



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

Oficio Núm.163/2025-2

DR. LUIS ENRIQUE PALAFOX MAESTRE
RECTOR Y PRESIDENTE DEL H. CONSEJO UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
P R E S E N T E.-

Anteponiendo un cordial saludo, y en atención al oficio 980/2025-2 enviado por nuestra Secretaria General, me permito poner a su consideración y la del H. Consejo Universitario, la propuesta de creación de la **Maestría en Oceanografía Operacional (MACOO)** por parte del este Instituto de Investigaciones Oceanológicas.

MACOO formará maestros en ciencias capaces de diseñar, desarrollar e implementar sistemas operacionales que apoyen la evaluación, diagnóstico y monitoreo de los ambientes marinos y costeros.

Adjunto a la presente propuesta sírvase encontrar el proyecto de creación de dicho programa educativo, así como toda la documentación relevante.

Sin otro particular le reitero mi consideración distinguida y quedo a su disposición para cualquier duda o comentario.



ATENTAMENTE
Ensenada, B.C. a 07 de noviembre de 2025
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"
DIRECTOR

DR. LUIS WALTER DAESSLÉ HEUSER

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE BAJA CALIFORNIA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
OCEANOLÓGICAS

**Universidad Autónoma
de Baja California**

C.C.P. M.I. Edith Montiel Ayala-. Secretaria General.
Dra. Dora Luz Flores Gutiérrez-. Coordinadora General de Investigación y Posgrado.
Minutario
LWDH/cmt

07 NOV 2025

**RECTORÍA
RECIBIDO**



ACTA DEL CONSEJO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN

En atención a la convocatoria emitida el 13 de agosto de 2025, por el Dr. Luis Walter Daesslé Heuser, Presidente del H. Consejo Técnico de Investigación y Director del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), en la Ciudad de Ensenada, Baja California, siendo las 11:00 horas, del día 22 de agosto de 2025, en la Sala Audiovisual del Edificio Katsuo Nishikawa, se reunieron los miembros del H. Consejo Técnico de Investigación de este Instituto, para proceder al siguiente:

ORDEN DEL DÍA

1. Lista de Asistencia y Declaración de Quórum Legal.
2. Aprobación del Orden del Día.
3. Revisión, discusión y sugerencias al documento de referencia para la operación de programas de posgrado (DROPP) de la propuesta de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional, por parte de este Instituto.
4. Asuntos Generales.
5. Clausura de la Asamblea.

Punto 1. Lista de Asistencia y Declaración de Quórum Legal: Se pasó lista de asistencia, contando con la presencia del Dr. Luis Walter Daesslé Heuser, Presidente y Director del IIO, Dr. Leopoldo Guillermo Mendoza Espinosa, suplente y Subdirector del IIO; cinco Consejeros Propietarios (Dr. Napoleón Gudiño Elizondo, Dr. Carlos Orión Norzagaray López, Dra. Hortencia Silva Jiménez, Dra. María Teresa Viana Castrillón y la M.E. Michelle Villalobos Cristerna), cuatro Consejeros Suplentes (Dra. Nancy Ramírez Álvarez, Dr. José Miguel Sandoval Gil, Dr. Oscar Basilio Del Rio Zaragoza y el M. en E.A. Eduardo Calderón Alvarado); de acuerdo a la asistencia registrada, se declaró formalmente establecida la sesión del H. Consejo Técnico de Investigación.

Michelle Villalobos C.

MTV



Página No. 2/4

ACTA DEL CONSEJO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN

Punto 2. Aprobación del Orden del Día: Se procedió a dar lectura al Orden del Día, por parte del Dr. Luis Walter Daesslé Heuser, Presidente del H. Consejo Técnico de Investigación y Director del IIO. Existió consenso por parte de los consejeros en este asunto y se aprobó el Orden del Día.

Punto 3. Revisión, discusión y sugerencias al documento de referencia para la operación de programas de posgrado (DROPP) de la propuesta de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional, por parte de este Instituto:

Tras solicitar autorización al H. Consejo de Investigación, para que el Dr. Eduardo Amir Cuevas Flores, Coordinador de la Maestría en Oceanografía Operacional (MACOO) hiciera una presentación acerca de los aspectos más relevantes del programa educativo propuesto, se procedió con dicha presentación ante el pleno del Consejo. Los y las integrantes del Consejo Técnico, con anterioridad, habían recibido el documento de referencia para la operación del posgrado (DROPP), mismo que declararon haber leído con detenimiento. Tras la presentación, se realizaron comentarios en respaldo a la creación de MACOO y se reconoció el trabajo dedicado que se había realizado para la elaboración del DROPP. Asimismo se discutió la importancia del esquema propuesto a futuro, en el que las cuatro áreas de conocimiento en las que se divide el programa, fuesen aprovechadas para crear la oferta profesionalizante a manera de módulos o diplomados en formato no escolarizado y semiescolarizado, a través del Centro de Educación Continua. Esto sería especialmente relevante, en caso de que no se contase con becas para los estudiantes en el formato propuesto para la maestría, que es escolarizado. Por otro lado, se discutió acerca del valor agregado que da al programa el proyecto de vinculación con valor en crédito (PVVC), que se incluye. Finalmente se aclaró que, en el estudio de fundamentación, sí fue considerada la percepción de la comunidad estudiantil.

Tras agotar los comentarios, el H. Consejo Técnico de Investigación, votó por unanimidad a favor de la creación del programa de Maestría en Oceanografía Operacional, para que la propuesta pueda ser turnada al H. Consejo Universitario.

Michelle Villalobos



Página No. 3/4

ACTA DEL H. CONSEJO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN

Punto 4. Asuntos Generales: Habiendo agotado el punto anterior el Dr. Luis Walter Daesslé Heuser comentó que de existir algún asunto general que quisieran tratar, era el momento de hacerlo. No habiendo ningún tema en particular, se pasó al punto 5 del orden del día.

Punto 5. Clausura de la sesión: Siendo las 13:00 horas del día 22 de agosto de 2025, se declaró cerrada la sesión.

H. CONSEJO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis Walter Daesslé Heuser
Presidente

Dr. Leopoldo G. Mendoza Espinosa
Suplente de Presidente

Dr. Napoleon Gudiño Elizondo
Consejero Propietario

Dr. Carlos Orión Norzagaray López
Consejero Propietario

Dra. Hortencia Silva Jiménez
Consejera Propietaria

Dra. María Teresa Viana Castrillón
Consejera Propietaria

M.E. Michelle Villalobos Cristerna
Consejera Propietaria



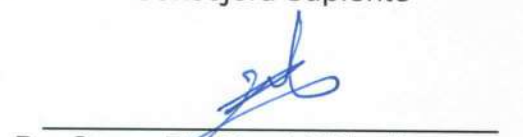
Página No. 4/4

ACTA DEL H. CONSEJO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN

H. CONSEJO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN


Dra. Nancy Ramírez Álvarez
Consejera Suplente


Dr. José Miguel Sandoval Gil
Consejero Suplente

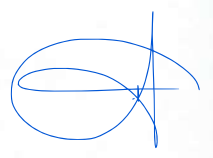

Dr. Oscar Basilio del Rio Zaragoza
Consejero Suplente


M. en E.A. Eduardo Calderón Alvarado
Consejero Suplente



Michelle Vilalobos





MTV



De



ACTA DEL CONSEJO DE VINCULACIÓN

En atención a la convocatoria emitida el 13 de agosto de 2025, por el Dr. Luis Walter Daesslé Heuser, Director del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), en la Ciudad de Ensenada, Baja California, siendo las 16:00 horas, del día 22 de agosto de 2025, en la Sala de la Dirección del Instituto de Investigaciones Oceanológicas, se reunieron los miembros del Consejo de Vinculación de este Instituto, para proceder al siguiente:

ORDEN DEL DÍA

1. Lista de Asistencia y Declaración de Quórum Legal.
2. Aprobación del Orden del Día. *MTV*
3. Revisión, discusión y sugerencias al documento de referencia para la operación de programas de posgrado (DROPP) de la propuesta de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional, por parte de este Instituto.
4. Asuntos Generales. *di*
5. Clausura de la Asamblea. *pe*

Punto 1. Lista de Asistencia y Declaración de Quórum Legal: Se pasó lista de asistencia, contando con la presencia del Dr. Luis Walter Daesslé Heuser, Coordinador del Consejo de Vinculación y Director del IIO; así como los cuatro Consejeros de Vinculación del IIO: Dra. Nancy Ramírez Álvarez, Dra. María Teresa Viana Castrillón, Dr. Saúl Octavio Salgado Méndez y el Oc. José Enrique Vázquez Moreno. De acuerdo a la asistencia registrada, se declaró formalmente establecida la sesión del Consejo de Vinculación. *ca. saul salgado mendez*

Punto 2. Aprobación del Orden del Día: Se procedió a dar lectura al Orden del Día, por parte del Dr. Luis Walter Daesslé Heuser, Director del IIO. Existió consenso por parte de los asesores en este asunto y se aprobó el Orden del Día. *ca. saul salgado mendez*



Página No. 2/3

ACTA DEL CONSEJO DE VINCULACIÓN

Punto 3. Revisión, discusión y sugerencias al documento de referencia para la operación de programas de posgrado (DROPP) de la propuesta de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional, por parte de este Instituto:

El Dr. Eduardo Amir Cuevas Flores, Coordinador de la Maestría en Oceanografía Operacional (MACOO) presentó los aspectos más relevantes del programa educativo propuesto. Los y las integrantes del Consejo de Vinculación, con anterioridad, habían recibido el documento de referencia para la operación del posgrado (DROPP), mismo que declararon haber leído con detenimiento. Tras la presentación, se realizaron comentarios en respaldo a la creación de MACOO y se reconoció el trabajo dedicado que se había realizado para la elaboración del DROPP. Los y las integrantes del Consejo de Vinculación discutieron a favor de que se cuenta con la modalidad de proyecto de vinculación con valor en crédito (PVVC) como parte del plan de estudios, ya que permite a las empresas definir sus necesidades para estar en la posibilidad de becar y posteriormente contratar a sus becarios, así como llevar a cabo las tesis dentro de las empresas, con la supervisión de personal académico del Instituto, para de esta manera contar con el modelo dual educativo, en el que se aprende haciendo.

Tras agotar los comentarios, el Consejo de Vinculación, votó por unanimidad a favor de la creación del programa de Maestría en Oceanografía Operacional, para que la propuesta pueda ser turnada al H. Consejo Universitario.

Punto 4. Asuntos Generales: Habiendo agotado el punto anterior, el Dr. Luis Walter Daesslé Heuser comentó que de existir algún asunto general que quisieran tratar, era el momento de hacerlo. No habiendo ningún tema en particular, se pasó al punto 5 del orden del día.

Punto 5. Clausura de la sesión: Siendo las 18:00 horas del día 22 de agosto de 2025, se declaró cerrada la sesión.

MTV

Di

Pr

C. DAESLÉ HEUSER

Q



Página No. 3/3

ACTA DEL CONSEJO DE VINCULACIÓN

CONSEJO DE VINCULACIÓN

Dr. Luis Walter Daesslé Heuser
Coordinador del Consejo de Vinculación

Dra. Nancy Ramírez Álvarez
Consejera de Vinculación
Dra. María Teresa Viana Castrillón
Consejera de Vinculación
Dr. Saúl Octavio Salgado Méndez
Consejero de Vinculación
Oc. José Enrique Vázquez Moreno
Consejero de Vinculación



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Propuesta de creación del programa educativo de posgrado
que presenta el Instituto de Investigaciones
Oceanológicas, Campus Ensenada.

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO,
NOVIEMBRE DE 2025.





Dr. Luis Enrique Palafox Maestre

Rector

Mtra. Edith Montiel Ayala

Secretaria General

Dra. Lus Mercedes López Acuña

Vicerrectora del campus Ensenada

Dra. Dora Luz Flores Gutiérrez

Coordinadora General de Investigación y Posgrado

Dr. Luis Walter Daesslé Heuser

Director del Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Dra. Cira Gabriela Montaña Moctezuma

Coordinadora de Investigación y Posgrado del Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Dr. Eduardo Amir Cuevas Flores

Coordinador de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional, Instituto de Investigaciones Oceanológicas

MAP. Francisco Guzmán Aguirre

Jefe del Departamento de Posgrado

M. I. Eduardo Castro González

Jefe del Departamento de Apoyo a la Docencia y la Investigación, campus Ensenada

PROYECTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA EDUCATIVO MAESTRÍA EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL

Coordinación del proyecto

Dr. Eduardo Amir Cuevas Flores

Colaboraciones del proyecto

Dra. Abigail Uribe Martínez
Dr. Napoleón Gudiño Elizondo
Dr. Luis Walter Daesslé Heuser
Dr. Leopoldo G. Mendoza Espinosa

Asesoría y revisión de la metodología de diseño curricular

M. I. Eduardo Castro González
Jefe del Departamento de Apoyo a la Docencia y la Investigación, Campus
Ensenada

M.C.E. Luz Adriana Vital Elías
Analista de Diseño Curricular y Acreditaciones de Posgrado del Departamento de
Apoyo a la Docencia y la Investigación, Campus Ensenada

Índice

1. Datos de identificación del programa educativo.....	10
2. Justificación del programa educativo	10
2.1 Pertinencia del programa educativo	10
2.2 Análisis del mercado laboral.....	13
2.2. Contextualización del programa educativo	16
2.3. Estrategias para el aseguramiento de la calidad del programa educativo...	26
3. Plan de estudios.....	37
3.1. Misión, visión y objetivos del programa educativo.....	37
3.2. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)	38
3.3. Perfil de ingreso	38
3.4. Requisitos de ingreso	40
3.5. Proceso de selección	41
3.6. Tiempo de dedicación	43
3.7. Perfil de egreso	45
3.8. Requisitos de egreso.....	45
3.9 Campo ocupacional.....	46
3.10. Mapa curricular.....	48
3.11. Características de las unidades de aprendizaje	52
3.12. Estrategias de flexibilidad curricular para el programa educativo.....	54
4. Mecanismos de operación del programa educativo	57
4.1. Comité de Estudios de Posgrado	57
4.1.1. Funciones del Comité de Estudios de Posgrado	57

4.1.2. Funciones del Comité de Selección	59
4.1.3. Funciones del Comité Asesor de Tesis	60
4.1.4. Funciones del Comité de Ética/Bioética	60
4.1.5 Funciones de los Subcomités de Bioética	61
4.2. Mecanismos de evaluación del programa educativo de posgrado	62
4.2.1. Evaluación del programa educativo.....	62
4.2.2. Evaluación del cumplimiento de la ruta crítica.....	68
4.3. Características de la tesis	70
4.4. Metodología de enseñanza aprendizaje.....	75
4.5. Seguimiento de egresadas y egresados	77
5. Descripción de la planta académica, Cuerpos Académicos y productos ..	80
5.1. Núcleo académico	80
5.2. Docentes de tiempo parcial o dedicación menor	82
5.3. Cuerpos Académicos	83
5.4. Evaluación de la planta académica	84
5.5. Producción del núcleo académico	85
6. Vinculación	90
6.1. Convenios con organizaciones.....	90
6.2. Actividades de retribución social	92
7. Servicios de apoyo e Infraestructura física	94
7.1. Servicios de apoyo	94
7.1.1. Descripción de la estructura organizacional	94
7.1.2. Funciones de la coordinación del programa educativo.....	95
7.1.3. Servicios de apoyo para el estudiantado	96
7.2 Infraestructura	97

7.2.1. Aulas	97
7.2.2. Laboratorios y Talleres	97
7.2.3. Cubículos y áreas de trabajo	98
7.2.4. Equipo de cómputo y conectividad	99
7.2.5. Equipo de apoyo didáctico	101
7.2.6. Acervos bibliográficos.....	101
8. Recursos financieros para la operación del programa.....	103
9. Referencias	109
10. Anexos	122
10.1. Anexo 1. Evaluaciones de pares externos.	122
10.2. Anexo 2. Formatos metodológicos.	142
10.3. Anexo 3. Programas de unidades de aprendizaje.	152
10.4. Anexo 4. Actas de Comités Técnico y de Vinculación de la Unidad Académica.....	372
10.5. Anexo 5. Estudio de fundamentación.	380

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución horaria y de créditos de las unidades de aprendizaje.....	52
Tabla 2. Desempeño de las y los estudiantes en su trayectoria académica de la maestría.....	64
Tabla 3. Desempeño docente, tutorías, direcciones y producción académica generada.....	65
Tabla 4. Recursos para operar el programa de MACOO: infraestructura y equipamiento.....	66
Tabla 5. Vinculación social, resultados e impacto del programa de la MACOO....	66
Tabla 6. Actualización del plan de estudios y contenidos de las unidades de aprendizaje.....	67
Tabla 7. Descripción del proceso y avances esperados en la ruta crítica de los cuatro semestres de la MACOO.....	68
Tabla 8. Plan de seguimiento a personas egresadas de la MACOO.....	78
Tabla 9. Características del núcleo académico del programa educativo.....	81
Tabla 10. Características de docentes de tiempo parcial o dedicación menor.....	83
Tabla 11. Características de los Cuerpos Académicos participantes en la MACOO.....	84
Tabla 12. Producción académica del Núcleo Académico de la MACOO del 2020 al 2024.....	86
Tabla 13. Espacios para el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje en la MACOO disponibles en el IIO.....	97
Tabla 14. Descripción de las características básicas de los laboratorios del CA-Oceanografía Operacional asociados a la MACOO.....	98
Tabla 15. Espacios disponibles para el personal académico, técnico y estudiantado que se asocia a la MACOO.....	99

Tabla 16. Características básicas del Área de Cómputo del IIO.....	100
Tabla 17. Resumen del equipo didáctico para apoyo de las actividades académicas de la MACOO en el IIO.....	101
Tabla 18. Material bibliográfico digital disponible en la biblioteca de la UABC....	101
Tabla 19. Relación de algunos proyectos de investigación con financiamiento gestionados por investigadoras e investigadores del Cuerpo Académico de Oceanografía Operacional en los últimos 5 años.....	104
Tabla 20. Estimación del costo anual de ejecución de la MACOO, en un esquema de plazos para su proceso de crecimiento.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los programas de posgrado afines al propuesto en MACOO (n = 7).....	18
Figura 2. Mapa curricular de la MACOO.....	51
Figura 3. Organigrama del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC.....	95

1. Datos de identificación del programa educativo

Unidad académica responsable: Instituto de Investigaciones Oceanológicas.

Nombre del programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional.

Campo de orientación: Investigación.

Grado que otorga: Maestría.

Modalidad del programa educativo: Escolarizado.

Características del programa educativo: Unisede.

Organización del programa educativo: Semestral.

Idioma en que se imparte el programa educativo: Español.

Área de conocimiento: Ciencias Naturales y Exactas.

2. Justificación del programa educativo

2.1 Pertinencia del programa educativo

Existe un vínculo fuerte entre las dinámicas de las comunidades costeras y la sustentabilidad de los océanos (Mikhaylov y Plotnikova, 2021). Estas interacciones requieren ser observadas y evaluadas ante potenciales conflictos y problemáticas que son de interés público y que requieren de datos e información sobre sus dinámicas, patrones y umbrales (Ávila-Foucat y Espejel, 2020), para orientar y soportar la implementación de herramientas en la prevención, atención y mitigación de tales problemáticas. Este contexto incluye desde los impactos locales por industrias (turismo, acuicultura, pesquerías, explotación de hidrocarburos), hasta amenazas a escala regional, nacional e incluso mundial, y de largo plazo, como las originadas por el cambio climático. Su relevancia se acentúa por las implicaciones que tienen en términos de seguridad energética y alimentaria (Halpern et al., 2008; Maxwell et al., 2013; Fletcher et al., 2024; Falk et al., 2025).

Una estrategia clave para generar la información requerida en la toma de decisiones que lleve a un aprovechamiento responsable de nuestros océanos es la promoción del desarrollo de nuevas tecnologías y el aprovechamiento al máximo de las existentes.

Así, con base en el Estatuto General (Universidad Autónoma de Baja California, 2019a), el Estatuto Escolar (Universidad Autónoma de Baja California, 2021), el Modelo Educativo (Universidad Autónoma de Baja California, 2018) y el Plan de Desarrollo Institucional (2023-2027) de la UABC (Universidad Autónoma de Baja California, 2023), la creación de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional (MACOO) tiene sustento y factibilidad social robusta en el marco del cumplimiento de la misión de la UABC (2023) de “Contribuir al desarrollo inclusivo y sostenible, al bienestar de la sociedad bajacaliforniana, la nación y del planeta, a través de la formación integral de profesionistas, de investigadoras, investigadores” (p. 157), y en su visión 2040 de “ser un agente transformador de progreso social que contribuye a la realización plena del ser humano, al desarrollo incluyente y sostenible” (p. 157).

En el ámbito estatal, la MACOO se inserta en el contexto de la Ley de Fomento a la Competitividad y Desarrollo Económico para el estado de Baja California (LFCDEBC) (Congreso de Baja California, 2023), la cual tiene entre sus objetivos el “...fomentar su [del sector empresarial] competitividad y desarrollo económico a través del fortalecimiento y promoción de las Vocaciones Regionales...” (p. 6), incluyendo actividades productivas asociadas con las costas y mares del estado. Asimismo, promueve la responsabilidad social por el sector productivo, incluyendo al ambiente, para lo que se demandan perfiles profesionales innovadores que incorporen el uso de distintas tecnologías para fortalecer el bienestar humano y que resultan ser de alta pertinencia para la región, como lo es el perfil propuesto en la MACOO.

El Plan Estatal de Desarrollo del gobierno de Baja California 2022-2027 (Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Baja California, 2022) también destaca al ambiente y el desarrollo sustentable como una prioridad estatal, promoviendo la cooperación entre instancias gubernamentales, el sector privado, y las instituciones

educativas y de investigación. Entre sus acciones está consolidar una cultura ambiental que informe sobre el cambio climático y sus consecuencias en la sociedad, ya que el estado es particularmente vulnerable ante este fenómeno.

En el ámbito nacional, la administración pública federal ha impulsado una visión de la ciencia encausada a “...fortalecer la soberanía científica y la independencia tecnológica de México, bajo los principios de humanismo, equidad, bienestar social, cuidado ambiental y conservación de la riqueza biocultural” (Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), 2025a).

La misma Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) ha promovido una visión pentahélice en la que se incluye a la academia, gobierno, empresas, ambiente y sociedad, con las humanidades, ciencias y tecnologías como puntos focales de intersección. Así, un programa de posgrado de aplicación y desarrollo de tecnología como la MACOO que se alinea con necesidades de entidades gubernamentales y del sector privado adquiere total pertinencia en el marco de la visión de la administración federal de México.

También, a través de la MACOO, la UABC fortalecerá su contribución en estimular la soberanía científica y tecnológica, y sumará al cumplimiento de los compromisos de México en términos de los objetivos de la agenda 2030 de la ONU y para los planes federales de desarrollo del actual gobierno.

A nivel mundial, la iniciativa internacional Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (2021-2030) promovida por la Organización de las Naciones Unidas (UNESCO, 2025), tiene el objetivo de establecer un marco para garantizar que la ciencia apoye los esfuerzos de los países por alcanzar el Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2015).

Este contexto muestra la existencia de iniciativas, proyectos, lineamientos y políticas, desde la escala local hasta la global, y en los distintos ámbitos de interés que hacen énfasis en la creciente y urgente necesidad de impulsar sistemas de observación que auxilien en el entendimiento de los ecosistemas oceánicos para informar su gestión hacia el desarrollo sustentable, así como para generar capacidades de adaptación y mitigación ante un clima cambiante y fortalecer la integridad de los ecosistemas oceánicos (UNESCO-IOC, 2023). Este contexto de

necesidades en distintos niveles sociales para la gestión oceánica sustenta la justificación de la creación de la MACOO.

2.2 Análisis del mercado laboral

En el contexto de sistemas operacionales, para los egresados y las egresadas de la MACOO se abre un espectro de oportunidades en el sector de acuicultura, empresas e instituciones asociadas con la operación de la minería marina (hidrocarburos, eólica marina, energía por oleaje y marea) y las empresas auxiliares que les proveen servicios especializados, consultorías sobre procesos de calidad industrial y ambiental, evaluación de impacto y riesgo (ambiental, salud).

También podrán ejercer como maestros en ciencias en entidades de gobierno municipal (institutos municipales de planeación, dirección ambiental), estatal (direcciones y secretarías ambientales y de pesca), y federal (secretarías de ambiente incluyendo áreas naturales protegidas, agua, inspección y procuradurías ambientales y energéticas, secretarías de pesca y acuicultura, y energía); o desarrollarse como empresarios altamente especializados en la provisión de servicios en las vocaciones económicas antes mencionadas.

Asimismo, las y los egresados podrían laborar en organizaciones de la sociedad civil en temas de energía, acuícolas, energía y ambiente; así como laborar en organismos nacionales e internacionales asociados a iniciativas multinacionales o a organizaciones de la sociedad civil (diversas oficinas de la ONU, el Global Ocean Observing System (GOOS), la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, Pronatura, ProEsteros, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Ocean Conservancy, entre otras).

El acceso a tales potenciales fuentes de empleo se espera que ocurra porque la MACOO abordará con su mapa curricular líneas de conocimiento profesional que se reconoce son de alto interés y demanda en el ámbito laboral, algunas de las cuales describimos a continuación: dos de las carreras identificadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) como de mayor incidencia internacional son la Mecatrónica y Ciencias de la Tierra, y de

acuerdo al Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo¹, con información derivada de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), las carreras relacionadas con tópicos sobre las nuevas tecnologías, internet y el sector digital son las que tienen mayores oportunidades de empleo, especialmente aquellas que abordan los campos ambiental, de desarrollo sustentable y de innovación tecnológica.

El Instituto Mexicano para la Competitividad, A. C. (IMCO, 2025) señaló en su clasificación de las 10 carreras más relevantes en el primer trimestre del 2023 a las carreras asociadas a ecología y ciencias ambientales como dos de las que tienen más profesionales con posgrado (lo que indica una alta demanda de posgrados en esta área); y a las carreras sobre ingeniería electrónica, automatización y aplicaciones de la mecánica-electrónica como las carreras con mayor matrícula y mejores salarios (<https://imco.org.mx/comparacarreras/las-10-mas>).

Los fundamentos teóricos y prácticos de estas carreras están incluidas en el mapa curricular de la MACOO, con lo que se espera que los egresados y las egresadas cuenten con competencias en disciplinas de alta demanda en el mercado laboral como son la informática, electrónica, telecomunicaciones, ciencias computacionales, ciencias geoespaciales, ciencia de datos, mecatrónica, entre otras. Las personas egresadas de la MACOO contribuirán a traducir el conocimiento científico a información accionable para la gestión de los océanos, facilitando el establecimiento de planes y protocolos para la atención de emergencias, cumplir condicionantes jurídicas, disminuir huellas ambientales y mejorar sus procesos para hacer eficiente su producción, entre otros tópicos.

En trabajo de campo, realizamos entrevistas a personal de nivel gerencial de los sectores públicos y privado en México para conocer sus perspectivas en cuanto a necesidades actuales y futuras de personal profesional en términos de la evaluación y monitoreo de sistemas naturales y productivos marinos y costeros, que es el ámbito de acción de las y los egresados de la MACOO (ver 10.4. Anexo 4 Estudio de Fundamentación en este DROPP, para más detalle). En este estudio se aplicó

¹ https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/preparate-empleo/Expectativas_laborales

un instrumento con preguntas de respuesta múltiple para evaluar el porcentaje de los encuestados en cada uno de los temas evaluados por separado.

Las principales tareas que las empresas o instituciones encuestadas requieren satisfacer son la “Determinación de efectos (positivos o negativos) de estresores externos (cambio climático y eventos extremos, contaminación, crecimiento urbano)” y el “Monitoreo de variables ambientales acuáticas” ambas reportadas por el 79% de los potenciales empleadores encuestados, seguido de la “Detección de eventos o procesos anómalos (contaminación, cambios en factores ambientales, especies invasoras)” que fue seleccionada por el 71% de los encuestados, y el “Monitoreo biológico de especies marinas” que fue seleccionado por 57% de los encuestados. Asimismo, el 75% de los respondientes consideró que, para las funciones de monitoreo que realizan, sí requieren a un profesional con posgrado, mientras que el 31% de los respondientes consideró como “Algo importante” que el último grado de su personal a cargo de las tareas de monitoreo que realizan tenga maestría, y solo el 12% lo consideró “nada importante”.

En lo que respecta a las competencias profesionales en el ámbito del monitoreo ambiental, la gran mayoría de los respondientes, habiendo sido respondido por el 87.5% de los encuestados, aseguraron que la formación para la “Adquisición, manejo y análisis de datos utilizando SIG, Percepción remota y drones” es de mucho interés, seguido de las competencias para la “Programación y diseño de herramientas en línea, de bases de datos y procesamiento sistemático” que fueron seleccionadas por el 68% de los encuestados. Mientras que el “Diagnóstico y monitoreo de contaminación marina empleando sensores en sitio y remotos”, el “Diseño de Instrumentación acuática (sensores de características físicas, biológicas y químicas)” y la “Ciencia de datos para el manejo y análisis de grandes acervos de datos (Big Data)” les es de mucho interés a más de la mitad de los respondientes. Puntualmente, al 93% de los respondientes le resultó atractivo un perfil profesional de posgrado que aborde las competencias mencionadas, las cuales se planea sean parte del diseño curricular del programa de la MACOO.

2.2. Contextualización del programa educativo

Análisis de la profesión y su prospectiva

La oceanografía operacional es una disciplina que es clave en la gestión de ambientes marinos y costeros, así como en el diseño de sus estrategias de manejo. Esta disciplina científica incluye toda la cadena de valor de la información oceanográfica, desde la colecta de datos, su análisis, modelación y hasta la disseminación a usuarios finales a los que se les da el servicio. Su formalización es relativamente reciente (década de los ochenta y noventa) y ha encontrado su consolidación en los avances tecnológicos, particularmente de observación satelital para la obtención de grandes cantidades de datos sobre atributos esenciales de los océanos en múltiples fechas (Le Traon, 2013; Le Traon et al., 2015; CTN Diocean, 2018; Schiller et al., 2018; Ferrarin et al., 2019; Miloslavich et al., 2019; She y Murawski, 2019; Skidmore et al., 2021).

Así, se ha fortalecido la estructuración de observatorios oceánicos y costeros con el objetivo de monitorear fenómenos asociados con el cambio climático, contaminación marina, pesquerías, tránsito marítimo, entre otros (Maxwell et al., 2015; Bayramov et al., 2018; Muelbert et al., 2019; Sánchez-Cabeza et al., 2019; Gallo et al., 2022). Junto con este crecimiento disciplinar se han formalizado protocolos para la colecta, estandarización y gestión de las grandes bases de datos generadas que facilitan el diseño de productos de servicio informativo para intereses públicos y privados derivados de tales mediciones (Basher, 2006; Kyriacos et al., 2011; García y Fearnley, 2012; Glade y Nadim, 2014; Sättele et al., 2016; Qian et al., 2022).

Este contexto de desarrollo y uso de tecnologías de vanguardia en sistemas oceánicos continuará impulsando inversiones de recursos económicos sustanciales, y con este crecimiento en los próximos años también crecerá la demanda de recursos humanos altamente especializados para investigaciones de ciencia de frontera e innovación tecnológica.

La MACOO se inserta en este contexto de la oceanografía operacional para formar profesionales de nivel posgrado en esta aproximación de cadena de valor e industria

de la información oceánica, el cual es un nicho que no está ocupado expresamente por ningún programa de estudios en México. Lo anterior confiere pertinencia y fundamentación a la MACOO, por ejemplo, en el mantenimiento y la potencialización de los cada vez más diversos observatorios y sistemas de alerta temprana como [GOOS](#), [GCOOS](#), [Copernicus Data Ecosystem](#), [Earthexplorer](#), [Oceanview](#), entre muchos otros.

Análisis de oferta y demanda

Existen evidencias del crecimiento y evolución de los programas educativos asociados con las disciplinas de ciencias marinas y de la Tierra para atender las necesidades nacionales e internacionales arriba mencionadas. La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) (2023) reportó un incremento en el número de solicitudes de nuevo ingreso a maestrías y especialidades en las áreas antes mencionadas, registrándose un incremento del 14% a nivel nacional y 2% a nivel local, marcando referentes de la pertinencia de este programa de posgrado en ambos ámbitos, con lo que se espera que la MACOO contribuya al fomento de un ecosistema de innovación tecnológica asociada a la Industria de la Información Oceánica, en un contexto de uso social y ambientalmente responsable con estándares internacionales.

La perspectiva de fortalecer el conocimiento, monitoreo y uso responsable de los mares y costas, a la luz de la operacionalización con tecnologías innovadoras, tiene una demanda relevante a nivel internacional, nacional y local, lo que augura un campo amplio de oportunidades de acción en el ámbito laboral, como lo revelan los reportes del Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo sobre las carreras con mejor perspectiva de empleo.

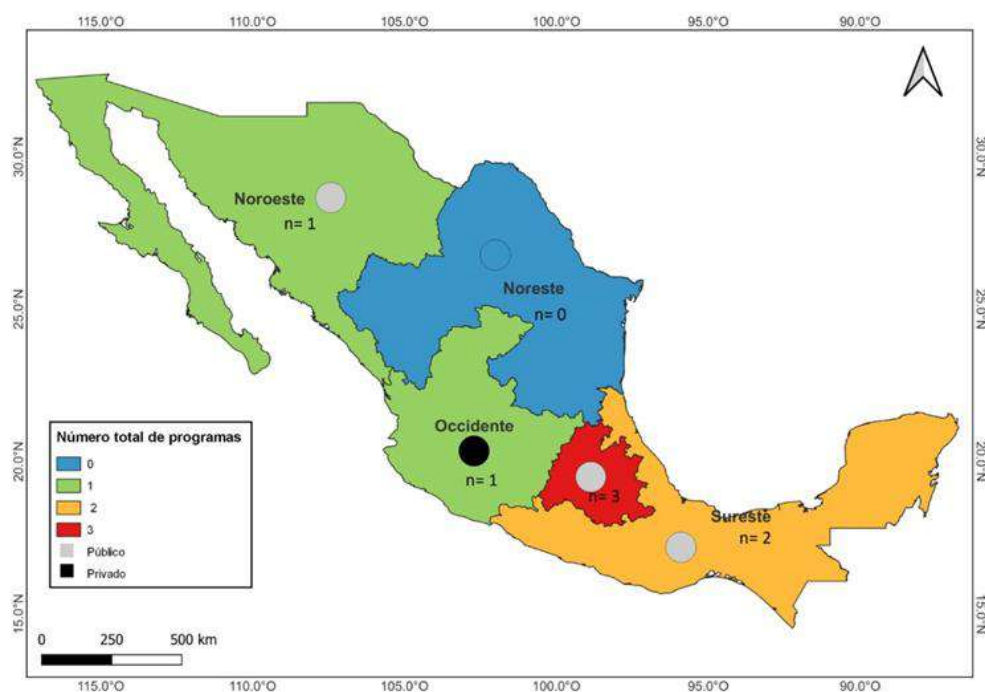
Asimismo, los egresados y las egresadas de la MACOO tendrán la opción de continuar su formación de posgrado con opciones de doctorado afines a su quehacer como son los doctorados en Oceanografía Costera de la Facultad de Ciencias Marinas y el Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo, ambos en la UABC. Si bien ambos programas de doctorado antes mencionados no abordan estrictamente el enfoque operacional de la MACOO, las personas egresadas de la

MACOO podrían adaptar sus enfoques para cuadrarse con el perfil de ingreso de ambos programas.

Análisis comparativo de programas educativos

Se realizó una búsqueda exhaustiva de programas educativos con al menos una temática en común con el perfil planteado para MACOO, considerando su ámbito geográfico local (UABC), nacional e internacional. Los programas encontrados no abordan de manera completa la visión de sistemas operacionales como lo hace la MACOO, el estudiantado de esos programas puede optar por una línea en sistemas de monitoreo pero no es el foco del programa de estudios, y el que más se acerca se ofrece en otra región por una institución privada. La región norte de México es en donde se encuentra menos oferta educativa de algún programa con competencias similares a las de la MACOO (Figura 1).

Figura 1. Distribución de los programas de posgrado afines al propuesto en MACOO (n = 7).



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un análisis detallado de las características descriptoras de los programas y se identificaron los siguientes programas con alguna afinidad a la MACOO:

Nivel local en la UABC. La **Maestría en Ciencias e Ingeniería (MyDCI)**, la cual tiene una descripción de perfil sobre el desarrollo de tecnología en campos de conocimiento tan amplios como “ingeniería” y “ciencias”, que le brinda flexibilidad sobre las temáticas que sus estudiantes pueden abordar, pero el nicho no queda claramente enmarcado. En contraste, la MACOO se orienta primeramente al uso, y de ser necesario, al desarrollo de tecnologías para implementar evaluaciones y monitoreos operacionales en ecosistemas marinos y costeros. Esta especificación permite concentrar las acciones académicas en ámbitos que se han fundamentado como pertinentes actualmente y en el futuro.

El otro programa identificado es la **Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera**, la cual se enfoca en generar información para aprovechar de manera responsable y sustentable los mares y costas, sin resaltar una orientación tendiente a la aplicación y, de ser pertinente, al desarrollo de tecnologías, como lo hace la MACOO, y tampoco incluye una orientación explícita al desarrollo de estrategias de diagnóstico y monitoreo operacional en los contextos tanto de manejo de sistemas naturales como de sistemas productivo de los ecosistemas marinos y costeros.

El auge y la marcada necesidad de diseñar e implementar sistemas de evaluación y monitoreo operacionales, tema central de la MACOO, son un área activa de investigación y desarrollo en la oceanografía operacional que se está enmarcando en contextos de tratados e iniciativas internacionales y que sustentan modelos de aprovechamiento en desarrollo e implementación temprana en México como es la Economía Azul. Así, la MACOO, al estar fundamentada en este último contexto descrito, marca la diferencia con cualquier otro programa educativo de maestría en la UABC.

A nivel nacional, se identificaron los siguientes programas con alguna afinidad a la MACOO:

Maestría en Ciencia y Tecnología Marina de la Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores. Esta universidad es privada con sedes en Michoacán

(México), Buenos Aires (Argentina), y Quito (Ecuador). Está enfocada a satisfacer las necesidades de profesionalización inmediata de trabajadores en activo que requieren cursos de actualización y crecimiento técnico. Si bien algunos aspectos del contenido del área de las ciencias marinas y su modalidad la hacen afín a la MACOO, la característica que requiere un análisis más profundo es su modelo de negocios dirigido o enfocado a la profesionalización de trabajadores de la industria marina y acuícola, como se visualiza en un modelo de programa de posgrado en educación continua de la UABC.

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros de la Universidad Veracruzana. Ninguna de sus LGAC se enfoca en el conocimiento y monitoreo operacional de los ecosistemas de interés, por lo que no incide en la solución de problemas o necesidades públicas y privadas para un desarrollo responsable a través de la integración de tecnología para la operacionalización, como sí lo hace la MACOO.

El programa de estudios de la ***Maestría en Ingeniería de Costas y Ríos*** del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Una diferencia relevante respecto a la MACOO es que este programa de estudios investiga los procesos físico-geológicos en la zona costera y está dirigido a ingenieros, matemáticos y oceanólogos, dejando de lado los componentes biológico y ecológico, y sobre todo no presenta de manera explícita un enfoque operacional.

Otro programa de estudios analizado fue la ***Maestría en Análisis Espacial y Geoinformática*** de la Universidad Autónoma del Estado de México, la cual tiene una orientación profesionalizante en modalidad virtual. Una diferencia clave es que la MACOO buscará formar egresados y egresadas con una maestría en ciencias con competencias para emplear las tecnologías de información geográfica como uno de los varios componentes de la oceanografía operacional. Esta divergencia lleva a asumir una diferencia en el universo de aspirantes que aplican a cada uno de los programas sin ser competidores.

Ninguno de los planes de estudio de los programas descritos converge en el uso y construcción de nuevas tecnologías para su aplicación operacional en la evaluación

y monitoreo del uso responsable de ecosistemas marinos y costeros, incluyendo la visión de la cadena de valor de la información oceanográfica, características fundamentales en la MACOO.

A nivel internacional se identificaron los siguientes programas:

Uno de los programas educativos más afines a la MACOO es el de **Maestría en Oceanografía Operacional** de la Universidad de Rutgers. En esta maestría no se otorgan becas y, como ocurre con todo programa educativo en los Estados Unidos, se debe pagar el costo de la matrícula. Este programa no se percibe como competencia a la MACOO considerando el amplio campo que existe en México y América Latina. Más bien, se le ha identificado como una oportunidad para promover la cooperación y el crecimiento internacional a través de acciones de movilidad en los ámbitos académico y de investigación. Es un Programa con el que la MACOO coincide en su modelo y visión (Beaird et al., 2021), y dada la experiencia y reputación internacional de este posgrado se podrá explorar vínculos con la Universidad de Rutgers para apuntalar el crecimiento nacional e internacional de la MACOO, una vez que se haya formalizado en la UABC.

Por otro lado, la **Maestría en Oceanografía** de la Universidad de Rhode Island se presenta como una opción para el alumnado que quiera dar el paso inmediato de la formación profesional hacia un posgrado. Asimismo, la **Maestría en Ciencias y Tecnología Oceánicas de la Universidad de Texas A&M** es un programa profesionalizante en las áreas de geociencias ambientales, geología, meteorología y oceanografía principalmente. Estas características se asemejan a la aproximación operacional de la MACOO, aunque esta última en un programa orientado a las ciencias y que también incluirá el estudio de ambientes costeros.

