



Predicción del Éxito de Forrajeo de los buceos realizados por los Lobos Marinos Finos Sudamericanos en el Perú usando datos de acelerometría

Romero V.^{1,2}, Vega D.², Rivadeneyra S.², Cárdenas S.³,
Majluf P.³, Bertrand S.¹, Tremblay Y.¹



¹Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

²Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

³Centro para la Sostenibilidad Ambiental (CSA)



Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

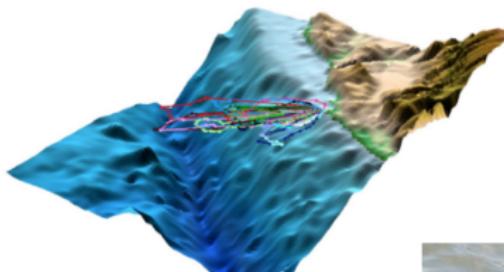
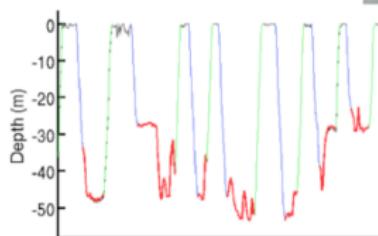
Resultados

Conclusiones

Perspectivas

Agradecimientos

Introducción

Estrategia de Forrajeo
y
Desgaste Energético

ACELERÓMETRO



TDR



Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

Resultados

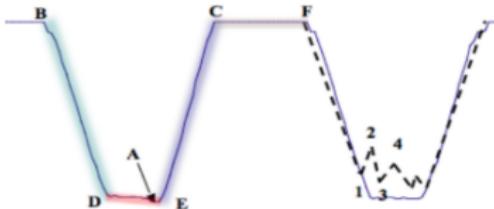
Conclusiones

Perspectivas

Agradecimientos

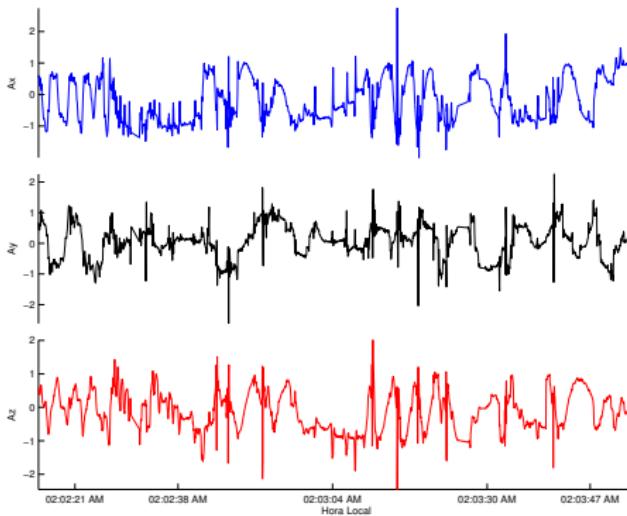
¿Qué datos se obtienen?

Buceos



- B-D: Descenso
- D-E: Fondo
- E-C: Ascenso
- C-F: Recuperación
- 1,2,3,4: Zigzags (Wiggles)

Aceleración



Movimiento en 3 ejes
(Ax,Ay,Az)



Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

Resultados

Conclusiones

Perspectivas

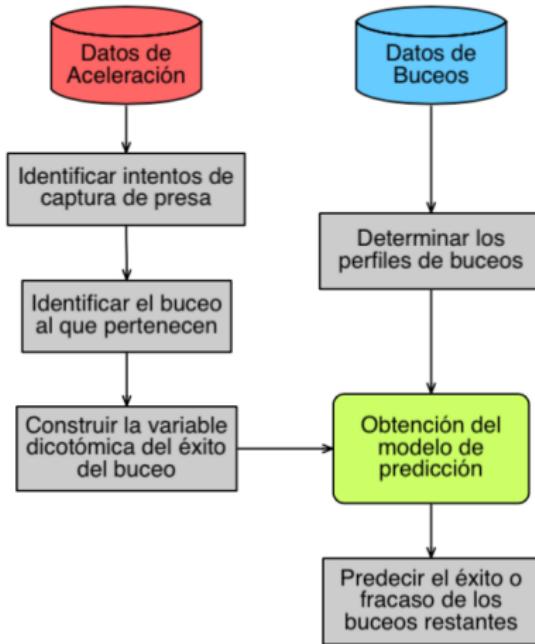
Agradecimientos

Preguntas de Investigación

- ① ¿Se puede identificar eventos de captura de presa como señales de aceleración de alta frecuencia?
- ② ¿Las características de los buceos influyen en la ocurrencia de intentos de captura de presa?
- ③ ¿Difieren los resultados obtenidos del acelerómetro en la cabeza y en la espalda?
- ④ ¿Es mayor el desgaste de energía en un buceo con captura de presa frente a uno que no tiene?



¿Cómo se abarca el estudio?



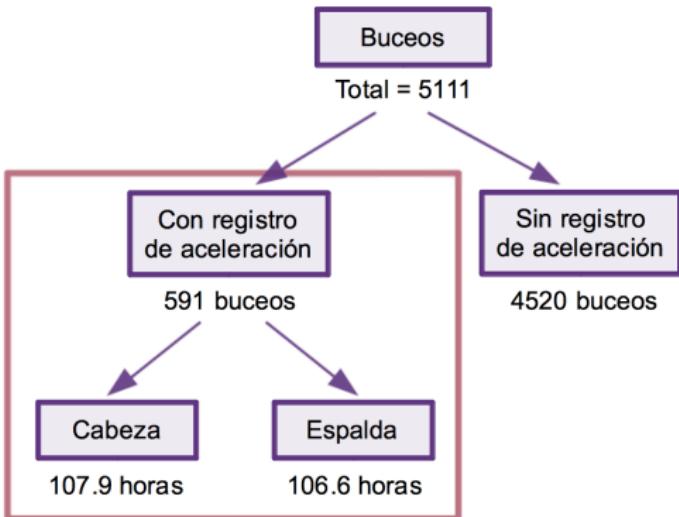


Equipamiento

Se equipó a 5 lobas marinas durante etapa de reproducción en la colonia Punta San Juan (Ica) en el 2011.

- Todas con TDR en la espalda.
- 1 con acelerómetro en la cabeza y espalda.
- 4 con sólo acelerómetros en la espalda.

