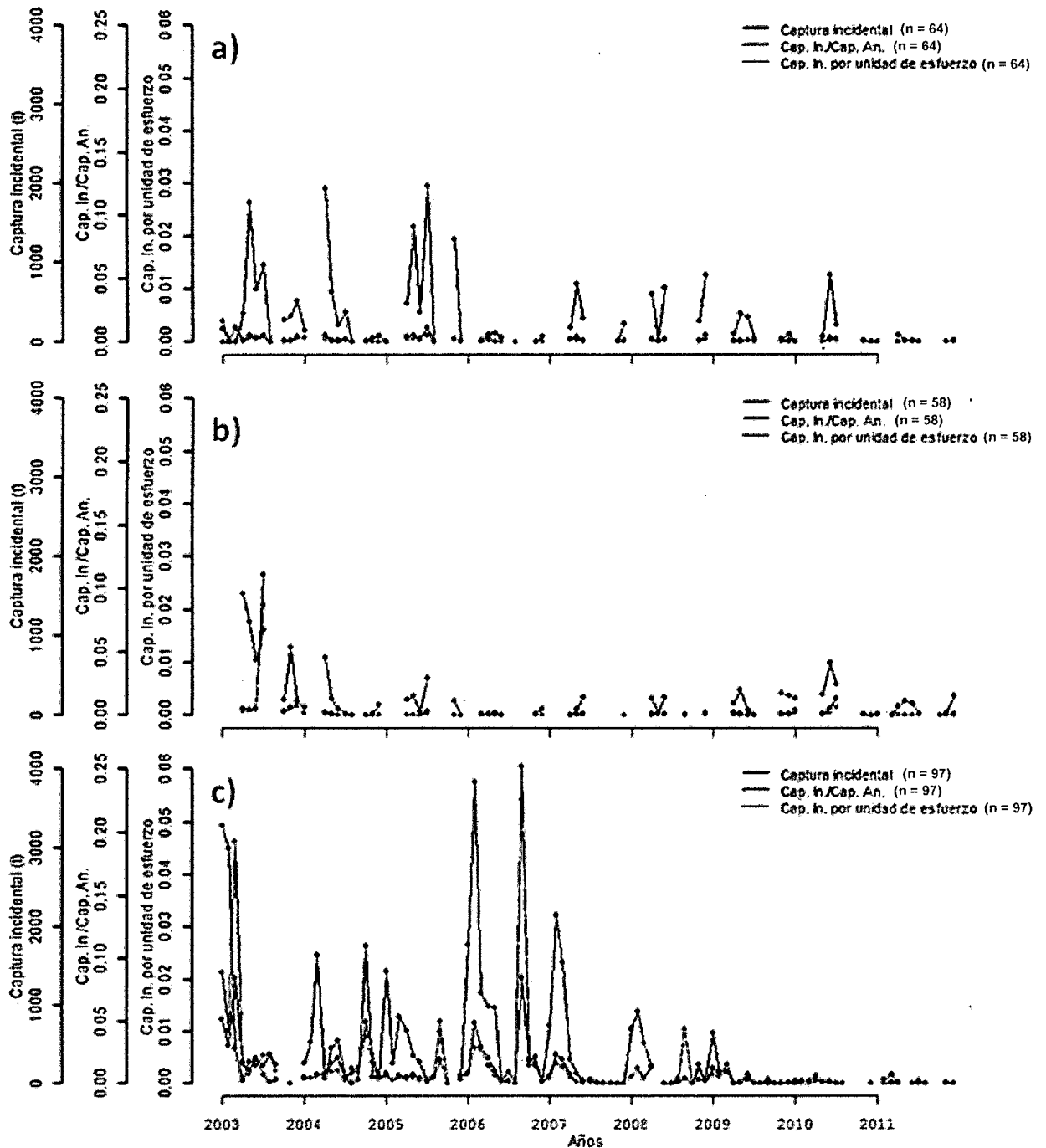


Figura 23.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para la región norte (a), centro (b) y sur (c) durante el periodo 2003-2011.

A su vez, según el análisis estadístico entre la Ci/Ca de las tres regiones se encontraron diferencias significativas entre las tres regiones (Kruskal Wallis, $p < 0.001$), identificando mediante pruebas de comparaciones múltiples no paramétricas que la región sur es

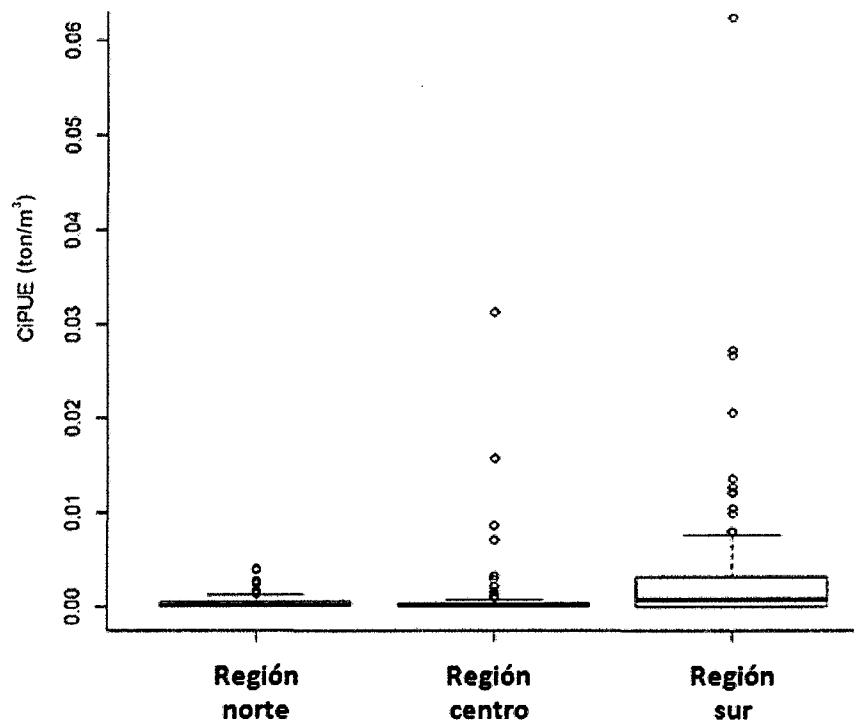


Figura 25.- Diagrama de cajas de la captura por unidad de esfuerzo por regiones de pesca (Norte, Centro y Sur), la región sur presenta valores mayores, y si existen diferencias significativas entre las tres regiones.

6.2.2. Variación de la biodiversidad por región de pesca

Es importante identificar las especies que están siendo afectadas por la pesquería industrial de anchoveta en el litoral por lo que se han identificado las especies que componen las capturas incidentales dentro del periodo (2003-2011), siendo en total 36 las especies de la fauna acompañante las que son capturadas por las embarcaciones industriales (Tabla 6).

Tabla 6.- Composición de las capturas incidentales de la flota industrial de anchoveta por región (Norte, Centro y Sur) y por grupos de especies (Costeros, Transzonales, Pelágicos, Oceánicos, Demersales y Otras especies) encontradas durante el periodo (2003-2011).

		Region norte	Region centro	Region sur
Costeros	"Bagre" <i>Galeichthys peruvianus</i>	+	+	+
	"Lisa" <i>Mugil cephalus</i>	+		+
	"Machete" <i>Ethmidium maculatum</i>	+	+	+
	"Mojarrilla" <i>Stellifer minor</i>	+	+	+
	"Chilindrina" <i>Stromateus stellatus</i>	+	+	+
	"Lorna" <i>Sciaena deliciosa</i>	+	+	+
	"Pejerrey" <i>Odontesthes regia regia</i>	+	+	+
	"Camotillo" <i>Diplectrum conceptione</i>	+	+	+
	"Mismis" <i>Menticirrhus ophicephalus</i>	+		+
	"Pampanito" <i>Trachinotus paitensis</i>	+		+
	"Cabinza" <i>Isacia conceptionis</i>	+	+	+
	"Pejerrey nocturno" <i>Atherinella nocturna</i>	+		
Transzonale	"Jurel" <i>Trachurus picturatus murphyi</i>	+	+	+
	"Caballa" <i>Scomber japonicus peruanus</i>	+	+	+
	"Bonito" <i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	+	+	+
Pelagicos	"Sardina" <i>Sardinops sagax sagax</i>	+	+	+
	"Samasa" <i>Anchoa nasus</i>	+	+	
	"Agujilla" <i>Sphyrna ensis</i>	+	+	+
	"Pez aguja" <i>Hemiramphus saltator</i>	+	+	
Oceanicos	"Melva" <i>Auxis rochei</i>		+	
	"Atun" <i>Thunnus albacares</i>	+		
	"Jurel Fino" <i>Decapterus macrosoma</i>	+	+	
	"Barrilete" <i>Katsunowus pelamis</i>	+	+	
	"Sierra" <i>Scomberomorus sierra</i>	+		
Demersales	"Coco" <i>Paralanchurus peruanus</i>		+	
	"Falso volador" <i>Prionotus stephanophrys</i>	+	+	
	"Cachema" <i>Cynoscion analis</i>	+	+	+
	"Cabrilla" <i>Paralabrax humeralis</i>	+	+	+
	"Merluza" <i>Merluccius gayi peruanus</i>	+		
	"Anguila" <i>Ophichthus remiger</i>			+
	"Palometa" <i>Peprilus medius</i>	+		+
Otras sp.	"Pota" <i>Dosidicus gigas</i>	+	+	+
	"Munida" <i>Pleuroncodes monodon</i>	+	+	+
	"Calamar" <i>Loligo gahi</i>	+	+	+
	"Pulpo" <i>Octopus sp.</i>	+		
	"Malagua" <i>Chrysaora plocamia</i>	+	+	+

* La (+) significa que se ha reportado la presencia de esa especie dentro de las capturas incidentales, de lo contrario () significa que esa especie no se ha reportado en las capturas incidentales de esa región durante el periodo 2003-2011.

De estas 36 especies, se han encontrado 33 en la región norte, 26 en la región centro y 25 en la región sur para todo el periodo 2003-2011, sin embargo la región centro es la que presenta la menor cantidad de especies presentes durante 2004-2008. Así mismo, la región sur presenta la mayor cantidad de especies durante el 2006-2007 tal y como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7.- Número de especies presentes en la captura incidental por año para cada región (Norte, Centro y Sur)

	Region Norte	Region Centro	Region Sur
2003	27	15	13
2004	19	11	15
2005	13	10	14
2006	14	7	19
2007	16	7	19
2008	13	7	14
2009	12	15	16
2010	14	13	12
2011	7	11	10
Total	33	26	25

En un análisis de la variación anual del número de especies que conforman la captura incidental por región (Figura 26), se observó que en la región norte se llegaron a encontrar hasta 15 especies/mes en las capturas incidentales, aunque en promedio se presentaron alrededor de 5 especies/mes. Por otro lado, en la región centro las variaciones fueron mucho menores que en el caso de la región norte y se encontraron alrededor de 4 especies/mes durante todo el periodo. Por último, en el caso de la región sur, se presentaron alrededor de 5 o 6 especies/mes durante el periodo de estudio. Dentro de toda esta riqueza de especies tan variable se identificó a las especies cuya captura incidental fue constante durante todos los años para cada región tal y como se muestra en la Tabla 8.

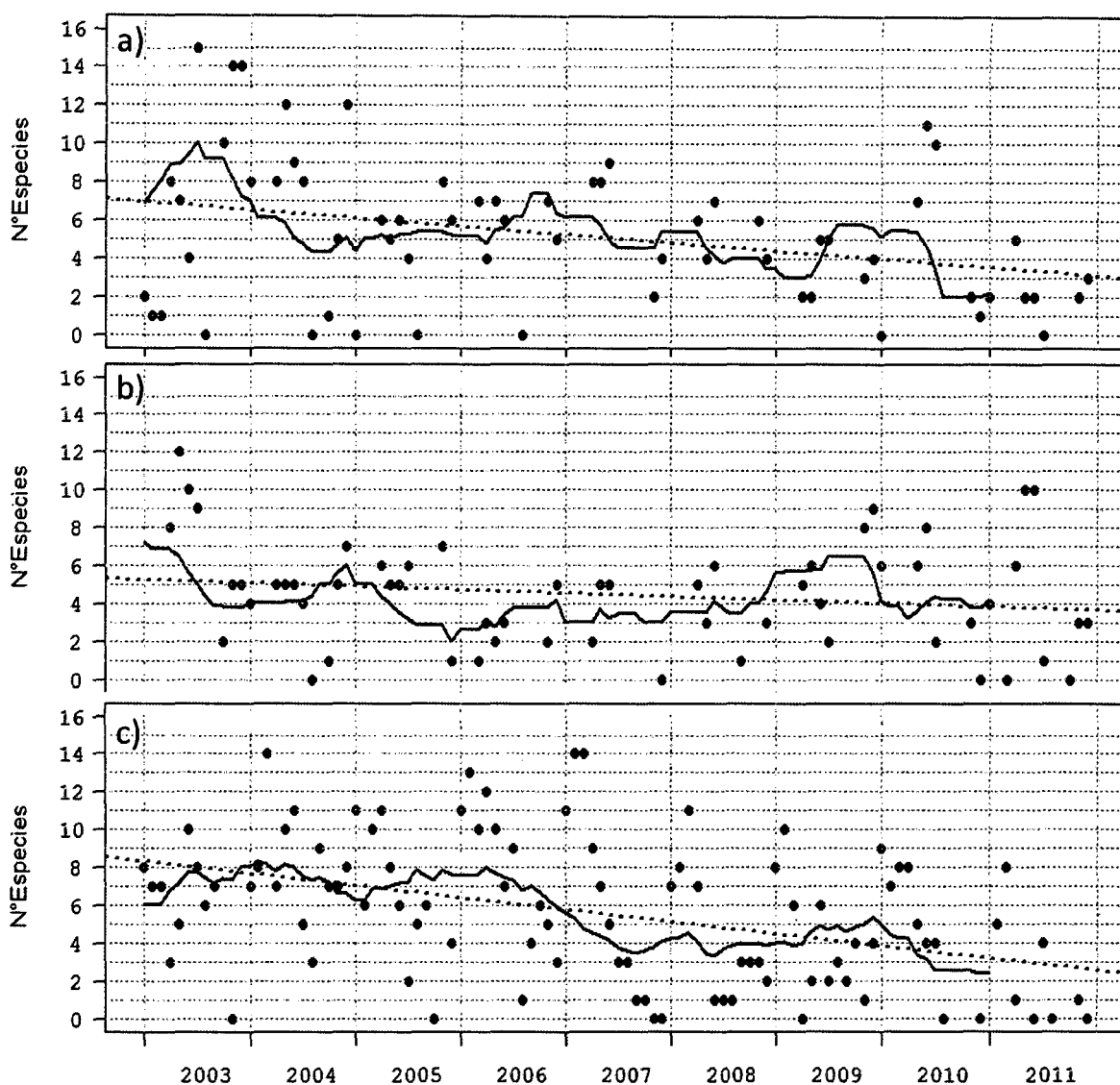


Figura 26.- Series de tiempo del número de especies que componen la captura incidental por año para la a) Región norte, b) Región centro y c) Región sur del litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

Tabla 8.- Listado de especies con presencia permanente en la captura incidental de cada una de las regiones de pesca durante el periodo 2003-2011.

