

Curso PEDECIBA-Biología

Diagnóstico y evaluación de los efectos de las prospecciones sísmicas en la fauna marina

Institución proponente: CURE.

Instituciones co-proponentes: Facultad de Ciencias, Facultad de Veterinaria, Udelar.

Instituciones colaboradoras: PMP-BS-Univali, Brasil, Universidade Federal do Paraná, CRD e CRETA Instituto Argonauta, Instituto Albatroz (PMP-BC/ES), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC); Ministerio de Ambiente, Uruguay, Museo Nacional de Historia Natural, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA-MGAP), Asociación civil Karumbé, Asociación civil Yaqu Pacha Uruguay, Grupo Red Nacional de Asistencia a Cetáceos (RENACE).

Modalidad: semipresencial.

Carga horaria: 58 horas (24 h presenciales, 24 horas virtuales (6 clases de 2h c/u y 4 clases de 3 h c/u) y 10 horas de trabajo no presencial)

Créditos: 6

Localidad/departamento: Montevideo.

Fecha de inicio: 06 de octubre de 2026.

Fecha de finalización: 15 de noviembre 2026.

Días y horarios: clases virtuales martes y viernes de 10:00 a 12:00 h; clases presenciales del 13 al 15 de noviembre de 09:00 a 17h.

Lugar: Laboratorios CE-Pec, Facultad de Veterinaria, Udelar

Cupo máximo: 20 personas.

Docentes responsables: Gabriela Vélez-Rubio (Fac. de Ciencias, Udelar y Asoc. civil Karumbé), Paula Laporta (ICO y CURE, Udelar; Asoc. civil Yaqu Pacha Uruguay), Natasha Eliopulos (Fac. Veterinaria, Udelar).

Docentes participantes:

M.V. Daphne Wrobel Goldberg (Ph.D Médica Veterinária Responsável Técnica.Instituto Albatroz - PMP-BC/ES);

M.V. Fábio Henrique de Lima (Responsable Técnico Veterinario del Projeto de Monitoramento de Praias, Bacia de Santos - Laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná- Trecho 06, Brasil);

M.V. MSc. Raquel Beneton Ferioli (MSc. Médica Veterinária Médica Veterinaria Responsable Técnica. CRD e CRETA Instituto Argonauta);

M.V. Tiffany Emmerich (Ph.D Médica Veterinária. Responsable técnica, Unidade de Estabilização de Animais Marinhos, Univali, SC, Brasil);

M.V. Antonio Fernández. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC);

Dra. Gabriela Vélez-Rubio (Fac. de Ciencias, Udelar y Asoc. civil Karumbé);

MSc. Paula Laporta (ICO y CURE, Udelar; Asoc. civil Yaqu Pacha Uruguay);

MSc. M.V Natasha Eliopulos (Fac. Veterinaria, Udelar);

M. V. Emilia Rossini (Fac. Veterinaria, Udelar);

MSc. Meica Valdivia (MNHN, Uruguay);

Fundamentación

La inminente realización de actividades de prospección sísmica en aguas uruguayas plantea la necesidad urgente de contar con capacidades técnicas sólidas para evaluar sus posibles efectos sobre la fauna marina. Estas operaciones generan emisiones acústicas de alta intensidad que pueden afectar a la biodiversidad marina, en particular a cetáceos, tortugas marinas, aves y peces, tanto a nivel comportamental como fisiológico, incluyendo posibles impactos asociados a barotrauma, alteraciones auditivas, desplazamientos y cambios en patrones reproductivos o alimentarios. En este contexto, resulta fundamental fortalecer la formación de profesionales e investigadores en herramientas de diagnóstico, monitoreo y evaluación de impactos, basadas en protocolos estandarizados y en las mejores prácticas internacionales.

El curso se fundamenta en la necesidad de generar información científica robusta y comparable que permita interpretar adecuadamente hallazgos en varamientos, necropsias y monitoreos biológicos, diferenciando causas naturales de potenciales efectos asociados a fuentes acústicas antropogénicas. Asimismo, busca contribuir a la adecuada implementación, seguimiento y evaluación de medidas de mitigación exigidas en los procesos de autorización ambiental, promoviendo una articulación efectiva entre academia, organismos públicos y equipos técnicos.

