

# PROYECTO DE TIBURÓN BALLENA DE GALÁPAGOS



REPORTE DE  
CAMPO  
2019

JONATHAN R. GREEN  
& ALEX HEARN PhD

[WWW.GALAPAGOSWHALESHARK.ORG](http://WWW.GALAPAGOSWHALESHARK.ORG)

FOTO © SOFIA GREEN





Jenny Waack<sup>5</sup>, Jonathan R. Green<sup>5</sup>, Alex Hearn<sup>4</sup>, Jeff Garriock, Harry Reyes<sup>1</sup>, Al Dove<sup>6</sup>,  
Sofia M. Green<sup>5</sup> & Simon J. Pierce<sup>2</sup>

## ORGANIZACIONES PARTICIPANTES:

- <sup>1</sup>DIRECCION DEL PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS,
- <sup>2</sup>MARINE MEGAFUNA FOUNDATION,
- <sup>3</sup>GALAPAGOS CONSERVATION TRUST,
- <sup>4</sup>UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO,
- <sup>5</sup>GALAPAGOS WHALE SHARK PROJECT,
- <sup>6</sup>GEORGIA AQUARIUM
- <sup>7</sup>PLANETERRA







Figura 1: El arco de Darwin en la Isla de Darwin. Sitio de buceo y estudio. Foto ©Jonathan R. Green 2018

## LA RESERVA MARINA DE GALAPAGOS

Con la creación de la Reserva Marina de Galápagos, (GMR), que se extiende 40 millas náuticas desde el punto más exterior de las islas periféricas, una gran área del Pacífico Este brinda protección a una comunidad marina diversa y próspera que incluye muchas de las especies endémicas de Galápagos en conjunto con la fauna nativa y especies migratorias, incluyendo al pez más grande del mundo, el tiburón ballena, *Rhincodon typus*.

Un viajero oceánico: el tiburón ballena se encuentra entre las latitudes de 40° norte y 45° sur en todos los océanos y se asocia principalmente con aguas tropicales, subtropicales y templadas (Ryan et al. 2017). Los tiburones ballena se alimentan principalmente mediante filtración de una amplia variedad de organismos planctónicos (microscópicos), pero se ha observado que también se alimentan de presa nectónica, larvas de peces, crustáceos pequeños y,



ocasionalmente, atunes y calamares. Los tiburones ballena son ovovivíparos con huevos que se incuban dentro del útero de la hembra y que luego da a luz a crías vivas. Los tiburones ballena en el GMR son estacionales con los números más altos registrados durante los meses de julio a octubre. (Hearn et al. 2014) Se sabe muy poco acerca de su biología y ecología, y sobre sus movimientos en el Pacífico Este Tropical.

El Proyecto de tiburón ballena de Galápagos comenzó en el 2011 con una serie de salidas de campo para estudiar los movimientos de los tiburones ballena dentro de la RMG y con marcaje de satélites para rastrear sus movimientos a escala local y regional. Los primeros datos mostraron que más del 99% de todos los avistamientos en las Galápagos eran de hembras adultas. (Acuña et al. 2014). El sitio de estudio es el Arco Darwin cerca de la Isla Darwin en el extremo norte del Archipiélago de Galápagos. (Ver figuras 1 & 2)

**Figura 2:** Izquierda, Mapa de la Reserva Marina de Galápagos con una línea base más 40 millas náuticas de limite. Derecha, Mapa Batimétrico de la Isla Darwin (Cesar Peñaherrera P. CDF).

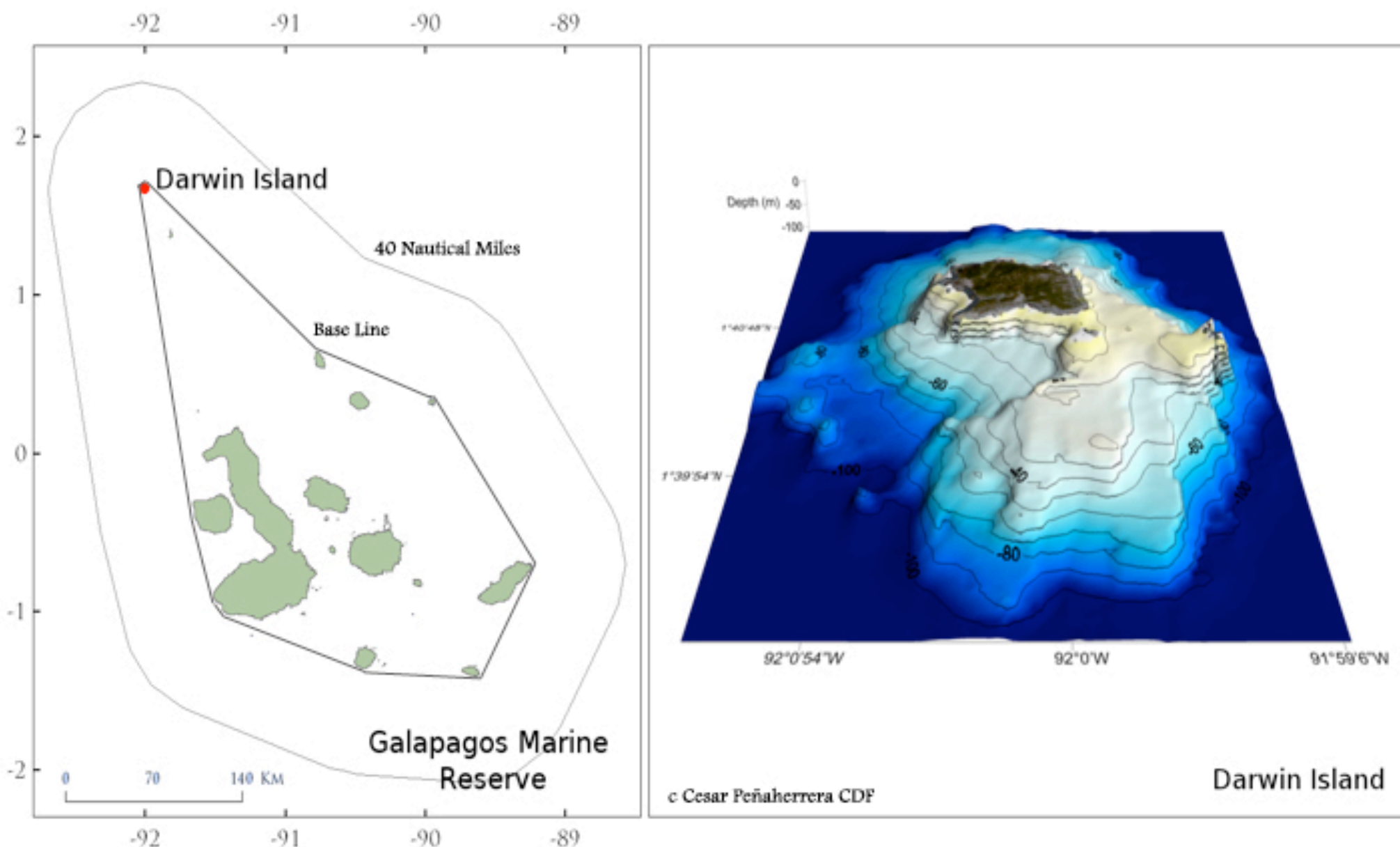






Figura 3: Jonathan tagging a whale shark with Hybrid miniPAT / SPOT6 257 tag. Foto © Simon J. Pierce 2019

