



# Silencio

## PROYECTO SILENCIO

### Actividad 1

#### Instalación y recolección de datos de un hidrófono

Versión: **Borrador**  
Fecha: **01/01/2021**  
Responsable: **CETMAR**

El proyecto SILENCIO se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa pleamar, cofinanciado por el FEMP

## Contenido

1.1	OBJETIVO.....	3
2.1	INTRODUCCIÓN.....	3
a.	Requisitos.....	3
b.	Equipos disponibles en el mercado.....	4
c.	Selección de hidrófono.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1	SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	8
4.1	RESULTADOS.....	11
4.1	Pruebas.....	11
4.2	Cambio de punto de fondeo.....	12

## 1.1 OBJETIVO.

Con el objetivo de mejorar el conocimiento existente sobre las principales fuentes de ruido marino en zonas con alta actividad extractiva, se establece como objetivo de SILENCIO la mejora de la caracterización del ruido marino en una zona de alta actividad extractiva: Rías Baixas Gallegas y para ello es necesario mejorar la recopilación de datos mediante la instalación de un hidrófono que registre información en continuo.

## 2.1 INTRODUCCIÓN.

La instalación de los hidrófonos viene dada, como se ha dicho, de la necesidad de monitorizar y caracterizar el ruido marino. Para ello se tomó como referencia las recomendaciones de la **Directiva Marco de la Estrategia Marina (Directiva 2008/56/CE, DMEM)** y la necesidad de que los equipos permitieran su fácil instalación y mantenimiento en las estaciones de la red RAIA. Con estas bases, en el marco de un proyecto anterior, el proyecto RAIA.co, financiado por el programa INTERREG POCTEP, se establecieron unos requisitos que se describen a continuación tal y como se definieron en aquel proyecto.

### a. Requisitos.

- Estación basada en equipos y componentes comerciales lo más abiertos posibles, que faciliten su mantenimiento, sustitución y actualización.
- Si es posible, equipos asequibles que permitan una monitorización sostenible.
- Equipos compatibles con las estaciones océano-meteorológicas actualmente en funcionamiento.
- Hidrófono que permita monitorizar en el rango de frecuencias que se especifican en la DMEM.
  - Inicialmente indicador 11.2.1: 63 Hz y 125 Hz
  - En una fase posterior: indicador 11.1.1: ( Desde 10 Hz hasta 10 kHz )
  - Se tratará de diseñar una estación que dé respuesta a ambos indicadores. Si no es posible, en este primer ejercicio nos centraremos en ruido ambiente (indicador 11.2.1).
- Sistema de adquisición de los datos que permita:
  - Cubrir todo el rango de frecuencias y garantice una adecuada transformación de la señal analógica a digital.
  - El sistema de grabación seleccionado debe permitir programar al hidrófono para que recoja información con la periodicidad deseada y durante el tiempo de muestreo que se estime conveniente.

- Sistema abierto que permita el pre-procesado de la señal in-situ y el envío en tiempo-real de parte de la información.
- Mínimo consumo eléctrico de todo el sistema
  - Actualmente las estaciones océano-meteorológicas se alimentan a través de unas baterías que se recargan mediante paneles solares (12Vdc preferible)
  - De forma muy aproximada, se estima que el consumo de todo el sistema debería ser máximo de 10 W.
- Sistema de almacenamiento in-situ de los datos
  - Permita guardar todos los datos RAW para un posterior procesado.
  - Si es posible, incluya algoritmo de compresión de la información que evite tener que aumentar la frecuencia de visitas a la estación. (Una visita cada dos-tres meses)
- Sistema de pre-procesado in-situ de los datos
  - Pre-procesado de los datos, que permita obtener parámetros de referencia de la zona y enviar info de interés cada 10 min.
- Envío de resumen de datos vía GPRS u otro medio inalámbrico.