Región Norte	Región Centro	Región Sur
Caballa	Lorna	Jurel
Bagre	Pejerrey	Caballa
Múnida	Múnida	Lorna
		Pejerrey
		Múnida
		Camotillo
		Pampanito

Finalmente, se calculó el índice de similitud de Jaccard entre las regiones norte, centro y sur (Tabla 9), obteniendo que para toda la serie de tiempo existieron mayores similitudes entre la región norte y centro, que con respecto a la región sur. Sin embargo estas similitudes presentaron cambios en cada año del periodo 2003-2011.

Estas variaciones en cuanto a la similitud entre las regiones, se pudo haber debido a cambios en el desplazamiento de las masas de agua, producto de ondas kelvin o afloramientos intensos durante el periodo de estudio.

Tabla 9.- Índices de similitud de Jaccard entre las regiones norte, centro y sur para cada año del periodo 2003-2011.

	Norte-centro	Norte-sur	Centro-sur
2003	0.58	0.44	0.40
2004	0.53	0.50	0.53
2005	0.57	0.44	0.50
2006	0.43	0.45	0.37
2007	0.29	0.55	0.37
2008	0.46	0.37	0.50
2009	0.63	0.35	0.41
2010	0.53	0.39	0.39
2011	0.42	0.33	0.62
Total	0.69	0.47	0.59

6.3. Variación de la captura incidental por flota de pesca

Durante el periodo de estudio, la flota industrial de acero se distribuyó principalmente en la región norte y centro, sin embargo pese a su bajo número de embarcaciones en la región sur, estas embarcaciones de acero representaron el 83.9% de la flota industrial en esa región tal y como se observa en la Tabla 10. De igual manera, la flota industrial de madera se distribuyó principalmente en la región norte y centro, teniendo un promedio de 8 embarcaciones por día en la región sur y como se observa en la tabla 11.

Tabla 10.- Distribución porcentual de la flota industrial de acero e industrial de madera dentro de cada región durante el periodo (2003-2011)

Región	Ind. Acero %	Ind. Madera %
Norte	36.6	63.4
Centro	80.7	19.3
Sur	83.9	16.1

Tabla 11.- Número de embarcaciones promedio diario de cada flota de pesca para cada año del periodo de estudio (2003-2011)

		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
Norte	Ind. Acero	128	155	112	157	170	186	58	64	40	119
	Ind. Madera	154	186	255	347	408	341	123	100	103	224
Centro	Ind. Acero	88	149	244	252	255	243	98	61	101	166
	Ind. Madera	23	24	42	38	41	63	26	12	59	36
Sur	Ind. Acero	26	44	55	47	43	40	16	29	38	38
	Ind. Madera	0	0	5	14	13	16	10	7	6	8

Por otro lado, la variación de la captura incidental proveniente de la flota industrial de acero presentó una tendencia a disminuir a través del tiempo (pendiente= $-11.755 \text{ ton.año}^{-1}$, $p < 0.001$), mostrando una gran semejanza al comportamiento general de la captura incidental y llegando a un máximo de 3560 toneladas en Febrero del 2006 (Figura 27).

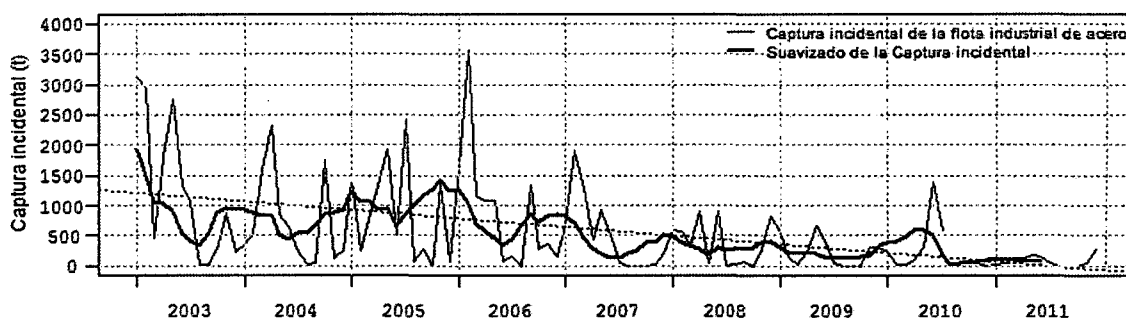


Figura 27.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a la flota industrial de acero durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).

En cuanto a la Ci/Ca y CiPUE correspondiente a las embarcaciones de acero (Figura 28), se observó que también se asemejan al comportamiento general y al comportamiento de la zona sur, esto estaría relacionado al hecho de que el 83.9% de las embarcaciones en la región sur pertenecían a la flota industrial de acero durante ese periodo.

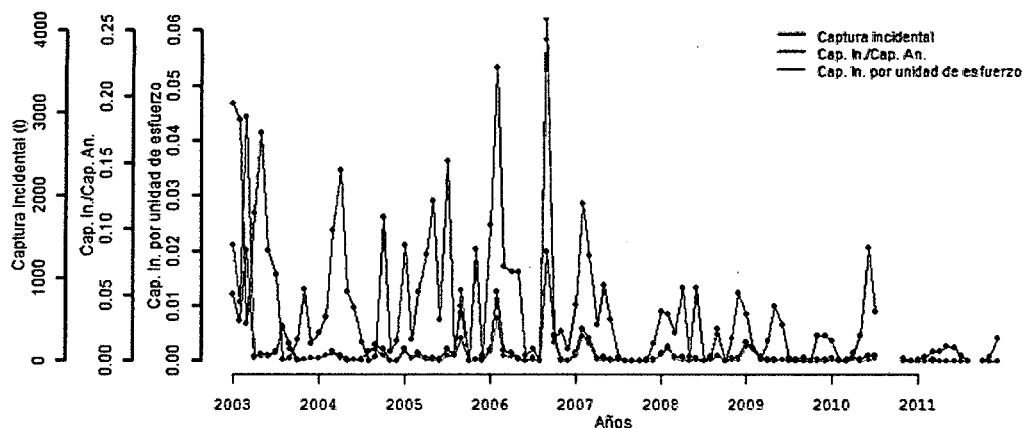


Figura 28.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para la flota industrial de acero durante el periodo 2003-2011.

Para el caso de la flota industrial de madera se observó que los valores de captura incidental resultaron considerablemente más bajos que los correspondientes a la flota industrial de acero llegando a un máximo de 1111 toneladas en Julio del 2003, además de tener una tendencia a disminuir muy poco pronunciada (pendiente= $-2.1172 \text{ ton.año}^{-1}$, $p < 0.001$) (Figura 29).

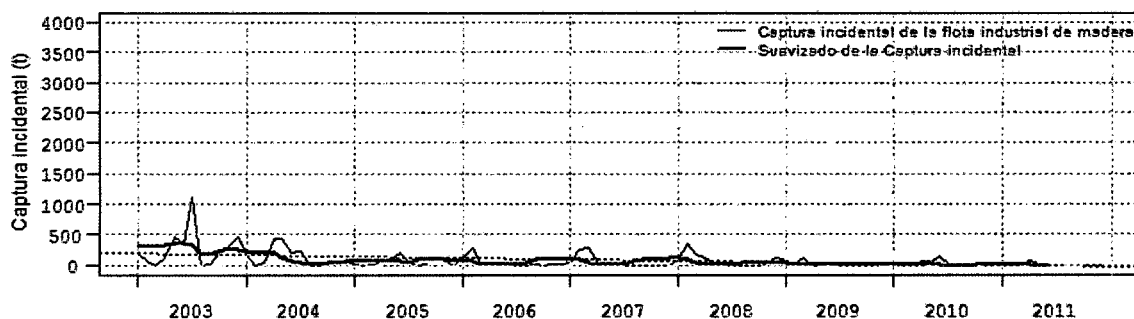


Figura 29.- Serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente a la flota industrial de madera durante el periodo 2003-2011 con la respectiva serie suavizada (línea azul) y tendencia (línea punteada).

Así mismo, la Ci/Ca y la CiPUE correspondiente a las embarcaciones de madera (Figura 30), presentó valores más bajos que en el caso de la flota industrial de acero, sin embargo tanto la flota industrial de acero como la de madera presentaron los picos a inicios del 2003 y mediados del 2006 indicando que el evento o comportamiento que generó esos cambios se dieron tanto para la flota industrial de acero como la de madera.

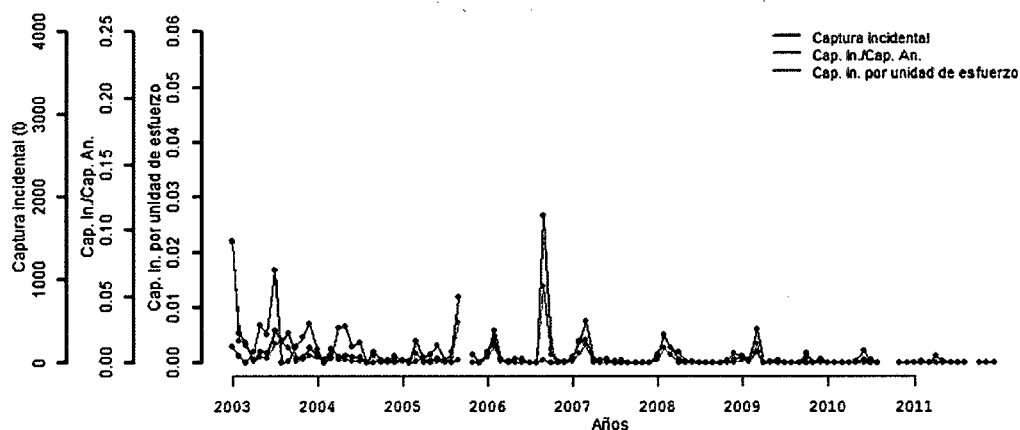


Figura 30.- Comparación de la serie de tiempo de la captura incidental (roja), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para la flota industrial de madera durante el periodo 2003-2011.

Estas diferencias entre la flota industrial de acero e industrial de madera se pudieron relacionar directamente con la distribución de las flotas en las regiones norte, centro y sur, en donde la flota industrial de acero se encontró distribuida casi homogéneamente entre la región norte, centro y sur. Sin embargo, la flota industrial de madera se encontró principalmente en la región norte y centro, y solo un 5% de esta flota operó en la región sur, que es la región que se registraron los mayores valores de captura incidental. Esto podría explicar porque se presentaron los mayores valores en la flota industrial de acero que es la que predominó en la región sur. Además, las embarcaciones de acero tienen una mayor capacidad de bodega y por lo tanto un esfuerzo de pesca mayor que las embarcaciones industriales de madera.

Por otro lado, mediante análisis estadísticos se encontraron diferencias significativas entre los dos tipos de flota de pesca para la captura incidental (Wilcoxon, $p < 0.001$), la Ci/Ca (Wilcoxon, $p < 0.001$) y la CiPUE (Wilcoxon, $p < 0.001$) tal y como se observa en las Figuras 31, 32 y 33 respectivamente.