En el caso de la **Maestría en Oceanografía** del Florida Tech, es un programa de estudios con orientación a la investigación desde la perspectiva de las cuatro áreas de la oceanografía y el manejo de la zona costera. No presenta de forma pública un modelo de aprendizaje basado en una aproximación de operacionalización ligada a las tareas de investigación y monitoreo para las que se preparará a las y los estudiantes de la MACOO.

La ***Maestría en Ciencias y Tecnología Marina*** de la Universidad de Massachusetts Boston es un programa con una aproximación centrada en la investigación sobre ciencias marinas, incluyendo la oceanografía, y haciendo uso de métodos y técnicas de análisis de datos para investigar, interpretar y comunicar efectivamente información sobre fenómenos marinos. Es un programa extranjero que comparte elementos básicos sobre la instrumentación en oceanografía.

Estos programas internacionales muestran que las disciplinas oceánicas que se han desarrollado en otros países de América son relevantes para atender problemas actuales relacionados con los mares y costas, en los que México está poniendo particular atención recientemente, lo que fortalece la percepción de pertinencia de la MACOO.

A partir del análisis de las características fundamentales de los programas con los que se encontró afinidad se fortaleció pertinencia de la visión y nicho de la MACOO, con un fundamento profundo de diferencia a otros programas de posgrado en la UABC, así como en los otros ámbitos analizados.

Análisis de organismos nacionales e internacionales

La existencia y el fomento de proyectos nacionales e internacionales que brinden los servicios de generación de información oceánica para la gestión y toma de decisiones han tenido un auge en al menos las dos últimas décadas, dado el rápido avance de los impactos de múltiples fuentes de presión que actúan sobre los ecosistemas marinos y costeros.

A nivel internacional se han impulsado iniciativas como la International Long-Term Ecological Research network (ILTER) (Muelbert et al., 2019), el Global Ocean Observing System (GOOS) (Jochens y Watson, 2013; Canonico et al., 2019; Muller-Karger et al., 2018), la red Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network (GEO BON) (Navarro et al., 2017; Jetz et al., 2019), el World Data Center sobre distribución de mamíferos marinos, aves marinas y tortugas marinas, Ocean Biodiversity Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations (OBIS-SEAMAP) (Halpin et al., 2009), las cuales tienen el objetivo de

brindar acceso a datos e información en acervos operativos para fortalecer la toma de decisiones en intereses públicos y privados.

En este mismo ámbito internacional, y ante la gravedad de la problemática del deterioro de los océanos por las interacciones con actividades antrópicas, las Naciones Unidas puso en marcha dos iniciativas mundiales desde el 2021 hasta 2030 con el objetivo de promover la implementación de acciones concretas para el desarrollo sostenible el Decenio de los Océanos, el cual busca reunir a las partes interesadas de todo el mundo en un marco común que garantice que las ciencias oceánicas apoyen plenamente a los países en la creación de mejores condiciones para el desarrollo sostenible del océano (UNESCO-IOC, 2023; Rivera-Arriaga y Asus-Adeath, 2023). En esta iniciativa se priorizan acciones dirigidas a atender, en diferentes escalas geográficas (local, regional, global), problemáticas como: cambio climático, la contaminación marina, la acidificación oceánica, la pérdida de especies marinas y la degradación de los medios marinos y costeros.

De acuerdo con el programa del Decenio de los Océanos, para llegar a un desarrollo sostenible, será imprescindible que se elaboren políticas basadas en conocimientos científicos adecuados y que se aumente el nivel de conocimiento de todos los actores interesados.

También en el marco del planteamiento de la MACOO se considera también importante el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas, que tiene como objetivo mejorar y expandir las investigaciones científicas oceánicas y tecnológicas, para recopilar información sobre las necesidades cambiantes de los gestores de zonas oceánicas y costeras existentes, así como fortalecer las alianzas internacionales para incrementar la inversión en las áreas prioritarias que requieren acciones urgentes (ONU, 2021).

Estas iniciativas se suman al trabajo o labor de la Agenda para el Desarrollo Sostenible (2030), también de las Naciones Unidas, que en 2015 definió los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), y sus respectivas metas específicas (Naciones Unidas [ONU], 2015). Entre estos objetivos, son de particular interés para los fines de fundamentación y desarrollo de la MACOO los ODS 13 (Acción por el

clima) y 14 (Vida submarina), los cuales buscan asegurar una gestión sostenible de los ambientes bióticos y abióticos, manteniendo los balances críticos entre las comunidades humanas y su ambiente. Para ello, se requieren datos e información científica robustos, tarea en la que la ciencia y la tecnología de nuestro país tienen mucho que aportar.

La Asociación Europea de Compañías de Percepción Remota (EARSC, por sus siglas en inglés) describió las necesidades de las empresas que se dedican a la venta de productos derivados de datos satelitales de la misión Copernicus de la Agencia Espacial Europea (EARSC, 2021), y destacó que los principales modelos de negocio para las empresas emergentes son los servicios de valor añadido geoespacial (la adquisición y el procesamiento de datos), servicios de software, datos e información. Estos modelos responden a las principales demandas de grandes empresas en este campo que requieren servicios de procesamiento, análisis y colecta, y que son los más solicitados por estas compañías (EARSC, 2019). Estas iniciativas internacionales demandan competencias profesionales para brindar servicios en la colecta, gestión y publicación de datos e información estratégica para satisfacer las necesidades privadas y para la toma de decisiones sobre aspectos clave del ambiente y temas asociados con el desarrollo; lo que confirma las conclusiones del estudio publicado por la EARSC.

Con este panorama internacional de agencias públicas y privadas, la perspectiva de la MACOO se fundamenta en la creación de competencias profesionales científicas y tecnológicas tanto de naturaleza dura como blanda, a través de un enfoque sistemático, controles de calidad certificados y una visión de servicio multisectorial.

Por otro lado, a nivel nacional se encuentran, como referencias de este tipo de iniciativas de observación de algunas variables oceanográficas, estrategias como el Acervo de Información Oceanográfica Nacional (AION) (Secretaría de Marina, 2025) a cargo de la Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Secretaría de Marina de México, el cual tiene el objetivo de “apoyar el intercambio de información oceanográfica entre dependencias de

gobierno e instituciones académicas para la investigación y la toma de decisiones en el ámbito marítimo y costero”.

En consonancia con esta visión internacional, en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la UABC está alojado el Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CENDO), que pertenece a la Red de Centros de Datos Oceanográficos de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) en la UNESCO, y el cual tiene el propósito de coordinar acciones, actividades de investigación y monitoreo de los océanos y costas de México, además de facilitar el intercambio de datos e información oceanográfica y meteorológica entre miembros de la misma Comisión y al interior de México (UNESCO, 2025).

De igual forma, la SECIHTI tiene un Programa de Laboratorios Nacionales con el objetivo de

desarrollar y consolidar las capacidades en materia de infraestructura humanística, científica, tecnológica y de innovación del país, promoviendo la vinculación de instituciones del sector de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación, con el propósito de articular la infraestructura distribuida en el territorio nacional y orientarla a la atención de asuntos estratégicos o prioritarios, en el marco de una política de Estado que favorezca el interés público, la soberanía nacional, la independencia científica y tecnológica, el desarrollo integral del país, el cuidado y restauración del medio ambiente, y el bienestar del pueblo de México. (SECIHTI, 2025b).

Este programa sectorial fundamenta también el quehacer de MACOO en la formación de profesionales que dominen tecnologías de vanguardia existentes, o que creen las necesarias, para el cuidado y restauración de los ecosistemas marinos y costeros. Aunado a esto, el profesorado, investigadoras e investigadores que forman parte del Núcleo Académico (NA) de la MACOO participan en distintos Laboratorios Nacionales de la SECIHTI, con lo que se abre la oportunidad de crear

alianzas estratégicas en los ámbitos de investigación y academia para la formación de las y los estudiantes de la MACOO.

A nivel nacional también se reconoce la relevancia de fomentar competencias como la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos para resolver problemas asociados con el manejo de los mares y costas en contextos multidisciplinarios, interdisciplinarios y transdisciplinarios; desarrollar capacidades para planificar, diseñar y ejecutar investigaciones aplicadas; realizar trabajo en equipo, resolución de conflictos, comunicación asertiva, entre otras capacidades de desenvolvimiento y comunicación social.

2.3. Estrategias para el aseguramiento de la calidad del programa educativo

En el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), garantizar la calidad de un programa educativo implica asegurar que los procesos académicos, los contenidos de enseñanza, las metodologías de aprendizaje y los recursos empleados cumplan con los estándares de excelencia institucionales establecidos. Por esta razón, la MACOO reafirma su compromiso con la excelencia académica y el rigor científico, tanto en la formación de profesionales como en la generación de conocimiento en esta disciplina, siguiendo los principios fundamentales que se contemplan en la Ley Orgánica de la UABC y que están referidos en sus diversos estatutos y reglamentos.

Bajo este marco institucional y considerando la normativa vigente del IIO, en el programa de la MACOO se implementan diversas estrategias de aseguramiento de la calidad académica para garantizar la formación integral de su estudiantado y la relevancia de sus aportes al campo de la oceanografía operacional. Estas estrategias incluyen: un diseño curricular alineado con los estándares nacionales e internacionales para la creación de programas académicos, tal como lo establece el Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California (Universidad Autónoma de Baja California, 2021); la incorporación de docentes con alta calificación y experiencia en el área de la oceanografía y la integración de prácticas innovadoras basadas en la investigación y el desarrollo tecnológico, de acuerdo con lo establecido en el Estatuto del Personal Académico de la UABC (Universidad

Autónoma de Baja California, 2014) y el Reglamento de Investigación (Universidad Autónoma de Baja California, 2009).

Además, se promueve la colaboración con instituciones y organismos especializados, públicos y privados, nacionales e internacionales, lo que propicia la facilitación de una actualización constante de los contenidos y metodologías empleadas, en atención a los principios que establece el Plan de Desarrollo Institucional (2023-2027). Todo ello se complementa con los lineamientos vigentes del Sistema Interno de los Posgrados (SIFOR) del Sistema Nacional de Posgrado-SECIHTI (2025) y con el Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (Secretaría de Educación Pública, 2023) para la evaluación continua y sistemática del programa, así como con la evaluación permanente del desempeño estudiantil y del impacto de los egresados y las egresadas en el ámbito de la industria de información oceanográfica, lo que garantiza un proceso de mejora continua en el programa de la MACOO que enmarca su acción bajo el Reglamento Interno del IIO (Universidad Autónoma de Baja California, 2011).

En relación con lo anterior, las estrategias de calidad educativa que se proponen en el programa de la MACOO aluden a un conjunto de políticas, prácticas y metodologías diseñadas, considerando los principios institucionales de la UABC en conjunto con el IIO, para asegurar que las y los estudiantes adquieran competencias especializadas, realicen investigaciones relevantes y desarrollen habilidades que les permitan enfrentar los desafíos profesionales y científicos en el área de la oceanografía operacional.

A continuación, se describen con detalle los seis ejes de acción en los que se basará el programa de la MACOO para garantizar su calidad educativa de acuerdo con las estrategias mencionadas.

1) Fortalecimiento de colaboración y vinculación con la sociedad.

Con este eje se busca fomentar un vínculo social que resalte la importancia de los océanos y su papel en la regulación del clima global, en consonancia con los mecanismos y procedimientos de operación que se detallan en el Manual de

Procedimientos para la Organización y Desarrollo de los Proyectos de Investigación de la UABC (2010) y el Manual de Organización y Procedimientos del IIO (2022) para el registro de proyectos de investigación, actividades de vinculación social y el programa vigente del IIO con la sociedad. Se espera que los oceanógrafos operacionales puedan desempeñar un rol clave en la divulgación del conocimiento, para promover una mayor participación social a favor de la protección del medio ambiente marino-costero.

Además, a través del proyecto del Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CENDO) aspiramos a incrementar el número de proyectos y servicios con una dimensión social que fortalezcan las habilidades del estudiantado y maximicen el impacto de sus investigaciones. También se espera que las y los estudiantes promuevan la innovación tecnológica para la gestión sostenible de los recursos marinos con las comunidades locales, el gobierno y el sector empresarial a través su vinculación con el IIO. Bajo este eje, el programa de la MACOO tendrá el compromiso de:

- a) Implementar campañas de divulgación para visibilizar la importancia de la oceanografía operacional.
- b) Dar difusión a los resultados de las tesis derivadas de la MACOO en eventos académicos y de divulgación como foros, estancias, congresos locales, regionales y nacionales, con prioridad en los eventos propios del IIO.
- c) Organizar talleres, conferencias y charlas abiertas al público en general, donde se expongan de manera sencilla y atractiva los temas de investigación, resultados de tesis y sus aplicaciones prácticas.
- d) Establecer alianzas con escuelas, museos, acuarios y organizaciones civiles para desarrollar proyectos en conjunto y difundir los conocimientos generados en el programa de la MACOO.
- e) Impulsar el desarrollo de tesis con impacto social.
- f) Vincular y promover el posgrado directamente con los sectores que son potencialmente empleadores (la industria privada, los gobiernos y las ONG).

- g) Promover seminarios y capacitaciones semi-especializadas con aliados estratégicos que estén relacionados con la industria privada, consultores o tomadores de decisiones.
- h) Establecer convenios con instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y empresas para proyectos conjuntos.
- i) Fomentar la participación en redes internacionales de investigación, desarrollar proyectos con instituciones en otros países e incentivar los intercambios académicos.
- j) Promover el intercambio e inserción del estudiantado en la industria, para la resolución de problemas a corto y mediano plazo.
- k) Priorizar la publicación de artículos de divulgación científica en diferentes medios de divulgación accesibles a públicos amplios.
- l) Ofrecer a la sociedad servicios analíticos y de asesoría especializada a través de la difusión de resultados de los proyectos ejecutados.

Con estos compromisos, el programa de la MACOO asegura una vinculación con la sociedad para contribuir de manera directa a la solución de problemas locales, nacionales o internacionales, aplicando el conocimiento académico para generar un impacto positivo en la comunidad. La instancia colegiada para el seguimiento de proyectos de vinculación con la sociedad será el Comité de Estudios de Posgrado (CEP) del programa de la MACOO con apoyo del Núcleo Académico (NA), la Coordinación de Extensión y Vinculación del IIO y su Dirección.

2) Apego a los principios de integridad y ética en el quehacer académico

De acuerdo con los principios establecidos en el Código de Ética de la UABC (Universidad Autónoma de Baja California, 2016) y las normas de conducta señaladas en el Reglamento del IIO (Universidad Autónoma de Baja California, 2011), con este eje de acción se busca que el programa de la MACOO opere con estricto apego a los siguientes principios fundamentales:

- Integridad académica, para que la investigación y el aprendizaje se desarrollen de manera honesta, respetando la originalidad y veracidad de los

datos que se obtienen para la toma de decisiones en la gestión y preservación de los recursos oceánicos.

- Ética académica, para que el estudiantado y el profesorado actúen con responsabilidad y cuidado al abordar temas sensibles como el cambio climático, la contaminación marina y la sostenibilidad de los recursos pesqueros, el medio ambiente y las comunidades que dependen de él.
- Inclusión y no discriminación, para que se promueva un entorno académico a favor del intercambio de ideas y sea accesible a personas de todos los orígenes, géneros, etnias y culturas en la investigación y gestión oceánica.
- Dimensión de género en el campo científico, para asegurar que las mujeres, hombres y otras identidades de género tengan las mismas oportunidades de acceso y liderazgo en el campo de la oceanografía operacional.
- Transparencia, para mantener la confianza entre la comunidad científica, los responsables políticos y el público en general.
- Eficiencia para garantizar el uso óptimo de los datos científicos, los recursos naturales, los fondos de investigación y de enseñanza en el área de la oceanografía operacional.
- Equidad, para proponer políticas oceánicas que consideren el acceso y un trato justo a las comunidades costeras vulnerables.
- Honradez, para garantizar el uso de proyectos y de investigaciones en oceanografía operacional, con respeto y responsabilidad, en la comunicación de los resultados científicos, así como en la relación con otras instituciones.

Con la aplicación de estos principios, el programa de la MACOO asegura una formación de alta calidad con responsabilidad y conciencia social a favor de la conservación y el uso sostenible de los océanos. La instancia colegiada para el seguimiento y promoción de estos principios será el Comité de Ética del programa de la MACOO.

3) Prevención del plagio en la productividad académica

Para el IIO, el plagio es una forma de deshonestidad académica que compromete tanto a la credibilidad como al rigor del trabajo científico. Cuando las o los

estudiantes incurrir en plagio, no sólo cometen una falta ética, sino que también privan al campo de estudio o al área de especialidad de nuevas contribuciones originales. En este sentido y en atención al Código de Ética de la UABC (Universidad Autónoma de Baja California, 2016) y a las recomendaciones de la Política sobre plagio, regulado por el Comité Editorial de la UABC (2021), el programa de la MACOO en este eje se compromete a:

1. Elaborar protocolos y manuales propios del programa de MACOO para la implementación de herramientas y mecanismos de detección de plagio, así como el uso de un software especializado para detectar coincidencias en textos y prevenir el plagio en trabajos académicos, además de establecer procedimientos de revisión rigurosos para todos los trabajos académicos, incluyendo tesis, artículos y proyectos de investigación.
2. Capacitar a los profesores y las profesoras para el uso de herramientas anti-plagio que la UABC pone a disposición de las y los docentes.
3. Difundir el Código de Ética y las políticas institucionales sobre plagio a través de diversos canales de comunicación, organizando talleres y seminarios para el estudiantado y personal docente sobre ética académica, citación correcta y prevención del plagio.
4. Adoptar los lineamientos existentes sobre plagio del Comité de Ética del IIO en el programa de la MACOO, permitiendo así reglamentar el uso de herramientas como *iThenticate* o similares (estableciendo un porcentaje de similitud válido) para revisar los trabajos terminales y sancionar los casos de plagio que se detecten de acuerdo con el Código de Ética de la UABC.

Con estos compromisos el programa de la MACOO asegura que se lleven a cabo procedimientos contra el plagio para garantizar la calidad, la originalidad y la integridad de la investigación académica, así como cuidar el prestigio de los egresados y las egresadas y del IIO. La instancia colegiada para el diseño de mecanismos y procedimientos de operación será el Comité de Ética del IIO en conjunto con el Comité de Estudios de Posgrado y la o el Coordinador del programa de la MACOO.

4) Aplicación de la normatividad institucional y el establecimiento de órganos colegiados para la toma de decisiones en atención a las controversias

El programa de la MACOO operará con un sistema constituido por diversas instancias para cumplir con el buen funcionamiento y la calidad de la excelencia académica. Este sistema se constituye por: 1) la normatividad institucional que se incluye en el marco institucional de la UABC y los reglamentos y estatutos del IIO; 2) el establecimiento de órganos colegiados con los que opera el IIO para organizar y administrar los estudios de posgrado; y, 3) la estructura interna con la que operan los programas de posgrado de la UABC. El programa de la MACOO se compromete a garantizar la transparencia y objetividad aplicando la normatividad institucional con reglamentos y manuales de procedimientos en la operación del programa:

1. Para regular la trayectoria del estudiantado desde que ingresa hasta su proceso de titulación y seguimiento de egreso se consulta el Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California (Universidad Autónoma de Baja California, 2021).
2. Para organizar el proceso de egreso y titulación se consulta el Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado (Universidad Autónoma de Baja California, 2022).
3. Para regular el registro y seguimiento de los proyectos de investigación se consulta el Reglamento de Investigación (Universidad Autónoma de Baja California, 2009).
4. Para regular la asignación de apoyos extraordinarios ofrecidos por la UABC a los y las estudiantes inscritos en los programas educativos se consulta el Reglamento de Becas de la Universidad Autónoma de Baja California (Universidad Autónoma de Baja California, 2019b).
5. Para el establecimiento de criterios y procedimientos en el registro y operación de los proyectos de investigación se consulta el Manual de Procedimientos para la Organización y Desarrollo de los Proyectos de Investigación de la UABC (Universidad Autónoma de Baja California, 2010).
6. Para la renovación o creación de nuevos programas de posgrado se consulta el Documento de Referencia y Operación de los Programas de Posgrado.

A fin de garantizar la pluralidad de perspectivas para la operación interna del programa de la MACOO, la atención eficaz en la solución de controversias y brindar legitimidad en la toma de decisiones se ha considerado el establecimiento de dos órganos colegiados y la vinculación con un tercero existente: 1) Comité de Estudios de Posgrado, 2) Comité Asesor de Tesis y 3) vinculación con el Comité de Ética del IIO. De acuerdo con la normatividad institucional, estos comités tienen la responsabilidad de velar por el cumplimiento de los estándares de calidad, atender a las y los docentes, así como a los y las estudiantes, y dar seguimiento a los compromisos para la mejora continua de este programa.

Con estos compromisos el programa de la MACOO asegura la transparencia y la integridad del programa académico para la toma de decisiones en asuntos clave, la asignación adecuada de recursos, la evaluación continua de proyectos de investigación, y la solución de conflictos para favorecer un ambiente de cooperación y respeto desde su estructura interna. La Dirección del IIO en conjunto con el Comité de Estudios de Posgrado, el Núcleo Académico y el o la Coordinadora del programa de la MACOO serán la instancia colegiada encargada de aplicar la normatividad institucional y de regular el trabajo de los órganos colegiados.

5) Atención a casos de violencia de género a través de la construcción de un protocolo institucional

Con la intención de garantizar un ambiente de aprendizaje inclusivo, respetuoso y seguro, el programa de la MACOO en este eje se compromete con las siguientes acciones para la construcción de un protocolo en atención a casos de violencia de género:

- Seguir las acciones de respuesta establecidas en el Acuerdo por el que se Establece el Protocolo de Atención y Seguimiento a Casos de Violencia de Género de la Universidad Autónoma de Baja California (Universidad Autónoma de Baja California, 2020), incluyendo la difusión de una ruta crítica que auxilie a cualquier persona que sea violentada para interponer su queja y esté informada sobre las actuaciones procedimentales establecidas en el Acuerdo.

- Crear y comunicar una política de *cero tolerancia* hacia cualquier forma de acoso o violencia, asegurando que la totalidad del estudiantado comprenda e identifique comportamientos inapropiados e inaceptables.
- Promover un conjunto de dinámicas de inducción al sistema de la UABC en las primeras semanas del inicio del semestre. Entre otros aspectos, brindar información sobre los protocolos de atención por violencia y salud psicológica en la UABC, con acciones específicas.
- Impartir seminarios y establecer herramientas de comunicación continua sobre el tema de discriminación y violencia de todo tipo, incluyendo talleres de sensibilización sobre género, diversidad y respeto, así como proporcionar ejemplos de qué constituye la violencia y cómo identificarla y manejarla, dirigido a los y las estudiantes, personal docente y autoridades.
- Realizar talleres de sensibilización sobre el respeto y la igualdad de género para prevenir la violencia y garantizar un ambiente académico seguro y respetuoso.
- Promover la aplicación para teléfono móvil “No Más” de la UABC (<https://nomas.uabc.mx>) para el envío de denuncias por vía web, vía móvil o solicitar asesoría telefónica en caso de padecer alguna situación de violencia, discriminación o actos delictivos en las instalaciones universitarias.
- Realizar una investigación imparcial y detallada de los hechos en situaciones de violencia, reuniendo testimonios de testigos, revisando cualquier evidencia y aplicando las políticas institucionales sobre acoso y discriminación.
- Cocrear un ambiente en el aula donde se promueva el respeto mutuo, la tolerancia y la diversidad de opiniones.
- Mantener una comunicación abierta y transparente con todas y todo el estudiantado del programa.

Con esta propuesta, el programa de la MACOO permite que la totalidad del estudiantado y personal tengan las mismas oportunidades de aprender y desarrollarse en un entorno que no tolere ningún tipo de acoso o violencia; de esta manera, asegura una participación equitativa en la ciencia y la investigación en el

campo de la oceanografía operacional. La instancia colegiada para dar seguimiento y construir un protocolo en atención a los casos de violencia de género será el Comité de Estudios de Posgrado y el o la Coordinadora del programa de la MACOO junto con el Comité de Ética.

6) Estrategias y ruta de evaluaciones de organismos acreditadores nacionales e internacionales

En el marco del Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027 de la UABC, que define estrategias y acciones específicas para asegurar la calidad de los programas de posgrado, el programa de la MACOO se compromete a evaluar la pertinencia del currículo, de la planta académica, del núcleo académico, de los recursos disponibles y de los métodos de enseñanza, con el fin de formar investigadores e investigadoras competentes en el campo de la oceanografía operacional. Este compromiso se llevará a cabo mediante una documentación sistemática e integral de los avances en la mejora continua del programa, tomando en cuenta los criterios e indicadores establecidos por el Sistema Nacional de Posgrados (SNP) de la SECIHTI, así como las recomendaciones y orientaciones del Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES, 2023) reconocidas en la Política Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (PNEAES, 2023) y en lo dispuesto por la Ley General de Educación Superior (LGES).

Para lograr este propósito, el programa de la MACOO realizará un ejercicio de autoevaluación cada cinco años, formulando un reporte analítico sobre los siguientes elementos:

1. Identificar problemáticas, necesidades y desafíos de la organización y administración interna del programa académico en atención a los y las estudiantes, así como los y las docentes (revisar condiciones de operación del programa) en sus procesos de admisión y selección, trayectoria académica (formación, retención y deserción escolar), tutorías, dirección de tesis, servicios escolares, egreso, titulación (eficiencia terminal), empleabilidad y vinculación del programa.

2. Hacer ajustes en el contenido curricular de acuerdo con los avances que presente el campo de la oceanografía operacional, actualización en los métodos de enseñanza, en la investigación y producción del conocimiento, así como hacer propuestas de innovación para la vinculación del programa y la gestión de proyectos de investigación.
3. Analizar los logros, resultados e impactos del programa en función de su objetivo general, misión, visión y los compromisos establecidos en este Documento de Referencia para la Operación de Programas de Posgrado (DROPP) de la MACOO, así como los recursos invertidos en el programa.
4. Evaluar los convenios de colaboración nacional e internacional con otras universidades, institutos y centros públicos de investigación que permitan la movilidad académica del estudiantado y docentes, así como la participación en redes nacionales e internacionales de investigación y financiamiento de proyectos.
5. Mantener contacto con organismos nacionales e internacionales que lleven a cabo los procesos de evaluación externa, para obtener retroalimentación objetiva e imparcial sobre la operación y los avances que presente el programa de MACOO en los criterios de calidad académica, pertinencia profesional, transparencia e internacionalización.

Con este ejercicio de autoevaluación, el programa de la MACOO buscará el reconocimiento nacional de entidades como: los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y la Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la Educación Superior (RIACES). Asimismo, cuando las condiciones sean las correctas, el programa buscará la acreditación de organismos de evaluación internacional para colocarse en una posición competitiva a nivel internacional fomentando su credibilidad científica y el prestigio del IIO en el campo de la oceanografía operacional. La instancia colegiada para dar seguimiento a la evaluación del programa por medio de organismos de acreditación nacionales e internacionales será el Comité de

Estudios de Posgrado junto con el Núcleo Académico y el o la Coordinadora del programa de la MACOO.

3. Plan de estudios

3.1. Misión, visión y objetivos del programa educativo

Misión

Formar investigadores e investigadoras de alto nivel, competentes y líderes en el desarrollo e implementación de herramientas tecnológicas para generar información estratégica en el manejo sustentable de los mares y costas, aportando soluciones de observación y seguimiento con una visión multidisciplinaria y comprometida con la conservación y uso sustentable de los océanos.

Visión

En 2035, la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional es reconocida nacional e internacionalmente por su excelencia en la formación de investigadores e investigadoras con un alto sentido de compromiso con la evaluación, diagnóstico y monitoreo operacional de los sistemas marinos y costeros. Sus egresadas y egresados contribuyen a la conservación y manejo sustentable de los recursos marinos, y aportan soluciones a retos como la gestión de desastres naturales, la protección de ambientes marinos, la planificación costera, la seguridad marítima, el monitoreo acuícola y el manejo pesquero. Con un cuerpo docente de alto nivel y una investigación orientada a fortalecer la soberanía científica del país, el programa se consolida como referente en México y América Latina.

Objetivo general

Formar investigadoras e investigadores capaces de diseñar, desarrollar e implementar sistemas operacionales que apoyen la evaluación, diagnóstico y monitoreo de los ambientes marinos y costeros. A través de una formación multidisciplinaria y comprometida con la sostenibilidad social y ambiental, el programa busca generar soluciones innovadoras a los principales desafíos locales,

nacionales e internacionales, promoviendo un desarrollo equilibrado de las costas y mares del país

3.2. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)

Nombre de la LGAC: *Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales.*

Descripción: Esta LGAC se orienta a la formación de profesionales con un alto nivel de desarrollo de tecnologías para la implementación de sistemas de adquisición y procesamiento de datos de forma operacional. Se desarrollan competencias asociadas a la instrumentación de sensores en sitio, programación avanzada, visualización de datos colectados en tiempo real y la disseminación de grandes volúmenes de datos. Se trabaja con particular énfasis en la cadena de valor de datos oceánicos, en los sistemas de evaluación y monitoreo de ecosistemas marinos y costeros a distintas escalas espaciales y temporales y en el marco de estándares nacionales e internacionales que aseguren la calidad e interoperabilidad de los datos e información generados.

Nombre de la LGAC: *Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.*

Descripción: La visión de esta LGAC es formar recursos humanos con competencias especializadas en el uso de tecnologías de vanguardia en las ciencias marinas y su incorporación en herramientas operacionales que integren datos e información de distinta naturaleza sobre los atributos morfológicos, biológicos y físicos esenciales para los ecosistemas y la biodiversidad, los que representan un andamiaje interdisciplinario robusto que sirva en la gestión pública y privada de los ecosistemas marinos y costeros, en el marco de los instrumentos de política pública locales, nacionales e internacionales pertinentes.

3.3. Perfil de ingreso

Para ingresar a la MACOO los y las aspirantes deberán contar con el título de licenciatura en alguna de las áreas de las ciencias naturales, de la vida, exactas o de la Tierra, la ingeniería y tecnología en algún campo del conocimiento de carreras

afines como son oceanología, física, ciencia de datos, cómputo, inteligencia artificial, electrónica, mecatrónica, energías renovables, biología, ecología marina, geografía, hidrología, y otras afines en las que se apliquen competencias para el diagnóstico y evaluación de los ambientes marinos y costeros.

En caso de contar con un perfil profesional diferente a los anteriormente citados, el Comité de Estudios de Posgrado (CEP) del programa valorará el expediente de la candidata o candidato en función de la pertinencia de su perfil y su propuesta de investigación con las LGAC. La aceptación de ingreso al programa quedará a juicio del CEP.

Los aspirantes deberán cumplir con los criterios de selección establecidos en la normatividad vigente de la UABC y por su Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar, así como del CEP de este programa de maestría.

En lo particular, las y los aspirantes a ingresar a este programa de estudios requieren cumplir con las siguientes características:

- Conocimientos: observación, evaluación y monitoreo ambiental de ecosistemas marinos o costeros, comprensión del método científico en técnicas de investigación, nivel intermedio de comprensión lectora en el idioma inglés, uso básico de software para programación computacional, para análisis de datos numéricos y tecnologías de información geográfica.
- Habilidades: pensamiento lógico y matemático, comunicación efectiva oral y escrita con pensamiento crítico, trabajo colaborativo y en el análisis y resolución de problemas, redacción científica básica, búsqueda y síntesis de datos e información, manejo de tecnologías de la información y comunicación.
- Actitudes: asertiva, autocrítica, colaborativa, comprometida, curiosidad científica, diligente, disciplinada, observadora, organizada, perseverante, progresiva, respetuosa, servicial, solidaria.
- Valores: Solidaridad, tolerancia y empatía para el trabajo interdisciplinario; ética profesional basada en el respeto y compromiso con la gestión social y

ambientalmente responsable de los océanos y los ecosistemas marinos; confianza, honestidad, lealtad, justicia, perseverancia, respeto, responsabilidad y solidaridad, disciplina y perseverancia, honestidad.

3.4. Requisitos de ingreso

1. Cumplir y acreditar los requisitos establecidos en la normatividad aplicable y vigente para estudios de posgrado en la Universidad Autónoma de Baja California.
2. Comprobar con su certificado de estudios de licenciatura, un promedio general igual o mayor a 80 en escala de 0 a 100, o su equivalente en otros sistemas de calificación.
3. Presentar un Currículum vitae actualizado que detalle la formación académica, experiencia profesional, publicaciones, y cualquier otra información relevante.
4. Acreditar al menos 1,000 puntos en un examen EXANI III. El aspirante deberá realizar todas las gestiones necesarias para presentar este examen y asegurarse de que su calificación sea entregada en tiempo y forma de acuerdo con la convocatoria a la que esté aplicando.
5. Presentar dos (2) cartas de recomendación relativas a su calidad académica.
6. Comprobar el conocimiento de una segunda lengua: al menos nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas, que representa la comprensión de lecturas académicas en inglés, o bien su equivalente (e.g. TOEFL en papel 450 puntos, IELTS 3.5 - 4.5 puntos).
7. En el caso de aspirantes extranjeros presentar una copia de su pasaporte con vigencia mayor a tres meses del tiempo que desee permanecer en México y deberá realizar los trámites necesarios para la obtención de la visa definida por el Gobierno mexicano para poder realizar sus estudios en México.
8. Someter una carta de motivos personales para ingresar a la MACOO en la que explique de manera sintética la pertinencia de sus intereses profesionales y de investigación con el programa de la MACOO. Esta carta deberá estar firmada por el aspirante.

9. Presentar un documento científico como propuesta inicial de anteproyecto de investigación sobre la LGAC de interés del aspirante, firmada de aval por un tutor que pertenezca al Núcleo Académico de la MACOO, al que el o la aspirante deberá contactar como parte de su proceso de ingreso, y que deberá cumplir con las especificaciones contenidas en la convocatoria de ingreso a la MACOO publicada por el CEP de este programa.

10. Realizar una entrevista (presencial o videoconferencia) ante el Comité de Estudios de Posgrado. Durante la sesión se evaluará la motivación, el interés y las aptitudes de la candidata o el candidato.

11. Se podrá pedir en la convocatoria el completar un cuestionario sobre salud mental proporcionado en el marco de la convocatoria de la MACOO. Esta es una estrategia que contribuye al fortalecimiento del accionar humanista y cultura de la paz de los programas de posgrado en la UABC.

3.5. Proceso de selección

El mecanismo del proceso de selección en el programa de la MACOO se desarrollará en tres fases.

Fase 1. Elaboración y publicación de la convocatoria de ingreso anual. El CEP realizará un trabajo colegiado con los integrantes del Núcleo Académico (NA) para elaborar la convocatoria de ingreso. En este documento se debe explicar, además de los requisitos, el proceso que se va a aplicar y la validación del porcentaje o valor definido a los distintos criterios del proceso de selección, a fin de que los y las aspirantes tengan claridad del proceso y sus resultados.

La convocatoria se publicará en los medios de comunicación oficial del IIO y su divulgación en todos los medios y foros que se consideren pertinentes por las autoridades del IIO.

Fase 2. Desarrollo del proceso: Registro inicial y seguimiento de candidatos. Los candidatos y las candidatas interesados e interesadas en participar en el proceso de selección seguirán los pasos que indique la convocatoria e integrarán una carpeta de documentos probatorios que entregarán a la Coordinación del Programa,

de acuerdo con las fechas establecidas y el mecanismo de entrega que se exprese en la misma convocatoria. El CEP se reunirá para revisar el expediente de cada persona aspirante y generará la lista de aquellas y aquellos que cumplan con todos los requisitos especificados en la convocatoria a la que aplicaron. Los aspirantes preseleccionados serán invitados a participar en una entrevista individual con el CEP.

Las entrevistas podrán ser de manera presencial o a distancia, dependiendo del lugar en dónde se encuentre cada aspirante. El objetivo de la entrevista será conocer con mayor detalle las fortalezas, habilidades, actitud, motivaciones, así como la trayectoria y experiencia académica-profesional de las y los aspirantes, así como de resolver dudas que hayan surgido en el proceso inicial de revisión de su documentación e información presentada en su propuesta inicial de anteproyecto de investigación.

Fase 3. Evaluación integral de las y los candidatos, y publicación de resultados. El CEP examinará el puntaje obtenido por cada aspirante y emitirá su opinión en cuanto a la pertinencia de su ingreso de acuerdo con: 1) la calidad de la trayectoria académica-profesional; 2) el cumplimiento de evidencias o documentos probatorios entregados conforme a los requisitos solicitados en la convocatoria emitida; 3) la pertinencia de la carta de motivos y la propuesta inicial de investigación; 4) el resultado del examen de conocimientos EXANI III; y 5) el desenvolvimiento y la calidad de las respuestas en cuanto a claridad, lenguaje utilizado, motivación, entre otras características observadas en la entrevista.

Para los criterios anteriores se asignará la siguiente puntuación: resultado del EXANI III (25%), calificación promedio otorgada por los integrantes del CEP a su documento de propuesta inicial de investigación con base en su pertinencia con las LGAC de la MACOO así como su solidez y mérito técnico-científico (30%), la calificación promedio asignada por los integrantes del CEP en su entrevista (20%) y una calificación a su historia académica donde se considera el promedio general en licenciatura y el dominio de la lengua extranjera (25%).

Para fines generales del cumplimiento de criterios del Sistema Nacional de Posgrados (SNP) y del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES) para la MACOO, estas ponderaciones y el criterio del valor mínimo de calificación para la admisión de las y los aspirantes podrá ser modificado por el CEP previo a la publicación de la convocatoria. Siempre se antepondrán los intereses del correcto funcionamiento y crecimiento del programa sobre cualquier interés individual o de un grupo interno. La ratificación o modificación de estos porcentajes de ponderación y la especificación de la calificación mínima para el ingreso a la MACOO en cada convocatoria deberán constar en un acta colegiada firmada por los integrantes del CEP previo a la publicación de la convocatoria en cuestión.

Al terminar la revisión final de las calificaciones y expedientes de las y los aspirantes que se presentaron en la convocatoria por el CEP, se elaborará y firmará un acta colegiada que incluirá la lista de las y los candidatos aceptados para ingresar al programa de la MACOO. La Coordinación del Programa entregará este documento a la Subdirección y Dirección del IIO para su aprobación y publicación de resultados en los medios de comunicación oficial del IIO.

Después de la publicación de los resultados, las y los candidatos aceptadas y aceptados deberán iniciar su proceso de admisión e inscripción formal y proceder con los trámites que la Coordinación del programa de la MACOO les indique, a fin de que sea considerado como parte del alumnado de posgrado registrado en la UABC.

3.6. Tiempo de dedicación

El programa es en modalidad escolarizada y se desarrolla en cuatro períodos semestrales, con una duración total de 24 meses (2 años). Considerando el enfoque de investigación que tiene la MACOO y los estándares de calidad visualizados para el desarrollo del programa de posgrado, se espera que las y los estudiantes tengan una dedicación presencial de tiempo completo o parcial siempre que atiendan las actividades académicas establecidas por el programa.

El programa de la MACOO es un posgrado con orientación a la investigación que requiere dedicación de una proporción sustancial del día de actividades de los y las estudiantes, siempre en un marco de flexibilidad curricular que permita balancear la exigencia académica con la viabilidad formativa, favoreciendo la inclusión, la permanencia y el logro de las competencias de este posgrado. Si bien es un reto complejo, la UABC hace importantes esfuerzos con su comunidad para fomentar el balance del trabajo académico hacia la excelencia junto con el cuidado de la salud física y mental a través de la promoción de eventos culturales y deportivos. Los y las estudiantes de la MACOO podrá ser parte de esas oportunidades de crecimiento integral.

En el tiempo de dedicación académico el estudiantado inscrito deberá cumplir satisfactoriamente con los contenidos de las unidades de aprendizaje obligatorias y las optativas que elija junto con su Comité de Tesis, desarrollarán su proyecto de investigación, y atenderá las citas y observaciones de la persona directora de su tesis. Además, como parte de la ruta crítica del programa, el estudiantado participará en diversas actividades académicas como seminarios, coloquios y conferencias, a la vez que derivado de su interacción con colegas y profesores tendrá la oportunidad de dedicar parte de su tiempo de vida académica para participar en talleres y congresos de investigación y vinculación, con lo que podrán fortalecer sus competencias y aumentar su experiencia de investigación a nivel posgrado en la comunidad universitaria.

Un eje fundamental del programa es la movilidad de saberes en un contexto de investigación científica pertinente para la solución de problemas locales, regionales, nacionales e internacionales. Se espera que el estudiantado opte por el Proyecto de Vinculación optativo con valor de créditos en los últimos dos semestres, en los que podrá realizar acciones de movilidad en persona o virtuales en proyectos internos de la UABC o externos con alguna institución pública o privada. Esta interacción acerca y sensibiliza a los y las estudiantes con los problemas reales en sistemas marinos y costeros, con lo que serán estimulados para movilizar sus saberes de investigación científica con proyectos reales, que a la vez incrementan

sus probabilidades de inserción laboral al participar estrechamente con potenciales empleadores.

3.7. Perfil de egreso

Los egresados y las egresadas de la MACOO serán capaces de:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

3.8. Requisitos de egreso

La MACOO requiere que las y los estudiantes completen un total de 82 créditos para obtener el grado. De ese total de créditos, 52 créditos son de carácter obligatorio y 30 créditos son optativos. Los créditos obligatorios comprenden 32 créditos correspondientes a unidades de aprendizaje y 20 créditos de la Tesis de Investigación.

