

Egoitza / Sede Bizkaia  
Txaxarramendi ugartea z/g  
E-48395 Sukarrieta - Bizkaia (Spain)  
Tel.: +34 946 029 400 - Fax: +34 946 870 006



Egoitza / Sede Gipuzkoa  
Herrera Kaia - Portu aldea z/g  
E-20110 Pasaia - Gipuzkoa (Spain)  
Tel.: +34 943 004 800 - Fax: +34 943 004 801

<http://www.azti.es>  
e-mail: [info@azti.es](mailto:info@azti.es)

# **Optimización del embarque y la conservación de túnidos en la flota de bajura**

Informe final

para:

Nuevo Juan Santana

**Sukarrieta, 04 de noviembre de 2005**

**Tipo documento** Informe final  
**Titulo documento** Optimización del embarque y conservación de túnidos en la flota de bajura  
**Fecha** 04/11/2005  
**Proyecto** Optimización del sistema RSW (agua de mar refrigerada) para la conservación de la anchoa y la sardina  
**Código** TA2004223  
**Cliente** Nuevo Juan Santana

**Equipo de proyecto:**

---

**Responsable proyecto** Xabier Aboitiz Goitia

---

**Revisado por**  
**Fecha** Antonio Duch

---

**Aprobado por**  
**Fecha** Jon Ander Egaña

---

**Control de cambios**  
03/03/2005 Modificado el título

## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES .....	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. INTRODUCCIÓN .....	6
4. METODOLOGÍA .....	7
5. RESULTADOS.....	15
6. CONCLUSIONES.....	21
7. ANEXOS.....	25

## 1. ANTECEDENTES

El año 2004 el barco de pesca de bajura (cerco y cebo vivo) SANTANA BERRIA con base en el puerto de Getaria en colaboración con el Instituto tecnológico pesquero y alimentario AZTI, presentó una solicitud de ayuda a la convocatoria IFOP, con el objeto de realizar un proyecto para la mejora de la calidad de sus desembarcos.

Este proyecto tenía como finalidad el incremento de la calidad de los pequeños pescados pelágicos, principalmente la anchoa y la optimización del sistema de conservación del barco (RSW). Optándose finalmente por una combinación de CSW (agua de mar refrigerada con hielo) y RSW (agua de mar refrigerada mecánicamente).

El presupuesto que se presentó a la convocatoria IFOP y que fue aceptado fue de 87.000 € (subvencionándose el 70 %, 60.500 €. De los cuales 43.000 € (correspondían al diseño, adquisición e instalación de equipos) y 44.000 € a las pruebas científicas y de control de calidad realizadas por AZTI.

Sin embargo en la medida que se ha realizado la fabricación, montaje e instalación de los equipos necesarios para cumplir con el objetivo del proyecto, los costes se vieron incrementados significativamente.

Para sufragar este incremento de coste se presentó dentro de un Proyecto de mayor envergadura llamado “Optimización y Mecanización de los sistemas de manipulación y conservación en la flota de bajura” una parte denominada Subproyecto 1 que recoge el incremento en gasto y trabajo surgido en este proyecto. El presupuesto total de esta parte es de 54.300 € de los cuales 50.000 € corresponden a los gastos en material y personal del barco y 4.300€ a las pruebas científicas.

En este informe se detallan las instalaciones y montajes realizados y los resultados de las pruebas con la utilización y adaptación del sistema.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos principales del proyecto presentado son:

Objetivo 1

**Optimización del sistema CSW y tecnologías auxiliares, con el fin de que se pueda aplicar a la mejora de la manipulación y conservación de todas las especies capturadas por la flota de bajura**

Objetivo 2

**Incremento de los rendimientos de trabajo derivados de la manipulación y conservación en los barcos de bajura al cerco y cebo vivo**

Estos objetivos genéricos se desglosan, a su vez, en los siguientes objetivos específicos:

- Aplicación del sistema CSW para la mejora de la calidad en la captura y conservación de túnidos
- Realización de una prueba piloto, con el fin de validar la tecnología y establecer el proceso más adecuado en túnidos.
- Mecanización del transporte de hielo para su uso en los diferentes sistemas de conservación que el barco puede utilizar: CSW, preenfriado y muerte en colector a cajas.
- Reducción de los tiempos de manipulación y mejora de la eficiencia de trabajo.

### 3. INTRODUCCIÓN

El proceso que utiliza actualmente la flota de bajura (cebo vivo) para la manipulación y conservación de los túndidos a bordo es el siguiente.

A medida que avanza el lance los atunes capturados se van depositando en las arcadas situadas en el costado de estribor (lugar de pesca), si el número de capturas es grande y las arcadas de estribor se completan, este pescado es trasladado a las arcadas del costado de babor para vaciar el costado donde se realiza la pesca y poder así llenar otra vez con nuevas capturas.

Una vez se ha terminado el lance y mientras las circunstancias de la pesca lo permiten, el pescado acumulado en las arcadas se baja y coloca en la nevera. Obviamente si se vuelven a dar circunstancias de pesca este proceso se detiene pasando otra vez a los trabajos de pesca.

Como alternativa a este planteamiento generalizado en la flota vasca, algunos barcos especialmente los que tienen como base el puerto de Getaria, utilizan los viveros vacíos para ir desalojando las arcadas trasladando el pescado (manualmente) a los viveros, y tener así más disponibilidad de uso de las arcadas. Además los que disponen de viveros isotermos y agua de mar refrigerada mecánicamente puede aprovechar los viveros para preenfriar el pescado antes de meterlo en la nevera o incluso almacenarlo hasta el momento de descarga cuando es por poco tiempo (menos de 2 días).