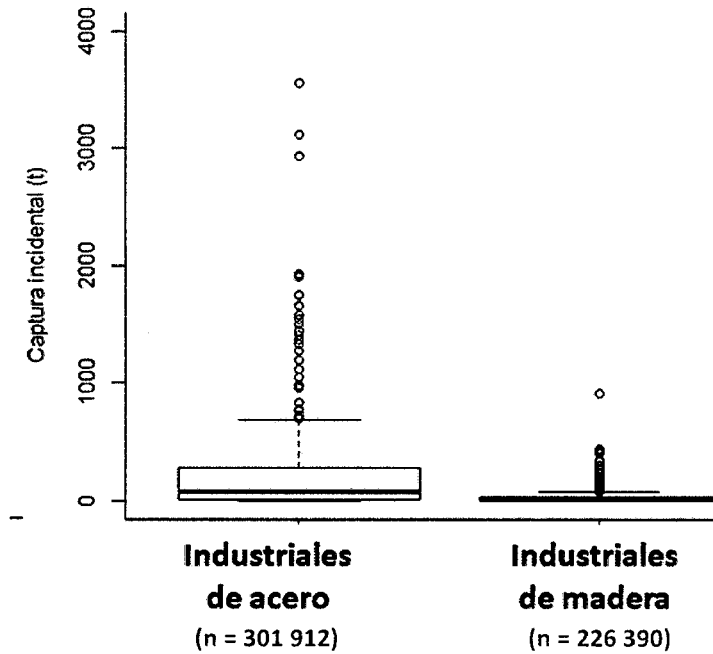


Figura 31.- Diagrama de cajas de la captura incidental por tipo de embarcación (Industrial de acero e industrial de madera) para el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

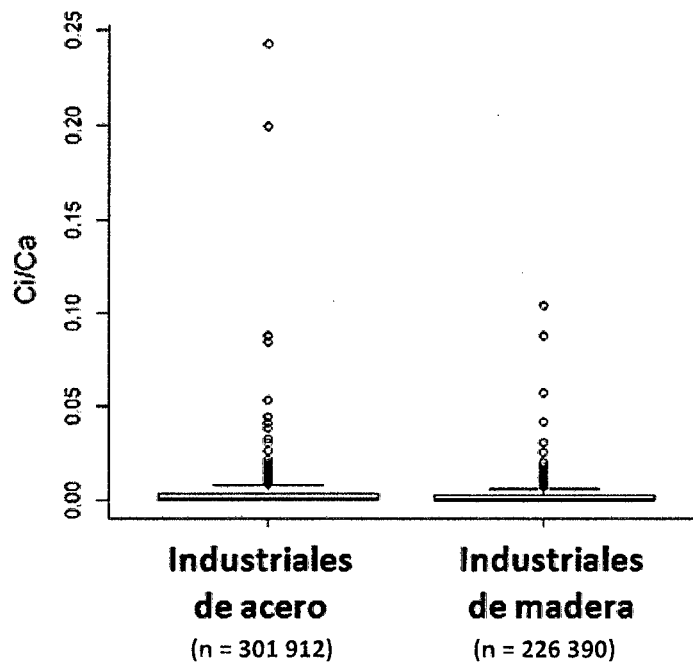


Figura 32.- Diagrama de cajas de la relación de la captura incidental por captura de anchoveta por tipo de embarcación (Industrial de acero e industrial de madera) para el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

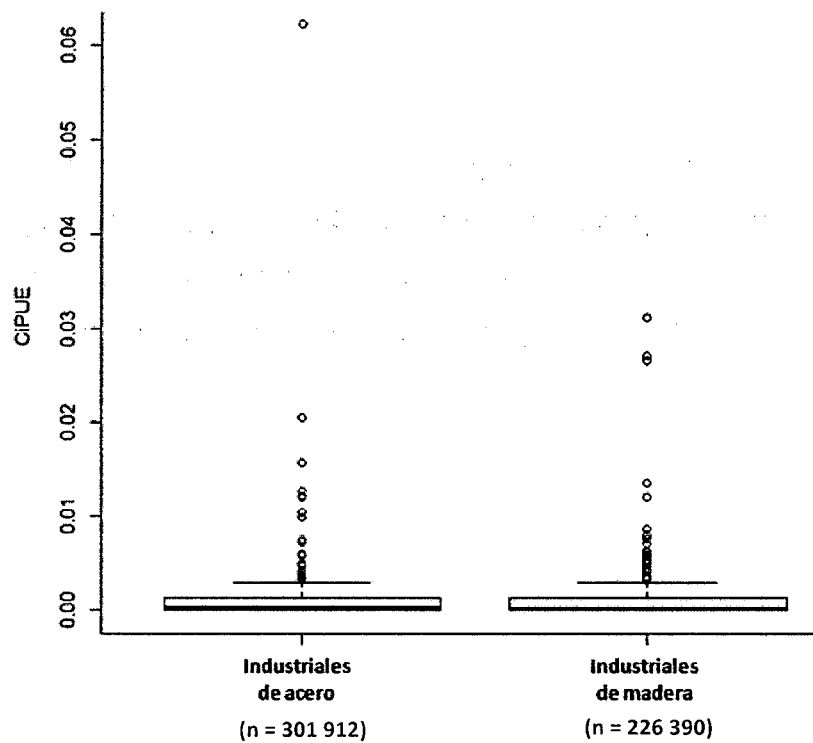


Figura 33.- Diagrama de cajas de la relación de la captura incidental por unidad de esfuerzo por tipo de embarcación (Industrial de acero e industrial de madera) para el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

Estas diferencias encontradas en los tres casos, tienen diferentes explicaciones, en el primer caso de las capturas incidentales las diferencias significativas podría haberse debido a que el número de embarcaciones industriales de acero fue mucho mayor que el número de embarcaciones de acero de madera, dado que existe una correlación estadísticamente significativa entre la captura incidental y la capacidad de bodega ($r=0.58$, $p<0.001$), en donde a mayor capacidad de bodega se obtienen mayores capturas incidentales. En la Figura 34 se observa la variación de las capturas incidentales por capacidad de bodega de las embarcaciones.

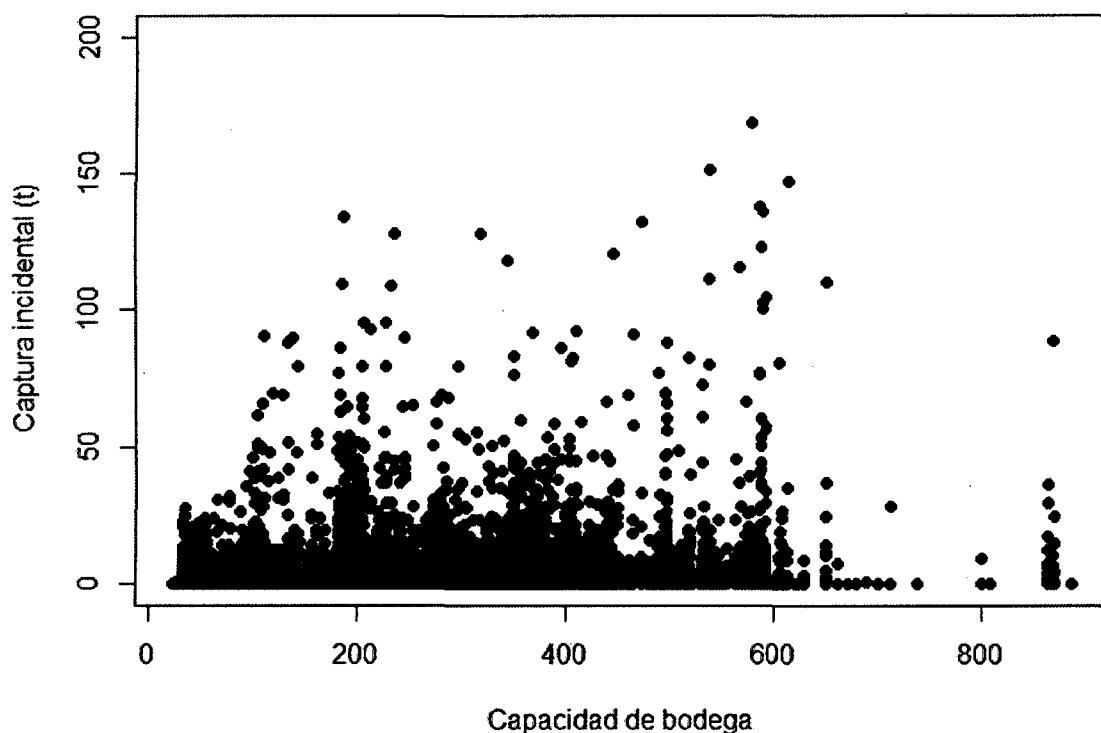


Figura 34.- Variación de las capturas incidentales con respecto a la capacidad de bodega de las embarcaciones industriales durante el periodo 2003-2011.

6.4. Variación de la captura incidental ante eventos cálidos y fríos

Los valores de capturas incidentales, así como la C_i/C_a y la C_i/PUE presentaron un comportamiento similar con respecto a las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM), mostrando valores más altos de capturas incidentales para condiciones de temperatura ligeramente más frías de lo normal ($-1\text{ }^{\circ}\text{C}$) tal y como se observa en las figuras 35, 36 y 37.

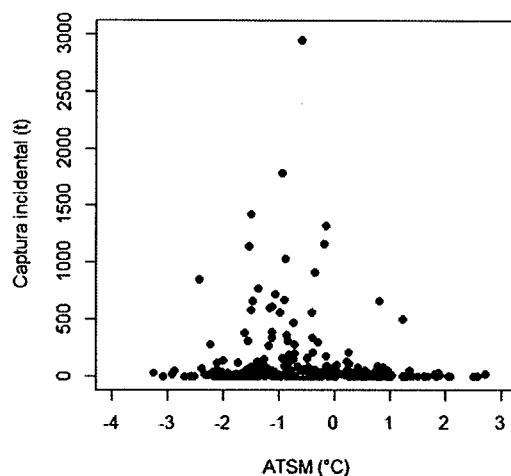


Figura 35.- Variación de las capturas incidentales mensuales con respecto a las anomalías mensuales de temperatura superficial el mar (ATSM) para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

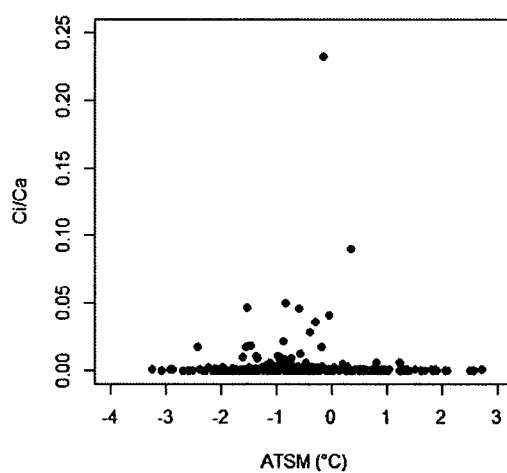


Figura 36.- Variación de la relación de la captura incidental sobre la captura de anchoveta (Ci/Ca) con respecto a las anomalías mensuales de temperatura superficial el mar (ATSM) para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

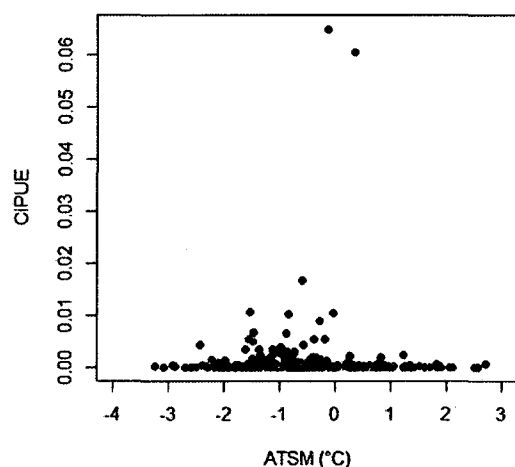


Figura 37.- Variación de la captura incidental por unidad de esfuerzo (CiPUE) con respecto a las anomalías mensuales de temperatura superficial el mar (ATSM) para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

Por otro lado, las pruebas de correlación entre las capturas incidentales, así como la Ci/Ca y la CiPUE con respecto a la ATSM probaron que no existe una correlación entre estas variables para los puertos de desembarque que contienen información de temperatura, tal y como figuran en la Tabla 12.

Tabla 12.- Valores de la correlación entre la ATSM y la captura incidental (Cap. Inc), Captura incidental por captura de anchoveta (Ci/Ca) y la captura por unidad de esfuerzo (CiPUE) por puerto de desembarque para el periodo 2005-2011.

	Puerto	Cap. Inc		Ci/Ca		CiPUE	
		r	P	r	p	r	p
Norte	Paita	0.00	0.9986	-0.05	0.7789	-0.0410	0.8151
	Chicama	-0.16	0.3317	-0.11	0.5295	-0.0872	0.6028
	Chimbote	-0.08	0.6172	-0.05	0.7795	-0.0846	0.6086
Centro	Huacho	0.17	0.3277	0.17	0.3170	0.16	0.3459
	Callao	-0.20	0.2617	-0.10	0.5662	-0.15	0.4084
	Pisco	0.09	0.6178	0.08	0.6242	0.07	0.6992
Sur	Ilo	-0.06	0.5958	-0.04	0.7330	-0.05	0.6893
General		-0.19	0.0010	-0.16	0.0049	-0.17	0.0031

Sin embargo, en el análisis general se obtuvo que si podría existir una correlación negativa entre la ATSM y la captura incidental, Ci/Ca y CiPUE, esto podría deberse a la baja cantidad de datos que se tuvo en los análisis por puerto como se puede observar en las

figuras 38-44, sin embargo en el análisis general se pudo tener una correlación negativa que nos estaría indicando que a valores negativos de ATSM se tienen valores de Captura incidental, C_i/C_a y C_i/PUE más altos.

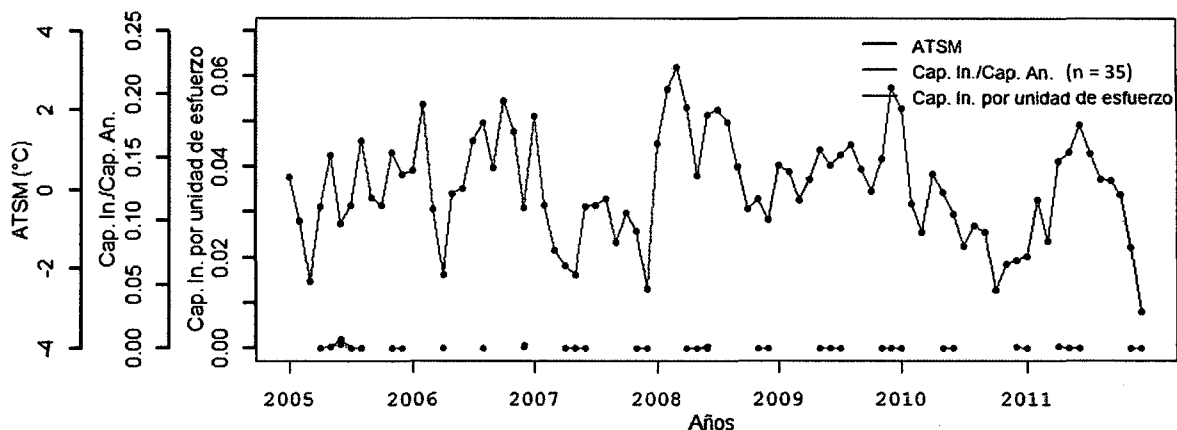


Figura 38.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM ($^{\circ}\text{C}$), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Paita durante el periodo 2005-2011.