Los créditos optativos corresponden a las unidades de aprendizaje optativas y la alternativa de participar en un Proyecto de Vinculación, con los que el estudiantado podrá completar los 30 créditos restantes.

Junto con la aprobación de la totalidad de sus créditos, el alumnado deberá cumplir con los demás requisitos y condiciones que apliquen para estudios de posgrado por la normatividad vigente de la UABC al momento del trámite de su egreso.

3.9 Campo ocupacional

El perfil de egreso de la MACOO se distinguirá por su sólida formación científica y su alta capacidad de aplicación en diversos entornos del mundo contemporáneo. Está diseñada para formar investigadores e investigadoras que actúen como agentes de innovación en la industria oceánica, en centros de investigación y en organismos públicos y privados. Esta orientación responde a una tendencia global: la ciencia aplicada y la investigación orientada a la solución de problemas reales constituyen hoy el motor de desarrollo de la nueva economía azul y de la emergente industria de los datos oceánicos (European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, 2025).

El campo laboral de las personas egresadas abarca prácticamente todos los sectores vinculados con las zonas costeras y oceánicas. En un contexto de crecimiento sostenido de la economía azul, y con el avance de industrias tecnológicas, energéticas y ambientales relacionadas con el mar, se incrementa la demanda de personal especializado capaz de manejar y desarrollar tecnologías emergentes, monitorear condiciones ambientales y biológicas, generar información estratégica y proponer soluciones basadas en conocimiento científico (Willis et al., 2024). Estas capacidades son esenciales para alcanzar las metas nacionales e internacionales de desarrollo sostenible y para garantizar una gestión integral de los ecosistemas marino-costeros.

La industria de la información y los datos oceánicos se ha convertido en uno de los sectores de mayor expansión a nivel mundial. Organismos internacionales proyectan que la economía oceánica podría generar más de 51 millones de empleos sostenibles hacia 2050 (Ocean Panel, 2025), impulsando una creciente demanda de especialistas capaces de traducir información científica en innovación tecnológica. En este sentido, la MACOO responde a la necesidad de formar investigadores e investigadoras con dominio del método científico, pero también con experiencia en su aplicación práctica para atender los desafíos de sectores productivos basados en la investigación sobre el océano, así como de las instituciones encargadas de su gestión social y ambientalmente responsable.

La formación en oceanografía operacional promueve un perfil dinámico, capaz de combinar trabajo de campo, modelación numérica, análisis de datos masivos, diseño de instrumentos, visualización geoespacial y desarrollo de herramientas digitales para la observación oceánica. Estas competencias permiten a los egresados y egresadas integrar equipos interdisciplinarios de alto desempeño tanto en investigación científica como en desarrollo tecnológico y en la consultoría especializada.

Los potenciales empleadores incluyen instituciones académicas y de investigación, organismos gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, empresas privadas dedicadas a la consultoría ambiental y a la ingeniería oceánica, así como sectores industriales emergentes vinculados a la pesca y acuicultura sostenibles, la energía marina, la biotecnología azul, la planificación espacial marina, la gestión de riesgos y el monitoreo ambiental.

Por ejemplo, López et al. (2023) reportaron que el 45.3 % de los egresados de la Maestría en Oceanografía Operacional de la Universidad de Rutgers se incorporaron al sector industrial, el 36.6 % al académico y el 18.1 % al gubernamental, demostrando la creciente convergencia entre la investigación científica y la innovación industrial.

En el sector pesquero y acuícola, las personas egresadas podrán diseñar soluciones científicas y tecnológicas para el monitoreo de la salud ambiental, la generación de indicadores biológicos y la evaluación de la variabilidad de recursos marinos. En el sector energético, incluyendo hidrocarburos y energías renovables marinas (eólica, oleaje, gradiente salino), su formación les permitirá participar en proyectos de investigación aplicada sobre exploración, análisis de riesgos, mitigación de impactos y automatización de procesos de monitoreo. En el ámbito del desarrollo costero, estarán preparados y preparadas para diseñar, implementar y evaluar estrategias de adaptación ante el cambio climático y los eventos extremos, elaborando información espacialmente explícita para la planeación urbana, turística y ambiental.

Por su sólida base científica, las personas egresadas también tendrán la posibilidad de integrarse al sector académico y de investigación, desempeñándose como técnicos y técnicas académicos asociados, investigadores e investigadoras o docentes en universidades y centros de investigación públicos y privados. De igual modo, podrán colaborar con instituciones gubernamentales responsables de la gestión oceánica y costera, la planeación espacial marina, el ordenamiento ecológico y la generación de políticas públicas basadas en evidencia.

En síntesis, la formación científica de la MACOO va más allá de la producción de conocimiento científico, habilita a sus egresados y egresadas para transformar la ciencia en soluciones que respondan a los retos sociales, ambientales y productivos del océano contemporáneo. Así, la maestría contribuye directamente a consolidar una nueva generación de investigadores e investigadoras capaces de integrar la ciencia básica con la innovación aplicada, fortaleciendo tanto el desarrollo científico nacional como la competitividad tecnológica del país en el marco de la economía azul.

3.10. Mapa curricular

Las unidades de aprendizaje obligatorias (32 créditos), ofrecen al alumnado competencias esenciales (secc. 3.7) para el diseño e instrumentación de sistemas operacionales de monitoreo y evaluación de sistemas marinos y costeros, con énfasis en la ciencia que soporta la cadena de valor de la información oceánica.

Por su parte, las unidades de aprendizaje optativas y el Proyecto de Vinculación (30 créditos) brindan competencias especializadas en áreas de conocimiento en el marco de las LGAC de la MACOO, con lo cual las y los estudiantes profundizan en la investigación científica que lleve al desarrollo y aplicación de tecnología innovadora en las ciencias marinas para la construcción de herramientas operacionales que sirvan en la observación de los ecosistemas marinos y costeros. En el transcurso del programa se pueden crear otros cursos o Programas de Unidades de Aprendizaje (PUA) optativos con base en las necesidades que emergen y que se identifiquen como críticas para la formación de calidad y actualizada del estudiantado.

En consonancia con las tendencias globales de la economía azul y la expansión de la industria oceánica, la MACOO orienta su formación hacia una investigación pertinente, aplicada e incidente, que articula la generación de conocimiento científico con la solución de problemas reales en los sistemas marino-costeros (UNESCO, 2021).

En la MACOO el estudiantado podrá participar en un Proyecto de Vinculación (7 créditos optativos) que, desde una perspectiva pedagógica, constituye una innovación académica para la movilización de saberes científicos en un contexto real de su aplicación sin convertir a la MACOO en una maestría profesionalizante, sino que amplía sus fronteras en formación científica. Se fundamenta en enfoques clásicos reconocidos internacionalmente como el aprendizaje experiencial (Kolb, 1984) y el aprendizaje basado en investigación (Healey et al., 2014; Brew, 2020), que tienen pertinencia actual porque promueven la construcción activa del conocimiento en contextos reales (Ješková et al., 2022; Matos et al., 2023; Tong & Zeng, 2023; Ahmed, Grollo, & Czech, 2024; Stock, Cola, & Kolb, 2024; Wood & Louw, 2024).

Esta acción pedagógica permite que el estudiantado experimente los retos y oportunidades de la investigación científica aplicada a problemas del entorno social, ambiental o productivo en escenarios reales, los cuales podrá ligar a su investigación de tesis. Acompañados y acompañadas por sus Comités Asesores de Tesis, las y los estudiantes aplicarán el método científico para diseñar soluciones tecnológicas y operacionales, fortaleciendo sus competencias analíticas, instrumentales y colaborativas, así como valores fundamentales del Código de Ética de la UABC (Universidad Autónoma de Baja California, 2016): responsabilidad, confianza, solidaridad e innovación.

En el plano institucional, con esta iniciativa la UABC se posicionará a la vanguardia nacional al integrar formalmente un componente de vinculación con créditos dentro de una maestría en ciencias. Esta práctica, consolidada en programas internacionales como el de Rutgers University (López et al., 2023), demuestra que

la interacción del estudiantado con actores externos potencia su formación científica y amplía sus oportunidades de inserción laboral sin sacrificar el rigor académico.

Finalmente, en coherencia con el modelo pentahélice de la SECIHTI, el Proyecto de Vinculación fomenta la colaboración entre los sectores académico, gubernamental, industrial, social y ambiental. De este modo, el estudiantado se convierte en agente movilizador de saberes científicos, capaz de transformar conocimiento en soluciones con impacto real.

Así, la MACOO consolida un modelo de formación científica innovadora y pertinente, que promueve la investigación con sentido social, fortalece la empleabilidad del talento especializado y reafirma el compromiso de la UABC con la ciencia al servicio de la sociedad.

Por último, la permanencia del estudiantado en este programa requiere la acreditación de todos los Programas de Unidad de Aprendizaje (PUA), y en específico para su reinscripción semestral deberán tener un promedio ponderado de calificaciones no inferior a ochenta (80) en las unidades de aprendizaje cursadas (Artículo 34 del Estatuto Escolar de la UABC, 2021). Este criterio de permanencia es independiente del criterio especificado por la fuente de su beca de manutención o cualquiera otra, en caso de aplicar.

En la Figura 2 se sintetiza el mapa curricular de la MACOO con los créditos obligatorios y de optativas.

Figura 2. Mapa curricular de la MACOO.



Universidad Autónoma del Estado de Baja California
Coordinación General de Investigación y Posgrado

Mapa Curricular del Programa Educativo de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Semestre I	Semestre II	Semestre III	Semestre IV																																																								
Seminario de Investigación I <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	2	-	-	-	2	Seminario de Investigación II <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	2	-	-	-	2	Seminario de Investigación III <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	2	-	-	-	2	Seminario de Investigación IV <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	2	-	-	-	2
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	2	-	-	-	2																																																					
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	2	-	-	-	2																																																					
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	2	-	-	-	2																																																					
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	2	-	-	-	2																																																					
Introducción a los Sistemas Operacionales <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>6</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	2	2	1	1	-	-	6	Geomática para Sistemas Costeros y Marinos <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>6</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	1	1	4	-	-	-	6	OPTATIVA <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Vr</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	-	-	-	-	Vr	Nomenclatura HC. Hora Clase HE. Horas Extra Clase HL. Hora de Laboratorio HT. Hora de Taller HPC. Hora de Práctica Campo HCL. Hora de Clínica CR. Créditos														
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
2	2	1	1	-	-	6																																																					
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
1	1	4	-	-	-	6																																																					
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	-	-	-	-	Vr																																																					
Introducción a la Oceanografía <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>6</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	2	2	2	-	-	-	6	Instrumentación Oceanográfica <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>6</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	1	1	4	0	-	-	6	Proyecto de Vinculación (CR 7)																													
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
2	2	2	-	-	-	6																																																					
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
1	1	4	0	-	-	6																																																					
OPTATIVA <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Vr</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	-	-	-	-	Vr	OPTATIVA <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Vr</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	-	-	-	-	Vr																														
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	-	-	-	-	Vr																																																					
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	-	-	-	-	Vr																																																					
OPTATIVA <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Vr</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	-	-	-	-	Vr	OPTATIVA <table> <tr> <th>HC</th> <th>HE</th> <th>HT</th> <th>HL</th> <th>HPC</th> <th>HCL</th> <th>CR</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Vr</td> </tr> </table>	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR	-	-	-	-	-	-	Vr																														
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	-	-	-	-	Vr																																																					
HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	CR																																																					
-	-	-	-	-	-	Vr																																																					
Tesis de Investigación (CR 20)																																																											

Nomenclatura

HC. Hora Clase
HE. Horas Extra Clase
HL. Hora de Laboratorio
HT. Hora de Taller
HPC. Hora de Práctica Campo
HCL. Hora de Clínica
CR. Créditos

 **Créditos Obligatorios**

Fuente: Elaboración propia.

3.11. Características de las unidades de aprendizaje

Se diseñaron 29 unidades de aprendizaje desde múltiples aproximaciones del campo del conocimiento en ciencias marinas, de las cuales 8 son obligatorias y proveen al estudiantado las bases teóricas de la oceanografía operacional y las competencias establecidas para el programa, así como 21 unidades de aprendizaje optativas con las que se asegura contar con suficientes opciones para que, las y los alumnos de la MACOO, puedan desarrollarse en alguna de las LGAC de este posgrado, teniendo opciones de interés para completar su formación y proporcionando un amplio rango de flexibilidad curricular.

En los PUA se configuró la distribución de sus horas semanales entre horas clase, extraclase, horas de taller, laboratorio y práctica de campo, de acuerdo con la naturaleza y enfoque de cada una de ellas.

Tabla 1. Distribución horaria y de créditos de las unidades de aprendizaje.

Num.	Unidad de Aprendizaje	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	Créditos
Obligatorias								
1	Seminario de Investigación I	0	0	2	0	0	0	2
2	Seminario de Investigación II	0	0	2	0	0	0	2
3	Seminario de Investigación III	0	0	2	0	0	0	2
4	Seminario de Investigación IV	0	0	2	0	0	0	2
5	Introducción a la Oceanografía	2	2	1	1	0	0	6
6	Introducción a los Sistemas Operacionales	2	2	2	0	0	0	6
7	Instrumentación Oceanográfica	1	1	4	0	0	0	6
8	Geomática para Sistemas Costeros y Marinos	1	1	4	0	0	0	6
Optativas								
9	Oceanografía Aérea	2	2	0	1	0	0	5

Num.	Unidad de Aprendizaje	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	Créditos
10	Introducción al Uso de Sensores Biogeoquímicos para la Zona costera	1	1	2	0	1	0	5
11	Levantamientos Hidrográficos	1	1	2	0	1	0	5
12	Radio Oceanografía	1	1	1	0	2	0	5
13	Hidrología de Cuencas Costeras	2	2	1	0	0	0	5
14	Programación y Automatización de Procesos en Tiempo Real	2	2	1	0	0	0	5
15	Simulación Numérica de Oleaje y Corrientes	1	1	3	0	0	0	5
16	Percepción Remota Oceánica y Costera	1	1	3	0	0	0	5
17	Arquitectura y Gestión de Bases Datos	1	1	3	0	0	0	5
18	Evaluación de la vulnerabilidad y Riesgo en Ecosistemas Marinos y Costeros	1	1	3	0	0	0	5
19	Métodos de Evaluación de Salud de Organismos Acuáticos	1	1	0	3	0	0	5
20	Respuestas Químicas de Organismos Marinos ante el Cambio Climático	1	1	3	0	0	0	5
21	Interpretación de Datos Biogeoquímicos y Ecológicos	1	1	1	2	0	0	5
22	Gobernanza de Mares y Costas	2	2	1	0	0	0	5

Num.	Unidad de Aprendizaje	HC	HE	HT	HL	HPC	HCL	Créditos
23	Procedimientos en la Evaluación del Impacto Ambiental Marino y Costero	1	1	3	0	0	0	5
24	Introducción a la Ciencia de Datos	1	1	3	0	0	0	5
25	Métodos de Análisis en Oceanografía	1	1	3	0	0	0	5
26	Índices y Trazadores Biogeoquímicos en Sedimentos	2	2	1	0	0	0	5
27	Monitoreo de Contaminación Ambiental	2	2	1	0	0	0	5
28	Fundamentos Ecológicos para la Oceanografía Operacional	2	2	1	0	0	0	5
29	Técnicas de Muestreo en Oceanografía	1	1	2	0	1	0	5

Nota: HC: Horas Clase, HE: Horas Extraclase, HT: Horas de Taller, HL: Horas de Laboratorio, HPC: Horas de Práctica de Campo, HCL: Horas de Clínica.

3.12. Estrategias de flexibilidad curricular para el programa educativo

La estructura de la MACOO tiene fundamento y coincidencia estratégica en la conceptualización de la flexibilidad curricular referida en el Modelo Educativo 2018 (Universidad Autónoma de Baja California, 2018) y en el Estatuto Escolar de la UABC (Universidad Autónoma de Baja California, 2021).

El mapa curricular de este programa de estudios de posgrado contiene una amplia gama de unidades de aprendizaje optativas que atienden a las dos LGAC para que las y los estudiantes del programa, junto con las personas que las o los dirigen o co-dirigen y el Comité Asesor de Tesis, puedan construir una experiencia de aprendizaje de posgrado individualizada centrada en sus intereses profesionales y personales, considerando fuertemente procesos trans e interdisciplinarios.

En el programa se considera la posibilidad de que, si es pertinente para su formación a percepción de su Comité Asesor de Tesis, el estudiantado obtenga créditos al completar con éxito cursos y unidades de aprendizaje de otras unidades académicas, instituciones de educación superior nacionales e internacionales, siempre que el CEP haya aprobado previamente la participación de la o el estudiante y le haya asignado el número de créditos con base en el contenido del curso. Tales cursos o unidades de aprendizaje se articularán con acciones de movilidad gestionados entre el estudiantado, su Comité Asesor de Tesis y el CEP.

La flexibilidad curricular de la MACOO también será experimentada por las y los estudiantes al cursar las unidades de aprendizaje optativas ya que se priorizará la aplicación y movilización de los conocimientos adquiridos a sus investigaciones, en las que experimentará procesos de aprendizaje basados en actividades teóricas y prácticas de laboratorio y talleres, incluyendo la interacción con especialistas invitados además de los profesores y profesoras calificadas que impartan los cursos. Siempre en un marco de flexibilidad humanista y de aprendizaje constante, en la MACOO se promueven estrategias formales para la facilitación, evaluación y fortalecimiento del aprendizaje por el estudiantado, adoptando y adaptando estrategias pedagógicas clásicas como el Ciclo de Reflexión, el aprendizaje basado en proyectos, la investigación acción participativa y la evaluación del pensamiento crítico (Smyth, 1991; Rahman y Fals-Borda, 1992; Furman, 2016; (Kokotsaki et al., 2016) y que han evolucionado en su aplicación y renovado su pertinencia en la educación superior y de posgrado (Ješková et al., 2022; Matos et al., 2023; Ahmed, Grollo, & Czech, 2024).

Una de las innovaciones en la MACOO en cuanto a la flexibilidad curricular y movilidad de saberes es el participar en un Proyecto de Vinculación mediante el cual el estudiantado experimentará vivencias de investigación-acción desde el quehacer del perfil de este programa de estudios, y que ya ha sido descrito en secciones anteriores (ver 3.9 y 3.10). Con este Proyecto de Vinculación se promueve el modelo de competencias y se fortalece el aprendizaje extramuros (Artículo 157 del Estatuto Escolar UABC). Este proyecto tiene cuatro propósitos

principales en cuanto a la flexibilidad curricular y a la visión del Modelo Educativo de la UABC:

1. Fomentar la retribución social y movilidad de saberes por las y los estudiantes que participan en un proyecto en sistemas operacionales de aplicación real, preferentemente afín a la temática general de su investigación científica.
2. Promover la flexibilidad de la experiencia educativa del estudiantado al permitirles diseñar o adaptar su proyecto considerando las investigaciones o colaboraciones externas disponibles, e incluso definir de forma personalizada junto con su Comité Asesor de Tesis, el Proyecto de Vinculación al que se incorporará.
3. Promover la movilidad del estudiantado para participar con instituciones colaboradoras de la UABC en general, y del IIO en lo particular. Se visualiza también un escenario de trabajo colaborativo a distancia cuando las condiciones (recursos económicos y de disponibilidad de tiempo) no sean propicias para su movilidad en persona.
4. Brindar la oportunidad de que el estudiantado se vincule directamente con potenciales empleadores, permitiendo una experiencia en el ámbito profesional durante su formación. Con esto, se busca incentivar al estudiantado para cumplir con su proceso de titulación en los tiempos adecuados, a la vez que muestra sus capacidades profesionales y blandas que le brinden competencias adicionales aumentando las posibilidades de incorporarse al sector laboral al concluir sus estudios.

El Proyecto de Vinculación deberá ser validado por el Comité Asesor de Tesis de la o el estudiante, y debe asociarse directa y claramente con su tema de investigación, la que a su vez está alineada a alguna de las LGAC de la MACOO, y será evaluado y en su caso, aprobado por el CEP.

Para el registro del Proyecto de Vinculación se deberá cumplir con los siguientes requisitos para poderse avalar por la MACOO:

1. Que la o el estudiante proponente esté formalmente inscrito en el ciclo escolar en el que se ejecutará el proyecto.

2. Haber aprobado al menos el 75% de las unidades de aprendizaje obligatorias.
3. Haber cursado cuando menos el 65% de los créditos de unidades de aprendizaje optativas.
4. En caso de realizar una estancia fuera del campus de la UABC, asegurarse de tener el seguro facultativo vigente, de lo contrario, acudir al Departamento de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar en Vicerrectoría para darlo de alta.
5. Es deseable que la Entidad Receptora (ER) tenga un convenio con la UABC. En el caso de las unidades académicas internas de la UABC y entidades con las que no se tenga un convenio, se deberá contar con al menos una carta de entendimiento formal entre la ER con alguno de los integrantes del Comité Asesor de Tesis de la o el estudiante, o si es de interés para ambas partes, con el CEP de la MACOO para facilitar el acceso de otras u otros y otras estudiantes a la misma ER.
6. Que el o la estudiante cuente con el visto bueno de su director o directora (o codirectores o codirectoras) para la solicitud de registro del Proyecto de Vinculación propuesto.
7. Toda situación no prevista en estos requisitos será analizada por el CEP de la MACOO para su resolución.

Para el registro del proyecto, se deberá seguir este procedimiento a través de la Coordinación de la MACOO.

4. Mecanismos de operación del programa educativo

4.1. Comité de Estudios de Posgrado

4.1.1. Funciones del Comité de Estudios de Posgrado

Con base en el Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado, de la UABC, artículo 34, el Comité de Estudios de Posgrado (CEP) estará conformado de la siguiente manera:

1. La Dirección del IIO quien fungirá como presidente(a). Ésta tendrá voto de calidad.
2. La Coordinadora o el Coordinador de Investigación y Posgrado del IIO.
3. El o la responsable (Coordinación) de la MACOO, designado o designada por la dirección del IIO, quien ostentará la Secretaría Técnica del CEP.
4. Cuando menos dos representantes del Núcleo Académico de la MACOO, designados o designadas por la dirección del IIO, y con el visto bueno de la Coordinación General de Investigación y Posgrado del IIO, quienes no podrán estar ocupando otros cargos administrativos en la Universidad, y que cuenten con al menos un año de experiencia en el programa, salvo el primer año de funcionamiento de la MACOO. En todo momento se cuidará la transparencia del proceso de designación de los integrantes, y la representatividad y diversidad en este cuerpo colegiado.

En su función de órgano colegiado de conducción, consulta y asesoría académica para el desarrollo y operación de las actividades de la MACOO, el CEP tiene las siguientes funciones:

- I.- Opinar ante la autoridad del IIO, sobre el desarrollo y operación del programa respectivo.
- II.- Participar activamente, a solicitud de la o del responsable o coordinador de la MACOO, en las propuestas, el avance, actualización y modificación del programa educativo, así como en su evaluación, sugiriendo lo conducente a la autoridad correspondiente.
- III.- Proponer a la autoridad del IIO los tutores académicos, directoras, directores, codirectoras o codirectores de tesis o trabajo terminal, para las y los estudiantes de la MACOO.
- IV.- Proponer a la autoridad del IIO el Jurado para los exámenes especiales, y los exámenes para obtención del grado, según corresponda.

V.- Participar en el proceso de selección de las y los aspirantes a ingresar al programa de posgrado.

VI.- Participar activamente, a solicitud de la o del responsable de la MACOO, en la evaluación de los avances semestrales de las alumnas y alumnos, así como evaluar los casos que ameriten bajas.

VII.- Participar de forma activa y comprometida en la promoción y posicionamiento de la MACOO, ya sea con proponer estrategias de comunicación y cooperar en las estrategias que se validen en el CEP a partir de estrategias institucionales e iniciativas individuales de la planta académica y el estudiantado.

VIII.- Proponer a la autoridad del IIO las disposiciones no contempladas en este reglamento, de la MACOO o sus modificaciones.

IX.- Las demás que le confieren el Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado y las normas universitarias, las que estén establecidas en el plan de estudios de la MACOO, y las que le sean encomendadas por la autoridad del IIO que se desprendan de su cargo.

4.1.2. Funciones del Comité de Selección

En este programa de posgrado, será el CEP el que cumplirá las funciones de evaluación de los aspirantes a ingresar a la MACOO, entre las que se encuentran:

1. Revisar y estudiar los expedientes de cada una de las y los aspirantes que se postulen para ingresar a la MACOO, haciéndolo con tiempo suficiente previo a las reuniones de trabajo y entrevistas.
2. Participar en el proceso de calificación de las y los aspirantes en todas las etapas y con todos los documentos, evidencias y evaluaciones que estén definidas en el proceso, y cualquier otra tarea imprevista pero que sea parte esencial del proceso de selección de aspirantes.
3. Participar en todas las reuniones a las que se convoque durante el proceso de selección de las y los aspirantes, incluyendo las entrevistas programadas.

4. Entregar en tiempo y forma las calificaciones para cada uno de los criterios de evaluación definidos para las y los aspirantes evaluados. Responder a cualquier duda que hubiera sobre las calificaciones y recomendaciones que emitan.

Participar en la firma del documento de decisión final de las y los aspirantes seleccionados en la generación para la que sirvieron como evaluadores.

Siempre en apego al marco normativo vigente de la UABC, y siempre que la planta académica lo permita, se procurará la equidad de género en la integración del Comité de Selección.

4.1.3. Funciones del Comité Asesor de Tesis

Los Comités Asesores de Tesis del estudiantado en la MACOO serán propuestos por las y los estudiantes en acuerdo con sus directores/directoras o codirectores/codirectoras. De acuerdo con la ruta crítica de la MACOO esto deberá ocurrir en el primer semestre del programa. Estos comités serán revisados y en su caso aprobados por el CEP.

La persona que dirige, o en su caso, las personas que co-dirigen la tesis, tendrán la responsabilidad de asesorar y dirigir el proyecto de la o el estudiante, proponer cursos optativos dentro y, si es necesario, fuera del programa de la MACOO. En caso de codirección de tesis, ambos codirectores participan de manera igualitaria en la dirección del trabajo de investigación. Por su parte, el comité asesor de tesis evaluará los avances de investigación, brindará retroalimentación y asesorará tanto como sea necesario. Asimismo, podrá identificar oportunidades de crecimiento académicas y proponer medidas de fortalecimiento, revisará el contenido y avances de la investigación y hará las recomendaciones necesarias para mejorarlo.

4.1.4. Funciones del Comité de Ética/Bioética

El Comité de Ética y Bioética que velará las actividades de la MACOO es el Comité de Ética y de Evaluación de Investigación y Posgrado de IIO (<http://iio.ens.uabc.mx/transparencia/comites-consejos-y-academias>).

Este Comité tiene las siguientes funciones:

I. Revisar y evaluar los proyectos y resultados de investigación desde el punto de vista de la ética, bioética, bioseguridad u otros aspectos necesarios para el correcto funcionamiento de éstos.

II. Asesorar y apoyar a la autoridad del IIO en la evaluación de la pertinencia e impacto de las iniciativas de investigación y posgrado para que favorezcan el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

III. Apoyar en la evaluación de las actividades de investigación y posgrado de los integrantes del IIO.

IV. Las demás que deriven de la normatividad universitaria o le sean encomendadas por el director del IIO.

4.1.5 Funciones de los Subcomités de Bioética

El mismo Comité de Ética y de Evaluación de Investigación y Posgrado (CEEIP) del IIO estará a cargo de las funciones del Subcomité de Bioética para la MACOO. Este Comité tiene como descripción (Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, 2025):

El CEEIP es un órgano interno del IIO-UABC autorregulado que se dedica a la revisión y aprobación de proyectos de investigación que requieren un tipo de autorización especial al realizar investigación con animales vertebrados y/o con seres humanos para lo cual, con base en acuerdos regionales, nacionales, e internacionales se deben seguir protocolos y cuidados específicos. Al cumplirse los requisitos mínimos establecidos por este comité, la dirección del IIO-UABC otorgará una autorización y un número de registro que podrá ser presentado ante organismos de evaluación, editoriales de libros o revistas de investigación para que los resultados de dichas investigaciones puedan ser publicados. (p. 4).

4.2. Mecanismos de evaluación del programa educativo de posgrado

De acuerdo con el Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California (2021) en materia de evaluación de programas educativos, se debe garantizar que cada programa cumpla con los altos estándares de calidad tanto en el contenido curricular como en la enseñanza ya que son elementos esenciales para mantener la reputación y la credibilidad de la institución. En este sentido, el programa de la MACOO se compromete a implementar mecanismos de evaluación como son encuestas a su estudiantado y profesorado sobre la pertinencia, contenido e impartición de los PUA, así como sobre el desempeño del personal docente y el alumnado semestralmente. Esto tiene el objetivo de monitorear el progreso estudiantil, mejorar la enseñanza y enriquecer el contenido de las unidades de aprendizaje. Asimismo, una vez que se tengan las primeras generaciones de personas egresadas, se incluirán acciones de seguimiento con encuestas y entrevistas de los egresados y las egresadas, así como de sus empleadores.

Con estas acciones, la MACOO se compromete a cumplir con su objetivo general y a fomentar la transparencia y la mejora continua desde su estructura interna.

4.2.1. Evaluación del programa educativo

Se propone realizar una evaluación integral que incluya la opinión de actores internos (estudiantado, docentes, tutores, tutoras, directores, directoras y la persona encargada de coordinación) y externos (egresados, egresadas, empleadores, instituciones o universidades pares, organismos acreditadores nacionales e internacionales) sobre la operación y función del programa. Esta evaluación se desarrollará en tres etapas: 1) al finalizar un semestre de impartición de unidades de aprendizaje del programa, 2) al concluir una generación, y 3) en la medición de los impactos generados por la MACOO en el mediano plazo, circunscribiéndose a evaluaciones cada 6 años, lo que representa ciclos de tres generaciones de la MACOO.

Las evaluaciones serán sistemáticas, mediante un registro de indicadores cuantitativos y cualitativos, utilizando los instrumentos de evaluación propuestos en el *Sistema Interno para el Fortalecimiento de los Posgrados (SIFOR)* del *Sistema*

Nacional de Posgrados de la SECIHTI SNP, y los criterios orientadores del *Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior* (SEAES, 2023), y cualquier otra normatividad vigente.

Los elementos que se considerarán en esta evaluación integral serán:

1. Desempeño del estudiantado en su trayectoria académica de la maestría.
2. Desempeño de los docentes, tutores, directores, y la producción académica generada en el marco de las investigaciones del estudiantado.
3. Recursos para operar el programa de la MACOO: infraestructura y equipamiento.
4. Vinculación social, resultados e impacto del programa de la MACOO.
5. Actualización del plan de estudios y contenidos de las unidades de aprendizaje.

Es importante mencionar que la participación de todos los actores internos del programa de la MACOO será fundamental para dialogar, analizar, proponer y diseñar instrumentos que permitan recabar la información, y con esto, elaborar el plan de mejora conforme a los elementos de evaluación establecidos, por esta razón los órganos colegiados se sugiere que sesionen de la siguiente manera:

- El Comité de Estudios de Posgrado sesionará de manera ordinaria una vez por semestre, además de las sesiones extraordinarias que se requieran.
- El Comité Asesor de Tesis sesionará dos veces por periodo semestral (al inicio y final del periodo).

En lo general, con estas evaluaciones el programa de la MACOO busca completar estándares nacionales e internacionales mediante:

- 1) Garantizar la formación integral de su estudiantado, así como la pertinencia de sus aportes al campo de la oceanografía operacional y de su aprovechamiento responsable.
- 2) Contar con docentes altamente calificados, con experiencia consolidada en su área de desempeño.

3) Fomentar la participación de los investigadores, las investigadoras, así como profesores y profesoras en las estrategias promovidas semestralmente por la Coordinación General de Formación Profesional de la UABC, a través de su Departamento de Formación y Evaluación Docente.

4) Implementar prácticas innovadoras basadas en la investigación y el desarrollo tecnológico.

5) Actualizar los contenidos curriculares a través de la colaboración con instituciones y organismos especializados nacionales e internacionales, cuando el CEP así lo considere.

6) Monitorear el impacto profesional de sus egresados y egresadas, facilitando así un proceso de mejora continua en esta maestría.

La descripción de las actividades colegiadas que se llevarán a cabo conforme a los elementos de la evaluación integral que se proponen en el programa de MACOO se presentan con las siguientes tablas analíticas:

Tabla 2. Desempeño de las y los estudiantes en su trayectoria académica de la maestría.

Indicadores	1) Puntaje obtenido por el estudiantado en su proceso de admisión (Antecedentes académicos). 2) Relación del número de estudiantes por persona del profesorado para asesorías. 3) Relación del número de estudiantes por persona del profesorado que dirige o codirige investigaciones de tesis (hasta 5 estudiantes dirigidos o codirigidos por profesor o profesora, incluyendo estudiantes de cualquier programa del Sistema Nacional Posgrados de la SECIHTI). 4) Participación del alumnado en seminarios y presentación de avances. 5) Publicaciones académicas sobre las LGAC de la MACOO, ya sean individuales, con colegas de otras instituciones o programas y en colaboración con el Núcleo Académico.
Medios de verificación	1) Reporte de los comités asesores de tesis en su seguimiento semestral. 2) Minutas de las reuniones y actas de Comité. 3) Reporte del avance de tesis.

	4) Evaluaciones del desempeño del estudiantado para SECIHTI. 5) Evidencias de la atención y orientación del estudiantado.
Acciones de mejora	1) Atención a recomendaciones derivadas de las reuniones con el Comité Asesor de Tesis. 2) Consulta con el Núcleo Académico. 3) Recomendaciones definidas a partir de la productividad académica y de la retribución social por las y los estudiantes.

Fuente: Elaboración Propia, 2024.

Tabla 3. Desempeño docente, tutorías, direcciones y producción académica generada.

Indicadores	1) Validación por el CEP de la idoneidad del perfil de las y los docentes para los PUA que imparten. 2) Productividad científica y académica como investigadores e investigadoras. 3) Porcentaje de participación con el estudiantado en seminarios, presentación de avances. 4) Evaluación del desempeño docente (opinión estudiantil).
Medios de verificación	1) Reporte de personal académico (NA, CEP). 2) Cartas de reconocimiento o constancias. 3) CVU de las y los profesores. 4) Pertenencia a redes académicas nacionales e internacionales. 5) Membresía a Laboratorios Nacionales. 6) Acreditación y actualización docente. 7) Investigaciones con incidencia social. 8) Eficiencia individual en el proceso de titulación de sus estudiantes bajo dirección y codirección.
Acciones de mejora	1) Reuniones con Comité de Estudios de Posgrado. 2) Seguimiento a la información del personal docente (PTC y PTP).

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tabla 4. Recursos para operar el programa de MACOO: infraestructura y equipamiento.

Indicadores	1) Suficiencia de instalaciones: Aulas equipadas, laboratorios, bibliotecas y acceso a tecnología avanzada. 2) Acceso a bases de datos, software especializado, y materiales digitales. 3) Disponibilidad de servicios de apoyo académico para tutorías, asesorías.
Medios de verificación	1) Reporte de la relación costo de la matrícula con los ingresos a los que la MACOO tiene acceso por recursos propios e institucionales. 2) Costos del mantenimiento de la infraestructura física. 3) Reporte de costos para la adquisición de equipos de tecnología avanzada. 4) Inventarios de la instalación o del edificio académico.
Acciones de mejora	1) Mantenimiento preventivo y correctivo. 2) Coordinación de los servicios de apoyo académico-administrativo. 3) Modelo de negocio para la oferta de los servicios de educación continua asociados a la visión de la MACOO y que inyecten recursos para el programa de estudios.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tabla 5. Vinculación social, resultados e impacto del programa de la MACOO.

Indicadores	1) Número o porcentaje de actividades de colaboración del programa con los diversos sectores de la sociedad (gubernamental, productivo, social, educativo). 2) Tasa de empleabilidad de los egresados y las egresadas, así como sus funciones desarrolladas (porcentaje de graduados que obtienen empleo en su campo en un tiempo razonable). 3) Existencia de Red de egresados y egresadas que impulse el networking. 4) Número o porcentaje de prácticas o estancias en empresas o instituciones. 5) Número o porcentaje de conexiones con empresas y otras instituciones académicas.
Medios de verificación	1) Reporte de vinculación (cumplimiento de compromisos establecidos en el eje de acción Fortalecimiento colaboración y vinculación con la sociedad); 2) Convenios, contratos, cartas de satisfacción de servicios; 3) Medios de transferencia, difusión y aplicación del conocimiento.
Acciones de mejora.	1) Consultas académicas y entrevistas a los y las estudiantes, al núcleo académico, a egresados, egresadas y a responsables institucionales que den cuenta de la efectividad del posgrado.

	2) Networking con egresados y egresadas, así como su participación en proyectos del IIO, UABC y con instituciones con convenios asociados a la MACOO. 3) Realización prácticas o estancias en empresas o instituciones.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tabla 6. Actualización del plan de estudios y contenidos de las unidades de aprendizaje.

Indicadores	1) Valoración periódica de los cursos y su relevancia para el campo de la oceanografía operacional. 2) Inclusión de opciones de especialización o unidades de aprendizaje electivas emergentes de la oceanografía operacional. 3) Revisión de la pertinencia del contenido del programa para mantenerlo a la vanguardia en investigaciones y prácticas de campo. 4) Porcentaje de inserción laboral de egresados y egresadas con funciones acorde a su perfil. 5) Reconocimiento o distinciones recibidas del programa. 6) Acreditación del programa.
Medios de verificación	1) Reporte actualizado del plan de estudios. 2) Documento de referencia de la operación del programa de posgrado en extenso. 3) Evidencia de actualización de las unidades de aprendizaje. 4) Análisis de pertinencia acorde a las necesidades del sector social, gubernamental y productivo.
Acciones de mejora.	1) Entrevistas a los y las estudiantes en activo, egresados y egresadas. 2) Consulta y sesiones con el Núcleo Académico. 3) Relación con las egresadas y los egresados del programa. 4) Reuniones con responsables institucionales.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

La instancia colegiada para dar seguimiento a la evaluación del programa por medio de organismos de acreditación nacionales e internacionales será el CEP junto con el NA y la Coordinación del programa de la MACOO, bajo el marco institucional de la UABC, y atendiendo los reglamentos y estatutos del IIO. Asimismo, se considerarán los lineamientos de la Política Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (PNEAES, 2022) en materia de evaluación: Sistema Nacional de Posgrados (SNP) - SECIHTI, Sistema Interno para el Fortalecimiento de los Posgrados (SIFOR) - SECIHTI y los criterios de orientación del Sistema de

Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES) de la Secretaría de Educación Pública o normatividad equivalente vigente.

4.2.2. Evaluación del cumplimiento de la ruta crítica

El programa de la MACOO cuenta con una ruta crítica (Tabla 7) que el estudiantado debe seguir con el fin de asegurar su permanencia hasta la obtención satisfactoria del grado académico de maestría.

Tabla 7. Descripción del proceso y avances esperados en la ruta crítica de los cuatro semestres de la MACOO.

Semestre	Proceso	Avances
1	• Cursar unidades de aprendizaje obligatorias (3) y optativas (2). • Cursar de forma obligatoria la unidad de aprendizaje Seminario de Investigación I. • La(el) estudiante solicita a la Coordinación de la MACOO el registro de su Director(a) de Tesis, así como del resto de su Comité Asesor de Tesis. • Presentación de avances del protocolo de tesis al Comité Asesor de Tesis. • Responder la encuesta de evaluación del docente (UABC).	• Promedio ponderado de calificaciones no inferior a 80 en las unidades de aprendizaje cursadas. • Oficio por el CEP con el nombramiento del director y el Comité Asesor de tesis. • Minuta de la reunión con el Comité Asesor de tesis, incluyendo una calificación asignada a su desempeño. Se espera presente un avance significativo sobre el esquema de investigación, el marco conceptual y los avances en la metodología de la investigación. • Reporte de la evaluación al desempeño del becario (SECIHTI)*

Semestre	Proceso	Avances
2	• Cursar unidades de aprendizaje obligatorias (3) y optativas (2). • Cursar de forma obligatoria la unidad de aprendizaje Seminario de Investigación II. • Enviar el documento de su protocolo de tesis al Comité Asesor de Tesis para su retroalimentación y en su caso aprobación. • Al final del semestre deberá haber definido y solicitado al CEP la aprobación del Proyecto de Vinculación en el que participará en el siguiente semestre. • Responder la encuesta de evaluación del docente (UABC).	• Promedio ponderado de calificaciones no inferior a 80 en las unidades de aprendizaje cursadas. • Oficio de aprobación de su Proyecto de Vinculación por el CEP. • Acta de los avances de la investigación y la aprobación de protocolo por el Comité Asesor de tesis (se espera al menos un 40% de avance de la investigación).
3	• Cursar las unidades de aprendizaje optativas identificadas junto con su director(a) o codirectores/codirectoras. • Cursar de forma obligatoria la unidad de aprendizaje Seminario de Investigación III. • Realizar y aprobar el Proyecto de Vinculación sectorial. • Envío de los avances y el resultado de tesis al Comité Asesor para retroalimentación. • Responder la encuesta de evaluación del docente (UABC).	• Acta de evaluación de los avances de tesis por el Comité Asesor. • Oficio por la Entidad Receptora de su Proyecto de Vinculación de haber completado el proyecto. • Oficio de solicitud de aprobación de su Proyecto de Vinculación al CEP.