Este último planteamiento es un buen método para incrementar la calidad del pescado ya que el pescado sufre menos aplastamientos, se preserva del sol y el viento y sufre un preefriamiento rápido por medio líquido antes de estibarse en la nevera.

El problema de este planteamiento hasta este momento, es el trabajo que debe de hacer la tripulación para trasportar y colocar el pescado en los viveros manualmente. Que muchas veces puede incluso coincidir y verse afectado por la necesidad del barco y la tripulación de volver a las faenas de pesca (búsqueda, localización y lance al pescado).

La única forma de aprovechar la ventaja de este método pero eliminando el problema que tiene es mecanizarlo de tal forma que se elimine el trabajo de la tripulación. A raíz de ello en este proyecto se ha realizado un diseño, y el montaje e instalación del proceso basado en cintas transportadoras, y la estiba semiautomática en sacos de los atunes.

## 4. METODOLOGÍA

El planteamiento y la metodología para la realización de pruebas y la recogida de los datos ha sido la siguiente:

Las pruebas se han realizado en el barco a partir del diseño, montaje e instalación de la maquinaria.

### 4.1. Instalaciones en el barco

Cintas transportadoras:

- Babor: Cinta donde se depositan los pescados capturados con caña y se trasladan a la zona de proa.

Las cintas recorren todo el costado de estribor (zona embarque de túnidos). En la misma posición donde anteriormente se situaban las “arcadas” encargadas de recoger el pescado..



La función de la cintas transportadoras, situadas en el costado de babor, combina la función de las antiguas “arcadas” recogiendo el pescado capturado inmediatamente después de desengancharlo del anzuelo. Pero además habilita el traslado inmediato del pescado desde la zona de captura, evitando así la acumulación del pescado en cubierta.



El pescado se traslada hacia proa donde están situados las cubas de refrigeración con lo que el enfriamiento del pescado es inmediato a la captura. Se esta forma se consigue aplicar el Golpe de frío incluso en muy grandes cantidades. Con este sistema se han llegado a desalojar de la cubierta y preenfriar hasta 30.000 kilos de atún en un solo día

- Proa trasversal y longitudinal: Donde llegan los atunes desde el costado y se distribuyen a los viveros.
- A proa y lindante al puente se sitúa otra cinta transversal que recoge este Bonito y lo introduce en los viveros

Las cintas montadas a proa del puente y lindantes a este recogen el pescado desde la cinta del costado de babor y lo distribuyen a las cubas de preenfriado.



Una vez el pescado entra en el vivero, el sistema RSW (agua de mar refrigerada mecánicamente) o CSW (agua de mar enfriada con hielo) reduce rápidamente la temperatura del atún, favorecién la conservación y la calidad del mismo



Sistema de estiba en el vivero:

Los viveros disponen de aislamiento térmico e instalación de frío con entrada y salida de agua refrigerada mecánicamente, los equipos de frió (compresores, etc) están localizados en la sala de máquinas.



Sacos:

Con cierre por anillas sin partes hirientes y resistentes (similares a los utilizados para la recogida de chapapote)

Carril de cambio de sacos:

Sistema con el que se cambian los sacos cuando están llenos con el mínimo personal

#### 4.1.2. Recogida de datos

Para la recogida de datos durante las pruebas en las instalaciones del barco se han utilizado los siguientes aparatos y métodos de medición y evaluación

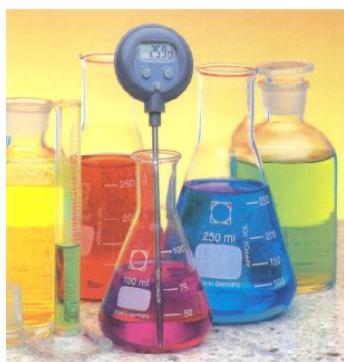
Temperatura:

- 2 Dattalogger 177: Dispositivo automático de recogida de temperaturas cada 5 minutos durante toda la marea, desde la captura hasta la descarga en puerto. Cada dispositivo recoge 3 temperaturas que corresponden al t<sup>a</sup> ambiente, t<sup>a</sup> del medio refrigerante en la cuba (agua de mar) y t<sup>a</sup> interior del pescado



SPECIFICATIONS	
Parameter	Temperature (°C/°F)
Sensor	NTC (internal)
No. of Channel	1 channel (1 internal)
Measuring Range	-40 to +160°F
Resolution	0.1°F
Accuracy/System	±0.7°F (-13 to +160°F)
± 1 Digit	±1.4°F (-40 to -13°F)
Memory	48,000 readings
Application Temp.	-40 to +160°F
Storage Temp.	-40 to +185°F
Battery Type	Lithium (1AA)
Weight	4.3 oz
Protection Class	IP 68

- Termómetro manual Hibok -111 resistente al agua con el que se recogieron las mediciones manuales puntuales en su caso de la t<sup>a</sup> interior de los atunes y del medio refrigerante.



- Rango de: -50°C + 300°C
- Resolución de 0,1°C
- Varilla de 12 cm terminada en punta
- Retención de lectura (Hold)
- Precisión: ±(1%)
- Memoria de mínimos y máximos
- Resistente al agua y humedad, mediante junta a presión.