#### b. Equipos disponibles en el mercado.

Dados los requisitos que se identificaron, para poder hacer una instalación con posibilidad de una autonomía razonable, la cantidad de dispositivos que los cumplieran se redujeron. A continuación se resume la comparativa que se llevó a cabo, también en el marco del proyecto RAIA.co, para seleccionar un hidrófono adecuado para los objetivos planteados.

A la hora de buscar el sistema de grabación acústica, los parámetros de permiten descartar o seleccionar un equipo son:

- Frecuencias a las que son capaces de grabar.
- La capacidad de almacenamiento.
- La necesidad o no de equipo adicional
- Consumo eléctrico del aparato y del equipamiento adicional que pueda necesitar.

Con los equipos que hemos localizado hemos hecho una tabla comparativa destacando su idoneidad con tonos de color que van del verde al rojo. Indicando el rojo una característica que descarta al dispositivo, el naranja una característica desfavorable y el verde que cumple el requisito.

De acuerdo con sus capacidades e introducción en el mercado, soporte al cliente y la reducción de costes a largo plazo se decidió elegir el sensor de OceanSonics IC-Listen HF, que aún hoy sigue siendo la mejor opción en el mercado.



MODELO	SISTEMA DE GRABACIÓN	CAPACIDAD REC	FORMATOS REC	TELEMETRÍA	RANGO de Frec GRABADOR	RANGO del HIDRÓFONO	POWER	Software+coste	COSTES
ICLISTEN HF	autocontenido real time	Hasta 32Gb	WAV, FFT y TXT	ethernet		icListen HF 10.0 a 200kHz	24Vdc 2W		8.803.00€
ICLISTEN LF	autocontenido real time	Hasta 32Gb	WAV, FFT y TXT	Ethernet, USB o RS232-		icListen LF 1.0 a 16kHz	5-12-24Vdc 100mW		7.764.00€
ST500MDR	Mini-pc	?	?	?		Cr1 analogico 0,2Hz a 48kHz			12.995€ + 700€
ST400	Mini-pc	Hasta 2 HD de 250GB		Ethernet(FTP o Web),USB		Cr1 analogico 0,2Hz a 48kHz	9'35Vdc 1A		14500€+ 700€
ST1400ENV	Laptop en maleta estanca	Hasta 2 HD de 250GB		GSM, Wireless, SATCOM, Ethernet (webserver), USB		Cr1 analogico 0,2Hz a 48kHz	12Vdc		13000€ + Hydrof
BII-8006	Grabador de sonidos de uso general	Sd-Card hasta 32GB	WAV, MP3	NO	20Hz-24kHz		Pilas		1006€
BII-8005	Laptop en maleta estanca	>=250GB	wav		1Hz -24kHz		100'240Vac		
Wavebook 516E	conversor ADC en carcasa	NO		ethernet	0.01Hz-100kHz		10-30Vdc 2A		
US-144mkII	conversor ADC salida USB	NO		USB, coaxial	20Hz-20Kz		via USB 2.5w		
DR-680	conversor ADC 6 entradas/ salida USB	4-32GB	WAV-MP3-BwF		20Hz-20Kz		Pilas o 240Vdc 9w		
TP-1kit	mini pc	HDD	Raw data o processed	ethernet, wimax		digitalHyd TP-1 1Hz a 150kHz	10-24Vdc		7.336.00€
digitalHyd SR-1	autocontenido	128GB	WAV		1Hz a 24.3kHz		pilas		
DH800	a un receptor que pasa Rs232 a USB y lo alimenta			rs232 o Usb con el conversor	4Hz-90kHz		12Vdc 850mW		
DH600	a un receptor que pasa Rs232 a USB y lo alimenta			rs232 o Usb con el conversor	10Hz-90kHz		12Vdc 150mW		
VR2C	receptor de una sola frecuencia 69kHz Productos para marcado de animales								
C-POD	autocontenido	4GB				20kHz-160Kz	pilas	2970Libras	
DE-600	"streaming" GSM o radio(VHF UHF)	PC recogiendo datos		GSM o radio(VHF UHF)		20Hz-22kHz			
Zoom H5	grabador de uso general	32GB	wav mp3	USB(usb audio interface)		H2a con rango 20Hz a 100kHz	pilas o AC adapter	2634+ 153€ hydrof	
	?	?	?	CPMP (¿via GPRS o Ethernet?)	Cumple MSFD	Cumple MSFD	12Vdc Potencia¿?	3000€ + 3000€	