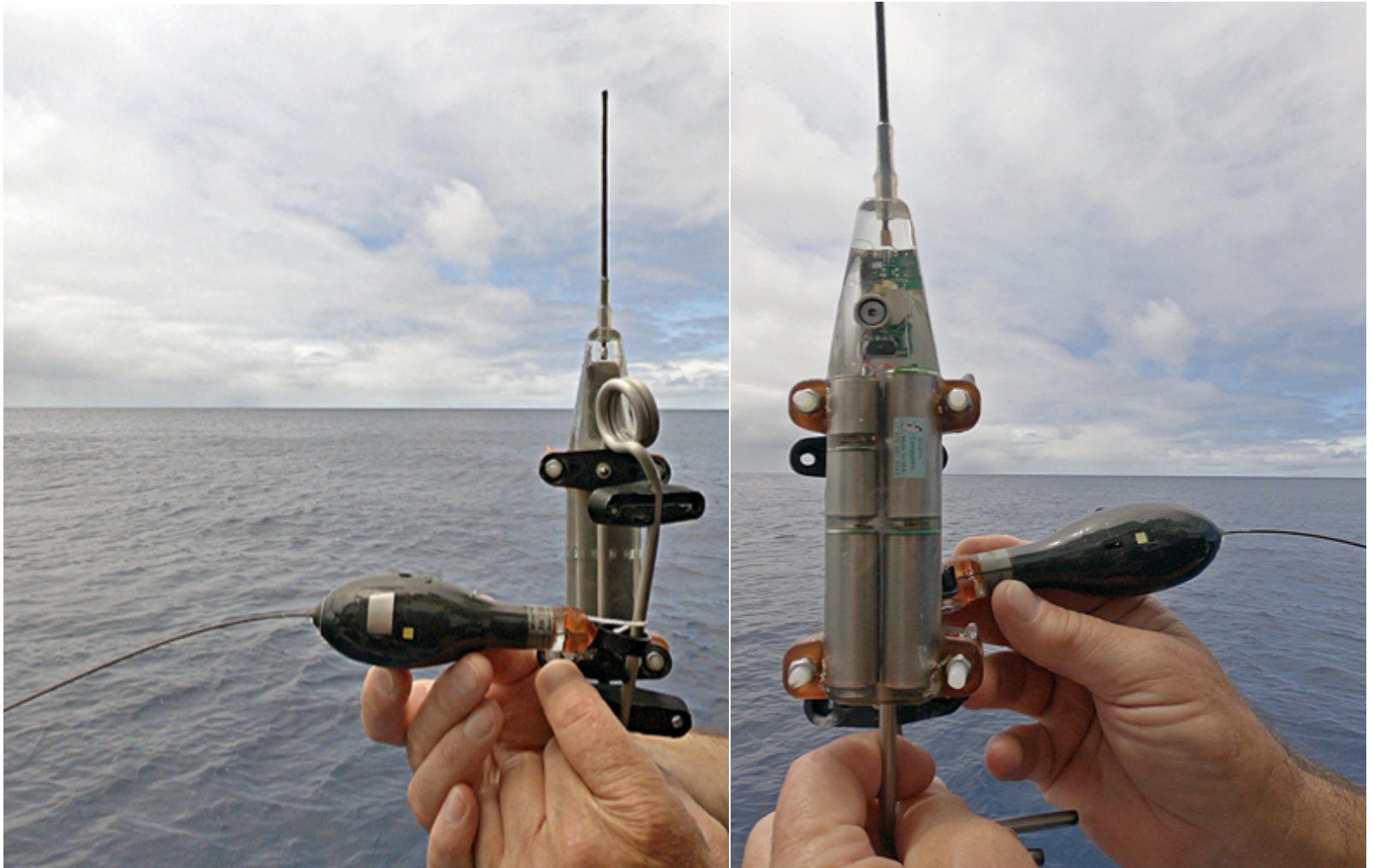
## OBJECTIVOS

Esta temporada continuamos usando la pinza de presión, pero la modificamos a que sujete dos marcas satelitales, el SPOT6 257 y el miniPAT (ver figuras 4 y 5). Esta metodología para adjuntar las marcas reemplaza el uso de la pistola de presión para colocar la marca bajo el tejido del animal, convirtiéndola en una metodología menos invasiva. También nos permite obtener el mismo éxito de retención de marcas que obtuvimos el año pasado.

El año pasado colocamos las marcas SPOT6 con las pinzas de presión, pero las marcas miniPAT igual fueron colocadas con la pistola de presión bajo el tejido del tiburón. Aunque esto no demostró crear estrés al animal y el 90% no reaccionó a la implantación, nuestra meta es reducir cualquier impacto posible hacia el tiburón y también cualquier impacto percibido por gente al usar las pistolas de presión.

Con este doble marcaje estamos intentando comparar la información del comportamiento de buceo (vía los miniPATs)





**Figuras 4 & 5 Pinza de presión con doble marca satelital, SPOT6-257 & miniPAT. Foto: ©Sofía M. Green 2019**

y la batimetría de la posición en donde se encuentra el tiburón (vía los SPOT6 257) para determinar si el buceo y los movimientos en la superficie están relacionados a las estructuras bénticas y geológicas como como zonas de fracturas, fallas, fisuras, montes submarinos o hasta márgenes de las placas tectónicas.

Sin embargo, ambas marcas tienen limitaciones por profundidad, lo cual causa un desprendimiento prematuro o son aplastadas por la presión y dejan de transmitir. Para las marcas miniPAT, el desprendimiento por profundidad está programado para los 1,700m y para las marcas SPOT6-257 la profundidad máxima es de alrededor de 1,850m. Seguramente a más de 2,000m es poco probable que sobreviva cualquiera de estas marcas la presión, entonces dejarán de transmitir y de almacenar datos.

Esta temporada, fuimos asistidos por el Dr. Alistair Dove del Georgia Aquarium, quien en colaboración con Thom Maughan con iSea Solutions han desarrollado una marca "DEEP" V2 (marca satelital para profundidad). La primera vez que fueron probadas estas marcas prototipo fue en tiburones ballenas en la isla de



Santa Helena en el océano Atlántico, pero sin resultado positivo ya que nunca recibieron información. Esperamos que la versión 2, diseñada para esta temporada en Galápagos, nos provee información exacta de que tan profundo están buceando esta especie de tiburón. La marca "DEEP" V2 ha sido probada hasta los 4,500m, pero se espera que pueda proveer información de hasta 6,000m de profundidad.



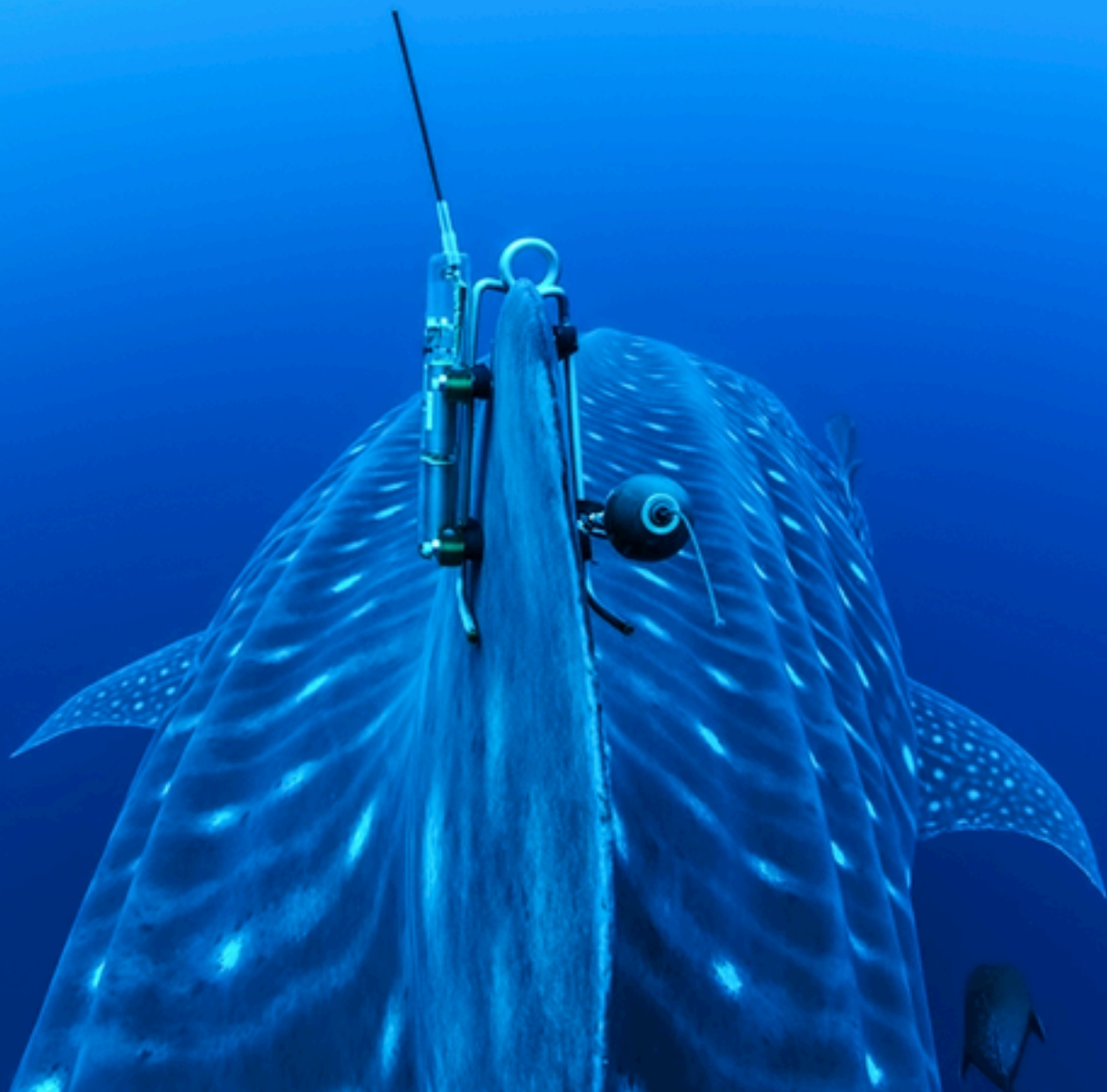


Figura 6: Marcaje doble con miniPAT / SPOT6-257 colocada en la aleta dorsal. Foto ©Simon J. Pierce 2019.