#### Análisis Frescura:

Analisis organoléptico en el que se valoraron los parámetros de control de calidad sensorial del pescado: Consistencia carne, Trasparencia y frona del Ojo, Olor, color y mucosidad de las Branquias y el aspecto general del bonito



#### Análisis organoléptico – sensorial

- Aspecto General: Brillo, color, aspecto, mucosidad
- Ojo: Córnea, pupila, hundimiento
- Branquias: Olor, color, mucosidad
- Consistencia de la carne: lomo y vientre

## 4.2. Planteamiento y Prueba del nuevo Sistema

### 4.2.1. Proceso de trabajo en el barco

- El barco tiene todos los viveros llenos de cebo vivo excepto uno que es el que utilizará inicialmente para almacenar y refrigerar el pescado, para ello el vivero se llena de agua refrigerada mecánicamente a -2°C
- El resto de los viveros se utilizan de la forma habitual de pesca para el mazizado del pescado. A medida que los viveros se van vaciando pueden ser utilizados para almacenar el pescado refrigerado por medio del trasvase de agua refrigerada a los mismos.
- El pescado se desengancha de la caña y se deposita sobre la cinta transportadora del costado de babor
- La cinta traslada el pescado hasta la zona de proa donde es recogida por las cintas transversal de proa
- La cinta transversal de proa distribuye el pescado en las cubas de proa más cercanas al puente o en su caso si es necesario a la cinta trasportadora longitudinal de proa
- La cinta longitudinal de proa distribuye el pescado a los viveros de proa más alejados del puente en caso de necesidad
- Una vez el pescado entra en el vivero es estibado por medio de un sistema de barras en las que se enganchan los sacos que recogen el pescado. Este sistema hace que una vez enfriado, la extracción desde el vivero para trasladarlo a la nevera o desembarcarlo, sea fácil y rápida. El problema es que en los casos aislados en los que el número de capturas es muy alto (más de 5000 kilos día) el sistema de sacos ralentiza la pesca por lo que lo usual es que el barco opte por embocar directamente el pescado al vivero y agilizar el lance. Aunque esto produce a posteriori un mayor trabajo y esfuerzo en el vaciado del pescado desde el vivero.
- Cuando las tareas de pesca han terminado y el pescado ha permanecido en el vivero el tiempo necesario para reducir de forma significativa su temperatura, se saca del vivero y se traslada a la nevera para conservarlo en la bodega refrigerada en estantes cubierto de hielo.
- La extracción de los atunes desde los viveros es rápida y sencilla si se han utilizado anteriormente los sacos pero en caso contrario, puede llegar a ser bastante laboriosa y tediosa en el caso de tener que vaciar los atunes uno por uno.
- Si el tiempo que el barco permanece en la mar antes de hacer la descarga desde la captura es reducido (menos de 2 días) no hace falta sacar y pasar los atunes a la nevera sino que se pueden mantener directamente en el vivero hasta el momento de la descarga, con lo que nos ahorraremos un trabajo.

#### 4.2.2. Recogida de datos

El método para la realización de las pruebas y la recogida de datos se ha basado en la implantación directa del sistema y las instalaciones en el barco y la recolección directa de datos y resultados.

Para ello durante las mareas de pesca realizadas por el barco a lo largo de la campaña de atún se ha probado el funcionamiento de los equipos e instalaciones con resultados muy satisfactorios amen de las pequeñas rectificaciones que siempre surgen con los nuevos planteamientos.

La recogida de datos se planteó de la siguiente forma. Disponiendo de dos equipos registradores de tiempo-temperatura:

- Uno de ellos se conectó a uno de los atunes manipulados con el nuevo sistema. De esta forma se capturaron las temperaturas interiores y exteriores del atún así como las del entorno desde la captura hasta la descarga
- El otro equipo se conectó a un atún manipulado de la forma tradicional, registrándose también en el tiempo las temperaturas interior, exterior y de entorno sufridas por el atún.
- En la descarga se recogieron y analizaron organolépticamente dos atunes capturados en el mismo momento (hora y día) y de igual tamaño que fueron tratados uno de la forma tradicional y otra con el nuevo sistema.

De esta forma podemos comparar los ratios y velocidades de enfriamiento interior real sufrido por los atunes entre los dos sistemas y además valorar la calidad o el índice de frescura de cada uno y plantear si las diferencias en la manipulación han afectado a la calidad y en caso afirmativo en qué medida.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO.

#### 5.1.1. Mediciones manuales. Atún rojo (*Thunnus thynnus*) 15 de junio 2005

Horas	T <sup>o</sup> vivero 1 (°C)	T <sup>o</sup> vivero 2 (°C)	Incidencias / Sucesos
10-50	10	-	Compresor comienza a actuar sobre vivero 1
11-05	7	19.5	Compresor actua sobre vivero 1
11-15	6.6	-	Nivel de agua 1 m por debajo de la boca. Se vierten 1800 kg de atún
11-25	4.4	19.5	Se para el compresor. En el vivero 1 hay 4000 kilos de pescado y se vierten 800 kilos de hielo. Se cierra el vivero
11-40	5	-	2/5 de agua en el vivero 2 se vierten 900 kilos de hielo y 1800 kilos de atún
12-15	1	2	Compresor conectado a vivero 2
12-25	-	4	Se introducen 500 kilos de atún
12-50	-	1.7	Compresor en marcha desde las 12-40
13-40	-	-	T <sup>o</sup> atún vivero 1: 15°C T <sup>o</sup> atún vivero 2: 19°C
13-55	2.7	0.0	Se cambia compresor a vivero 1
14-25	0.0	2.2	Se cambia compresor a vivero 2 donde se han metido 200 kilos de atún más
15-30	-	-	Se introducen 120 kilos de atún en el vivero 2
15-45	1	1.6	El pescado se mantiene en los viveros hasta la descarga