Semestre	Proceso	Avances
4	• Cursar de forma obligatoria la unidad de aprendizaje Seminario de Investigación IV. • Realizar el Proyecto de Vinculación si aún no lo ha realizado. • Presentación de los avances de tesis al Comité Asesor (se espera el documento de tesis al menos al 80% de avance). • Tramitar los certificados de estudios de Maestría y del segundo idioma. • Defensa de la tesis. • Responder encuesta de la evaluación del docente (UABC).	• Certificado de estudios de Maestría. • Acta de examen de grado. • Constancia de haber completado sus actividades de retribución social*

4.3. Características de la tesis

El trabajo de investigación para la elaboración de una tesis en el programa de MACOO, comienza desde el primer semestre en la unidad de aprendizaje *Seminario de Investigación I*, en la que se acompañará al estudiantado en el análisis y estructura de su sección de antecedentes, planteamiento del problema, justificación, etc. Con esta primera unidad de aprendizaje, el estudiantado trabajará en las etapas iniciales del contenido y desarrollo de su investigación y que, al final del primer semestre, se presentará y será evaluado por el Comité Asesor de Tesis que se nombre en el transcurso de ese semestre.

Durante el segundo semestre, tanto la unidad de aprendizaje *Seminario de Investigación II*, como el acompañamiento del Comité Asesor de Tesis, orientarán al estudiantado en el desarrollo de su protocolo de investigación. Este protocolo incluye el correcto planteamiento del problema, las preguntas de investigación o la hipótesis, objetivos, el marco conceptual, la propuesta metodológica, el cronograma y los insumos requeridos. Al final del segundo semestre, la o el estudiante presentará un documento del anteproyecto o protocolo para ser revisado y recibir

una retroalimentación profunda y asertiva por parte de su Comité Asesor de Tesis que lo orientará en la ejecución adecuada de su proyecto de investigación.

Se espera que, durante los primeros dos semestres, las y los estudiantes adquieran las competencias y conocimientos fundamentales de la oceanografía operacional, a través del curso de las unidades de aprendizaje obligatorias y optativas, que le servirán de sustento para el desarrollo de sus investigaciones.

En el tercer semestre, el estudiantado se dedicará fundamentalmente a trabajar en el desarrollo de su investigación, e igualmente será guiado y orientado por la unidad de aprendizaje *Seminario de Investigación III* y su Comité Asesor de Tesis. El diseño de la ruta crítica y mapa curricular permiten que se puedan cursar unidades de aprendizaje optativas indispensables para garantizar el mejor resultado en el trabajo de investigación. Un tema central en el tercer semestre será la movilidad de saberes y acción-investigación con la realización de su Proyecto de Vinculación, que se espera esté directamente relacionado con su investigación de tesis y de esta manera acelere su proceso de investigación científica para la obtención del grado. Al finalizar este semestre, el Comité Asesor de Tesis evaluará los fundamentos teóricos, la correcta adquisición de insumos, el diseño metodológico detallado, así como la visualización de avances en los resultados, a través de un documento de avances de tesis y una presentación de estos. Durante el tercer semestre, es deseable y esperado que el estudiantado haya logrado un 70% de avance en su investigación.

En el cuarto semestre, se espera que la o el estudiante dedique su tiempo a trabajar en la generación de sus resultados finales, en la redacción de la discusión (con la debida investigación de trabajos relacionados), en las conclusiones, así como a generar la primera versión del documento final de su investigación. El estudiantado será acompañado en esta etapa final por la unidad de aprendizaje *Seminario de Investigación IV* donde se le orientará en la integración y correcta presentación de su documento final. Se espera que, a lo largo de este semestre, las y los estudiantes entreguen a su Comité Asesor de Tesis la primera versión del documento de tesis

para recibir retroalimentación y contar con el tiempo suficiente para atender recomendaciones y fortalecer su trabajo.

Al finalizar el cuarto semestre, la o el estudiante presentará en su evaluación semestral los resultados completos de forma concreta y adecuada, así como los principales elementos de discusión y una primera versión de conclusiones. En esta etapa, el estudiantado contará con sus créditos obligatorios y optativos completos, incluyendo los asignados a los proyectos de vinculación, y una vez que el comité de tesis apruebe la versión final del documento, en cualquiera de las dos modalidades abajo descritas, la o el estudiante podrá presentar el examen de grado para obtener su título académico como Maestra o Maestro en Ciencias en Oceanografía Operacional.

De esta manera, se espera que la o el estudiante desarrolle una tesis con una investigación original que contribuya al avance del conocimiento en oceanografía operacional. Para ello, la o el estudiante podrá presentar su trabajo en la modalidad que mejor se adapte a su investigación después de haberlo consensuado con su Comité Asesor de Tesis, considerando las siguientes características:

a) Tesis de investigación aplicada: Se enfoca en la aplicación práctica de teorías o modelos a situaciones reales, como casos de estudio o proyectos en desarrollo. También implica la realización de experimentos o pruebas para validar hipótesis y tiene el objetivo de investigar fenómenos a través de métodos empíricos y obtener resultados que puedan ser medidos y analizados.

Estructura de tesis:

- *Título:* Este debe reflejar la definición del problema de una forma concisa.
- *Resumen:* es una síntesis del contenido de la tesis, incluyendo el problema de investigación, los objetivos, la metodología, los principales resultados y las conclusiones.
- *Introducción:* Presenta el problema de investigación, justifica su relevancia y establece los objetivos para comprender el enfoque de la tesis y presentar los límites y alcances de la investigación. En esta sección se incluyen los antecedentes

pertinentes del tema, la definición del problema, la justificación, los objetivo general y particulares, y la hipótesis o las preguntas de investigación.

- *Marco teórico:* En esta sección se establecen los fundamentos teóricos y metodológicos en los que se basa la investigación. Se revisa la literatura existente sobre el tema, se describen las teorías, modelos y conceptos fundamentales que serán utilizados en la investigación. Estos elementos brindan un lenguaje común y un marco de referencia para analizar el tema y facilitar la comprensión de los conceptos abordados. Incluye la explicación de las bases y enfoques que guiarán el análisis de los datos. Aquí, se justifica por qué se eligieron ciertas aproximaciones y se establece su relación con el problema de investigación.
- *Método:* en esta sección se describen los métodos y técnicas utilizadas para recolectar y analizar los datos. Se presenta la descripción del diseño metodológico utilizado, los métodos de adquisición de datos y el detalle y justificación de las técnicas analíticas utilizadas para generar los resultados.
- *Resultados:* se presentan los hallazgos de la investigación de manera clara y concisa, apoyados en visualizaciones gráficas, tablas y análisis estadísticos. La presentación debe ser organizada, y debe acompañarse de una interpretación de los datos obtenidos, relacionándolos con las hipótesis y el marco teórico.
- *Discusión:* se presenta la interpretación de los resultados, se relacionan los hallazgos con el marco teórico y se discuten sus implicaciones en el contexto del problema. En otras palabras, la discusión consiste en una evaluación crítica de los resultados desde la perspectiva del autor tomando en cuenta el trabajo de otras y otros investigadores.
- *Conclusiones:* se presenta un resumen claro y conciso de los resultados más relevantes de la investigación. Este resumen debe abordar directamente los objetivos y las hipótesis planteadas al inicio del estudio y concluir de acuerdo a lo planteado en ellos. También se describe cómo los resultados obtenidos en la investigación contribuyen al conocimiento existente. Finaliza con la recomendación de nuevos temas o enfoques para investigaciones futuras que puedan ampliar, profundizar o mejorar lo estudiado en la tesis.

- *Bibliografía:* se presenta la lista completa de las fuentes consultadas, siguiendo un formato de citación establecido (APA, Harvard, o de acuerdo con los lineamientos que especifique el CEP).
- *Anexos.* Si es requerido, esta sección permite incluir material que sirva de refuerzo, pero que no forma parte fundamental en la tesis.

b) Tesis en formato de artículo científico: Se compone de un artículo científico publicado o sometido al proceso de revisión por pares (posterior a la asignación de revisores por parte de los editores), que se acompaña de un capítulo introductorio donde se contextualiza el marco general y amplio de la investigación, además de un capítulo final de conclusiones y recomendaciones. Las secciones de acompañamiento del artículo deberán aportar elementos únicos que provean coherencia y contexto a la investigación en el marco del programa de la MACOO.

Estructura de tesis en formato de artículo científico:

- *Título:* Este debe reflejar la definición del problema de una forma concisa. No deberá ser exactamente igual al del artículo.
- *Resumen:* Se presenta una breve descripción del objetivo, la metodología, los resultados y las conclusiones.
- *Introducción:* se presenta el contexto y la justificación del tema. En este capítulo introductorio, se incluyen los antecedentes pertinentes del tema, la definición del problema, la justificación, los objetivos general y particulares, y la hipótesis o las preguntas de investigación. Finaliza con un resumen de la estructura de la tesis y una explicación de cómo en el artículo se aborda el problema y se alcanza el objetivo general.
- *Artículo:* Se incluye la publicación en revisión o bien aceptada en una revista indexada.
- *Conclusiones generales:* se presenta un resumen de los hallazgos principales, el aporte de la tesis al área del conocimiento se concluye con recomendaciones para investigaciones futuras.
- *Referencias:* se presenta la lista de referencias utilizadas en el documento.

4.4. Metodología de enseñanza aprendizaje

Desde el enfoque teórico del humanismo-constructivista, el programa de la MACOO promueve una formación integral del estudiantado en consonancia con las directrices del Modelo Educativo de la UABC (Universidad Autónoma de Baja California, 2018), el cual reconoce al estudiantado como un ser capaz y proactivo, se busca que desarrolle no solo conocimientos especializados, sino también habilidades para la vida y una conciencia social. A través de un aprendizaje activo y experiencial se busca vincular la teoría con la práctica y movilizar sus saberes, preparando al estudiantado para enfrentar los retos del mundo real y contribuir al desarrollo sostenible de los océanos.

Desde esta perspectiva, las y los estudiantes se consideran las y los constructores de su propio conocimiento, mientras que las y los docentes asumen el rol de facilitadores, creando escenarios de aprendizaje donde el estudiantado desarrolla nuevas habilidades y se incorpora al campo de aplicación en acompañamiento de sus asesores. En este sentido, en la MACOO se aplicará la Metodología de enseñanza activa que se centra en la planificación y diseño de situaciones problemáticas que involucran al estudiantado en la búsqueda de conocimientos necesarios para proponer soluciones originales y efectivas (Aprendizaje Basado en Proyectos), así como en la investigación acción participativa y el fortalecimiento del pensamiento crítico. Bajo este enfoque, la evaluación se concibe como un proceso continuo que permite monitorear los avances y logros del estudiantado, promoviendo su desarrollo como un profesional altamente calificado y capaz de contribuir al avance de la oceanografía operacional. En su proceso de aprendizaje incluimos una aproximación basada el Ciclo de Reflexión de Smyth (1991) para incluir la descripción del nuevo aprendizaje, la explicación que le dan, la confrontación con su experiencia previa y la reconstrucción de su conocimiento.

La MACOO tiene un enfoque por competencias con una planificación didáctica de las y los docentes orientada al desarrollo de habilidades y conocimientos que permiten al estudiantado desempeñarse en un campo en constante evolución.

Con el objetivo de concretar el desarrollo de competencias en el estudiantado, el programa de la MACOO está diseñado en la modalidad presencial para enriquecer

su experiencia formativa. Las unidades de aprendizaje y las clases presenciales están diseñadas para facilitar la construcción de redes de contacto, así como el desarrollo de habilidades sociales mediante la interacción directa con profesores-investigadores y profesoras-investigadoras reconocidas con el más alto nivel académico y con compañeros y compañeras que cuentan con una sólida trayectoria en su campo profesional. El diseño de ejercicios pedagógicos fomenta el aprendizaje activo y la resolución colaborativa de problemas a través del trabajo en equipo y la discusión en clase. Además, las y los estudiantes en este programa tienen acceso a una amplia variedad de recursos físicos, como bibliotecas, laboratorios y equipos especializados del IIO.

A continuación, se presenta una lista enunciativa, mas no limitativa, de los métodos y técnicas de enseñanza-aprendizaje que se utilizarán en el programa de la MACOO para impartir los cursos y el desarrollo de competencias en el estudiantado:

1. Creación de escenarios de aprendizaje: Clases teóricas y prácticas, talleres, asesorías, trabajo en grupo, trabajo y aprendizaje autónomo. Tutoría y acompañamiento personalizado.
2. Diseño de estrategias de enseñanza: Exposición de los contenidos de la unidad de aprendizaje, ilustración de aplicaciones prácticas, actividades individuales o grupales por parte de las y los estudiantes, solución de problemas, estudio o análisis de casos y problemas; diseño de tareas y ejercicios en aulas, talleres, laboratorios y en el campo. Se promoverán estrategias de enseñanza en el marco del Aprendizaje Basado en Proyectos aprovechando iniciativas nacionales e internacionales de datos abiertos como insumo para la enseñanza.
3. Aplicación de técnicas de aprendizaje: Lecturas y ensayos previos; presentaciones o exposiciones por parte de las y los estudiantes; estudio o análisis de casos o situaciones; grupos de discusión; prácticas de laboratorio; diseño y solución de problemas; supervisión en el funcionamiento y utilización de instrumentos o aparatos; propuesta y desarrollo de proyectos a 3 o 6 meses. Se privilegiará el uso de datos reales de proyectos de monitoreo

ambiental a los que el estudiantado tenga acceso o por gestiones del profesorado.

4. Evidencias de aprendizaje: Exámenes teóricos; exposiciones formales; reporte de investigación; portafolio de prácticas de investigación; ensayos académicos; propuesta de investigación a corto plazo; desarrollo de proyectos prácticos; solución de tareas y ejercicios; foros de discusión.
5. Ofrece diferentes modalidades de aprendizaje: Unidades de aprendizaje obligatorias, unidades de aprendizaje optativas, cursos optativos emergentes, ejercicio investigativo, movilidad e intercambio estudiantil, idioma extranjero. Asimismo, en el marco del Modelo Educativo de la UABC se promoverá el uso de tecnologías de la información para la enseñanza y aprendizaje, aprovechando las capacidades institucionales de la universidad como es el Centro de Investigación para el Aprendizaje Digital.

4.5. Seguimiento de egresadas y egresados

En el programa de la MACOO, el seguimiento de las personas egresadas es una práctica fundamental que aporta información valiosa para evaluar la efectividad del plan de estudios en términos de conocimientos, habilidades y competencias adquiridas por los egresados y las egresadas. Conocer las fortalezas y debilidades de las y los egresados permite al programa identificar áreas en las que es necesario realizar ajustes en el plan de estudios o en las metodologías de enseñanza. Asimismo, facilita conocer las demandas del mercado laboral y permite ajustar el programa para formar profesionales más competitivos, además de fomentar la construcción de redes de contacto con empresas y organizaciones, lo que puede generar oportunidades de colaboración en proyectos de investigación y desarrollo. Esta práctica, además, contribuye a mejorar la imagen de la institución y a atraer nuevo estudiantado.

Para llevar a cabo la actividad del seguimiento de las y los egresados, en este programa se propone:

1. *Diseñar instrumentos de colecta de datos*: elaboración de cuestionarios o encuestas que permitan obtener información relevante sobre la

situación laboral de las y los egresados, su nivel de satisfacción con el programa de estudios, las habilidades adquiridas y sus expectativas. Estos serán en formato digital para facilitar su aplicación.

2. *Definir una muestra representativa:* selección de una muestra de las y los egresados que sea representativa de la población total, para garantizar la validez de los resultados. Se construirá una red de trabajo en redes digitales para mantener contacto con las personas egresadas, facilitándoles también información y oportunidades actualizadas y de vanguardia en el área de trabajo de la oceanografía operacional.
3. *Analizar los datos recabados:* con este ejercicio se identifican tendencias y patrones para tomar decisiones informadas y saber si las acciones implementadas están teniendo el efecto deseado.
4. *Comunicar los resultados:* elaboración de reportes, diagramas, esquemas analíticos que permitan visualizar los datos de manera efectiva para la toma de decisiones.

Tabla 8. Plan de seguimiento a personas egresadas de la MACOO.

Al momento de egresar		
Actividad	Estrategia	Indicadores
1. Realizar encuestas de opinión a la primera generación. 2. Conectar las redes digitales del programa de la MACOO con las y los egresados y egresadas del programa. 3. Registro y actualización de los indicadores estratégicos.	1. Recopilar datos sobre la situación laboral de las y los egresados, su nivel de satisfacción con el programa de estudios, las habilidades adquiridas y sus expectativas. 2. Construir redes de contacto con empresas y organizaciones, para generar oportunidades de colaboración en proyectos de investigación y desarrollo.	● Tasa de graduación. ● Cantidad de personas graduadas que se incorporaron al mercado de trabajo. ● Sectores de trabajo de las personas graduadas. ● Proporción de las y los graduados que se desempeñan en un área laboral coincidente o afín al campo del conocimiento del programa cursado.

	3. Generar una base de datos.	• Aportaciones de las y los graduados para el desarrollo del campo profesional. • Formación de recursos humanos por parte de las y los graduados (dirección de tesis).
Dos años después del egreso de la primera generación		
Actividad	Estrategia	
1. Promover la realización de un foro de discusión sobre experiencias de trabajo por egresados y egresadas de la 1era generación. 2. Realizar encuestas de opinión a la 2da generación. 3. Consultar a empleadores, después del egreso de la 1era generación.	1. Generar la oportunidad para que los egresados y egresadas se conecten entre sí y establezcan relaciones profesionales. 2. Recopilar datos sobre la situación laboral de los egresados y egresadas, su nivel de satisfacción con el programa de estudios, las habilidades adquiridas y sus expectativas. 3. Generar una relación con el sector productivo para mostrar el impacto de la empleabilidad de los egresados y las egresadas.	
Cinco años después del egreso e la primera generación		
1. Realizar encuestas de opinión a la 3era generación. 2. Consultar a empleadores, después del egreso de la 2da y 3era generación. 3. Registrar y actualizar una base de datos de empleadores 1era y 2da, 3era generación.	1. Recopilar datos sobre la situación laboral de las y los egresados, su nivel de satisfacción con el programa de estudios, las habilidades adquiridas y sus expectativas. 2. Generar una relación con el sector productivo para mostrar el impacto de la empleabilidad de las personas egresadas. 3. Brindar orientación y apovo a las y los	

4. Foro de personas egresadas con la 2da y 3era generación.	egresados en su búsqueda de empleo, facilitando su inserción en el mercado laboral de acuerdo con la base del registro de empleadores. 4. Generar la oportunidad para que las y los egresados se conecten entre sí y establezcan relaciones profesionales.	

5. Descripción de la planta académica, Cuerpos Académicos y productos

5.1. Núcleo académico

Considerando la naturaleza interdisciplinaria de la MACOO, se integrará un Núcleo Académico (NA) con investigadoras e investigadores quienes inciden en las distintas LGAC desde sus líneas de investigación asociadas con disciplinas físicas, químicas, geológicas, biológicas y ambientales, integrando un equipo robusto para sostener este programa de estudios.

Tomando como referencia los Lineamientos del Sistema Nacional de Posgrados de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. (Diario Oficial de la Federación, 2023), en su Artículo 8 establece los criterios para definir posgrados con orientación a la investigación, como es el caso de la MACOO, y entre los cuales su inciso I establece “Al menos diez profesores investigadores de tiempo completo con reconocimiento vigente en el SNII, acreditados en el programa de posgrado” (DOF, 2025) y que también debe contar con “Una planta académica en la que al menos el sesenta por ciento de sus profesores investigadores acreditados en el programa de posgrado cuenten con reconocimiento vigente en el SNII” (DOF, 2025). La MACOO cumple estas especificaciones tanto en su núcleo académico como con

la planta académica que se está registrando, el 100% de los investigadores y las investigadoras tienen el nombramiento SNII vigente.

Tabla 9. Características del núcleo académico del programa educativo.

Nombre	Grado académico	IES de egreso	Formación y experiencia	LGAC
Ricardo Cruz López	Doctorado	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	Biotechnología Marina	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Braulio Juárez Araiza	Doctorado	University of Florida	Dinámica Estuarina	Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales.
Isaac Rodríguez Padilla	Doctorado	Université de Bordeaux	Hidrodinámica y Morfodinámica Costera	Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales.
Héctor García Nava	Doctorado	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	Oleaje e Interacción Océano-Atmósfera	Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales.
Carlos Orión Norzagaray López	Doctorado	Universidad Autónoma de Baja California	Sistema del CO2	Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales.
Nancy Ramírez Álvarez	Doctorado	Universidad Autónoma de Baja California	Contaminación Ambiental	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Emyr Saul Peña Marín	Doctorado	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo	Fisiología Digestiva	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Christina Verónica Treinen Crespo	Doctorado	Universidad Autónoma de Baja California	Paleoclimatología	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.

Nombre	Grado académico	IES de egreso	Formación y experiencia	LGAC
Luis Walter Daesslé Heuser	Doctorado	Universidad de Londres	Geociencias Ambientales	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Leopoldo Mendoza Espinosa	Doctorado	Cranfield University, Inglaterra	Tratamiento y Reuso del Agua	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Napoleón Gudiño Elizondo	Doctorado	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	Cuencas Costeras y UAV	Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales.
Abigail Uribe Martínez	Doctorado	Universidad Nacional Autónoma de México	Ciencias Marinas y Geomáticas	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Eduardo Amir Cuevas Flores	Doctorado	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional	Ecología Operacional	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.

5.2. Docentes de tiempo parcial o dedicación menor

En su inicio, la planta docente de dedicación menor en la MACOO serán investigadoras e investigadores de tiempo completo del IIO de la UABC. En esta etapa no se incluirá a profesores externos, puesto que esta acreditación implicará tiempo de dedicación que estará pendiente por concretar con las y los profesores externos.

Tabla 10. Características de docentes de tiempo parcial o dedicación menor.

Nombre	Grado académico	IES de egreso	Institución de procedencia	Línea de trabajo o investigación
Alexandro Orozco Durán	Doctorado	Universidad Autónoma de Baja California	Instituto de Investigaciones Oceanológicas-UABC	Geoquímica de sedimentos marinos y costeros
Jacob Alberto Valdivieso Ojeda	Doctorado	Universidad Autónoma de Baja California	Instituto de Investigaciones Oceanológicas-UABC	Biogeoquímica de Metales
Félix Hernández Guzmán	Doctorado	Universidad Autónoma de Baja California	Instituto de Investigaciones Oceanológicas-UABC	Contaminantes persistentes
Cristina Landa Cansigno	Doctorado	Instituto de Ecología A. C.	Instituto de Investigaciones Oceanológicas-UABC	Productos Naturales Marinos
José Augusto Valencia Gasti	Doctorado	Universidad Autónoma de Baja California	Instituto de Investigaciones Oceanológicas-UABC	Ecología de peces pelágicos menores e invertebrados del intermareal rocoso
Mariana Villada Canela	Doctorado	El Colegio de México	Instituto de Investigaciones Oceanológicas-UABC	Manejo Integral del Agua

5.3. Cuerpos Académicos

En la MACOO participarán siete cuerpos académicos del IIO registrados ante la Secretaría de Educación Pública.

Tabla 11. Características de los Cuerpos Académicos participantes en la MACOO.

Cuerpo Académico	Integrantes	LGAC
Oceanografía Operacional	Napoleón Gudiño Elizondo Eduardo Amir Cuevas Flores Abigail Uribe Martínez	Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales. Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Procesos Litorales	Héctor García Nava Braulio Juárez Araiza Isaac Rodríguez Padilla	Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales.
Nutrición y Fisiología Digestiva	Emyr Saul Peña Marín	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Química Ambiental, Contaminación y Toxicología	Nancy Ramírez Álvarez	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Agua y Ambiente	Luis Walter Daesslé Heuser Leopoldo G. Mendoza Espinosa Christina Verónica Treinen Crespo	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Botánica Marina	Ricardo Cruz López	Gestión de ecosistemas marinos y costeros basada en sistemas operacionales.
Oceanografía Química, Biogeoquímica y Contaminación del Medio Ambiente Marino	Carlos Orión Norzagaray López	Instrumentación oceanográfica para sistemas operacionales.

5.4. Evaluación de la planta académica

La evaluación del desempeño de la planta académica contemplará aspectos administrativos y académicos, por lo que se optará por las siguientes estrategias:

1. El alumnado realizará semestralmente una evaluación del desempeño de los y las docentes que les impartieron las unidades académicas a las que se inscribieron.
2. El o la docente realizará una autoevaluación de su desempeño en la impartición de las unidades de aprendizaje a su cargo cada semestre.
3. Se elaborará un reporte sintético semestral con los resultados de las evaluaciones por las y los estudiantes y las autoevaluaciones.
4. Cada integrante del NA entregará a la persona encargada de Coordinación del Programa un reporte anual de su productividad científica y académica en el marco de la MACOO. Son de particular interés aquellos productos generados en colaboración con otros integrantes del NA y en particular con las y los estudiantes y egresadas y egresados de la MACOO.

A partir de la aplicación de estos instrumentos y el análisis de los reportes se definirán recomendaciones a los grupos de investigadores en lo general, y a las y los investigadores en lo individual.

5.5. Producción del núcleo académico

A continuación, se presenta la productividad científica de los integrantes del Núcleo Académico de la MACOO, correspondiente a los últimos 5 años de su trabajo (Tabla 12, corte a diciembre del 2024). Una vez constituido este programa de estudio de posgrado, la Coordinación de éste implementará una estrategia para recopilar y mantener un archivo histórico de los productos que se elaboren en el programa educativo.

Tabla 12. Producción académica del Núcleo Académico de la MACOO del 2020 al 2024.

Miembro NA	IES de egreso Doctorado	Año	Artículos en Revs. Indexadas	Artículos Divulgación	Capítulos de Libro	Patentes (Registradas y en Proceso)	Presentaciones eventos académicos especializados
Ricardo Cruz López	CICESE	2020	1	0	0	0	0
		2021	1	0	0	0	0
		2022	2	0	0	0	2
		2023	2	0	0	0	1
		2024	2	0	0	0	1
Braulio Juárez Araiza	University of Florida	2020	1	0	0	0	0
		2021	0	0	0	0	1
		2022	5	0	0	0	1
		2023	0	0	0	0	1
		2024	3	0	0	0	1
Isaac Rodríguez Padilla	Université de Bordeaux	2020	3	0	0	0	1
		2021	1	0	0	0	2
		2022	1	0	0	0	0
		2023	0	0	0	0	0
		2024	2	0	0	0	1
Héctor García Nava	CICESE	2020	0	0	0	0	2
		2021	4	0	0	0	2
		2022	1	1	1	0	2

Miembro NA	IES de egreso Doctorado	Año	Artículos en Revs. Indexadas	Artículos Divulgación	Capítulos de Libro	Patentes (Registradas y en Proceso)	Presentaciones eventos académicos especializados
		2023	5	0	0	0	0
		2024	2	0	0	0	2
Carlos Orión Norzagaray López	Universidad Autónoma de Baja California	2020	1	0	0	0	0
		2021	0	1	1	0	0
		2022	5	1	0	0	0
		2023	4	0	0	0	0
		2024	3	0	0	0	0
Nancy Ramírez Álvarez	Universidad Autónoma de Baja California	2020	1	0	0	0	0
		2021	2	0	0	0	0
		2022	2	1	1	0	0
		2023	2	0	0	0	0
		2024	5	0	0	0	0
Emyr Saul Peña Marín	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD)	2020	13	0	0	0	0
		2021	12	0	1	0	0
		2022	3	0	0	0	0
		2023	7	1	0	0	0
		2024	5	0	0	0	0
Christina Verónica Treinen Crespo		2020	0	0	0	0	0
		2021	1	0	0	2	0

Miembro NA	IES de egreso Doctorado	Año	Artículos en Revs. Indexadas	Artículos Divulgación	Capítulos de Libro	Patentes (Registradas y en Proceso)	Presentaciones eventos académicos especializados
	Universidad Autónoma de Baja California	2022	0	0	0	0	0
		2023	1	0	0	1	0
		2024	0	0	0	0	0
Luis Walter Daesslé Heuser	Imperial College de la Universidad de Londres, R. U.	2020	3	0	0	0	0
		2021	4	0	0	0	0
		2022	4	0	0	0	1
		2023	2	0	0	0	2
		2024	2	0	0	0	0
Leopoldo Mendoza Espinosa	Cranfield University, R. U.	2020	1	0	0	0	4
		2021	3	0	0	0	4
		2022	2	0	0	0	7
		2023	2	0	0	0	3
		2024	2	1	2	0	1
Napoleón Gudiño Elizondo	CICESE	2020	2	0	0	0	1
		2021	1	0	0	0	1
		2022	1	0	0	0	1
		2023	0	2	0	0	1
		2024	2		1	0	1
		2020	2	1	2	0	6

Miembro NA	IES de egreso Doctorado	Año	Artículos en Revs. Indexadas	Artículos Divulgación	Capítulos de Libro	Patentes (Registradas y en Proceso)	Presentaciones eventos académicos especializados
Abigail Uribe Martínez	Universidad Nacional Autónoma de México	2021	3	1	3	0	8
		2022	4	1	0	0	7
		2023	5	4	0	0	8
		2024	1	0	0	0	7
Eduardo Amir Cuevas Flores	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional	2020	4	1	10	0	6
		2021	4	1	0	0	4
		2022	6	1	0	0	5
		2023	5	7	0	0	4
		2024	2	0	0	0	7

6. Vinculación

6.1. Convenios con organizaciones

En el IIO se tiene una amplia gama de convenios de colaboración con entidades públicas y privadas, con los que el estudiantado tendrá oportunidades de vinculación con proyectos de investigación en curso, así como expandir sus posibilidades de colaboración durante su formación y una vez que egresen del posgrado. Para fines de este programa, algunos de los convenios con la mayor pertinencia para la MACOO son los siguientes.

Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR). Este es un convenio Marco General de colaboración a través del cual se están realizando proyectos de investigación científica básica y aplicada en el Golfo de México y Pacífico norte mexicano. Las colaboraciones incluyen el acceso a las instalaciones de la SEMAR para la instalación de equipo de medición de variables oceánicas y atmosféricas, así como el apoyo con embarcaciones para el acceso a islas y la realización de mediciones oceánicas. Siendo la SEMAR la autoridad marítima máxima en el gobierno federal, este convenio es clave para el desarrollo de actividades de investigación por las y los investigadores y las y los estudiantes de la MACOO.

Instituto de Ecología, A. C. (INECOL). Este centro de investigación, ubicado en el estado de Veracruz, ha sido clave en la implementación de la red de radares de alta frecuencia que investigadores del IIO instalaron en el Golfo de México. Asimismo, se trabaja en conjunto en investigaciones sobre el manejo de ecosistemas costeros en el sureste de México. Estas colaboraciones abren la oportunidad de fortalecer los vínculos y promover la movilidad de investigadores, investigadoras y estudiantado de la MACOO, aprovechando las instalaciones y el equipamiento para el trabajo de campo.

Gulf of Mexico Coastal Ocean Observing System (GCOOS). Es una entidad internacional de alto prestigio en el campo de la oceanografía operacional. Su ámbito geográfico de acción es el Golfo de México en donde se colectan datos de forma operacional utilizando estándares internacionales de calidad y disseminación

de información biológica y ambiental. Este convenio es estratégico como caso de ejemplo y foro para trabajos de investigación en la MACOO.

Aunado a esto, diversos investigadores e investigadoras del NA de la MACOO participan activamente en tres Laboratorios Nacionales SECIHTI: el *Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera* (LANRESC), el *Laboratorio Nacional SECIHTI de Oceanografía* (LANCO) y el *Laboratorio Nacional SECIHTI de Biología del Cambio Climático* (LaNBIOCC). Estas redes mult institucionales abren oportunidades académicas y laborales para el alumnado, de vincularse con instituciones de alto nivel académico y científico en México.

Aunado a esto, se tiene la oportunidad para el estudiantado de interactuar y contribuir con el *Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CENDO)* que está basado en el IIO-UABC. Este órgano es el punto focal nacional ante la iniciativa Internacional de Intercambio de Datos e Información Oceanográficos (IODE, por sus siglas en inglés) que pertenece a la Comisión Intergubernamental Oceanográfica (COI), en el marco de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). El objetivo de esta red IOCE es mejorar la investigación marina, su aprovechamiento y desarrollo mediante facilitar el intercambio de datos e información oceanográfica entre los Estados Miembro participantes, así como a través de identificar las necesidades de productos de datos e información por los usuarios (International Oceanographic Data and Information Exchange, 2025). Al ser una entidad alojada en el propio IIO-UABC el CENDO se convierte en un elemento clave para facilitar y fomentar la investigación en sistemas operacionales para el estudiantado de la MACOO.

Se reitera que, además de los convenios actualmente vigentes, existen oportunidades que se están promoviendo para firmar convenios de colaboración y transferencia de información con instituciones como La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), la Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico de SECIHTI, entre otros de índole académica como el Instituto de Ingeniería de la UNAM y La Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, de Argentina. Estas

actividades actuales de vinculación muestran las capacidades del IIO para sostener colaboraciones con la academia, la industria y diferentes niveles de gobierno.

Aunado a esto, se cuenta con diversos proyectos de investigación y vinculación con financiamiento del cuerpo académico de Oceanografía Operacional, base de la MACOO, desde el 2019, como ejemplo del flujo de recursos en el IIO en el marco de la oceanografía operacional, los cuales se espera que redunden en oportunidades para sostener la infraestructura de laboratorios y espacios de enseñanza, así como para la realización de proyectos de investigación por el estudiantado de la MACOO (ver Tabla 20 en la sección 8).

6.2. Actividades de retribución social

Para el programa de la MACOO, las actividades de retribución social representan oportunidades para las y los estudiantes de incrementar sus habilidades de colaboración, aplicación del conocimiento en diferentes contextos (no solo en el ámbito académico), comunicación, planeación de proyectos cortos, creatividad, docencia, entre otras, manteniendo una clara conciencia del compromiso ético que tienen las y los becarios con la sociedad. De esta forma, compensan socialmente el apoyo económico recibido para realizar sus estudios.

A continuación, se describen algunas de las oportunidades que de manera inicial se contemplan para retribución social del estudiantado de la MACOO. Este listado no es exhaustivo ni limitativo, y se espera que tenga una dinámica fluida de actualización y apertura de nuevas oportunidades.

El Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CENDO). El IIO-UABC tiene a su cargo este centro, el cual es una entidad con alcance internacional que tiene como objetivos compilar y sistematizar información de los mares y océanos mexicanos, para facilitar el intercambio de datos e información oceanográfica entre las instituciones del país, con reconocimiento oficial por la Secretaría de Educación Pública de México, y el respaldo por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO. Entre las actividades del CENDO se contempla la formación de recursos humanos, estancias académicas, capacitación para el incremento de

capacidades nacionales, así como vinculaciones nacionales e internacionales. En este centro, las y los estudiantes tendrán la oportunidad de participar de forma directa y natural, pues las competencias que adquieran en el programa serán de gran utilidad para fortalecer, **alimentar y retroalimentar este acervo de datos oceanográficos, y se espera que la incidencia del alumnado contribuya a los servicios operacionales públicos del CENDO.**

Revista internacional Ciencias Marinas. El equipo editorial de esta revista científica está en el IIO- UABC. Esta revista publica sus artículos en español e inglés, los cuales versan sobre hallazgos de investigaciones en todas las áreas de las ciencias del mar y es de acceso abierto. A través de esta entidad, el estudiantado podrá desarrollar actividades de retribución social desde la **difusión y divulgación de las investigaciones que realiza la comunidad, así como de sus propias investigaciones.**

Acciones de divulgación de la ciencia. Cada año se realizan diversas actividades de divulgación de la ciencia como la Casa Abierta del IIO, Noche de Ciencia y Tecnología, Expo Ciencias, Semana de la Ciencias, además de diversos foros, seminarios y talleres en donde el estudiantado puede participar desde el **diseño hasta la realización de actividades de diversa índole, ya que en estas actividades se abarcan una extensa variedad de temáticas, públicos objetivo, duración y formato.** Los y las estudiantes que participan en estos eventos reciben constancias por las horas dedicadas al evento, con lo que el estudiantado acumulará los reconocimientos de horas requeridas por la SECIHTI.

Colaboración con el Museo Caracol de Ensenada, B. C. En el IIO se ha establecido una asociación entre diferentes investigadores e investigadoras con este museo, y a través de la cual se trabaja en la identificación de oportunidades de interés común para el desarrollo de **proyectos de divulgación, educación ambiental, sensibilización sobre problemáticas socioambientales, así como apoyo a la investigación.** Este es otro canal abierto para el estudiantado de la MACOO para contribuir en acciones de retribución social a nuestra comunidad.

Por otro lado, se promoverá activamente que los distintos laboratorios y cuerpos académicos participantes en la MACOO mantengan un banco de actividades de retribución social donde las y los estudiantes puedan consultar oportunidades atractivas y pertinentes para sus capacidades e intereses. Como parte de estas actividades se considerará el diseño de materiales de divulgación, realización de talleres educativos, campañas de educación ambiental y de sensibilización ambiental para públicos diversos, y la promoción de incidencia de investigaciones aplicadas en comunidades locales.

7. Servicios de apoyo e Infraestructura física

7.1. Servicios de apoyo

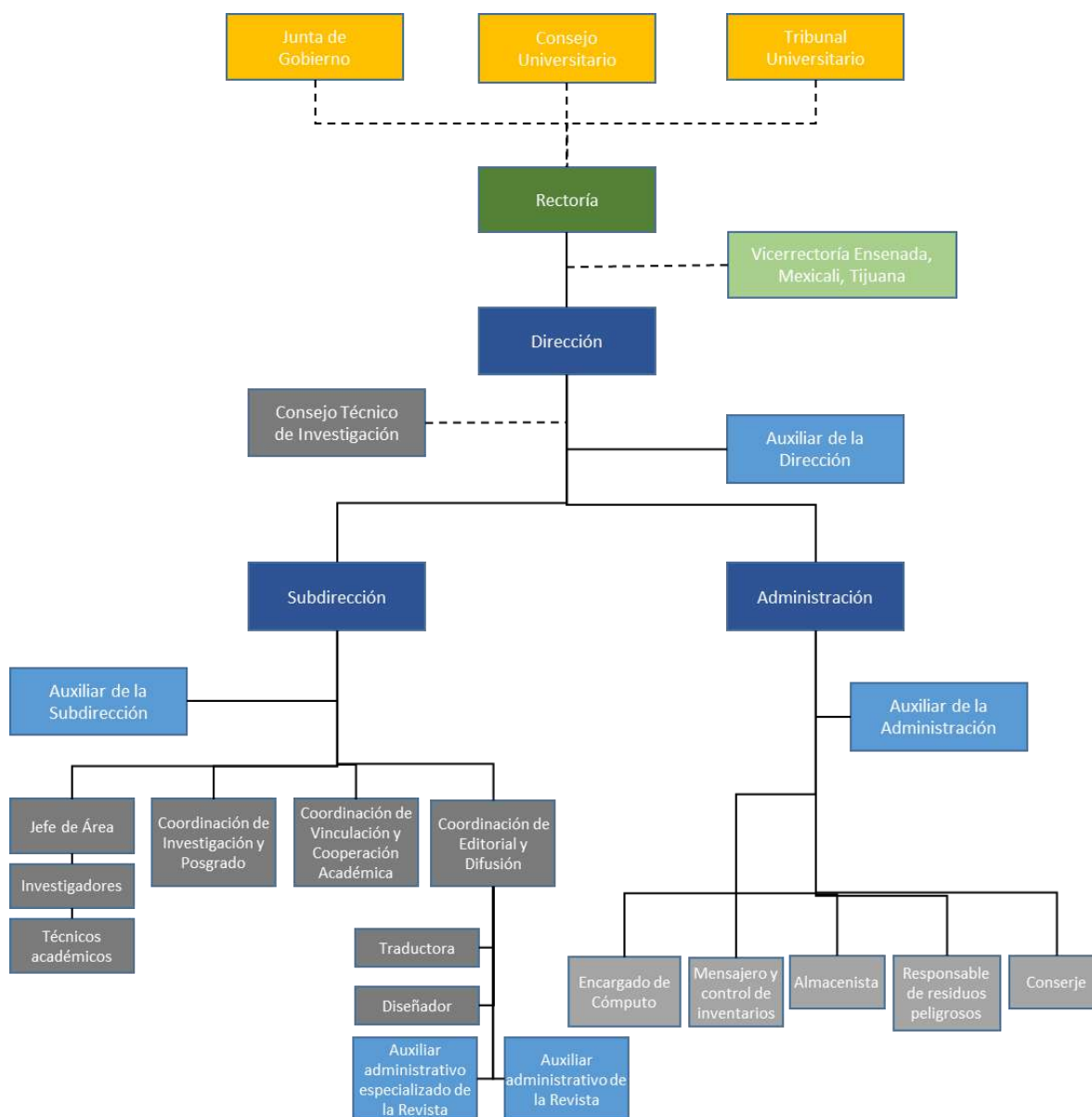
El IIO es una unidad académica con más de 50 años de existencia, y en este medio siglo ha alcanzado un nivel de madurez administrativo y gerencial que constituye un soporte clave para cualquier iniciativa académica en la UABC, en particular de programas de posgrado como la MACOO. Esta experiencia y trayectoria se refleja en servicios generales de apoyo suficientes para sostener programas de estudio de posgrado.

7.1.1. Descripción de la estructura organizacional

La Dirección del IIO apoya su gestión en una Subdirección y la Coordinación de Administración de la unidad académica. A su vez, la Subdirección cuenta con investigadoras, investigadores y técnicos de investigación que colaboran en diversas tareas de jefatura de área, investigación y posgrado, vinculación, entre otras. (Figura 3). Por otro lado, la Administración cuenta con el apoyo de personal de cómputo, inventario, almacén, servicios generales de conserjes, entre otros.