### 3.1 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Durante el proyecto SILENCIO, se ha desarrollado un nuevo sistema de recolección de datos del hidrófono de forma que pueda estar integrado en una estación de la red RAI A en la que no se dispone de energía externa, por tanto es necesario contar con fuentes de energía autónomas y reducir el consumo eléctrico lo máximo posible.

Además de esto, se necesita también un router 3G cuya función será doble. Por un lado permitir la conexión entre la RPi y el hidrófono mediante cables Ethernet. Por otro lado, permite enviar datos de telemetría y ciertos datos de procesado a un servidor remoto mediante la conexión 3G.

También es necesario, como ya comentamos, un dispositivo de almacenamiento de datos de gran volumen. Aunque el hidrófono incluye una memoria interna, ésta apenas tiene capacidad de almacenamiento para pocos días de datos según la calidad configurada.

Bandwidth	Sample Rate	Gbytes / Day	Gbytes / Month	FFT Resolution
400 Hz	1 kS/sec	0.26	7.8	0.98 Hz
800 Hz	2 kS/sec	0.5	15	1.95 Hz
12,800 Hz	32kS/sec	8	249	31.25 Hz
25,600 Hz	64 kS/sec	16	498	62.5 Hz
51,200 Hz	128 kS/sec	32	995	125 Hz
102,000 Hz	256 kS/sec	64	1990	250 Hz

Como se puede ver en la tabla anterior, el volumen de datos que se podrían llegar a generar es muy alto. Finalmente, buscando un compromiso entre el consumo eléctrico, la capacidad de los dispositivos que menos consumen y la capacidad de procesado, se ha optado por reducir la calidad de datos hasta los 12.8KHz (32kS/sec) y utilizar un pen drive de 256GB. Con esto se consigue una autonomía de casi 30 días.

Por último, para recoger los datos del hidrófono y pasarlos al pen drive es necesario un elemento que gestione la transferencia, en este caso, un mini pc Raspberry PI 3B+ fue el modelo que se eligió inicialmente. Sus características son:



## Raspberry Pi 4 B+ single board computer:

### Ubuntu linux

1.4GHz 64-bit quad-core

4GB LPDDR2 SDRAM

Micro SD port for

..

### Connectividad:

USB client for power/

USB host

Ethernet

Extended 40-pin GPIO



El consumo eléctrico del conjunto asciende unos 7W a 12Vdc, lo que es mucho si tenemos en cuenta que el consumo energético de las estaciones está entre 5 y 7W.

Debido a que la producción de energía en las estaciones está limitada a las placas solares y su número depende de la estación y del espacio disponible, se hace necesario ampliar la producción de energía bien con más o mejores placas solares y con otra fuente de energía alternativa como un generador eólico.