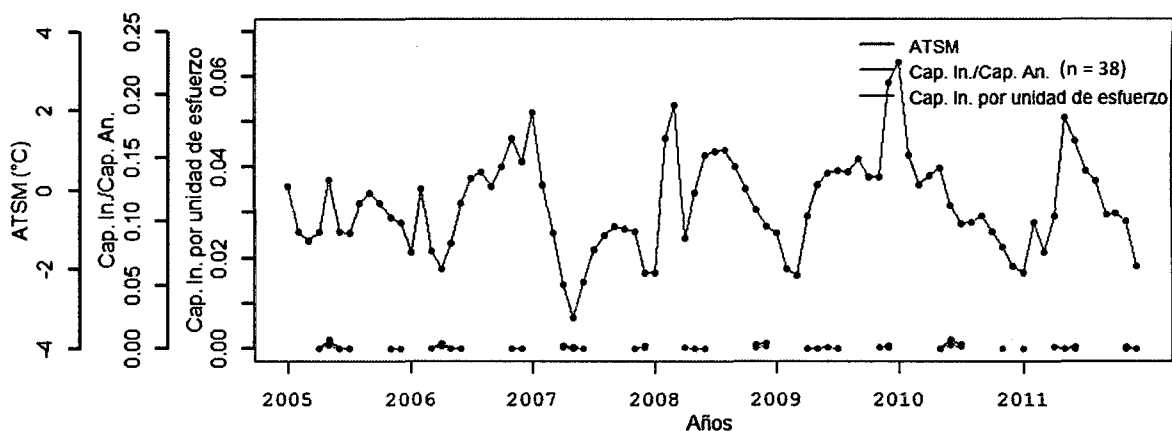


Figura 39.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM ($^{\circ}\text{C}$), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Chicama durante el periodo 2005-2011.

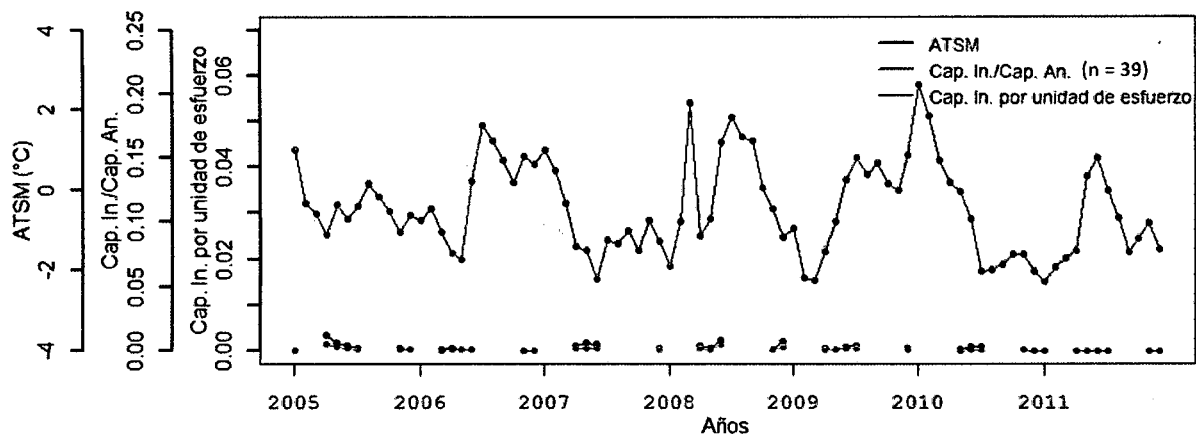


Figura 40.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Chimbote durante el periodo 2005-2011.

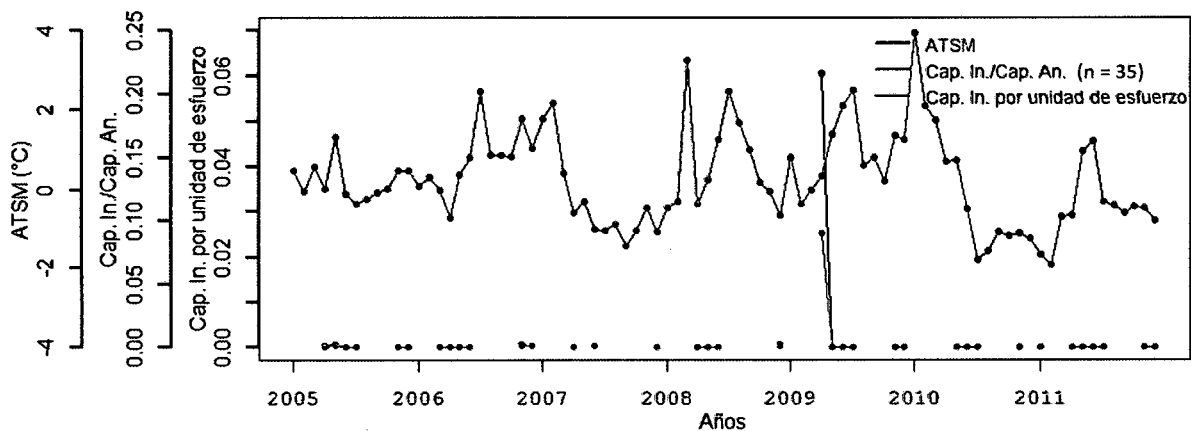


Figura 41.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Huacho durante el periodo 2005-2011.

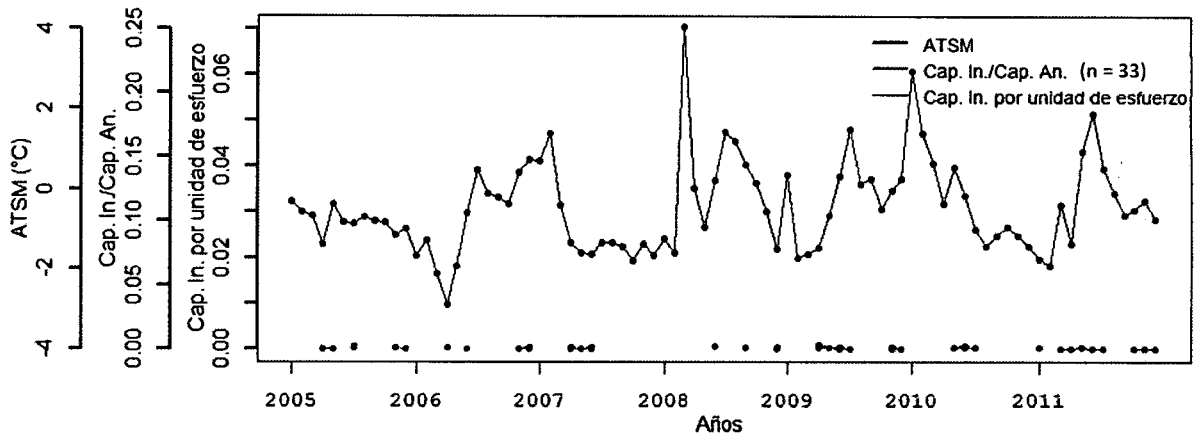


Figura 42.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Callao durante el periodo 2005-2011.

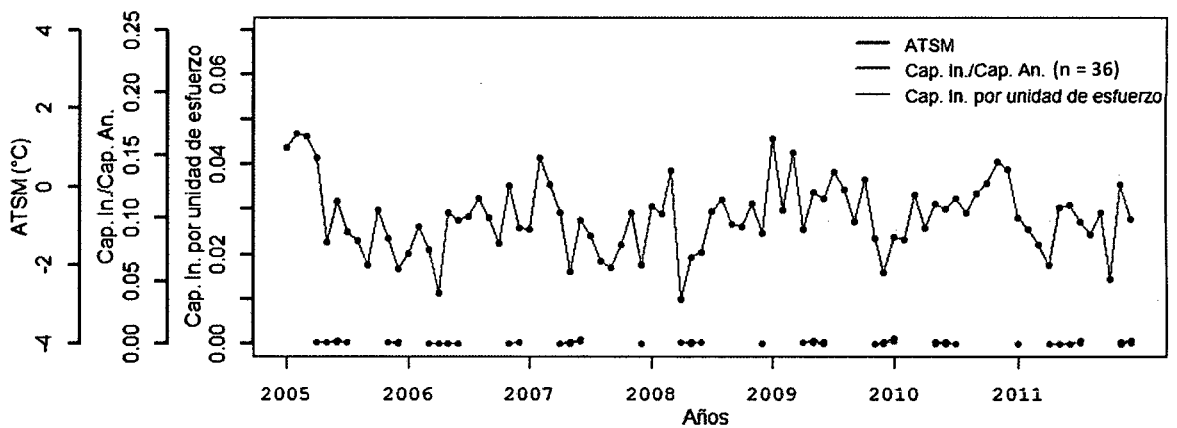


Figura 43.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Pisco durante el periodo 2005-2011.

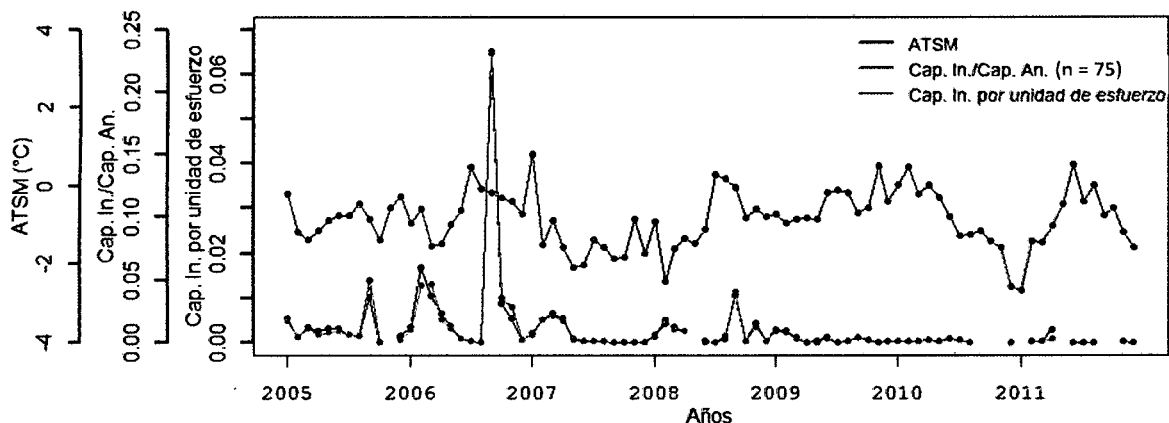


Figura 44.- Comparación de la serie de tiempo de la ATSM (°C), la captura incidental por captura de anchoveta (azul) y la captura incidental por unidad de esfuerzo (negra), para el puerto de Ilo durante el periodo 2005-2011.

Este análisis por puerto, también permitió identificar al puerto de Ilo como el que presentó los valores de capturas incidentales más altos (Figura 44) a comparación de todo el litoral peruano (ANEXOS 4-25), lo cual estaría indicando que la señal detectada previamente para la región sur en el año 2006 estaría correspondiendo principalmente al puerto de Ilo.

Por otro lado, las pruebas estadísticas dieron como resultado que existen diferencias significativas entre la Captura incidental, C_i/C_a y C_iPUE durante Eventos El Niño, Eventos La Niña y condiciones normales, Kruskal Wallis $p=0.01$, $p=0.01$ y $p=0.005$ respectivamente, tal y como se observa en las figuras 45, 46 y 47. Resultando que durante condiciones normales las capturas incidentales, C_i/C_a y C_iPUE presentan magnitudes significativamente más altas que durante Eventos La niña o Eventos el niño. Además se puede observar que en el caso de la C_i/C_a y C_iPUE el valor más alto se presentó durante condiciones de Evento El Niño, para ambos casos este valor corresponde al año 2006 en el cual destacó la presencia de Camotillo y Bagre en las capturas incidentales, y ese Evento El Niño fue el único niño moderado con una duración de 7 meses, es decir, fue el Evento más fuerte y con mayor duración, lo que podría explicar porque es un punto de comportamiento diferente a los demás Eventos de El Niño.

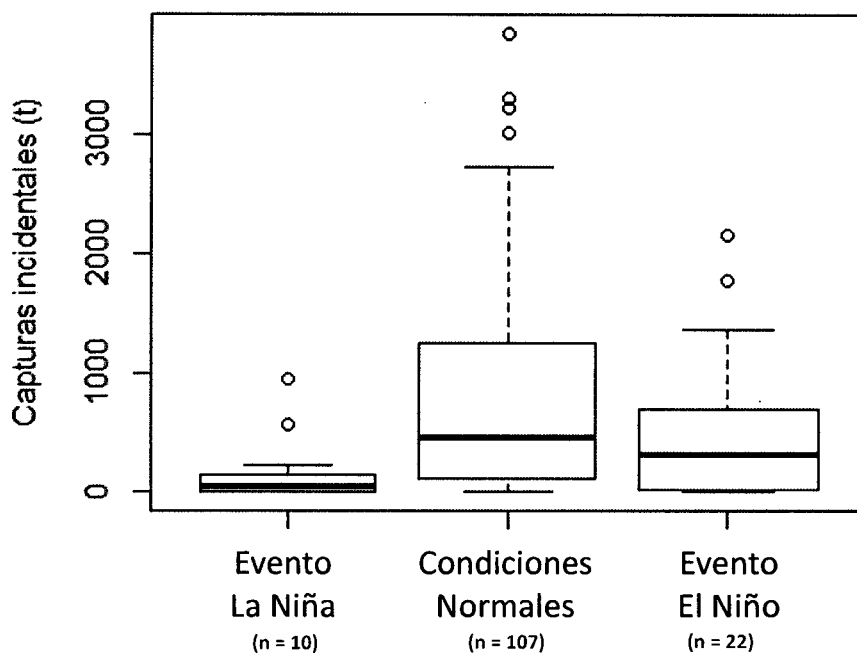


Figura 45.- Diagrama de cajas de la captura incidental (t) durante Eventos El Niño, condiciones normales y Eventos La Niña, clasificados según el ICEN para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