Loba Marina Analizada



IRD
Institut de recherche
pour le développement

Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

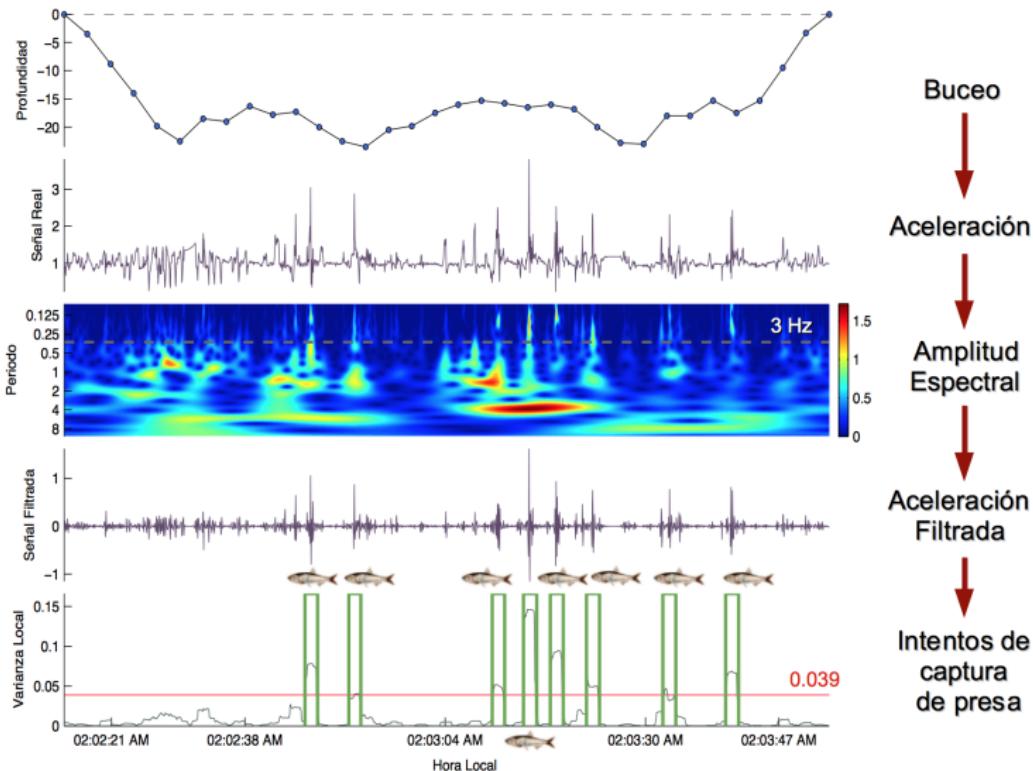
Resultados

Conclusiones

Perspectivas

Agradecimientos

Intentos de Captura de Presa

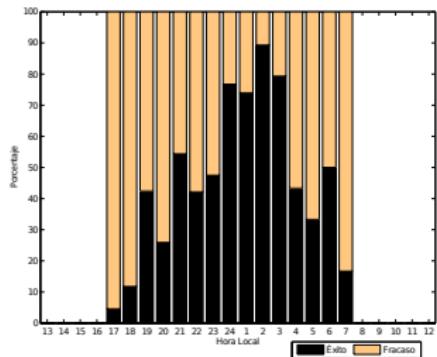




Ocurrencia de Intentos de Captura de Presa

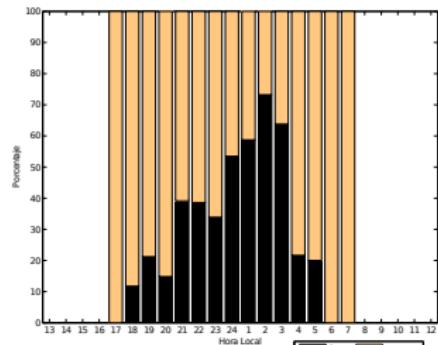
Acelerómetro en la cabeza

Fase del buceo	Número de Intentos de Captura de Presa	Porcentaje
Descenso	156	23.4%
Fondo	399	59.9%
Ascenso	111	16.7%
Total	666	100%



Acelerómetro en la espalda

Fase del buceo	Número de Intentos de Captura de Presa	Porcentaje
Descenso	76	23.3%
Fondo	153	46.9%
Ascenso	97	29.8%
Total	326	100%



IRD
Institut de recherche
pour le développement

Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

Resultados

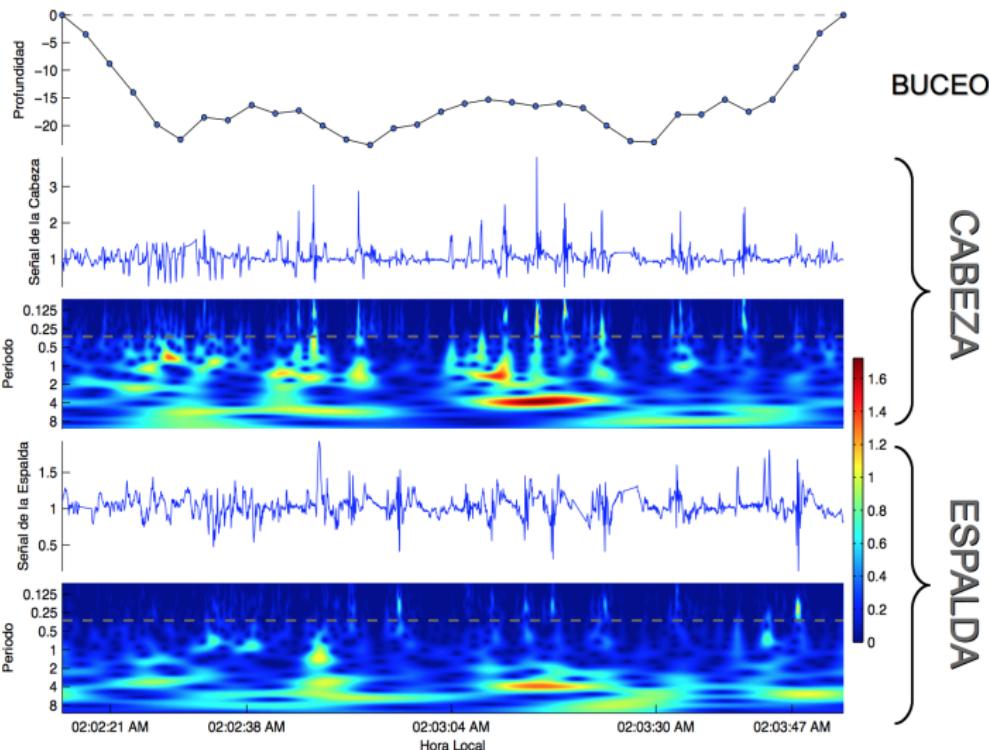
Ocurrencia de
Intentos de
Captura de PresaModelos de
PredicciónAceleración
Dinámica Global
del Cuerpo