En un escenario de expansión de actividades offshore en el Atlántico Sudoccidental, fortalecer las capacidades nacionales para el diagnóstico y la evaluación independiente de impactos acústicos no solo es una necesidad técnica, sino también un requisito estratégico para la gestión ambiental basada en evidencia, la transparencia en la toma de decisiones y la protección de la biodiversidad marina del Uruguay.

Objetivos del curso

Objetivo general

Fortalecer las capacidades técnicas y conceptuales de equipos interinstitucionales y multidisciplinarios para planificar y ejecutar de manera estandarizada el seguimiento de varamientos de fauna marina en Uruguay, la evaluación post mortem y la gestión de muestras biológicas, con el fin de generar información diagnóstica sólida que permita detectar e interpretar posibles efectos de la prospección sísmica y respaldar medidas de mitigación.

Objetivos específicos

- Capacitar en protocolos estandarizados para el seguimiento y registro sistemático de varamientos de fauna marina.
- Brindar herramientas para la participación en necropsias bajo dirección veterinaria, aplicando buenas prácticas internacionales.
- Formar en técnicas de recolección, acondicionamiento y cadena de custodia de muestras biológicas.
- Promover la correcta interpretación básica de hallazgos biológicos y patológicos potencialmente asociados a impactos acústicos.
- Contribuir a la generación de datos comparables y técnicamente robustos para la toma de decisiones y la gestión ambiental.

Contenidos y cronograma del curso

Clase	Fecha/duración	Tema	Responsable
Teóricos a distancia			
1.	6 de octubre. 2 horas.	Biología y ecología de especies de mamíferos marinos en Uruguay y la región.	Paula Laporta y Meica Valdivia
2	9 de octubre 2 horas.	Biología y ecología de especies de tortugas marinas en Uruguay y la región.	Gabriela Vélez-Rubio.
3	16 de octubre 2 horas.	Abordaje integral de varamientos desde la Medicina de la Conservación Procedimientos de respuesta: clasificación (vivo/muerto), códigos de descomposición de los animales muertos, marcado, georreferenciación, fotografía estandarizada (con escala e identificación) Medidas biométricas, evaluación corporal (puntuación), documentación de lesiones externas Bioseguridad y EPI; riesgos zoonóticos (gripe aviar),	Natasha Eliopulos y Meica Valdivia

		desinfección y eliminación de residuos	
4	20 de octubre 2 horas.	Prospecciones sísmicas en el mar y sus impactos en la fauna marina.	Paula Laporta, Meica Valdivia y Gabriela Vélez Rubio
5	23 de octubre 3 horas	Patologías y mortalidad de cetáceos asociados a fuentes acústicas de alta intensidad y media frecuencia o baja frecuencia	Antonio Fernández (ULPGC)

6 y 7	27 de octubre 4 horas (se dividirá en dos clases de 2 h)	Necropsia base cetáceos y pinnípedos, recolección de muestras y hallazgos compatibles con el impacto acústico • Anatomía y particularidades de mamíferos, aves y reptiles marinos • Técnicas de necropsia para mamíferos, aves y reptiles marinos • Histopatología, microbiología, toxicología y contaminantes (hígado, grasa/blubber), genética (músculo/piel), parasitología, contenido estomacal/residuos sólidos antropogénicos • Muestras específicas para evaluación acústica/barotrauma: bulas timpánicas y embolia gaseosa/grasa (mamíferos) • Embolia gaseosa en tortugas marinas • Recolección, conservación, etiquetado y envío de muestras; ejercicios de cadena de custodia	Tiffany Emmerich da Silva, Daphne Wrobel Goldberg, Fábio Lima, Raquel Beneton y Emilia Rossini
-------	---	--	---