Esta estructura brinda al IIO la capacidad de soportar de manera robusta la operación de proyectos de investigación y programas educativos a largo plazo.

Figura 3. Organigrama del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC.



Fuente: <http://iio.ens.uabc.mx/transparencia/estatutos-reglamentos-y-manuales>

7.1.2. Funciones de la coordinación del programa educativo

Con base en los Artículos 36 y 37 del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UABC, para ser designado Coordinadora o Coordinador del programa de la MACOO se requiere:

I.- Poseer al menos el grado académico de maestría.

II.- Ser profesora o profesor, investigadora o investigador de tiempo completo, y preferentemente del Núcleo Académico de la MACOO.

III.- No desempeñar a la fecha de su designación, ni durante el desempeño de su función, cargo administrativo alguno en la Universidad.

IV.- Los demás requisitos establecidos en el Reglamento Interior del IIO.

Las funciones de la o del responsable de la MACOO son:

I.- Vigilar el cumplimiento del objeto de la MACOO y de las disposiciones legales y reglamentarias correspondientes.

II.- Apoyar a la Coordinación de Investigación y Posgrado del IIO en la coordinación y desarrollo del programa de la MACOO.

III.- Coadyuvar con la Coordinación de Investigación y Posgrado del IIO en la propuesta de la planta docente y mantenimiento del expediente integral del programa.

IV.- Las demás que le confieren el Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado, el Reglamento Interno y Manual de Organización y Procedimientos del IIO, y demás normas universitarias aplicables vigentes.

7.1.3. Servicios de apoyo para el estudiantado

El programa de la MACOO contará con el apoyo del personal administrativo del IIO y se tendrá acceso a: utilización del equipo de fotocopiado con base en cuotas específicas, conectividad a Internet, sistema de videoconferencia, material bibliográfico especializado, y apoyo secretarial para realización de trámites ante la UABC y la SECIHTI.

Asimismo, el programa tendrá acceso a los espacios del IIO a través de las y los investigadores de la planta académica y el Núcleo Académico, así como a los espacios generales como son aulas de clase, laboratorios especializados, sala de

cómputo, salas de reunión para los y las estudiantes, un espacio de trabajo, así como espacios al aire libre para actividades deportivas y de esparcimiento.

7.2 Infraestructura

7.2.1. Aulas

El IIO cuenta con espacios para impartir clases en un ambiente cómodo y con los instrumentos tecnológicos suficientes para la naturaleza de los cursos de la MACOO. Se tiene la capacidad para programar la impartición de los cursos de este nuevo programa de estudios, aun considerando la actividad académica que tiene lugar ya en el IIO con otros programas de estudio.

Tabla 13. Espacios para el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje en la MACOO disponibles en el IIO.

Descripción	Capacidad	Cantidad	Equipo con el que se cuenta
Edificios	---	2	Equipo analítico especializado en laboratorios, equipo de cómputo acoplado a equipos, instrumental y cristalería.
Aulas	20 personas	4	Cada aula cuenta con Internet vía Wi-fi, televisión inteligente para proyección desde computadora, aire acondicionado, proyector conectado a internet, pizarrón blanco, pintarrones interactivos, mobiliario sillas y mesas para el estudiantado y profesorado.
Audiovisuales	80 personas	1	El aula cuenta con proyector, pantalla de proyección y conectividad a Internet, televisión inteligente para proyección y videoconferencias, aire acondicionado, estrado, área de proyección y sonido y pódium. Este espacio está destinado a la realización de eventos académicos como seminarios, conferencias, reuniones y exámenes de grado.

7.2.2. Laboratorios y Talleres

Se describen las características básicas generales de los laboratorios asociados con el Cuerpo Académico de Oceanografía Operacional que es al cual se asocia principalmente la MACOO. Adicionalmente, los profesores de dedicación menor que participarán en la MACOO impartiendo cursos (incluyendo sus trabajos en talleres

y laboratorios) contemplan el uso de laboratorios especializados que están bajo su coordinación.

Tabla 14. Descripción de las características básicas de los laboratorios del CA-Oceanografía Operacional asociados a la MACOO.

Descripción	Capacidad	Cantidad	Equipo con el que se cuenta
Laboratorio de cómputo	10 personas	1	Sistemas de proyección y 10 computadoras de escritorio conectadas a internet, así como con equipo de impresión láser y escáner.
Laboratorio de Radio Oceanografía	5 personas	1	Espacios para trabajo de programación de instrumentos, mesas para trabajo de mantenimiento de equipos de medición especializados, herramental especializado.
Laboratorio de Física	15 personas	1	Tres mesas de trabajo en un área común, 6 espacios individuales con mesa y silla para trabajo de corto tiempo para los y las estudiantes, sala de juntas interna con capacidad para 6 personas, televisión inteligente, media cocina integral, conectividad a internet, espacio para almacenamiento de equipo, 1 cubículo para personal técnico del Área.
Laboratorio de Oceanografía Aérea	5 personas	1	Espacio para almacenamiento de equipo, periféricos y accesorios para vehículos aéreos no tripulados, mesas de trabajo para mantenimiento de VANT, equipo de cómputo básico para la programación de los vehículos, licencias de software especializado para la operación de los vehículos y el postprocesamiento de las imágenes, herramental especializado.
Laboratorio de Ecología Espacial y del Movimiento Operacional	5 personas	1	Espacios para trabajo con equipo de cómputo portátil, equipos de cómputo básico y almacenamiento de datos e imágenes, conexión a internet.

7.2.3. Cubículos y áreas de trabajo

En la siguiente tabla se describen las características básicas de los espacios de trabajo individual y grupal que sustentan la operación de la MACOO en el IIO.

Tabla 15. Espacios disponibles para el personal académico, técnico y estudiantado que se asocia a la MACOO.

Descripción	Capacidad	Cantidad	Equipo con el que se cuenta
Aulas	20 personas	4	Equipo de proyección, acceso a internet inalámbrico, mobiliario básico.
Laboratorios (CA-Oceanografía Operacional)	5 – 15 personas	5	Espacios de trabajo especializado, herramental y equipos de medición especializado de acuerdo con líneas de investigación.
Espacios para docentes	12 personas	1	Sala de Académicos con sistema de proyección conectado a internet para reuniones, mesa y sillas para comidas, cocina integral equipada, aire acondicionado
Almacén	820 m ²	1	Área de Almacén General del IIO, en donde se encuentran vehículos terrestres y acuáticos, espacio para almacenamiento de material y equipo de resistencia media a alta al polvo.
Cubículos	Individuales	27	23 oficinas individuales para las y los investigadores y cuatro áreas con espacios individualizados destinadas para los Auxiliares Técnicos.
Audiovisual	80 personas	1	Sala con proyector, pantalla de proyección y conectividad a Internet, televisión inteligente para proyección y videoconferencias, aire acondicionado, estrado, área de proyección y sonido y pódium. Este espacio está destinado a la realización de eventos académicos como seminarios, conferencias, reuniones y exámenes de grado.

7.2.4. Equipo de cómputo y conectividad

El estudiantado de la MACOO tendrá acceso a facilidades de conectividad a internet inalámbrico con sus computadoras personales, así como a espacios para trabajo con sus equipos o con equipos del IIO en el Área de Cómputo del IIO.

Tabla 16. Características básicas del Área de Cómputo del IIO.

Edificio - Laboratorio	Capacidad / Equipo representativo	Mobiliario	Acceso a internet	Mantenimiento
Área de Cómputo, Edificio 25 - IIO	10 equipos de cómputo personales de escritorio y conectividad a internet.	Sillas y mesas individualizadas por equipo, aire acondicionado, espacio de acceso restringido para mejores condiciones de trabajo.	Acceso a internet inalámbrico utilizando equipo de cómputo personal, acceso a internet vía ethernet con los equipos del área.	Se cuenta con un Auxiliar Técnico especializado en cómputo y TIC para la atención, supervisión y mantenimiento del equipo. Desde la Dirección del IIO se trabaja en estrategias de procuración de recursos propios para el mantenimiento del Centro de cómputo. Los laboratorios especializados de cada LGAC en la MACOO ponen a disposición capacidades de cómputo para los análisis y muestreos del estudiantado del programa.

7.2.5. Equipo de apoyo didáctico

En la siguiente tabla se resume el equipamiento de apoyo didáctico con el que se cuenta para cubrir las necesidades de la MACOO en el IIO.

Tabla 17. Resumen del equipo didáctico para apoyo de las actividades académicas de la MACOO en el IIO.

Descripción	Cantidad
Pizarrones blancos	4
Proyectores	2
Pantallas planas	4
Computadoras	10

7.2.6. Acervos bibliográficos

La Biblioteca Central Ensenada cuenta con 27,769 libros en su acervo impreso (Universidad Autónoma de Baja California, Coordinación General de Informática y Bibliotecas, 2025).

La Coordinación General de Informática y Bibliotecas a través del sistema bibliotecario UABC, organiza y supervisa la creación y acceso a las bases de datos y acervos documentales para consulta y apoyo de las actividades universitarias. La UABC está suscrita a los siguientes recursos bibliográficos digitales de información científica y tecnológica, a través del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT) de la SECIHTI.

Tabla 18. Material bibliográfico digital disponible en la biblioteca de la UABC.

Editorial	Contenido
Springer	Series de libros disponibles en Biblioteca Digital de la UABC
Universidad de Sao	Revista Brazilian journal of oceanography

Editorial	Contenido
Paulo, Brasil	
University of Miami Press	Revista Bulletin of marine science
Francis & Taylor	Serie de libros disponibles en Biblioteca Digital de la UABC
Oxford	Revista Deep-sea research. Part I, Oceanographic research papers
Elsevier Scopus	Science Direct Freedom Collection Journals
Elsevier	Scopus
Clarivate Analytics	Web of Science - WoS Incites Journal and HighlyCited Data (JCR/ESI)
Core	Una plataforma que recopila artículos de investigación de repositorios institucionales y temáticos, así como de revistas híbridas y de acceso abierto de todo el mundo
DIGITAL.CSIC	El Repositorio Institucional del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) se encarga de organizar, preservar y difundir en acceso abierto los resultados de investigación generados por esta institución
Directory of Open Access Books - DOAB	En esta plataforma, tendrás la oportunidad de encontrar libros completos que han sido revisados y publicados por pares, siguiendo la política de acceso abierto.
DOAJ	Se trata de un directorio en línea, creado y mantenido por la comunidad, que indexa y ofrece acceso a revistas de alta calidad.
SciFinder Chemical Abstract Service's (CAS)	Base de datos CAPlus: Cubre revistas internacionales, contiene más de 180,000 registros de patentes y referencias de revistas anteriores a 1907.
Wiley Open Access	Revistas revisadas por pares sobre ciencias biológicas y químicas.
WorldCat	WorldCat es una plataforma global de catálogo bibliográfico que permite a los usuarios buscar y acceder a los recursos disponibles en bibliotecas de todo el mundo.

8. Recursos financieros para la operación del programa

La creación de la MACOO ocurre en un período coyuntural en el que los programas de posgrado en México están cambiando hacia una modalidad de cero cobro de cuotas de inscripción a los y las estudiantes (Diario de la Federación, 2025), lo cual representa un reto significativo para las instituciones de educación superior y posgrado, por lo que estas trabajan en la implementación de estrategias financieras para sustentar a su personal, sostener los programas de estudio, y así continuar cumpliendo una de sus funciones rectoras, que es la generación de recursos humanos de alta calidad. En este contexto, los recursos financieros que se planea que sostengan a la MACOO derivarán de al menos tres estrategias que se describen a continuación, incluyendo variaciones de sus aportaciones a lo largo del tiempo:

- *Inscripciones semestrales*

Se implementará el modelo de disminución del costo de la inscripción al programa de acuerdo con los Lineamientos del Sistema Nacional de Posgrados de la SECIHTI (Diario Oficial de la Federación, 2025). Con base en las especificaciones del Artículo Transitorio Tercero de dicho Acuerdo, la MACOO contempla cuotas por conceptos de inscripción anuales.

- *Contribuciones por cursos de educación continua vinculados a la MACOO*

Paralelamente a la formación del programa de estudio de investigación de la MACOO se trabajará en el diseño de un Plan de Negocios en el IIO que incluye el desarrollo de cursos para ofertarse como unidades en educación continua de la UABC. Tales cursos serán afines a las LGAC de la MACOO.

- *Proyectos de investigación y vinculación*

Los proyectos de investigación y vinculación que gestionan las y los investigadores del NA traen beneficios a la MACOO en al menos dos vertientes: (1) actualización y fortalecimiento de laboratorios y su equipamiento, y (2) oportunidades de recursos para que los y las estudiantes de la MACOO realicen sus investigaciones.

Esta es una estrategia complementaria a las dos anteriores (colegiaturas y educación continua) y que por el mismo qué hacer de las y los investigadores del IIO se espera que los proyectos sigan ocurriendo.

Los proyectos gestionados actualmente están aportando recursos de actualización de equipamiento de laboratorios y espacios, así como acervos de datos que pueden ser utilizados para las investigaciones de las primeras generaciones de la MACOO.

A continuación, se enlistan algunos proyectos de investigación y vinculación con financiamiento del cuerpo académico de Oceanografía Operacional, base de la MACOO, desde el 2019, como ejemplo del flujo de recursos en el IIO en el marco de la oceanografía operacional, los cuales se espera que redunden en oportunidades para sostener la infraestructura de laboratorios y espacios de enseñanza, así como para la realización de proyectos de investigación por los y las estudiantes de la MACOO (Tabla 19).

Tabla 19. Relación de algunos proyectos de investigación con financiamiento gestionados por investigadoras e investigadores del Cuerpo Académico de Oceanografía Operacional en los últimos 5 años.

Nombre	Fuente financiamiento	Vigencia	Monto del financiamiento
Programa de acción estratégico del gran ecosistema marino del Golfo de México	UNOPS	2024- 2025	\$11,700,000.00 M.N.
Consejo Consultivo de Desarrollo Económico de Playas de Rosarito	Consejo Consultivo de Desarrollo Económico de Playas de Rosarito	2024 – 2025	\$1,850,000.00 M.N.
Binational Watershed Resilience Expansion (B-WaRE)	SAN DIEGO FOUNDATION	2024 – 2025	\$975,000.00 M.N.
Caracterización multidimensional de la presencia de	Ciencia Básica y de Frontera 2023-2024 CONAHCYT	2024 - 2026	\$1,500,000.00 M.N.

petróleo y metano en el ambiente marino del sur del Golfo de México como línea base para la determinación de su repercusión socioambiental			
LaNCO: "Fortalecimiento Estratégico para el Estudio y Evaluación Ambiental de la Salud de las Costas y Mares de México"	Apoyos de Fortalecimiento a los Laboratorios Nacionales CONAHCYT	2024 - 2026	\$824,000.00 M.N.

Si bien la vigencia de varios de los proyectos anteriores finaliza antes de las primeras generaciones de la MACOO, exponerlos sirve para mostrar la capacidad de tan sólo el CA de Oceanografía Operacional para atraer recursos públicos y privados, conocer el tipo de proyectos que se atienden y expresar que estos proyectos han dejado equipamiento y recursos en los laboratorios del IIO que contribuyen a fomentar la disponibilidad de equipamiento actualizado y suficiente para las actividades académicas de la MACOO.

Así como estos proyectos fueron obtenidos en los últimos tres años, se asume que los proyectos fluirán en una magnitud similar, si las condiciones externas se mantienen al menos iguales a las de estos años en los que se consiguieron los recursos. Estos proyectos brindan oportunidades al estudiantado para insertarse en las actividades de los proyectos, acceder a equipos y datos que sostengan sus investigaciones. A partir de los convenios de colaboración existentes y descritos en secciones anteriores, así como de nuevos convenios que se procurarán, principalmente con la industria privada, se trabajará en esquemas de obtención de recursos en especie y financieros para mantener actualizada la infraestructura académica y de investigación en el IIO, que sostenga a los programas de educación que éste implementa.

A manera de documentación de los costos mínimos suficientes para la activación de la MACOO, se estimó un costo operativo mínimo anual de \$55,000.00 pesos, los cuales se distribuyen en los conceptos que se describen en la Tabla 20 y los cuales se justifican después de la misma. Los ingresos a la UABC por la MACOO se estimaron utilizando como referencia los pagos semestrales de la matrícula 2024 (\$5,500 pesos semestrales) de la Maestría en Ciencias Oceanografía Costera.

Se presenta un plan de incremento gradual del costo mínimo de operación del programa de estudios, a la vez que se espera que aumente el número del estudiantado en la matrícula. El mediano plazo se considera a los 5 años de operación, y el proceso de consolidación a partir de los 7 años.

Estos cálculos serán actualizados con el paso del tiempo y la operación de la MACOO. Con base en los elementos de sustento de la operatividad de la MACOO que se describen en esta sección, se busca fundamentar su viabilidad y la visión de diversificación de fuentes de ingresos que se tiene para la MACOO desde el principio.

Tabla 20. Estimación del costo anual de ejecución de la MACOO, en un esquema de plazos para su proceso de crecimiento.

Concepto	Corto plazo	Mediano plazo	En consolidación
Adquisición de materiales de papelería para procesos académicos, y administrativos asociados, del alumnado.	\$5,000.00	\$7,500.00	\$10,000.00
Servicios generales para mantenimiento y mejora de espacios de estudio y trabajo del alumnado	\$18,000.00	\$25,000.00	\$25,000.00
Apoyo para viáticos y gastos de viajes durante prácticas de campo	\$17,000.00	\$25,500.00	\$30,000.00
Apoyo de Gasolina para vehículos terrestres y acuáticos en prácticas de campo	\$10,000.00	\$17,000.00	\$20,000.00
Consumibles de materiales para las actividades de prácticas en campo	\$5,000.00	\$7,500.00	\$10,000.00
Apoyo al estudiantado para estancias y congresos	\$0.00	\$0.00	\$15,000.00
TOTAL	\$55,000.00	\$82,500.00	\$110,000.00

En lo general, estos costos se asocian con el sustento filosófico y pedagógico del humanismo de la UABC en la que el estudiantado es el centro del modelo educativo y para el que se procuran las mejores condiciones posibles con el fin de que aproveche al máximo su experiencia de formación en posgrado. Así, los recursos que deriven de la inscripción del estudiantado se utilizarían, entre otros rubros, para brindar apoyo de papelería y fotocopiado al estudiantado, así como para el mantenimiento y actualización de equipos utilizados en los talleres, laboratorios y prácticas de campo mínimas suficientes para su formación sólida.

Para brindar las mejores condiciones posibles de espacios y facilidades para el desempeño del estudiantado, algunos recursos serán destinados para completar el

costo del mantenimiento, limpieza general y mejora de las aulas de clase y de los cubículos a los que tienen acceso. Con esto se busca brindar espacios dignos y modernizados.

Con el objetivo de contar con recursos mínimos para realizar visitas de campo a sitios de interés cercanos al campus Ensenada para prácticas de campo sobre estrategias de operacionalización, se contemplan recursos de viáticos y gasolina para vehículos acuáticos y terrestres de la UABC, así como para consumibles (baterías, formatos de campo, materiales diversos para registro de datos u operación de equipos de medición) necesarios al momento de las prácticas. Se visualiza a mediano plazo incluir un concepto de recursos para apoyo al estudiantado en términos de su movilidad y asistencia a congresos, con lo que reafirmamos la visión humanista del Modelo Educativo de la UABC.

Estos ingresos se sumarán a los de otros posgrados y grupos que hacen uso de las mismas instalaciones donde operará la MACOO, principalmente en el IIO, y se compartirá la cobertura de algunos costos operativos. Adicionalmente, dado el contexto de los posgrados en México en términos del proceso de transición hacia la gratuidad, el plan de negocios que se elabore para este programa incluirá una estrategia para transitar en este proceso, que ocurrirá en los próximos 10 años. Para ello, se prevé la aportación de recursos financieros y en especie a través de proyectos académicos, de investigación y de colaboración con la industria privada.

A través del modelo de ensamble entre la MACOO y educación continua antes descrito en el contexto de la flexibilidad curricular, se espera generar recursos propios con la oferta en educación continua por módulos y cursos individuales.

9. Referencias

- Ahmed, S., Grollo, L., & Czech, D. (2024). Industry Perspectives on Project-Based Learning as a Form of Work-Integrated Learning in Science. *Journal of Teaching and Learning for Graduate Employability*, 15(1). <https://doi.org/10.21153/jtlge2024vol15no1art1879>
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) (2023). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior*. <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Ávila Foucat, V. S., & Espejel, I. (2020). Resiliencia de socioecosistemas costeros. En *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas eBooks*. <https://doi.org/10.22201/iiiec.9786073031523e.2020>
- Basher, R. (2006). Global early warning systems for natural hazards: systematic and people-centred. *Philosophical Transactions Of The Royal Society A Mathematical Physical And Engineering Sciences*, 364(1845), 2167-2182. <https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1819>
- Bayramov, E., Kada, M., & Buchroithner, M. (2018). Monitoring oil spill hotspots, contamination probability modelling and assessment of coastal impacts in the Caspian Sea using SENTINEL-1, LANDSAT-8, RADARSAT, ENVISAT and ERS satellite sensors. *Journal Of Operational Oceanography*, 11(1), 27-43. <https://doi.org/10.1080/1755876x.2018.1438343>
- Beaird, N., Glenn, S., Miles, T., Saba, G., Kohut, J., & Schofield, O. (2021). Case study: RUCOOL Operational Oceanography Masters—workforce development case study. En *Elsevier eBooks* (pp. 417-424). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-821431-2.02024-2>
- Brew, A. (2020). Research-based learning: Teaching for active engagement. *Higher Education Research & Development*, 39(5), 975–987.
- Canonico, G., Buttigieg, P. L., Montes, E., Muller-Karger, F. E., Stepien, C., Wright, D., Benson, A., Helmuth, B., Costello, M., Sousa-Pinto, I., Saeedi, H., Newton, J., Appeltans, W., Bednaršek, N., Bodrossy, L., Best, B. D., Brandt, A., Goodwin, K. D., Iken, K., . . . Murton, B. (2019). Global Observational

- Needs and Resources for Marine Biodiversity. *Frontiers In Marine Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00367>
- Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Baja California. (2022). *Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2022-2027*. <http://www.copladebc.gob.mx/>
- Congreso de Baja California. (2019), Ley de Fomento a la Competitividad y Desarrollo Económico para el Estado de Baja California. H. Congreso del Estado de Baja California, Última reforma P. O. No. 72, Índice 22, diciembre 2023. https://www.congresobc.gob.mx/Documentos/ProcesoParlamentario/Leyes/TOMO_VII/20231222_LEYFOMCOMPETI.PDF
- CTN Diocean. (2018). Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. En R. V. Ortiz Martínez (Ed.), *Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos* (Vol. 3/2018, Número 3). <https://doi.org/10.26640/25392212.3.2018>
- Diario Oficial de la Federación [DOF] (2025). ACUERDO por el que se expide los Lineamientos del Sistema Nacional de Posgrados de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5750801&fecha=04/03/2025&print=true
- European Association of Remote Sensing Companies [EARSC]. (2019). *Copernicus Sentinel Benefits Assessment. Preliminary report: Innovation and start-ups powered by Copernicus Sentinel data*. European Union (EU) and the European Space Agency (ESA). https://earsc.org/sebs/wp-content/uploads/2020/05/CopernicusSentinelBenefitsStudy_InnovationAndStartups_June2019_Preliminary.pdf
- European Association of Remote Sensing Companies [EARSC]. (2021). *Start-up survey for companies in the European EO services sector*. European Union (EU) and the European Space Agency (ESA). https://earsc.org/sebs/wp-content/uploads/2022/03/SEBS-Start-up-Survey-2021_FINAL.pdf

- European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries. (2025, May 22). EU Blue Economy Report 2025. https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/news/commission-publishes-2025-report-eu-blue-economy-2025-05-22_en
- Falk, J., Behera, S., Bermas, N., Capon, T., von Braun, J., Colwell, R. R., El-Beltgy, A. S., Damania, R., Kennel, C. F., Leinen, M., Koundouri, P., Murray, C. A., Serageldin, I., Takeuchi, K., Watanabe, C., Elouafi, I., Harrould-Kolieb, E., Jupiter, S., Lizuka, S., Maekawa, M...., Wada, Y. (2025). Emerging threats from climate change on our oceans demand proactive action. *Sustainability Science*, 20, 21-27. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01605-3>
- Fernández, D. M., & Izquierdo, C. J. M. (2017). Título del libro: Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. *ESPIRAL CUADERNOS DEL PROFESORADO*, 10(20). <https://doi.org/10.25115/ecp.v10i20.1015>
- Ferrarin, C., Davolio, S., Bellafiore, D., Ghezzi, M., Maicu, F., Kiver, W. M., Drofa, O., Umgieser, G., Bajo, M., De Pascalis, F., Malguzzi, P., Zaggia, L., Lorenzetti, G., & Manfè, G. (2019). Cross-scale operational oceanography in the Adriatic Sea. *Journal Of Operational Oceanography*, 12(2), 86-103. <https://doi.org/10.1080/1755876x.2019.1576275>
- Fletcher, C., Ripple, W. J., Newsome, T., Barnard, P., Beamer, K., Behl, A., Bowen, J., Cooney, M., Crist, E., Field, C., Hiser, K., Karl, D. M., King, D. A., Mann, M. E., McGregor, D. P., Mora, C., Oreskes, N., & Wilson, M. (2024). Earth at risk: An urgent call to end the age of destruction and forge a just and sustainable future. *PNAS Nexus*, 3, 1-20. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae106>
- Furman, M. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación. *MINISTERIO DE EDUCACIÓN*. <http://disde.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/4776>
- Gallo, N. D., Bowlin, N. M., Thompson, A. R., Satterthwaite, E. V., Brady, B., & Semmens, B. X. (2022). Fisheries Surveys Are Essential Ocean Observing

- Programs in a Time of Global Change: A Synthesis of Oceanographic and Ecological Data From U.S. West Coast Fisheries Surveys. *Front. Mar. Sci.*, 9:757124. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.757124>
- Garcia, C., & Fearnley, C. J. (2012). Evaluating critical links in early warning systems for natural hazards. *Environmental Hazards*, 11(2), 123-137. <https://doi.org/10.1080/17477891.2011.609877>
- Glade, T., & Nadim, F. (2013). Early warning systems for natural hazards and risks. *Natural Hazards*, 70(3), 1669-1671. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-1000-8>
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, E. M. P., Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M., Steneck, R., & Watson, R. (2008). A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science*, 319(5865), 948-952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>
- Halpin, P., Read, A., Fujioka, E., Best, B., Donnelly, B., Hazen, L., Kot, C., Urian, K., LaBrecque, E., Dimatteo, A., Cleary, J., Good, C., Crowder, L., & Hyrenbach, K. D. (2009). OBIS-SEAMAP: The World Data Center for Marine Mammal, Sea Bird, and Sea Turtle Distributions. *Oceanography*, 22(2), 104-115. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2009.42>
- Healey, M., Flint, A., & Harrington, K. (2014). *Engagement through partnership: Students as partners in learning and teaching in higher education*. Higher Education Academy.
- IMCO. (2025). ComparaCarreras. <https://comparacarreras.imco.org.mx/>
- International Oceanographic Data and Information Exchange. (6 de agosto de 2025). *The International Oceanographic Data and Information Exchange (IODE) of the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO*. <https://iode.org/>
- Jetz, W., McGeoch, M. A., Guralnick, R., Ferrier, S., Beck, J., Costello, M. J., Fernandez, M., Geller, G. N., Keil, P., Merow, C., Meyer, C., Muller-Karger, F. E., Pereira, H. M., Regan, E. C., Schmeller, D. S., & Turak, E. (2019).

- Essential biodiversity variables for mapping and monitoring species populations. *Nature Ecology & Evolution*, 3(4), 539-551. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0826-1>
- Ješková, Z., Lukáč, S., Šnajder, L., Guniš, J., Klein, D., Kireš, M. (2022). Active Learning in STEM Education with Regard to the Development of Inquiry Skills. *Educ. Sci.*, 12, 686. <https://doi.org/10.3390/educsci12100686>
- Jochens, A. E., & Watson, S. M. (2013). The Gulf of Mexico Coastal Ocean Observing System: An Integrated Approach to Building an Operational Regional Observing System. *Marine Technology Society Journal*, 47(1), 118-133. <https://doi.org/10.4031/mts.j.47.1.11>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kyriacos, U., Jelsma, J., & Jordan, S. (2011). Monitoring vital signs using early warning scoring systems: a review of the literature. *Journal Of Nursing Management*, 19(3), 311-330. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2011.01246.x>
- Le Traon, P. Y. (2013). From satellite altimetry to Argo and operational oceanography: three revolutions in oceanography. *Ocean Science*, 9(5), 901-915. <https://doi.org/10.5194/os-9-901-2013>
- Le Traon, P. Y., Antoine, D., Bentamy, A., Bonekamp, H., Breivik, L., Chapron, B., Corlett, G., Dibarboure, G., DiGiacomo, P., Donlon, C., Faugère, Y., Font, J., Girard-Ardhuin, F., Gohin, F., Johannessen, J., Kamachi, M., Lagerloef, G., Lambin, J., Larnicol, G., . . . Wilkin, J. (2015). Use of satellite observations for operational oceanography: recent achievements and future prospects. *Journal Of Operational Oceanography*, 8(sup1), s12-s27. <https://doi.org/10.1080/1755876x.2015.1022050>
- López, R., Johnson, M., & Fields, J. (2023). Operational Oceanography Education Outcomes at Rutgers University. *Journal of Marine Education Research*, 48(2), 85–97.

- Matos, J. F., Piedade, J., Freitas, A., Pedro, N., Dorotea, N., Pero, A., & Galego, C. (2023). Teaching and learning research methodologies in education: A systematic literature review. *Education Sciences*, 13(2), 173. <https://doi.org/10.3390/educsci13020173>
- Maxwell, S. M., Hazen, E. L., Bograd, S. J., Halpern, B. S., Breed, G. A., Nickel, B., Teutschel, N. M., Crowder, L. B., Benson, S., Dutton, P. H., Bailey, H., Kappes, M. A., Kuhn, C. E., Weise, M. J., Mate, B., Shaffer, S. A., Hassrick, J. L., Henry, R. W., Irvine, L., . . . Costa, D. P. (2013). Cumulative human impacts on marine predators. *Nature Communications*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/ncomms3688>
- Maxwell, S. M., Hazen, E. L., Lewison, R. L., Dunn, D. C., Bailey, H., Bograd, S. J., Briscoe, D. K., Fossette, S., Hobday, A. J., Bennett, M., Benson, S., Caldwell, M. R., Costa, D. P., Dewar, H., Eguchi, T., Hazen, L., Kohin, S., Sippel, T., & Crowder, L. B. (2015). Dynamic ocean management: Defining and conceptualizing real-time management of the ocean. *Marine Policy*, 58, 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.03.014>
- Mikhaylov, A. S., & Plotnikova, A. P. (2021). THE COASTS WE LIVE IN: CAN THERE BE a SINGLE DEFINITION FOR a COASTAL ZONE? *Baltic Region*, 13(4), 36-53. <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2021-4-3>
- Miloslavich, P., Seeyave, S., Muller-Karger, F., Bax, N., Ali, E., Delgado, C., Evers-King, H., Loveday, B., Lutz, V., Newton, J., Nolan, G., Brichtova, A. C. P., Traeger-Chatterjee, C., & Urban, E. (2019). Challenges for global ocean observation: the need for increased human capacity. *Journal Of Operational Oceanography*, 12(sup2), S137-S156. <https://doi.org/10.1080/1755876x.2018.1526463>
- Muelbert, J. H., Nidzieko, N. J., Acosta, A. T. R., Beaulieu, S. E., Bernardino, A. F., Boikova, E., Bornman, T. G., Cataletto, B., Deneudt, K., Eliason, E., Kraberg, A., Nakaoka, M., Pugnetti, A., Ragueneau, O., Scharfe, M., Soltwedel, T., Sosik, H. M., Stanisci, A., Stefanova, K., . . . Zingone, A. (2019).ILTER – The International Long-Term Ecological Research Network as a Platform for

- Global Coastal and Ocean Observation. *Frontiers In Marine Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00527>
- Muller-Karger, F. E., Miloslavich, P., Bax, N. J., Simmons, S., Costello, M. J., Pinto, I. S., Canonico, G., Turner, W., Gill, M., Montes, E., Best, B. D., Pearlman, J., Halpin, P., Dunn, D., Benson, A., Martin, C. S., Weatherdon, L. V., Appeltans, W., Provoost, P., . . . Geller, G. (2018). Advancing Marine Biological Observations and Data Requirements of the Complementary Essential Ocean Variables (EOVs) and Essential Biodiversity Variables (EBVs) Frameworks. *Frontiers In Marine Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00211>
- Naciones Unidas, (25 de septiembre de 2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Navarro, L. M., Fernández, N., Guerra, C., Guralnick, R., Kissling, W. D., Londoño, M. C., Muller-Karger, F., Turak, E., Balvanera, P., Costello, M. J., Delavaud, A., Serafy, G. E., Ferrier, S., Geijzenborffer, I., Geller, G. N., Jetz, W., Kim, E., Kim, H., Martin, C. S., . . . Pereira, H. M. (2017). Monitoring biodiversity change through effective global coordination. *Current Opinion In Environmental Sustainability*, 29, 158-169. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.02.005>
- Ocean Panel. (2025). The future of the workforce in a sustainable ocean economy: Blue Paper. <https://oceanpanel.org/publication/ocean-employment/>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015: Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Asamblea General de las Naciones Unidas. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- ONU (2021). *Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas*. <https://www.decadeonrestoration.org/es>

- Qian, C., Huang, B., Yang, X., & Chen, G. (2022). Data science for oceanography: from small data to big data. *Big Earth Data*, 6(2), 236-250. <https://doi.org/10.1080/20964471.2021.1902080>
- Rahman, A., & Fals-Borda, O. (1992). La situación actual y las perspectivas de la investigación-acción participativa en el mundo. En *La investigación-acción participativa. Inicios y desarrollos* (pp. 205-230). María Cristina Salazar. https://gumiteca.org/PDF/COM199694_14-20.pdf
- Rivera Arriaga, E., & Azuz-Adeath, I. (2023). *La Década del Océano en México 2021-2030: La Ciencia que Necesitamos*. RICOMAR, Universidad Autónoma de Campeche. <https://doi.org/10.26359/epomex012023>
- Sanchez-Cabeza, J., Sánchez, L. F. Á., Cardoso-Mohedano, J. G., Mancera, E. E., Díaz-Asencio, M., López-Rosas, H., Machain-Castillo, M. L., Merino-Ibarra, M., Ruiz-Fernández, A. C., Alonso-Rodríguez, R., Gómez-Ponce, M. A., Ávila, E., Rico-Esenaro, S., Gómez-Realí, M. Á., Herrera-Becerril, C. A., & Grutter, M. (2019). A low-cost long-term model of coastal observatories of global change. *Journal Of Operational Oceanography*, 12(1), 34-46. <https://doi.org/10.1080/1755876x.2018.1533723>
- Sättele, M., Bründl, M., & Straub, D. (2016). Quantifying the effectiveness of early warning systems for natural hazards. *Natural Hazards And Earth System Sciences*, 16(1), 149-166. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-149-2016>
- Schiller, A., Mourre, B., Drillet, Y., & Brassington, G. (2018). An Overview of Operational Oceanography. En *GODAE OceanView eBooks*. <https://doi.org/10.17125/gov2018.ch01>
- Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación [SECIHTI] (6 de agosto de 2025a). ¿Qué es el Conahcyt?. <https://secihti.mx/conahcyt/que-es-el-conahcyt/>
- Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación [SECIHTI] (2025b), ACUERDO por el que se expiden los Lineamientos del Sistema Nacional de Posgrados de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. *Diario Oficial de la Federación*, del 21 de octubre de 2025. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5770456&fecha=21/10/2025

- Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación [SECIHTI] (1 de mayo de 2025c). Sistema Nacional de Información en materia de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación (SISNAI). <https://sisnai.secihti.mx/>
- Secretaría de Educación Pública (2023). *Marco general del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior*. Consejo Nacional para la Coordinación de la Educación Superior. https://educacionsuperior.sep.gob.mx/sites/default/files/2025-01/marco_gral_SEAES.pdf
- Secretaría de Marina Armada de México [SEMAR] (6 de agosto de 2025). *Archivo de Información Oceanográfica Nacional*. <https://digaohm.semar.gob.mx/oceanografia/AION.html>
- She, J., & Murawski, J. (2019). Developing community marine data service for Blue Growth sectors. *Journal Of Operational Oceanography*, 12(sup2), S80-S96. <https://doi.org/10.1080/1755876x.2019.1644095>
- Skidmore, A. K., Coops, N. C., Neinavaz, E., Ali, A., Schaepman, M. E., Paganini, M., Kissling, W. D., Vihervaara, P., Darvishzadeh, R., Feilhauer, H., Fernandez, M., Fernández, N., Gorelick, N., Geijzendorffer, I., Heiden, U., Heurich, M., Hobern, D., Holzwarth, S., Muller-Karger, F. E., . . . Wingate, V. (2021). Priority list of biodiversity metrics to observe from space. *Nature Ecology & Evolution*, 5(7), 896-906. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01451-x>
- Smyth, J. (1991). Una pedagogía crítica de la práctica en el aula. *Revista de Education*, 294, 275-300. <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-antteriores/1991/re294/re294-14.html>
- Stock, K., Cola, P., & Kolb, D. (2024). Educational experiences become experiential when the learner is fully present: There is more to experiential learning than just “having” the experience. *Experiential Learning and Teaching in Higher Education*, 7(1). <https://doi.org/10.46787/elthe.v7i1.3937>

- Tong, W., & Zeng, X. (2023). Research on the application of situated learning theory in college entrepreneurship programs. *Education, Science, Technology, Innovation & Life*. <https://doi.org/10.23977/aduhe.2023.051508>
- UNESCO. (2021). Ocean Literacy for All: A toolkit. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (1 de mayo de 2025). *El Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (2021-2030)*. <https://www.unesco.org/es/decades/ocean-decade#:~:text=Las%20Naciones%20Unidas%20han%20proclamado,com%20que%20garantice%20que%20las>
- UNESCO. (2025). *Decenio del Océano: logros y desafíos*. <https://www.unesco.org/es/articles/decenio-del-oceano-logros-y-desafios>
- UNESCO-IOC. (2023). *Ocean science for biodiversity conservation and sustainable use: How the Ocean Decade supports the CBD and the implementation of the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*. Paris, UNESCO. The Ocean Decade Series, 40.
- Universidad Autónoma de Baja California. (2009), se da a conocer mediante esta publicación, y para su debida observancia, el Reglamento de Investigación de la Universidad Autónoma de Baja California, aprobado por el Pleno del H. Consejo Universitario, del 25 de noviembre de 2009. https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/ReglamentoInstitucionales/05_REGL_INV_UABC.pdf
- Universidad Autónoma de Baja California. (2010). *Manual de Procedimientos para la Organización y Desarrollo de los Proyectos de Investigación*. Coordinación de Posgrado e Investigación de la Universidad Autónoma de Baja California. <http://cimarron.ens.uabc.mx/manual-procedimientos-investigacion-cpi.pdf>
- Universidad Autónoma de Baja California. (2011), se da a conocer mediante esta publicación, y para su debida observancia, el Reglamento Interno del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, aprobado por el Pleno del H. Consejo Universitario, del 2 de octubre de 2011.

[https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Reglamento sIntUA/35_REGLAMENTO_INST_INV_OCEANOLOGICAS.pdf](https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Reglamento%20sIntUA/35_REGLAMENTO_INST_INV_OCEANOLOGICAS.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2014), Estatuto del personal académico de la Universidad Autónoma de Baja California, aprobado por el Pleno del H. Consejo Universitario, del 2 de octubre de 2014. https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Estatutos/01_EstatutoPersonalAcademicoOctubre2014.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2016). *Código de Ética de la Universidad Autónoma de Baja California*. <https://medicina.ens.uabc.mx/img/codigoeticaUABC.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (2018). Modelo Educativo de la UABC. *Cuadernos de Planeación y Desarrollo Institucional*. <https://feg.ens.uabc.mx/assets/pdf/normatividad/ModeloEducativodelaUABC2018.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (2019a), se da a conocer mediante esta publicación, y para su debida observancia, el Estatuto General de la Universidad Autónoma de Baja California, aprobado por el Pleno del H. Consejo Universitario. *Gaceta Universitaria*, Edición Especial No. 433, del 16 de diciembre de 2019. https://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Reglamentos/Estatutos/02_EstatutoGeneralUABC_19-11-2019.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2019b), se da a conocer mediante esta publicación, y para su debida observancia, el Reglamento de Becas de la Universidad Autónoma de Baja California, aprobado por el Pleno del H. Consejo Universitario. *Gaceta Universitaria*, Anexo No. 423, del 26 de agosto de 2019. [https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Reglamento sInstitucionales/02_REGL_BECAS.pdf](https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Reglamento%20sInstitucionales/02_REGL_BECAS.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2020), se da a conocer mediante esta publicación, y para su debida observancia, el Acuerdo por el que se Establece el Protocolo de Atención y Seguimiento a Casos de Violencia de

Género de la Universidad Autónoma de Baja California, aprobado por el Pleno del H. Consejo Universitario. *Gaceta Universitaria*, Edición Especial No. 452, del 17 de noviembre de 2020. <https://gaceta.uabc.mx/file-download/download/public/32199>

Universidad Autónoma de Baja California. (2021), se da a conocer mediante esta publicación, para su debida observancia, el Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California, aprobado por el pleno del H. Consejo Universitario. *Gaceta Universitaria*, Anexo No. 460, del 20 de mayo de 2021. http://fcsyp.mx/uabc.mx/documents/10181/17045/03_EstatutoEscolarUABC_Reforma_May_202021.pdf/1edc601d-a699-40df-acd7-899ee439fc8c

Universidad Autónoma de Baja California. (2022), se da a conocer mediante esta publicación, y para su debida observancia, el Estatuto Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado de la Universidad Autónoma de Baja California, aprobado por el Pleno del H. Consejo Universitario. *Gaceta Universitaria*, Edición Especial No. 495, del 8 de junio de 2022. https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Reglamento_sInstitucionales/21.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2023). *Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027*. http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC_PDI_2023-2027_Extendido.pdf

Universidad Autónoma de Baja California, Coordinación de Informática y Bibliotecas (5 de noviembre de 2025). Acervo bibliográfico. <https://bibliotecas.uabc.mx/acervo-bibliografico/>

Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigaciones Oceanológicas (5 de noviembre de 2025). Transparencia. <http://iio.ens.uabc.mx/transparencia>

Willis, T., Heffernan, M., & Wang, Y. (2024). Ocean data as an emerging industry: Scientific and economic trends in the digital blue economy. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1498. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.01498>

Wood, L., & Louw, I. (2024). Reconsidering postgraduate 'supervision' from a participatory action learning and action research approach. *South African Journal of Higher Education*, 32(4). <https://doi.org/10.20853/32-4-2562>

10. Anexos

10.1. Anexo 1. Evaluaciones de pares externos.



Ciudad Universitaria. Ciudad de México a 19 de agosto de 2025

Dr. Luis Walter Daesslé Heuser

Director

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Universidad Autónoma de Baja California

Sirva la presente para enviarle mis comentarios y sugerencias respecto al Documento de Referencia para la Operación de Programas de Posgrado (DROPP) de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera (MACOO) que está en el proceso de creación el Instituto que usted dirige.