El tamaño de los cimarrones medidos va de 9 a 16 kilos por pieza

Cantidad Hielo kg	T <sup>a</sup> °C atunes 1	T <sup>a</sup> °C atunes 2	T <sup>a</sup> °C atunes 3	T <sup>a</sup> °C atunes 4	T <sup>a</sup> °C atunes 5	T <sup>a</sup> °C <b>MEDIA</b>
<b>Vivero 1 800 kg</b>	6.5	6.7	6.7	6.3	6.8	<b>6.6</b>
<b>Vivero 2 900 kg</b>	5.3	5.4	5.4	5.4	4.8	<b>5.3</b>
<b>Vivero 3 300 kg</b>	8.0	7.7	8.1	7.7	8.2	<b>8.0</b>
<b>Vivero 4 600 kg</b>	6.5	6.6	6.8	7.2	6.8	<b>6.8</b>
<b>Vivero 5 300 kg</b>	7.6	8.8	8.1	7.6	9.5	<b>8.3</b>

A lo largo del día hasta terminar la jornada se fueron completando los viveros hasta completar una media de unos 6000 kilos de pescado por vivero. Se estima que la cantidad de hielo para esta cantidad de pescado es de unos 1500 kilos de hielo por vivero

Como podemos ver la cantidad de hielo utilizada es bastante inferior a la estimada sin embargo al disponer de agua refrigerada mecánicamente la temperatura general del pescado ha alcanzado unos niveles razonables, cercana a 5°C aunque siempre lejos del óptimo de 0°C.

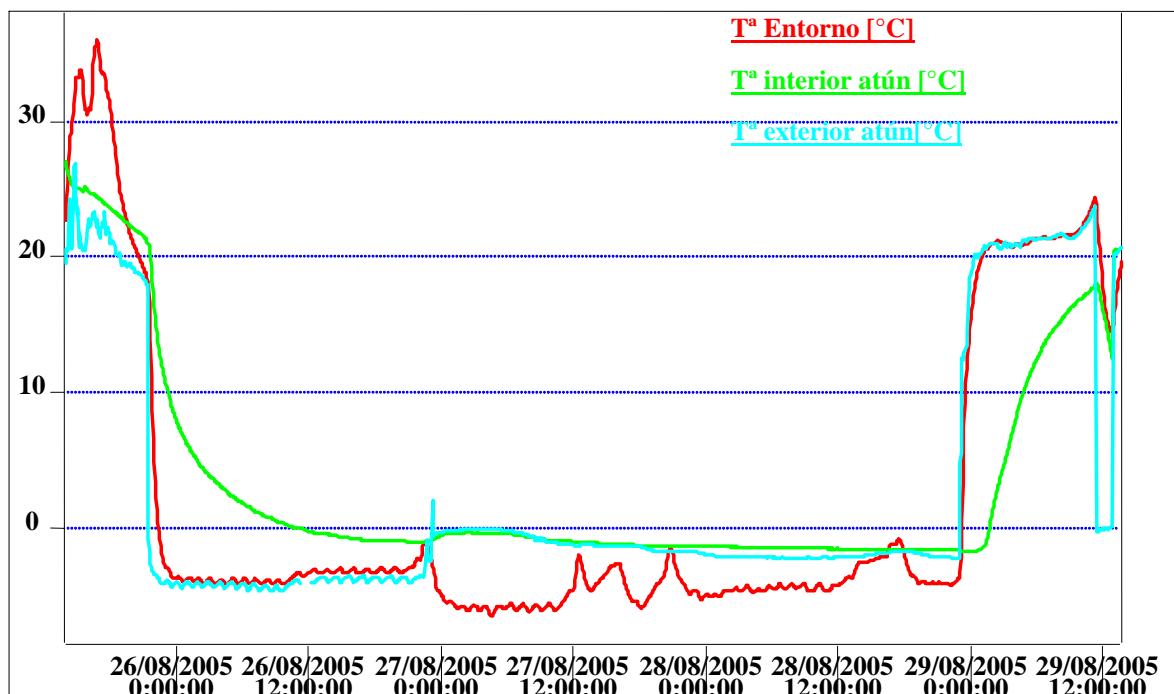
Por ello es importante incrementar la cantidad de hielo utilizada en el vivero.