7	30 de octubre 3 horas	Necropsia base de tortugas marinas, recolección de muestras y hallazgos compatibles con el impacto acústico Idem anterior	Daphne Wrobel Goldberg y Gabriela Vélez-Rubio
8	3 de noviembre 3 horas	Técnicas y procedimientos para la recolección e interpretación de material biológico para el análisis del síndrome de embolia gaseosa y en grasa.	Antonio Fernández (ULPGC)
9	6 de noviembre 3 horas	Técnica de recolección de muestras de tejidos para análisis de impactos de la investigación sísmica (gas, bulas e embolia en grasa).	Tiffany Emmerich da Silva, Daphne Wrobel Goldberg, Fábio Lima, Raquel Beneton
Prácticos presenciales (horario: 09:00 a 17:00 horas)			
1	13 de noviembre mañana	Necropsia de un ejemplar de pinnípedo y discusión de lo observado. Registro de cada etapa y definición de momentos claves para la vinculación con la actividad sísmica.	Tiffany Emmerich da Silva, Fábio Lima, Raquel Beneton
2	13 de noviembre tarde	Necropsia de un ejemplar de tortuga marina y discusión de lo observado	Daphne Wrobel Goldberg

3	14 de noviembre mañana	Necropsia de un ejemplar de cetáceo y discusión de lo observado	Tiffany Emmerich da Silva, Fábio Lima, Raquel Beneton
4	14 de noviembre tarde	Necropsia de un ejemplar de cetáceo y discusión de lo observado	Tiffany Emmerich da Silva, Fábio Lima, Raquel Beneton
5	15 de noviembre mañana	Ejercicio de la técnica de necropsia para participantes y discusión de lo observado	Tiffany Emmerich da Silva, Daphne Wrobel Goldberg, Fábio Lima, Raquel Beneton y docentes nacionales
6	15 de noviembre tarde	Práctica de preparación de bulas timpánicas para análisis.	Tiffany Emmerich da Silva, Goldberg, Fábio Lima, Raquel Beneton

Metodología

El curso se realizará en modalidad semipresencial, con clases teóricas de 2-3 h de duración cada una y una parte práctica presencial en Montevideo, de 3 días

de duración para la realización de necropsias de ejemplares de mamíferos, tortugas y aves marinas y la observación, recolección y procesamiento de muestras de tejidos para el análisis y evaluación de las actividades sísmicas en relación a la causa de muerte de los animales.

Se usarán presentaciones para las clases teóricas vía zoom, así como un espacio en el EVA para la organización de los materiales del curso y el intercambio entre docentes y estudiantes.

La parte práctica se llevará a cabo en el Lab. de Fac. de Veterinaria y permitirá la participación activa de los inscritos al curso.

Evaluación

El curso tendrá una evaluación de conocimiento durante la práctica, así como un cuestionario teórico para ser respondido en forma individual.

Forma de aprobación

Con asistencia (80% de las clases y la totalidad de las clases prácticas) y evaluación práctica y teórica individual. Formulario online con preguntas sobre temas que fueron trabajados en el curso.

Bibliografía de referencia

Affatati A and Camerlenghi A (2023) Effects of marine seismic surveys on free-ranging fauna: a systematic literature review. *Front. Mar. Sci.* 10:1222523. doi: 10.3389/fmars.2023.1222523

Bernaldo De Quirós, Y., González-Díaz, Ó., Arbelo, M., Andrada, M., and Fernandez, A. Protocol for gas sampling and analysis in stranded marine mammals. Protocol exchange. 2012.

Bernaldo De Quirós, Y., González-Díaz, Ó., Saavedra, P., Arbelo, M., Sierra, E., Sacchini, S., Jepson, P.D., Mazzariol, S., Di Guardo, G., Fernández, A. Methodology for in situ gas sampling, transport and laboratory analysis of gases from stranded cetaceans. *Scientific Reports* 1, 193. 2011.

Bernaldo De Quirós, Y., Saavedra, P., Mollerlokken, A., Brubakk, A.O., Jorgensen, A., González-Díaz, O., Martín-Barrasa, J.L., and F Abramowsky, C. R., Pickett, J. P., Goodfellow, B. C.; Bradford, W. D. Comparative demonstration of pulmonary fat emboli by 'en bloc' osmium tetroxide and oil red O methods. *Human pathology* 12, 753-755. 1981.

Bernaldo De Quirós, Y., Seewald, J.S., Sylva, S.P., Greer, B., Niemeyer, M., Bogomolni, A.L., Moore, M.J. Compositional discrimination of decompression and decomposition gas bubbles in bycaught seals and dolphins. *PLoS One* 8, e83994. 2013

Clark, C.W., Ellison, W.T., Southall, B.L., Hatch, L., Van Parijs, S., Frankel, A., and Ponirakis, D. 2009. Acoustic Masking in Marine Ecosystems as a Function of Anthropogenic Sound Sources. IWC document SC-61 E10.

