



## **Taller sobre el Uso de Dispositivos Concentradores de Peces Biodegradables (DCPs)**

Gala Moreno, Victor Restrepo, Laurent Dagorn, Martin Hall, Jefferson Murua, Igor Sancristobal, Maitane Grande, Sarah Le Couls, Josu Santiago

### **1. Antecedentes**

ISSF organizó un taller sobre el uso de dispositivos concentradores de peces (DCPs) biodegradables en el Aquarium de Donostia-San Sebastián los días 3 y 4 de Noviembre del 2016. Este taller surge para dar respuesta a la creciente preocupación que existe en torno al varamiento y hundimiento de los DCPs y proponer soluciones para reducir el plástico y otros materiales de origen no natural que se acumulan cuando los DCPs se hunden o varan en las costas. Un estudio realizado en el océano Indico, a partir de la trayectoria de las balizas que geolocalizan los DCPs, muestra que el 10% de los DCPs desplegados terminan varados en las costas (Maufroy et al 2015)<sup>1</sup>. Los DCPs, que hoy en día están contruidos mayoritariamente con productos derivados del petróleo como plásticos, PVC, nylon, etc., se degradan lentamente, dando lugar a una acumulación de los mismos en las costas año tras año. El impacto asociado a la pérdida y varamiento de los DCPs incluye el deterioro de los arrecifes de coral, polución marina, pesca accidental y degradación de los materiales en el mar generando micro partículas que pueden entrar en la cadena trófica.

Los científicos que trabajan con DCPs así como el sector pesquero más concienciado con los impactos no deseados de los DCPs, conscientes del impacto que pueden tener los varamientos en las costas, llevan realizando pruebas desde el 2007 para desarrollar estructuras de DCPs que tengan un menor impacto en los ecosistemas costeros, como son

---

<sup>1</sup> Maufroy A, Chassot E, Joo R, Kaplan DM (2015) Large-Scale Examination of Spatio-Temporal Patterns of Drifting Fish Aggregating Devices (dFADs) from Tropical Tuna Fisheries of the Indian and Atlantic Oceans. PLoS ONE 10(5): e0128023. doi: 10.1371/journal.pone.0128023

aquellos contruidos con materiales de origen natural. Estos experimentos han sido intermitentes y de limitado alcance, en ningún caso con la amplitud y constancia necesarias para obtener resultados estadísticamente significativos. En este sentido, una de las dificultades detectadas a la hora de obtener resultados sobre los nuevos materiales probados en condiciones de pesca, es la falta de observaciones suficientes para realizar cualquier análisis concluyente. Otra dificultad añadida es que en algunas regiones, un buen porcentaje de los DCPs desplegados por un barco son empleados por otros barcos, por lo cual es difícil realizar el seguimiento de un mismo DCP experimental para obtener información acerca de su efectividad y vida útil. Aspecto que se agrava dado el limitado número de DCPs experimentales que se desplegaban en las pruebas y la falta de coordinación entre las diferentes flotas para el seguimiento de los DCPs experimentales.

Recientemente AZTI, ISSF e IATTC han realizado experimentos bajo control para conocer el comportamiento de algunos materiales de origen natural, como son la madera ó fibras naturales configuradas en cuerdas de diferentes grosores, así como en tejidos y lonas. Se probaron materiales como el yute, algodón, bambú, fibra de coco, sisal, cáñamo, etc. En algunos de estos experimentos, varios de los cuales están todavía en curso, se mide la carga de rotura en el tiempo, la condición de los componentes de la parte sumergida, la flotabilidad de la estructura, la cantidad de biofouling (organismos incrustantes) que se adhiere a cada material y se observa si los peces se alimentan de esos materiales naturales. Esto ha permitido descartar aquellos materiales menos resistentes y conocer la degradación en el tiempo de los más resistentes. Sin embargo, las pruebas en condiciones de pesca reales con un número suficiente de DCPs son necesarias para obtener resultados concluyentes sobre su capacidad de agregar atún, así como conocer su vida útil y discernir los materiales más adecuados. Para dar respuesta a estas preguntas, así como para involucrar a las diferentes flotas en la búsqueda de soluciones, surge el taller de DCPs biodegradables organizado por ISSF. El propósito del taller era evaluar qué tipo de materiales y diseños de DCP biodegradables óptimos para la pesca y cuál sería la estrategia más efectiva para la obtención de resultados significativos sobre los DCPs biodegradables, mediante la colaboración de las diferentes flotas que faenan en los océanos Indico, Pacífico y Atlántico.

## **2. Objetivos del taller**

El objetivo del taller era aunar esfuerzos, mediante la colaboración de científicos y patrones de pesca, para dar una respuesta ágil y en conjunto a la necesidad de mitigar el impacto ambiental que tienen los DCPs que se hunden y que varan en las costas.

Los objetivos específicos se centraron en el desarrollo de DCPs biodegradables y fueron:

1. Determinar las características estructurales necesarias para que un DCP sea productivo.

2. Determinar el periodo de vida útil necesario para su empleo en la pesca en los diferentes océanos.
3. Realizar una revisión de los tipos de materiales biodegradables que se han probado hasta el momento, tanto de origen natural como otras alternativas de origen no natural que existen en el mercado.
4. Diseñar diferentes estructuras de DCP para los diferentes océanos.
5. Diseñar el protocolo para probar los DCPs biodegradables en condiciones de pesca, mediante la cooperación de las diferentes flotas que operan en los 3 océanos.

### 3. Resultados

#### 3.1 Características estructurales necesarias para que un DCP sea productivo.

Para que los futuros DCPs biodegradables sean eficaces a la hora de agregar atún, en primer lugar se revisaron las características necesarias para que un DCP sea productivo.