#### 5.1.2. Mediciones Data-logger: Bonito del norte (*Thunnus alalunga*) 25 agosto 2005

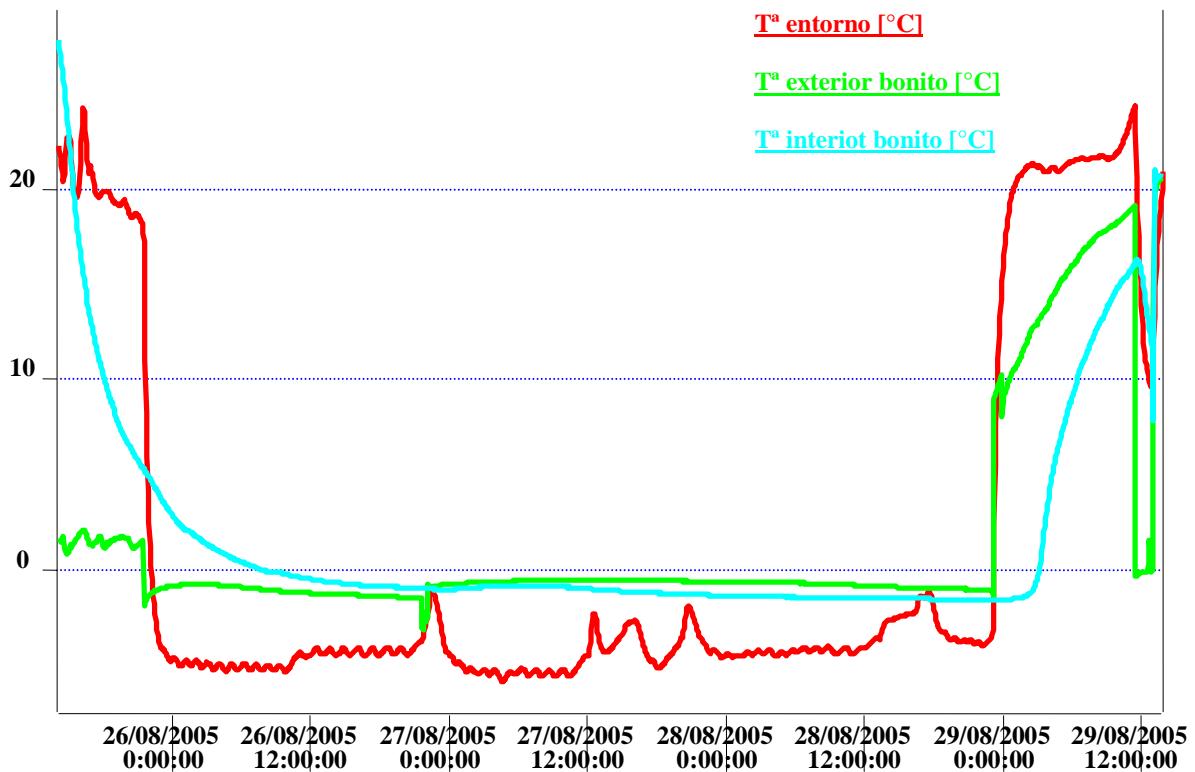
Se embarcan dos equipos de dataloggers al barco Santana para calcular los rendimientos de enfriamiento del sistema de preenfriado en viveros. Las pruebas se hacen en lñas siguientes condiciones:

- Uno de los equipos se conecta a un Bonito de 13 kilos que se preenfría en el vivero
- El otro equipo a un Bonito de 13 kilos que se mantienen en cubierta sin preenfriar
- Las pruebas se inician el 25 de agosto y se descarga el 29 de agosto.

#### 5.1.2.1. Bonito en cubierta



#### 5.1.2.2. Bonito preenfriado en vivero



El pescado mantenido en cubierta tardó 20,5 horas en alcanzar 0°C en su interior teniendo 21,5 °C en el momento de meterlo en la nevera. Es decir había estado 8 horas a 22°C sin sufrir ningún tipo de enfriamiento con el crecimiento bacteriano a nivel exponencial que eso significa.

El pescado preenfriado tardó 18 horas en alcanzar 0°C en su interior y tenía 5°C en el momento de meterlo en la nevera (8 horas desde la captura) con lo que el crecimiento bacteriano derivado de este período fue bastante reducida.

Podemos considerar que el diferencial de tiempo en alcanzar los 0°C en interior entre los dos pescado manipulados de diferente forma es reducida y realmente así es.

Pero esta circunstancia hay que analizarla detenidamente:

- Por un lado el diferencial de temperatura entre el pescado mantenido en cubierta y el del vivero, en el tiempo antes de alcanzar los 5°C (mínima t<sup>a</sup> racional de conservación) fue de 12 horas en el pescado en cubierta mientras que el del vivero ya tenía los 5°C en el momento de introducirlo en la nevera
- Por otro lado toda la captura excepto una unidad se preenfrió en los viveros, con lo que introdujo en la nevera a una media de 5°C, eso significa que el sistema mecánico de frío de la nevera tenía mucha más capacidad de frío y podía enfriarse mucho más rápido la carga, que si metemos toda la captura a 22°C ya que en este caso el atún puede llegar a tardar casi 2 días en alcanzar los 0°C en su interior.

Sin embargo y teniendo en cuenta que hay intenta alcanzar en el preenfriado los 0°C en el músculo, antes de meterlo en la nevera, con estos resultados queda claro que el enfriamiento del atún tiene que ser mayor y apoyar el preenfriado en los viveros realizado sólo con agua de mar refrigerada mecánicamente, también con hielo. De esta forma y manteniendo estas pautas de trabajo y de tiempos de enfriado en vivero, podremos alcanzar los 0°C en músculo antes de meter el pescado en la nevera. Con el beneficio que se producirá tanto en la calidad y vida útil del atún, como en el mantenimiento del sistema de frío de la nevera.

## 5.2. ANALISIS SENSORIAL. Clasificación de frescura

Las pruebas se inician el 25 de agosto y se descarga el 29 de agosto.

Por temas de logística los Bonitos no pueden ser recogidos hasta el día 29 a las 11-30. Sin embargo los atunes se habían descargado a las 2-00. Aunque se dejaron con hielo en un contenedor, el calor y el viento sur de ese día fundió el hielo y el pescado permaneció bastante tiempo sin hielo a la intemperie, afectado por el sol y el viento, esto afecta de forma importante al desarrollo y crecimiento microbiano especialmente si están uno junto al otro, por lo que los análisis microbiológicos que se pretendían hacer en un principio no se realizaron ya que debido a estas circunstancias no eran significativos.