## PARÁMETROS DE LAS MARCAS SATELITALES

La marca SPOT6-257 tiene una vida funcional estimada para 1,500 días o 4.1 años. Esto potencialmente nos da mejor oportunidad de rastrear los movimientos regionales y hasta rastrear el regreso del tiburón ballena a la RMG. La temporada pasada, en el 2018, una marca #1759050 (también conocida como Oceana), reportó por un periodo de más de 8 meses, convirtiéndolo en el reporte de rastreo más largo desde el inicio del proyecto. Su última transmisión fue el 24 de mayo de 2019, después de 250+ días de datos. Los datos del SPOT6 están limitados por tiempo en la superficie entonces solo representan movimientos en línea recta entre cada transmisión.

Los miniPATs graban datos de profundidad, lo cual nos provee a nosotros una mejor comprensión del comportamiento de buceo del tiburón ballena. Los sensores de luz incorporados registran cambios en la luz durante el



día, como la luz registrada al amanecer, al medio día y al atardecer, lo cual se utiliza para dar una posición geográfica estimada. Esta posición no tiene la misma precisión como la información Satelital de Argos que provee la marca SPOT6-257, por lo cual se ha creado una marca doble con las pinzas de presión. De esta manera se podrá obtener posición y lugar de buceo más preciso para comparar con las estructuras bénticas y geológicas del mar.

Ambas marcas, miniPAT y SPOT marcan la temperatura a profundidad, pero con mayor precisión de parte del miniPAT. El marcaje doble nos permite correlacionar datos de temperatura de marcas SPOT colocadas en temporadas anteriores para estimar su profundidad.

Figura 7: Marca "DEEP" V2.  
Foto ©Jenny Waack 2019



Las cuatro marcas "DEEP" están programadas para ser libradas del animal a los 10, 20, 30 y 40 días respectivamente. Después de que son liberadas transmiten la profundidad más alta primero y de ahí envían información sobre la temperatura, tiempo y profundidad de los demás buceos tomadas cada 5 minutos. (Figura 7).



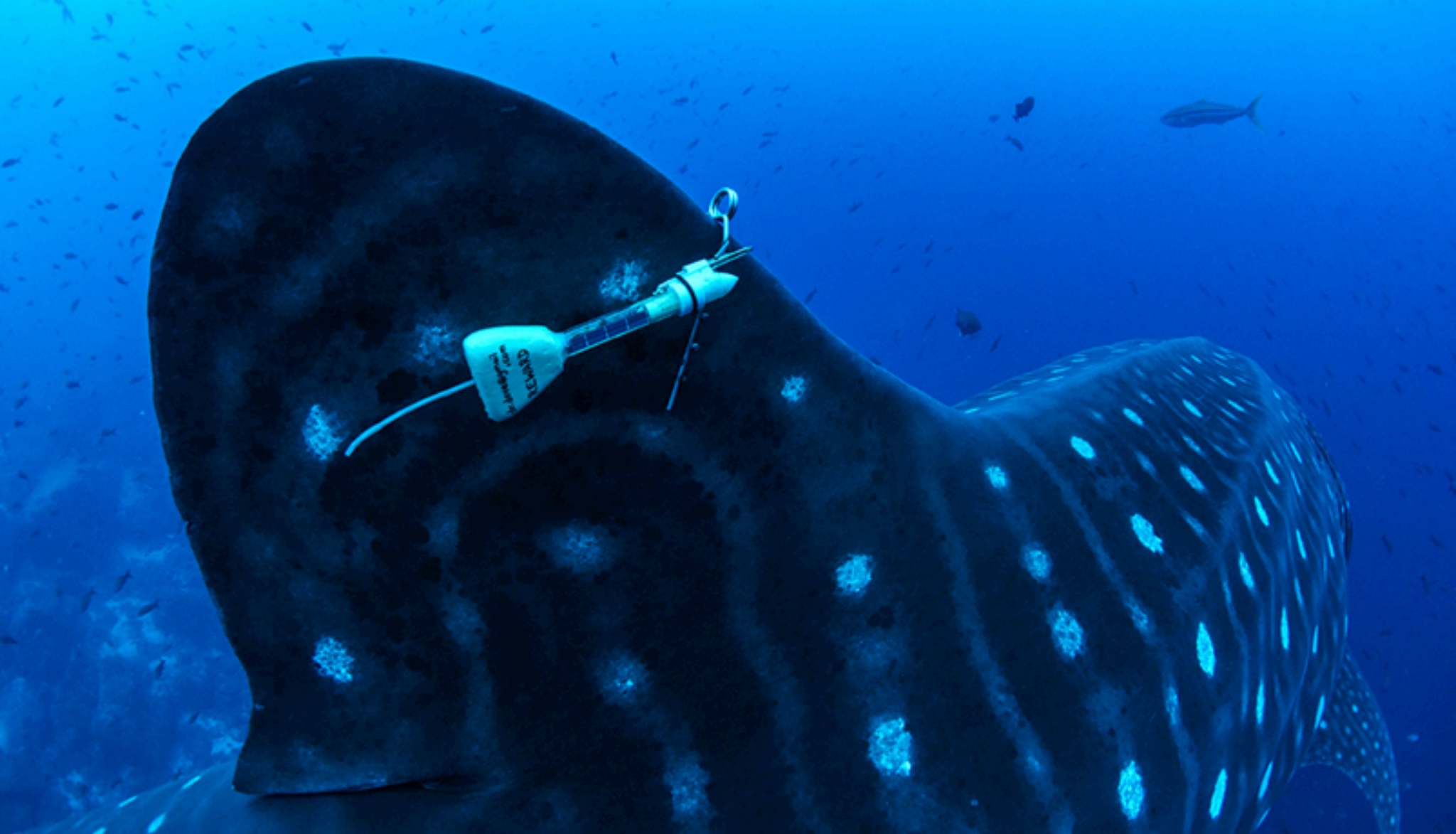


Figura 8: Marca "DEEP" V2 colocada en la aleta dorsal. Foto ©Simon J. Pierce 2019.

Las marcas dobles fueron programadas con los mismos parámetros de temperatura (figura 9) para correlacionar la información entre marcas ya que el miniPAT puede durar un máximo de 6 meses mientras que el SPOT tiene la potencial de durar mucho más tiempo. Por ende, cuando los datos estén correlacionados será posible estimar la profundidad con más precisión cuando solo se reciba información de temperatura de los SPOTs.

Histogram Bin Limits ⓘ

Bin #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temp.	3.0 °C	5.0 °C	7.0 °C	10.0 °C	14.0 °C	18.0 °C	21.0 °C	24.0 °C	27.0 °C	30.0 °C	33.0 °C	45.0 °C
Depth	10.0 m	20.0 m	50.0 m	100.0 m	200.0 m	300.0 m	500.0 m	750.0 m	1000.0 m	1250.0 m	1500.0 m	2,000m

Figura 9: Parámetros de temperatura de ambas marcas, SPOT6 y miniPAT, programadas para el marcaje doble





Figura 10: **Whale Shark close to the surface.** Foto ©Jenny Waack 2019

## MARCAJE DE TIBURONES

Las condiciones ambientales han sido optimas en este viaje con corrientes variables norte y sur, pero a no más de 4 nudos de fuerza. En mayoría de los días de corriente fuerte, logramos encontrar el área en donde se divide la corriente alrededor del arco y eso ha permitido que el equipo espere a los tiburones en la plataforma, esparcidos horizontal y verticalmente para máxima visibilidad.

Se colocaron marcas todos los días, promediando 3 marcas cada día, una “DEEP” V2 y doble marcaje de SPOT/miniPAT, (figura 8). Todas las marcas “DEEP” V2 fueron colocadas en los primeros 4 días de la expedición (figura 8).

Todas las marcas dobles fueron colocadas en tiburones ballena para el quinto día de la expedición por lo cual comenzó el muestreo de sangre y continuó la identificación por fotografías.





Figura 11: Colecta de muestra de sangre de la aleta pélvica. Foto ©Simon J. Pierce 2019.

## MUESTREO DE SANGRE

En la temporada del 2018 exitosamente colectamos muestras de sangre de 7 individuos, 6 hembras y un macho (Ver reporte del Proyecto del Tiburón Ballena Green et al. 2018). Estas muestras fueron analizadas a bordo para información básica como presión parcial de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, pH y Ácido Láctico. Esta información permite analizar los niveles de estrés de un individuo y los resultados demostraron que después del marcaje u otros procedimientos, los niveles de ácido láctico no demostraron señales de estrés en ningún animal (figura 12).