En lo general, considero que el programa del contenido del DROPP está muy bien estructurado. Mis sugerencias son las siguientes y las separo en dos grandes secciones:

1. Contenido de las asignaturas

1.1. En algunas partes existen problemas con la numeración, por ejemplo, en la asignatura “5. Introducción a la Oceanografía_versión final” 1.4.3

1.2. En la asignatura “5. Introducción a la Oceanografía_versión final”

- a) cambiaría el orden de “Rotura del oleaje” y “corrientes litorales”. Las corrientes litorales son generadas, entre otros factores, por la rotura del oleaje.
- b) Asimismo, hace falta un apartado sobre la reflexión del oleaje
- c) ¿No sería conveniente incluir un apartado para la marea astronómica y meteorológica?

1.3. El temario “15.SimulacionNumerica_versión final”

- a) Tiene comentarios
- b) Creo que deben de incluir en esta asignatura o en una previa la derivación de las ecuaciones básicas de la hidrodinámica (continuidad y momentum), de lo contrario parece un salto al absurdo iniciar como se inicia

1.4. El temario “18. Evaluacion de la vulnerabilidad y Riesgo en Ecosistemas Marinos y Costeros”

- a) Iniciaría con una comparación entre métodos deterministas y probabilistas
- b) Seguiría con el concepto de riesgo
- c) Incluiría un apartado de metodologías como el DPSIR (Drivers-Pressures-State of the Environment- Impacts – Responses) o DESCR (Drivers, Exchange of matter and energy-State of the Environment-Consequences-Responses)
- d) También sería bueno incluir algún método como el SPRC (Source-Pathway-Receptor-Consequences). De esta forma el temario 18 estaría ligado con el temario 22



- 1.5. En el temario “22. Gobernanza de Mares y Costas_versión final”
 - a) Incluir un subtema asociado al cambio de clima (viento y oleaje). El cambio de estos patrones son los mayores responsables de la erosión
 - 1.6. En el temario “28. Fundamentos Ecológicos para la Oceanografía Operacional_versión final” incluir
 - a) Diagnostico
 - b) Conectividad biofísica
-
2. Temas que me hacen falta:
 - 2.1.1 Flujo subterráneo en zonas costeras
 - 2.1.2 Geomorfología costera
 - 2.1.3 Caracterización del clima marítimo
 - 2.1.4 Caracterización mecánica de los sedimentos (densidad, granulometría, factor de forma, etc.) y su interpretación

Sin más por el momento, quedo a su disposición para proporcionar cualquier información adicional que se requiera.

Atentamente,

Dr Rodolfo Silva Casarín

Investigador Titular C de TC, S.N.I. III

Coordinador del Centro Mexicano de Energías Renovables del Océano

Email: RSilvaC@iingen.unam.mx

[Teléfono: 55 5623 3668](tel:5556233668)



Anexo 1. Evaluaciones de pares externos

Atención a la evaluación y opinión académica y técnica sobre el DROPP de la MACOO por parte del **Dr. Rodolfo Silva Casarín**, quien es Investigador Titular C de TC, SNII Nivel III, del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y Coordinador del Centro Mexicano de Energías Renovables del Océano (CEMIE Océano) (<https://www.researchgate.net/profile/Rodolfo-Silva-9>).

Observación del Dr. Silva	Atención a la observación
1. Contenido de las asignaturas	
1.1. En algunas partes existen problemas con la numeración, por ejemplo, en la asignatura “5. <i>Introducción a la Oceanografía_versión final</i> ” 1.4.3	Se trató de una inconsistencia en la sangría del numeral referido (1.4.3). Se verificó la numeración y ésta es consecutiva y coherente. Se verificó el formato del PUA para corregir el desajuste.
1.2. En la asignatura “5. <i>Introducción a la Oceanografía_versión final</i> ” cambiaría: 1) el orden de “Rotura del oleaje” y “corrientes litorales”. Las corrientes litorales son generadas, entre otros factores por la rotura del oleaje.	Dado que se trata de un curso introductorio, el tratamiento de la relación entre la rotura del oleaje y la generación de corrientes litorales se abordará únicamente de manera general, y ya está incluido en el contenido del PUA. Por ello, se ha decidido mantener el orden actual de los temas, priorizando la claridad didáctica y la progresión conceptual de los contenidos.

1.2. En la asignatura “5. <i>Introducción a la Oceanografía_versión final</i>” cambiaría: 2) Asimismo, hace falta un apartado sobre la reflexión del oleaje.	El propósito de esta unidad es ofrecer una visión integral de los principales procesos asociados al asomeramiento del oleaje, considerando su transformación desde aguas profundas hasta aguas someras, como parte de la introducción a la dinámica costera. En este contexto, se incorporan también otros aspectos relevantes de la interacción oleaje-costa, entre los cuales se incluye la reflexión del oleaje que será abordada dentro de los contenidos actuales de esta unidad de aprendizaje,
1.2. En la asignatura “5. <i>Introducción a la Oceanografía_versión final</i>” cambiaría: 3) ¿No sería conveniente incluir un apartado para la marea astronómica y meteorológica?	El tema de las mareas, tanto astronómicas como meteorológicas, será abordado en el curso dentro del marco de la dinámica del océano, en estrecha relación con los procesos de circulación y forzamiento atmosférico. Dado que el objetivo de esta asignatura es ofrecer una introducción general a la oceanografía, se busca mantener una estructura sintética y articulada, evitando la fragmentación de contenidos. En este sentido, las mareas se presentarán como parte de los mecanismos que explican la variabilidad del nivel del mar y su interacción con la circulación oceánica y costera, asegurando que el estudiante

	comprenda su papel dentro de la interacción océano-atmósfera-continente.
1.3. El temario “15.SimulacionNumerica_version final”: 1) Tiene comentarios [el documento revisado]	Los comentarios eran un error en el control de edición y ya fueron eliminados del documento.
1.3. El temario “15.SimulacionNumerica_version final”: 2) Creo que deben de incluir en esta asignatura o en una previa la derivación de las ecuaciones básicas de la hidrodinámica (continuidad y momentum), de lo contrario parece un salto al absurdo iniciar como se inicia.	El tema se abordará en la Unidad 1 como parte de la introducción. En particular, el tema se incluye en el contenido “1.3. Ecuaciones de gobierno”. Se modificó el PUA para que la derivación mencionada esté de manera explícita en el contenido.
1.4. El temario “18.Evaluacion de la vulnerabilidad y Riesgo en Ecosistemas Marinos y Costeros” 1) Iniciaría con una comparación entre métodos deterministas y probabilistas.	Se revisó el contenido del PUA y para atender esta sugerencia se incluyó en la <i>Unidad 2</i> el contenido “2.2.5. Análisis de aproximaciones numéricas para la cuantificación del riesgo (incluyendo métodos deterministas y probabilistas)”. Adicionalmente, en la <i>Unidad 3</i> de este PUA se aborda con mayor detalle el análisis comparativo de distintas aproximaciones metodológicas para evaluación de vulnerabilidad y riesgo.
1.4. El temario “18.Evaluacion de la vulnerabilidad y Riesgo en Ecosistemas Marinos y Costeros” 2) Seguiría con el concepto de riesgo	Se modificó el contenido de la <i>Unidad 1</i> para incluir el contenido “Conceptualización de la vulnerabilidad y riesgo de ecosistemas marinos y

	costeros”, con lo que se incluye desde el inicio el concepto de “riesgo”.
1.4. El temario “18.Evaluacion de la vulnerabilidad y Riesgo en Ecosistemas Marinos y Costeros” 3) Incluir un apartado de metodologías como el DPSIR (Drivers-Pressures-State of the Environment-Impacts-Responses) o DESCR (Drivers, Exchange of matter and energy -State of the Environment-Consequences-Responses).	Se modificó la <i>Unidad 3</i>, el contenido “3.1.2. Herramientas utilizadas en la cuantificación del riesgo: matrices de riesgo, análisis probabilísticos, simulaciones, Agentes-Presiones-Condición Ambiental-Impacto-Respuesta (DPSIR, por sus siglas en inglés), evaluaciones de riesgo de fuente, vía y receptor (SPRC, por sus siglas en inglés)”, en el que se incluyó la recomendación sobre las metodologías abordadas.
1.4. El temario “18.Evaluacion de la vulnerabilidad y Riesgo en Ecosistemas Marinos y Costeros” 4) También sería bueno incluir algún método como el SPRC (Source-Pathway-Receptor-Consequences). De esta forma el temario 18 estaría ligado con el temario 22.	
1.5. En el temario “22. Gobernanza de Mares y Costas_versión final” 1) Incluir un subtema asociado al cambio de clima (viento y oleaje). El cambio de estos patrones son los mayores responsables de la erosión.	Se analizó la observación por los autores del PUA y se aceptó la recomendación, por lo que el contenido 1.1.3. fue modificado a “Las presiones e impactos, naturales y antrópicos, en la zona costera”.
1.6. En el temario “28. Fundamentos Ecológicos para la Oceanografía Operacional_versión final” incluir: “Diagnóstico” y “Conectividad biofísica”	a) Sobre "Diagnóstico": Este concepto sí está presente de manera implícita en el programa, particularmente en: <i>Unidad 3</i>, sección “3.2. Evaluación del Estado de los Ecosistemas Marinos”,

	donde se abordan indicadores ecológicos, evaluación de biodiversidad y modelos de evaluación/predicción. b) Sobre "Conectividad biofísica": Este concepto ya estaba parcialmente presente y de forma implícita en el contenido, aunque tal vez no con la profundidad esperada. Con el fin de mejorar el PUA se adicionó contenido en la <i>Unidad 1: "1.2.4. Conectividad biofísica en ecosistemas marinos y costeros"</i>.
2. Temas que hacen falta: a) Flujo subterráneo en zonas costeras. b) Geomorfología costera. c) Caracterización del clima marítimo. d) Caracterización mecánica de los sedimentos (densidad, granulometría, factor de forma, etc.) y su interpretación.	Los distintos PUA abordan en alguno de sus contenidos la gran mayoría de tópicos que sugiere. Por el momento, dados los perfiles de la planta académica participante y la configuración del mapa curricular núcleo de la MACOO, no se incluyeron algunos PUA con un contenido específicamente titulado y orientado a los temas que sugiere. No obstante, se agradece la sugerencia y visualizamos que son una oportunidad de crecimiento en el mediano plazo conforme la MACOO madure y se puedan agregar más PUA como lo especificamos en la sección <i>3.10 Mapa curricular se explica que "En el transcurso del programa se</i>

	<i>pueden crear otros cursos o Programas de Unidades de Aprendizaje (PUA) optativos con base en las necesidades que emergen y que se identifiquen como críticas para la formación de calidad y actualizada del estudiantado.”</i>

Puerto Madryn, Argentina 19 de agosto de 2025

Dr. Luis Walter Daesslé Heuser

Director

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Universidad Autónoma de Baja California

Sirva la presente para enviarle mis comentarios y sugerencias respecto al Documento de Referencia para la Operación de Programas de Posgrado (DROPP) de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera (MACOO) que está en el proceso de creación el Instituto que usted dirige.

En lo general, considero que el programa presenta una **estructura académica sólida y pertinente**, con una propuesta que articula adecuadamente los objetivos formativos con el perfil de egreso. Asimismo, destaca la integración de líneas de investigación actualizadas y de gran relevancia para la oceanografía costera, lo cual posiciona a la maestría como una iniciativa estratégica para la región y con gran potencial de vinculación internacional.

En lo particular, en el archivo electrónico que acompaña este oficio encontrará mis sugerencias y observaciones específicas sobre distintos aspectos del contenido del DROPP, las cuales tienen como único propósito fortalecer aún más la propuesta y contribuir a su consolidación.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo y quedo atento a las dudas que pudieran tener respecto a mi revisión.

Atentamente



Dr. Marcos Zárate

CESIMAR-CONICET

Administrador del Nodo Argentino de OBIS

Investigador Adjunto CONICET

zarate@cenpat-conicet.gob.ar

Atención a la evaluación y opinión académica y técnica sobre el DROPP de la MACOO por parte del **Dr. Marcos Zárate**, quien es Investigador del Centro para el Estudio de Sistemas Marinos, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CESIMAR-CONICET) en Chubut, Argentina, y es el Administrador del Nodo Argentino del Ocean Biodiversity Information System (OBIS, <https://obis.org/>) (<https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Zarate>).

Observación del Dr. Zárate	Atención a la observación
1. Sobre el Programa en General:	
1.1. Perfil de egreso (3.7). El perfil de egreso está medio diluido, se entiende leyendo otras partes, pero no está presentado como una lista clara. <u>Sugerencia:</u> Armarlo en forma explícita, separando competencias técnicas (instrumentación, modelado, SIG, análisis de datos), transversales (gestión de proyectos, liderazgo, comunicación) y actitudinales (ética, trabajo interdisciplinario).	Como parte de las instrucciones en el formato para la construcción del DROPP, en esta sección la descripción del Perfil de egreso se espera que sean las competencias del programa de estudios y por eso se redactó de esta forma la sección. Sin embargo, en atención a la observación del Revisor se agregaron dos párrafos que contienen los conocimientos y habilidades esperados para cada competencia. Para más información ver el <i>Anexo 2 "Formatos Metodológicos."</i>
1.2. LGAC y mapa curricular (3.2 y 3.10). Las LGAC están muy bien, pero en el mapa curricular no se ve de manera directa cómo se conectan con las asignaturas. <u>Sugerencia:</u> Meter una tabla que relacione LGAC ↔ asignaturas ↔ competencias ↔	Al respecto señalamos que las LGAC derivan de las Competencias Profesionales, y en el <i>Anexo 2 (Formatos Metodológicos)</i>, se vinculan las problemáticas que fundamentan la MACOO con las Competencias Profesionales (asociadas a las LGAC), y éstas a su vez con las Competencias

salidas laborales, así queda clarísima la coherencia interna.	específicas, y éstas con los conocimientos, habilidades y actitudes que desarrollarán los egresados y las egresadas de MACOO. Así, la amable sugerencia es atendida en el DROPP.
1.3. Vinculación internacional (2.2, 6). Se mencionan vínculos con universidades de afuera, pero todo queda en potencial. <u>Sugerencia:</u> Armar un plan concreto: movilidad, cotutelas, convenios activos y, si se puede, algo de doble titulación o pasantías en centros internacionales.	En la sección <i>2.2 Contextualización del programa educativo</i> , el objetivo es presentar una descripción de programas educativos afines a la MACOO en las escalas local, nacional e internacional, así como la diferenciación entre los programas para expresar la pertinencia de la MACOO. Así, las expresiones de intención de vinculación con los programas internacionales se orientan más a mostrar las oportunidades que se tienen para la MACOO. Aunque no es materia de esta sección del programa describir un plan detallado de movilidad, cotutelas, entre otras, sí se expone la visión de la MACOO para optar por esas oportunidades de vinculación académica, y sus sugerencias son tomadas en cuenta para la construcción de estrategias de vinculación académica e internacionalización en el corto y mediano plazo para la MACOO.

1.4. Metodología de enseñanza-aprendizaje (4.4). La parte metodológica está muy normativa, casi no habla de cómo se enseña realmente. <u>Sugerencia:</u> Detallar más: ABP, proyectos reales con datos de observatorios, laboratorios virtuales, plataformas colaborativas y evaluación por proyectos concretos.	Se modificó la sección 4.4 Metodología de enseñanza-aprendizaje para insertar algunos detalles como los sugeridos por el Revisor en la lista de “<i>métodos y técnicas de enseñanza aprendizaje</i>” que se prevén de inicio en la MACOO. Es importante resaltar que en el DROPP se señalan las directrices generales de estas estrategias, a la vez que se respeta y fomenta la libre cátedra del profesorado, se invita a la innovación tecnológica y fomento de la flexibilidad en la enseñanza y el aprendizaje.
1.5. Seguimiento de egresados (4.5). El seguimiento está, pero sin indicadores claros para medir cómo nos va. <u>Sugerencia:</u> Definir indicadores: % que se inserta laboralmente en menos de 6 meses, % en industria vs. academia, satisfacción de empleadores, etc.	El listado de indicadores específicos para la evaluación del desarrollo profesional de los egresados y egresadas se encuentra en la Tabla 8 de la sección 4.5. Seguimiento de egresados.
1.6. Dimensión de género (2.3, eje 2). Se menciona en la parte ética, pero no está metido en todo el plan. <u>Sugerencia:</u> Poner metas de equilibrio de género en matrícula y cuerpo docente, visibilizar referentes femeninos y medidas de inclusión para estudiantes con responsabilidades familiares.	Es interesante esta visión, y con la cual la Universidad coincide y la considera clave en lo general para toda la comunidad universitaria y en la que estamos ocupados. De manera general, al crearse la MACOO ésta se inserta en todos los programas de desarrollo, mejora, vinculación y metas institucionales,

	entre los que se encuentra la implementación de estrategias que fomentan la equidad de género entre el estudiantado, el profesorado, las coordinaciones y jefaturas, y en general en toda la comunidad y quehacer universitario. También expresamos que en la redacción del documento se utiliza un lenguaje incluyente con el que se reconoce la diversidad de género y la apertura a un equilibrio. Asimismo, se hizo una revisión de la sección 4. <i>Mecanismos de operación del programa educativo</i> para insertar algunas acciones específicas sobre el equilibrio que nos señala usted como Revisor, siempre teniendo como referencia el marco normativo vigente de la UABC. Adicionalmente, en México la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) que es la autoridad en la operación de los programas de posgrado con becas del gobierno mexicano, como aspira ser la MACOO, tiene sus propias iniciativas de estímulos para jefas de familia que estudian, para inclusión de personas con capacidades diferentes, entre otros, y al MACOO insertarse en

	el Sistema Nacional de Posgrados en un futuro, estará siendo parte de esas iniciativas de equilibrio.
1.7. Plan de comunicación y posicionamiento (no explícito). No hay un plan claro para difundir el programa. <u>Sugerencia:</u> Armar estrategia: materiales bilingües, presencia en redes científicas, participación en eventos del Decenio de las Ciencias Oceánicas, videos cortos, etc.	Es importante señalar que se brinda amplia flexibilidad a la Dirección de la UA, la Coordinación de la MACOO, al CEP y al NA para identificar las estrategias que mejor consideren para la comunicación y posicionamiento de este programa de estudios. No obstante, se modificó la sección 4.1. <i>Comité de Estudios de Posgrado</i> para incluir entre sus funciones una (VII) que haga referencia explícita a esta importante sugerencia.
1.8. Actualización a tendencias emergentes (currículo). El currículo está sólido, pero no mete de lleno temas muy actuales como IA, gemelos digitales, modelado de cambio climático. Sugerencia: Agregar optativas o módulos sobre estas tecnologías emergentes aplicadas a la oceanografía operacional.	Los distintos PUA abordan la gran mayoría de tópicos que sugiere, lo cual se puede verificar en sus formatos. Adicionalmente, en la sección “3.10 <i>Mapa curricular</i>” se explica que “En el transcurso del programa se pueden crear otros cursos o Programas de Unidades de Aprendizaje (PUA) optativos con base en las necesidades que emergen y que se identifiquen como críticas para la formación de calidad y actualizada del estudiantado.” Así, la oferta de PUA en la MACOO (29 unidades de aprendizaje) se reconocen como las básicas de inicio

	para el programa, y se hace explícito el plan de actualizar e incorporar nuevos PUA conforme se requieran, a la vez que la MACOO avance en su proceso de maduración como programa de estudios y en su planta académica, incluyendo colaboraciones con actores externos nacionales e internacionales.
2. Sobre el PUA “Introducción a la Ciencia de Datos”	
2.1. Integración con casos del área. Se dice que los datos serán de “problemas reales”, pero no se aclara que sean marinos o costeros. Sugerencia: Usar al menos un 50% de datasets de oceanografía (series temporales, datos de sensores, imágenes satelitales) para reforzar pertinencia y motivación.	Aunque se asume que todos los proyectos estarán relacionados con datos marinos o costeros como se expresa en el propósito del PUA, se modificó el documento respectivo para incluir esta precisión en la sección “ <i>Evidencia de Aprendizaje</i> ”. Ver PUA <i>Introducción a la Ciencia de Datos</i> .
2.2. Conexión entre unidades. El temario avanza de estadística a ML, pero no está tan claro cómo se integran los contenidos. Sugerencias: Cerrar cada unidad con una actividad integradora que vaya construyendo un mismo caso de estudio a lo largo del curso.	Este punto se establece en el método de trabajo del PUA y deberá ser decisión del profesor si las actividades son integradas como un solo estudio de caso o ejercicios que se desarrollan de forma independiente a lo largo del curso, permitiendo con esto la flexibilidad que requieren los profesores y profesoras.
2.3. Carga horaria práctica. Las prácticas tienen carga similar en estadística y ML, pero ML suele requerir más tiempo. Sugerencias:	Se modificaron las horas de clase, horas extraclase y horas de taller, de tal forma que la unidad 1 ahora tiene la configuración HC: 4, HT: 12 y la

Redistribuir horas para dar más práctica a la unidad de ML.	Unidad 2 ahora tiene la configuración HC: 7 y HT: 20.
2.4. Evaluación. El examen tiene un 20%, lo cual no es muy coherente con un enfoque basado en proyectos. Sugerencias: Reducir o eliminar el examen para aumentar peso del portafolio y el proyecto final, priorizando evaluación continua.	Se ajustaron los porcentajes de los criterios de evaluación y quedaron de esta forma: - Examen 10% - Prácticas de taller 30% - Portafolio de evidencias 20% - Proyecto final 40%
2.5. Bibliografía. Está muy actualizada, pero sin enfoque específico en datos marinos. Incluir referencias aplicadas a oceanografía (UNESCO-IOC, EMODnet, manuales de datos oceanográficos).	Los temas relacionados con los datos oceanográficos y grandes bases de datos se detallan en otro PUA (<i>Arquitectura y Gestión de Bases Datos</i>) ya que se espera que los estudiantes puedan desarrollar habilidades de análisis de datos de diversa naturaleza, no únicamente de datos oceanográficos. Se espera que el profesor o profesora tenga la libertad de cátedra y pueda elegir los conjuntos de datos que considere convenientes.
2.6. Perfil docente. Bien definido, pero no menciona experiencia en proyectos marinos o ambientales. Sugerencia: Agregar requisito deseable de experiencia en datos marinos para reforzar vínculo con la maestría.	Desafortunadamente en México, este requisito limitaría la oferta de profesores o profesoras que pudieran impartir esta unidad de aprendizaje, ya que un perfil profesional con esa consideración es sumamente escaso, por lo que se optó por no aceptar la sugerencia.
2.7. Innovación metodológica. Estrategias activas presentes, pero	Se espera que el estudiantado realice proyectos de investigación para

poco detalle sobre colaboración interdisciplinaria. Especificar actividades grupales con roles definidos o hackathons de datos para fomentar colaboración.	titulación de forma trans e interdisciplinaria. Sin embargo, ese nivel de detalle no se expresa puntualmente en los PUA, sino que queda orientado a lo largo de la visión de todo el programa de posgrado MACOO. El CEP y el Comité Asesor de Tesis serán los encargados de velar porque esa colaboración suceda a lo largo de la formación del estudiantado y no solo queda regido por unidades de aprendizaje individuales.
3. Sobre el PUA “Arquitectura y Gestión de Bases”	
3.1. Contextualización práctica con datasets reales de la región: si bien se habla de bases de datos oceanográficas globales, no queda claro si el estudiantado trabajará con datos locales o regionales. Incluir datasets de programas de monitoreo cercanos (p. ej., del Pacífico mexicano o del Golfo de California) podría hacer más tangible el aprendizaje.	Se evitó especificar datasets para el desarrollo de la unidad de aprendizaje de tal manera que no se obstaculizara su realización en caso de no contar exactamente con esos datos. Se decidió dejar la suficiente flexible para que el profesorado mantenga su libertad de cátedra y flexibilidad curricular, y se oriente a las y los estudiantes de acuerdo con las condiciones del momento, y con preferencia al uso de los datos de sus investigaciones de titulación.
3.2. Secuencia de complejidad en las prácticas: los talleres parecen equilibrados en horas, pero la progresión podría explicitarse mejor. Sería útil que las prácticas de la unidad	Se modificaron elementos de las unidades dos y tres para incluir los conceptos de gestión e interoperabilidad, de tal forma que

1 se enfoquen en el diseño básico, las de la unidad 2 en flujos y gestión, y las de la unidad 3 en interoperabilidad y visualización/publicación, construyendo un mismo proyecto de forma incremental.	estos quedan explícitos en el contenido de los PUA.
3.3. Carga de evaluación del examen teórico: el 25% de un examen escrito en un curso tan orientado a la práctica podría reducirse, aumentando el peso del proyecto final o de las entregas parciales. Así se alinearía mejor con un enfoque basado en competencias y productos aplicados.	Se ajustaron los porcentajes de los criterios de evaluación y quedaron de esta forma: - Portafolio de evidencias 45% - Examen teórico 15% - Proyecto final 40%
3.4. Integración interdisciplinaria: sería bueno indicar si habrá interacción con estudiantes de otros perfiles (p. ej., biología marina, ingeniería, ciencias ambientales) para simular escenarios reales de gestión de datos en proyectos colaborativos.	Se espera que el estudiantado realice proyectos de investigación para titulación de forma trans e interdisciplinaria. Sin embargo, ese nivel de detalle no se expresa puntualmente en estos PUA, sino que queda orientado a lo largo de la visión de todo el programa de posgrado MACOO. El CEP y el Comité Asesor de Tesis serán los encargados de velar porque esa colaboración suceda a lo largo de la formación del estudiantado y no solo queda regido por unidades de aprendizaje individuales.
3.5. Bibliografía aplicada: aunque la bibliografía es muy completa y actualizada, la mayoría son manuales y	Se incluyeron referencias a los siguientes manuales:

artículos generales. Se podría añadir alguna guía o documentación técnica de repositorios oceanográficos (por ejemplo, OBIS, EMODnet, SeaDataNet) para reforzar la parte práctica.	The OBIS Manual. https://manual.obis.org/ ; https://emodnet.ec.europa.eu/en/tools-guidelines
3.6. Perfil docente: ya está bien descrito, pero agregaría como deseable experiencia en vinculación con redes internacionales de datos oceanográficos, lo que puede aportar una dimensión global y oportunidades de colaboración para el alumnado.	Desafortunadamente en México, este requisito limitaría la oferta de profesores que pudieran impartir esta unidad de aprendizaje, ya que un perfil profesional con esa consideración es sumamente escaso, por lo que se optó por no aceptar la sugerencia.

10.2. Anexo 2. Formatos metodológicos.

Universidad Autónoma de Baja California
 Coordinación General de Investigación y Posgrado
Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

FORMATO 1. PROBLEMÁTICAS Y COMPETENCIAS PROFESIONALES.

<i>Problemática</i>	<i>Competencia profesional</i>
<i>Degradación por Actividades Humanas:</i> Los ambientes marinos y costeros, pese a ser grandes reservorios de recursos naturales, enfrentan presiones significativas debido al desarrollo urbano, turístico e industrial. Estas actividades, combinadas con los efectos del cambio climático, están deteriorando su estructura, función y, en última instancia, su viabilidad a largo plazo. <i>Falta de Personal Capacitado:</i> Existe una carencia de personal con perfiles profesionales adecuados para la evaluación y monitoreo de estos ambientes. Los empleadores de sectores con intereses en estos ecosistemas identifican la necesidad de especialistas capacitados en el desarrollo y aplicación de herramientas tecnológicas que generen información relevante para la toma de decisiones a nivel local, estatal, nacional e internacional. <i>Déficit en la Aplicación y Desarrollo de Herramientas Tecnológicas:</i> Numerosas tecnologías existentes aún no son utilizadas al máximo en el país a la vez que se requiere desarrollar nuevas soluciones tecnológicas que atiendan las necesidades emergentes para la gestión y manejo responsable de los sistemas marinos y costeros. En lo general, este contexto complica la generación de datos precisos, sistemáticos y actualizados, esenciales para la toma de decisiones informadas y efectivas en la conservación y uso sostenible de estos ecosistemas.	1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social. 2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

Universidad Autónoma de Baja California
Coordinación General de Investigación y Posgrado

**FORMATO 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS QUE INTEGRAN CADA
COMPETENCIA PROFESIONAL**

<i>Competencia profesional</i>	<i>Competencias específicas</i>
1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.	1.1. Valorar procesos de observación de variables oceanográficas y ambientales con apego a estándares nacionales, internacionales, para proponer soluciones operacionales de evaluación y monitoreo de sistemas naturales y productivos, con una actitud crítica y responsable. 1.2. Construir esquemas de evaluación y monitoreo de las condiciones físicas y biológicas presentes, pasadas y futuras mediante la aplicación de los principios operacionales, para auxiliar en la toma de decisiones multisectorial, con responsabilidad y actitud de servicio.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.	2.1. Implementar metodologías con enfoque operacional sobre variables esenciales marinas y costeras, a través de la aplicación de tecnologías de información geográfica y metoceanicas, para proponer estrategias integrales de evaluación y monitoreo de largo plazo, con una actitud analítica y propositiva. 2.2. Producir conocimiento científico sobre la trayectoria (condiciones pasadas, actuales y su pronóstico) de la estructura y procesos de los ecosistemas, mediante la implementación de las fases de la oceanografía operacional como son la colecta, análisis, modelación, pronóstico y diseminación de la información, con la finalidad de maximizar la incidencia en la gestión a nivel local, regional, nacional e internacional de mares y costas, con honestidad y responsabilidad social.

Universidad Autónoma de Baja California
Coordinación General de Investigación y Posgrado

FORMATO 3. ANÁLISIS DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, ACTITUDES Y VALORES

Competencia profesional: 1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.

<i>Competencias Específicas</i>	<i>Conocimientos (saber)</i>	<i>Habilidades (hacer)</i>	<i>Actitudes y valores (ser)</i>
1.1. Valorar procesos de observación de variables oceanográficas y ambientales con apego a estándares nacionales, internacionales, para proponer soluciones operacionales de evaluación y monitoreo de sistemas naturales y productivos, con una actitud crítica y responsable.	-Programación avanzada. -Diseño, construcción, estandarización y resguardo de bases de datos. -Instalación y operación de instrumentos oceanográficos y ambientales. -Sistemas operacionales de monitoreo ambiental. -Percepción remota marina y costera. -Estándares nacionales e internacionales de bases de datos oceanográficos y ambientales.	-Evaluar la aplicación de soluciones tecnológicas. -Discutir diseños de sistemas operacionales de monitoreo. -Construir soluciones tecnológicas. -Aplicar el pensamiento lógico-matemático.	-Analítica -Crítica -Propositiva -Innovadora -Responsabilidad social

1.2. Construir esquemas de evaluación y monitoreo de las condiciones físicas y biológicas presentes, pasadas y futuras mediante la aplicación de los principios operacionales, para auxiliar en la toma de decisiones multisectorial, con responsabilidad y actitud de servicio.	-Diseño de Instrumentación. -Uso de sistemas de radar. -Principios de acústica subacuática. -Estructura y función jerárquica relacional entre componentes ecosistémicos. -Causa-efecto de la contaminación marina. -Tendencias de los factores forzantes asociados al cambio climático y sus impactos. -Incorporación de la dinámica física de los océanos en la evaluación y monitoreo operacional. -Aplicación de la legislación de mares y costas mexicanos. -Certificación de procesos de calidad y evaluación de riesgo.	-Formular esquemas de adquisición operacional de datos oceanográficos. -Innovar soluciones de monitoreo ambiental. -Recomendar tecnologías apropiadas para atención de problemáticas ambientales. -Diseñar sistemas de disseminación de datos a diferentes sectores de la sociedad. -Juzgar las causas y los efectos de alteraciones en las condiciones de los océanos. -Pensamiento crítico.	-Propositiva -Responsabilidad social y ambiental -Sentido de actualización permanente -Objetividad -Honestidad -Imparcialidad

Competencia profesional: 2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

<i>Competencias Específicas</i>	<i>Conocimientos (saber)</i>	<i>Habilidades (hacer)</i>	<i>Actitudes y valores (ser)</i>
2.1. Implementar metodologías con enfoque operacional sobre variables esenciales marinas y costeras, a través de la aplicación de tecnologías de información geográfica y metoceanicas, para proponer estrategias integrales de evaluación y monitoreo de largo plazo, con una actitud analítica y propositiva.	-Tecnologías de información geográfica para la operacionalización. -Percepción remota de ambientes marinos y costeros. -Tecnologías aéreas emergentes en la adquisición de datos (VANT). -Programación y diseño de herramientas en línea, de bases de datos y procesamiento sistemático. -Ciencia de datos para el manejo y análisis de grandes acervos de datos espacialmente explícitos. -Hidrología de Cuencas Costeras.	-Combinar datos de naturaleza múltiple en sistemas espacialmente explícitos. -Proponer herramientas de programación para una observación eficiente de los océanos. -Seleccionar estrategias para la divulgación de información espacialmente explícita en el marco oceanográfico operacional.	-Propositiva -Analítica -Colaborativa -Innovadora -Honestidad -Responsabilidad

2.2. Producir conocimiento científico sobre la trayectoria (condiciones pasadas, actuales y su pronóstico) de la estructura y procesos de los ecosistemas, mediante la implementación de las fases de la oceanografía operacional como son la colecta, análisis, modelación, pronóstico y diseminación de la información, con la finalidad de maximizar la incidencia en la gestión a nivel local, regional, nacional e internacional de mares y costas, con honestidad y responsabilidad social.	-Incorporación de atributos bióticos, abióticos y sus procesos en el monitoreo operacional. -Evaluación y monitoreo operacional en los contextos del manejo espacial marino, la Economía azul, y su relación con la industria oceánica. -Identificación de variables oceanográficas y ecosistémicas esenciales para la evaluación del estado de los océanos. -Integración de escenarios de cambio climático y eventos extremos en el diseño del monitoreo ambiental. -Comprensión de las escalas temporales y espaciales de cambios ambientales que estresen e impacten a los sistemas costeros (olas de calor, oscilaciones decadales). -Monitoreo de los aprovechamientos extractivo y no extractivo de los océanos.	-Construir instrumentos de ciencia pertinente para el aprovechamiento social y ambientalmente responsable de los océanos. -Transformar estrategias de monitoreo oceanográfico convencional en sistemas operacionales de la industria oceánica. -Trazar rutas parsimoniosas de la cadena de valor de información oceanográfica. -Innovar en la industria oceanográfica con aproximaciones operacionales integrales para la política pública nacional e internacional.	-Cooperativa -Servicio -Solidaridad -Honestidad -Responsabilidad

Universidad Autónoma de Baja California
 Coordinación General de Investigación y Posgrado
FORMATO 4. IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE APRENDIZAJE

Competencia profesional: 1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.

<i>Competencia específica</i>	<i>Conjunto de unidades de aprendizaje</i>
1.1. Valorar procesos de observación de variables oceanográficas y ambientales con apego a estándares nacionales, internacionales, para proponer soluciones operacionales de evaluación y monitoreo de sistemas naturales y productivos, con una actitud crítica y responsable.	Seminario de Investigación I Seminario de Investigación II Seminario de Investigación III Seminario de Investigación IV Introducción a la Oceanografía Introducción a los Sistemas Operacionales Instrumentación Oceanográfica Geomática para Sistemas Costeros y Marinos Oceanografía Aérea Introducción al Uso de Sensores Biogeoquímicos para la Zona Costera Levantamientos Hidrográficos Radio Oceanografía Hidrología de Cuencas Costeras Programación y Automatización de Procesos en Tiempo Real Simulación Numérica de Oleaje y Corrientes Percepción Remota Oceánica y Costera Arquitectura y Gestión de Bases Datos
1.2. Construir esquemas de evaluación y monitoreo de las condiciones físicas y biológicas presentes, pasadas y futuras mediante la aplicación de los principios operacionales, para auxiliar en la toma de decisiones multisectorial, con responsabilidad y actitud de servicio.	Seminario de Investigación I Seminario de Investigación II Seminario de Investigación III Seminario de Investigación IV Introducción a la Oceanografía Introducción a los Sistemas Operacionales Instrumentación Oceanográfica Geomática para Sistemas Costeros y Marinos Radio Oceanografía Hidrología de Cuencas Costeras Programación y Automatización de Procesos en Tiempo Real

	Técnicas de Muestreo en Oceanografía Introducción a la Ciencia de Datos Métodos de Análisis en Oceanografía Índices y Trazadores Biogeoquímicos en Sedimentos Monitoreo de Contaminación Ambiental Fundamentos Ecológicos para la Oceanografía Operacional

Competencia profesional: 2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

<i>Competencia específica</i>	<i>Conjunto de unidades de aprendizaje</i>
2.1. Implementar metodologías con enfoque operacional sobre variables esenciales marinas y costeras, a través de la aplicación de tecnologías de información geográfica y oceánicas, para proponer estrategias integrales de evaluación y monitoreo de largo plazo, con una actitud analítica y propositiva.	Seminario de Investigación I Seminario de Investigación II Seminario de Investigación III Seminario de Investigación IV Introducción a la Oceanografía Introducción a los Sistemas Operacionales Geomática para Sistemas Costeros y Marinos Oceanografía Aérea Introducción al Uso de Sensores Biogeoquímicos para la Zona Costera Radio Oceanografía Programación y Automatización de Procesos en Tiempo Real Percepción Remota Oceánica y Costera Arquitectura y Gestión de Bases Datos Introducción a la Ciencia de Datos Métodos de Análisis en Oceanografía Fundamentos Ecológicos para la Oceanografía Operacional Interpretación de Datos Biogeoquímicos y Ecológicos
2.2. Producir conocimiento científico sobre la trayectoria (condiciones pasadas, actuales y su pronóstico) de la estructura y procesos de los ecosistemas, mediante la implementación de las fases de la oceanografía operacional como son la colecta, análisis, modelación, pronóstico y diseminación de la información,	Seminario de Investigación I Seminario de Investigación II Seminario de Investigación III Seminario de Investigación IV

con la finalidad de maximizar la incidencia en la gestión a nivel local, regional, nacional e internacional de mares y costas, con honestidad y responsabilidad social.	Introducción a la Oceanografía Introducción a los Sistemas Operacionales Geomática para Sistemas Costeros y Marinos Percepción Remota Oceánica y Costera Técnicas de Muestreo en Oceanografía Introducción a la Ciencia de Datos Monitoreo de Contaminación Ambiental Índices y Trazadores Biogeoquímicos en Sedimentos Fundamentos Ecológicos para la Oceanografía Operacional Interpretación de Datos Biogeoquímicos y Ecológicos Evaluación de la Vulnerabilidad y Riesgo en Ecosistemas Marinos y Costeros Métodos de Evaluación de Salud de Organismos Acuáticos Respuestas Químicas de Organismos Marinos ante el Cambio Climático Gobernanza de Mares y Costas Procedimientos en la Evaluación del Impacto Ambiental Marino y Costero

10.3. Anexo 3. Programas de unidades de aprendizaje.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Seminario de Investigación I

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Obligatoria

Distribución horaria: HC: 0 HE: 0 HT: 2 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 2

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Eduardo Amir Cuevas Flores
Abigail Uribe Martínez
Napoleón Gudiño Elizondo

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Seminario de Investigación I tiene como propósito brindar herramientas a las y los estudiantes que les sirvan en la construcción de las secciones iniciales de su protocolo de investigación con base en la metodología de investigación científica aplicada en ciencias naturales y exactas.