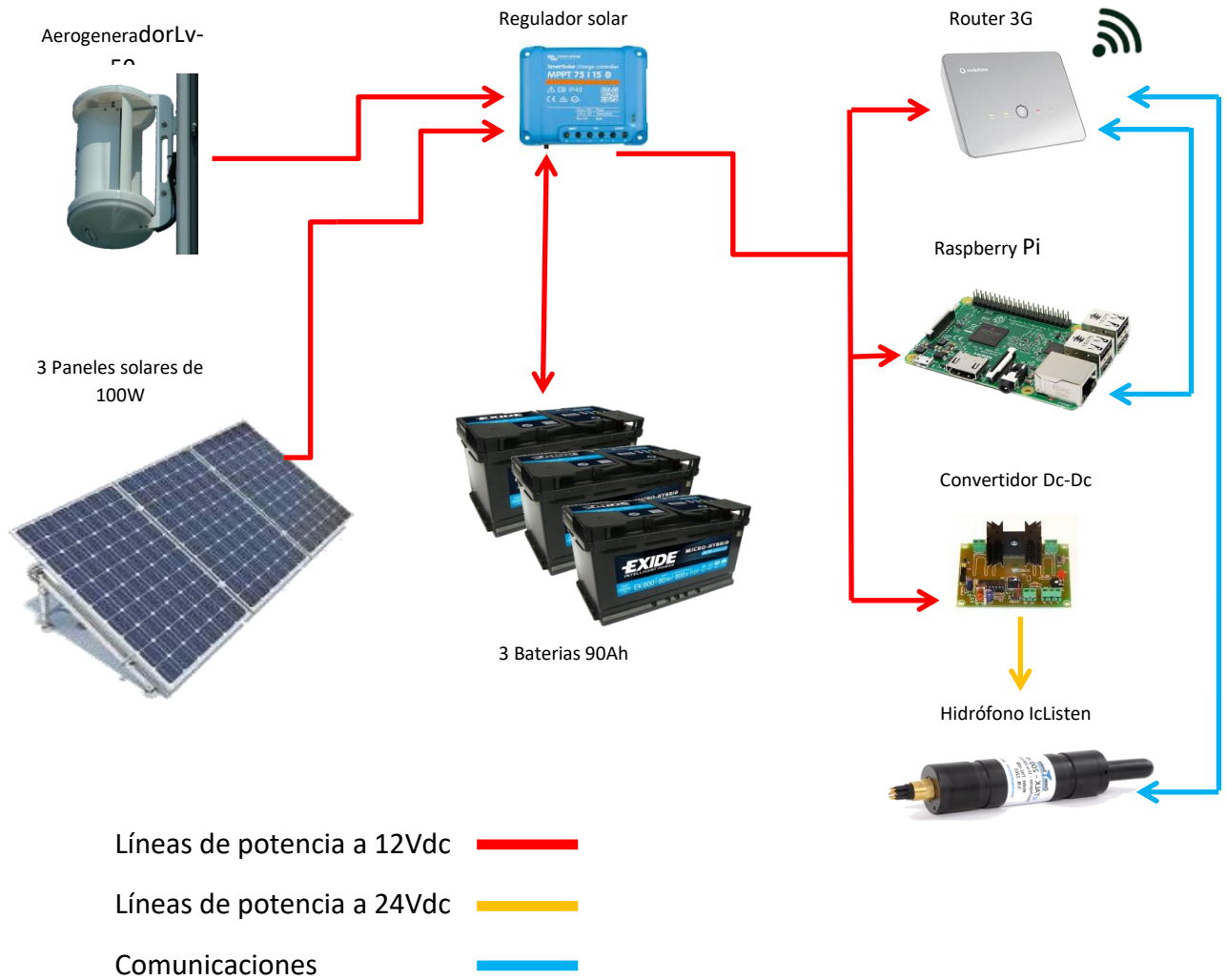
Aerogenerador Le-V50.

Con el aerogenerador se pretende asegurar la producción de energía en momentos en los que las placas solares no producen o no generan energía suficiente, como en épocas de cielos cubiertos en los que suele soplar el viento o de noche. Además la posición de los paneles será horizontal para intentar pasar desapercibidos, pero esto implica que su producción será mínima en invierno.

El aerogenerador y las placas solares van conectados a un regulador que gestiona la carga de las baterías.

El hidrófono necesita una potencia de 3W a 24Vdc. Por lo que necesitará un convertidor DC-DC que pase la tensión general de alimentación de 12Vdc a 24Vdc para el hidrófono.