DeRuiter, S. L., & Doukara, K. L. (2012). Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure. *Endangered Species Research*, 16, 55-63.

Di Iorio, L. and Clark, C.W. 2010. Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. *Biol. Lett.* 6 (1): 51-54. doi:10.1098/rsbl.2009.0651

Fernández, A., Edwards, J.F., Rodríguez, F., De Los Monteros, A.E., Herráez, P., Castro, P., Jaber, J.R., Martín, V.; Arbelo, M. "Gas and fat embolic syndrome" involving a mass stranding of beaked whales (Family Ziphiidae) exposed to anthropogenic sonar signals. *Veterinary Pathology* 42, 446-457. 2005.

Geraci, J. R.; Lounsbury, V. J. *Marine Mammals Ashore: A Field guide for strandings*. Galveston, Texas: Texas A&M University, 305 p., 1993.

Harms, C. A., Nowacek, D. P., & Piniak, W. E. D. (2023). Workshop report: methods to examine behavioral and physiological responses of sea turtles to sound.

Hildebrand, J. A. 2005. Impacts of anthropogenic sound. In: Reynolds, J.E. et al. (eds.), *Marine mammal research: conservation beyond crisis*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, pp. 101-124.

Jepson, P.D., Arbelo, M., Deaville, R., Patterson, I.A.P., Castro, P., Baker, J.R., Degollada, E., Ross, H.M., Herraiez, P., Pocknell, A.M., Rodriguez, F., Howie, F.E., Espinosa, A., Reid, R.J., Jaber, J.R., Martin, V., Cunningham, A.A., Fernandez, A. Gas-bubble lesions in stranded cetaceans - Was sonar responsible for a spate of whale deaths after an Atlantic military exercise? *Nature* 425, 575-576. 2003.

Ketten, D. R.; Cramer, S. R.; Arruda, J. J. *A Manual for the Removal, Fixation and Preservation of Cetacean Ears*. Woods Hole Oceanographic Institution: Woods Hole. 2007.

LEVY, D. The fat embolism syndrome: A review. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 261, 281–286. 1990.

Morell, M.; André, M. Ear extraction and fixation protocol (available at http://www.zoology.ubc.ca/files/Ear_extraction_and_fixation_protocol_UBC.pdf). 2009.

Morell, M.; Brownlow, A.; McGovern, B.; Raverty, S.A.; Shadwick, R.E.; André, M. Implementation of a method to visualize noise-induced hearing loss in mass stranded cetaceans. *Scientific Reports* 7, 41848; doi: 10.1038/srep41848. 2017.

Nelms, S. E., Piniak, W. E., Weir, C. R., & Godley, B. J. (2016). Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat?. *Biological conservation*, 193, 49-65.

Pirotta, E., Brookes, K.L., Graham, I.M., and Thompson, P.M. 2014. Variation in harbour porpoise activity in response to seismic survey noise. *Biol. Lett.* 10: 20131090. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2013.1090>.

SILVA, F.J.L.; FARIAS, D.S.D.; BOMFIM, A.C.; GAVILAN, S.A.; ATTADEMO, F.L.N.; FRAGOSO, A.B.L.; REVÔREDO, R.A.; CAVALCANTE, R.M.S.; LUNA, F.O. (Orgs). 2020. Protocolo sobre diagnóstico dos efeitos da pesquisa sísmica em mamíferos aquáticos. Brasília: ICMBio.63 p.

Vélez-Rubio GM, Estrades A, Fallabrino A and Tomás J (2013) Marine turtle threats in Uruguayan waters: insights from 12 years of stranding data. *Marine Biology* 160: 2797-2811. DOI: 10.1007/s00227-013-2272-y

Vélez-Rubio GM & Tomás J (2016) RESEARCH TECHNIQUES IN THE STUDY OF MARINE TURTLE STRANDINGS. In: J. Rguez-Baron, M. Lara-Uc and R. Rodriguez (Eds.) *Advances in Research Techniques for the Study of Sea Turtles*. Nova Science Publishers, Inc New York. ISBN 978-1-63484-048-4 https://www.researchgate.net/publication/320537616_Research_techniques_in_the_study_of_marine_turtle_strandings