En primer lugar, los pescadores estaban de acuerdo en que cualquier tipo de objeto flotante podría ser eficiente si éste estuviera en el lugar adecuado en el momento adecuado. Por lo tanto el lugar y el tiempo son las variables clave a la hora de agregar atunes. De modo que la estructura del DCP debería de ser aquella que permita derivar al DCP hacia las zonas adecuadas en el momento adecuado. Durante el taller quedó de manifiesto que la deriva del objeto es esencial a la hora de agregar atún. Existen regiones en las que se requiere una deriva lenta del DCP, y por tanto una estructura profunda, mientras que existen otras regiones en las que se requiere una deriva más acorde con la corriente superficial, y por lo tanto una estructura superficial. De modo que estaríamos hablando, en base al conocimiento empírico de los pescadores, de la necesidad de distintos tipos de DCPs, básicamente en relación a las características oceanográficas de la zona y probablemente a la distribución vertical de las presas de los túnidos en el área.

La sombra de la parrilla y las velas ó banderas que se amarran a la parte sumergida más superficial del DCP, se consideraron necesarios a la hora de atraer a las especies que viven en estrecho contacto con la estructura del DCP, (p. ej. *Lobotes surinamensis*, *Abudefduf saxatilis*, etc.) denominadas especies *intranatant*<sup>2</sup>. Éstas especies a su vez podrían ejercer atracción sobre otras especies que se asocian al DCP ocupando un lugar más lejano a su estructura, como es el caso de los túnidos. Según el conocimiento empírico de los pescadores y algunas evidencias científicas que no han sido validadas aún<sup>3</sup>, existe la posibilidad de que una vez el objeto atrae a los primeros peces colonizadores, la estructura

---

<sup>2</sup> Aquellas especies que se mueven en un radio de 2 m respecto a la estructura del DCP. Parin, N.V., and Fedoryako, B.I 1999. Pelagic fish communities around floating objects in the open ocean. Fishing for Tunas associated with floating Objects, International workshop. Inter-American Tropical Tuna Commission (11): 447-458

<sup>3</sup> Moreno, G., Dagorn, L., Sancho, G., Itano, D., 2007a. Fish behaviour from fishers knowledge: the case study of tropical tuna around drifting fish aggregating devices (DFADs). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 64, 1517–1528.

(dimensión, color y sombra) del objeto pierde importancia en la atracción de atunes, ya que en su lugar las especies *intranatans* ejercerían de atractores. Aún no conociendo bien las habilidades sensoriales de los túnidos, cabe esperar que el ruido que realizan ciertas especies asociadas a los objetos, como es el caso del *Canthidermis maculatus*, comúnmente llamado pinchudo, las ondas que transmiten en su movimiento, o los estímulos químicos que pueden propagar en la masa de agua, tengan un alcance mayor que las características visuales del objeto en sí. Por lo tanto, una hipótesis sería que la estructura del objeto podría tener relevancia en una primera etapa de colonización pero perdería importancia una vez colonizado por peces *intranatant* y *extranatant* (p. ej. *Aluterus monoceros*, *Kyphosus cinerascens*, *Caranx sp.*, etc). De ahí la gran variedad de objetos flotantes que pueden ser productivos (troncos, basura flotante, DCPs de diversos tipos, etc.) probablemente debido a que su atracción es fruto de las especies asociadas, más que de las características estructurales del objeto flotante en sí. A no ser que la misma estructura del objeto haga ruido, tal y como se ha observado con las cadenas de los DCPs anclados.

Finalmente se atribuyó la importancia de la profundidad de la estructura únicamente a la deriva deseada, bien para ralentizar la velocidad o seguir corrientes productivas.

### 3.2 Vida útil de los DCPs, necesario para la operativa de pesca

Dada la complejidad de la estrategia de pesca con DCPs, y las particularidades de cada océano en el plantado, tiempo de maduración y pesca, se consideraron los siguientes tiempos de vida útil necesarios por océano.

- Océano Pacífico Este: De 6 meses a 1 año
- Océano Pacífico Oeste: 1 año
- Océano Índico: 1 año
- Océano Atlántico: De 5 meses a 1 año

Se consideró que un objeto flotante hoy en día se emplea aproximadamente durante los tiempos especificados más arriba, por lo tanto, en ausencia de una recolección activa, a partir de ese tiempo deberían degradarse a la mayor brevedad posible sin provocar contaminación en el medio marino.

### 3.3 Revisión de los tipos de materiales biodegradables

Se realizó una revisión de los experimentos realizados con materiales biodegradables de origen natural, tanto en condiciones bajo control como en condiciones de pesca, así como de otras alternativas de origen no natural. De la revisión realizada, en base a resistencia, biofouling adherido (organismos incrustantes) y otras características se concluyó que:

### *Concepto de biodegradable*

- Si bien la biodegradabilidad significa que puede ser degradado por microorganismos y hongos, el tiempo en el que éste proceso tiene lugar es muy importante. Como el caso que nos ocupa trata de minimizar el impacto de los DCPs varados en las costas y arrecifes, tras el uso del DCP en la operativa pesquera la biodegradación debe ser lo más rápida posible.
- Las alternativas de origen no natural, es decir estructuras de plástico y/o metal y plásticos oxo-biodegradables no son una alternativa que resuelva el impacto de los varamientos. Si bien, algunos materiales que derivan del petróleo ó metales pueden tener un menor impacto en las etapas de fabricación y transporte comparado con el de los materiales de origen natural, su larga durabilidad y destino final de los residuos tiene un impacto tal sobre las costas y arrecifes que hacen que no sean una alternativa para minimizar el impacto de los varamientos.