El esquema simplificado de instalación en la estación será el siguiente:



Estos equipos instalados comparten ubicación con el equipamiento ya instalado para tomar datos océano-meteorológicos en la estación RAIA de Cortegada, pero están aislados eléctricamente unos de otros.

## 4.1 RESULTADOS.

### 4.1 Pruebas.

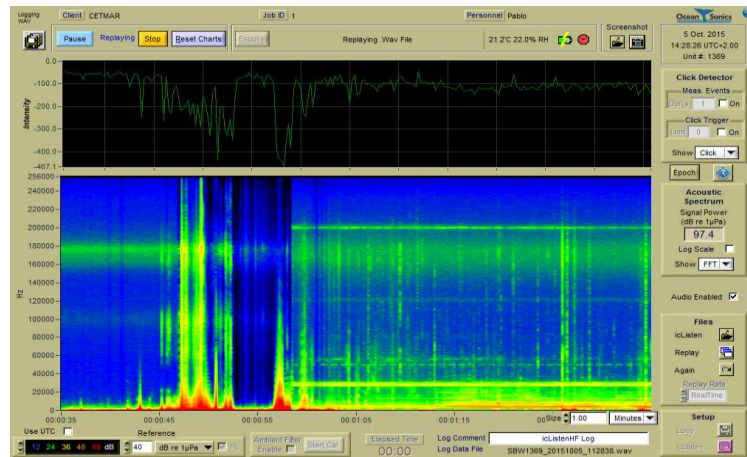
Se empezó probando una RPI3b+ que cuenta con 1GB de memoria RAM. En ese momento la calidad de la grabación se hacía a 12.8KHz (32kS/sec) grabando de manera continuada registros de 1min de duración. Eso generaba archivos de 5.5MB.

Además de los archivos brutos que se guardan para poder hacer una caracterización del ruido existente, se aprovechó la oportunidad para desarrollar un procesado in situ del ruido extrayendo datos en las frecuencias que indica el descriptor 11 de la DMEM. Estos datos son enviados cada 30min a un servidor remoto y también son entregados a la red EMODNET.

Con el fin de poder obtener registros de más calidad se hizo un estudio del tiempo de procesado necesario, volumen de datos y viabilidad. La conclusión fue que para poder mejorar la calidad era necesario cambiar al modelo de Raspberry Pi 4 que dispone de 4Gb de RAM y es de 64Bit. El modelo anterior no permitía procesar archivos de calidad debido a la doble limitación técnica de sus 32Bits y a que sólo tenía 1Gb de RAM. Además se verificó que el límite estaba en 51.2kHz de calidad ya que si esta se aumenta, se tarda más tiempo en procesar que en generar registros.

Para poder recoger datos con la nueva calidad y poder tener margen para realizar las visitas a la instalación y poder cambiar el USB por otro vacío se tuvo que configurar el Iclisten para recoger datos en ciclos de 3min grabando 1min de audio en ese periodo. Se consiguen así 12-13 archivos cada ciclo de procesado. Tardando todo el proceso desde que arranca la descarga y se procesan los datos unos 7 min.

Durante las fases iniciales se utilizó también el software que proporciona el fabricante y que permite oír y ver los registros sonoros y realizar ciertas operaciones. A continuación se puede ver una captura de un momento de la visualización de un archivo de audio. Este software también es necesario para configurar el aparato.



Cabe comentar el inconveniente insalvable que supone el sistema de reseteo que tiene el aparato y que puede ocasionar problemas. Es necesario resetear el iListen cuando no se conecta con el router y para ello hay que invertir la polaridad de la alimentación. Esto provoca un reinicio del aparato que además hace que se establezca una fecha de 2010 y no se actualiza sólo por lo que es necesario utilizar el software Lucy de OceanSonics para poner la fecha correcta. Lo peor de este problema es que si no se actualiza el nombre de los ficheros grabados se guardará con una fecha incorrecta.

