

*Reporte de Mediciones Acústicas en Laguna San Ignacio
Temporada de Invierno, 2008*

*Melania Guerra
Estudiante de Postgrado
Scripps Institution of Oceanography
San Diego, California*

En el año 2008 se condujo nuestro más ambicioso trabajo de campo hasta el momento en Laguna San Ignacio, el cual consistió en (1) un ejercicio de monitoreo continuo a largo plazo (cuatro semanas) utilizando grabadores acústicos en el fondo de la Laguna y (2) un intenso esfuerzo de 10 días, donde se marcaron ballenas con la “Bio-Tag” al mismo tiempo que se grabaron sus sonidos en arreglos acústicos desplegados horizontal y verticalmente.

Las metas generales del estudio acústico a largo plazo incluyen:

- * Medir la respuesta vocal y de comportamiento por parte de la ballena gris ante la presencia de tráfico de botes, mediante la grabación de movimientos corporales, vocalizaciones y ruido ambiente en una marca puesta sobre el animal.
- * Demonstrar la habilidad de localizar y rastrear pasivamente y en tres dimensiones a las ballenas que vocalizan. Rastrear es importante para poder asociar el comportamiento de un individuo con su actividad vocal y luego traducir los conteos crudos a números absolutos de animales presentes. Esto sería el primer paso en generar un exitoso “censo acústico”.
- * Demonstrar la habilidad de monitorear cambios en poblaciones mediante la medición única de sonidos, lo cual permitiría observar los cambios en presencia de mamíferos marinos en la costa de Baja California con más detalle que utilizando sólo métodos visuales como en la actualidad.
- * Explorar novedosos métodos acústicos de estimar el tamaño de una ballena, por medio del análisis de la estructura de los formantes creados por la respiración del animal, los cuales son documentados en la marca puesta sobre él. Estos formantes podrían estar relacionados con la longitud del tracto vocal y posiblemente con el tamaño absoluto de la ballena.
- * Cuantificar la contribución del viento al ruido ambiental submarino, para crear un mejor modelo del entorno acústico base de la Laguna. Esto es especialmente importante dada la propuesta de construir un camino asfaltado entre San Ignacio y la Laguna, mejorando el acceso y probablemente aumentando el volumen de turistas.

Construir la base de datos necesarias para alcanzar estas metas incorpora el uso de tres tipos de instrumentos: estaciones de Monitoreo a Largo Plazo (MLP) mediante instrumentos acústicos autónomos, una estación meteorológica en tierra y marcas Bio-Probe que se colocan sobre la ballena mediante copas de succión (o chupones) y graban

la orientación espacial del animal, profundidad y sonidos, tanto aquellos producidos por el individuo como los que están a su alrededor. Los métodos utilizados en el 2008 serán explicados en más detalle a continuación:

1. Estaciones de Monitoreo a Largo Plazo (MLP):

La instrumentación actual permite hacer grabaciones continuas por más de un mes a un muestreo de 6kHz y requiriendo solo mantenimiento mínimo a lo largo de la temporada. Dos estaciones (una de un elemento y una de dos) fueron desplegadas en Laguna San Ignacio para monitorear las tendencias a largo plazo, en otras palabras los cambios en la tasa de vocalización de ballena gris así como en el ruido ambiente.

Dado que la Laguna está convenientemente dividida en un área de investigación y una de observación (accesible a las pangas de turistas), quisimos cuantificar cuánto contribuyen los motores de estas embarcaciones al ambiente acústico. Por ello, a inicios de Febrero, colocamos una estación en cada región, a una profundidad aproximada de 35 pies y en zonas donde el fondo está compuesto por arena o lodo. Las ubicaciones de GPS de estos instrumentos están señaladas en la Figura 1 y los puntos exactos se presentan en la Tabla 1. La estación norte, llamada “Estación K”, se encuentra próxima a Kuyimá mientras que la localizada más hacia el sur, se denominó “Estación P” por estar frente a Punta Piedra. Esta última es la que contiene 2 elementos y se mantiene relativamente constante respecto a nuestras mediciones de los pasados cuatro años, así como las de M. Dahlheim entre 1982-1984.