### *Estructura sumergida del DCP*

- Existen materiales de origen natural que se han descartado dada su fragilidad y corto periodo de vida, como es la fibra de coco o el yute en construcción de tela, ya que termina siendo comido por los peces.
- En cuanto a las cuerdas, a día de hoy, aquellas confeccionadas con algodón prensado, son las que ofrecen una mayor carga de rotura, así como mayor durabilidad en el tiempo. Se han estudiado básicamente dos tipos: cuerdas que facilitan el biofouling (similares a las utilizadas en las cuerdas que se emplean en el crecimiento de mejillones) y aquellas que no facilitan el biofouling (Fig. 1). Las cuerdas que no facilitan el biofouling mantendrán el peso de la estructura más estable y aquellas que facilitan el biofouling irán agregando organismos que harán que la flotabilidad de la estructura disminuya en el tiempo. Sin embargo, las cuerdas con flecos o lazos podrían ser útiles para las primeras etapas de la colonización del DCP (esta hipótesis no ha sido validada y algunos pescadores no la apoyaban tampoco). Otra alternativa al algodón son las cuerdas de Tencel, fibra derivada del eucalipto, aún no se han recogido datos que permitan evaluar su resistencia y durabilidad.



Fig. 1. Tipos de cuerdas biodegradables de origen natural analizadas durante el taller.

- Las lonas de algodón utilizadas en actividades que requieren mucha resistencia a la rotura (Fig. 2), fueron identificadas como una buena alternativa para hacer de vela y de banderas amarradas a la estructura principal de la parte sumergida del DCP. Todavía no hay resultados, pero ya se han comenzado a usar en condiciones de pesca. De los distintos grosores considerados, la número 12 fue la que más aceptación tuvo entre los capitanes asistentes.



Fig. 2. Lonas biodegradables de algodón de diferentes grosores

### *Estructura flotante del DCP*

- La flotabilidad es la parte más crítica de la estructura del DCP. La vida útil del DCP es muchas veces función de una correcta flotabilidad del mismo. Por lo tanto es necesario conocer la flotabilidad requerida por una estructura dada, para que el DCP se mantenga activo en el tiempo deseado, que en función del océano podría variar entre 5 meses y un año. Hoy en día existen pocas alternativas biodegradables para los flotadores no naturales que se utilizan actualmente, como son los tubos de PVC, bolos de arrastre, corchos de la red de cerco, bidones de plástico, etc. Una de las alternativas que se presentó en el taller fue la madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) (Fig. 3 y 4). Una madera conocida por su gran flotabilidad y que podría ser una solución biodegradable a los flotadores de plástico. Se han plantado algunos DCPs cuya estructura flotante ha sido construida con madera de balsa y caña pero aún no se dispone de los resultados de estas pruebas (Fig 5.).



Fig 3. Pescador evaluando la madera de balsa



Fig 4. Detalle de la madera de balsa

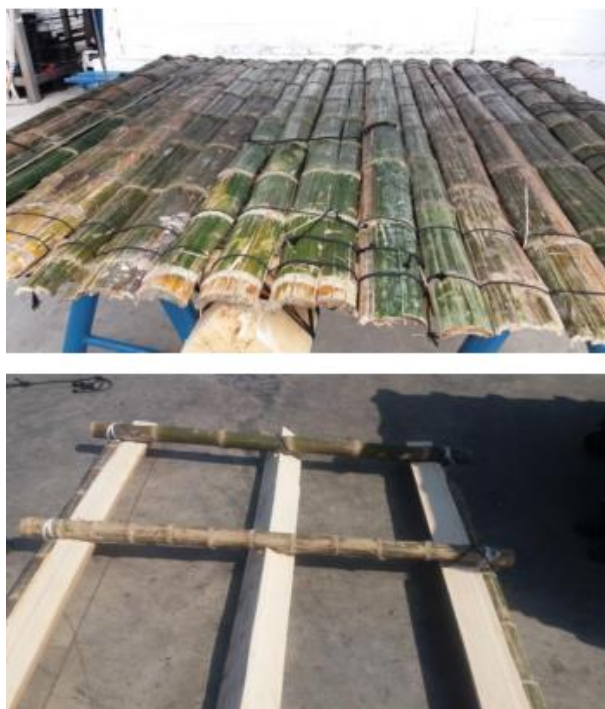


Fig 5. Estructura flotante fabricada con madera de balsa y caña

- Prolongar la vida útil de materiales naturales: Otra alternativa sigue siendo la de las cañas de bambú que llevan siendo empleadas durante años por las flotas al construir sus DCPs. Uno de los inconvenientes de las cañas es que con el tiempo pierden flotabilidad debido a que el agua se filtra dentro de las cámaras de aire y se van hundiendo poco a poco. Es por eso que los pescadores prefieren el uso de cañas verdes ó recién cortadas, las cuales mantienen la flotabilidad durante un mayor tiempo. Además de las cañas, los pescadores añaden flotadores a la estructura, ya que para las estructuras profundas, las cañas en exclusiva no pueden aportar la flotabilidad deseada. Todavía no se ha investigado el uso de aceites, ceras u otros tratamientos aplicados en algunos países para el uso de las cañas en la construcción de edificios, barcos etc. Pruebas con barnices o resinas naturales para proteger ésta u otras maderas flotantes serían recomendables si se quisiera mantener su funcionalidad y incrementar la durabilidad de estos flotadores naturales.
- El uso de cocos se presentó como un componente adicional de flotación, que se podría probar en combinación con la caña para la fabricación de la estructura flotante.
- A pesar de que no han sido todavía testados en la fabricación de DCPs, se está investigando con polímeros procedentes de materiales de origen natural (algas, patata, eucalipto, etc.). Estos podrían ser una opción de menor impacto a los plásticos empleados hoy en los DCPs.
- Las lonas de alta resistencia construidas en algodón fueron identificadas como una buena opción para cubrir la parrilla y dar sombra. Se pueden confeccionar en

colores oscuros para reducir su visibilidad. A priori parecen más fuertes que la rafia plástica empleada hoy en día para dar sombra, que además no es de origen natural.

