



INCORPORACIÓN DE ADITAMENTOS SELECTIVOS A LAS REDES DE ARRASTRE CAMARONERAS EN EL O. PACÍFICO MEXICANO

DICTAMEN TÉCNICO

Instituto Nacional de Pesca



JUNIO 2010

Este Documento debe citarse como:

INAPESCA 2010. Incorporación de Aditamentos Selectivos a las Redes de Arrastre Camaroneras en el O. Pacífico Mexicano. Dictamen Técnico. Doc. Interno. SAGARPA. INAPESCA. 35 p. y Anexo Técnico.

Resumen

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva sobre investigaciones nacionales e internacionales enfocadas en aspectos biológicos y ecológicos de la pesquería de camarón, particularmente aquellos dirigidos a la comunidad biológica asociada al crustáceo y la magnitud, variabilidad e impacto a estas por las redes de arrastre camaroneras. Asimismo, se revisaron los trabajos realizados en el campo de la tecnología de pesca, principalmente aquellos que mediante modificaciones o innovaciones a las redes logran hacerlas más selectivas. Con base en esta información, se dictamina el uso de aditamentos excluidores de fauna de acompañamiento (bycatch) considerando en primera instancia que estas modificaciones no afecten la eficiencia para capturar camarón, tengan una eficiencia comprobada en la liberación del bycatch, sean de bajo costo y fácil de instalar y utilizar. Con base en estas consideraciones se dictamina la incorporación y uso de aditamentos selectivos denominados: ojo de pescado, segunda relinga inferior y tamaño de malla del bolso de la red, a las redes de arrastre camaroneras del O. Pacífico mexicano, conforme las especificaciones técnicas de materiales, construcción, colocación y operación, definido en el Anexo Técnico que forma parte del presente Dictamen.

Se discuten también los efectos potenciales por el uso generalizado de estos aditamentos. Se concluye que las capturas en otras pesquerías pueden incrementarse sustantivamente como efecto del uso de redes camaroneras con aditamentos selectivos, generando ingresos y beneficios a otros sectores pesqueros. Esto se debe a que al dejar de impactar juveniles de especies -que al crecer tendrán mayor oportunidad de reproducirse-, se tendrá un mejoramiento en sus poblaciones y en las pesquerías asociadas a recursos tales como los de las pesquerías de escama y ribereña.

Finalmente, se recomienda realizar de manera previa a la implementación de estos aditamentos, cursos y talleres de capacitación tanto a pescadores como autoridades de inspección y vigilancia para el uso adecuado de la tecnología

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 Importancia de la Pesquería

De acuerdo con el Anuario Estadístico de Pesca para el año 2008 (SAGARPA, 2008), del total de los recursos pesqueros mexicanos, el litoral del Pacífico norte contribuye con alrededor del 76 % del total de las capturas. De la pesquería nacional de camarón, el Pacífico contribuye con más del 90% del total.

El recurso camarón del litoral Pacífico mexicano representa la pesquería más importante en cuanto al valor comercial del producto de sus ventas. Se sitúa también en primer lugar en cuanto al número de embarcaciones mayores y menores; primer lugar por cuanto a la infraestructura instalada para la operación de la flota nacional; tercer lugar en el volumen de la producción total pesquera nacional y primer lugar por la generación de empleos directos e indirectos. También ocupa el primer lugar en la problemática social que genera para la administración de la pesquería, incluyendo costos de vigilancia e investigación dada la alta vulnerabilidad del recurso en todas sus etapas de su ciclo de vida (INAPESCA y CONAPESCA, 2006)

En Sinaloa, el total de la producción de la temporada de pesca 2006-2007 hasta el 23 de marzo ascendió a 16,902.8 toneladas en peso desembarcado. La producción se dividió entre la pesca de alta mar con 11,980.0 t, 786.0 t la pesca de ribera y 4,136.8 t la obtenida en esteros y bahías (Muñoz-Rubí *et al.* 2009).

Fernández-Trujillo (1999), menciona que durante 1997 los pescadores ribereños obtuvieron un volumen de captura de camarón cercano a las 23,900 toneladas en esteros y bahías, cuyo valor alcanzó los 198 millones de pesos. Este volumen representó el 34% de la captura nacional de camarón, lo cual indica la importancia de estas lagunas costeras y su entorno para la pesca.

En el 2008, la producción de camarón silvestre en el O. Pacífico alcanzó las 34,773 t en peso desembarcado, con la mayor producción en Sinaloa de 9,741 t; en segundo lugar Sonora con 7,933 t y luego Nayarit con 1, 415 t.

La tabla 1 muestra los valores de captura para los dos litorales, Estados y origen de las capturas (CONAPESCA 2008).

Tabla1. Volumen de la producción de camarón en peso desembarcado, por origen y entidad federativa, 2008 (toneladas).

LITORAL Y ENTIDAD	TOTAL	ORIGEN		
		MAR ABIERTO	ESTEROS Y BAHÍAS	CULTIVO
TOTAL	179,952	31,400	18,503	130,049
LITORAL DEL PACÍFICO	162,108	20,893	13,880	127,335
BAJA CALIFORNIA	701	523	-	179
BAJA CALIFORNIA SUR	3,783	40	632	3,110
SONORA	91,421	7,933	2,165	81,322
SINALOA	53,127	9,741	6,004	37,382
NAYARIT	9,254	1,415	3,432	4,408
JALISCO	27	-	1	26
COLIMA	926	45	6	875
MICHOACÁN	21	-	-	21
GUERRERO	65	52	-	12
OAXACA	1,148	432	716	-
CHIAPAS	1,634	711	923	-
LITORAL DEL GOLFO Y CARIBE	17,843	10,507	4,623	2,713
TAMAULIPAS	12,369	6,700	3,883	1,787
VERACRUZ	1,993	1,327	628	39
TABASCO	394	89	113	193
CAMPECHE	2,674	2,222	-	452
YUCATÁN	244	1	-	243
QUINTANA ROO	168	168	-	-
ENTIDADES SIN LITORAL	1	-	-	1
HIDALGO	1	-	-	1

1.2 Medidas de manejo para una pesca sustentable

Además de considerar la incertidumbre en la población de recurso, los procedimientos en el manejo precautorio incluyen herramientas enfocadas al manejo específico de las especies, tales como un nivel mínimo de biomasa remanente, tallas límite de captura, restricciones en los sistemas de pesca y cierre espacial y temporal de áreas de pesca.

Los procedimientos de manejo para los cuales la captura permisible es fijada sobre una fracción constante de la biomasa, generalmente producen un mejor resultado que muchos otros procedimientos alternativos. Sin embargo, los métodos de evaluación y estrategias de pesca necesitan ser evaluadas simultáneamente para determinar su eficacia en el cumplimiento de las metas de manejo.

Hay por lo menos cuatro alternativas para pescar una fracción constante de la biomasa explotable, que resultarían en niveles de mortalidad total acordes con el mantenimiento de la población. 1) la mortalidad por pesca objetivo puede ser reducida conforme el tamaño de la población decrece. 2) se puede establecer un nivel de biomasa mínimo por arriba de un nivel de riesgo. 3) las tallas de los peces capturados pueden ser aumentadas cambiando los requisitos de los sistemas de pesca; no obstante que esta restricción permitirá el escape de

peces de otros organismos juveniles para que crezcan y se reproduzcan, podría no ser efectiva si se aplica mayor esfuerzo de captura a organismos adultos. 4) se pueden cerrar áreas geográficas a la pesca si la distribución de los organismos es bien conocida y si la pesca en otras áreas no incrementa.

En México, el manejo de la pesquería está basado en:

- *Temporada y zonas de veda.* El periodo de pesca es determinado anualmente mediante estudios de la dinámica poblacional del recurso con base en tallas y edades de los organismos. Para la pesca de altamar, actualmente solo se permite pescar en la franja litoral a más de cinco brazas de profundidad.

- *Artes de pesca:*

La flota industrial utiliza redes de arrastre con tamaños de malla de 1 ¾" (44.45 mm) en el cuerpo de la red y de 1 ½" en el bolso (38.1mm), utilizando un Dispositivo Excluidor de Tortugas según se especifica en la Norma Oficial Mexicana NOM-061-PESC-2006 publicada en el D.O.F. del 22 de enero del 2007.

En el complejo lagunar de Bahía Magdalena – Bahía Almejas en B.C.S., desde 2001 la pesca se realiza en embarcaciones menores con redes de arrastre diseño "Magdalena I" que incluyen aditamentos selectivos (sus características se describen en la modificación a la NOM de Camarón publicada en D.O.F. del 7 dic. 2001). Este es el único complejo de aguas interiores en que se permite el uso de redes de arrastre.

Para la pesca en aguas interiores por la flota artesanal, se utiliza una amplia gama de artes de pesca en diversas localidades del país: suriperas en Sinaloa, chinchorros de línea en Sonora y Alto Golfo de California, charangas en Tamaulipas, mangas en Veracruz, encierros en varias zonas, y uso generalizado en el país -aunque con menor esfuerzo- de atarrayas.

- *Esfuerzo.* Actualmente no se conceden permisos de pesca adicionales a los ya expedidos, y existe un programa de CONAPESCA para que de manera voluntaria se retiren de la pesca barcos camaroneros en activo, incluyendo el permiso de pesca. Para el año 2010 se tiene presupuesto para el retiro de 92 embarcaciones con un apoyo gubernamental al armador de 1.3 millones de pesos.

1.3 Impactos de la pesca de camarón con redes de arrastre en la comunidad biológica

Las pesquerías en latitudes tropicales son multi-específicas. Debido al traslape en los nichos de diferentes especies, la pesca incide en la captura de varias especies que no son el objetivo de pesca (bycatch), tales como peces, moluscos y otros crustáceos, entre otros, que por lo general son regresados al mar ya muertos (descarte).

La pesca de camarón mediante redes de arrastre tiene la más alta tasa de descarte y representa más del 27% de 7.3 millones de toneladas de los descartes estimados para todas las pesquerías en el planeta, con valores de proporción de hasta 1 Kg. de camarón por 96 Kg. de descartes de otras especies (Kelleher 2008). En esta pesquería, una gran proporción de la captura incidental consiste en organismos juveniles y de poco valor económico para la flota camaronera.

Los especialistas en la materia a través de diversas publicaciones coinciden que la composición y abundancia del bycatch de los arrastres camaroneros varían temporal y espacialmente. En México, la proporción de camarón:bycatch así como la composición taxonómica de esta última varía en función del área de pesca, la profundidad de operación y la estación del año. Aunado a la variación estacional y espacial natural de la abundancia de las comunidades biológicas asociadas al camarón, el volumen y composición del bycatch también varía dependiendo del arte de pesca utilizado, sus características de armado, materiales utilizados en su construcción, principio de funcionamiento, técnicas y tácticas de pesca, experiencia del operador y especie objetivo a la que es dirigido el esfuerzo.

Grande-Vidal y Díaz-López (1981) documentaron que en el Océano Pacífico mexicano la proporción de peces en el bycatch varió entre el 60 y 63.7%, correspondiendo el resto a crustáceos, moluscos y equinodermos. Las tallas y pesos promedio de las principales especies de peces del bycatch fueron de 15 cm de longitud y la relación camarón:bycatch estimada fue de 1:9.2.

En el Golfo de Tehuantepec, durante los últimos años de la década de 1970 se estimó que la fauna incidental constituía un porcentaje mayor del 60% en relación a la fauna total capturada (Reyna 1979). En 1989 esta proporción fue estimada en la temporada de veda (junio-julio) en un 98% para la fauna y 2% para el camarón (Ramos-Cruz 1990). Esta proporción se mantiene prácticamente igual (97%) en evaluaciones realizadas en el año 2000 (Sarmiento y Gil 2000).

Hendrickx *et al.* (1983), en campañas de pesca de arrastre en el sur de Sinaloa encontraron una proporción camarón *Penaeus*/bycatch de 1: 11.76 para los muestreos realizados entre 27

y 45 m de profundidad, 1: 18.90 considerando todos los arrastres en los cuales se obtuvo camarón, y 1:34.61 considerando todos los muestreos.

Pérez Mellado y Findley (1985) y Young y Romero (1979) observaron que en Sonora y Sinaloa la relación camarón-bycatch fue de 1 a 9.8kg, disminuyendo esta proporción cuando la temporada se acerca a su fin (febrero-abril) debido principalmente al cambio en la temperatura ambiental y oceánica. Otro aspecto importante que mencionan Pérez Mellado y colaboradores (1983), Galván Piña y Arreguín-Sánchez (2004) es que la flota ribereña impacta principalmente depredadores tope mientras que los arrastres camaroneros pescan mayormente niveles tróficos inferiores. Sin embargo, debido a la alta diversidad de las capturas ribereñas del Pacífico, el nivel trófico de las mismas no se ha modificado en los últimos 20 años a pesar del intenso esfuerzo pesquero (Pérez-España *et al.* 2004) y el incremento en el esfuerzo pesquero ribereño en las últimas cinco décadas tampoco ha mostrado impactos severos (cf. Rodríguez-Valencia y Cisneros-Mata, 2006).