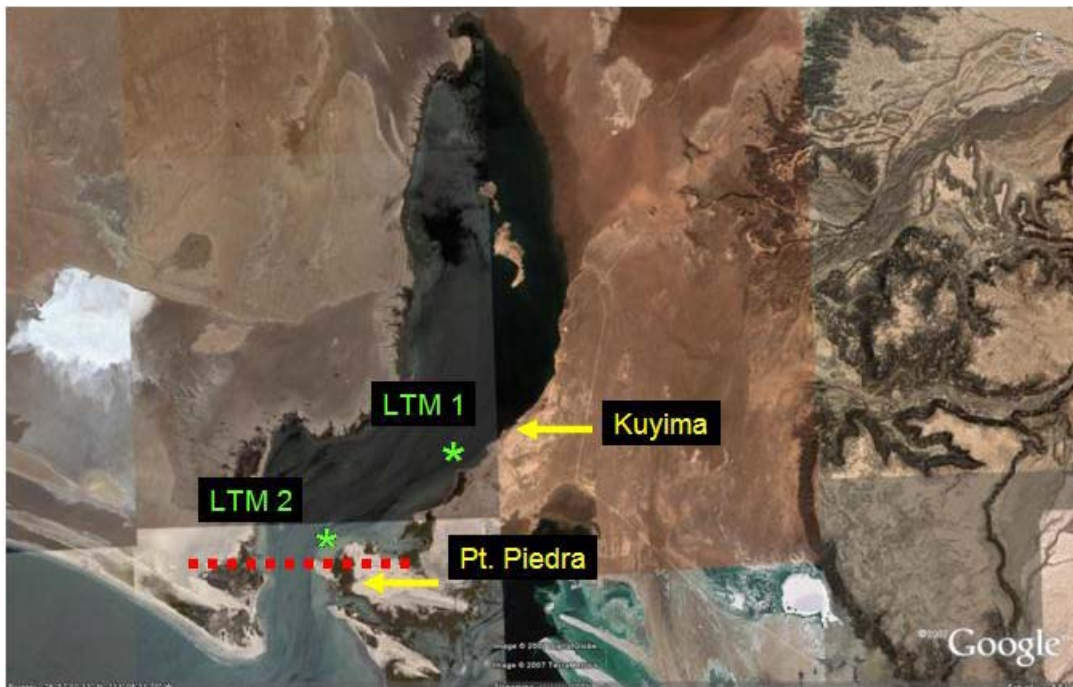


Figura 1.
Mapa de Laguna San Ignacio y las ubicaciones aproximadas de las dos estaciones de Monitoreo a Largo Plazo (MLP).

El clima ha sido identificado como una gran fuente de sonidos ambientales, (por ejemplo: formación de olas y por ende, de burbujas que crean ruido submarino). Por lo tanto, instalamos una estación meteorológica (sensor: HOBO S-WCA_M003) que mide la dirección y velocidad del viento. Dicho instrumento se colocó en tierra, en la propiedad del campamento Baja Discovery (Figura 2). Los datos recopilados de esta forma, serán investigados para estudiar la posible correlación entre el ruido ambiente submarino y la velocidad del viento. De existir esta interrelación, se estudiará si la dirección del viento puede ser inferida mediante análisis del sonido bajo el agua.



Figura 2.
Estación meteorológica HOBO midiendo dirección y velocidad del viento en Punta Piedra

2. Rastreo acústico de alta resolución:

Durante un período de dos semanas (28 de Feb a 9 de Marzo), colocamos estaciones acústicas adicionales en Laguna San Ignacio, para demostrar la capacidad de rastrear animales en 2 y 3 dimensiones. El mayor reto de este estudio es encontrar verificaciones independientes para comparar con las resultantes acústicas. La primera opción es utilizar el sonido del motor de los botes en el area y comparar el rastreo con los registros de GPS abordo. El segundo método es marcar el animal y seguirlo en la panga (mediante la antenna de VHF):

i. Arreglos acústicos en el fondo de la Laguna

Utilizando los mismos instrumentos descritos para el MLP, se construyeron arreglos acústicos, combinando varios elementos en configuraciones lineales. En el caso

de la estación “M” (llamada así por estar en el medio, entre “K” y “P”) se configuró el arreglo horizontalmente como se ve en el esquema de la Figura 3. Uno de estos instrumentos sampleó a altas frecuencias (~50kHz) mientras que el segundo estaba programado para grabar al intervalo regular, 6kHz.

Simultáneamente, un arreglo vertical de tres elementos se desplegó como una extensión a la estación de MLP “K”. La formación vertical examinará las pérdidas de transmisión acústica al comparar los niveles recibidos a diferentes profundidades. Dos de estos instrumentos grabaron a alta frecuencia de sampleo y uno a 6kHz.

Los resultados de esta base de datos también revelarán qué tan lejos puede viajar la llamada de una ballena en las aguas de la Laguna y cuáles propiedades de propagación gobiernan el ambiente subacuático.