Figura 12: Resultados del análisis hormonal de las muestras de sangre de 6 individuos de tiburón ballena del 2018. © Dr. Ryo Nozu

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	TubeNum	ID	Sex	Status	SamplingDate	TL(m, Estimate)	Testosterone(pg/ml)	Estradiol(pg/ml)	Progesterone(pg/ml)	Remarks	
2		2018.Rt10	Female	Mature	2018.09.17	11	2.896	312.108	LDL	LDL:lower detection limit	
3		2018.Rt11	Female	Mature	2018.09.17	11	7.576	173.548	LDL	LDL:lower detection limit	
4		2018.Rt14	Female	Mature	2018.09.19	11	10.228	480.644	LDL	LDL:lower detection limit	
5		2018.Rt19	Female	Mature	2018.09.20	10~11	12.332	190.928		7.644	
6		2018.Rt26	Female	Mature	2018.09.24	NA	19.028	505.428		15.052	
7	NA	2017.01	Female	Mature	NA	NA	19.392	158.592		18.976	
8	NA	2017.02	Male	Mature	NA	NA	3141.2	153.872		60.076	



Análisis posterior vía electroforesis por el Dr. Ryo Nozu, de la Fundación de Okinawa Churashima, de los niveles hormonales dio señales inconclusas del estado de embarazo (figura 13).

En su reporte, el Dr. Ryo Nozu escribe “Las muestras de sangre nos proveen varia información fisiológica. Por ejemplo, la concentración de las hormonas sexuales esteroides en la sangre son útiles para estimar el estado de reproducción de un individuo. Hay varios reportes en los cuales el aumento de estradiol (E2) es relacionado con el desarrollo folicular, y progesterona (P4) está involucrado en la ovulación y/o en el embarazo. Sin embargo, para tiburones ballenas esta información es insuficiente, ya que no hay información de niveles base de estas hormonas en individuos maduros. En investigación de campo reciente, hemos colectado muestras de sangre de 7 individuos que se creen que son maduros (Machos;1, Hembras; 6) y hemos medido los niveles de las hormonas sexuales incluyendo E2, P4 y Testosterona (T) por

Figura 13: Análisis a bordo con un FUSO i-STAT. Foto ©Jonathan R. Green 2018.

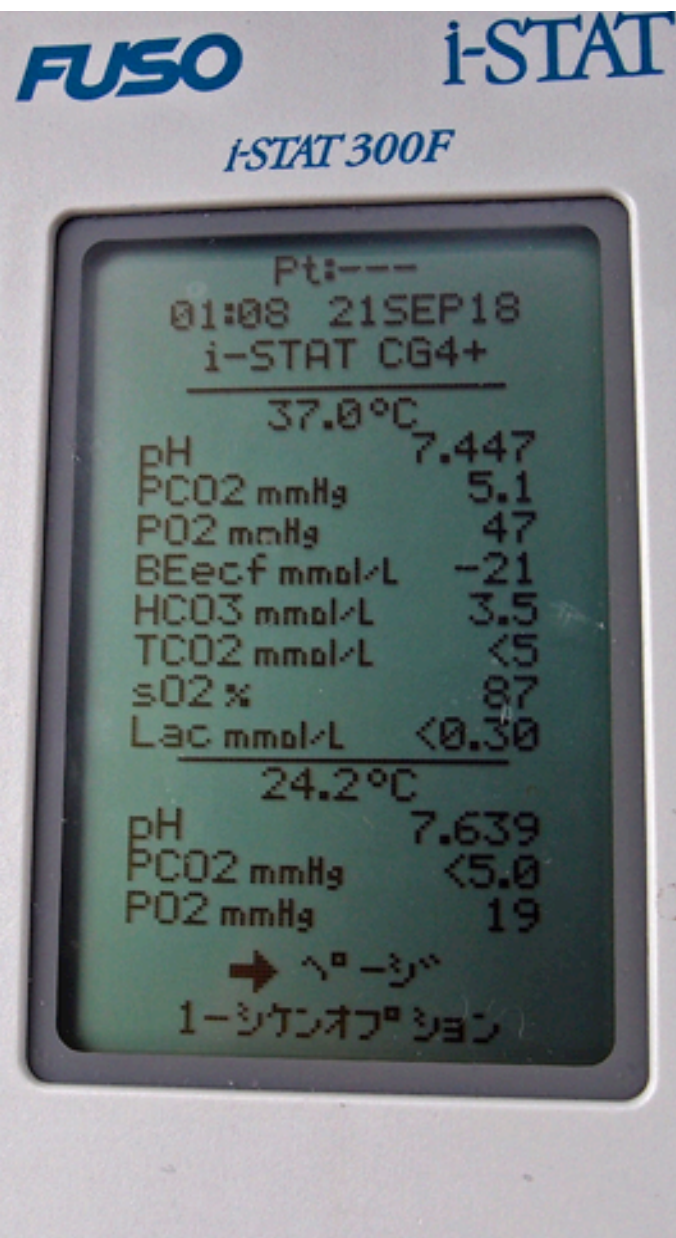






Figura 14: Dr. Al Dove colectando una muestra de sangre de la aleta pectoral. Foto ©Simon J. Pierce 2019.

primera vez en el mundo. De los resultados recolectados podemos proveer información de los niveles de hormonas sexuales en el tiburón ballena. En el futuro, es de alta importancia comparar con muestras de sangre de otros individuos de varios tamaños o en otro estado de desarrollo de sus folículos identificados en el ultrasonido.”

Aunque el análisis y los datos subsecuentes no demostraron evidencia de embarazo, ni parámetros asociados del estado reproductivo, excepto que podrían haber “dado a luz” recientemente, seguiremos tomando muestra de sangre esta temporada y la siguiente, pero en diferentes épocas del año para comparar los resultados. Como los tiburones ballena comienzan a llegar en números significativos en junio, llegan a un pico entre agosto-octubre y empiezan a desaparecer a finales de noviembre-diciembre, puede ser que den diferentes niveles hormonales de resultado en diferentes épocas del año por lo que estaremos en el campo dos meses más temprano en la próxima temporada (finales de junio, comienzos de julio).



Al igual que la temporada pasada, vamos a almacenar la plasma y las células de sangre pura, después de ser centrifugadas, en una congeladora para análisis futuro. El muestreo se intentó de ambas las aletas pectorales y pélvicas, con intentos exitosos de las dos (figuras 11 & 14). Un total de cuatro muestras fueron colectadas, dos de las aletas pectorales y dos de las aletas pélvicas.

Inmediatamente después de la recolección, se llevó la sangre a la Queen Mabel para su procesamiento previo al análisis. La sangre fue agregada a un anticoagulante para prevenir coagulación hasta la centrifugación. Esto permitió la separación de la muestra en glóbulos rojos y plasma. El plasma se analiza posteriormente para determinar la presencia y las cantidades de tres hormonas, testosterona, progesterona y estrógeno. A bordo, la plasma y las células de sangre pura fueron almacenadas en una congeladora en viales separados, para luego transportarlas a la USFG. Estas muestras fueron analizadas a bordo para información básica como presión parcial de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, pH y ácido láctico para entender la condición física de los tiburones.

**Figura 15: Diver filming a whale shark swimming by.** Foto ©Sofia Green 2019







Figura 16: **Whale Shark with diver.** Foto © Simon J. Pierce 2019

## RESULTADOS DEL RASTREO SATELITAL SPOT6 257 & DE LAS MINIPAT DEL 2018

Resultados del rastreo satelital SPOT6 257 del 2018

Dos de las marcas SPOT6 257 dieron información significativa por un periodo de un poco más de 8 meses desde la fecha de marcaje. Ninguno de estos marcajes fue doble con marcas miniPAT, entonces solo se obtuvo resultados de las transmisiones superficiales (Figura 17).

Las marcas no. 175950 y no. 175952 ambas se movieron de Darwin, hacia la Fosa de Perú/Chile. Sin embargo, los rastros (que solo presentan líneas rectas de los movimientos superficiales) demostraron que los tiburones respectivos viajaron por diferentes rutas antes de dirigirse hacia el talud continental.