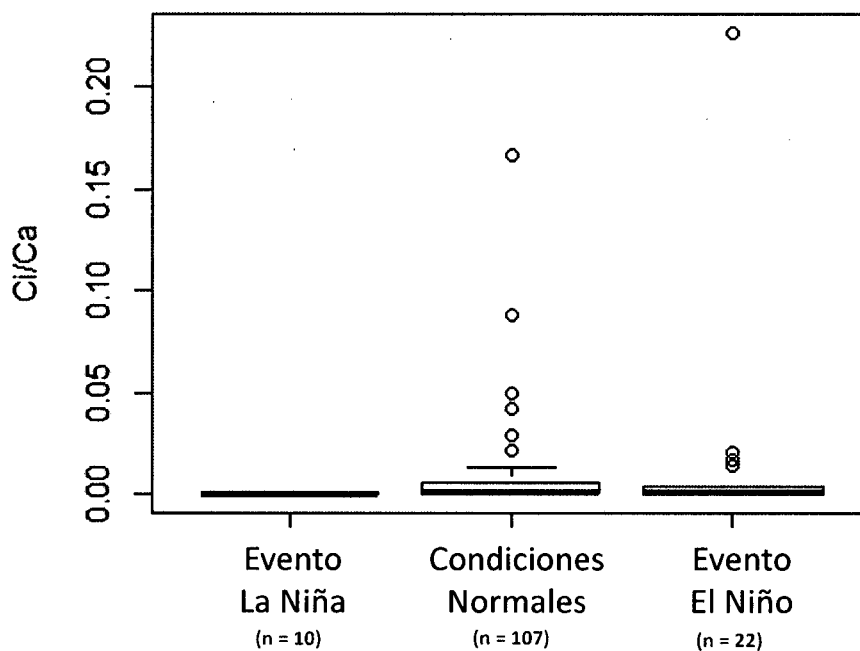


Figura 46.- Diagrama de cajas de la relación de la captura incidental por captura de anchoveta (Ci/Ca) durante Eventos El Niño, condiciones normales y Eventos La Niña, clasificados según el ICEN para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

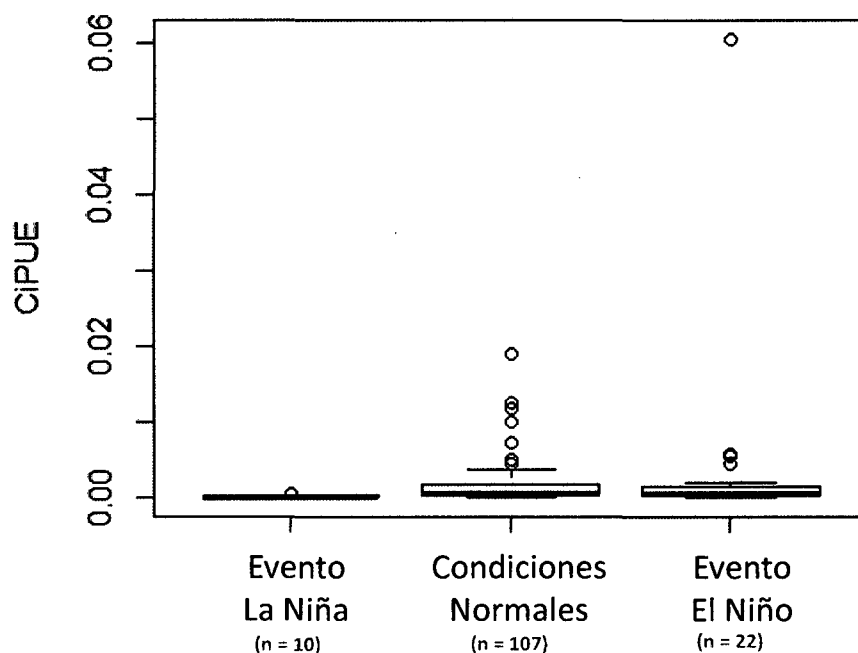


Figura 47.- Diagrama de cajas de la captura incidental por unidad de esfuerzo (CiPUE) durante Eventos El Niño, condiciones normales y Eventos La Niña, clasificados según el ICEN para todo el litoral peruano durante el periodo 2003-2011.

Así mismo, los análisis de correlación entre la Captura incidental con el Índice Costero El Niño (ICEN) resultaron en que no existe una correlación entre los mismos a diferencia de la Ci/Ca y CiPUE tal y como se observa en la Tabla 13.

Tabla 13.- Valores de la correlación entre el ICEN y la captura incidental (Cap. Inc), Captura incidental por captura de anchoveta (Ci/Ca) y la captura por unidad de esfuerzo (CiPUE) para todo el periodo 2003 - 2011.

	r	p
Captura Incidental	0.074	0.4483
Ci/Ca	0.221	0.0233
CiPUE	0.205	0.0359

En resumen, en este estudio se evaluó un periodo corto (9Años) durante el cual se desarrollaron tres tipos de eventos La Niña (Fuerte, Moderada y Débil), y dos tipos de Eventos El Niño (Moderado y Débil), resultando que existen diferencias estadísticamente significativas en la captura incidental durante estos eventos.

Resultando que la Captura incidental, la Ci/Ca y la CiPUE presentan valores más altos durante condiciones normales, según el ICEN, pero durante ATSM ligeramente negativas (-1°C). Sin embargo, se debe tener en cuenta que la serie de tiempo trabajada solo contaba con 10 meses durante un Evento La Niña y 22 meses durante un Evento El Niño a comparación de 107 meses durante condiciones normales lo cual podría influenciar los resultados de la comparación entre las mencionadas condiciones. Por otro lado la ATSM parte de mediciones de temperaturas costeras mientras que el ICEN parte de la temperatura superficial del mar en la región niño 1+2 y los datos de captura incidental no estaban georeferenciados por lo que se consideró el punto de desembarque como su referencia geográfica.

Como se sabe, durante Eventos La Niña se desarrollan condiciones favorables para el recurso anchoveta lo que tiene como efecto que la flota de pesca se despliegue por todo el litoral en busca de este recurso. Por otro lado, durante eventos el Niño los cardúmenes de anchoveta tienden a replegarse hacia las costas, profundizarse en la columna de agua, dispersarse o desplazarse hacia zonas más frías teniendo como efecto que la flota pesquera tenga el mismo comportamiento, replegándose hacia las costas o desplazándose a zonas más frías. Por otro lado, las capturas incidentales son más bajas durante ambos eventos de manera que podría ser que los recursos costeros prefieren mantenerse dentro de sus condiciones normales sin perturbaciones ambientales por lo que durante Eventos cálidos o fríos estos tienden a separarse de los cardúmenes de anchoveta y buscar otros ambientes.

Por otro lado, si bien las capturas incidentales no estuvieron influenciadas por los Eventos el Niño de débil intensidad y duración corta de 3 meses, podrían haberse visto influenciadas por Eventos El Niño de moderada intensidad de una duración mayor a 6 meses puesto que esta intensidad y duración generan mayores impactos en el ecosistema marino costero tal y como nos podría estar indicando el alto valor de la Ci/Ca y la CiPUE durante el único evento El Niño clasificado como de moderada intensidad durante el periodo de estudio tal y como se observa en la figura 48, así como también podría ser efecto del desplazamiento de las embarcaciones industriales hacia zonas más costeras donde hay una mayor presencia de especies costeras.

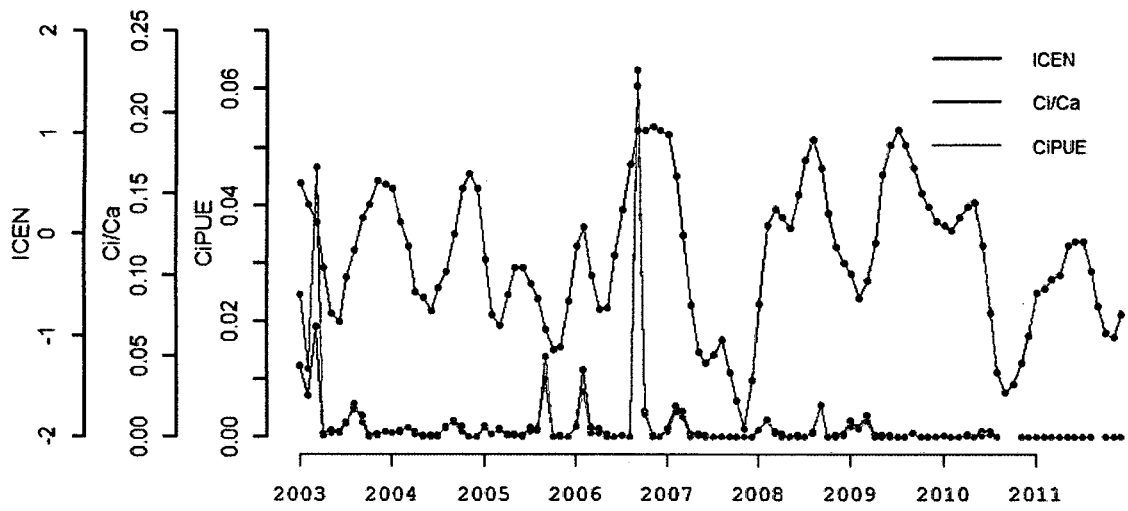


Figura 48.- Comparación de la serie de tiempo del Índice costero (ICEN) con la Ci/Ca y CiPUE durante el periodo 2003-2011.

VII. CONCLUSIONES

1. Las capturas incidentales presentan una significativa tendencia a disminuir durante el periodo 2003-2011, en términos generales y se determinó que esta tendencia corresponde a las embarcaciones industriales de acero que operan en la región sur y capturan particularmente a los recursos costeros.
2. El cociente captura incidental /captura de anchoveta, que podría llamarse eficiencia de pesca en términos de selectividad, se ha mantenido constante durante el periodo 2003-2011 a diferencia de las capturas incidentales, con la excepción de 2 momentos altos en Marzo del 2003 y Septiembre del 2006.
3. Las magnitudes de las capturas incidentales fueron significativamente mayores en la región sur, en donde predomina la captura incidental de recursos costeros. Sin embargo, la riqueza fue significativamente mayor en la región norte en donde se llegaron a identificar hasta 33 especies dentro de las capturas incidentales.
4. La flota industrial de acero generó significativamente mayores niveles de captura incidental que la flota industrial de madera, de igual manera el cociente captura incidental/captura de anchoveta y la captura incidental por unidad de esfuerzo fueron significativamente mayores en el caso de la flota de acero.
5. La magnitud de las capturas incidentales fue significativamente diferente entre Eventos El Niño, La Niña y neutrales, siendo mayor durante condiciones de ATSM negativas y durante condiciones normales según la clasificación del ICEN. Sin embargo, se observó que durante el desarrollo del único Evento El Niño de intensidad moderada, en Septiembre 2006, se presentaron las mayores capturas incidentales/captura de anchoveta, encontrando a los recursos Camotillo y Bagre como componentes principales de las capturas incidentales en la mencionada fecha.

6. Los recursos que conformaron las capturas incidentales durante todo el periodo 2003-2011 fueron en total 36 especies, principalmente recursos costeros y tranzonales. De todas estas especies, se encontró la presencia permanente de los recursos Caballa, Bagre y Munida en región norte, de los recursos Lorna, Pejerrey y Múnida en la región centro y los recursos Jurel, Caballa, Lorna, Pejerrey, Camotillo, Pampanito y Munida en la región sur.

VIII. RECOMENDACIONES

1. En el presente trabajo se ha realizado un análisis base para futuras investigaciones de este tema, sin embargo, sería muy importante poder agregarle a esta investigación información biométrica de los especímenes capturados incidentalmente para poder llegar obtener información acerca de que parte de la población de las especies capturadas incidentalmente se está viendo afectada por este problema.
2. Se recomienda que el parte de pesca del monitoreo realizado a las embarcaciones industriales pudiera tener un espacio para la ubicación geográfica de las calas en las que se obtuvo captura incidental, con la finalidad de poder dar aportes más precisos acerca de la importancia de la preservación o modificación del área destinada a la pesca industrial con respecto a la distancia de la línea de la costa permitida.
3. Aumentar el monitoreo a las embarcaciones industriales, con la finalidad de que se pueda recolectar mayor información de las capturas incidentales y descartes por captura incidental.
4. Habiéndose identificado a la región sur como una zona de gran variabilidad en cuanto a las capturas incidentales, en donde las especies costeras podrían ser más vulnerables a la pesquería industrial, y no se cuentan con muchos estudios de las capturas incidentales o descartes por captura incidental en esta zona, se deben profundizar las evaluaciones principalmente en esta región con la finalidad de identificar qué factores condicionan la generación de estas capturas incidentales.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Pope, J.G., Murawski, S.A. 1994. *A global assessment of fisheries bycatch and discards*. FAO. Fisheries Technical Paper no. 339, Rome.

Aranda M. 2009. Developments on fisheries management in Peru: The new individual vessel quota system for the anchoveta fishery. *Fisheries Research* 96 (2009) 308–312.

Bertrand, S., Díaz, E. y Lengaigne, M. 2008. Patterns in the spatial distribution of Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) revealed by spatially explicit fishing data. *Progress in Oceanography* 79 (2008) 379-389.

Bouchon, M., Ñiquen, M., Mori, J., Echevarría, A. y Cahuin, S. 2001. Manual de muestreo de la pesquería pelágica. *Inf. Prog. Inst. Mar. Perú.* N°157. Noviembre 2001.

Bouchon, M., García, C. 2005. Informe sobre el objetivo: “determinación del poder de pesca de la flota industrial de madera”. Informe Interno. UNIDAD DE INVESTIGACIONES DE DINAMICA POBLACIONAL-IMARPE.

Castillo R, Segura M, Gutierrez M, Ganoza F, Peratilla S. 2009a. Distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos del mar peruano en verano 2003. *Inf Inst Mar Perú.* 36(1-2): 37-44.

Castillo R, Gutierrez M, Peratilla S, Ganoza F. 2009b. Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos del mar peruano en primavera 2003. *Inf Inst Mar Perú.* 36(1-2): 46-51.

Castillo R, Gutierrez M, Segura M, Peratilla S. 2009c. Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos del mar peruano en verano 2004. *Inf Inst Mar Perú.* 36(1-2): 53-64.

Castillo R, Segura M, Peratilla S. 2009d. Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos del mar peruano en verano 2005. *Inf Inst Mar Perú.* 36(3-4): 91-99.