El análisis organoléptico sí se ha realizado, ya que al estar los dos Bonitos afectados por las mismas condiciones, el deterioro sensorial sufrido les afectó por igual con lo que el resultado es igualmente válido.

Podemos observar claramente después del análisis de clasificación de frescura realizado según el método de puntuación QIM (cuanto más bajo es el valor el pescado está más fresco), que en dos atunes del mismo tamaño y capturados a la vez (con lo que la calidad debería de ser igual) el valor resultante es sin embargo diferente entre los dos. En el atún preenfriado, la puntuación QIM es de 4.5 y la del atún no preenfriado es de 5.25 es decir hay un incremento en puntuación y por tanto en deterioro del 17 %. Además debemos de tener en cuenta que esta medición se realizó en bonitos con 5 días desde la captura. Cuanto mayor sea el tiempo transcurrido desde la captura, el diferencial de calidad calculado en porcentaje entre el pescado preenfriado y el no preenfriado es aún mayor. Por lo que si estos mismos pescado se hubiesen valorado con 20 días en vez de 5 días desde su captura, las diferencias entre los dos serían aún mucho mayores

Los resultados del análisis sensorial organoléptico contra el sistema QIM realizado por expertos de AZTI fue el que se presenta en la siguiente tabla

PARAMETRO	BONITO EN CUBIERTA	Valor QIM	BONITO EN VIVERO	Valor QIM
ASPECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piel</li> <li>- Brillo</li> <li>- Mucus</li> </ul> <p>Ligeramente brillante, numerosas zonas grisáceas en el lomo especialmente en el centro, cola y cascote bastante negras</p> <p>Mucus acuoso</p>	1,5	<p>Ligeramente brillante, numerosas zonas grisáceas en el lomo especialmente en el centro, cola y cascote bastante negras</p> <p>Mucus acuoso</p>	1,5
OJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pupila</li> <li>- Córnea</li> <li>- Forma</li> </ul> <p>Pupila negra ligerísimamente gris, córnea bastante transparente, plano por un lado un poco hundido por el otro</p>	0,75	<p>Pupila negra ligerísimamente gris, córnea bastante transparente, plano por un lado un poco hundido por el otro</p>	0,75
AGALLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color</li> <li>- Olor</li> <li>- Mucus</li> </ul> <p>Rojo vivo por un lado, ligeramente marrón por el otro. Olor a sangre un poco a moho. Mucus espeso rojo oscuro, granate por un lado y marrón por el otro</p>	1,75	<p>Rojo marrón por un lado, marrón claro con puntas beige por el otro, olor a sangre metálico un poco a moho. Mucus espeso color marrón claro y marrón oscuro por el otro</p>	1,75
TEXTURA	<p>MEDIA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dorso</li> <li>- Vientre</li> </ul> <p>Dorso un poco blanco la huella se recupera al de un tiempo</p> <p>Vientre medianamente elástico un poco flojo</p>	<p>1,25</p> <p>1,5</p> <p>1</p>	<p>Dorso muy ligeramente blanco la huella se recupera al de poco tiempo</p> <p>Vientre elástico casi como en rigor</p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
<b>TOTAL</b>	Bueno	<b>5,25</b>	Muy bueno	<b>4,50</b>

## 6. CONCLUSIONES

El sistema de cintas transportadoras y preenfriado de túnidos aporta una serie de ventajas y de beneficios al trabajo en el barco y a la calidad final del pescado desembarcado.

Las cintas agilizan enormemente la velocidad de embarque de túnidos, especialmente cuando las caleras son grandes y el número de atunes embarcados por minuto es alto.

Con las cintas se eliminan los problemas (mayor trabajo y menor calidad) que actualmente se dan con el sistema de arcadas en el costado, zona de la cubierta delimitada con paneles en donde se acumulan y depositan los atunes a medida que se van pescando.

Los problemas existentes y que se han solucionan con este sistema son los siguientes:

♦ Necesidad de evitar el Colapsamiento de las arcadas cuando el número de capturas es alto: A medida que se va pescando, las capturas se depositan en un recinto (arcadas) lindante a la zona de embarque. Cuando el número de capturas es muy alto este recinto se llena, esta falta de espacio provoca que la tripulación tenga que trasladar el pescado desde las arcadas y la zona de pesca (costado de babor) hacia las arcadas situadas en el costado de estribor. Esto incrementa enormemente el trabajo y las labores de los marineros además de estorbar y repercutir en la pesca tanto en la búsqueda y localización como en la actividad misma de la extracción, especialmente por reducir durante un tiempo el número de tripulantes asignables a estas funciones.

♦ Necesidad de evitar el Aplastamiento del pescado:

La acumulación de los atunes en las arcadas produce efectos de aplastamiento que deterioran enormemente la calidad del pescado. Por un lado el roce produce pérdidas de piel y escamas que repercuten en una menor vistosidad. Por otro los aplastamientos más fuertes o cortes entre pescados y con partes punzantes de las arcadas hacen que se produzcan heridas en el músculo y deterioro del mismo. El exceso de peso puede producir roturas de las células con ablandamiento de la carne y la suelta de jugos gástricos y otras sustancias que agilizan y acortan el tiempo en que se produce el deterioro del pescado con lo que la calidad del pescado se ve reducida de forma considerable. El hecho de evitar esta acumulación y que el transporte del atún sea uno a uno, sin que el pescado soporte ningún peso adicional a él mismo, es un factor muy importante para la mejora de la calidad.