La finalidad es proporcionar el acompañamiento al estudiantado durante su trayectoria en la maestría como una de las estrategias para fortalecer su proceso de formación científica en el marco del programa de estudios.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Establecer un problema de investigación, su justificación y objetivos, a partir de analizar el contexto de las necesidades ambientales y tecnológicas en su ámbito geográfico de interés, con la finalidad de desarrollar un documento coherente y apegado a los estándares epistemológicos de las ciencias naturales y exactas en el campo del conocimiento de las ciencias marinas, con una actitud analítica y comprometida.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Documento con lenguaje técnico correcto que contenga las primeras etapas de su protocolo de investigación; el problema de investigación, su justificación y objetivos.
2. Exposición oral de los avances en la elaboración de las primeras etapas de su protocolo de investigación.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Planteamiento del problema de investigación científica

Competencia de la unidad: Desarrollar el planteamiento del problema, justificación y objetivos de una investigación, mediante el análisis y apego a la estructura metodológica de investigación científica en ciencias naturales y exactas, con la finalidad de construir un protocolo de investigación, con una actitud analítica y responsable.

Prácticas de taller:

1. Plantea el problema de investigación con base en la estructura metodológica de investigación científica en ciencias naturales y exactas.
2. Desarrolla un documento inicial de planeación para abordar el problema planteado.
3. Elabora el título tentativo de su anteproyecto.
4. Identifica y las fuentes de información para esquematizar el estado del arte sobre el problema.
5. Define la justificación de la investigación.
6. Diseña las preguntas de investigación.
7. Establece los objetivos de la investigación.
8. Expone la integración de la primera parte de su protocolo.

Horas: 32

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Discusión grupal

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Síntesis
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de documentos científicos
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Actividades de taller.....30%
- Exposición de documento final.....15%
- Documento final..... 55%
- Total.....100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

Chigbu, U.E., Atiku, S.O. y C.D. Du Plessis. (2023). The science of literature reviews: Searching, identifying, selecting, and synthesising. *Publications*, 11(2). doi: [10.3390/publications11010002](https://doi.org/10.3390/publications11010002)

Elsevier. (2018). Best practice guidelines, WASP (Write a Scientific Paper): How to write a scientific thesis. *Early Human Development*, 127: 101-105. doi: [10.1016/j.earlhumdev.2018.07.012](https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2018.07.012)

Elsevier. (2018). Best practice guidelines, WASP (Write a Scientific Paper): Plagiarism and the ethics of dealing with colleagues. *Early Human Development*, 124: 65-67. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2018.04.028

Elsevier. (2018). Best practice guidelines, WASP (Write a Scientific Paper): Writing an academic research proposal. *Early Human Development*, 123: 39-41. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2018.04.011

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y P. Baptista-Lucio. (1991) *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Companies. [Clásica]

Platridge, B. y S. Starfield. (2020). Change and continuity in thesis and dissertation writing: The evolution of an academic genre. *Journal of English for Academic Purposes*, 48: 100910. doi: 10.1016/j.jeap.2020.100910

Schmelkes C. y N. Elizondo-Schmelkes. (2021). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación (tesis)*. DIKAIA.

<https://libcon.rec.uabc.mx:2567/reader/manual-para-la-presentacion-de-anteproyectos-e-informes-de-investigacion-tesis>

Turbek, S.P., Chock, T.M., Donahue, K., Havrilla, C.A., Oliverio, A.M., Polutchko, S.K., Shoemaker, L.G. y L. Vimercati. (2016). Scientific writing made easy: A step-by-step guide to undergraduate writing in the biological sciences. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 97(4): 417-426.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta la unidad de aprendizaje debe contar con el grado de Doctorado en áreas afines a las ciencias marinas y exactas, tener experiencia sólida en proyectos de investigación y publicaciones científicas, a la vez que compruebe la comprensión del enfoque conceptual y estructural de los sistemas operacionales en ecosistemas marinos y costeros como contexto de esta unidad de aprendizaje. Debe contar con experiencia docente en nivel posgrado. Ser responsable y proactivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Seminario de Investigación II

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Obligatoria

Distribución horaria: HC: 0 HE: 0 HT: 2 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 2

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Abigail Uribe Martínez
Eduardo Amir Cuevas Flores
Napoleón Gudiño Elizondo

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Seminario de Investigación II tiene como propósito brindar herramientas a las y los estudiantes para la construcción de su protocolo de investigación con base en la metodología de la investigación científica aplicada en ciencias naturales y exactas.

En particular, la finalidad es acompañar al estudiantado en el proceso del desarrollo de su protocolo de investigación en el marco de la ruta crítica del programa de estudios.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar los elementos de marco teórico, hipótesis, métodos y planeación para realizar una investigación, mediante la asimilación de los conceptos del método científico, con el fin de completar la formulación de un protocolo de investigación científica en el área de ciencias naturales y exactas, con una actitud analítica y perseverante.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Documento que contenga la primera versión de su protocolo de investigación con todos los elementos especificados por el método científico.
2. Exposición oral de los avances en la elaboración de una primera versión de su protocolo de investigación.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Construcción de un protocolo de investigación científica

Competencia de la unidad: Desarrollar el marco teórico, hipótesis, métodos y planeación de una investigación, mediante el análisis y apego a la estructura metodológica de investigación científica en ciencias naturales y exactas, con la finalidad de construir un protocolo de investigación, con una actitud autocrítica y comprometida.

Prácticas de taller:

1. Formula y estructura una primera versión del marco teórico y fundamentación de su investigación.
2. Esboza una hipótesis de su investigación con base en el estado del arte del problema identificado.
3. Esquematiza el diseño experimental y los métodos para su investigación científica.
4. Identifica y planea las actividades que requiere realizar para desarrollar su investigación.
5. Construye un cronograma detallado de su investigación.
6. Expone la integración de la primera versión de su protocolo.

Horas: 32

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Discusión grupal

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva
- Elaboración de documentos científicos
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Actividades de taller.....30%
- Exposición del protocolo de investigación.....15%
- Documento del protocolo de investigación..... 55%
- Total.....100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

Cameli, M., Novo, G., Tusa, M., Mandoli, G.E., Corrado, G., Benedetto, F., et al. (2018). How to write a research protocol: Tips and tricks. *J Cardiovasc Echography*, 28: 151-153. doi: 10.4103/jcecho.jcecho_41_18

Elsevier. (2018). Best practice guidelines, WASP (Write a Scientific Paper): How to write a scientific thesis. *Early Human Development*, 127: 101-105. doi: [10.1016/j.earlhumdev.2018.07.012](https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2018.07.012)

Franks, P.J.S. (2021). Envisioning and writing a thesis proposal. *Oceanography*, 34(3): 82-87.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y P. Baptista-Lucio. (1991). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Companies. [Clásica]

Kelly, G.J. y A. Takao. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Wiley Periodical Sci. Ed.*, 86: 314-342. doi: 10.1002/sce.10024 [Clásica]

Rastogi, A. (2023). How to write a thesis protocol? *J. Indira Gandhi Inst. Med. Sci.*, 9: 126-130. doi: 10.4103/jigims.jigims_38_23

Rout, C. C. y C. Aldous. (2016). How to write a research protocol. *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia*, 22(4): 101-107. doi: 10.1080/22201181.2016.1216664

Schmelkes C. y N. Elizondo-Schmelkes. (2021). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación (tesis)*. DIKAIA. <https://libcon.rec.uabc.mx:2567/reader/manual-para-la-presentacion-de-anteproyectos-e-informes-de-investigacion-tesis>

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta la unidad de aprendizaje debe contar con el grado de Doctorado en áreas afines a las ciencias marinas y exactas, tener experiencia sólida en proyectos de investigación y publicaciones científicas, a la vez que compruebe la comprensión del enfoque conceptual y estructural de los sistemas operacionales en ecosistemas marinos y costeros como contexto de esta unidad de aprendizaje. Debe contar con experiencia docente, ser responsable y proactivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Seminario de Investigación III

Plan de estudios:.

Clave:

Carácter: Obligatoria

Distribución horaria: HC: 0 HE: 0 HT: 2 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 2

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Eduardo Amir Cuevas Flores
Abigail Uribe Martínez
Napoleón Gudiño Elizondo

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Seminario de Investigación III tiene como propósito brindar herramientas formales de redacción y buenas prácticas para la comunicación correcta de resultados científicos dirigida a públicos de distintos contextos.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Elaborar productos de comunicación científica, a partir de la aplicación de las normas y estándares de productos científicos, para explicar de manera correcta el conocimiento científico generado en sus investigaciones a distintas audiencias objetivo, con diligencia y honradez.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Un documento de comunicación científica que sintetice el marco teórico y justificación de su investigación, junto con los avances de sus resultados y primeras conclusiones.
2. Exposición oral de los avances en la elaboración de las primeras etapas de su documento de tesis.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Construcción de una correcta comunicación de resultados

Competencia de la unidad: Simplificar los componentes de la estructura de una investigación, mediante el análisis y apego a las buenas prácticas de la comunicación científica, para transmitir la información y el conocimiento generado, con eficacia e integridad.

Prácticas de taller:

1. Mejora la redacción de los apartados de un trabajo de investigación.
2. Argumenta en una discusión algunas similitudes y diferencias de sus resultados en comparación con otros estudios en la misma temática.
3. Propone conclusiones y recomendaciones preliminares.
4. Compara la estructura de contenido resúmenes en eventos nacionales e internacionales de difusión científica.
5. Juzga las modalidades de participación en eventos científicos y académicos con base en el alcance de sus resultados.
6. Crea material audiovisual para la difusión de sus resultados.
7. Expone la integración de la primera parte de su tesis.

Horas: 32

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Síntesis
- Técnica expositiva
- Elaboración de documentos científicos
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Actividades de taller.....35%
- Exposición de documento de comunicación 15%
- Documento de comunicación científica final..... 50%
- Total.....100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

Drury A, Pape E, Dowling M, Miguel S, Fernández-Ortega P, Papadopoulou C, Kotronoulas G. 2023. How to write a comprehensive and informative research abstract. *Seminars in Oncology Nursing*, 39: 151395. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2023.151395>

Dupree-Pharm.D LH, Casapao-Pharm.D AM. Research and scholarly methods: writing abstracts. *J. Am. Coll. Clin. Pharm*, 6:1146–1155. DOI: 10.1002/jac5.1822

Elsevier. (2018). Best practice guidelines, WASP (Write a Scientific Paper): How to write a scientific thesis. *Early Human Development*, 127: 101-105. doi: [10.1016/j.earlhumdev.2018.07.012](https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2018.07.012)

Harris MJ. 2006. Three steps to teaching abstract and critique writing. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*. 17(2): 136-146. [Clásica]

Lingard L. 2023. Writing with ChatGPT: an illustration of its capacity, limitations & implications for academic writers. *Perspectives on Medical Education*. 12(1): 261–270. DOI: <https://doi.org/10.5334/pme.1072>

Schmelkes C. y N. Elizondo-Schmelkes. (2021). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación (tesis)*. DIKAIA. <https://libcon.rec.uabc.mx:2567/reader/manual-para-la-presentacion-de-anteproyectos-e-informes-de-investigacion-tesis>

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta la unidad de aprendizaje debe contar con el grado de Doctorado en áreas afines a las ciencias marinas y exactas, tener experiencia sólida en proyectos de investigación y publicaciones científicas, a la vez que compruebe la comprensión del enfoque conceptual y estructural de los sistemas operacionales en ecosistemas marinos y costeros como contexto de esta unidad de aprendizaje. Debe contar con experiencia docente en nivel posgrado. Ser responsable y proactivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Seminario de Investigación IV

Plan de estudios:.

Clave:

Carácter: Obligatoria

Distribución horaria: HC: 0 HE: 0 HT: 2 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 2

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Abigail Uribe Martínez
Eduardo Amir Cuevas Flores
Napoleón Gudiño Elizondo

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Seminario de Investigación IV tiene como propósito brindar herramientas en la edición final de una tesis y la preparación de material audiovisual para un examen de grado.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseña una tesis en áreas de ciencias naturales y exactas junto con su comunicación efectiva, mediante la aplicación de los estándares metodológicos de la investigación científica, con la finalidad de contribuir al conocimiento y solución de problemas estratégicos, con honradez y responsabilidad social.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Un documento de tesis de investigación.
2. Exposición oral del documento de tesis.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Diseño de una tesis de investigación en el área de ciencias naturales y exactas

Competencia de la unidad: Valorar los elementos que integran una tesis, mediante el juicio de los estándares metodológicos en la investigación, para crear un documentos de comunicación de los resultados científicos, con actitud proactiva y pulcritud.

Prácticas de taller: 1. Mejora la edición de forma y lenguaje de su documento de tesis final. 2. Desarrolla material audiovisual que sintetice el contenido de su documento de tesis. 3. Experimenta la exposición en tiempo y forma del contenido completo de su investigación. 4. Adapta su material y contenido con base en interacciones con sus pares en seminarios internos. 5. Analiza estrategias para la identificación de revistas de divulgación y científicas pertinentes para su investigación.	Horas: 32

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Síntesis
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de documentos científicos
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Actividades de taller.....30%
- Exposición de su tesis 15%
- Documento de su tesis..... 55%
- Total.....100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Carter-Thomas, S. y E. Rowley-Jolivet. (2020). Three minutes thesis presentations: Recontextualisation strategies in doctoral research. *Journal of English Academic Purposes*, 48: 100897. doi: 10.1016/j.jeap.2020.100897
- Elsevier. (2018). Best practice guidelines, WASP (Write a Scientific Paper): How to write a scientific thesis. *Early Human Development*, 127: 101-105. doi: [10.1016/j.earlhumdev.2018.07.012](https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2018.07.012)
- Goodman, B.A. y D.P. Montgomery. (2020). “Now I always try to stick to the point”: Socialization to and from genre knowledge in an English-medium university in Kazakhstan. *Journal of English for Academic Purposes*, 48: 100913. doi: 10.1016/j.jeap.2020.100913
- Kelly, G.J. y A. Takao. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students’ use of evidence in writing. *Science education*, 86:3: 314-342. doi: 10.1002/sce.10024
- Paltridge, B. y S. Starfield. (2020). Change and continuity in thesis and dissertation writing: The evolution of an academic genre. *Journal of English for Academic Purposes*, 48: 100910. doi: 10.1016/j.jeap.2020.100910
- Schmelkes C. y N. Elizondo-Schmelkes. (2021). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación (tesis)*. DIKAIA.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta la unidad de aprendizaje debe contar con el grado de Doctorado en áreas afines a las ciencias marinas y exactas, tener experiencia sólida en proyectos de investigación y publicaciones científicas, a la vez que compruebe la comprensión del enfoque conceptual y estructural de los sistemas operacionales en ecosistemas marinos y costeros como contexto de esta unidad de aprendizaje. Debe contar con experiencia docente en nivel posgrado. Ser responsable y proactivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Introducción a la Oceanografía

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Obligatoria

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 1 HL: 1 HPC: 0 HCL: 0 CR: 6

Fecha de elaboración: diciembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Napoleón Gudiño Elizondo
Carlos Orión Norzagaray López
Ricardo Cruz López

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje es que el estudiantado adquiera las competencias necesarias para comprender los principales procesos oceanográficos que ocurren a diferentes escalas espacio-temporales, mediante el análisis de literatura especializada y ejercicios selectos. Esto permitirá proponer adecuadamente el uso integral de tecnologías emergentes para el monitoreo y caracterización de procesos ecosistémicos que ocurren en la zona costera y océano adyacente. Asimismo, busca desarrollar la capacidad de comprender algunos impactos antropogénicos, como el cambio climático global y sus consecuencias regionales, evaluando también su impacto sobre la sociedad.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar los principales procesos físicos, químicos, geológicos y biológicos que ocurren a diferentes escalas espacio temporales en el océano, a través del uso de herramientas tecnológicas y bases de datos existentes siguiendo estándares internacionales y marcos legales nacionales aplicados a casos de estudios, para proponer estrategias de mitigación de problemáticas marinas y costeras, con responsabilidad social y compromiso ambiental.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias que incluya:
 - a) Cinco ensayos con formato libre de los temas vistos durante el semestre.
 - b) Dos reportes técnicos sobre casos de estudio, con formato científico (resumen, introducción, objetivos, metodología, resultados, recomendaciones, conclusiones y referencias).

2. Un Proyecto de investigación individual en el que se apliquen los conceptos y herramientas adquiridas durante el semestre en el análisis de un caso estudio. El proyecto deberá ser presentado de manera oral y escrita, y el documento deberá contener las siguientes secciones:

- Introducción
- Objetivos
- Preguntas de investigación
- Metodología
- Resultados
- Discusión
- Conclusión
- Referencias

VI. TEMARIO

Unidad 1. Introducción a la oceanografía física

Horas: 8

Competencia de la unidad: Analizar los fundamentos físicos que explican la dinámica del océano en diferentes escalas espacio-temporales, mediante el análisis de referentes teóricos y modelos conceptuales de los principales procesos físicos que ocurren en aguas profundas y someras, con la finalidad de aplicar herramientas operacionales de manera adecuada en el monitoreo de procesos marino-costeros, con una actitud analítica y responsable.

Contenido:

1.1. Interacción océano-atmósfera

- 1.1.1. Radiación Solar
- 1.1.2. Circulación atmosférica
- 1.1.3. Sistemas de vientos
- 1.1.4. Generación de oleaje

1.2. Dinámica del océano

- 1.2.1. Temperatura, salinidad y densidad del agua de mar
- 1.2.2. Circulación termohalina
- 1.2.3. Coriolis
- 1.2.4. Corrientes marinas

1.3 Mares Mexicanos

- 1.3.1. Pacífico mexicano
- 1.3.2. Golfo de California
- 1.3.3. Golfo de México

1.4 Oceanografía costera

- 1.4.1. Asombramiento del oleaje
- 1.4.2. Refracción

1.4.3. Difracción 1.4.4. Corrientes litorales 1.4.5. Tipos de rompiente	
Prácticas de Taller: 1. Realiza un ensayo sobre los principales procesos físicos que modulan la dinámica de los océanos, evaluando tendencias bajo escenarios de cambios en el clima y sus posibles mitigaciones, a través del análisis de literatura especializada y estudios de caso.	Horas: 4
Prácticas de Laboratorio: 1. Integra los productos cartográficos obtenidos a partir de la descarga de bases de datos existentes en un sistema de información geográfica y realiza análisis geoespaciales para la obtención de variables ambientales. Entrega de un reporte técnico de los resultados.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Introducción a la oceanografía geológica	Horas: 8
Competencia de la unidad: Analizar los fundamentos geológicos, geofísicos y tectónicos que modulan la superficie terrestre y piso oceánico, mediante el análisis de referentes teóricos y modelos conceptuales que explican la estructura interna y dinámica del planeta, con la finalidad de aplicar herramientas operacionales de manera adecuada en el monitoreo de procesos geológicos, con una actitud analítica y responsable.	
Contenido: 2.1. El tiempo geológico 2.1.1. Datación relativa y escala del tiempo geológico 2.1.2. El origen de la tierra 2.1.3. Estructura interna de la tierra 2.2. Geodinámica 2.2.1. Tectónica de placas 2.2.2. Límite de placas 2.2.3. Vulcanismo 2.3. Sismología 2.3.1. Terremotos y fallas 3.3.2. Intensidad y Magnitud 3.3.3. Tsunamis	

2.4. Sedimentos marinos 2.4.1. Ciclo de las rocas 2.4.2. Cartografía del fondo oceánico 2.4.3. Suelo marino y cuencas oceánicas 2.5. Sistemas costeros 2.5.1. Sedimentos costeros 2.5.2. Deltas, estuarios y lagunas 2.5.3. Playas, dunas y cantiles costeros	
Prácticas de Taller: 1. Realiza un ensayo sobre los principales procesos geológicos, geofísicos y sismológicos que caracterizan los principales procesos que modulan la dinámica de la tierra, así como evaluar la ocurrencia de desastres geológicos y sus posibles mitigaciones, a través del análisis de literatura especializada y estudios de caso.	Horas: 4
Prácticas de Laboratorio: 1. Integra los productos cartográficos obtenidos a partir de ejercicios selectos en un sistema de información geográfica y realiza análisis geoespaciales para la obtención de variables ambientales. Entrega de un reporte técnico de los resultados.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Introducción a la oceanografía biológica	Horas: 8
Competencia de la unidad: Analizar los fundamentos biológicos que explican la dinámica del océano en diferentes escalas espacio-temporales, mediante el análisis de los patrones de distribución e interacciones biológicas en los ecosistemas marinos, enfatizando la relación con las condiciones físico-químicas y el impacto de factores antropogénicos, con la finalidad de aplicar herramientas fundamentales de manera adecuada en el monitoreo de procesos biológicos marino-costeros, con actitud crítica y responsabilidad.	
Contenido: 3.1. Fundamentos de la Oceanografía Biológica 3.1.1. Conceptos y terminología en oceanografía biológica 3.1.2. Principios físicos y químicos del medio marino 3.1.3. Estructura y función de los ecosistemas marinos 3.2. Principales Componentes Bióticos en el Medio Marino 3.2.1. Fitoplancton: diversidad y función en la cadena trófica 3.2.2. Zooplancton: tipos y roles ecológicos 3.2.3. Necton y bentos: adaptaciones y relaciones ecológicas	

3.3. Interacciones Ecológicas y Procesos Biogeoquímicos 3.3.1. Relaciones tróficas en ecosistemas marinos 3.3.2. Ciclos biogeoquímicos en el océano 3.3.3. Impacto del cambio climático en las interacciones ecológicas 3.4. Metodologías de Investigación en Oceanografía Biológica 3.4.1. Técnicas de muestreo en ambientes pelágicos y bentónicos 3.4.2. Análisis de datos y modelado ecológico 3.4.3. Genómica y biología molecular en el estudio de organismos marinos	
Prácticas de taller: 1. Analiza diferentes aspectos de la producción primaria y secundaria en el océano. Los resultados se presentarán en formato de ensayo. 2. Analiza diferentes aspectos de las adaptaciones fisiológicas de los productores primarios ante el cambio climático. Los resultados se presentarán en formato de ensayo. Los resultados del análisis se discutirán de manera grupal.	Horas: 4
Prácticas de laboratorio: 1. Elabora un reporte técnico en donde se integre y analice los datos de producción primaria obtenidos de las bases de datos oceánicas.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Introducción a la oceanografía química	Horas: 8
Competencia de la unidad: Analizar la interacción que existe entre la oceanografía física, química y biológica, mediante la interpretación de los conceptos sobre procesos biogeoquímicos, con el fin de comprender su importancia en los océanos, con una actitud crítica.	
Contenido: 4.1. Introducción a la circulación marina, masas de agua y ciclos biogeoquímicos 4.2. Componentes mayores y menores del agua de mar 4.3. Distribución vertical de nutrientes en el océano 4.3.1. Nutrientes bio-limitantes 4.3.2. Distribución en regiones oceánicas 4.3.3. Variabilidad en la zona costera 4.4. Ciclo de la materia orgánica	

4.4.1. Variables indicadoras del ciclo de la materia orgánica: producción y remineralización 4.4.2. Elementos limitantes y controles de la producción biológica 4.5. Acoplamiento entre oceanografía física y respuesta biológica 4.6. Casos de estudio sobre indicadores de cambio global y sus interacciones con ciclos biogeoquímicos	
Prácticas de taller: 1. Investiga el acoplamiento de procesos oceanográficos con respuestas biológicas. Los resultados los presenta en un ensayo. 2. Realiza una síntesis a partir de una investigación bibliográfica sobre los efectos reportados de indicadores de cambio global sobre algún ciclo biogeoquímico en la zona costera. La síntesis de la investigación la discute de manera grupal.	Horas: 4
Prácticas de Laboratorio: 1. Analiza datos de perfiles de variables biogeoquímicas a partir de bases de datos globales, usando herramientas de libre acceso para su visualización (Ocean Data View; https://odv.awi.de/) para construir una definición de perfil típico de las distintas variables disponibles. Los resultados del análisis se presentan en reporte técnico.	Horas: 4

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Discusión grupal
- Resumen
- Síntesis

- Ensayos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala de 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- 5 Ensayos	25%
- Reportes	20%
- Proyecto Final	55%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Bird, E. (2008). *Coastal Geomorphology: An Introduction* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Ltd. [clásica]
- Bianchi, T.S. (2020). The evolution of biogeochemistry: revisited. *Biogeochemistry*, 154, 141-181. (<https://doi.org/10.1007/s10533-020-00708-0>)
- Chester, R. & Jickells, T.D. (2012). *Marine Geochemistry*. Wiley-Blackwell (3rd ed.). 420 p. [Clásica]
- Gudino-Elizondo, N., Biggs, T., Bingner, R. et al. (2019). Modelling Runoff and Sediment Loads in a Developing Coastal Watershed of the US-Mexico Border. *Water* 11(05), 1024. doi:10.3390/w11051024
- Miller, C.L. & Wheeler, P.A. (2012). *Biological Oceanography*. Wiley-Blackwell (2nd ed.). 464 p. [Clásica]
- Schlesinger, W.H. & Bernhardt, E.S. (2020). *Biogeochemistry an analysis of global change*. (4th ed.) Academic Press, 762 p. [Clásica]
- Tarback, E.J., Lutgens, F.K. & Tasa D.G. (2018). *Earth Science*. Pearson-Prentice Hall.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente deberá tener el grado de Doctorado en Ciencias de la Tierra, Oceanografía costera, o áreas afines. Debe contar con reconocida experiencia en investigación científica en los campos de oceanografía, ciencias de la tierra y/o geociencias ambientales. Proactivo (a), responsable, empático (a) y creativo(a).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Introducción a los Sistemas Operacionales

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Obligatoria

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 2 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 6

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Eduardo Amir Cuevas Flores
Abigail Uribe Martínez
Napoleón Gudiño Elizondo

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es brindar conocimiento elemental sobre la conceptualización de sistemas operacionales, sus componentes y su funcionamiento para desarrollar estrategias de evaluación y monitoreo de ecosistemas marinos y costeros que impliquen tecnologías de vanguardia para fomentar su incidencia en la cadena de valor de información oceánica.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Formular el modelo de un sistema operacional de monitoreo de variables o procesos de ambientes marinos y costeros, mediante la inspección de fundamentos de la oceanografía operacional y la aplicación de herramientas tecnológicas, para atender una necesidad estratégica ambiental pública o particular, con responsabilidad y una actitud creativa.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Un portafolio de evidencias que contenga:
 - a) Reportes de lecturas;
 - b) Prácticas de talleres.
2. Presentación de forma escrita y oral de un proyecto final. Este proyecto final contendrá la explicación detallada de los fundamentos operacionales en los que se basa y los atributos ecosistémicos que aborda, así como una descripción de sus componentes y relaciones funcionales, y finalmente la definición de su estrategia de diseminación al usuario objetivo.

VI. TEMARIO	
Unidad 1. Principios básicos de la operacionalización	Horas: 8
Competencia de la unidad: Comprender los componentes y funcionalidad de un sistema operacional, mediante la revisión de los fundamentos epistemológicos de esta disciplina en ambientes marinos y costeros, para identificar alcances y limitaciones de los sistemas oceanográficos operacionales, con una actitud analítica.	
Contenido: 1.1. Conceptos básicos de la operacionalización 1.1.1. ¿Qué es la operacionalización? 1.1.2. Definición de sistemas de monitoreo operacionales 1.1.3. Componentes de los sistemas de monitoreo oceanográfico operacional 1.1.4. Cadena de valor de los datos oceanográficos 1.1.5. Etapas para la operacionalización de un sistema 1.2. Introducción a las variables esenciales, índices e indicadores de mares y costas 1.2.1. Definición y distinciones de tipos de variables, parámetros y observaciones 1.2.2. Características de las variables esenciales 1.2.3. ¿Qué son los índices oceanográficos y costeros? 1.2.4. Diseño de indicadores para sistemas marinos y costeros	
Prácticas de taller: 1. Identifica componentes para la operacionalización de procesos ecosistémicos. Analiza un proceso físico o biológico de relevancia para la gestión de ecosistemas marinos y costeros con el objetivo de identificar variables concretas de medición sensibles a cambios en el concepto ecosistémico abstracto de interés. Integra la descripción de los componentes analizados en un reporte de lectura.	Horas: 8

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Rutas críticas y madurez tecnológica	Horas: 8
Competencia de la unidad: Examinar los marcos conceptuales de sistemas de monitoreo operacional de mares y costas, mediante la exploración de casos de estudio públicos nacionales e internacionales, para criticar sus aportes en la cadena de valor de datos oceanográficos y su madurez tecnológica, con una actitud analítica.	
Contenido:	

2.1. Rutas críticas de sistemas operacionales 2.1.1. Sistemas operacionales en la gestión de mares y costas 2.1.2. Protocolos de observación globales 2.1.3. Necesidades en el ámbito industrial marino 2.2. Madurez tecnológica de los sistemas 2.2.1. Definiciones generales 2.2.2. Evaluación de la madurez tecnológica de un sistema 2.2.3. Herramientas de gestión de la calidad 2.2.4. Certificación de sistemas operacionales	
Prácticas de taller: 2. Evalúa la madurez tecnológica. Juzga y justifica ante sus pares el nivel de madurez tecnológica de su sistema operacional, e incluye un plan sintético para incrementar su nivel de madurez. 3. Examina herramientas metodológicas para la operacionalización. Integra un mapa conceptual de atributos y procesos ecosistémicos junto con sus correspondientes variables concretas y estrategias de monitoreo.	Horas: 8

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Estructura básica de sistemas operacionales y su vinculación	Horas: 16
Competencia de la unidad: Diseñar un sistema operacional de monitoreo de ambientes marino o costero, mediante la aplicación de protocolos integradores, interoperables y replicables, para ensamblar modelos operacionales de monitoreo, con una actitud innovadora.	
Contenido: 3.1. Elementos estructurales y relacionales esenciales de sistemas operacionales 3.1.1. Procesos básicos de la operacionalización y sus requerimientos 3.1.2. Coordinación de los elementos observados 3.2. Gestión de datos e información como productos 3.2.1. Necesidades básicas para la administración mínima de sistemas operacionales 3.2.2. Retos en el aseguramiento de la seguridad de los sistemas 3.2.3. Protocolos y estándares internacionales para la disseminación de los datos 3.3. Necesidades de los usuarios 3.3.1. Pertinencia local, nacional e internacional 3.3.2. Líneas conductoras estratégicas para su implementación 3.3.3. Sistemas de alerta temprana y los retos de su implementación 3.4. Gobernanza y administración del sistema	

3.4.1. Paradigma del financiamiento de largo plazo de sistemas operacionales

3.4.2. Retos en la gobernanza de sistemas operacionales

Prácticas de taller:	Horas: 16
1. Construye un sistema operacional. Diseña el marco conceptual de los elementos de medición integrados y sus interacciones para responder a la necesidad de información que atienden. 2. Documenta y estandariza un sistema operacional. Diseña una propuesta de estructura para el ensamble de los datos obtenidos con base en protocolos estándares nacionales e internacionales adecuados a su naturaleza. 3. Analiza necesidades sociales. Realiza un reporte de una investigación bibliográfica de planes gubernamentales, programas de desarrollo industrial, leyes locales y nacionales para identificar necesidades de sistemas operacionales que resuelvan problemas estratégicos de interés público o particular para mantener la viabilidad de los océanos en el largo plazo. 4. Responde a los retos de la gobernanza y financiamiento de los sistemas operacionales. Construye un mapa conceptual con la propuesta de estructura de gobierno de un sistema operacional, diseña el esquema jerárquico de gobierno, e identifica posibles fuentes de financiamiento público o particular para el sistema.	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental

- Organizadores gráficos
- Síntesis
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Examen teórico.....20%
- Portafolio de evidencias.....35%
- Proyecto final.....45%
- Total.....100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

Balvanera, P., Brauman, K.A., Cord, A.F., Drakou, E.G., Geijzenborffer, I.R., Karp, D.S., Martín-López, B., Mwampamba, T.H., y M. Schröter. (2022). Essential ecosystem service variables for monitoring progress towards sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 54: 101152. doi: 10.1016/j.cosust.2022.101152.

CTN Diocean. (2018). *Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos*. Número 3/2018. DIMAR. doi: 10.26640/25392212.3.2018

Grupo Consultivo Especial para IOCARIBE-GOOS. (2002). *El porqué de IOCARIBE-GOOS: Plan Estratégico*. Informe del GOOS N° 115 UNESCO. IOC/INF-1170. [Clásica]

Kappel, E.S., Juniper, S.K., Seeyave, S., Smith, E. y M. Visbeck (eds.) (2021). Frontiers in Ocean Observing: Documenting Ecosystems, Understanding Environmental Changes, Forecasting Hazards. *Oceanography* 34(4), 102 pp., <https://doi.org/10.5670/oceanog.2021.supplement.02>.

Maxwell, S.M., Hazen, E.L., Lewison, R.L., Dunn, D.C., Bailey, H., Bograd, S.J., Briscoe, D.K. et al. (2015). Dynamic ocean management: Defining and conceptualizing real-time management of the ocean. *Marine Policy*, 58: 42-50. doi: 10.1016/j.marpol.2015.03.014 [Clásica]

Schiller, A. y G.B. Brassington. (2011). *Operational Oceanography in the 21st Century*. Springer. 745 p. doi: 10.1007/978-94-007-0332-2. [Clásica]

Task Team for an Integrated Framework for Sustained Ocean Observing (2017). *A framework for ocean observing*. UNESCO 2012 (revised in 2017), IOC/INF-1284 rev.2, doi: 10.5270/OceanObs09-FOO

Willis, Z., Heslop, E., Fietzek, P., Kocak, D.M., Hodanbosi, M., Townsend, B., Smith, E.A. y Z. Baize. (2024). *Dialogues with Industry Roadmap*. (Report no. GOOS-294 / MTS-202401) [<https://www.mtsociety.org/mts-goos-industry-dialogues>].

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta esta unidad de aprendizaje debe contar con el grado de Doctorado en áreas afines a las ciencias marinas y haber desarrollado investigación que compruebe la comprensión del enfoque conceptual y estructural de los sistemas operacionales en ecosistemas marinos y costeros. Debe contar con experiencia docente en nivel posgrado. Ser proactivo y responsable.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Instrumentación Oceanográfica

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Obligatoria

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 4 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 6

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Héctor García Nava
Luis Alonso Galindo

Validación del director de la unidad académica:

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar la capacidad para seleccionar e implementar diversos instrumentos oceanográficos que permitan un monitoreo operativo del contexto local, regional o global, que asegure la precisión, relevancia y continuidad de los resultados. Además de fomentar la aplicación de pensamiento crítico, promover una actitud ética y garantizar la responsabilidad ambiental en todas las fases del proceso.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar diversos instrumentos oceanográficos, mediante su correcta selección e implementación, con el fin de monitorear de forma continua la dinámica del ambiente marino, con un pensamiento crítico, responsabilidad y actitud propositiva.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencia que integre ocho reportes de las prácticas de taller, donde se atiendan las demandas de casos de estudio hipotéticos y donde la o el estudiante tenga que hacer uso de la instrumentación oceanográfica para medir parámetros que le permitan brindar un diagnóstico basado en métodos científicos.
2. Un reporte técnico de un caso de estudio real donde se hayan registrado datos oceanográficos y se presenten por medio de gráficos y animaciones.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Instrumentos *in situ*

Horas: 5

Competencia de la unidad: Categorizar los diversos instrumentos para la medición *in situ* de variables oceánicas y atmosféricas, mediante el estudio de casos, la elaboración de diagramas conceptuales y la selección de variables, para evaluar y seleccionar el más apropiado, con una actitud crítica y reflexiva.

Contenido:

- 1.1. Generalidades sobre la instrumentación oceanográfica *in situ*
- 1.2. Autonomía, calibración y mantenimiento de los distintos instrumentos
- 1.3. Introducción a los anclajes y campañas oceanográficas (cruceros)

Práctica de taller:

Horas: 24

1. ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*)

- a) Conoce las marcas y características particulares de la instrumentación disponible en el mercado.
- b) Identifica ventajas y desventajas manteniendo en mente estándares de calidad científica.
- c) Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga diagramas conceptuales y la selección de configuración del instrumento apropiada para el caso de estudio propuesto.

2. CTD (Conductivity, Temperature, Depth)

- a) Conoce las marcas y características particulares de la instrumentación disponible en el mercado.
- b) Identifica ventajas y desventajas manteniendo en mente estándares de calidad científica.
- c) Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga diagramas conceptuales y la selección de configuración del instrumento apropiada para el caso de estudio propuesto.

3. EMA (Estación Meteorológica Automática):

- a) Conoce las marcas y características particulares de la instrumentación disponible en el mercado.
- b) Identifica ventajas y desventajas manteniendo en mente estándares de calidad científica.
- c) Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga diagramas conceptuales y la selección de

configuración del instrumento apropiada para el caso de estudio propuesto.	

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Sensores remotos	Horas: 5
Competencia de la unidad: Contrastar los diversos sensores remotos para la medición de variables oceánicas, mediante el estudio de casos, la elaboración de diagramas conceptuales y la selección de variables, para evaluar y seleccionar el más apropiado, con una actitud crítica y reflexiva. Contenido: 2.1. Generalidades sobre sensores remotos 2.2. Escalas espaciales y temporales 2.3. Ventajas y desventajas de los sensores remotos	
Práctica de taller: 1. Herramientas satelitales a) Conoce de forma general los productos que se encuentran disponibles, los parámetros y limitaciones de las mismas. b) Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga una descripción general de al menos 4 productos satelitales que se encuentren abiertos al dominio público, así como ejemplos de los mismos. 2. Radares oceanográficos a) Conoce de forma general los tipos de radares oceanográficos que existen, sus diferencias, ventajas y desventajas. b) Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga una descripción general de al menos dos tipos de radares diferentes.	Horas: 16

VI. TEMARIO

Unidad 3. Instrumentos completamente autónomos

Horas: 6

Competencia de la unidad: Contrastar los diversos instrumentos modernos, autónomos que permiten operatividad continua y muestreos de larga duración (años a décadas) con mínima intervención humana, mediante el estudio de casos, la elaboración de diagramas conceptuales y la selección de variables, para evaluar y seleccionar el más apropiado, con actitud analítica.

Contenido:

- 3.1. Tecnologías modernas para la instrumentación oceanográfica autónoma
- 3.2. Miniaturización de la electrónica moderna
- 3.3. Biosensores y *loggers* implantados en vida marina

Práctica de taller:

Horas: 24

1. *Ocean Glider*

- a) Conoce las marcas y características particulares de la instrumentación disponible en el mercado. Identifica ventajas y desventajas manteniendo en mente estándares de calidad científica.
- b) Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga diagramas conceptuales y la selección de configuración del instrumento apropiada para el caso de estudio propuesto.

2. *Ocean Drifters*

- a) Conoce las marcas y características particulares de la instrumentación disponible en el mercado. Identifica ventajas y desventajas manteniendo en mente estándares de calidad científica.
- b) Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga diagramas conceptuales y la selección de configuración del instrumento apropiada para el caso de estudio propuesto.

3. *Sail Drone*

- a) Conoce las marcas y características particulares de la instrumentación disponible en el mercado. Identifica ventajas y desventajas manteniendo en mente estándares de calidad científica.
- b) Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga diagramas conceptuales y la selección de configuración del instrumento apropiada para el caso de estudio propuesto.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Portafolio de evidencia	60%
- 1 Reporte técnico	30%
- Participación en salidas de campo	10%
Total.....	100%

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el o la docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Manejo de software y equipo especializado
- Elaboración de informes
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

IX. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, M. F. (2023). Real-Time Environmental Monitoring: *Sensors and Systems - Textbook*. CRC Press.

Hanley, Steve (August 10, 2019). "Saildrone Completes 22,000 Kilometer Circumnavigation Of Antarctica". *CleanTechnica*. Retrieved 18 October 2021.

Herguera J.C., Peters E., Sheinbaum J., Pérez-Brunius P., Magar V., Pallàs-Sanz E., Estrada Allis S., Aguirre-Macedo M., Vidal-Martinez V., Enriquez C., Mariño Tapia I., García Nava

H., Flores-Vidal X., Salgado T., Romero-Centeno R., Zavala-Hidalgo J., Cuevas Flores E.A., Uribe Martínez A., Carrillo L. (2023). Ocean Monitoring and Prediction Network for the Sustainable Development of the Gulf of Mexico and the Caribbean. *Oceanography*. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2023.s1.18>

Merckelbach, L., Smeed D. , and Griffiths G. , 2010: Vertical water velocities from underwater gliders. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 27, 547–563.

Roarty, H., Cook, T., Hazard, L., Flores-Vidal X., et al. (28 co-autores más) (2019) The Global High Frequency Radar Network. *Frontiers in Marine Science*. ISSN 2296-7745. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00164>

Smith, Z. Li, R. Bachmayer and F. Luchino, "Development of a semi-submersible unmanned surface craft," *2014 Oceans - St. John's*, St. John's, NL, Canada, 2014, pp. 1-7, doi: 10.1109/OCEANS.2014.7003265.

Sprintall, J. (February 22, 2021). "Robot Measures Air-Sea Carbon Dioxide Exchange in Southern Ocean". *Eos*. Retrieved 16 October 2021.

Thomson, R. E., Emery, W. J. (2014) *Data analysis methods in physical oceanography*. Newnes. [Clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente deberá tener el grado de doctorado en oceanografía costera, física, química, geoquímica, gestión ambiental, ingeniería oceánica, costera o áreas afines. Debe contar con reconocida experiencia en el uso de instrumentación oceánica en campo y laboratorio, y preferentemente en el diseño y construcción de la misma, así como en el uso de programas de análisis y visualización de datos. Proactivo (a), responsable, empático (a) y creativo (a).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Geomática para Sistemas Costeros y Marinos

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Obligatoria

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 4 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 6

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Abigail Uribe Martínez
Eduardo Amir Cuevas Flores
Napoleón Gudiño Elizondo

José Augusto Valencia Gasti
Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje " Geomática para Sistemas Costeros y Marinos " es que las y los estudiantes aprendan a utilizar metodologías y herramientas específicas para la adquisición, gestión, análisis e interpretación de datos espacialmente explícitos en estudios de ambientes costeros y marinos. En esta unidad se desarrollarán habilidades esenciales para comprender y analizar las dimensiones espaciales y temporales de los datos generados a través de sistemas de observación remota como satélites y vehículos aéreos, colecta de datos en campo, bases de datos en línea, entre otros, de tal manera que puedan responder a preguntas de investigación y generación de conocimiento y para la gestión de sistemas marinos y costeros.