Castillo R, Gutierrez M, Peratilla S, Segura M. 2009e. Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos del mar peruano en primavera 2005. *Inf Inst Mar Perú.* 36(3-4): 109-115.

Castillo R, Gutiérrez M, Peratilla S, Escudero L. 2009f. Distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos del mar peruano. Verano 2006. *Inf Inst Mar Perú.* 36(3-4): 121-130.

Chirichigno, N. y J Vélez. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. 2da Edición. Publicación especial Inst. Mar. Perú. 500pp.

Davis, M. W. 2002. Key principles for understanding fish bycatch discard mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences;* Nov 2002; 59, 11; Academic Research Library. pg. 1834

ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú, nota técnica.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1994. Examen de la situación mundial de las especies altamente migratorias y las poblaciones transzonales. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 337. Roma, FAO. 75 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2003. La ordenación pesquera 2 El enfoque de ecosistemas en la pesca. Orientaciones técnicas para la pesca responsable N 4, supl 2, 133 pp.

Fréon, P., Bouchon, M., Mullon C., García C., Ñiquen M. 2008. Interdecadal variability of anchoveta abundance and overcapacity of the fishery in Peru, *Progress in Oceanography* (October 2008), 79 (2-4), pg. 401-412.

Fréon, P., Bouchon, M., Estrella, C. 2010. Comparación de los impactos ambientales y aspectos socio-económicos de las cadenas de producción de anchoveta. Bol. Inst Mar Perú 25(1-2): 63-71.

Gutierrez M, Peratilla S, Vasquez L. 2009a. Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos del mar peruano en primavera 2004. Inf Inst Mar Perú. 36(1-2): 46-51.

Gutierrez M, Castillo R, Peratilla S, Flores M, Maldonado C y Vasquez L. 2009b. Distribución y abundancia de especies pelágicas y mesopelágicas peruanas. Primavera 2006. Inf Inst Mar Perú. 36(1-2): 145-151.

Gutiérrez, M., Castillo, R., Segura, M., Peraltilla, S. y Flores, M. 2012. Trends in spatio-temporal distribution of Peruvian anchovy and other small pelagic fish biomass from 1966-2009. Lat. Am. J. Aquat. Res., 40(3): 633-648, 2012.

Hall, M., Alverson, L. y Metuzals, K. 2000. By-catch: problems and solutions. Marine Pollution Bulletin 41:204-219.

IMARPE (Instituto del Mar del Perú) e ITP (Instituto Tecnológico Pesquero). 1996. Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. Lima-Perú. 144pp.

Jordán R. 1971. Distribution of anchoveta (*Engraulis ringens* J.) in relation to the environment. Inv. Pesq. 35(1): 113-126.

Kelleher, k. 2005. Discards in the World's Marine Fisheries An Update. FAO Fisheries Technical Paper. N° 470. Roma, FAO. 2005. 131p.

McCaughran, D. 1992. Standardized nomenclature and methods of defining bycatch levels and implications. Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop, Newport, Oregon, Febrero 4-6, 1992. Seattle WA: Natural Resources Consultants.

Medina, J. 2011. Elasmobranquios capturados por la pesquería de arrastre camaronero en el Golfo de Tehuantepec. Tesis para obtener el título de licenciado en biología marina. Puerto Ángel, Oaxaca.

Monin, J., Ariz, J., Chassot, E., Delgado de Molina, A., Gaertner, D., Murua, H., Pianet, R., Ruiz, J. y Chavance, P. 2010. Bycatch of the European purse seine tuna fishery in the Atlantic Ocean for the 2003–2007 period. *Aquatic Living Resources*, 23, pp 353-362. doi:10.1051/alr/2011003.

Ñiquen, M., Fréon, P., 2006. A new record set by the Peruvian fishery: 2 5 million tonnes of anchovy landed in November 2005. *GLOBEC International Newsletter*, 56–57. Oct 2006.

Pérez-Gonzales, R., López, S., Flores-Campaña, L. y Salazar, R. 2006. Composición de la fauna incidental en las capturas de la pesca de langosta (*Panulirus* spp.) en el sureste del golfo de California, México. *Rev. Invest. Mar.* 27(3): 209-218, 2006.

Romanov, E. 2002. Bycatch in the tuna purse-seine fisheries of the western Indian Ocean. *Fishery Bulletin*, 100(1): 90–105.

Saila, S. 1983. Importance and assessment of discards in commercial fisheries. UN/FAO, Rome, Italy. *FAO Circ.* 765. 62 pp.

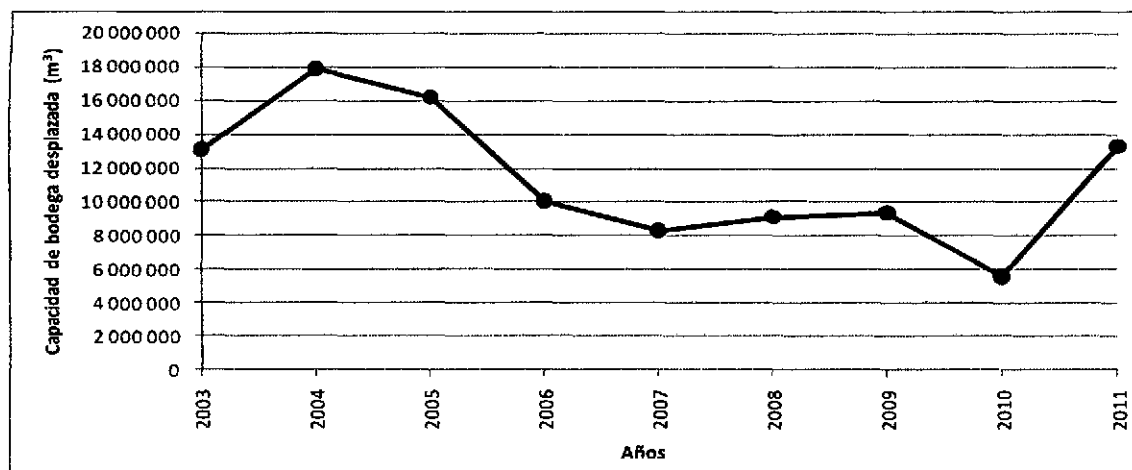
Sielfeld, W., Laudien, J., Vargas, M., y Villegas, M. 2010. El Niño induced changes of the coastal fish fauna off northern Chile and implications for ichthyogeography *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Vol. 45, S1: 705-722, diciembre 2010

Skalski, J. R., K. E. Ryding, y J. J. Millspaugh. 2005. *Wildlife demography: Analysis of sex, age and count data.* Elsevier Academic Press, Boston, USA.

Soykan, C.U., Moore, J.E., Zydalis, R., Crowder, L.B., Safina, C., Lewinson, R.L., 2008. Why study bycatch? An introduction to the theme section on fisheries bycatch. *Endangered Species Research* 5, 91-102.

Torrejón, E. 2014. Estimación del descarte y captura incidental en la pesquería industrial de cerco del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*). Tesis para optar por el grado de maestro en ciencias. Ensenada, Baja California, México.

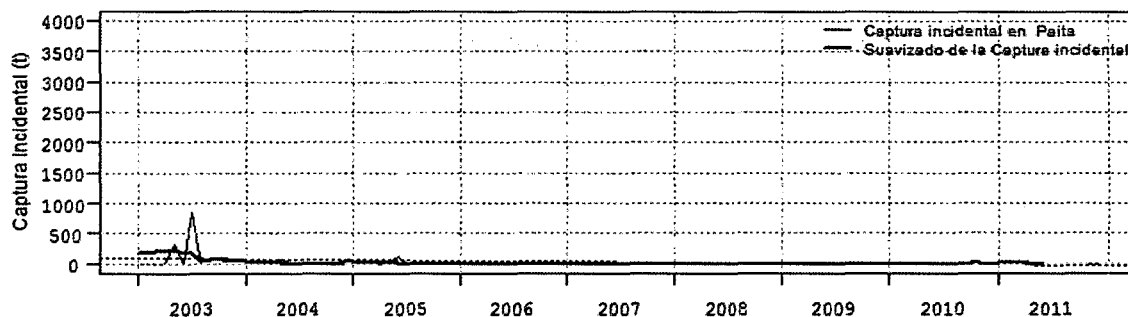
ANEXO 2.- Gráfica de la capacidad de bodega desplazada (m³) durante el periodo 2003-2011.



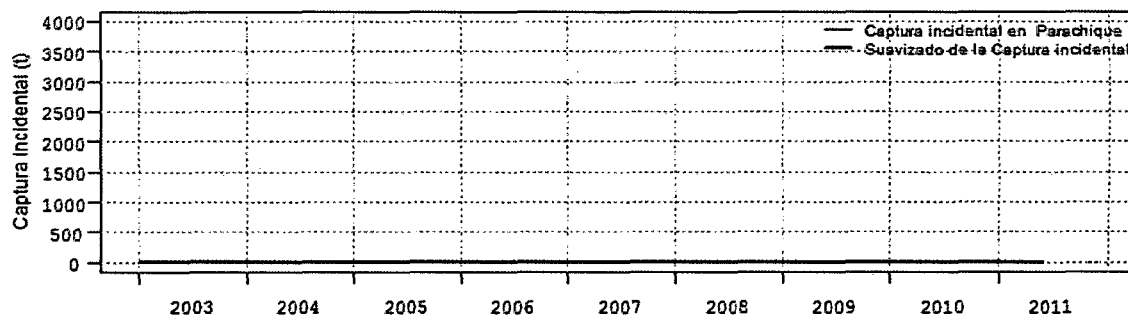
ANEXO 3.- Tabla de la capacidad de bodega desplazada por puerto de desembarque durante el periodo 2003-2011.

Puerto	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
Paíta	4462504	4462504	4462504	4462504	4462504	4462504	4462504	4462504	4462504	4462504
Parachique	2395184	2395184	2395184	2395184	2395184	2395184	2395184	2395184	2395184	2395184
Bayovar	2976383	2976383	2976383	2976383	2976383	2976383	2976383	2976383	2976383	2976383
Chicama	10466229	10466229	10466229	10466229	10466229	10466229	10466229	10466229	10466229	10466229
Salaverry	7086	7086	7086	7086	7086	7086	7086	7086	7086	7086
Coishco	4931702	4931702	4931702	4931702	4931702	4931702	4931702	4931702	4931702	4931702
Chimbote	14363317	14363317	14363317	14363317	14363317	14363317	14363317	14363317	14363317	14363317
Samanco	1736572	1736572	1736572	1736572	1736572	1736572	1736572	1736572	1736572	1736572
Casma	1083024	1083024	1083024	1083024	1083024	1083024	1083024	1083024	1083024	1083024
Huarmey	3058039	3058039	3058039	3058039	3058039	3058039	3058039	3058039	3058039	3058039
Surpe	4526064	4526064	4526064	4526064	4526064	4526064	4526064	4526064	4526064	4526064
Vegueta	2774799	2774799	2774799	2774799	2774799	2774799	2774799	2774799	2774799	2774799
Huscho	4874931	4874931	4874931	4874931	4874931	4874931	4874931	4874931	4874931	4874931
Chancay	6954386	6954386	6954386	6954386	6954386	6954386	6954386	6954386	6954386	6954386
Callao	6482210	6482210	6482210	6482210	6482210	6482210	6482210	6482210	6482210	6482210
Tambo de Mora	3979032	3979032	3979032	3979032	3979032	3979032	3979032	3979032	3979032	3979032
Pisco	9605954	9605954	9605954	9605954	9605954	9605954	9605954	9605954	9605954	9605954
Atico	2227425	2227425	2227425	2227425	2227425	2227425	2227425	2227425	2227425	2227425
La Planchada	2446627	2446627	2446627	2446627	2446627	2446627	2446627	2446627	2446627	2446627
Mollendo	2604678	2604678	2604678	2604678	2604678	2604678	2604678	2604678	2604678	2604678
Quilca	48921	48921	48921	48921	48921	48921	48921	48921	48921	48921
Ilo	10663395	10663395	10663395	10663395	10663395	10663395	10663395	10663395	10663395	10663395

ANEXO 4.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de paita durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



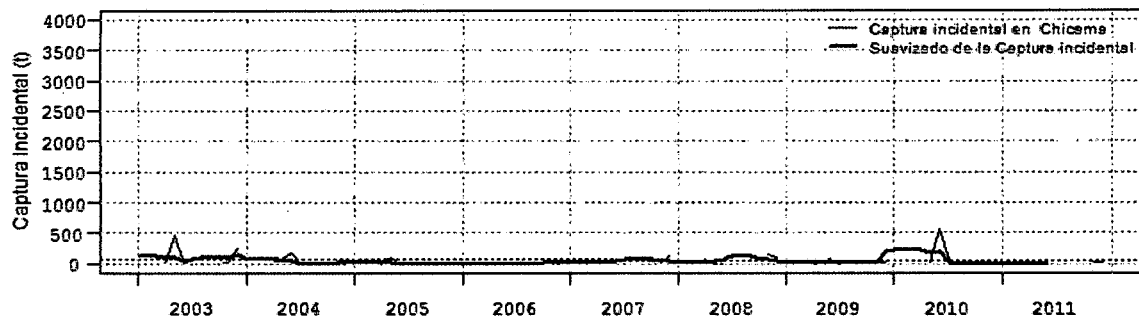
ANEXO 5.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de parachique durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



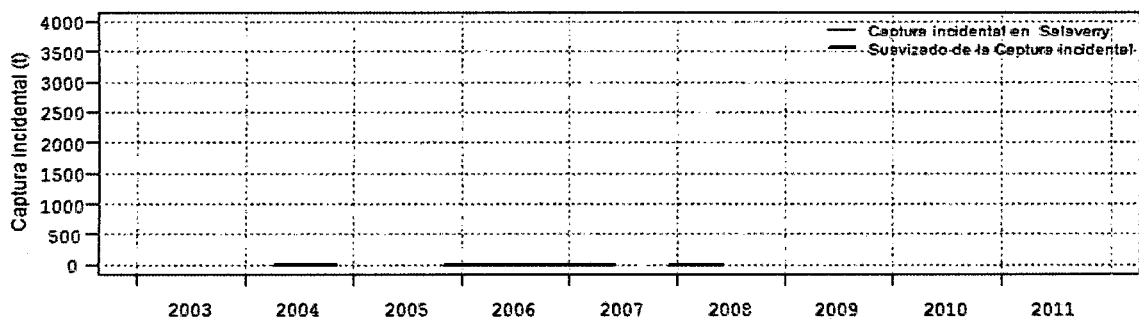
ANEXO 6.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de bayovar durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