En estudios recientes, durante la temporada 2008 y 2009 se registró una proporción de capturas en un amplio intervalo de 1:12 y 1:69, dependiendo del avance de la temporada de pesca y el tipo de red utilizada (INAPESCA/WWF, 2010). No obstante, cuando se analizan largas series de tiempo de captura, en México la proporción camarón-bycatch se ha mantenido sin cambio en más de 40 años: 1 a 10 en los 1960, 1 a 9.5 en los 1970, 1 a 10.5 en los 1980 y 1 a 10 en el 2000 (Vázquez *et al.* 2004)

Las estimaciones locales de las capturas de peces por arrastreros rondan las 155 mil toneladas para las costas de Sonora y norte de Sinaloa, 200 mil para el Golfo de California, cerca de 300 mil para el Pacífico centro y 400 mil para el Golfo de Tehuantepec. Esto arroja una cifra cercana a un millón de toneladas para la plataforma continental del Pacífico, a mediados de la década de los ochenta (Amezcuca-Linares 1985; Grande-Vidal 1983; Acal y Arias 1990). Las redes de estas pesquerías capturan hasta unas 1,000 especies de peces de las cerca de 1,500 existentes en la plataforma continental hasta la cota de 125 brazas en el Pacífico norte (van der Heiden y Findley 1988).

Por otro lado, las capturas de las últimas temporadas de la flota de Mazatlán son reportados en los avisos de arribo como camarón piojo y chico más de 1,000 toneladas de camarones que corresponden a juveniles y reclutas (Chávez *et al.* 2009 en INAPESCA/CONAPESCA 2006).

En diversas partes del mundo, principalmente en Europa, Australia y Estados Unidos, se han realizado estudios que sugieren que las artes de pesca activas (arrastre y dragas) afectan a la pesca comercial de escama, a la composición de las especies bénticas, a la estructura espacial, a la función de la comunidad y a la biogeoquímica de la columna de agua. Esto se debe fundamentalmente a la baja selectividad de estos sistemas de pesca (captura de especies no objetivo en volúmenes considerables) y el disturbio físico de la red y sus

aparejos. Se discute que sobre el fondo marino, al igual que en la tierra, existe también una estructura biogenética donde los pastos marinos mantienen la estabilidad de los sedimentos y los gusanos, moluscos bivalvos, crustáceos, camarones, cangrejos y peces, construyen madrigueras y túneles en los sedimentos suaves, en donde además de servir de refugio, están bombeando oxígeno en los que de otra forma podría ser un ambiente anaeróbico (Walting y Norse 1998).

Messieh *et al.* (1991) discuten que las redes de arrastre acarrear serias consecuencias económicas ya que muchas de las pesquerías mundiales han caído o declinado bruscamente y se considera que este sistema de pesca ha contribuido a disminuir la captura. En México Cisneros-Mata (2004) y García-Caudillo y Gómez-Palafox (2005) encontraron que una proporción importante de las especies capturadas por los arrastres camaroneros iban a ser los objetivos de las capturas ribereñas.

Por los motivos expuestos, la pesca de camarón a escala mundial ha generado diversas presiones por parte de la sociedad civil en el sentido de hacer más eficiente y selectivo este sistema de pesca y disminuir así los impactos ambientales causados por la actividad (EJF, 2003; EP/GLO/201/GEF, 2002).

Si bien es cierto que varios estudios han demostrado que estos impactos han originado un efecto negativo en especies bentónicas longevas, también se han visto efectos positivos en especies pequeñas oportunistas (Thrush *et al.* 1998). Especies que se alimentan de estas últimas han mostrado incrementos en su tasa de crecimiento (Rijnsdorp y van Beek 1991; Rijnsdorp y van Leeuwen 1996). Este incremento puede ser el resultado del aumento de la productividad de alimento bentónico disponible en áreas arrastradas intensamente, manteniendo al mismo tiempo redituable la pesca por arrastre (Rijnsdorp *et al.* 1998).

Otros autores han encontrado un traslape mínimo en las especies de lenguado capturadas por la flota camaronera industrial y aquellas que componen las capturas ribereñas (Rábago-Quiroz *et al.* 2005) así como una captura selectiva por tallas entre los pargos (*Lutjanus spp.*) capturados por arrastre y aquellos capturados por las flotas ribereñas (García-Contreras *et al.* 2005 en Rodríguez-Valencia y Cisneros-Mata 2006).

De acuerdo con Rahel (1990), una comunidad puede ser juzgada como más estable cuando la abundancia de cada especie permanece constante en el tiempo. En un nivel más bajo de estabilidad, la abundancia de especies individuales puede fluctuar, pero los intervalos de abundancia permanecen constantes. Así también podría involucrar ensambles en los cuales las abundancias absolutas y los intervalos de abundancia de las especies fluctúan, pero las mismas especies están siempre presentes. Finalmente, las condiciones menos estables ocurren cuando la presencia y/o ausencia de las especies componentes son impredecibles en el tiempo, esto es, cuando la extinción local y la recolonización son comunes.

Respecto a estudios en el Mar del Norte, se discutió que los ricos ensambles epibentónicos fueron destruidos desde hace algunas décadas (Reise y Barstsch 1990), la sobreexplotación condujo a las ostras a su extinción local (Korringa 1980; Reise 1982) y los buques arrastreros aplanaron el hábitat de este recurso debido al peso de los artes de pesca (Riesen y Reise 1982; Reise y Schubert 1987).

En un estudio sobre recolonización después de operaciones de dragado, se encontró que la tendencia de la diversidad de la fauna bentónica y la biomasa del área afectada se ven prácticamente recuperadas un año después de haberse completado dichas actividades. En un corto lapso de tiempo después de finalizar el dragado, la diversidad del área afectada se incrementa debido a la colonización de nuevas especies. Sin embargo, tres o cuatro meses después la diversidad decrece progresivamente debido al incremento de la dominancia de alguna especie (López-Jamar y Mejuto 1988).

No obstante, dada la complejidad de la evaluación de los impactos por el arrastre, Løkkeborg (2005) en un análisis de los trabajos publicados sobre los impactos ambientales por el uso de redes de arrastre, discute que la gran mayoría de estos carecen de una metodología apropiada. Concluye que es sumamente difícil discriminar entre aspectos naturales de los antropocéntricos, además de los grandes costos económicos que implica un estudio de este tipo. También discute que el grado de impacto es diferente dependiendo de la composición física del fondo marino, pero que no hay evidencia de que estos disturbios produzcan cambios de largo plazo en la estructura de la comunidad béntica, por lo que estos hábitats pueden ser resistentes a esta actividad dado el disturbio y gran variabilidad natural a la que son sometidos.

1.4 Investigaciones sobre selectividad de las redes de arrastre camaroneras

En la década de 1960, instituciones de Francia, Islandia, Noruega, Bélgica, Holanda y EEUU trataron de incrementar la selectividad del equipo de pesca en cuanto a especies (FAO 1973; Beardsley y High 1970). A las redes de arrastre se les incluían paneles de malla en diferentes secciones del cuerpo de la red en función a las conductas ante el arte de pesca de las diferentes especies. Se separaban de esta manera las capturas dentro de la propia red y recolectaban en diferentes bolsos o se expulsaban de la red (Bohl 1987; Christian y Harrington 1987; Cooper 1989; Watson 1989; Chian *et al.* 1988; Averill 1989; Karlsen 1983; Wray 1990; Kenny *et al.* 1990; Galbraith y Maine 1989).

En el Golfo de México, el uso de paneles separadores contruidos de paños de malla no fueron eficientes debido a la biodiversidad de especies en tallas y formas. Se originaban obstrucciones y mal funcionamiento operativo, con pérdidas de camarón considerables. Por

otro lado, se complicaba ajustar a los diversos tamaños y formas de las redes utilizando comercialmente (Watson *et al.* 1986). En consecuencia, el proceso de redes selectivas se dirigió al desarrollo de aditamentos de tipo rígidos.

En 1978, el gobierno norteamericano a través de la National Marine Fisheries Service (NMFS) inició el desarrollo el dispositivo excluidor de tortugas (DET) tipo NMFS-1, el cual consiste en una caja rectangular fabricada de acero inoxidable o PVC. Los resultados observados de la experimentación del DET fueron una exclusión del 97% de las tortugas capturadas, escape menor al 5% de camarón y mayor del 50% para la fauna de acompañamiento (Watson 1986). Sin embargo, el manejo y operación del DET a bordo del barco causaba problemas en la maniobra del cobrado del equipo y vaciado del bolso en cubierta debido principalmente al tamaño y configuración cuadrada del dispositivo.

Posteriormente a la creación del DET tipo NMFS-1, se desarrolló una diversa gama de diseños de DET por instituciones de investigación y educación, inventores y por los propios pescadores, dando alternativas a los usuarios para elegir alguno de ellos en función a las características de operación y FAC predominante de la zona de pesca.

En 1991, EEUU desarrolló un proyecto con centros de investigación, universidades y pescadores, enfocado a diseñar dispositivos excluidores de fauna de acompañamiento (Watson y Taylor 1990). En Australia, el Instituto de Investigaciones Pesqueras Desarrolló un Programa similar con gran éxito y actualmente sus pescadores emplean estos dispositivos (Kenelly y Broadhurst 1995).

En México, como parte de las políticas nacionales de protección Integral de la Tortuga Marina (INP 1991) y para evitar un embargo comercial a las exportaciones de camarón hacia EEUU debido a la captura incidental de tortugas en esta pesquería (sección 609 de la Ley Pública Norteamericana 101-162), la entonces Secretaría de Pesca desarrolló una investigación nacional tendente a evaluar algunos diseños de DET norteamericanos según su eficiencia para retener camarón. Para esto, el Instituto Nacional de la Pesca instrumentó en 1990 el *Subprograma Nacional de Evaluación de la Captura Incidental de Tortugas Marinas y del Impacto Técnico y Económico del Uso de Dispositivos Excluidores de Tortugas Marinas*.

La investigación duró tres años, de febrero de 1992 a diciembre de 1994, efectuando en los litorales del O. Pacífico Mexicano y Golfo de México y Mar Caribe mexicano 404 viajes de pesca experimental con 10,469 lances y 45,014 horas efectivas de arrastre. Se evaluaron siete diseños de DET: NMFS, Super Shooter, Georgia Jumper, Saunders Grid, Andrews Soft, Morrison Soft y Anthony Weedless.

Por su intensidad y cobertura, dicha investigación es la única a escala latinoamericana que evaluó de manera sistemática la eficiencia para capturar camarón con redes de arrastre

equipadas con alguno de los diseños de DET mencionados. La eficiencia para capturar camarón y excluir FAC (bycatch) con redes de arrastre equipadas con estos dispositivos dependió principalmente de la zona de operación y del tipo de DET utilizado. Fueron más eficientes los denominados Super Shooter, Saunders Grid y Anthony Weedless. En cuanto a la liberación de tortugas marinas por efecto del DET, se observó una eficiencia de más del 95%. (Aguilar-Ramirez y Grande-Vidal 1996; Aguilar-Ramirez 1998).

Estos resultados proporcionaron el sustento técnico para que la entonces Secretaría de Pesca estableciera el uso obligatorio de los DET en la flota camaronera mexicana a través de la modificación a la Norma Oficial Mexicana que regula el aprovechamiento de las especies de camarones (NOM-002-PESC-1993). Con ello se reafirmó la política mexicana de protección a las tortugas marinas en mar y en tierra, y se logró la certificación del gobierno norteamericano para continuar exportando camarón a los EEUU.

Es importante mencionar que al inicio de la evaluación se registraron pérdidas de más de 40% de camarón originadas por el uso del DET. Este porcentaje bajó hasta 7% conforme la tripulación de los barcos se familiarizaba con una correcta instalación y operación eficiente de estos aditamentos (Aguilar-Ramirez 1998). Actualmente, los diseños y materiales con que se fabrican los DET permiten tener escapes de camarón cercanos a cero.

Investigaciones subsecuentes tanto mexicanas como estadounidenses valoraron la necesidad de modificar las dimensiones de la salida de escape de las tortugas a través de los DET para evitar capturas incidentales de tortugas grandes como la especie *Lepidochelis kempi* (tortuga laúd), aumentando las dimensiones de la salida y su cubierta según lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-061-PESC-2006 publicada en el D.O.F. del 22 de enero del 2007.