- ♦ Necesidad del Preenfriado inmediato

Por otro lado independientemente del aplastamiento el pescado recién embarcado soporta una carga bacteriana en las branquias, vísceras y en la piel siendo esteril el músculo. Esta carga bacteriana se va desarrollando en el tiempo en función de la temperatura y empieza a colonizar y a deteriorar el músculo. Como referencia podríamos considerar que por cada 5°C que aumenta la temperatura desde los 0°C, la vida útil del pescado se reduce a la mitad ya que el desarrollo microbiano se produce de manera exponencial.

Con ello se demuestra la gran importancia de reducir y alcanzar una temperatura cercana a los 0°C en el menor tiempo posible desde la captura. El sistema de cintas derivada en viveros con agua de mar refrigerada mecánicamente (RSW) o por agua enfriada con hielo (CSW) reduce la temperatura del pescado en el mismo momento en que este se captura con lo que la manipulación realizada favorece la calidad y posterior conservación del pescado.

**Solución:** El montaje y utilización de las cintas elimina totalmente estos problemas ya que los atunes son trasladados de forma mecánica desde la zona de captura a la de preenfriado. Con lo cual se evita el esfuerzo adicional de la tripulación en trasladar manualmente el pescado y favorece a que los marineros puedan dedicar más de su tiempo de trabajo a las faenas de captura, siendo más rentable para el barco. Evita los aplastamientos y facilita un preenfriado inmediato

Por estos tres motivos el sistema diseñado e instalado en el barco SANTANA favorece y optimiza el trabajo en el barco además de incrementar la calidad.

Como todo sistema que se plantea, instala y utiliza por primera vez surgen pequeñas incidencias que derivan en correcciones que se ejecutan al momento o en un mayor plazo de tiempo. Las incidencias observadas en estas pruebas han sido las siguientes:

INCIDENCIAS	SOLUCIÓN PROPUESTA	PLAZO DE SOLUCIÓN
La cinta de PVC que ofrece muchas ventajas con respecto a las de goma pero tiene un coeficiente de rozamiento ligeramente inferior a las cintas de gomas lo que hace que en ciertos momentos algunos atunes resbalen y no avancen en la cinta	Incrementar el rozamiento y agarre de la cinta	se han colocado a distancias razonables pequeños taquitos de goma que mejoran el agarre y reducen los resbalones de pescado sobre la cinta. Ejecutado
Los elementos de guia del pescado sobre la cinta producen a veces enganches y retenciones	Rediseñar las guías para reducir y eliminar las zonas de enganches con el pescado	Ejecutado
Cuando el pescado entra en la cinta con mucha vitalidad, mueve con violencia su cola provocando el levantamiento en el aire del atún y que este no se traslada, se mantiene siempre en el mismo lugar sin moverse	Desarrollar y utilizar un sistema de sacrificio automático que mate el atún en la misma cinta, esto eliminaría este problema y además sería beneficioso para la calidad ya que el pescado se hiere menos y además así reduce su temperatura más fácilmente	Se investigara y valorará
El sistema de estiba en sacos en el vivero de preenfriado se ve desbordado en días de mucha captura	Mejorar el sistema de estiba dentro del vivero de preenfriado para que podamos utilizarlo no sólo con capturas pequeñas y medias sino también con grandes capturas. De esta forma nos evitaríamos el incremento de trabajo al desestivar el vivero en estos días de grandes capturas ya que el desetibado del atún desde el vivero lo tienen que hacer los marineros manualmente	Se han modificado los sacos y la capacidad de estiba y maniobrara a aumentado considerablemente pero no llega a ser total.

Reseñar que el diseño y el montaje se ha realizado en un barco ya construido y no se pensó instalar este montaje en su diseño original.

Es recomendable que en los barcos de nueva construcción tuvieran en cuenta el diseño y el montaje de este sistema desde el mismo momento en que se realizan los planos del barco.

**Las conclusiones planteadas a continuación recogen y resumen los beneficios de la utilización del sistema de cintas transportadoras y preenfriado recogidas anteriormente.**

◊ **Es importante la utilización de hielo en los viveros y en las cantidades adecuadas para proporcionar el golpe de frío y la velocidad de enfriamiento necesario. El agua de mar refrigerada mecanicamente es un buen complemento para mantener el frío pero tiene un potencial de enfriamiento con grandes cantidades de pescado limitado.**

**Beneficios:**

✓ **La velocidad y mecanización que las cintas trasportadoras aportan al embarque y transporte del pescado desde la captura hasta la zona de preenfriado, repercute de forma muy positiva en la eficiencia de la tripulación y la producción de la misma. Ya que centra su trabajo en las faenas de pesca sin tener que realizar un traslado manual de las capturas desde las arcadas a otras zonas del barco.**

✓ **El traporte inmediato del pescado evita la estiba del pescado recien capturado en las arcadas, con ello se evitan aplastamiento, roces, roturas, heridas, etc en el atún con lo que la calidad y la vida útil del pescado se ven incrementadas**

✓ **La rápida manipulación y el enfriado casi inmediato del pescado desde su captura favorecen un rápido enfriamiento interior del mismo, lo que reduce en crecimiento y la contaminación microbiana y de forma inversa incrementa la calidad y la vida útil del atún**

## 7. ANEXOS

A continuación se recogen los valores de las mediciones de los data-loggers.