- Se consideró también la posibilidad de emplear un disparador hidrostático para la baliza. Este disparador evitaría que la baliza fuera al fondo cuando la estructura del DCP se estuviera hundiendo, de forma que la baliza podría ser reutilizada y no sería un residuo añadido para el lecho marino. En este caso habría que resolver el que estas balizas no contaran como un DCP activo en los océanos que existe un límite en el número de DCPs. Así mismo, sería recomendable su recogida en las costas y playas en las que varan.

### 3.4 Diseño de las diferentes estructuras de DCP para los 3 océanos

Durante el taller, se formaron grupos mixtos de pescadores y científicos para trabajar en el diseño de diferentes modelos de DCPs biodegradables que podrían ser probados a día de hoy en cada océano (ver Anexo III del trabajo en grupo Aún así se consideró necesario la recogida de DCPs y las balizas en zonas de especial vulnerabilidad.).

Los materiales elegidos para los diversos diseños fueron los siguientes:

- Madera de balsa (flotación)
- Cañas de bambú (flotación y estructura sumergida)
- Madera de pino (flotación)
- Lonas de algodón (recubrimiento de parrilla, vela y banderas en la parte sumergida)
- Cuerda de algodón prensado con lazos (estructura sumergida)
- Cuerda de algodón sin lazos (estructura sumergida y amarre de las cañas y madera en la parte flotante)
- Cuerdas de Tencel (estructura sumergida)
- Piedras
- Arena
- Disparador hidrostático
- Boyas de plástico o corchos de la red<sup>4</sup> (flotación)

Se diseñaron 7 tipos de DCPs que podrían ser probados en los 3 océanos, algunos con estructuras profundas de entre 60 y 80 metros y otros menos profundas de 40 m (Figs. 6-12). El DCP más superficial fue diseñado para el Océano Índico, con 2 m de profundidad, en cambio para el Atlántico se diseñaron las estructuras más profundas. Todos emplearon materiales biodegradables, 2 diseños fueron íntegramente biodegradables y los otros 5 emplearon en la parte flotante boyas de plástico o PVC ya que al desconocer la flotabilidad de las estructuras biodegradables se creyó necesario el uso de flotación extra para evitar el hundimiento de los DCPs y obtener resultados durante las pruebas

---

<sup>4</sup> aunque no son biodegradables se consideraron necesarios para dar un extra de flotabilidad a los DCPs en las pruebas, con miras a evitar la pérdida por hundimiento del DCP y evaluar la durabilidad de los materiales naturales.

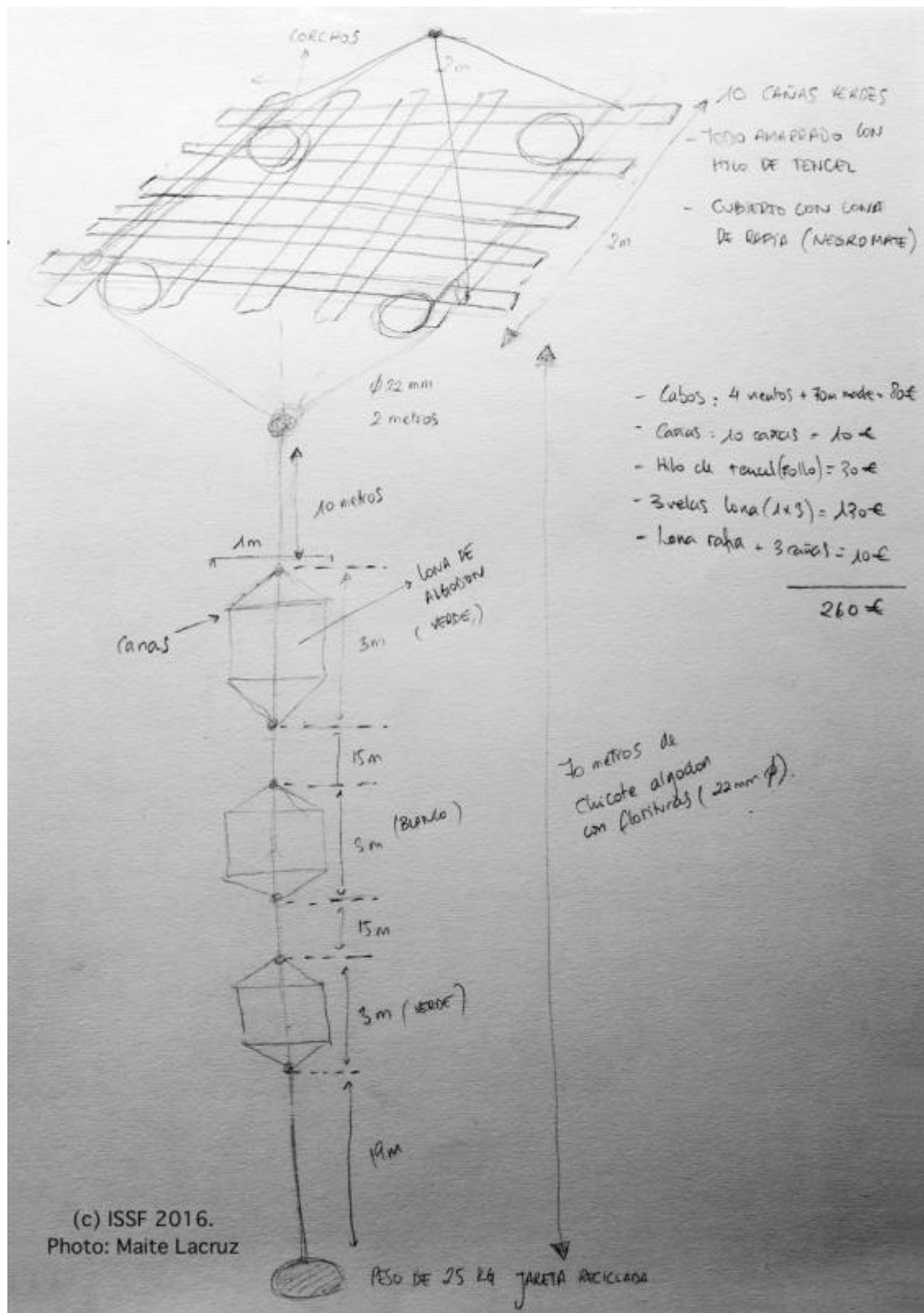


Fig. 6. DCP biodegradable diseñado durante el taller para el Océano Atlántico.