No obstante que los DET excluyen eficazmente tortugas marinas, su principio de funcionamiento no permite que se excluyan peces juveniles u organismos juveniles al pasar estos por las barras de la parrilla y ser retenidos en el bolso de la red. Por ello es que a escala internacional y nacional se mantuvieron líneas de investigación para incrementar la selectividad de estas especies a través de diseño de aditamentos excluidores de fauna (BRD, por su nombre en inglés).

En 1992 se iniciaron pruebas de pesca experimental con BRD en la zona del alto Golfo de California. Se evaluó un diseño importado de EEUU denominado “ojo de pescado” (fig. 1a), teniendo como principal objetivo determinar cualitativamente las especies factibles de escapar de la red por este aditamento (Torres 1992).

En 1993, como parte de las acciones tendientes a la protección de la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) -pez endémico al Golfo de California capturado incidentalmente en las actividades de la flota arrastrera-, se continuó con la evaluación del BRD ojo de pescado en

tres diferentes tamaños: 220, 400 y 475 mm de perímetro de área de escape. Después de tres cruceros de pruebas experimentales se obtuvo como resultado una tasa de exclusión por arriba del 65% de juveniles de totoaba y una reducción del 8.52% de bycatch total en las redes con BRD. No hubo reducción significativa en las capturas de camarón por efecto del BRD y el tamaño de este no tuvo efecto sobre la eficiencia de exclusión (Balmori-Ramirez *et al.* 2003).

En 1997 se efectuaron dos cruceros más para evaluar un diseño adicional de BRD importado de EEUU denominado Jones-Davis (fig. 1b). En enero de ese año la experimentación con el BRD indicó una reducción significativa de bycatch del orden de 40.2% (28.6 kg/hr) compuesta mayoritariamente por invertebrados y peces; también se registró un escape aunque no significativo de camarón del 7%. (Balmori-Ramirez *et al.* 2003).

En el crucero realizado en octubre se utilizó nuevamente el BRD ojo de pescado de 475 mm de área. Se registró una exclusión de peces del orden de 6.50 kg/hr equivalentes al 23% y una ganancia en captura de camarón de la red con BRD respecto a la red testigo del orden de 0.21 kg/hr equivalente al 10.14% (Balmori-Ramirez *et al.* 2003).

La comparación entre ambos BRD indicó mayor eficiencia de exclusión del diseño Jones-Davis respecto al ojo de pescado; sin embargo, las evaluaciones no fueron pareadas y en consecuencia la variación encontrada pudo deberse a la propia composición del bycatch en cada mes del año. Por otro lado, la construcción e instalación del Jones-Davis es mucho más complicado y costoso en comparación con el ojo de pescado.

También en 1997, Garcia-Caudillo y colaboradores (2000) evaluaron en la costa de Sonora y el Alto Golfo de California un diseño de BRD importado de EEUU denominado Túnel Extendido de Malla Cuadrada (fig. 1c). En dos cruceros realizados en enero y julio observaron una exclusión promedio de bycatch del 40 al 43%, excluyendo más algunas especies de peces que otras; un escape de camarón del 5 al 7% y un escape de totoabas del 81%. Por otro lado, también se redujo en un 45% el tiempo de clasificado de la captura en cubierta usando redes con BRD. Un análisis económico aplicado a las capturas de camarón con BRD considerando el 7% de escape, indicó una utilidad de 86% comparado con la utilidad de un barco tradicional.

Hannah y colaboradores (2003), mediante video-filmaciones submarinas observaron un comportamiento diferencial ante el BRD de camarones y peces, presentando estos una respuesta optomotora natatoria típica a diferencia de los camarones que son más pasivos.

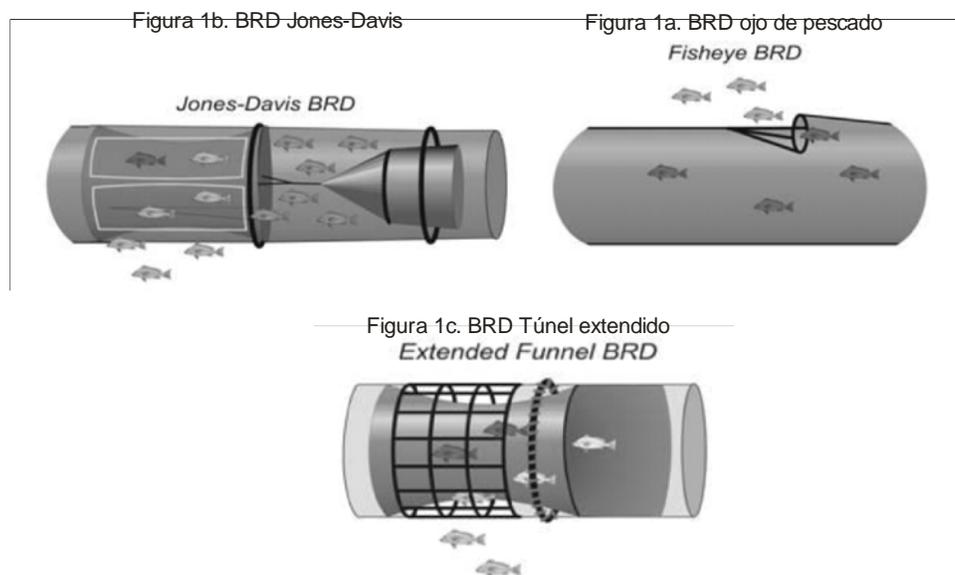


Figura 1. Diseños de BRD evaluados en México

Las pruebas en las costas de Oregon, EEUU usando diversos diseños de BRD rígidos (parrillas y ojo de pescado) y de tipo blando (paneles de malla) indicaron que en el caso de las parrillas, la inclusión de un embudo acelerador podría ayudar a evitar el escape de camarones. Los diseños blandos no mantienen constante su geometría y forma de trabajo, y los ojos de pescado presentan una sensibilidad de eficiencia muy marcada dependiendo de la posición en que se coloque en el bolso: si es muy cercano al bolso se registra un gran escape de peces y camarones y si está muy alejado no hay escape de fauna.

Actualmente, los BRD son de uso obligatorio en las flotas camaroneras de varios países, por ejemplo en EEUU para la captura de camarones peneidos del Golfo de México y Atlántico Sur; en el Golfo de Maine para los camarones pandalidos y en EEUU y Canadá para las flotas que pescan camarón oceánico de la especie *Pandalus jordani* (Hannah *et al.* 2003).

Dada la sensibilidad de eficiencia de los BRD ojo de pescado ya descrita, actualmente se modificó la Norma estadounidense que regula el uso de estos aditamentos, obligando a instalar el BRD en un rango delimitado específico en el bolso de la red (Federal Register 2008).

Respecto a modificaciones en el diseño y construcción de las redes de arrastre, en 1986 se llevó a cabo un estudio en la flota de Sinaloa para determinar la selectividad en la talla de los camarones en función del diseño de la red y el tamaño de malla. Se concluyó que la red tipo “voladora” es más selectiva, y que las redes construidas con mallas de 2 y 2 ¼ de pulgada capturan camarones de tallas promedio mayores (Grande-Vidal y Arias 1991).

Siguiendo el enfoque de esta investigación, en 1995 se llevó a cabo un proyecto en el O. Pacífico mexicano, evaluando la selectividad en las tallas de camarón y exclusión de fauna de acompañamiento en función del tamaño y configuración geométrica de la malla del bolso de la red, así como por el efecto del DET. En siete cruceros se efectuó la experimentación comparativa de cuatro tamaños de malla (1 ¼", 1 ½", 1 5/8" y 2.0") construidas tanto en forma tradicional (diamante) como cuadradas, utilizando un dispositivo excluidor de tortugas tipo Super Shooter (Grande-Vidal 1996).

Los resultados más relevantes indicaron que el escape de FAC por efecto de las mallas varía dependiendo de la zona de pesca. Se obtuvieron tasas promedio de escape que van de los 30.21 Kg/h en el Golfo de Tehuantepec utilizando malla diamante de 2", hasta 0.79 Kg/h en Sonora utilizando malla cuadrada de 1 ¼". También se registró un escape hasta del orden de 37.72 Kg/h por efecto del DET en Sonora.

En cuanto a la captura de camarón en función del tamaño y configuración de la malla, se demostró que los valores más altos de eficiencia se obtuvieron con la malla cuadrada de 1¼"; además, con la malla de 2.0" se logró capturar camarones de talla más grande.

Lo anterior permitió demostrar que el uso de la malla diamante de 2.0" genera una reducción significativa de FAC (bycatch), sin detrimento en las capturas de camarón, pescando además tallas más grandes del crustáceo.

Este resultado ya había sido observado y recomendado desde 1973. Rodríguez de la Cruz (1973) recomendó aumentar los tamaños de malla en el cuerpo de la red de 1 5/8" a 2 ½", y en el bolso del usado de 1 ½" a 2.0", contribuyendo así a capturar camarones con talla promedio mayor a 180 mm.

Investigaciones de Rivera (2003) indicaron que con un aumento del tamaño de malla de la bolsa a 2.25", se retiene el 100% de camarones reproductores con talla de 170 mm y mayores y un 30% del camarón azul y blanco con talla de no reproductores. Además es liberado el 100% de camarón botalón y el 50% de fauna de acompañamiento. Recomienda establecer el tamaño de malla de 2.25" en la bolsa, como medida de regulación precautoria.

Por otra parte, Galeana y Guevara (2003) indican que durante estudios efectuados en la costa norte de Mazatlán hasta los límites con Guatemala sobre la selectividad en la bolsa de las redes de arrastre camaroneras, el tamaño de malla de 1 5/8" no permite el escape de ninguna de las especies de camarón, pero que un tamaño de malla de 2" presenta una selectividad a tallas mayores. Por ello recomienda que para la protección de camarones juveniles de mayor importancia comercial (café, azul, blanco y cristal) se debe utilizar un tamaño de malla mínimo en la bolsa de 2" (50.8 mm) y diámetro del hilo de 1.98 mm, que además mejora el escape de peces. Recomienda además que si se quiere ampliar la

protección en un 50% de selectividad de tallas de primera maduración sexual de los camarones de mayor importancia comercial, se debe someter a investigación a escala semi-comercial, diferentes tamaños de malla, en un rango de 2 ¼" a 3".

Por su parte, Zavala y Heredia (2003) en estudios con el escape de organismos en diferentes secciones de la red, encuentran que el máximo escape en las redes de arrastre camaroneras se presenta en la última sección del cuerpo de la red, denominada Zona Crítica. El mayor escape ocurre en los paños laterales, donde existe un aumento lineal entre el tamaño de la malla y el porcentaje de escape, disminuyendo progresivamente en la tapa inferior y en la tapa superior. Recomiendan que en los paños de la Zona Crítica, el tamaño de las mallas debe ser igual al tamaño de las mallas de la bolsa con el fin de evitar pérdidas en la captura. En el resto del cuerpo de la red el tamaño de malla puede incrementarse sin que exista escape de camarón, con un aumento considerable de escape de peces y disminución de la resistencia al avance de la red.

En esta línea de investigación, en el Golfo de Tehuantepec se han realizado pruebas sobre el efecto de la modificación de una red camaronera para la reducción de la FAC. El cambio en la red consistió en reducir su cuerpo en un 49% con respecto a la longitud normal, manteniendo igual la longitud de la relinga superior. Con un esfuerzo de 103 lances de pesca, se pudo registrar una reducción de FAC del orden del 25% y un ligero incremento en la captura de camarón del 3%. Asimismo, se observó una disminución en el tiempo de recuperado de la red una vez que se encuentra flotando en la superficie del agua y llevarla a cubierta para descargar la captura, menor resistencia al avance de la red al tener menos paño, y reducción del costo dado que su construcción requiere de menor cantidad de material (Sarmiento-Náfate y Gil-López 1998).

En el sistema lagunar Bahía Magdalena–Bahía Almejas localizado en la península de Baja California, durante 1998 a 2000 se desarrolló un prototipo de red de arrastre para la captura de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) a bordo de embarcaciones menores. Se buscaba reducir al máximo las capturas incidentales sin pérdidas significativas de camarón, partiendo de las experiencias descritas sobre las modificaciones e incorporación de los dispositivos excluidores más eficientes en otras regiones del país.

El desarrollo tecnológico se condujo en tres etapas; en la primera se experimentó con una red de arrastre modificada denominada "Ala", que consistió exclusivamente en la incorporación de una relinga inferior adicional, separada por 30 cm de la otra relinga. En la segunda etapa se modificó el diseño de la red Ala, reduciendo la longitud del cuerpo de la red, se añadió un excluidor de tortugas, un excluidor de peces y se incorporó en la segunda relinga inferior un sistema de rodillos de caucho (tren de arrastre). El comportamiento hidrodinámico de esta red se registró mediante video filmaciones submarinas. La tercera

etapa consistió en pruebas del prototipo con diferentes tamaños de malla, con el fin de asegurar la captura de camarón y la liberación de FAC.