#### 4.2 Cambio de punto de fondeo.

Acompañados de técnicos de ATLANTIC, en varias ocasiones se acudió al lugar de la instalación para intentar reducir el ruido ambiente que la propia instalación genera e intentar evitarlo o reducirlo para que este no sea recogido por el hidrófono y así captar mejor el ruido externo.

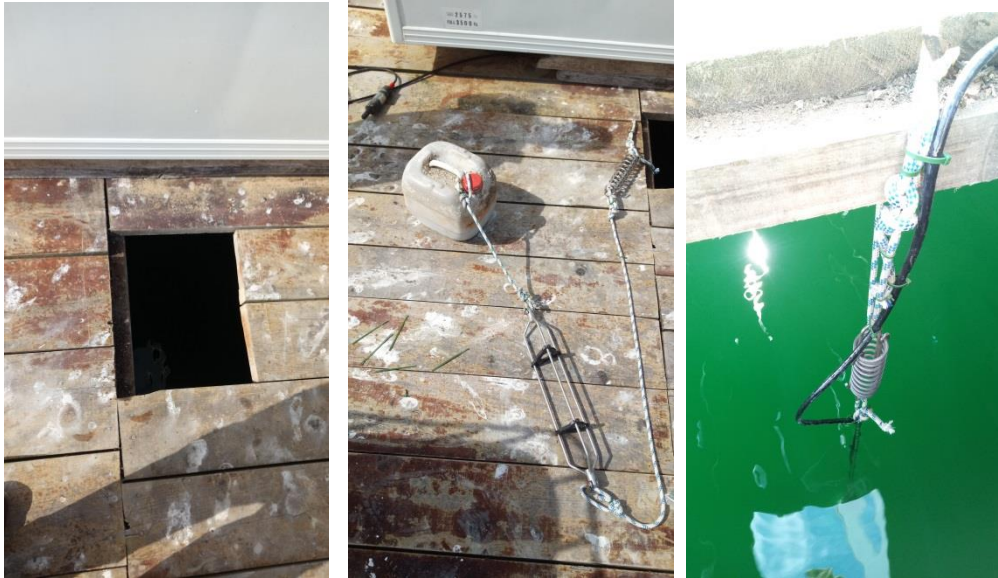
El primer elemento que generaba ruido captado por el aparato que se pudo detectar fue el modem inductivo que se usa en los CTD SBE37. Este dispositivo generaba ruido en varias frecuencias de manera continuada. Para eliminarlo se decidió cambiar la configuración hardware del modem mediante un jumper que permite reducir la potencia de las transmisiones de datos.

Se procedió también a instalar un filtro pasivo en la entrada de alimentación del hidrófono para reducir el ruido en la banda de los 3kHz pues se seguía recibiendo esta interferencia incluso después de atenuar el modem.

Finalmente también se procedió a cambiar el hidrófono de punto de fondeo, para ello en una de las visitas de los técnicos de ATLANTIC procedieron a localizar el mejor punto posible de fondeo dentro de las posibilidades que ofrece la plataforma de Cortegada

En Agosto de 2021 se instaló el hidrófono en el nuevo punto de fondeo. Este está alejado del anterior en unos 5m al Este, en un intento de eliminar el ruido recogido que el conjunto de

aparatos colgado de la plataforma genera. Este ruido se debe al golpeteo entre aparatos y la cadena de la que cuelgan, de los cables, etc.



En las fotos anteriores se ve el nuevo fondeo. Como puede verse en esta nueva instalación también se está utilizando una jaula comprada al fabricante que permite la instalación de manera aislada del hidrófono. Para reducir el ruido de fondo producido por el movimiento de la propia plataforma se utilizó un muelle amortiguador y cabo en lugar de cadena.

Durante las primeras semanas se recogieron datos del hidrófono usando una malla que envolvía la zona de captación pero finalmente se descartó pues no era efectiva