Conclusiones

Perspectivas

Agradecimientos

Comparación Cabeza y Espalda





Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

Resultados

Ocurrencia de
Intentos de
Captura de Presa

Modelos de
Predicción

Aceleración
Dinámica Global
del Cuerpo

Conclusiones

Perspectivas

Agradecimientos

Modelo I: Acelerómetro en la cabeza (76.8%)

Variable	Estimación	Error Estándar	t	P-valor	Exp(β)
Intercepción	-4.592	0.5	-9.181	0.000	0.01
Momento del día	0.055	0.0338	1.64	0.101	1.057
Ratio de descenso	2.235	0.443	5.048	0.000	9.346
Ratio de ascenso	1.046	0.32	3.272	0.001	2.847
Zigzags en el descenso	0.336	0.131	2.562	0.0104	1.3997
Zigzags en el ascenso	0.5202	0.2204	1.236	0.018	1.682
Rango de profundidades	0.112	0.03	4.268	0.000	1.118

Modelo II: Acelerómetro en la espalda (72.4%)

Variable	Estimación	Error Estándar	t	P-valor	Exp(β)
Intercepción	-5.081	0.536	-9.475	0.000	0.006
Profundidad máxima	-0.049	0.021	-2.306	0.021	0.952
Tiempo de descenso	0.035	0.014	2.477	0.013	1.036
Ratio de descenso	3.069	0.508	6.045	0.000	21.514
Ratio de ascenso	0.969	0.341	2.838	0.005	2.635
Zigzags en el descenso	0.253	0.132	1.923	0.055	1.288
Zigzags en el ascenso	0.368	0.2001	1.836	0.066	1.444
Rango de profundidades	0.125	0.031	4.036	0.000	1.133



IRD
Institut de recherche
pour le développement

Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

Resultados

Ocurrencia de
Intentos de
Captura de Presa

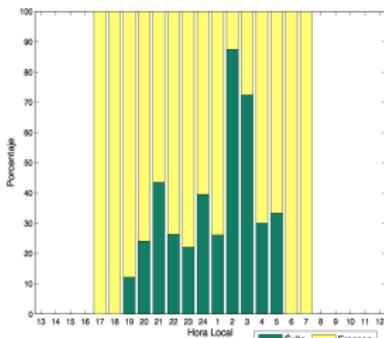
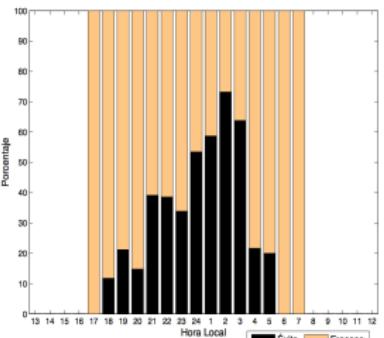
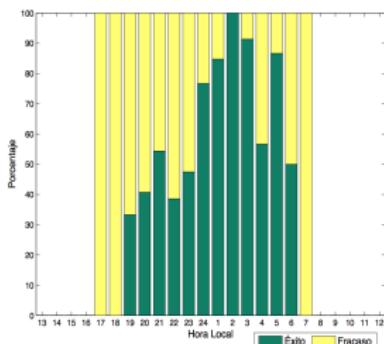
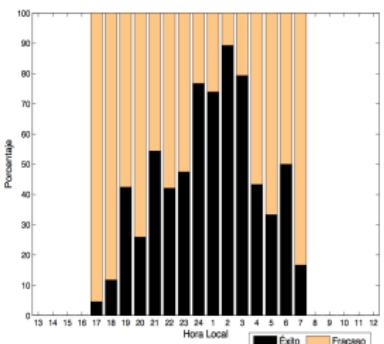
Modelos de
Predicción