El prototipo final de la red denominado *Magdalena I*, con tamaño de malla de 1 ¾” en el cuerpo de la red, logró una reducción de las capturas incidentales del 73.7% en comparación con la red de arrastre que tradicionalmente se utilizaba (chango). Debido a la longitud de los peces capturados incidentalmente, fue posible inferir que la reducción en la captura de FAC del 73.7% correspondió en un alto porcentaje a organismos juveniles de longitud menor a los 15 cm. Por otro lado, el uso del tren de arrastre que sustituyó a la cadena espantadora, permitió disminuir el disturbio al fondo marino al ir el equipo “rodando” en vez de arrastrando y levantando el sustrato como lo hace la cadena espantadora (Aguilar-Ramirez *et al.* 2001).

La inclusión de una segunda relinga inferior como elemento de selectividad de la red de arrastre fue evaluada también en dos cruceros ejecutados en la costa de Sonora y la península de la Baja California. Los resultados indicaron una captura de camarón estadísticamente igual a la de la red testigo y una exclusión total de bycatch del 7.7% y 4.55% correspondientes a especies de invertebrados.

Hannah y Jones (2000) evalúan también esta modificación a la red encontrando una reducción significativa en algunas especies tales como lenguados *Eopsetta exilis* en un 84%, pez piedra *Sebastes elongatus* en un 49% y *Sebastes* spp. en 47%, todos ellos menores a 8 cm de longitud total. Las capturas de especies de peces comerciales se mantuvieron sin cambio e incluso se registró una ganancia de camarón del 6% en la red modificada.

Con el objetivo de proveer apoyo técnico a países en vías de desarrollo en la implementación de prácticas y técnicas de pesca que puedan ayudar a reducir su impacto ecológico, en diciembre del 2000 The Global Environmental Facility (GEF) financió un proyecto mundial denominado “Reducción del Impacto Ecológico de los Arrastres Camaroneros usando Tecnologías de Reducción de Bycatch y Cambio de Manejo” UNEP como agencia implementadora y FAO como agencia ejecutora (UNEP/GEF/FAO, 2001).

Durante el proceso de estructuración de este proyecto, diferentes países de las regiones tropicales con importantes actividades de pesca de camarón fueron invitados a participar, expresando su interés los gobiernos de 11 países (Nigeria, Camerún, Irán, Venezuela, Costa Rica, Cuba, Trinidad y Tobago, Colombia, México, Indonesia y Filipinas).

México fundamentó su participación en ese proyecto, denominado *Proyecto FAO*, trabajando en la evaluación de la red prototipo Magdalena I en su versión de 110’ denominada ahora Red Selectiva- Instituto Nacional de la Pesca- México “RS-INP-MEX” (Aguilar-Ramírez *et al.* 2001) adaptada para el uso de la flota camaronera industrial. Se tuvieron como objetivos:

evaluar el impacto del arrastre de las redes en la biodiversidad, distribución y abundancia de las especies asociadas con la captura de camarón; reducir en más de 50% las capturas incidentales, principalmente peces juveniles; minimizar el impacto del fondo marino; y reducir el consumo de combustible en la pesca de camarón.

Las principales características del prototipo incluyen: Tamaño de malla diferencial en la red, 3" en las alas, 2 ½" en el resto del cuerpo y 2" en el bolso; uso de puertas de arrastre hidrodinámicas de 3.0 m² de superficie; excluidor de tortugas tipo Super Shooter, Excluidor de Peces tipo Ojo de Pescado; material del paño de Spectra®; doble relinga inferior; y diseño de red de túnel corto (Aguilar-Ramirez 2001).

Durante el proyecto se concretaron tres cruceros encontrando una reducción del bycatch en un rango del 25 al 70% dependiendo de la combinación de los BRD utilizados, incrementando la calidad del camarón capturado debido a mayores tallas de captura. Las redes prototipo al ser más ligeras que la tradicional redujeron el consumo de combustible en un 30% y el trabajo a bordo para la separación y clasificación de la captura fue más fácil y rápido. Con los fondos asignados al proyecto por el GEF se equipó a los barcos de investigación del INAPESCA con sistemas avanzados de navegación, ecosondas, sistemas de monitoreo inalámbrico de las redes, instrumentos de mapeo topográfico, así como un juego de redes de 120" y dos juegos de puertas hidrodinámicas de 2.5 y 3.0 m² de superficie, con las cuales se ejecutaron los cruceros. Adicionalmente se dio asistencia técnica en el uso de BRD a países como Colombia, Costa Rica, Trinidad y Tobago, Cuba y Venezuela (Westlund 2006).

Con el fin de robustecer los resultados alcanzados en el Proyecto FAO, el INAPESCA con el apoyo de la World Wildlife Fund Inc. (WWF) y financiado por la Walton Family Foundation, instrumentó un proyecto complementario denominado Reducing Bycatch with Better Technology in the Gulf of California Shrimp Fishery. El proyecto dio inicio en octubre del 2007 y evaluó el desempeño de las versiones industrial y ribereña del sistema de arrastre prototipo "RS-INP-MEX" en el Golfo de California (INAPESCA/WWF, 2010).

Las pruebas de pesca se efectuaron a bordo de embarcaciones representativas de las flotas comerciales industriales y ribereñas del Pacífico mexicano. El prototipo se comparó contra los sistemas de pesca tradicionales en términos de las proporciones de captura incidental y camarón, eficiencia de captura, selectividad para camarón y otras especies, indicadores de resistencia al arrastre, consumo de combustible, área de arrastre y operación a bordo. El esfuerzo pesquero experimental industrial se distribuyó en aguas de Sinaloa y Sonora mientras que el artesanal se distribuyó en Sinaloa, Baja California Sur y el Alto Golfo de California.

La versión industrial del prototipo redujo entre 20-50% la proporción de captura incidental, sin reducir la eficiencia para pescar camarón. Las pruebas con flotas de Bahía Magdalena-

Almejas revelaron que el prototipo artesanal también redujo la captura incidental, aún en condiciones de baja disponibilidad natural de camarón. En términos de selectividad de tallas de camarón, el prototipo mostró una ligera tendencia a capturar camarones más grandes. No se observaron diferencias en la composición taxonómica de la captura incidental del prototipo industrial y su contraparte tradicional.

Si bien se detectaron diferencias estadísticamente significativas favorables para el prototipo en circunstancias específicas de análisis, el análisis estadístico masivo de los datos (Análisis de Cohortes, ANOVA aplicando el estadístico Pennington, Prueba de Rangos de Wilcoxon, Análisis Discriminante usando el estadístico Wilks Lambda y porcentajes totales como indicadores de desempeño; considerando distribuciones estadísticas normales, delta, libres y Kappenman) reveló ausencia de diferencias significativas en términos de estructuras de tallas, abundancia relativa y rendimientos de camarón y captura incidental. Esto sugiere la necesidad de obtener más réplicas experimentales.

También se observó que el momento de la temporada de pesca comercial en el cual se efectúan las pruebas es determinante debido a la combinación de la alta eficiencia en las flotas para reducir los stocks de camarón, así como la alta variabilidad espacial y temporal en la abundancia del camarón y la captura incidental. La combinación de estos factores afecta indudablemente la significancia estadística de los resultados.

En términos generales, los indicadores de eficiencia operativa del prototipo industrial rebasaron a los del sistema tradicional. El prototipo industrial demostró menor resistencia a las fuerzas de arrastre y menor requerimiento de combustible en la pesca.

El proyecto logró estimar la necesidad de capital y flujo de capital a lo largo de una temporada de pesca para un barco arrastrero industrial tipo, considerando el uso del prototipo y sistema de arrastre tradicional. Se estimaron las tasas internas de retorno y los valores actuales netos en temporadas sucesivas, para definir el rédito por el uso continuo del prototipo. Aún asumiendo que el prototipo y el sistema tradicional tienen la misma eficiencia de captura de camarón y selectividad de tallas de camarón, el uso del prototipo redujo la necesidad de capital de trabajo 17% e incrementó el saldo final de la temporada. La inversión necesaria para adquirir el prototipo por primera vez se recuperaría tras cinco temporadas de uso. El prototipo tiene también un valor residual más alto que el sistema tradicional.

Durante este proyecto se promovió al prototipo “RS-INP-MEX” en reuniones científicas y de toma de decisión nacionales e internacionales. Asimismo, participó en la competencia “2009 International *Smart Gear*”. Actualmente, INAPESCA está solicitando una patente institucional para el prototipo a través del Instituto Mexicano de Propiedad Intelectual. El proyecto fue útil también para otras agencias federales, como la Comisión Nacional de la Pesca y la

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, pues el prototipo se consideró como opción para reemplazar a las redes agalleras de deriva en el Alto Golfo de California.

INAPESCA acordó con el National Marine Fisheries Service (NMFS) de U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) probar las versiones industrial y artesanal del prototipo en el Golfo de México durante 2010 y 2011. A mediados de junio del 2010, un grupo de tecnólogos mexicanos participó con el NMFS a bordo del B/I Caretta en los laboratorios del NMFS en Panama City, Florida realizando pruebas de hidrodinámica y configuración geométrica de las redes prototipo. Se pudo observar y corregir características de armado y operación, logrando maximizar el funcionamiento de dichas redes; los resultados se incorporan en el Anexo Técnico del presente Dictamen.

INAPESCA planea desarrollar pruebas con flotas de Campeche y Tamaulipas con apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Por otra parte, representantes de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera en Sinaloa solicitaron a INAPESCA continuidad en las pruebas con la flota mayor sinaloense. Debido a esto, INAPESCA efectuará talleres de información y capacitación con pescadores de ese Estado en el mes de Julio y WWF considerará continuar brindando apoyo a través de su Programa Marino.

Las características de la pesquería de camarón en el O. Pacífico mexicano y las investigaciones de corte biológico, ecológico, económico y tecnológico descritas son el soporte del presente Dictamen Técnico.

2. DISCUSIÓN

Los barcos camaroneros presentan un alto costo de operación y su capacidad de procesamiento y almacenamiento es limitado, por lo que el aprovechamiento del bycatch se reduce a especies con alto valor en el mercado. Esta economía y las condiciones actuales de operación y legislación mexicana impiden el aprovechamientos del bycatch como la hace por ejemplo Cuba (ICES, 2008). Más allá de un potencial aprovechamiento, los estudios realizados en México así como en otros litorales del mundo indican que el bycatch lo compone en su mayoría peces juveniles, organismos que no alcanzan su madurez, algunos de ellos especies con valor económico pero todas ellas con valor intrínseco y ecológico. La interrupción de su ciclo de vida o biológico ocasiona una disminución en los eventos reproductivos de estos y una merma en su reclutamiento a las comunidades biológicas.

Por otro lado, en México particularmente, las condiciones de competencia entre diversos sectores por el recurso camarón, las tendencias en los precios internacionales del crustáceo y el incremento en los costos de producción, hace necesario buscar alternativas que permitan equilibrar la relación costo/beneficio de la actividad pesquera de camarón, principalmente en el gasto de combustible que representa hasta el 60% de sus costos de operativos.

En este sentido, es indispensable lograr un equilibrio entre los rendimientos económicos de la pesquería más importante del país en esquemas de operación compatibles con el medio ambiente. Las investigaciones, innovaciones y desarrollos tecnológicos presentados anteriormente buscan este equilibrio; sin embargo, la naturaleza del bycatch y la complejidad técnica para hacer de las redes de arrastre selectivas, originan que algunas tecnologías favorezcan más alguno de los dos elementos de la ecuación (beneficio económico o ecológico), pareciendo en algunas ocasiones que son incompatibles.

El trabajo cotidiano realizado por el Gobierno Federal a través del INAPESCA por más de 20 años nos permiten contar actualmente con la red prototipo RS-INP-MEX; las evaluaciones de este prototipo indican que es posible lograr una estabilidad en el costo ecológico/beneficio económico de la actividad, incluso se prevé mejoras a esta relación toda vez que el uso adecuado y completo del prototipo en todas sus partes permiten incrementar la utilidad económica mediante el ahorro de combustible, reduciendo la necesidad de capital de trabajo en un 17% incrementando el saldo final de la temporada (INAPESCA/WWF 2010).

No obstante lo anterior, el costo de los materiales de construcción del prototipo (Spectra®) y las puertas de arrastre de acero hidrodinámicas son actualmente muy elevados y no es posible obligar a los productores a su adquisición inmediata.