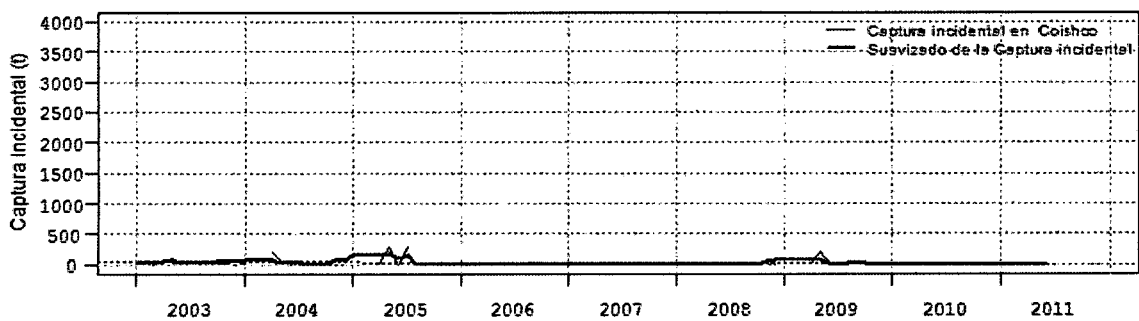
ANEXO 7.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de Chicama durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



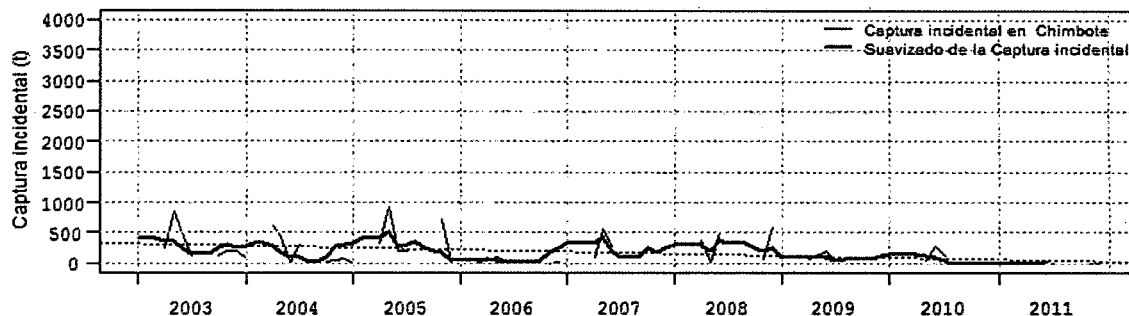
ANEXO 8.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de Salaverry durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



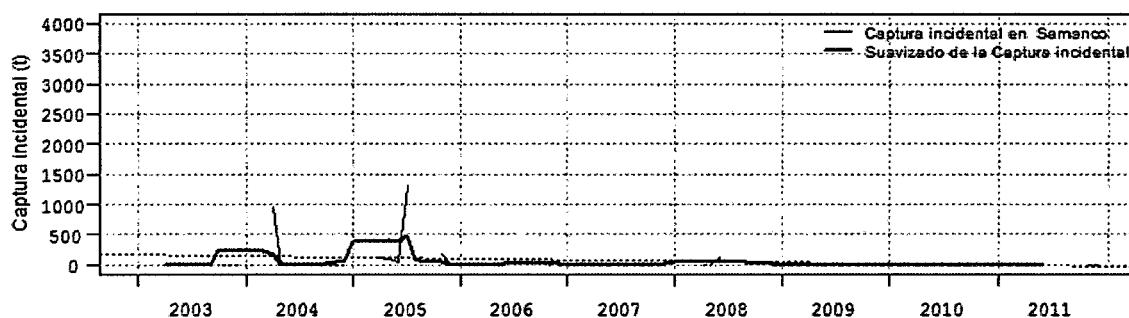
ANEXO 9.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de Coishco durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



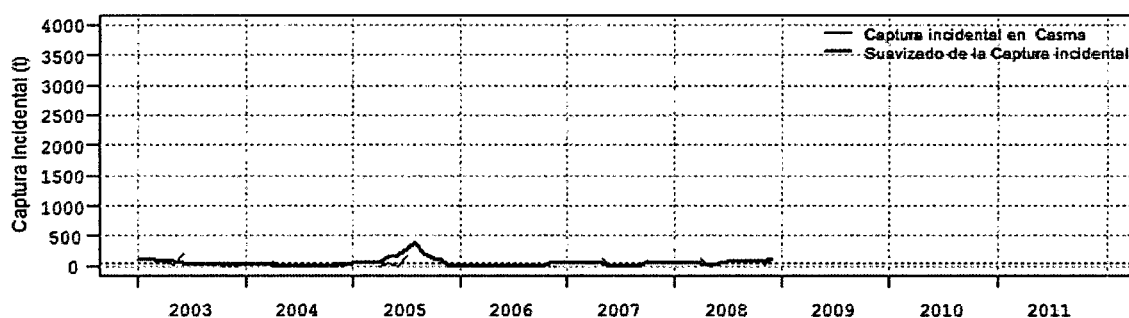
ANEXO 10.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de chimbote durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada y tendencia (pendiente= -2.542, p-value=0.007).



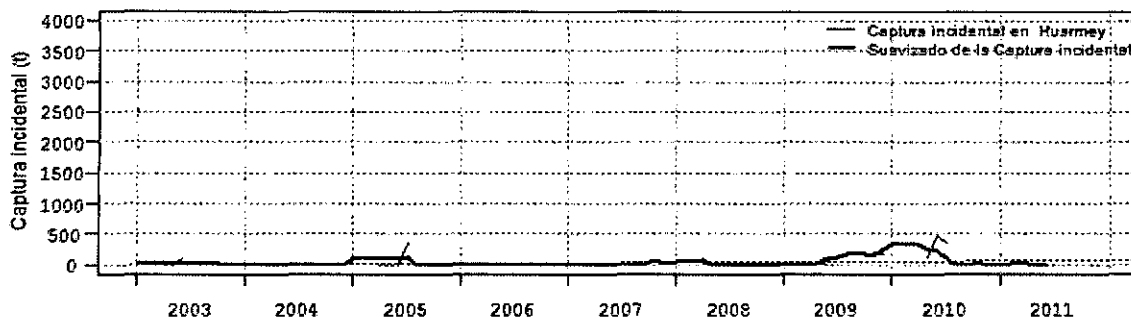
ANEXO 11.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de samanco durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



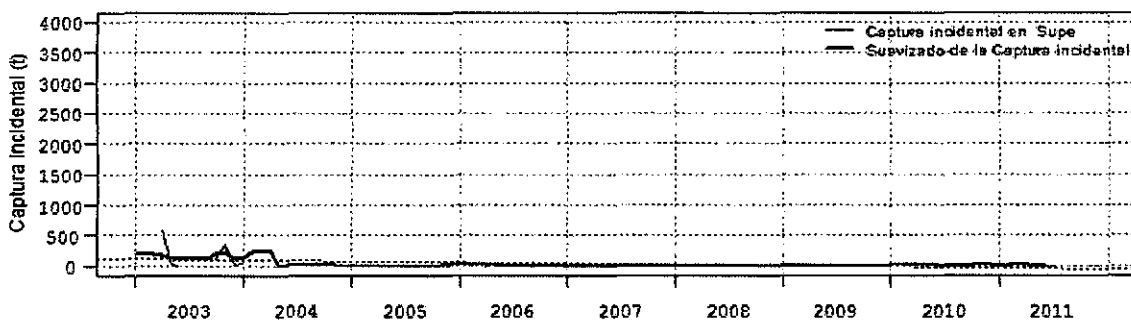
ANEXO 12.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de casma durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



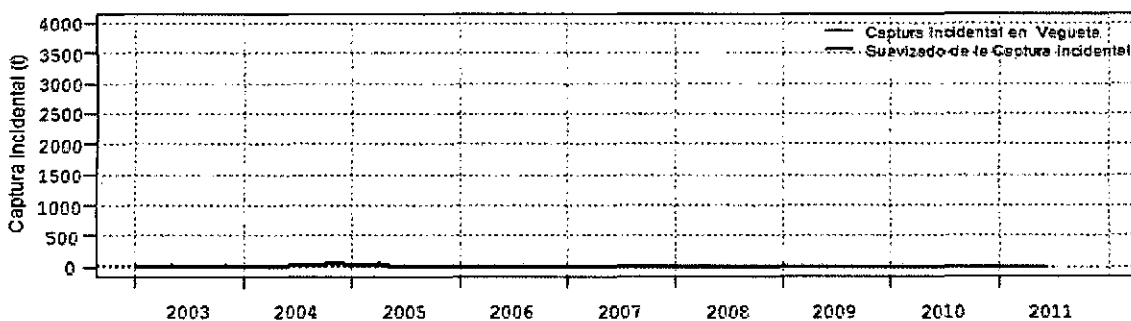
ANEXO 13.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de huarmey durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



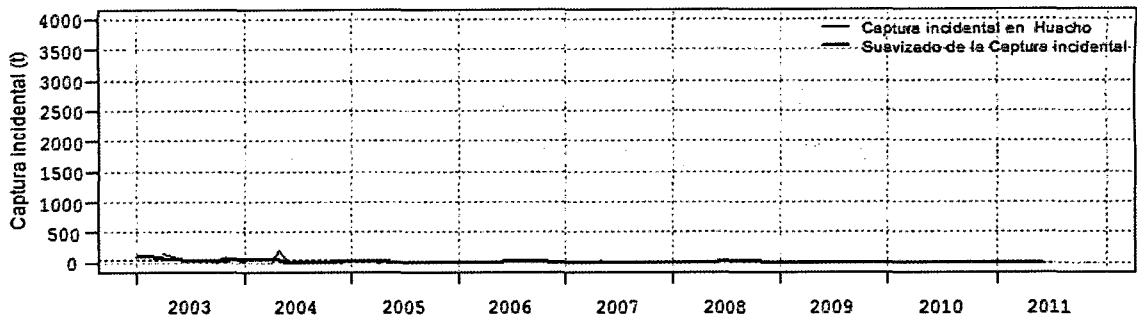
ANEXO 14.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de supe durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



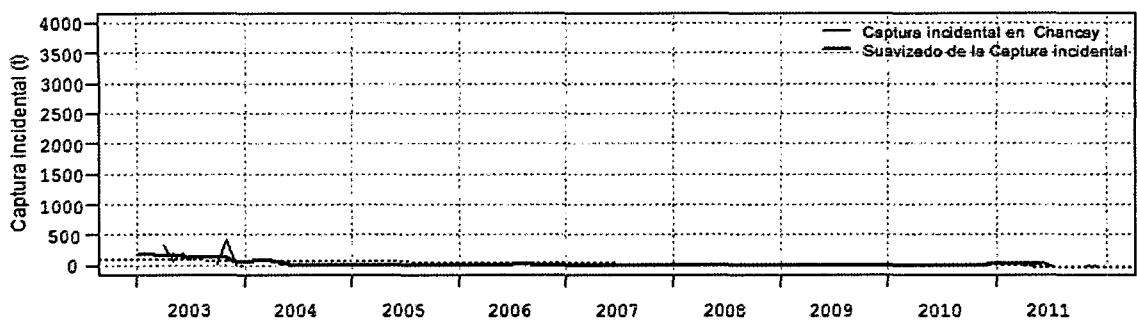
ANEXO 15.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de vegueta durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



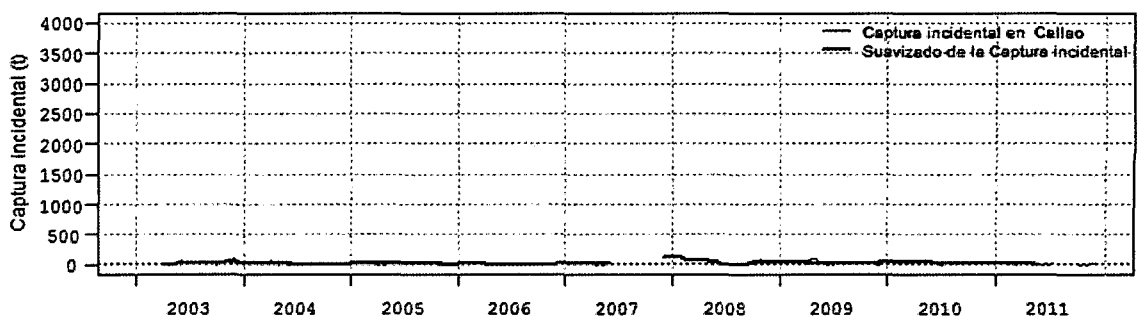
ANEXO 16.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de huacho durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



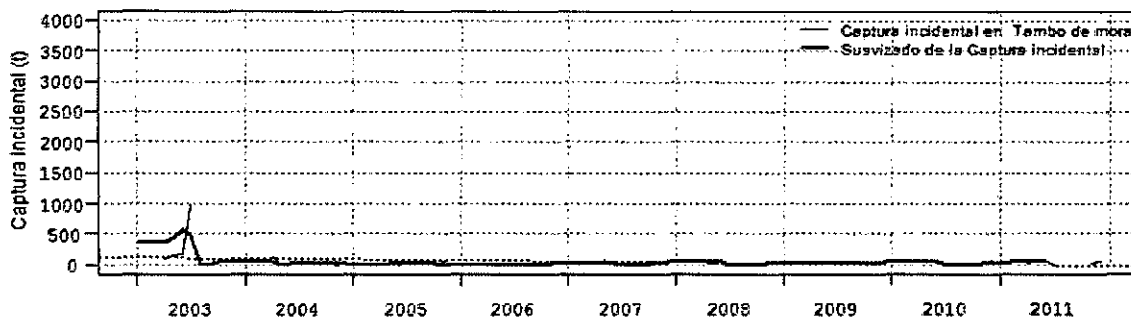
ANEXO 17.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de chancay durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