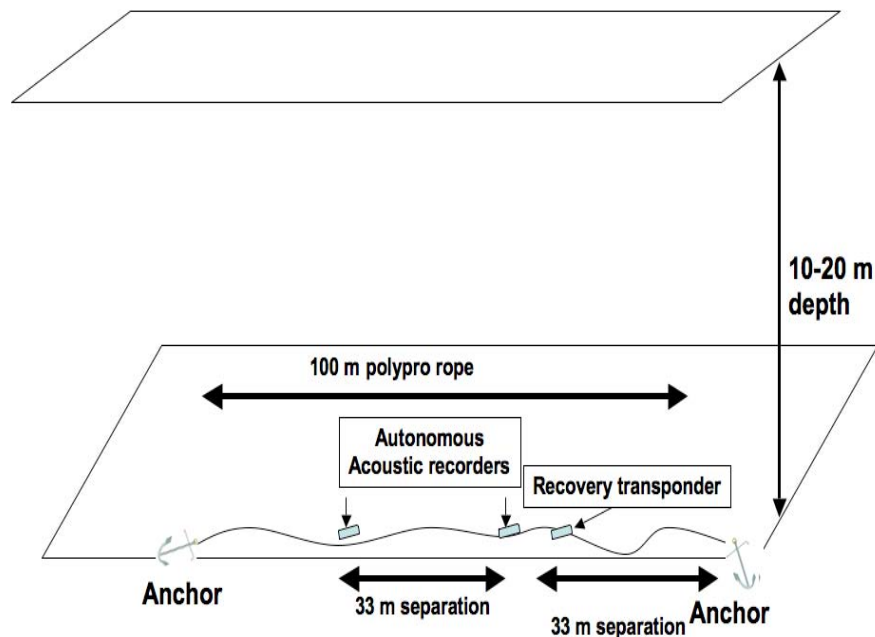


Figura 3.
Estación de grabación acústica montada en el fondo de la Laguna: arreglos para Monitoreo de Largo Plazo y localización pasiva.

ii. Marcamiento:

Durante la semana del 1ero - 8 de Marzo, una vez que los arreglos acústicos estaban en posición, nuestro equipo se dedicó a marcar ballenas grises con el instrumento llamado Bio-probe. Este aparato, diseñado y construido por Bill Burgess (www.greeneridge.com), graba información acústica, datos de presión (por lo tanto, profundidad) y orientación del animal. Mediante copas de succión (o chupones) se coloca sobre la piel de la ballena. Otras partes del conjunto son: la unidad de flotación y un transmisor de radio-frecuencia que permite que sigamos al animal, ya que envía una señal cuando éste sale a la superficie. También es así como se recupera la marca, pues para descargar la información, hay que recuperar el instrumento.

Esta novedosa tecnología no había sido nunca probada en ballenas grises, pero en los Estados Unidos, el grupo Cascadia Research Collective ha marcado exitosamente otras especies de ballenas como: azules, jorobadas y cachalotes. Dada la naturaleza amistosa de la ballena gris en la Laguna y lo acostumbradas que están a tener interacciones cercanas con las personas, aproximarnos a ellas fue más fácil que con las otras especies. Si el individuo no mostraba señales de estrés por el acercamiento, la marca fue colocada utilizando un poste de 5 metros.

Rastreando el transmisor de radio-frecuencia se establecieron ángulos relativos al bote, y así pudimos obtener ubicaciones aproximadas de la ballena, lo cual proveería una verificación independiente del método de raneo acústico. La marca permite también, mediante la información de los dos acelerómetros, recopilar datos estadísticos acerca de los comportamientos bajo las cuales realizan ciertas llamadas y sobre como ellas reaccionan ante el circundante ruido de embarcaciones.

La tripulación en la panga incluyó: un panguero, una persona a cargo de marcar, una persona tomando notas y puntos de GPS, una persona sosteniendo la antena y un fotógrafo (la posición de la marca sobre el animal se usa para calibrar los datos de aceleración). La ballena marcada fue seguida por nuestra embarcación, por lo que no más de dos ballenas se marcaron a la vez.



Figura 4.

Montaje completo de una marca con la unidad flotante (color naranja) y copas de succión (círculos blancos) colocada al final del poste de despliegue.



Figura 5.
Despliegue de una marca sobre el flanco derecho de una ballena gris adulta.



Figura 6.
Marca Bio-probe sobre una ballena gris adulta.

APÉNDICE I

Tabla 1: Resumen de los Datos Recopilados por SIO en 2008

	Estación de Monitoreo a Largo Plazo		Rastreo Acústico				Clima
	Estación K	Estación P	Estación M	Arreglo Vertical	Estación C *	Marcas Bprobe	Estación Viento
Ubicación	26°48.822' 113°12.652'	26°47.682' 113°14.603'	26°48.195' 113°13.353'	26°48.802' 113°12.667'	26°48.215' 113°15.146'	N/A	26°47.243' 113°14.631'
Desplegado	02/08/08	02/08/08	02/29/08	02/29/08	03/05/08	inicio 03/01/08	02/10/08
Reubicado	03/05/08	N/A	N/A	03/05/08	N/A	N/A	N/A
Recuperado	Ver estación C	03/10/08	03/10/08	Ver estación C	03/09/08	03/08/08	03/09/08
Frecuencia muestreo (Hz)	6000	6000	6000 50000	6000 50000	6000 50000	4665	0.1
# Días de datos	26	31	10	6	4	7	28

* Estación C fue la nueva ubicación donde se colocaron la estación “K” y el arreglo vertical, debido a que conforme avanzó la temporada, el tráfico de animales disminuyó significativamente en el sitio original.