El prototipo RS-INP-MEX incorpora tanto elementos selectivos como elementos que incrementan su eficiencia operacional y, aunque el conjunto de estos elementos crea una sinergia para lograr el máximo efecto de exclusión con la mejor eficiencia operativa y de captura, es posible separar estos elementos para llevar en una primera instancia, a bajo costo, los beneficios ecológicos al sector industrial y continuar con cambios paulatinos hasta alcanzar el uso completo del prototipo. Actualmente existen señales positivas sobre el interés en adopciones colectivas del prototipo por las flotas industriales principalmente de Sinaloa.

Por lo anterior, y después de un análisis minucioso de los beneficios y desventajas que ofrecen las tecnologías disponibles para incrementar la selectividad de las redes de arrastre camaroneras, se definieron algunos elementos que permitan en su conjunto garantizar en la medida de lo posible el mayor escape de bycatch con la menor reducción de camarón al menor costo de implementación.

- Dispositivo Excluidor de Tortugas.
Parrillas rígidas del tipo Súper Shooter o Saunders Grid, adecuando la abertura y tapa de salida en concordancia con las especificaciones emitidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-061-PESC-2006 publicada en el D.O.F. del 22 de enero del 2007.

Los últimos avances en la tecnología realizados por EEUU cambian el material de construcción de la parrilla diseño Super Shooter utilizando solera de aluminio de 1.5" de ancho y 0.15" de espesor alineadas de perfil a la entrada de la boca de la red. Según el NMFS este cambio permite una eficiencia selectiva y operativa mayor del dispositivo e incluso una ganancia aunque marginal de camarón (Jeff Gearhart, com. pers.) (fig. 2).

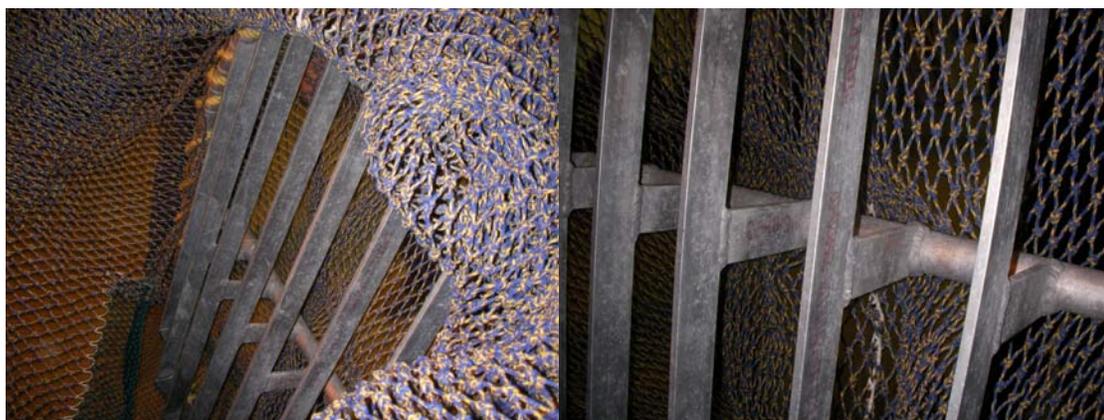


Figura 2. DET diseño Super Shooter construido con soleras de aluminio

- Dispositivo Excluidor de Fauna.

Las investigaciones realizadas tanto en México como en diversas partes del mundo indican que la mayoría de las veces los BRD diseño Jones-Davis y Túnel Extendido tienen una mayor eficiencia en la exclusión de bycatch. Sin embargo, también se presentan mayores escapes de camarón y el costo de construcción y complejidad de instalación y operación los hace menos elegibles que el ojo de pescado.

Análisis del estatus del uso de BRD en la flota estadounidense indica que el uso del BRD Jones-Davis es muy reducido dado las complicaciones descritas y el BRD ojo de pescado ha tenido paulatinamente una disminución en su efectividad para reducir bycatch. Este efecto es originada por la sensibilidad que tiene este aditamento a la posición a la que es colocado en el bolso: a mayor distancia del bolso menor escape de fauna incluyendo camarón y viceversa, así que los pescadores habían adoptado el uso de este aditamento colocándolo muy lejos de su punto de efectividad de exclusión (United States Department of Commerce *et al.* 2004). Por tal motivo y para asegurar la eficiencia de exclusión del ojo de pescado, se modifico la regulación, obligando a poner el dispositivo en cierta región del bolso de la red a partir de mayo del 2009 (Federal Register 2008).

No obstante lo anterior, al momento no hay tecnologías lo suficientemente efectivas que puedan sustituir este dispositivo, por lo que se plantea el uso del ojo de pescado con las características de materiales, construcción e instalación descritas en el anexo técnico de este Dictamen, especificadas con base en la normatividad estadounidense y capitalizar así la experiencia de este país en el tópico y evitar por otro lado embargos potenciales futuros.

- Modificaciones al diseño de la red.

Tamaño de malla: Considerando los resultados obtenidos en las diversas investigaciones nacionales sobre los beneficios en la selectividad de la captura al usar tamaños de malla mayores a los actualmente utilizados, se elige cambiar el tamaño de malla en el bolso a 2" (5.08 cm). En el cuerpo de la red es recomendable usar mallas de tamaño mínimo a 2 ¼" (5.72 cm); para evitar mayores gastos al sector por el cambio de todas sus redes a estos tamaños de malla, se recomienda que el cambio sea paulatino y conforme compren nuevas redes o sustituyan por desgaste las actuales, las vayan fabricando con este tamaño de malla.

Doble relinga inferior: El uso de este aditamento puede ser muy efectivo en la exclusión de bycatch sin detrimento en la captura de camarón. Dado su principio de funcionamiento, se observó que su eficiencia selectiva decrece cuando se opera en fondos lodosos al enterrarse la relinga inferior, aunque la eficiencia de la red para pescar camarón no se modifica (Sánchez-Palafox *et al.* 1998). Se considera que en

otro tipo de fondos su efectividad puede ayudar a incrementar la no captura del bycatch; por otro lado, su construcción es sencilla y el costo es muy bajo.

El funcionamiento de esta modificación origina que la doble relinga inferior vaya ligeramente adelantada a la relinga inferior de la red y en consecuencia de la propia red, actuando como una cadena espantadora. Por tal motivo es posible eliminar la espantadora del sistema de pesca, disminuyendo así el impacto de la red al sustrato marino. No obstante, es importante que los pescadores se familiaricen primero con esta modificación y observen que la cadena espantadora no incrementa el camarón pero si el bycatch. Por tal motivo se considera implementar la segunda relinga inferior pero el uso de la cadena espantadora dejarlo a criterio del pescador. Las especificaciones técnicas de materiales, construcción, instalación y operación se detallan en el anexo técnico de este Dictamen.

3. PREDICCIONES DEL IMPACTO DEL USO DE ADITAMENTOS SELECTIVOS EN LAS REDES DE ARRASTRE

A partir de los antecedentes descritos por Amezcua-Linares (1985), Acal y Arias (1992) y Grande y Díaz (1981) presentados en INAPESCA/CONAPESCA (2006), en el cual mencionan un volumen total de bycatch en el O. Pacífico de un millón de toneladas, una reducción conservadora del 30% de esta por el uso de los aditamentos excluidores permitiría una sobrevivencia de al menos 300 mil toneladas de organismos, integrados por más de 1,000 especies diferentes, la mayoría juveniles y una parte importante de ellas de valor económico si alcanzasen tallas comerciales. Se considera que al dejar de impactar juveniles de especies que al crecer tendrán mayor oportunidad de reproducirse, se tendrá un mejoramiento en sus poblaciones y en las pesquerías asociadas a recursos tales como los de las pesquerías de escama y ribereña.

Un análisis realizado por García-Caudillo y Gómez-Palafox (2005) respecto a los impactos económicos y ambientales originados por una reducción significativa en la captura del bycatch indica que en 1994 el total de la flota capturaba 162 mil toneladas de bycatch, de las cuales 120 mil toneladas registraban potencial de comercialización. En 2000 se observó un incremento significativo, estimándose una captura incidental de 193 mil toneladas, de las cuales, 43 mil toneladas representaban organismos con potencial alimenticio y de mercado.

Con base en los cálculos y metodología descrita por García-Caudillo y Gómez-Palafox (2005), se estimó el valor de la captura incidental registrada por el conjunto de la flota en el Golfo de California. En 1994 se estimó una captura incidental de aproximadamente 241 mil toneladas, los cuales representaron un valor potencial en el mercado de 1,737 millones de pesos, equivalente a un 60% más que el valor de la captura de camarón de ese año.

La proporción de captura incidental en la pesca de camarón registró un incremento en el año 2000. Ese aumento, que se dio tanto en términos de valor como en el volumen obtenido, podría superar en más de dos veces el valor registrado por la captura de camarón, representando el 227% del valor de la captura camaronera de alta mar. De tal forma, estos recursos no aprovechados pudieron tener un valor de 2,087 millones de pesos y un volumen de alimentos de casi 290 mil toneladas (García-Caudillo y Gómez- Palafox 2005).

Considerando estos valores y una disminución del 30% del bycatch y de especies comerciales, se tendría una disponibilidad de esta última del orden de casi 87 mil toneladas para las flotas escameras o ribereñas.

Se estima un tercer escenario considerando los resultados obtenidos en los cruceros del proyecto denominado Walton (INAPESCA/WWF 2010) en los cuales se registró una reducción del 46.2% en el bycatch sin reducción en la captura de camarón. Análisis por métodos Montecarlo realizados para simular la operación de toda la flota camaronera del Pacífico señalan que la reducción de bycatch (por el uso del prototipo RS-INP-MEX completo) será muy probable aunque la magnitud de esta puede variar (figuras 3 y 4).

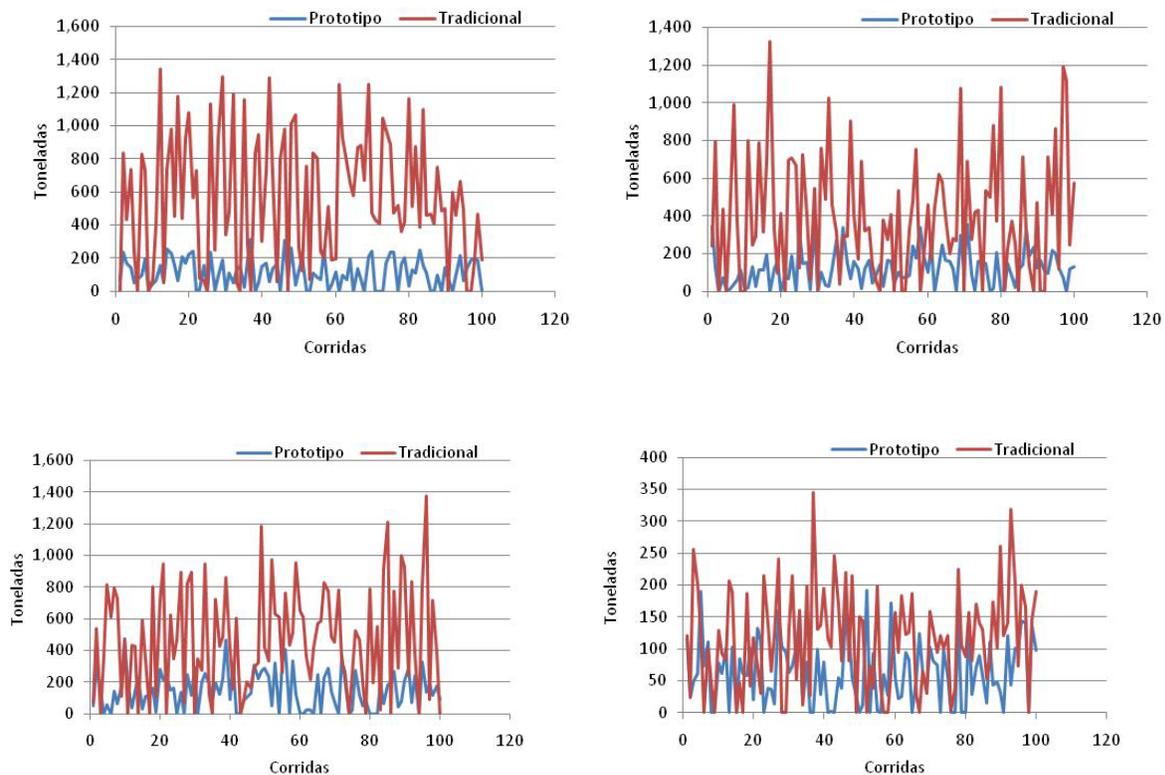


Figura 3. Simulaciones de las capturas de bycatch con red prototipo y tradicional