Condiciones iniciales de medición prueba 25 de agosto de 2005:

- T<sup>a</sup> del agua en el momento de la captura: 20°C
- Hora de colocación de los dataloggers: 14:00
- El bonito se mete en el vivero a las 14:00 y la t<sup>a</sup> del agua del vivero en ese momento es de 0,5°C
- Hay alrededor de 8000 litros de agua y se han metido 20 unidades de 15 kilos: 300 kilos de pescado
- No se ha utilizado nada de hielo sólo agua refrigerada
- El pescado se saca del vivero a las 21:00 del 25 de agosto y seguidamente se meten en la nevera, la posición en la nevera es en el costado a media altura

### 5.1.2.1. Bonito en cubierta

	Fecha	Hora	[°C] Ambiente	[°C] Int. bonito	[°C] Ext. bonito
1	25/08/2005	14:01:35	22,70	27,00	19,50 (bonito sobre cubierta)
13	25/08/2005	15:01:35	33,30	25,10	23,10
25	25/08/2005	16:01:35	30,80	24,80	22,80
37	25/08/2005	17:01:35	35,20	24,30	21,70
49	25/08/2005	18:01:35	31,00	23,60	20,90
61	25/08/2005	19:01:35	24,50	22,9	19,40
73	25/08/2005	20:01:35	21,20	22,20	19,10
85	25/08/2005	21:01:35	19,10	21,50	18,30 (bonito a nevera)
97	25/08/2005	22:01:35	4,80	16,40	-3,50
109	25/08/2005	23:01:35	-2,90	10,70	-4,00
121	26/08/2005	0:01:35	-3,70	8,00	-4,00
133	26/08/2005	1:01:35	-3,80	6,10	-4,00
145	26/08/2005	2:01:35	-3,80	4,80	-4,10
157	26/08/2005	3:01:35	-3,80	3,80	-4,10
169	26/08/2005	4:01:35	-3,90	3,00	-4,10
181	26/08/2005	5:01:35	-3,90	2,40	-4,00

193	26/08/2005	6:01:35	-3,90	1,80	-4,10
205	26/08/2005	7:01:35	-4,00	1,30	-4,20
217	26/08/2005	8:01:35	-4,00	0,90	-4,30
229	26/08/2005	9:01:35	-4,00	0,50	-4,30
241	26/08/2005	10:01:35	-4,10	0,20	-4,40
248	26/08/2005	10:36:35	-3,60	0,00	-4,00
540	27/08/2005	10:56:35	-5,60	-1,00	-1,20
828	28/08/2005	10:56:35	-4,70	-1,50	-2,20
972	28/08/2005	22:56:35	-3,70	-1,60	-2,30
984	28/08/2005	23:56:35	14,60	-1,70	18,50
996	29/08/2005	0:56:35	19,80	-1,60	20,20
1008	29/08/2005	1:56:35	21,00	0,90	21,00
1020	29/08/2005	2:56:35	21,00	4,40	20,80
1032	29/08/2005	3:56:35	20,80	7,60	20,80
1044	29/08/2005	4:56:35	20,90	10,30	21,20
1056	29/08/2005	5:56:35	21,30	12,40	21,20
1068	29/08/2005	6:56:35	21,40	13,90	21,40
1080	29/08/2005	7:56:35	21,50	15,00	21,60
1092	29/08/2005	8:56:35	21,50	16,10	21,30
1104	29/08/2005	9:56:35	22,00	16,80	21,80

### 5.1.2.2. Bonito preenfriado en vivero

	Fecha	Hora	Entorno	Ext. Bonito	Int. Bonito
1	25/08/2005	14:04:22	22,30	1,60	27,80 (bonito en vivero)
11	25/08/2005	15:04:22	22,70	0,90	23,00
23	25/08/2005	16:04:22	21,30	1,90	16,70
35	25/08/2005	17:04:22	20,90	1,30	12,90
47	25/08/2005	18:04:22	19,80	1,20	10,20
59	25/08/2005	19:04:22	19,30	1,50	8,20
71	25/08/2005	20:04:22	19,10	1,60	6,80
83	25/08/2005	21:04:22	18,60	1,30	5,70
95	25/08/2005	22:04:22	2,50	-1,40	4,90 (bonito a nevera)
107	25/08/2005	23:04:22	-4,10	-1,00	3,70
119	26/08/2005	0:04:22	-4,80	-0,90	2,80
131	26/08/2005	1:04:22	-4,90	-0,80	2,20
143	26/08/2005	2:04:22	-4,80	-0,80	1,70
155	26/08/2005	3:04:22	-4,90	-0,80	1,30
167	26/08/2005	4:04:22	-5,00	-0,90	1,00
179	26/08/2005	5:04:22	-5,10	-0,90	0,70
191	26/08/2005	6:04:22	-5,10	-1,00	0,40
203	26/08/2005	7:04:22	-5,10	-1,00	0,20
215	26/08/2005	8:04:22	-5,20	-1,10	0,00
227	26/08/2005	9:04:22	-5,20	-1,10	-0,20
239	26/08/2005	10:04:22	-5,30	-1,20	-0,30
527	27/08/2005	10:04:22	-5,40	-0,60	-0,90
815	28/08/2005	10:04:22	-4,20	-0,80	-1,50
1019	29/08/2005	3:04:22	21,10	13,10	-0,20
1031	29/08/2005	4:04:22	21,00	14,10	4,30
1043	29/08/2005	5:04:22	21,00	15,20	7,20
1055	29/08/2005	6:04:22	21,40	16,00	9,30
1067	29/08/2005	7:04:22	21,50	16,80	11,10
1079	29/08/2005	8:04:22	21,60	17,50	12,60

1091	29/08/2005	9:04:22	21,50	17,90	13,90
1103	29/08/2005	10:04:22	22,10	18,30	14,90