Para la no. 175950 la marca permanece cerca del Arco de Darwin por un periodo de 15 días y de ahí desapareció por un período de 3 meses. Su movimiento superficial demuestra que viajó aproximadamente 750mn, pero el



tiburón ballena pudo haber viajado mucho más lejos. Sin la información de su movimiento sub-superficial se pierde esta información. Hasta que podamos determinar con precisión las rutas de los tiburones ballenas, las áreas de alimentación y el lugar

Figura 17:  
Rastreo  
satelital de las  
marcas no.  
175950 y no.  
175952, desde  
el Arco de  
Darwin hasta  
el talud

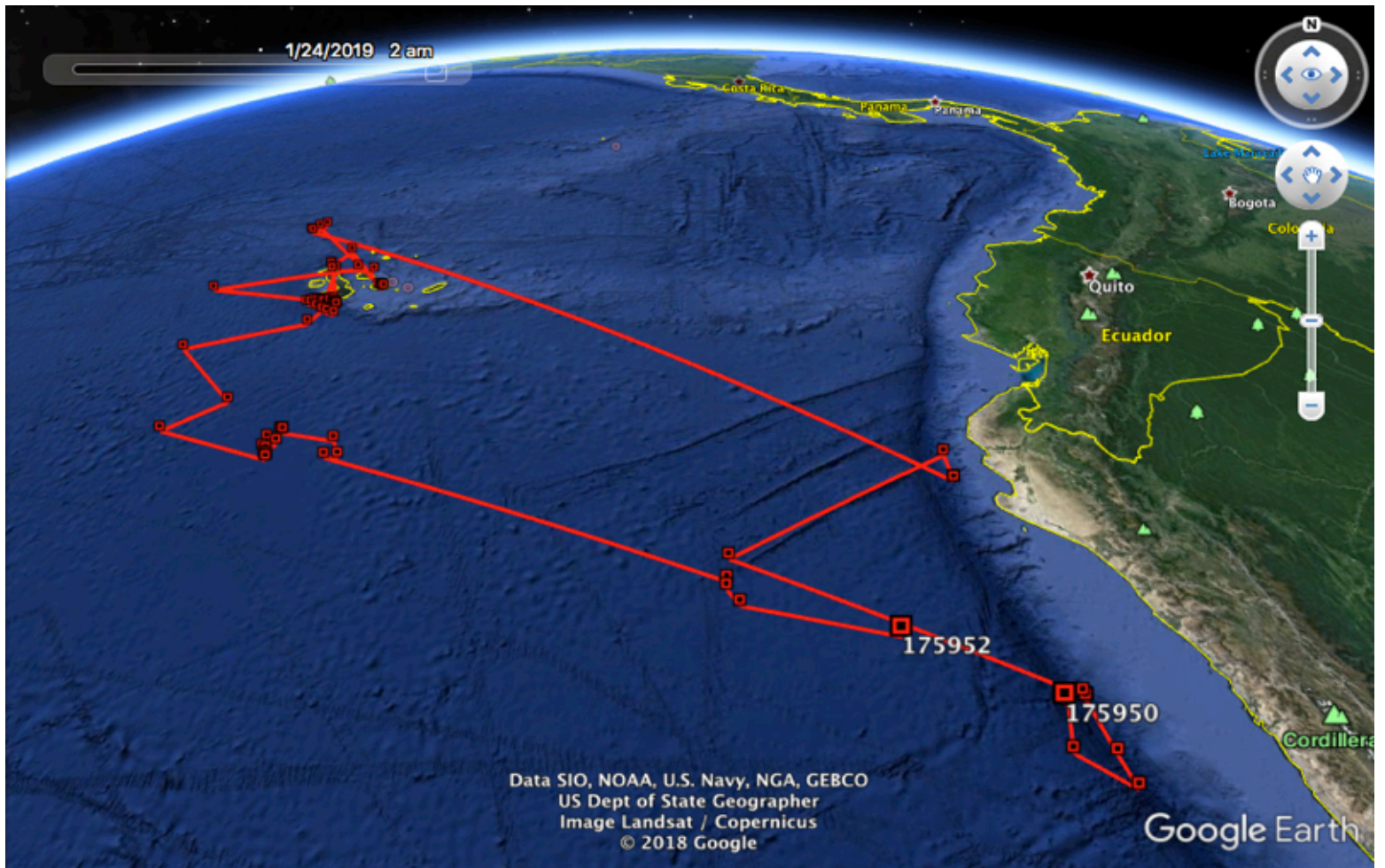


Figura 18:  
Marca no.  
175950 en  
detalle fino,  
demsotrandro  
sus  
movimientos en  
la fosa de  
Peru/Chile.





“místico” en donde se están reproduciendo y dando a luz, no podemos esperar que se creen áreas protegidas marinas que realmente protejan a esta especie y otras que tanto lo necesitan.

La última transmisión de la no. 175950 fue a finales de mayo del 2019. Aunque han pasado cuatro meses desde esa fecha hasta la actualidad, las marcas siguen activas con la esperanza de que los tiburones están viajando debajo de la superficie y puedan volver a transmitir en un futuro.

Resultados de las marcas miniPAT del 2018:

Recibimos resultados de 4 de las 7 marcas miniPAT que colocamos en los tiburones el año pasado (ver figuras 19-22).

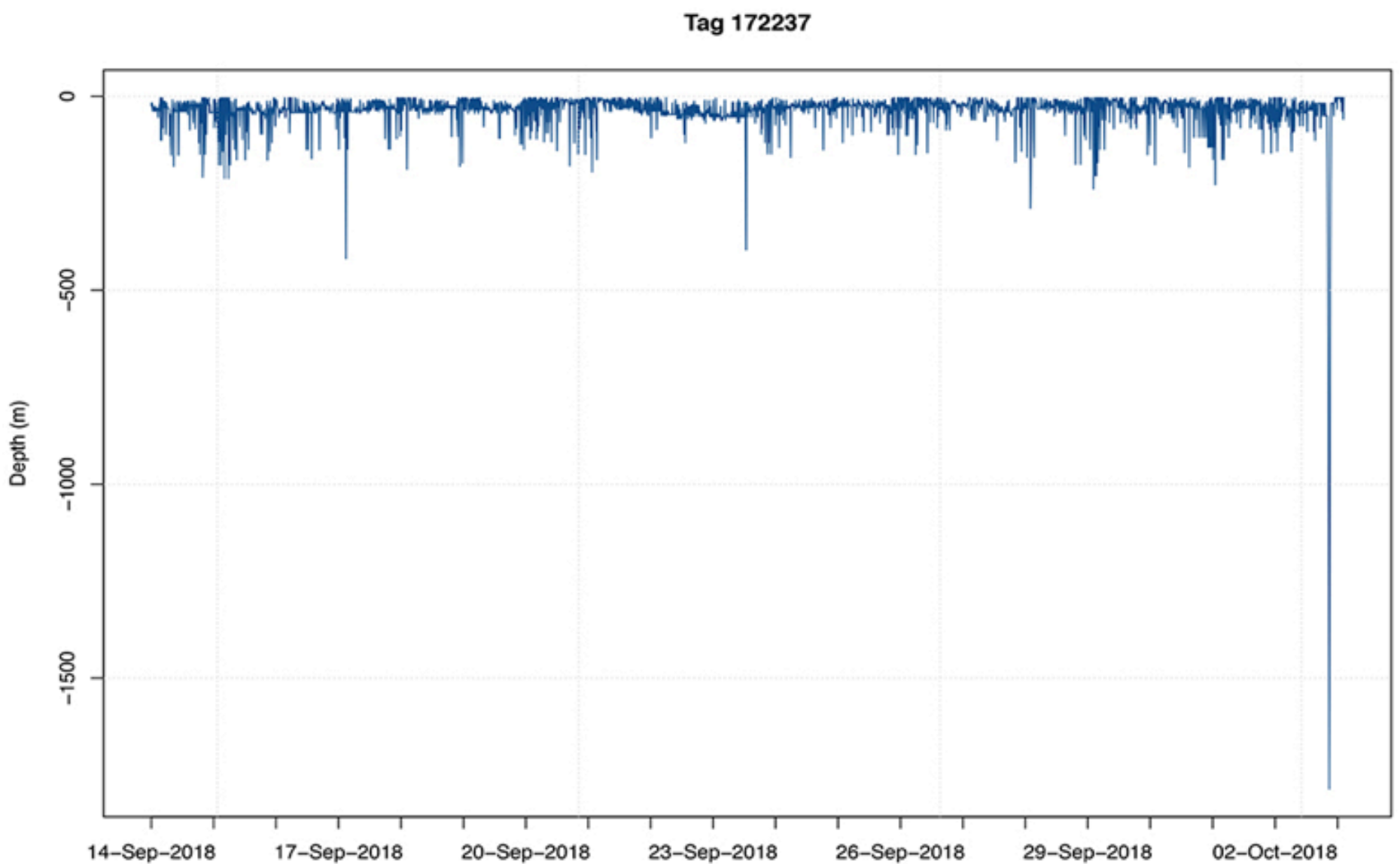


Figura 19: TMarca no. 172237 se soltó temprano por un buceo profundo a 1896m. Tiempo de rastreo: 22 días.