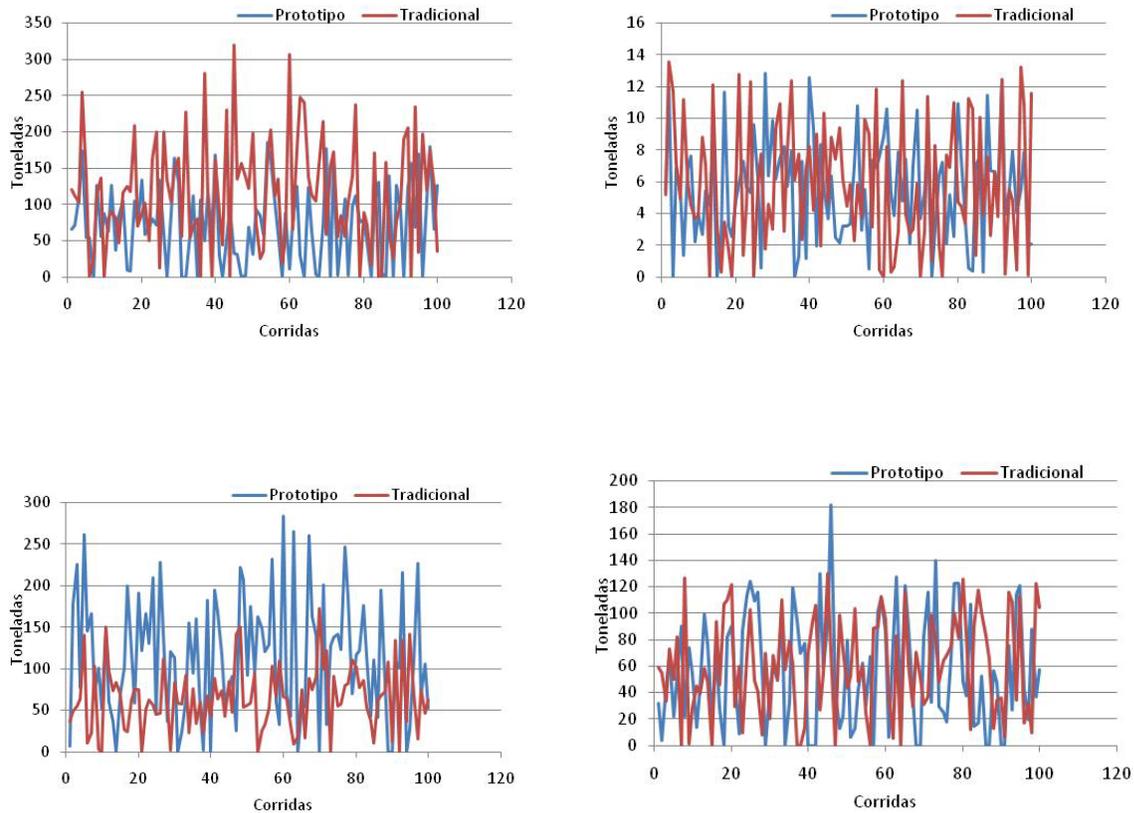


Figura 4. Simulaciones de las capturas de camarón con red prototipo y tradicional

4. CONCLUSIONES

- El proceso de captura de camarón con el sistema de arrastre en el litoral del Océano Pacífico se caracteriza por el alto porcentaje de capturas incidentales denominada bycatch, con valores promedio de 89.2 %; así también, por el bajo nivel de captura de camarón, cuyo promedio global es de 9.9 %; el resto 0.9 % se registra como Fauna de Acompañamiento Fina o Comercial. Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias sustanciales por efecto de la zona de pesca y conforme avanza la temporada de pesca.
- Los resultados de los estudios muestran que el uso de las mallas mayores a las actualmente permitidas constituye una alternativa técnicamente viable para mejorar su selectividad intraespecífica, sin afectar su eficiencia de captura y al mismo tiempo se favorece la protección de las clases juveniles de las distintas especies de camarón.

- De manera adicional al incremento en el tamaño de malla, el uso del BRD Ojo de pescado y la inclusión de una segunda relinga inferior permite reducir en la mayoría de los casos cuando menos el 30% las capturas de bycatch, compuesta mayoritariamente de peces juveniles menores a 15 cm de longitud total.
- Según los antecedentes descritos por diversos autores, las capturas en otras pesquerías pueden incrementarse sustancialmente con el uso de redes camaroneras con aditamentos selectivos, generando ingresos y beneficios a otros sectores pesqueros ya que al dejar de impactar juveniles de especies -que al crecer tendrán mayor oportunidad de reproducirse-, se tendrá un mejoramiento en sus poblaciones y en las pesquerías asociadas a recursos tales como los de las pesquerías de escama y ribereña.
- Debido a las características y costo de la experimentación con tecnologías de captura y a la propia naturaleza cambiante del bycatch, si bien las pruebas estadísticas muestran una amplia gama en cuanto a los volúmenes de bycatch susceptibles de ser liberados, se considera promover este cambio tecnológico con base en resultados de desempeño económico y sociales bajo un enfoque precautorio y continuar colectando información de campo para ratificar, modificar o en su caso cambiar la estrategia adoptada.
- La adopción de aditamentos selectivos a las redes de arrastre camaroneras del O. Pacífico mexicano pueden ser parte de la solución a diversas problemáticas de carácter económico, social y ambiental. Sin embargo, es necesario que se establezcan los mecanismos necesarios de vigilancia y control para el uso correcto de estos aditamentos. Asimismo, es necesaria la implementación de cursos de capacitación a los involucrados para la correcta utilización de la tecnología.

5. DICTAMEN

Con base en las investigaciones descritas y buscando beneficios por la inclusión de aditamentos selectivos de bycatch, se dictamina lo siguiente:

LA INCORPORACIÓN Y USO DE ADITAMENTOS SELECTIVOS DENOMINADOS: OJO DE PESCADO, SEGUNDA RELINGA INFERIOR Y TAMAÑO DE MALLA DEL BOLSO DE LA RED, A LAS REDES DE ARRASTRE CAMARONERAS DEL O. PACÍFICO MEXICANO, CONFORME LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES, CONSTRUCCION, COLOCACION Y OPERACIÓN, DEFINIDO EN EL ANEXO TECNICO QUE FORMA PARTE DEL PRESENTE DICTAMEN.

6. RECOMENDACIONES

- Como parte importante de las medidas de regulación y manejo de la pesquería de camarón, la estandarización de redes en sus características, principalmente dimensiones, es un elemento sustantivo para lograr una pesquería económicamente estable, comercialmente competitiva y ambientalmente compatible. La estandarización de las redes en particular y del esfuerzo aplicado en general debe ser regional, considerando las particularidades de cada zona.
- Es de suma importancia que se establezcan cursos y talleres de capacitación en la construcción y operación eficiente de los aditamentos selectivos previos a su implementación, dirigidos tanto a los propios pescadores como a las autoridades responsables de vigilar y hacer acatar la normatividad.
- Para evaluar la implementación, uso adecuado y rendimientos de camarón y bycatch liberado por efecto de los aditamentos, es importante mantener un esquema de colecta de datos a bordo, el cual puede acoplarse al que actualmente se realiza con el personal de observadores técnicos de la flota camaronera de FIDEMAR.
- Debido al costo elevado del prototipo completo RS-INP-MEX, principalmente por el material del cual está confeccionado (polietileno de alta tenacidad *Spectra*®), una estrategia de transferencia al sector puede ser exitosa comenzando con cambios graduales en las redes tradicionales aquí dictaminados, para posteriormente fabricar la red con el material *Spectra*® (o algún otro con propiedades fisicoquímicas similares que pueda salir al mercado a precio más económico) y utilizar también las puertas de arrastre hidrodinámicas construidas de acero. Para implementar estas últimas innovaciones, los apoyos gubernamentales podrán facilitar y acelerar su adopción toda vez que estos cambios y el uso completo del prototipo puede generar además de ganancias ecológicas y ambientales, mejoras sustantivas en la relación económica costo/beneficio.

7. LITERATURA CITADA

Acal, D.E. y A. Arias. 1990. Evaluación de los recursos demerso-pelágicos vulnerables a redes de arrastre de fondo en el sur del Pacífico de México. *Ciencias Marinas* 16(3): 93-129.

Aguilar-Ramirez, D. 1998. Eficiencia en captura de camarón con Dispositivos Excluidores de Tortugas Marinas operados en redes de arrastre de la flota comercial camaronera del Golfo de México, durante febrero de 1992 a julio de 1993. Tesis de Maestría, UNAM, México. 47 pp y Anexos.

Aguilar-Ramirez, D. 2001. Reducción del Impacto de la Pesquería de Camarón Tropical con Redes de Arrastre Sobre los Recursos Marinos Bióticos, a Través de la Adopción y Uso de Tecnologías Limpias. Proyecto de Investigación Nacional. Doc. Interno INAPESCA. 2001.

Aguilar-Ramirez, D. y J.M. Grande-Vidal. 1996. Evaluación tecnológica de los dispositivos Excluidores de Tortugas Marinas (Diseño rígido), en el Océano Pacífico Mexicano durante el período de febrero 1992-agosto 1994. Doc. Interno. SEMARNAP. Inst. Nal. de la Pesca-DGIDT. México. 32 pp.

Aguilar-Ramirez, D., A. Seefoó-Ramos, A. Sánchez Palafox, A. Balmori-Ramirez, D.E. Acal-Sánchez, A. Flores-Santillán y M.A. Flores. 2001. Modificación de una red de arrastre para la captura selectiva de camarón en zonas costeras con embarcaciones menores. INFOPECA Internacional. No. 7 Ene-Mar/2001. 36-44 p.

Amezcu-Linares, A. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. Cap. 2. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Averill, P.H. 1989. Shrimp/fish separator trawls for northern shrimp fishery. En C.M. Campbell (ed.), Proceedings of the world symposium on fishing gear and fishing vessels. p. 4247. Marine Institute. St. Johns. Canada.

Balmori-Ramírez, A., J.M. García-Caudillo, D. Aguilar-Ramírez, J.R. Torres-Jiménez y E. Miranda-Mier. 2003. Evaluación de dispositivos excluidores de peces en redes de arrastre camaroneras en el Golfo de California, México. SAGARPA, INP, CIMEX. Dictamen Técnico. 21 p. <http://www.inp.sagarpa.gob.mx/Dictamenes/DictameDEPs2003.pdf>

Beardsley, A.J. y W.L. High. 1970. Shrimp sorting trawls in the Pacific Northwest. Natl. Fisherman.

Bohl, H. 1987. Escapement and selectivity problems associated with use of strengthening ropes, splitting straps and codend floats. NAFO Sci. Coun. Rpt. App. I:8–11.

Chian, K.-P., Y.-S. Chow, y C.-T. Chen. 1988. The study of the design and the separation efficiency of selective shrimp trawl net. J. Fish. Soc. Taiwan 15(1):82–94.

Christian, P., y D. Harrington. 1987. Loggerhead turtle, finfish and shrimp retention studies on four turtle excluder devices (TEDs). En: Proceedings of the Non-Game and Endangered Wildlife Symposium, Sept. 8–10, 1987. Georgia DNR pp. 114–127.

Cisneros-Mata, M.A. 2004. Sustainability in complexity: From fisheries management to conservation of species, communities and spaces in the Sea of Cortez. The Gulf of California Conference 2004. Tucson, Arizona. June 13-16, 2004. Pp. 20-22.

CONAPESCA. 2008. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2008. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. SAGARPA. México.

Rodríguez de la Cruz, C. 1973. Selectividad de las Artes de Pesca en la Captura de Camarón. Doc. Interno. INP. 1973

Cooper, C. 1989. Square and diamond mesh compared. Fish. News Int. 28(1): 5.

EJF. 2003. Squandering the Seas: How shrimp trawling isthreatening ecological integrity and food security around the world. Environmental Justice Foundation, London, UK.

EP/GLO/201/GEF. 2002. Reducción de las repercusiones ambientales de la pesca tropical del camarón al arrastre, mediante la introducción de técnicas para disminuir las capturas incidentales y cambios de gestión. GEF, UNEP, FAO, 2001.

FAO. 1973. Report of the Expert Consultation on selective shrimp trawls, Ijmuiden (The Netherlands), June 1973. FAO Fish. Rpt. 139:71.

Federal Register / Vol. 73, No. 223 / Tuesday, November 18, 2008 / Rules and Regulations

Fernández-Trujillo, R.C. 1999. Los sistemas lagunarios costeros. Rev. Desarrollo Sustentable. El ordenamiento ecológico del territorio (23-25). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Galbraith, R.D. y J. Maine. 1989. Separator panels for dual purpose fish/prawn trawls. Scottish Fish. Inf. Pamphlet 16.

Galeana-Villaseñor, I. y O. Guevara-Rodríguez. 2003. Estudio de la Selectividad en la Bolsa de las Redes de Arrastre Camaroneras del Pacifico Mexicano, en CONAPESCA (2000). Informe del Taller sobre Selectividad de Sistemas de Pesca de Arrastre para Camarón, Implicaciones para el Ordenamiento Pesquero. Mazatlán, Sinaloa, 19 al 21 de junio de 2003. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. México. 33 p.