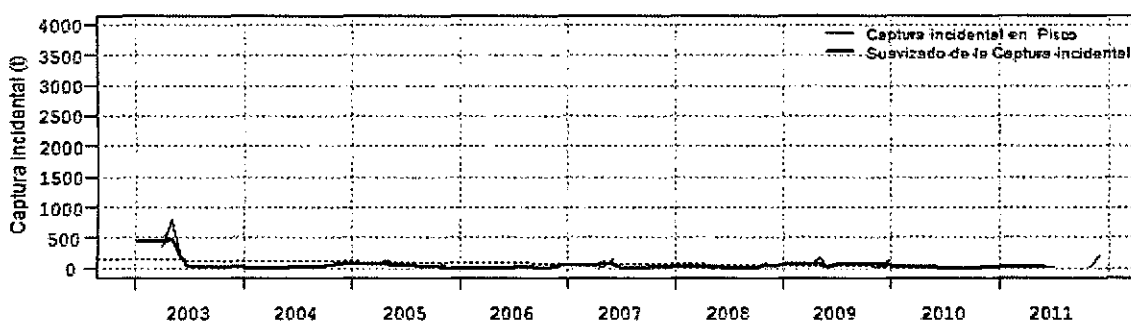
ANEXO 18.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de callao durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



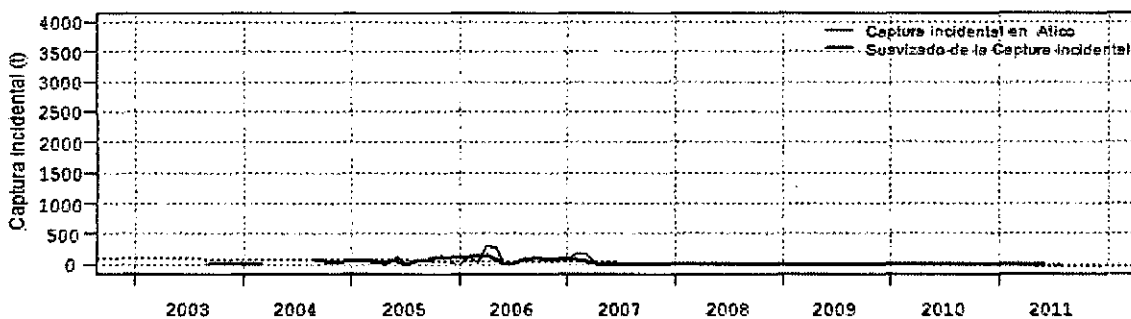
ANEXO 19.- Gráfica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de tambo de mora durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



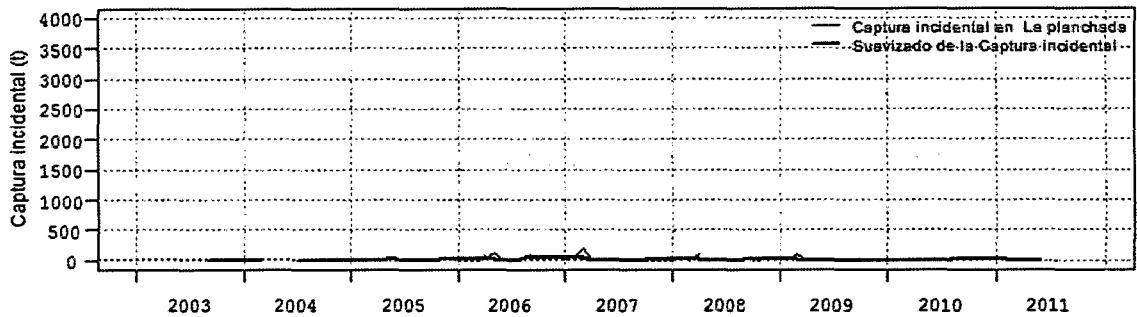
ANEXO 20.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de pisco durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



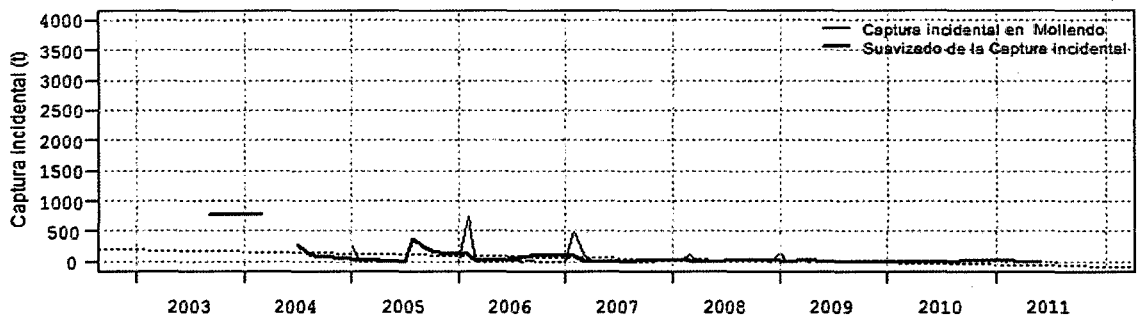
ANEXO 21.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de atico durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



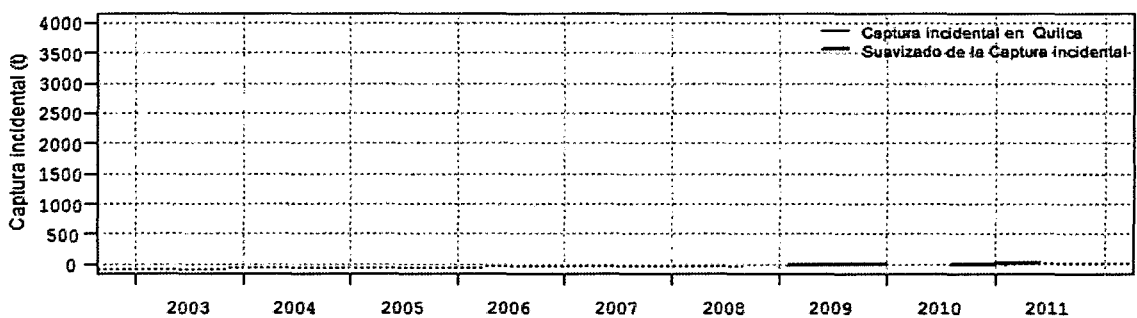
ANEXO 22.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de la planchada durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



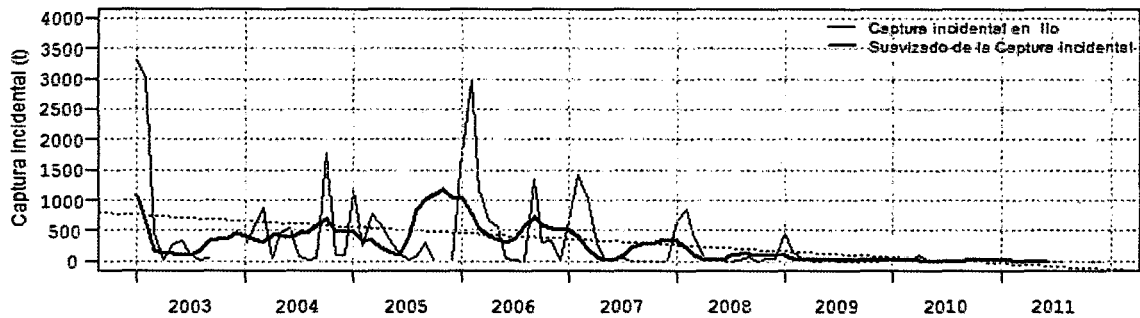
ANEXO 23.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de mollendo durante el periodo 2003-2011, la respectiva serie suavizada y tendencia (pendiente= -2.505, p-value= 0.011)



ANEXO 24.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de quilca durante el periodo 2003-2011 y la respectiva serie suavizada.



ANEXO 25.- Grafica de la serie de tiempo de la captura incidental mensual correspondiente al puerto de Ilo durante el periodo 2003-2011, la respectiva serie suavizada y tendencia (pendiente= -8.194, p-value= $8.223e^{-05}$).



ANEXO 26.- Tabla de resultados de las pruebas de comparaciones múltiples no paramétricas para la relación de la captura incidental por captura de anchoveta por regiones.

```
Multiple comparison test after kruskal-wallis
p.value: 0.05
Comparisons
  obs.dif critical.dif difference
1-2 15.16815    38.22569    FALSE
1-3 66.78635    33.94155    TRUE
2-3 81.95450    34.93459    TRUE
```

ANEXO 27.- Tabla de resultados de las pruebas de comparaciones múltiples no paramétricas para la captura incidental por unidad de esfuerzo por regiones.

```
Multiple comparison test after kruskal-wallis
p.value: 0.05
Comparisons
  obs.dif critical.dif difference
1-2 14.54918    38.22569    FALSE
1-3 56.94199    33.94155    TRUE
2-3 71.49117    34.93459    TRUE
```

ANEXO 28.- Número de viajes por región y por año para el periodo 2003-2011.

Region	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Norte	50678	55652	41386	27512	25385	26855	21846	14994	24072
Centro	15298	25976	28895	13507	8444	11936	18521	5733	30368
Sur	4458	10341	13428	12435	12028	10777	6858	5369	5550

43811

ANEXO 29.- Listado de especies con sus volúmenes de captura incidental por año.

	Especie	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Costeros	Bagre (<i>Galeichthys peruvianus</i>)	1054.05	2220.46	277.44	131.98	269.24	411.44	467.42	369.67	28.69
	Lisa (<i>Mugil cephalus</i>)	9.75	1.91	30.08	138.78	16.85	0	1.63	0	0
	Machete (<i>Ethmidium maculatum</i>)	21.11	85.47	83.02	60.16	64.14	42.82	0.67	0	0
	Mojarrilla (<i>Stellifer minor</i>)	16.66	31.96	0	0.298	0.93	0	0	0	0
	Chilindrina (<i>Stromateus stellatus</i>)	2.21	4.1	0	0.039	4.15	0	32.86	0	1.00
	Lorna (<i>Sciaena deliciosa</i>)	1967.96	1208.29	1218.30	2469.80	1928.81	465.54	133.18	71.43	35.83
	Pejerrey (<i>Odontesthes regia regia</i>)	4296.02	657.94	1114.75	1263.47	944.96	253.16	99.37	26.11	36.07
	Camotillo (<i>Diplectrum conceptione</i>)	1810.81	1510.82	390.28	5109.84	211.96	720.05	239.16	10.60	48.11
	Mismis (<i>Menticirrhus ophicephalus</i>)	40.48	50.88	20.59	11.07	48.77	10.45	0.92	0	0
	Pampanito (<i>Trachinotus paitensis</i>)	76.44	71.00	118.13	765.25	430.17	513.38	166.21	44.00	5.89
	Cabinza (<i>Isacia conceptionis</i>)	99.21	105.53	171.02	100.91	256.48	31.81	12.17	5.02	0
	Pejerrey nocturno (<i>Atherinella nocturna</i>)	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0
Transzonales	Jurel (<i>Trachurus picturatus murphyi</i>)	220.08	846.17	1654.20	636.19	242.71	387.94	303.55	0.86	80.70
	Caballa (<i>Scomber japonicus peruanus</i>)	3707.32	648.80	4686.04	292.31	1888.10	2091.70	1003.57	1912.59	300.53
	Bonito (<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>)	24.37	0	53.91	2.28	15.23	32.34	14.55	17.63	0
Pelagicos	Sardina (<i>Sardinops sagax sagax</i>)	3.23	331.73	0	75.65	0.29	0	0	0	0
	Samasa (<i>Anchoa nasus</i>)	1961.27	258.85	126.66	15.49	10.20	10.16	10.18	3.83	0
	Agujilla (<i>Sphyræna ensis</i>)	60.83	121.47	12.46	13.52	0	2.33	72.01	41.77	44.48
	Pez aguja (<i>Hemiramphus saltator</i>)	0.03	0	0	0	0	0	10.34	0	0
Oceanicos	Melva (<i>Auxis rochei</i>)	0	0	0	0	0	0	0	27.70	0
	Atun (<i>Thunnus albacares</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	19.46
	Jurel Fino (<i>Decapterus macrosoma</i>)	0	0	0	0	0	64.25	20.95	20.39	0
	Barrilete (<i>Katsunowus pelamis</i>)	0	0	0	0	0	0	0	2.90	0
	Sierra (<i>Scomberomorus sierra</i>)	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
Demersales	Coco (<i>Paralanchurus peruanus</i>)	0	0	0	0	0	0	27.37	0	0
	Falso volador (<i>Prionotus stephanophrys</i>)	0.01	0	0	0	0	0	0	0.72	0.58
	Cachema (<i>Cynoscion analis</i>)	2.66	0.19	0	3.44	0.10	0	0	0	0
	Cabrilla (<i>Paralabrax humeralis</i>)	0	0	0	0	0	0	0	73.70	0
	Merluza (<i>Merluccius gayi peruanus</i>)	4.13	0.977	6.595	0	51.133	0	0	59.25	0
	Anguila (<i>Ophichthus remiger</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0
	Palometa (<i>Peprilus medius</i>)	0	0.555	0	0	4.81	17.98	0	0	0
Otras sp.	Pota (<i>Dosidicus gigas</i>)	828.08	223.34	243.21	202.28	73.80	206.33	17.89	0	44.21
	Múnida (<i>Pleuroncodes monodon</i>)	1978.47	1944.77	865.88	237.82	278.98	176.46	286.74	196.13	494.72
	Calamar (<i>Loligo gahi</i>)	11.74	24.87	22.10	2.63	2.98	1.72	17.50	2.40	0.59
	Pulpo (<i>Octopus sp.</i>)	0	0	0	0	0	0	0	17.20	0
	Malagua (<i>Chrysaora plocamia</i>)	0.22	0	0	0	0	42.41	159.24	0	0