Tag 172238

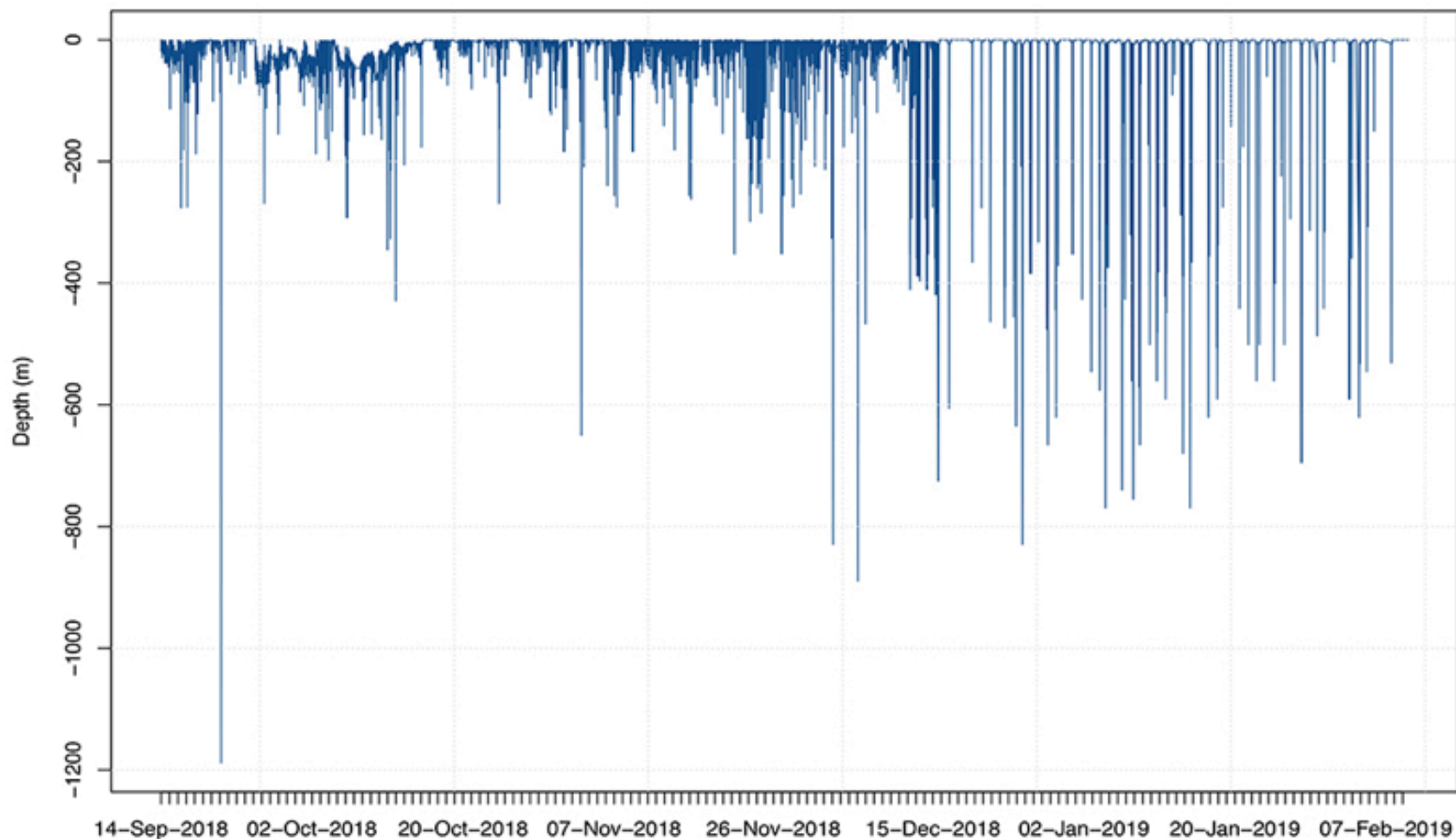


Figure 20: Marca no. 172238 se liberó en la fecha programada. Tiempo de rastreo: 152 días. Profundidad máxima: 1272m.

Tag 172243

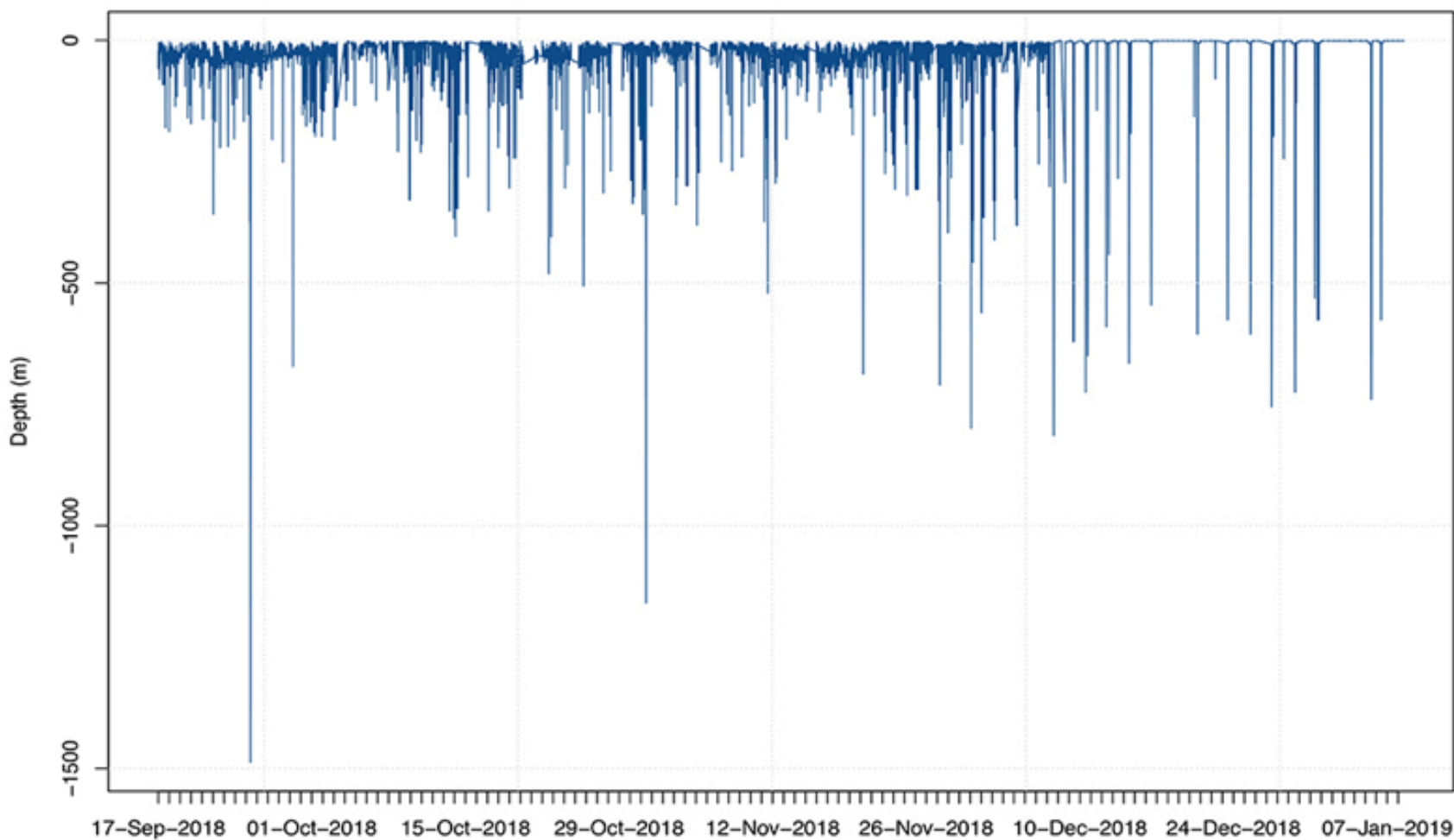


Figure 21: Marca no. 172243 se liberó temprano por razón desconocida. Tiempo de rastreo: 117 días. Profundidad máxima: 1592m.