Galván Piña, V.H. y F. Arreguín-Sánchez. 2004. Interacting Industrial and Artisanal Fisheries and Their Impact On the Ecosystem of the Continental Shelf On the Central Pacific Coasts of México. 4th World Fisheries Congress.

García-Caudillo, J.M. y J.V. Gómez Palafox. 2005. La pesca industrial de camarón en el Golfo de California: Situación económico-financiera e impactos socio-ambientales. Conservación Internacional-Región Golfo de California. Guaymas, Sonora, México. 104 p.

García-Caudillo, J.M., M.A. Cisneros-Mata, A. Balmori-Ramírez. 2000. Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, México. Biological Conservation 92 (2000): 199-205.

Grande Vidal, J.M. y A. Arias. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaroneras utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sin. Ciencia Pesquera, Inst. Nal. De la Pesca. Sría. de Pesca. México (8): 83-106.

Grande Vidal, J.M. y M.L. Díaz. 1981. Situación actual y perspectivas de utilización de la fauna de acompañamiento del camarón en México. Ciencia Pesquera, Inst. Nal. De la Pesca. Sría de Pesca. México 1 (2): 1-85.

Grande, J.M. 1987. Estrategias de acción para el aprovechamiento de la fauna de acompañamiento del camarón en México. INP/UAM/SEPESCA.

Grande-Vidal, J. M. 1996. Eficiencia y selectividad de las redes de arrastre camaroneras usadas en el Océano Pacífico Mexicano. Doc. Interno. SEMARNAP. Inst. Nal. de la Pesca-DGIDT. México. 46 pp.

Grande-Vidal, J.M. 1983. Evaluación biotecnológica de los recursos demersales vulnerables a redes de fondo en el Golfo de California, 1978-1980. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. de Pesca, México 4: 97-125.

Hannah, R.W. y S.A. Jones. 2000. Bycatch Reduction in an Ocean Shrimp Trawl from a Simple Modification to the Trawl Footrope. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 27: 227-233

Hannah, R.W., S.A. Jones y K.M. Matteson. 2003. Observations of Fish and Shrimp Behavior in Ocean Shrimp (*Pandalus jordani*) Trawls. Oregon Department of Fish and Wildlife. Marine Resources Program. 2040 S.E. Marine Science Drive. Newport, Oregon 97365. November 2003

ICES. 2008. Report of the ICESFAO Working Group on Fish Technology and Fish Behaviour (WGFTFB), 21-25 April 2008, Tórshavn, Faroe Islands. ICES CM. 2008/FTC:02. 265 pp.

INAPESCA Y CONAPESCA. 2006. Plan de Manejo para la Pesquería de Camarón en el Litoral del Océano Pacífico Mexicano. Doc. Interno. SAGARPA. México.

INAPESCA/WWF. 2010. Tecnologías para reducir la captura incidental en las pesquerías de camarón del Golfo de California. 50 p. Disponible en: <http://www.wwf.org.mx>.

Instituto Nacional de la Pesca, 1991. Programa nacional de evaluación de la captura incidental de tortugas marinas y del impacto técnico y económico del uso de dispositivos excluidores. Doc. Interno. Sría. De Pesca. Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesquero. Inst. Nal. de la Pesca. México. 25 pp.

Karlsen, L. 1983. HH-separating panels in shrimp trawls. Installation specification and some results from recent coastal experiments. ICES C.M. 1983/10.

Kelleher, K. 2008. Discards in the World's Marine Fisheries. An Update. Documento Técnico de Pesca. FAO, Rome (2008) 470.147p.

Kennelly, S.J. y M.K. Broadhurst. 1995. Fishermen and scientist solving bycatch problems: examples from Australia and possibilities for the northeastern United States. Pages 121-128 in solving Bycatch: Considerations for Today and Tomorrow Alaska Sea Grant. Collage Program Report No. 96-03. University of Alaska Fairbanks

Kenny, J., A. Blott, y J.T. De Alteris. 1990. Shrimp separator trawl experiments in the Gulf of Maine shrimp fishery. In: Proceedings of the Fisheries Conservation Engineering Workshop, Rhode Island, April 1990.

Korringa, P. 1980. Management of marine species. Helgoländer Wiss. Meeresunters 33: 641-661.

Løkkeborg, S. 2005. Impacts of trawling and scallop dredging on benthic habitats and communities. FAO Technical Paper 472. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2005

López-Jamar, E. y J. Mejuto. 1988. Infaunal benthic recolonization after dredging operations in La Coruña Bay, NW Spain. Cah. Biol. Mar. 29: 37-49.

Messieh, S.N., T.W. Rowell, D.L. Peer, y P.J. Cranford. 1991. The effects of trawling, dredging and ocean dumping on the eastern Canadian continental shelf seabed. Continental Shelf Research 11: 1237-1263.

Hendrickx, M.E., A.M. Van Der Heiden, y B.A. Toledano Granados. 1983. Resultados de las Campañas SIPCO (Sur de Sinaloa, México a Bordo del B/O "El Puma". Hidrología y Composición de las Capturas Efectuadas en los Arrastres. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Vol. 11, 1984 Núm. 1. <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1984-1/articulo172.html>

Muñoz-Rubí H.A., D. Chávez-Herrera, J.M. Melchor-Aragón, V. Hernández-Covarrubias y F. Villegas-Hernández. 2009. Evaluación de las poblaciones de camarón

Penaeus spp. en la zona de ribera de la bahía Santa María-La Reforma, Sinaloa, de marzo a diciembre de 2009. Doc. Int. INAPESCA, 2010.

Pérez-España, H., M.L. Jiménez-Badillo y L.G. Abarca-Arenas. 2004. Is Mexico fishing down trophic webs? 4th World Fisheries Congress. Vancouver, Canada.

Pérez-Mellado, J. y L.T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y Norte de Sinaloa, México. Pp. 201-254 en Yañez-Arancibia, A. (ed.) Recursos Pesqueros potenciales de México: La Pesca Acompañante de Camarón. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, D.F.

Pérez-Mellado, J., J.M. Romero, R.H. Young y L.T. Findley. 1983. Rendimientos y composición de la pesca acompañante del Golfo de California. En: Pesca acompañante del camarón... Un regalo del mar: Informe de una consulta técnica sobre la utilización de la pesca acompañante del camarón. ONU/CIID. 61-63 p.

Rábago-Quiroz C.H.; J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, R. Morales-Azpeitia y W. Valenzuela-Quiñónez. 2005. Composición específica, abundancia relativa, distribución y crecimiento de las especies de lenguado presentes en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California, México. Simposio sobre Ciencias Pesqueras en México. La Paz, B.C.S., México.

Rahel, F.J. 1990. The hierarchical nature of community persistence: a problem of scale. Am. Nat. 136: 328-344.

Ramos-Cruz, S. 1990. Análisis preliminar de la distribución y abundancia de la ictiofauna en las costas de Oaxaca y Chiapas en el Golfo de Tehuantepec, México. Serie Documentos de Trabajo. No. 20. Instituto Nacional de la Pesca. SEPESCA. 21 p.

Reise, K. 1982. Long-term changes in the macrobenthic invertebrate fauna of the Wadden sea: are polychaetes about to take over? Neth. J. Sea Res. 16: 29-36.

Reise, K., y A. Schubert. 1987. Macrobenthic turnover in the subtidal Wadden Sea: the Norderaue revisited after 60 years. Helgoländer Wiss. Meeresunters 41: 69-82.

Riesen, W. y K. Reise. 1982. Macrobenthos of the subtidal Wadden Sea: revisited after 55 years. HelWiss. Meeresunters 35: 409-423.

Reise, K., y Y. Bartsch. 1990. Inshore and offshore diversity of epibenthos dredged in the North Sea. Neth. J. Sea Res. 25: 175-179.

Reyna, C.I. 1979. Consideraciones acerca de la ictiofauna capturada con el camarón en las costas de Oaxaca y Chiapas. Mem. Primera Reunión Nal. para el aprovechamiento del camarón, Guaymas, Son., 29-30 de Mayo. 141-154 p.

Ribera-Ribera, J.L. 2003. Selectividad del Bolso de la Red de Arrastre Camaronera en Función de su tamaño de Malla” en CONAPESCA (2003). Informe del Taller sobre Selectividad de Sistemas de Pesca de Arrastre para Camarón, Implicaciones para el Ordenamiento Pesquero. Mazatlán, Sinaloa, 19 al 21 de junio de 2003. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. México. 33 p.

Rijnsdorp, A.D. y F.A. van Beek. 1991. Changes in growth of plaice *Pleuronectes platessa* L. and sole *Solea solea* L. in the North Sea. Netherlands Journal of Sea Research 27: 433–439.

Rijnsdorp, A.D. y P.I. van Leeuwen. 1996. Changes in growth of North Sea plaice since 1950 in relation to density, eutrophication, beam-trawl effort, and temperature. ICES Journal of Marine Science 53: 1199–1213.

Rijnsdorp, A.D., A.M Buys, F. Storbeck, y E.G. Visser. 1998. Micro-scale distribution of beam trawl effort in the southern North Sea between 1993 and 1996 in relation to the trawling frequency of the sea bed and the impact on benthic organisms. ICES Journal of Marine Science 55: 403–419.

Rodríguez-Valencia, J.A. y M.A. Cisneros-Mata. 2006. Captura incidental de las flotas pesqueras ribereñas del Pacífico Mexicano. Reporte técnico del Programa Golfo de California de WWF México a la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte. 127 p. Disponible en <http://www.wwf.org.mx/wwfmex/publicaciones.php?tipo=reprs>

Sánchez-Palafox A., D. Aguilar-Ramirez; A. Flores-Santillán, M.A. Flores; D.E. Acal-Sánchez y A. Seefoó-Ramos. 1998. Evaluación biotecnológica de la red de arrastre denominada Ala de Ángel para la captura de camarón café en el sistema lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, BCS. Nov. a dic. De 1998. Doc. Interno. SEMARNAP. Inst. Nal. de la Pesca-DGIDT. México. 88 pp y anexos.

Sarmiento-Náfate S. y H.A. Gil-López. 1998. Alternativas para la reducción de la fauna acompañante en la pesca del camarón, en el Golfo de Tehuantepec, México. Doc. Interno. SEMARNAP. Inst. Nal. de la Pesca-DGIDT. México. 13 pp.

Sarmiento-Náfate S., H.A. Gil-López, R. Rojas-Crisóstomo, y H. Ramírez-García. 2000. Reducción de la Fauna Acompañante del Camarón en el Golfo de Tehuantepec, Utilizando una Red de Túnel Corto. Doc. Interno. SEMARNAP. Inst. Nal. de la Pesca-DGIDT. México. 17 pp. y Anexos.

Thrush, S.F., J.E. Hewitt, V.J. Cummings, P.K. Dayton, M. Cryer, S.J. Turner G.A. Funnel, R.G. Budd, C.J. Milburn y M.R. Wilkinson. 1998. Disturbance of the marine benthic

habitat by commercial fishing: Impacts at the scale of the fishery. *Ecological Applications* 8: 866-879.

Torres-Jimenez, R. 1992. Primer crucero de excluidores de tortugas combinado con excluidores de peces en el alto Golfo de California a bordo del BIP XI. Doc. Interno. SEMARNAP. Inst. Nal. de la Pesca-DGIDT. México. 27 pp.

United States Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. Southeast Fisheries Science Center, Mississippi Laboratories, Pascagoula Facility. 2004. Status of Bycatch Reduction Device (BRD) Performance and Research in North-Central and Western Gulf of Mexico.

Van der Heiden, A.M y L.T Findley. 1988. Lista de los peces marinos del sur de Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF, pp. 39-49. In Instituto Nacional de la Pesca y Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, 2006. Plan de Manejo para la Pesquería del Camarón en el Litoral del océano Pacífico Mexicano. México. 76 pp.

Vázquez, S.H., J. López-Martínez y M. Nevárez-Martínez. 2004. Shrimp trawling fisheries in the Gulf of California: Is the by-catch:shrimp match relationship a good indicator in the changes and impact in the ecosystem? 4th World Fisheries Congress. Vancouver, Canada.

Watling, L. y E.A. Norse. 1998. Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: A comparison to forest clearcutting. *Conservation Biology* 12 (6): 1180-1197.

Watson, J.W., J.F. Mitchell, y A.K. Shan. 1986. Trawling efficiency device: a new concept for selective shrimp trawling gear. *Mar. Fish. Rev.* 48(1): 1-9.

Watson, J.W., Jr. 1989. Fish behavior and trawl design: potential for selective trawl development. In: *Proceedings of the World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessel Designs*, November 1988. Marine Institute, St. John's, Newfoundland, Canada. Pp. 25–29.