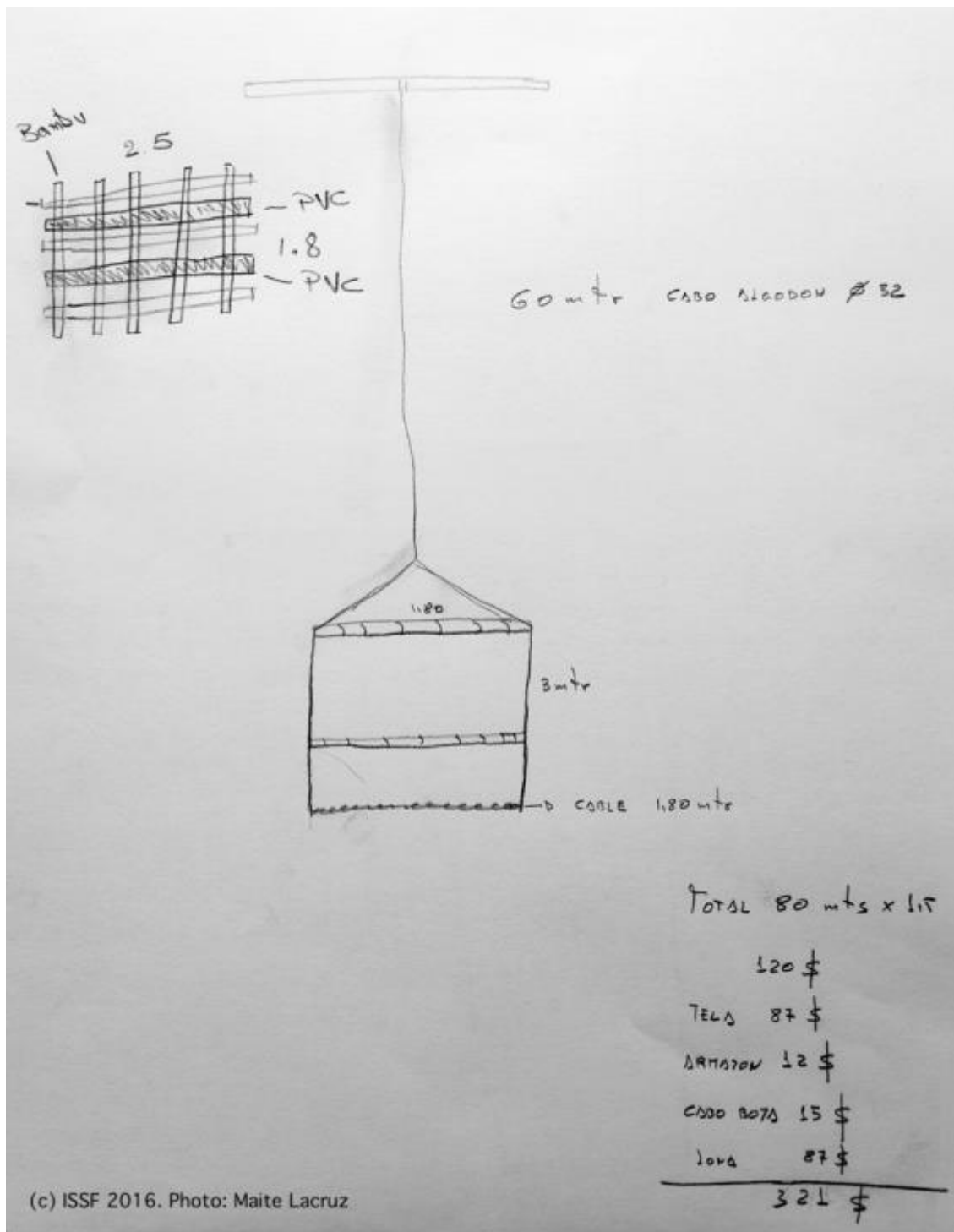
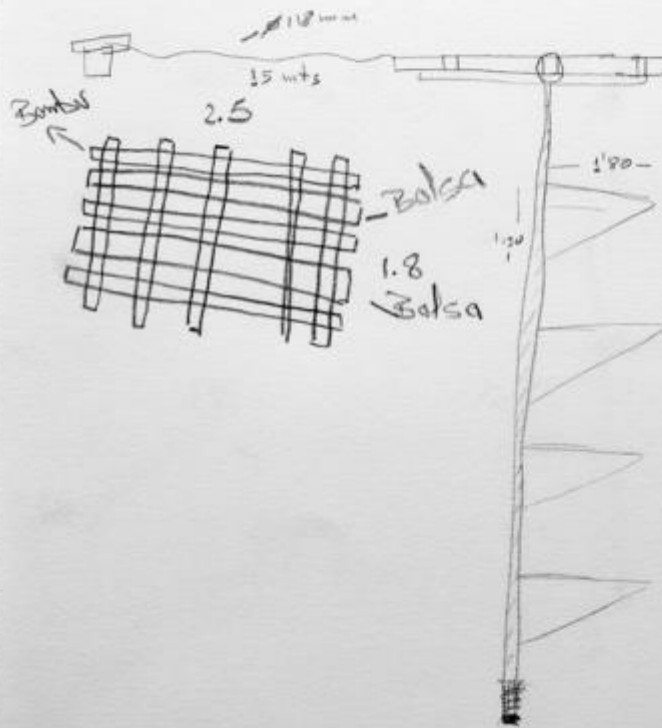


Fig. 8. DCP biodegradable diseñado durante el taller para el Océano Pacífico.