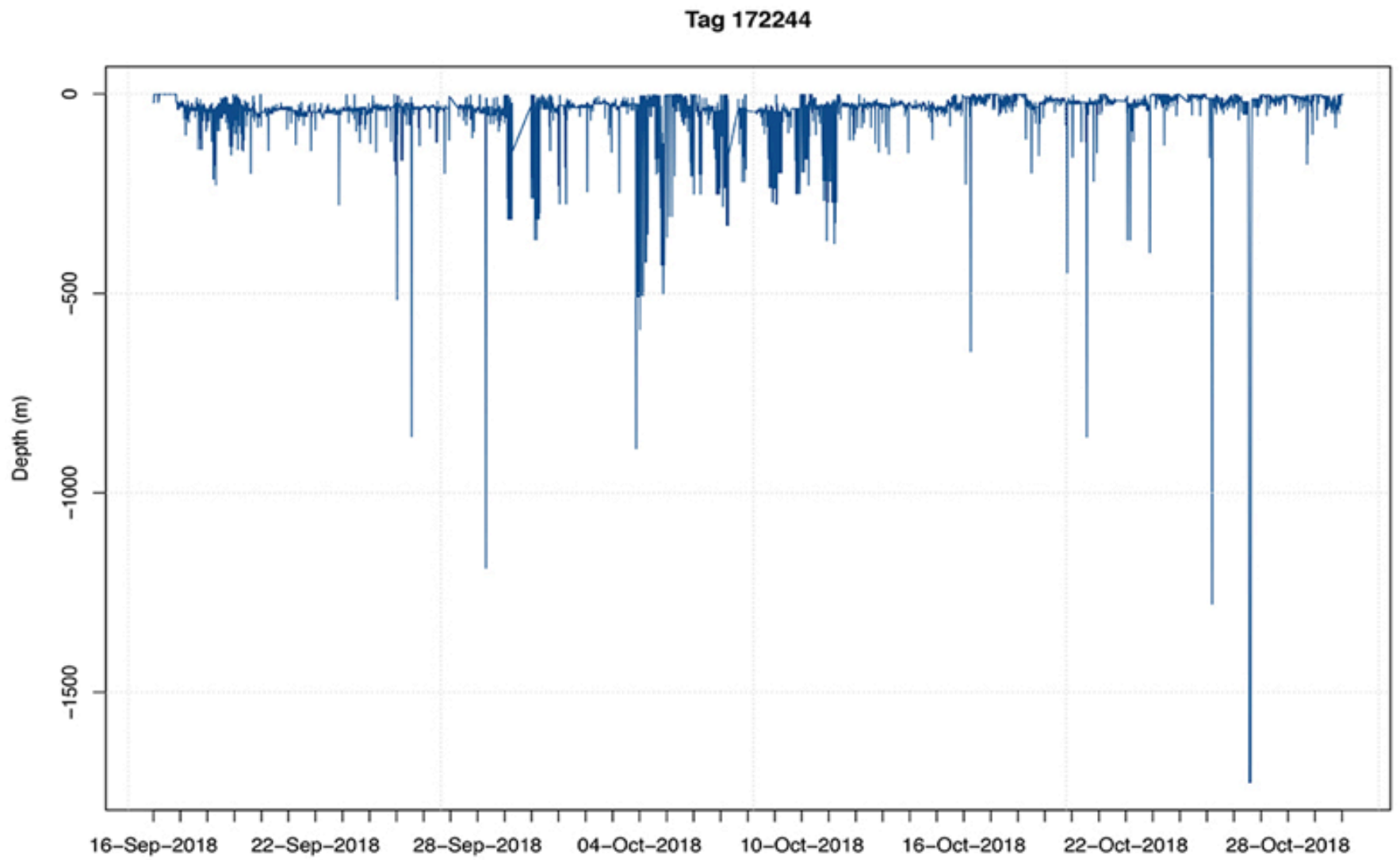


Figure 22: Marca no. 172244 se liberó temprano por buceo profundo. Tiempo de rastreo: 47 días. Profundidad máxima: 1839m.



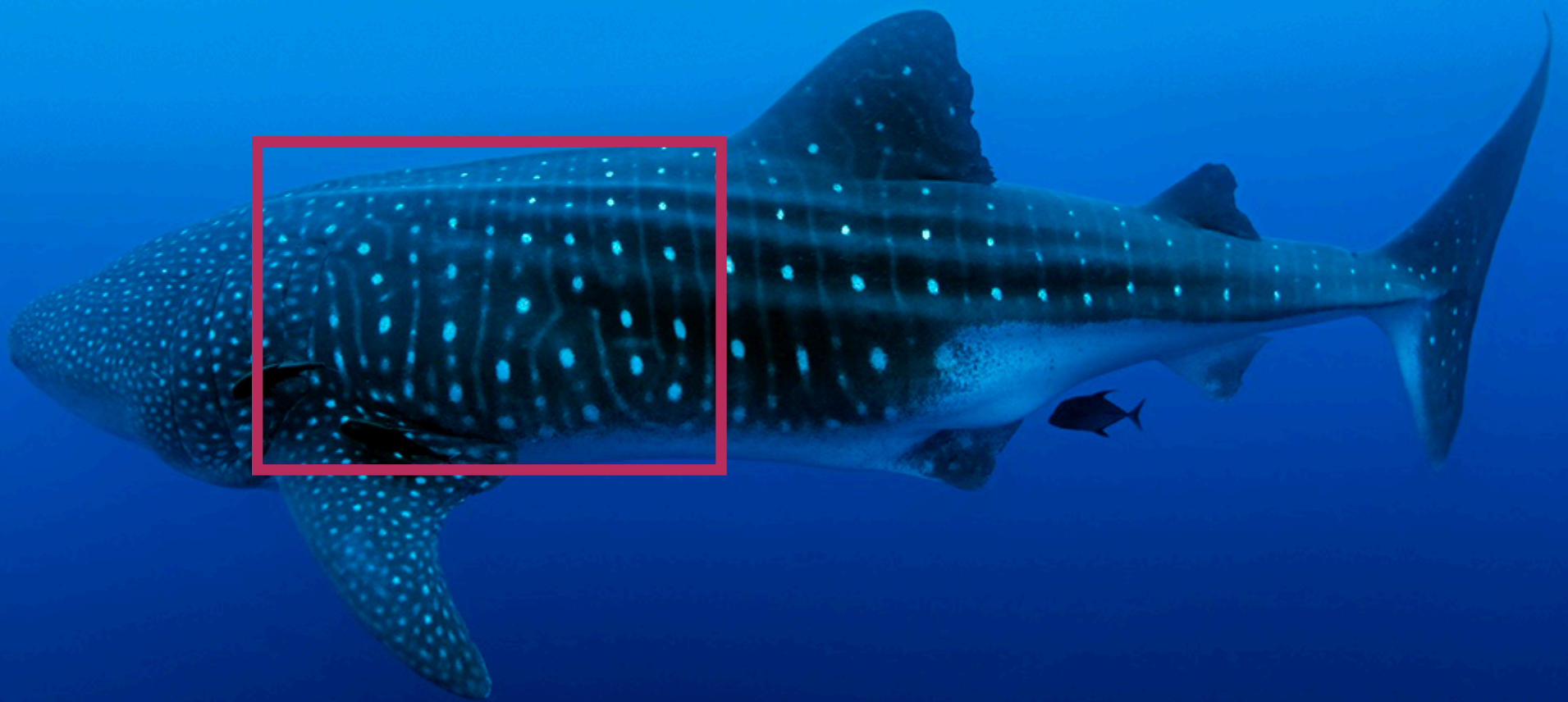


Figura 23: El área en rojo es utilizada para la identificación de cada tiburón individual. Foto ©Jonathan R. Green 2018.

## FOTO IDENTIFICACIÓN

Se fotografiaron e identificaron un total de 33 tiburones ballena individuales. Los datos se subieron a la página web del Wildbook for Whale Sharks, <https://www.whaleshark.org/> un base de datos globales para la identificación del tiburón ballena (Ver Apéndice # 1).

Al igual que con todos los trabajos de campo anteriores, intentamos obtener imágenes del flanco izquierdo y derecho desde la quinta abertura branquial hasta la base anterior de la aleta dorsal, con prioridad en el lado izquierdo. (Figura 23). El propósito de la foto identificación es estudiar la fidelidad del sitio, cuánto tiempo permanecen en el área del Arco Darwin y la frecuencia con la que regresan a esta área. Además, informa sobre cualquier avistamiento anterior o



futuro y proporciona datos de los movimientos de los tiburones durante un período de tiempo. Estos datos pueden usarse para inferir el comportamiento e identificar áreas de necesidades específicas, como la alimentación, la reproducción y el parto.

En Galápagos ya tenemos más de 550 tiburones ballenas individuales identificados, ya que la nueva generación de “Guías de Aventura del Patrimonio” han estado activamente apoyando al proyecto y enviando sus fotografías de identificación a nuestra voluntaria Sofía Green. Gracias especiales a el guía Paulo Tobar, quien ha apoyado al proyecto de manera constante.

Figura 24: **Divers taking photo-ID of a whale shark.** Foto ©Jonathan R. Green 2017







Figura 25: **Whale Shark in the blue.** Foto ©Jenny Waack 2019

## RESULTADOS PRELIMINARES

La nueva metodología de marcaje resultó eficiente y segura para ambos el buzo y el tiburón ballena ya que el uso de una sola pinza de presión para dos marcas asegura que cada tiburón nos provee la información necesaria para analizar el comportamiento de buceo relacionado con estructuras batimétricas su hábitat y temperatura preferencial.

Al retorno de la expedición logramos revisar las transmisiones de las marcas SPOT en la plataforma ARGOS y tuvimos resultados exitosos de las 5 marcas que colocamos en este viaje. Este es el segundo año consecutivo en que tenemos 100% éxito en la transmisión de estas marcas. Igual, de manera exitosa ninguna de las marcas miniPAT ha transmitido señal. Esto significa que ninguna se ha desprendido de manera prematura hasta la fecha de hoy. (figura 26)





Figura 26: Movimientos de las cinco marcas SPOT6-257 desde la fecha de marcaje en la expedición 2019 (ver Apéndice #1)





Figura 27: **Whale shark with diver flying over Darwin Arch's platform.** Foto ©Sofia Green 2019

## CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Ahora que tenemos resultados de largo plazo, tenemos que buscar opciones de marcas que funcionen a profundidades mayores. Los datos de los miniPATs nos han demostrado que estos tiburones están buceando más profundo que 1700 metros continuamente ya que mayoría de nuestras marcas se desprenden de manera prematura por buceos profundos. Para poder estudiar su comportamiento de buceo a detalle, es necesario buscar tecnología que nos permita seguir sus movimientos completos. Como ninguna de las marcas disponibles actualmente tiene esta capacidad, esperamos asociarnos con otros grupos de investigación y tecnología que tengan interés en este campo.