Aceleración
Dinámica Global
del Cuerpo

Conclusiones

Perspectivas

Agradecimientos



CABEZA

ESPALDA



Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

Resultados

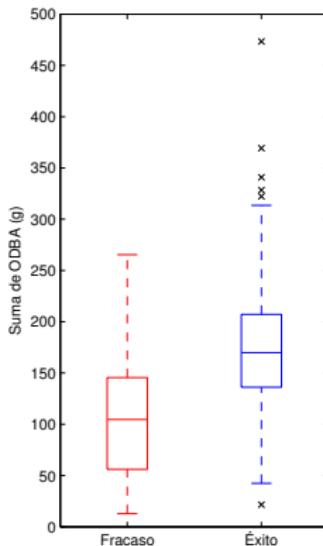
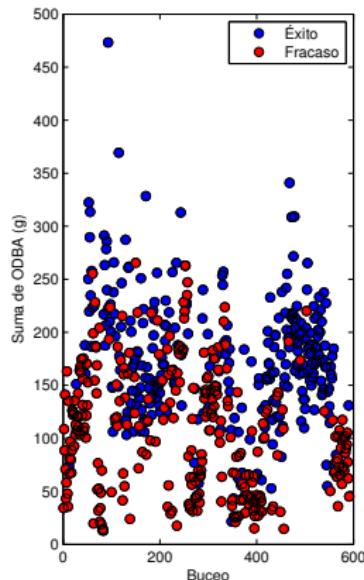
Ocurrencia de
Intentos de
Captura de PresaModelos de
PredicciónAceleración
Dinámica Global
del Cuerpo

Conclusiones

Perspectivas

Agradecimientos

Éxito del Buceo y ODBA



Prueba Estadística

$$t_{calc} = 13.4, p < 0.0001$$



Conclusiones

- ① Intentos de captura de presa ⇒ señales de aceleración de alta frecuencia y baja amplitud (Límite de detección > 3Hz).
- ② Modelo Logístico:
 $\pi(\text{Captura Presa}) = f(\text{Perfil Buceo})$
↑ Ratio de descenso y ↑ Rango de profundidades al encontrar presa.
- ③ Existen diferencias entre cabeza y espalda. Falta de discriminación con la espalda, pero hay patrones que se mantienen.
- ④ La loba marina invierte mayor energía en sus buceos con captura de presa ($t_{calc} = 13.4, p < 0.0001$).



Perspectivas

Esta tesis deja el campo abierto a futuros estudios tales como:

Futuras Consideraciones

- Estimar porcentajes de buceos exitosos en datos históricos.
- Incluir a las demás lobas marinas en la modelación.
- Mayor estudio de las frecuencias y amplitudes de las señales de aceleración ⇒ Otros patrones de comportamiento.
- Desgaste de energía (ODBA) = $f(\text{Perfil del buceo})$



Agradecimientos

Gracias a:

- El equipo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) que trabaja en Punta San Juan.
- El equipo del Proyecto TOPINEME.
- Todos los voluntarios que han sido parte del trabajo de campo.
- John Arnould por proporcionar los acelerómetros.



Introducción

Planteamiento
del Problema

Metodología

Resultados

Conclusiones

Perspectivas

Agradecimientos

¿Algunas preguntas?