Peso 10 Kg



|         |        |        |
|---------|--------|--------|
| LONG    | 87     |        |
| CASH    | 100.00 | 77 \$  |
| LONG    | 87     | \$     |
| CASH    | 6      | \$     |
| BALANCE | 10     | \$     |
| CASH    | 15     | \$     |
| TOTAL   |        | 282 \$ |

Fig. 9. DCP biodegradable diseñado durante el taller para el Océano Pacífico.

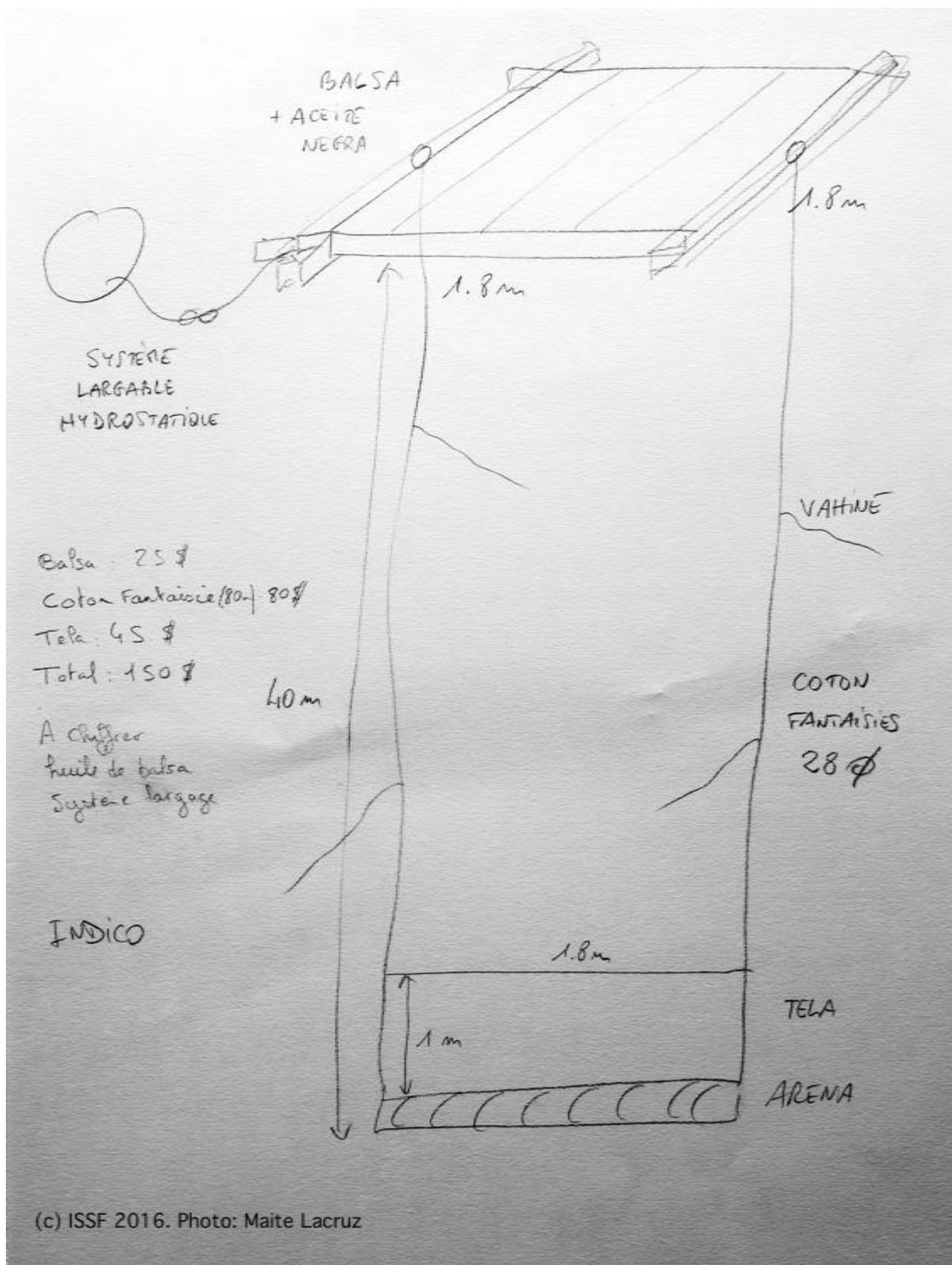
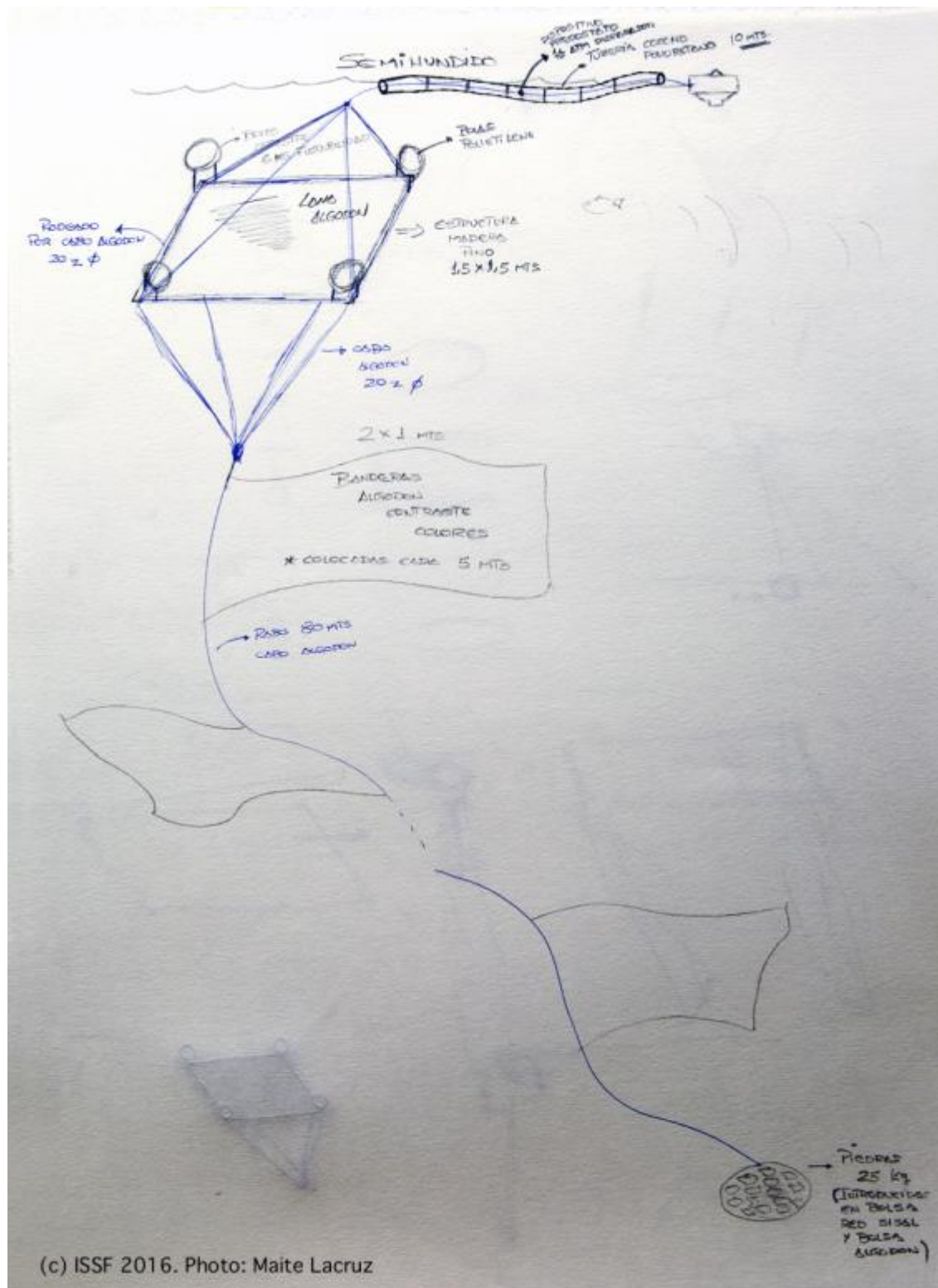
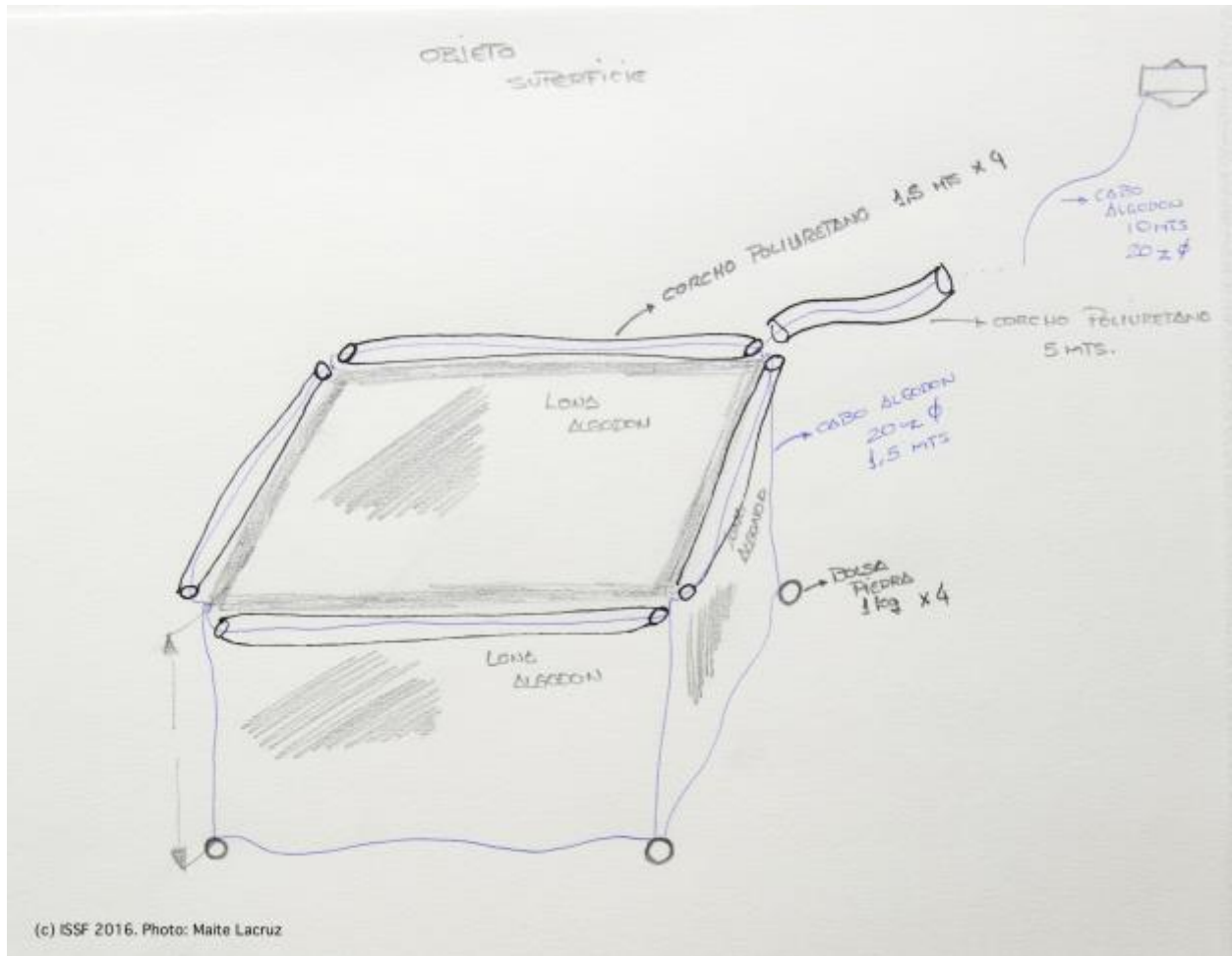


Fig. 10. DCP biodegradable diseñado durante el taller para el Océano Índico.