El éxito en la extracción de sangre también está conduciendo a un trabajo de campo que tendrá como objetivo estudiar la salud básica de la población de tiburones ballena en las Islas Galápagos en comparación con otras poblaciones donde se realizó este estudio. Esperamos



incorporar esto con el equipo de Georgia Aquarium que ha llevado a cabo este trabajo anteriormente e incluir un análisis de nano-plásticos de la sangre.

Dado el éxito de la pinza de presión con doble marcas, seguiremos utilizando esta metodología de marcaje hasta que se desarrollen mejores alternativas.

Con los datos obtenidos de las muestras de sangre de la temporada pasada en septiembre, ahora tenemos planeado llevar a cabo la expedición del 2020 a finales de junio/ mediados de julio. Esto es con la intención de comparar niveles hormonales y comportamiento de buceo al comienzo de la temporada de tiburón ballena en Galápagos y a finales de la temporada para ver si hay diferencias significativas.



# RECONOCIMIENTOS & AGRADECIMIENTOS



Foto: Arco de Darwin, Galápagos. ©Jonathan R. Green 2018





Figura 28: **Photo of the head of a whale shark.** Foto ©Jonathan R. Green 2019

Como siempre un agradecimiento especial a nuestros compañeros del Parque Nacional Galapagos por su continuo apoyo, colaboración y participación en el campo.

También a todos nuestros donantes que mantienen la fe en nuestro proyecto y progreso a lo largo de los años.

Por último, pero no menos importante, una vez más, Eduardo "Viko" Rosero y la tripulación de la Reina Mabel, quienes pasaron largas horas en condiciones climáticas difíciles para ayudarnos a tener éxito.

Figura 29: Capitán "Viko" y la Queen Mabel. Foto: © Jonathan R. Green 2018





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña-Marrero D, Jiménez J, Smith F, Doherty PF Jr, Hearn A, et al. (2014) Whale Shark (*Rhincodon typus*) Seasonal Presence, Residence Time and Habitat Use at Darwin Island, Galapagos Marine Reserve. PLoS ONE 9(12): e115946. doi:10.1371/journal.pone.0115946

Hearn AR, Acuña D, Ketchum JT, Peñaherrera C, Green J, Marshall A, Guerrero M, Shillinger G (2014) Elasmobranchs of the Galapagos Marine Reserve. In: Denkinger J, Vinueza L (eds) The Galapagos Marine Reserve: social and ecological interactions in the Galapagos Islands. Springer, New York, pp 23– 59

Joung SJ, Chen C-T, Clark E, Uchida S, Huang WYP (1996) The whale shark, *Rhincodon typus*, is a live-bearer: 300 embryos found in one 'megamamma'supreme. Environ Biol Fish 46:219– 223

Martin, R. A. (2007). A review of behavioural ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*). Fisheries Research, 84(1), 10–16. doi:10.1016/j.fishres.2006.11.010

Ryan JP, Green JR, Espinoza E, Hearn AR (2017) Association of whale sharks (*Rhincodon typus*) with thermo-biological frontal systems of the eastern tropical Pacific. PLoS ONE 12(8): e0182599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182599>

Schmidt J, Chien-Chi C, Sheikh S, Meekan M, Norman B, Joung SJ (2010) Paternity analysis in a litter of whale shark embryos. Endanger Species Res 12(2): 117–124.

Tyminski JP, de la Parra-Venegas R, González Cano J, Hueter RE (2015) Vertical Movements and Patterns in Diving Behavior of Whale Sharks as Revealed by Pop-Up Satellite Tags in the Eastern Gulf of Mexico. PLoS ONE 10(11): e0142156. doi:10.1371/journal.pone.0142156



# APÉNDICE 1



Foto: Whale Shark dwarfs the Hammerhead sharks at Darwin's Arch ©Jonathan R. Green 2018



# <i>Rhinodon typus</i>	Sexo	SPOT #	miniPAT #	Deep Tag #	Fecha de puesta No. Buceo / día	Foto ID	Muestra de Sangre	Biopsia	Tamaño metros
1	F	0	0	195395	01/09/2019 # 1	GD 010919-1	0	0	11,5
2	F	0	0	0	01/09/2019 # 1	No foto identificación	0	0	12
3	F	184029	184036	0	01/09/2019 # 2	GD 010919-2	0	0	10
4	F	0	0	0	02/09/2019 # 1	GD 020919-1	0	0	0
5	F	0	0	195396	02/09/2019 #1	GD 020919-2	0	0	10,5
6	F	184028	184034	0	02/09/2019 # 3	GD 020919-3	0	0	10
7	F	0	0	0	02/09/2019 # 3	GD 020919-4	0	0	10
8	F	0	0	195397	03/09/2019 # 1	GD 030919-1	0	0	11,5
9	F	0	0	0	03/09/2019 # 1	GD 030919-2	0	0	12
10	F	0	0	0	03/09/2019 # 1	GD 030919-3	0	0	5
11	F	184030	184035	0	03/09/2019 # 2	GD 030919-4	0	0	11
12	M	0	0	0	04/09/2019 # 1	No foto identificación	0	0	7
					04/09/2019 # 2				
13	F	184025	184032	0	04/09/2019 # 1	GD 040919-1	0	0	11
					04/09/2019 # 2				
14	F	0	0	0	04/09/2019 # 1	GD040919-2	0	0	10
15	F	0	0	195398	04/09/19 #2	GD040919-3	0	0	11
16	F	0	0	0	04/09/2019 #2	GD040919-4	0	0	5



# <i>Rhinodon typus</i>	Sexo	SPOT #	miniPAT #	Deep Tag #	Fecha de puesta No. Buceo / día	Foto ID	Muestra de Sangre	Biopsia	Tamaño metros
17	F	0	0	0	04/09/19 #3	GD 040919-5	0	0	10
18	F	0	0	0	04/09/19 #3	GD 040919-6	0	0	8
19	F	0	0	0	05/09/19 #1	GD 050919-1	0	0	11
20	F	184027	184037	0	05/09/19 #1	GD 050919-2	0	0	7
21	F	0	0	0	05/09/19 #2	GD 050919-3	0	0	10
22	F	0	0	0	05/09/19 #2	GD 050919-4	0	0	10
					06/09/19 #2				
23	F	0	0	0	05/09/19 #2	GD 050919-5	0	0	10
24	F	0	0	0	05/09/19 #2	GD 050919-6	0	0	10
25	F	0	0	0	06/09/19 #1	GD 060919-1	0	0	10
					06/09/19 #3				
					07/09/19 # 1				
					07/09/19 # 2		1		
26	F	0	0	0	06/09/19 #1	GD 060919-2	0	0	12
27	F	0	0	0	06/09/19 #1	GD 060919-3	1	0	11
					06/09/19 #2				
					06/09/19 #3				



# <i>Rhinodon typus</i>	Sexo	SPOT #	miniPAT #	Deep Tag #	Fecha de puesta No. Buceo / dia	Foto ID	Muestra de Sangre	Biopsia	Tamaño metros
28	F	0	0	0	06/09/19 #2	GD 060919-4	0	0	11
29	F	0	0	0	07/09/19 # 1	GD 070919-1	0	0	12
30	F	0	0	0	07/09/19 # 1	GD 070919-2	1	0	10
31	F	0	0	0	07/09/19 # 2	GD 070919-3	0	0	4
32	F	0	0	0	07/09/19 # 3	GD 070919-4	0	0	10
33	F	0	0	0	08/09/19 # 2	GD 080919-1	1	0	11
34	F	0	0	0	09/09/19 # 1	GD 090919-1	0	0	10
35	F	0	0	0	09/09/19 # 2	GD 090919-2	0	0	12
TOTAL	1M/34F	5	5	4		33	4	0	10,0





Fotos por Jonathan R. Green, Sofia M. Green, Simon J. Pierce, Jenny Waack

© Jonathan R. Green & DPNG, 2015 - 2019, **All Rights Reserved**

Diseño y edición Jenny Waack

Siguen nos en:

(email): [galapagoswhalesharkproject@gmail.com](mailto:galapagoswhalesharkproject@gmail.com)

(web): [www.galapagoswhaleshark.org](http://www.galapagoswhaleshark.org)

(facebook): [www.facebook.com/galapagoswhaleshark](http://www.facebook.com/galapagoswhaleshark)

(instagram): [www.instagram.com/galapagos\\_whale\\_shark\\_project/](http://www.instagram.com/galapagos_whale_shark_project/)

(twitter): [www.twitter.com/Galapagossharks](http://www.twitter.com/Galapagossharks)

(youtube): [www.youtube.com/channel/UCRhn90uOoLNohk3USvq7ULw](http://www.youtube.com/channel/UCRhn90uOoLNohk3USvq7ULw)