Watson, J.W., Jr., y C.W. Taylor. 1990. Research on selective shrimp trawl designs for penaeid shrimp in the United States: a review of selective shrimp trawl research in the United States since 1973. NOAA/NMFS/SEFSC, Mississippi Laboratories, Pascagoula, Mississippi. 21 pp.

Westlund, L. 2006. Mid-Term Review of the UNEP/GEF project Reduction of Environmental Impact from Tropical Shrimp Trawling through the Introduction of By-catch Reduction Technologies and Change of Management. Project Number UNEP GF/2731-02-4469 & GF/4030-02-04. FAO EP/GLO/201/GEF. Evaluation and Oversight Unit December 2006.UNEP.

Wray, T. 1990. Y-design trawl keeps meshes open: new concept gear lets small fish escape. *Fish. News* 3976:10–11.

Young, R.H. y J.M. Romero. 1979. Variability in the yield and composition of by-catch recovered from Gulf of California shrimping vessels. *Tropical Sci.* 4:249-264.

Zavala-García A. y J.A. Heredia-Quevedo. 2003. Estudio de la Selectividad en las Redes de Arrastre Camaroneras en el Pacífico Mexicano (Cuerpo de la Red), en CONAPESCA (2003). Informe del Taller sobre Selectividad de Sistemas de Pesca de Arrastre para Camarón, Implicaciones para el Ordenamiento Pesquero. Mazatlán, Sinaloa, 19 al 21 de junio de 2003. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. México. 33 p.

ANEXO TECNICO

Especificaciones Técnicas de Materiales, Construcción, Instalación y Uso de Aditamentos Selectivos en las Redes de Arrastre Camaroneras

1. DISPOSITIVO EXCLUDOR DE PECES DISEÑO “OJO DE PESCADO”

El dispositivo excludor de peces tipo ojo de pescado permite la salida de la red a peces al funcionar como un a ventana de escape, aprovechando las características de nado contra corriente que presentan varias especies de peces, ya que el aditamento se coloca de tal manera que origina un flujo de corriente hacia adentro de la red y, los peces al reaccionar a este flujo encuentran la salida; por su parte el camarón es empujado por esta corriente al fondo del bolso asegurando su captura (Fig. 1).

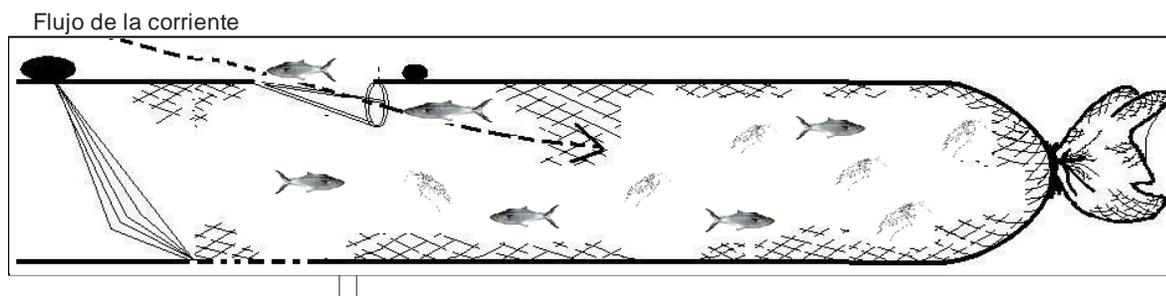


Figura 1. Principio de funcionamiento del Ojo de pescado

El aditamento consiste en un marco de forma elíptica construido con varilla de acero inoxidable o aluminio de 3/8" (9.5 mm) de diámetro que mantiene abierto el corte de la red por el que se permite la salida de los peces, reforzado con un triángulo para fijar la posición de trabajo. El aditamento deberá tener las dimensiones señaladas en la figura 2.

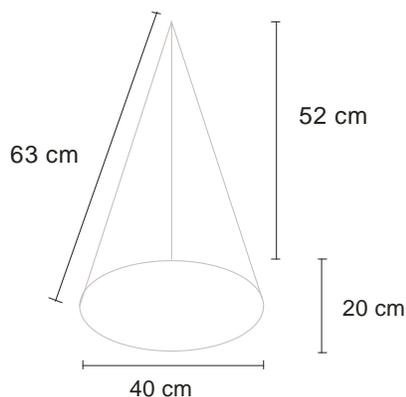


Figura 2. Dimensiones y forma del dispositivo excludor de peces tipo “ojo de pescado”

La ubicación del ojo de pescado es muy importante; si éste se encuentra muy cercano a donde se acumula la captura puede ocurrir pérdida de camarón, particularmente con oleaje agitado o al momento de recobrar la red y subirla a bordo. Por otro lado, no puede ser colocado muy lejos hacia adelante de donde se acumula la captura ya que el pez no podría alcanzar la salida de escape. Basado en la experiencia de los pescadores de camarón en Estados Unidos, el excluidor deberá colocarse a una distancia MAXIMA de 3.4 m hacia delante de las argollas de amarre del bolso, con el vértice del triángulo apuntando hacia la boca de la red (Fig 2).

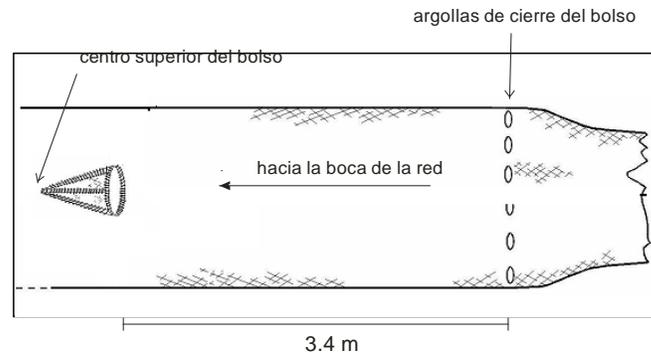


Figura 2. Punto de colocación del dispositivo

Para su instalación en la red, se localiza el centro superior del bolso y se miden 3.4 metros a partir del cierre del bolso hacia el Dispositivo Excluidor de Tortugas (DET) con el paño estirado y se marca, cortando la malla central para realizar un corte de 13 mallas para cada uno de los lados, haciendo un orificio de 27 mallas en el bolso. El aro se fija en los bordes del corte del paño ubicando el vértice del triángulo hacia la boca de la red, las mallas del corte que quedan del lado del DET se fijan en el contorno inferior del aro y las 27 del otro lado del corte (las que quedan del lado del bolso) se sujetan a la parte superior del aro del dispositivo.

Para asegurar el buen funcionamiento del DEP se sujeta el paño en cinco puntos de la estructura, empezando con los bordes del ovalo distribuyendo de manera uniforme, el resto se sujeta conforme lo requiera en la posición fijada procurando un estiramiento natural del paño (Fig.3).

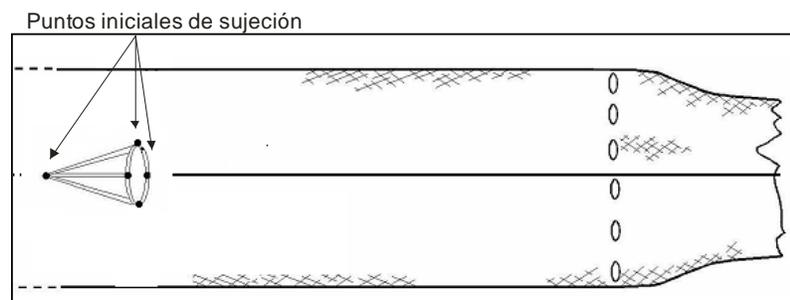


Figura 3. Puntos iniciales de sujeción del ojo de pescado

Para compensar el peso del aditamento, junto al borde superior, por la parte externa, se coloca un flotador rígido de 4 x 2 pulgadas de diámetro.

El aditamento no puede ser obstruido por ningún elemento de la red, en el caso del cabo de cobro (falso), sus elementos de fijación como argollas o anillas deberán estar en la parte posterior del ojo de pescado.

También se recomienda el uso de un bolso de 7 metros de longitud para conseguir la distancia de 3.4 metros de alejamiento del cierre del bolso y que el ojo de pescado no se traslape en la parrilla del excluidor de tortugas.

2. DOBLE RELINGA INFERIOR

El objetivo de esta relinga adicional es separar la red del fondo para que le permita excluir organismos que están en el sustrato y que no son el objetivo de captura, además de basura y pesos muertos que incrementan la resistencia al avance de la red; este aditamento contribuye con la selección de recursos y propicia el ahorro de combustible de la embarcación.

La relinga adicional conocida como doble relinga en la red de arrastre para camarón; consiste en adicionar a la red armada un cabo extra con alma de acero (tralla) en la parte inferior, separada de esta con tirantes equidistantes, en esta relinga extra es donde se fija el lastre del equipo (la cadena de arrastre) manteniendo la relinga inferior de la red libre de peso directo. De tal forma que los ajustes al encadenado que el operador desee realizar deberá aplicarse sobre la doble relinga y no sobre la relinga de la red.

Para las redes utilizadas en embarcaciones mayores (barcos), la doble relinga deberá ser del mismo tamaño que la relinga inferior normal, ambas relingas se unen en los extremos con una malla de acero o aro, con un grosor no menor de 0.95 cm de diámetro 3/8" en la cual se fijan las bridas que van al portón (Fig. 4).

La unión de las relingas se realiza partiendo de la punta de las alas hacia el centro de las relingas, uniéndolas con tirantes de cada lado espaciados a 95 cm. con una longitud de 20 cm. (separación entre relingas) en la parte central no lleva tirantes, de manera opcional podrá sujetarse con 3 tirantes de 35 cm de longitud cada uno, uno al centro y otro más a cada uno de los lados, manteniendo la misma separación entre ellos que la que se especifica para las alas (95 cm).

La cadena a utilizar es la que tradicionalmente se emplea en la red normal. Para las construidas con material *Spectra*® de 110 pies de relinga superior (41.4 m de relinga inferior) se utilizan 60 kilos de cadena; 50 kilos de 5/16" repartidas en las alas y 10 kilos de 1/4" en la pate libre entre el centro y las alas (Fig. 4).

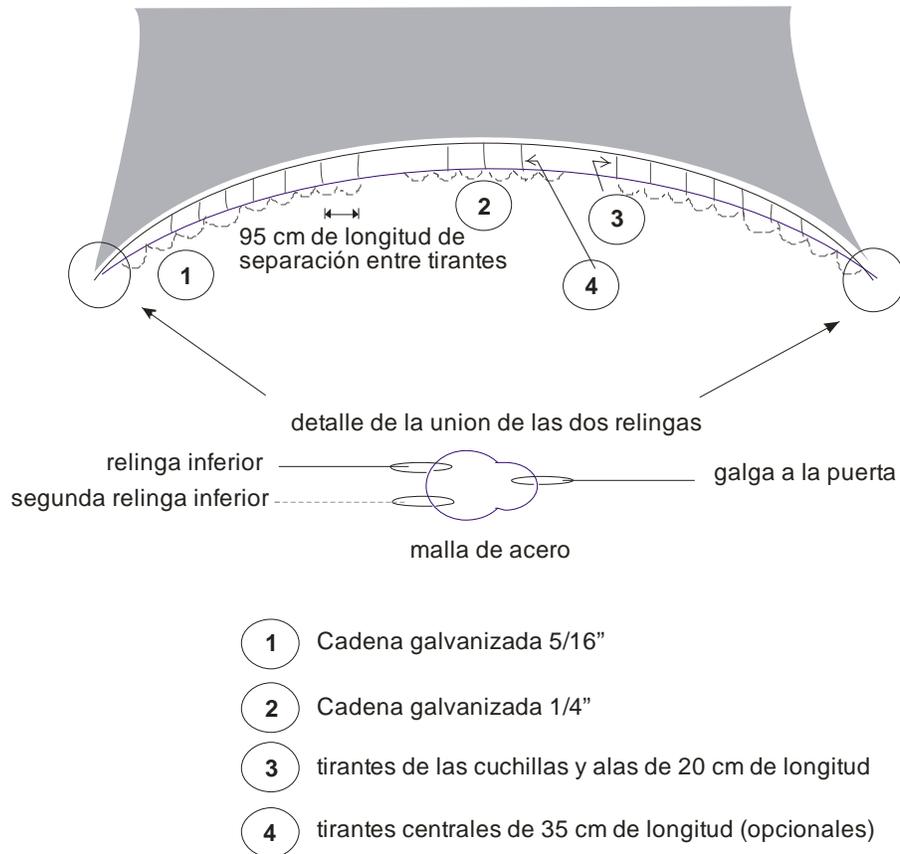


Figura 4. Detalle de armado de la segunda relinga inferior