### 3.5 Estrategia para testar los DCPs biodegradables en condiciones de pesca

Una vez diseñados los DCPs biodegradables que podrían ser probados en diferentes océanos, se discutió sobre la mejor manera de diseñar las pruebas en condiciones de pesca. Hasta el momento ha sido difícil evaluar la idoneidad de los diferentes DCPs biodegradables porque los experimentos han tenido lugar de forma aislada y el número de DCPs experimentales empleado ha sido pequeño. Normalmente un mismo DCP pasa por varios propietarios durante su vida útil y puede ser modificado sustituyendo los elementos que han podido degradarse con el tiempo. Dada la dificultad de visitar un mismo objeto, quedó claro que la colaboración de las diferentes empresas y flotas debía ser necesaria para obtener resultados concluyentes. Por lo tanto se determinó que para las pruebas sería necesario que:

- Las flotas deberían colaborar plantando DCPs biodegradables y aportando información sobre la evolución de los diferentes tipos de DCPs encontrados en el mar.
- Cada barco plantara un número determinado de los prototipos de DCPs identificados durante el taller (se habló de 10-20 DCPs por barco), número a consensuar en las reuniones de planificación del experimento con el sector. Se recomienda que este número, permita las observaciones suficientes para realizar una evaluación efectiva.
- Se probarían un máximo de 3 o 4 tipos de DCPs biodegradables estandarizados en todos los océanos y contruados en puerto, para tener suficientes observaciones sobre cada tipo y obtener así resultados significativos de cada uno. Idealmente, cada barco trataría de alternar al plantar los modelos de DCPs tradicionales con los biodegradables, de forma que se pudiera comparar la efectividad de unos y otros en condiciones similares.
- Como el objetivo es obtener observaciones sobre el comportamiento de los diferentes materiales, se podría incluir en el diseño inicial flotación extra no biodegradable, para evitar el hundimiento de estos DCPs.
- Cada DCP experimental biodegradable debería llevar una identificación clara para que los pescadores recojan los datos de seguimiento necesarios: lugar de plantado, tipo de objeto, así como el código de la baliza de cada objeto biodegradable.
- Cuando un barco encontrara un DCP biodegradable, debería registrar la captura (si la hubo) así como el estado del DCP y el nuevo código de la baliza si es que ha sido puesto de vuelta en el mar.
- El seguimiento de las trayectorias de las balizas con sonda, podría ser útil para ver si estos DCPs agregan pescado en su trayectoria, de forma que, aun no siendo visitados, se obtendrían resultados sobre su deriva y capacidad de agregación.
- Los datos deberían ser transmitidos con una demora respecto al tiempo real y deberían estar sujetos a un acuerdo de confidencialidad
- Sería necesario que una entidad se encargue de recoger toda la información para que pueda ser analizada conjuntamente. Se sugirió que ISSF podría ejercer este rol.

### **3.6 Recogida de DCPs varados**

Aunque los DCPs biodegradables reducirán considerablemente el impacto de los varamientos y hundimientos de los DCPs, se consideró necesario la recogida de DCPs y las balizas en zonas de especial vulnerabilidad.

## **4 Conclusiones**

En primer lugar, el taller puso de manifiesto la importancia de la colaboración entre científicos y pescadores para buscar soluciones en conjunto y dar respuesta de forma práctica a los diversos impactos que puede tener la pesca con DCPs. La combinación del conocimiento empírico de los patrones y el científico, fue de gran valor para avanzar en la búsqueda de una solución efectiva para minimizar el impacto de los varamientos de los DCPs.

La totalidad de los participantes al taller estaban de acuerdo en que un DCP biodegradable construido con materiales de origen natural podría tener la misma capacidad de agregación de atún que un DCP no biodegradable. Si fueran operativos durante un máximo de un año éstos DCPs serían útiles para la pesca y minimizarían el impacto ambiental cuando vararan en las costas. Así mismo, se identificó como la mayor dificultad a día de hoy la sustitución de las boyas o corchos de flotación por algún material biodegradable que mantuviera la estructura a flote un año. El sector pesquero mostró interés en probar los diversos tipos de DCPs en colaboración con las diferentes flotas, para poder obtener resultados y disminuir el tiempo necesario para la búsqueda de un DCP biodegradable efectivo para la pesca

## Anexo I. Participantes



### *Sector pesquero*

Abel Pinaud (Patrón de CFTO, Océano Atlántico)  
Alfredo Eres (Patrón de Nirsa, Océano Pacífico Este)  
George Cañarte (Patrón en el Océano Pacífico Este)  
Gotzon Goikoetxea (Patrón de Albacora, Océano Indico)  
Jagoba Codina (Patrón de Garavilla, Océano Pacífico)  
Javi Alarcia (Patrón de Albacora, Océano Atlántico)  
Maitane Grande (Albacora, Bióloga marina)  
Patrick Helies (Patrón de CFTO, Océano Índico)  
Sarah Le Couls (CFTO, responsable de Estrategia pesquera)

### *Científicos*

Gala Moreno (ISSF, USA)(coordinadora)  
Igor Sancristobal (AZTI, España)  
Jefferson Murua (AZTI, España)  
Josu Santiago (AZTI, España)  
Laurent Dagorn (IRD, Francia)  
Martin Hall (IATTC, USA)  
Víctor Restrepo (ISSF, USA)

## Anexo II. Trabajo en grupos mixtos para diseñar DCPs biodegradables