En esta unidad se le guiará al estudiantado a través de la cadena de valor de los datos oceanográficos espacialmente explícitos para que sean capaces de manipular información de distinta naturaleza e incorporarla en sus proyectos. Usarán sistemas de información geográfica tanto de interfaz gráfica como ambientes de programación, realizarán análisis espaciales básicos y complejos, desplegarán distintos tipos de datos, así como generarán reportes y mapas capaces de proyectar información valiosa que contribuya al manejo sustentable y responsable de los recursos naturales y evaluar procesos en diversos campos, como la oceanografía, la economía y la industria.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Formular secuencias de procesos que atiendan la cadena de valor de datos oceanográficos y costeros a diversas escalas espaciales y temporales desde su correcta adquisición, visualización y análisis de datos, a través del uso e implementación de metodologías y herramientas en sistemas de información geográfica en ambientes visuales y de programación, para extraer e interpretar información significativa de conjuntos de datos espacialmente explícitos que provean elementos indispensables para el conocimiento, manejo y conservación de paisajes marinos y costeros, con una actitud metódica y proactiva.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Examen teórico-práctico.

El o la estudiante deberá demostrar que cuenta con los conocimientos necesarios para manipular datos espacialmente explícitos a fin de generar información en escalas pertinentes del estado de los sistemas marinos y costeros. En esta evaluación se incluyen reactivos o preguntas teóricas y al menos un ejercicio práctico en temas relacionados con lo atendido a lo largo del curso.

2. Presentación oral de un proyecto final.

La o el estudiante deberá desarrollar un proyecto a partir de un estudio de caso, en el que realizará la correcta adquisición, manipulación y análisis de datos con componentes espaciales y temporales. Este proyecto será presentado de forma oral y con el apoyo de material visual diseñado por los propios estudiantes. Deberá incluir explicaciones detalladas de los datos analizados, los procesos implementados, los resultados obtenidos y los principales hallazgos. Esta evidencia permitirá evaluar la capacidad de comunicación del estudiantado, así como la comprensión profunda de las técnicas aplicadas, demostrando habilidades tanto técnicas como de presentación de resultados.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Aspectos teóricos de la geomática marina

Horas: 3

Competencia de la unidad: Elaborar representaciones cartográficas apropiadas de conjuntos de datos espacialmente explícitos de diferente naturaleza y génesis, mediante el uso de métodos y herramientas numéricas y digitales, con la finalidad de entender y transferir información relevante de espacios, eventos y procesos relacionados con sistemas marinos o costeros, con una actitud comprometida y responsable.

Contenido:

1.1. Fundamentos de cartografía

1.1.1. Características de los datos espacialmente explícitos

1.1.2. Sistemas de referencia de coordenadas y proyecciones

1.1.3. Expresión numérica de coordenadas geográficas y proyectadas

1.2. Escalas

1.2.1. Conceptos de escalas espaciales y temporales

1.2.2. Escala espacial de los datos geográficos para ambientes marino-costeros

1.2.3. Escalas de análisis de procesos ecológicos

1.3. Tipos de datos espaciales

1.3.1. Datos vectoriales

1.3.2. Datos en rejillas

1.3.3. Mapas base

1.4. Representaciones cartográficas

1.4.1. Características de los mapas cartográficos

1.4.2. Elementos básicos de los mapas cartográficos

1.4.3. Diseño de leyendas y simbologías pertinentes	
Práctica de taller: 1. Adquiere y manipula datos espaciales de diferente índole. 2. Transforma el conjunto de datos geográficos entre diferentes sistemas de referencia de coordenadas. 3. Determina la adecuada visualización de los datos de acuerdo con su escala. 4. Elabora la representación cartográfica de un conjunto de datos espacialmente explícitos. 5. Realiza un reporte en donde se describen los procesos realizados, los resultados obtenidos y una breve discusión de la información generada.	Horas:12

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Manipulación y análisis de información espacial	Horas: 5
Competencia de la unidad: Compilar acervos de información espacial, mediante la integración de un sistema de información geográfica en software gráfico y en ambientes programáticos, para proveer elementos esenciales y conocimiento de fenómenos críticos para la gestión y manejo de sistemas marinos y costeros, con una actitud innovadora.	
Contenido: 2.1. Fundamentos de los sistemas de información geográfica (SIG) 2.1.1. Definición y componentes de un sistema de información geográfica 2.1.2. Tipos de datos y formatos de almacenamiento en SIG 2.1.3. Fuentes de datos y colecta de información para ecosistemas y especies marinos-costeros 2.2. Software gráfico para SIG 2.2.1. Tipos de software y otras herramientas digitales para SIG 2.2.2. Manejo de datos geográficos en SIG gráfico 2.2.3. Análisis espacial de datos vectoriales y raster 2.2.4. Procesamiento de imágenes y productos marinos satelitales 2.3. Ambientes de programación para SIG 2.3.1. Introducción al ambiente de programación RStudio 2.3.2. Manipulación de datos geográficos en ambientes de programación 2.3.3. Paquetería para análisis espaciales en RStudio	
Prácticas de taller: 1. Realiza la investigación comparativa de conceptos y avances tecnológicos asociados a la geomática.	Horas: 20

2. Compila y analiza conjuntos de datos vectoriales y raster relacionados con una problemática local y regional. 3. Responde preguntas de investigación con el uso de datos espacialmente explícitos disponibles de forma abierta y el diseño de secuencias de código en el ambiente RStudio. 4. Elabora un reporte en donde se describen los procesos realizados, los resultados obtenidos y una breve discusión de la información generada.	

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Percepción remota de mares y costas	Horas: 4
Competencia de la unidad: Explicar fenómenos oceanográficos, a partir de la manipulación e integración de colecciones de imágenes y productos satelitales obtenidos por medio de plataformas remotas, para generar conocimiento espacialmente explícito de sistemas marinos y costeros, con una actitud analítica y propositiva. Contenido: 3.1. Fundamentos teóricos de la percepción remota 3.1.1. Espectro electromagnético y ventanas atmosféricas 3.1.2. Tipos de sensores satelitales para ambientes costeros y marinos 3.1.3. Misiones de observación de la tierra y fuentes de datos 3.2. Percepción remota con sensores pasivos 3.2.1. Respuesta espectral de elementos característicos de sistemas costeros 3.2.2. Color del mar y productos derivados 3.2.3. Temperatura superficial de la tierra y el mar 3.2.4. Índices e indicadores a partir de operaciones algebraicas raster 3.3. Conceptos básicos de imágenes derivadas de sensores activos 3.3.1. Tipos de sensores activos 3.3.2. Altimetría satelital 3.3.3. Corrientes geostróficas y otros datos derivados de altimetría 3.3.4. Radar de apertura sintética para ambientes costeros y marinos	
Prácticas de taller: 1. Descarga y manipula imágenes satelitales de diferentes orígenes y plataformas para realizar comparaciones numéricas de la respuesta espectral, extensión y distribución de elementos característicos de ambientes marinos y costeros. 2. Genera información de un proceso oceanográfico detectado mediante la integración de información	Horas: 16

derivada de altímetros satelitales y otras fuentes de datos de la circulación marina. 3. Elabora un reporte en donde se describen los procesos realizados, los resultados obtenidos y una breve discusión de la información generada.	

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Modelos de distribución de biodiversidad	Horas: 4
Competencia de la unidad: Examina los aspectos básicos del hábitat de especies clave, mediante el uso e interpretación de información ambiental y biológica georeferenciada, para construir modelos ecológicos que capturen las escalas de variación de las especies, con una actitud propositiva y pensamiento crítico. Contenido: 4.1. Distribución de especies 4.1.1. Escalas en la distribución de especies 4.1.2. Biogeografía/biomas 4.1.3. Distribución observada de especies 4.2. Introducción a los modelos de hábitat 4.2.1. ¿Cuál es la diferencia entre nicho ecológico y hábitat? 4.2.2. Tipos de datos biológicos 4.2.3. Propósitos de los modelos de distribución de especies 4.3. Herramientas de modelación de hábitat de las especies 4.3.1. Aproximaciones usando estadística bayesiana 4.3.2. Técnicas de aprendizaje de máquinas 4.3.3. Ventajas y limitaciones de algunos modelos 4.3.4. Análisis de incertidumbre y sensibilidad de los modelos 4.4. Mapeo del hábitat frente al cambio climático y pérdida de biodiversidad 4.4.1. Escenarios plausibles de cambio climático 4.4.2. Usos en la planeación en la política ambiental y toma de decisiones	
Prácticas de taller: 1. Recopila los datos biológicos de una especie de interés. 2. Recopila las variables ambientales asociadas con el intervalo espacial o temporal de los datos biológicos de interés y con ello define los predictores ambientales y evalúa su colinealidad. 3. Analiza la relación de las variables ambientales con los datos biológicos. 4. Implementa el uso de un algoritmo pertinente para generar un modelo de distribución de una especie clave.	Horas: 16

5. Genera información de la distribución espacial o temporal de especies clave para contestar preguntas de investigación que contribuyan a la atención de problemáticas locales o regionales. 6. Elabora un reporte en donde se describen los procesos realizados, los resultados obtenidos y una breve discusión de la información generada.	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Aprendizaje Basado en Proyectos
- Solución de problemas
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Examen	20%
- Reportes de prácticas y tareas	40%
- Presentación del proyecto final.....	40%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Feng, X., Park, D.S., Walker, C., Peterson, A.T., Merow, C., Papeş, M. (2019). A checklist for maximizing reproducibility of ecological niche models. *Nature ecology & evolution* 3, 1382–1395. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0972-5>
- MacLeod, C., (2024). *GIS in Ecology*. <https://gisinecology.com/>
- Otto, S. (2018). *Marine Data Science*. <https://www.marinedatascience.co/>.
- Peterson, A., Soberón, J., Pearson, R., Anderson, R., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., Araújo, M. (2011). *Ecological Niches and Geographic Distributions*. 10.1515/9781400840670. https://www.researchgate.net/publication/230709994_Ecological_Niches_and_Geographic_Distributions
- Valavi, R., G. Guillera-Arroita, J. J. Lahoz-Monfort, and J. Elith. (2022). Predictive performance of presence-only species distribution models: a benchmark study with reproducible code. *Ecological Monographs* 92(1):e01486. <https://doi.org/10.1002/ecm.1486>
- Zurell, D., Franklin, J., König, C., Bouchet, P.J., Dormann, C.F., Elith, J., Fandos, G., Feng, X., Guillera-Arroita, G., Guisan, A., Lahoz-Monfort, J.J., Leitão, P.J., Park, D.S., Peterson, A.T., Rapacciuolo, G., Schmatz, D.R., Schröder, B., Serra-Diaz, J.M., Thuiller, W., Yates, K.L., Zimmermann, N.E., Merow, C. (2020). A standard protocol for reporting species distribution models. *Ecography* 43, 1261-1277. <https://doi.org/10.1111/ecog.04960>.

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta la unidad de aprendizaje Geomática para Sistemas Costeros y Marinos debe tener preferentemente el grado de Doctorado en áreas relacionadas con la geografía, computación, ingeniería, ciencias de la tierra o afines. Deberá contar con experiencia profesional y de docencia en sistemas de manipulación de datos geográficos, de al menos tres años. Deberá contar con capacidad didáctica para explicar conceptos complejos de manera clara y accesible a diferentes tipos de aprendizaje y tener actitud proactiva hacia la actualización constante en nuevas tecnologías y metodologías para el manejo de información espacial y de datos de percepción remota.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Oceanografía Aérea

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 0 HL: 1 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Napoleón Gudiño Elizondo
Abigail Uribe Martínez

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar habilidades para diseñar y ejecutar proyectos de monitoreo geoespacial en contextos oceánicos y costeros mediante el uso de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT). Se aplicarán técnicas de aerofotogrametría y sistemas de información geográfica, cumpliendo con normativas de seguridad y estándares de calidad geoespacial, para asegurar la precisión y relevancia de los datos obtenidos.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Implementar monitoreos geoespaciales aéreos de ultra alta resolución en entornos oceánicos y costeros, mediante el uso de VANT y software especializado incluyendo la planificación de vuelos, análisis e interpretación de los resultados, con la finalidad de abordar problemáticas locales y regionales de relevancia internacional y para la toma de decisiones, con pensamiento crítico y responsabilidad ambiental.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluya:

- Cuatro ensayos con formato libre de los temas vistos durante el semestre.
- Dos reportes técnicos con formato científico sobre un caso de estudio (resumen, introducción, objetivos, metodología, resultados, recomendaciones, conclusiones y referencias). Uno será enfocado a la colección de datos, y el segundo sobre el procesamiento de la información en gabinete.
- Un Informe final escrito y presentación oral de un caso de estudio que integre el diseño y ejecución del levantamiento aerofotogramétrico, análisis e interpretación de imágenes aéreas y conclusiones.

VI. TEMARIO	
Unidad 1. Introducción a la Oceanografía Aérea	Horas: 8
Competencia de la unidad: Investigar sobre los principios del medio aeronáutico así como las principales ventajas del uso de VANTS como herramienta de observación, mediante el análisis de las normas y leyes físicas, incluyendo la NOM107, con la finalidad de aplicarlas de manera adecuada en el monitoreo de procesos marino-costeros, con una actitud responsable. Contenido: 1.1. Sistemas generales 1.1.1. Sistemas Aéreos No Tripulados 1.1.2. Telemetría 1.2. Introducción al medio Aeronáutico 1.2.1. Norma Oficial Mexicana NOM107 1.2.2. Parámetros de seguridad 1.2.3. Evaluación de riesgos 1.3. Oceanografía Aérea 1.3.1. Aplicaciones costeras 1.3.2. Aplicaciones oceánicas	
Prácticas de laboratorio: 1. Identifica las principales ventajas y desventajas de los diferentes sistemas aéreos en el monitoreo geoespacial, así como evalúa sus principales riesgos y posibles mitigaciones. Entrega un ensayo sobre las consideraciones más importantes de la NOM107 para la correcta operación de VANT en el territorio nacional. Entrega un ensayo a partir del análisis de los diferentes tipos de VANT, modos de vuelo y sus aplicaciones en el campo de la oceanografía aérea.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Plan de vuelo y control terrestre	Horas: 8
Competencia de la unidad: Realizar un levantamiento aerofotogramétrico, mediante el uso de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) y sistemas de georreferenciación GNSS, cumpliendo con normativas de seguridad y estándares de calidad geoespacial, para obtener datos y asegurar la precisión, con responsabilidad. Contenido:	

2.1. Plan de Vuelo 2.1.1. Resolución espacial (GSD) 2.1.2. Parámetros de seguridad 2.2. Control terrestre GNSS 2.2.1. Planeación y distribución de puntos de control terrestre (GCP) 2.2.2. Colecta de puntos de control y validación 2.3. Colecta de imágenes aéreas 2.3.1. Cálculo de autonomía de vuelo 2.3.2. Home 2.3.3. Regreso a casa 2.3.4. Colecta de puntos de control y validación 2.3.5. Bitácora de vuelo	
Prácticas de laboratorio: 1. Analiza los principales parámetros de seguridad en el medio aeronáutico y consideraciones técnicas para lograr productos cartográficos confiables. Entrega un ensayo a partir del análisis de la información cubierta en esta unidad. 2. Realiza la planeación y ejecución de un levantamiento aerofotogramétrico, siguiendo las normas oficiales con ética y responsabilidad. Entrega un reporte técnico de los resultados.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Procesamiento de imágenes y productos cartográficos	Horas: 8
Competencia de la unidad: Realizar el procesamiento de un levantamiento aerofotogramétrico, mediante el uso de software especializado, y estándares de calidad geoespacial, para asegurar la precisión de los datos obtenidos, con eficacia y entusiasmo.	
Contenido: 3.1. Alineación de imágenes y extracción de nubes de puntos 3.1.1. Calibración de cámaras 3.1.2. Configuración del procesamiento de imágenes aéreas 3.2. Control Terrestre GNSS 3.2.1. Georreferenciación 3.2.2. Evaluación de puntos de control y validación 3.3. Productos Cartográficos 3.3.1. Nube de puntos 3.3.2. Ortomosaico 3.3.3. Modelo Digital de Superficie 3.3.4. Modelo Digital de Terreno 3.3.5. Perfiles topográficos y curvas de nivel	

Prácticas de laboratorio: 1. Realiza el procesamiento de imágenes aéreas mediante el uso de software especializado para la obtención de productos cartográficos. Entrega un ensayo describiendo el análisis de la información. 2. Integra los productos cartográficos obtenidos con VANT en un sistema de información geográfica y realiza análisis geoespaciales para la obtención de variables ambientales. Entrega de un reporte técnico de los resultados.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Levantamiento aerofotogramétrico para un caso de estudio	Horas: 8
Competencia de la unidad: Ejecuta un levantamiento aerofotogramétrico en un caso de estudio, mediante la aplicación de las normas vigentes, parámetros de seguridad y estándares de calidad geoespacial, para emitir recomendaciones sobre procesos ecológicos marinos-costeros, con actitud responsable y propositiva.	
Contenido: 4.1. Diseño del monitoreo 4.1.1. Objetivo 4.1.2. Materiales y métodos 4.1.3. Resultados esperados 4.2. Levantamiento aerofotogramétrico 4.2.1. Plan de vuelo 4.2.2. Colecta de imágenes aéreas 4.2.3. Control terrestre y georreferenciación 4.3. Procesamiento de productos cartográficos 4.3.1. Nube de puntos 4.3.2. Ortomosaico 4.3.3. Modelo digital de superficie 4.3.4. Modelo digital de terreno 4.3.5. Perfiles topográficos y curvas de nivel 4.4. Presentación de resultados	
Prácticas de laboratorio: 1. Documenta la metodología para el diseño y ejecución de un levantamiento aerofotogramétrico, procesamiento de datos, análisis y discusión de resultados, a partir del planteamiento de un problema o pregunta de investigación en un caso de estudio. Entrega de un reporte técnico de los resultados.	Horas: 4

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje Basado en Proyectos
- Solución de problemas
- Discusión dirigida
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Ensayos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Ensayos	20%
- Reportes	20%
- Informe final escrito y presentación	60%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Green, D. R., Gregory, B. J., Karachok, A. R. (2021). *Unmanned Aerial Remote Sensing. UAS for Environmental Applications* (1st ed.). CRC Press.
<https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=GLnwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq>

[=UAV+Photogrammetry+and+Remote+Sensing+book&ots=SugWmAgjmS&sig=xDoaeHSC3SB1zKxACaAOzPH-XHg&redir_esc=y#v=onepage&q=UAV%20Photogrammetry%20and%20Remote%20Sensing%20book&f=false](https://doi.org/10.5194/nhess-22-523-2022)

Gudino-Elizondo, N., Brand, M. W., Biggs, T. W., Hinojosa-Corona, A., Gómez-Gutiérrez, Á., Langendoen, E., Bingner, R., Yuan, Y., and Sanders, B. F.: Rapid assessment of abrupt urban mega-gully and landslide events with structure-from-motion photogrammetric techniques validates link to water resources infrastructure failures in an urban periphery, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 22, (2022). <https://doi.org/10.5194/nhess-22-523-2022>

Hernández, R. H. E. (2023). Drones Multirrotor en Levantamientos Topográficos de Zonas Montañasas. *INGENIO*, 6(1), 13-19.

Mikhail, E.M., Bethel, J.S., McGlone, J.C. (2001). *Introduction to Modern Photogrammetry*. Wiley [Clasica]

Pérez-Paredes, J. J., López-Canteñs, G. J., Velázquez-López, N., & López-Cruz, I. L. (2021). Evaluación de un prototipo de RPAS para el levantamiento topográfico con imágenes RGB. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(2), 25-32.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta esta unidad de aprendizaje debe de tener el grado de Doctorado en Ciencias de la Tierra, Geomática, Oceanografía costera, o áreas afines. Debe contar con reconocida experiencia en el uso y aplicación de Vehículos Aéreos No Tripulados en análisis geoespaciales, así como en el uso de Sistemas de Información Geográfica. Deberá ser proactivo (a), responsable, empático (a) y creativo (a).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Introducción al Uso de Sensores Biogeoquímicos para la Zona Costera

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 2 HL: 0 HPC: 1 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Carlos Orión Norzagaray López
José Martín Hernández Ayón
Gabriela Yareli Cervantes Díaz
Eliseo Estudillo Zamora

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es comprender los factores físicos y químicos que controlan los principales procesos biogeoquímicos en el océano. Tiene el fin de formar profesionales con las capacidades técnicas y teóricas necesarias para realizar mediciones de calidad de las distintas variables, promoviendo una actitud comprometida y respetuosa hacia el medioambiente.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Medir variables como la temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto, mediante el uso de instrumentación y sensores especializados, con el fin de interpretar los datos obtenidos, comprender sus limitaciones y oportunidades para el estudio de los procesos biogeoquímicos presentes en ambientes marinos, como la producción y remineralización de la materia orgánica, y flujo de nutrientes, con responsabilidad y trabajo colaborativo.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias que integre las actividades realizadas.
2. Reporte final de interpretación de resultados obtenidos durante el curso.

VI. TEMARIO	
Unidad 1. La Zona Costera	Horas: 2
Competencia de la unidad: Diferenciar las definiciones de zona costera, mediante el análisis de procesos en oceanografía física y química, para discriminarlos de acuerdo con el ámbito de estudio, de manera organizada y con una actitud analítica.	
Contenido: 1.1. Introducción a la oceanografía costera 1.2. Definición de zona costera 1.2.1. Adopción de conceptos según el ámbito: científico, de manejo, o aplicado 1.3. Causas del dinamismo en la zona costera 1.3.1. Principales controles (físicos y químicos) que afectan la zona costera 1.4. Contraste de la variabilidad de los procesos físicos en la zona costera y oceánica	
Prácticas de taller: 1. Investiga las distintas definiciones de zona costera según los diferentes ámbitos (científico y manejo de recursos). Presenta los resultados en una exposición seguida de una discusión grupal. 2. Identifica las distintas escalas espaciales y temporales de los procesos costeros y oceánicos a través de una dinámica de análisis de escalas, utilizando un tema de interés o tema de tesis. Se entrega un ensayo con los resultados de la investigación.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Introducción a los procesos biogeoquímicos	Horas: 2
Competencia de la unidad: Analizar la interacción que existe entre la materia orgánica y los principales ciclos biogeoquímicos en la zona costera, mediante la interpretación de los conceptos básicos en el área, con el fin de identificar sus principales controles, con responsabilidad.	
Contenido: 2.1. Ciclo de la materia orgánica en el océano 2.2. Controles de los procesos biogeoquímicos en la zona costera 2.2.1. Interacción con procesos físicos y químicos 2.3. Acoplamiento de señales del metabolismo en ambientes costeros 2.4. Importancia de las escalas espaciales y temporales de los procesos en la zona costera 2.5. Selección de sensores básicos según el proceso de estudio	

Prácticas de taller: 1. Investiga el papel del ciclo de la materia orgánica en relación con el ciclo del carbono y el oxígeno en la zona costera, tomando como caso de estudio las zonas de surgencias. Los resultados los presenta en un ensayo. 2. Realiza una investigación bibliográfica sobre los distintos procesos de interés (o relacionados a su tema de tesis) en la zona costera. La síntesis de la investigación la discute de manera grupal.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Principios físico-químicos básicos de las principales variables medidas en el océano	Horas: 4
Competencia de la unidad: Aplicar los principios de funcionamiento de sensores en oceanografía, mediante el análisis de sus principios físico-químicos y el uso de sensores en campo, para formular diseños experimentales y protocolos de colecta de datos, con actitud reflexiva y analítica.	
Contenido: 3.1. Funcionamiento básico de los sensores de temperatura 3.2. Funcionamiento básico de los sensores de salinidad (y sus convenciones) 3.3. Funcionamiento de los principales sensores comerciales de pH: potenciométrico y espectrofotométrico 3.4. Funcionamiento de los sensores de oxígeno disuelto	
Prácticas de taller: 1. Analiza los datos obtenidos de las mediciones de temperatura con los distintos instrumentos. Entrega resultados en un reporte. 2. Analiza los datos medidos de salinidad, comparando entre los instrumentos utilizados en campo y los valores de referencia. Entrega resultados en un reporte. 3. Analiza los datos obtenidos de las mediciones de pH con los distintos instrumentos. Entrega resultados en un reporte. 4. Analiza los datos obtenidos de las mediciones de oxígeno disuelto. Entrega resultados en un reporte.	Horas: 8

Prácticas de campo: 1. Realiza mediciones puntuales, series de tiempo y perfiles verticales con distintos sensores de temperatura comerciales disponibles. Entrega resultados en un reporte. 2. Mide perfiles de salinidad con un instrumento CTD (por sus siglas en inglés, Conductividad, Temperatura y Profundidad) y con una sonda manual. Entrega resultados en un reporte. 3. Realiza mediciones puntuales y/o series de tiempo con sensores de pH comerciales disponibles. Entrega resultados en un reporte. 4. Realiza mediciones de series de tiempo con sensores para medir oxígeno disuelto disponibles. Entrega resultados en un reporte.	Horas: 6

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Buenas prácticas en el uso de sensores	Horas: 6
Competencia de la unidad: Ejecutar técnicas de calibración y validación de variables físico-químicas, mediante el análisis de datos de series de tiempo de sensores especializados, para formular protocolos de control de calidad de sensores, con actitud crítica y propositiva.	
Contenido: 4.1. Principios de comunicación instrumental 4.2. Precisión y exactitud 4.3. Estrategias para abordar calibración y validación 4.3.1. Temperatura 4.3.2. Salinidad 4.3.3. pH 4.3.4. Oxígeno disuelto 4.4. Diseño experimental 4.4.1. Identificación <i>a priori</i> de procesos biogeoquímicos 4.4.2. Escalas espacio-temporales identificables 4.4.3. Tasa de muestreo	
Prácticas de taller: 1. Analiza los datos obtenidos de las mediciones de temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto para su calibración y validación, así como para identificar los procesos	Horas: 12

biogeoquímicos en las series de tiempo. La síntesis de los resultados se analiza en una mesa de discusión.	
Prácticas de campo: 1. Realiza un protocolo para calibrar y validar series de tiempo de temperatura y salinidad con instrumentos comerciales disponibles. Entrega reporte con un análisis de la precisión y exactitud instrumental. 2. Realiza series de tiempo de pH con una sonda manual y con un instrumento autónomo, siguiendo un protocolo adecuado para calibrar y validar sus mediciones. Entrega reporte con un análisis de la precisión y exactitud instrumental. 3. Realiza series de tiempo de oxígeno disuelto, siguiendo un protocolo para calibrar y validar las mediciones obtenidas usando sonda manual e instrumentos autónomos disponibles. Entrega reporte con un análisis de la precisión y exactitud instrumental.	Horas: 10

VI. TEMARIO

Unidad 5. Introducción al análisis de datos y manejo de resultados	Horas: 2
Competencia de la unidad: Comparar estrategias para el análisis y presentación de resultados, mediante el uso de buenas prácticas en el manejo de datos, para generar bases de datos de calidad con respecto a estándares internacionales, con una actitud crítica y propositiva	
Contenido: 5.1. Introducción al análisis de datos 5.1.1. Perfiles verticales vs. series de tiempo 5.1.2. Reducción de datos y su almacenamiento adecuado 5.2. Presentación de resultados 5.2.1. Ámbitos científicos, manejo de recursos y aplicado	
Prácticas de taller: 1. Investiga sobre los procesos biológicos identificados en las series de tiempo obtenidas durante el curso. La síntesis de la investigación se discute de manera grupal.	Horas: 4

VII. MÉTODO DE TRABAJO

El primer día de clase, el docente establecerá la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza (docente):

- Técnica expositiva
- Aprendizaje Basado en Proyectos
- Solución de problemas
- Discusión dirigida

Estrategia de aprendizaje (estudiante):

- Investigación documental
- Ensayos
- Técnica expositiva
- Elaboración de reportes
- Discusión grupal

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70, establecido en el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Ensayos	30%
- Exposición oral	20%
-Portafolio de evidencias	20%
-Trabajo final que integre la interpretación de resultados obtenidos sobre el análisis de la calidad (i.e., precisión, exactitud) y los procesos biogeoquímicos dominantes en las series de tiempo...	30%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Bianchi, T.S. (2020). The evolution of biogeochemistry: revisited. *Biogeochemistry*, 154, 141-181. (<https://doi.org/10.1007/s10533-020-00708-0>)

- Bittig, H., Körtzinger, A., Neill, C., van Ooijen, E., Plant, J.N., Hahn, J., Johnson, K.S., Yang, B. & Emerson, S.R. (2018). Oxygen Optode Sensors: Principle, Characterization, Calibration, and Application in the Ocean. *Front. Mar. Sci.* (<https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00429>)
- Bresnahan, Jr., P.J., Martz, T.R., Takeshita, Y., Johnson, K.S. y La Shomba, M. (2014). Best practices for autonomous measurement of seawater pH with the Honeywell Durafet. *Methods in Oceanography*, pp. 44-60 (<http://dx.doi.org/10.25607/OBP-18>)
- Chang, J. (2000). *Analytical Electrochemistry*, Third Edition, Wiley, 205 p. [Clásica]
- Chester, R. & Jickells, T.D. (2012). *Marine Geochemistry*. Wiley-Blackwell (3rd ed.). 420 p. [Clásica]
- Dickson, A.G., Sabine, C.L. & Christian, J.R. (2007). *Guide to Best Practices for Ocean CO₂ Measurements*. PICES Special Publication 3, 191 p. (https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/ftp/oceans/Handbook_2007/Guide_all_in_one.pdf) [Clásica]
- Miller, C.L. & Wheeler, P.A. (2012). *Biological Oceanography*. Wiley-Blackwell (2nd ed.). 464 p. [Clásica]
- Pearlman, J. et al. (2019). Evolving and Sustaining Ocean Best Practices and Standards for the Next Decade. *Front. Mar. Sci.* (<https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00277>)
- Riebesell, U., Fabry, V.J., Hansson, L. & Gattuso, J.P. (2011). *Guide to best practices for ocean acidification research and data reporting*. European Commission, 258 p. (<https://www.iaea.org/sites/default/files/18/06/oa-guide-to-best-practices.pdf>) [Clásica]
- Sarmiento, J.L. & Gruber, N. (2006). *Ocean Biogeochemical Dynamics*. Princeton University Press. [Clásica]
- Schlesinger, W.H. & Bernhardt, E.S. (2020). *Biogeochemistry an analysis of global change*. (4th ed.) Academic Press, 762 p. [Clásica]
- Snoeyink, V.L. & Jenkins, D. (2003). *Química del agua*. Limusa, 495 p. [Clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta la unidad de aprendizaje deberá tener preferentemente el grado de Doctor en Ciencias Naturales y Exactas, o afín, con conocimientos en química y biología. Ser proactiva (o), analítica (o) y que fomente el trabajo en equipo con actitud crítica.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Levantamientos Hidrográficos

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 2 HL: 0 HPC: 1 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración:

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Héctor García Nava
Isaac Rodríguez Padilla
Amaia Ruíz de Alegría Arzaburu

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Que el estudiantado conozca y domine las principales técnicas y herramientas que se emplean para realizar levantamientos hidrográficos y que les permitirán obtener información útil y confiable para la solución de problemas en diferentes contextos.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar técnicas y métodos para la realización de levantamientos hidrográficos adecuados para la resolución de problemas, mediante su correcta selección e implementación, con el fin de obtener información útil y confiable que aporte a la resolución de problemas del ambiente marino, con un pensamiento crítico e integridad.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- 3 exámenes parciales.
- Portafolio de evidencias que integre los reportes de los talleres y prácticas de campo.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Introducción a los levantamientos hidrográficos

Horas: 4

Competencia de la unidad: Analizar los principios fundamentales de la hidrografía marina así como las herramientas y metodologías aplicables, a través de examinar casos de estudio, que permitan valorar la importancia de los levantamientos hidrográficos en la gestión marina y la navegación, con una actitud creativa y crítica.

Contenido:

- 1.1. Definición y objetivos de los levantamientos hidrográficos marinos
- 1.2. Importancia de los levantamientos hidrográficos marinos en la navegación, la seguridad marítima y la gestión de recursos marinos
- 1.3. Historia y evolución de la hidrografía marina
- 1.4. Aplicaciones actuales de los levantamientos hidrográficos marinos
- 1.5. Tipos de levantamientos hidrográficos marinos

Prácticas de taller:

Horas: 2

1. Tipos y aplicaciones de levantamientos hidrográficos

Identifica los principales tipos de levantamientos hidrográficos y determina su uso en diferentes aplicaciones a través de casos prácticos.

VI. TEMARIO

Unidad 2. Técnicas y metodologías en los levantamientos hidrográficos marinos

Horas: 8

Competencia de la unidad: Emplear las técnicas y herramientas especializadas en levantamientos hidrográficos marinos, mediante su correcta selección e implementación, para obtener y procesar datos útiles y confiables en la resolución de problemas del ambiente marino, con actitud analítica y responsabilidad.

Contenido:

- 2.1. Equipos y tecnologías utilizadas en los levantamientos hidrográficos marinos
 - 2.1.1. Sonar multihaz, ecosondas monohaz y sonar de barrido lateral
 - 2.1.2. Sistemas de posicionamiento y sensores de movimiento de plataformas de medición
 - 2.1.3. LIDAR marino
 - 2.1.4. Sensores de corrientes y mareas
 - 2.1.5. Sensores de velocidad del sonido, temperatura y salinidad
 - 2.1.6. Equipos para levantamientos topográficos
- 2.2. Levantamientos batimétricos y topobatimétricos
 - 2.2.1. Geodesia y posicionamiento
 - 2.2.2. Calibración y puesta a punto de sistemas de ecosondeo
 - 2.2.3. Planeación y ejecución de levantamientos batimétricos con estándares internacionales
 - 2.2.4. Procesamientos de datos batimétricos
 - 2.2.5. Generación de modelos digitales del fondo marino y cartas náuticas
- 2.3. Otros tipos de levantamientos
 - 2.3.1. Levantamientos con sonar de barrido lateral
 - 2.3.2. Medición de corrientes y perfiles hidrográficos
 - 2.3.3. Uso de plataformas autónomas y no tripuladas: vehículos aéreos y submarinos autónomos (AUV) y vehículos operados a distancia (ROV)

Prácticas de taller: 1. Equipos y tecnologías para levantamientos hidrográficos Identifica los principales equipos y tecnologías utilizados para la realización de levantamientos hidrográficos y determina su uso en campañas específicas a través de casos prácticos. 2. Procesamiento de datos topográficos Utiliza técnicas de procesamiento y análisis de datos topográficos. 3. Procesamiento de datos batimétricos monohaz Utiliza técnicas de procesamiento y análisis de datos batimétricos obtenidos con ecosondas monohaz. 4. Procesamiento de datos batimétricos multihaz Utiliza técnicas de procesamiento y análisis de datos batimétricos obtenidos con ecosondas multihaz. 5. Productos cartográficos. Genera modelos digitales del fondo marino y cartas náuticas a partir de datos batimétricos y topográficos.	Horas: 18

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Aplicaciones prácticas y casos de estudios en hidrografía marina	Horas: 4
Competencia de la unidad: Propone soluciones a problemas reales de hidrografía marina, a través de la interpretación de datos hidrográficos, para la toma de decisiones en proyectos marinos y costeros, con actitud analítica y responsabilidad.	
Contenido: 3.1. Levantamientos hidrográficos en la navegación y seguridad marítima 3.2. Levantamientos hidrográficos en ingeniería oceánica y costera 3.2.1. Diseño y construcción plataformas offshore y parques eólicos marinos, instalación de cables submarinos y oleoductos 3.2.2. Diseño y construcción de puertos, ejecución de obras de dragado 3.3. Hidrografía marina y la gestión de recursos marinos: 3.3.1. Levantamientos para la gestión de áreas marinas protegidas 3.3.2. Estudio y protección de ecosistemas marinos: arrecifes, fondos marinos y hábitats críticos 3.4. Impacto ambiental de los levantamientos hidrográficos marinos 3.4.1. Efectos de las técnicas de levantamiento en el ecosistema marino 3.4.2. Estrategias de minimización de impactos ambientales	

Prácticas de taller: 1. Planeación de levantamiento topo-batimétrico Realiza el diseño de un levantamiento topobatimétrico que se realizará en campo, suponiendo que se utilizará para el dragado de dársenas o canales. 2. Procesamiento y análisis de datos obtenidos en campo Realiza el procesamiento y el análisis de los datos topográficos y batimétricos obtenidos en la práctica de campo. 3. Volúmenes de dragado Determina los volúmenes de dragado para cotas específicas en áreas de interés como dársenas, muelles o canales.	Horas: 12
Prácticas de campo: 1. Levantamiento topo-batimétrico Realiza el levantamiento topo-batimétrico en un área de interés y entrega un reporte.	Horas: 16

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- 3 Exámenes ... 30%
- Reportes de taller 50%

- Reporte de salida de campo	20%
Total	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Gardner, J.V. & Mayer L. A. (1998) *Cruise report: RV Ocean Alert Cruise A2-98-SC: mapping the southern California continental margin; March 26 through April 11, 1998; San Diego to Long Beach, California*. USGS Numbered Series, USGS Pacific Coastal and Marine Science Center [clásica]
- Joseph, A. (2014) *Measuring ocean currents: tools, technologies, and data*. Elsevier. [clásica]
- Lekkerkerk, H. J. & Theijs, M. J. (2017). *Handbook of Offshore Surveying, Volume 1- Projects, Preparation & Processing*. Skilltrade.
- Lekkerkerk, H. J. & Theijs, M. J. (2017). *Handbook of Offshore Surveying, Volume 2 - Positioning and Tides*. Skilltrade.
- Lekkerkerk, H. J. & Theijs, M. J. (2017). *Handbook of Offshore Surveying, Volume 3 - Acquisition Sensors*. Skilltrade.
- Organización Hidrográfica Internacional. (2008). *Normas de la OIN para Levantamientos Hidrográficos* (5ª ed). Publicación Especial No.44, Bureau Hidrográfico Internacional.
- Wu, Z., Yang, F. & Tang, Y. (2021). *High-resolution Seafloor Survey and Applications*. Springer.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente deberá tener preferentemente el Doctorado en oceanografía costera, física, química, geoquímica, gestión ambiental, ingeniería oceánica, costera o áreas afines. Debe contar con experiencia en la realización de levantamientos hidrográficos, así como en el uso de metodologías, sensores y programas especializados para la realización de levantamientos hidrográficos. Deberá ser una persona responsable, empática y creativa.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Radio Oceanografía

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 1 HL: 0 HPC: 2 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Héctor García Nava
Miguel Ángel Rodríguez Flores

Validación del director de la unidad académica:

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Capacitar y formar a las y los estudiantes en el uso de técnicas novedosas y con tecnología de punta para medir campos sinópticos de corrientes oceánicas superficiales. Adquirirán la capacidad para medir de forma remota zonas oceánicas costeras y profundas, sin la necesidad de realizar cruceros oceanográficos, además de obtener datos oceanográficos en condiciones climáticas adversas (tormentas, huracanes) desde tierra de forma remota. Se fomentará la aplicación de pensamiento crítico y se promoverá una actitud ética que salvaguarde la responsabilidad ambiental en todas las fases del proceso.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ejecutar mediciones sistemáticas y sinópticas de corrientes superficiales, mediante la aplicación de técnicas de radio escaterometría (Radares de Alta Frecuencia), con la finalidad de planear y realizar monitoreos oceanográficos masivos desde la costa y en tiempo real, con respeto por el medio ambiente y actitud propositiva.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Reportes de prácticas de campo donde se atiendan cuestiones técnicas de instalación, mantenimiento y operación de radares de alta frecuencia (HFR).
2. Reporte final de datos medidos en condiciones reales.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Descripción general de los Radares de Alta Frecuencia HFR

Horas: 5

Competencia de la unidad: Analizar la teoría que existe atrás de la operación de los HFR, mediante casos de estudio, diagramas conceptuales y la selección de variables y configuraciones, para tener capacidad de aplicar esta herramienta en diversas condiciones reales, con una actitud crítica y reflexiva.

Contenido:

- 1.1. Componentes de un HFR
- 1.2. Características de la señal que emiten
- 1.3. Reflexión de la señal de los HFR en la superficie oceánica
- 1.4. Poder y bandas de transmisión de la señal del radar (¿afecta al ser humano o animales?)
- 1.5. Espectro Doppler de la señal reflejada en el océano
- 1.6. Cobertura espacial del radar
- 1.7. Cálculo de velocidad de corrientes, oleaje y viento
- 1.8. Resolución espacial y precisión de la velocidad de las corrientes medidas
- 1.9. Profundidad efectiva de la medición del radar

Práctica de campo:

Horas: 16

1. Ensamble de un radar HFR

- a) Identifica todos los componentes de un radar e interconectarlos entre sí, procurando seguridad durante la emisión de señales radioeléctricas y calidad de los datos a adquirir.
- b) Reporta mediante evidencia gráfica y escrita, la selección de componentes del HFR, la manera en que realizó la interconexión y la justificación o razón de porqué seleccionó una dada configuración.

VI. TEMARIO

Unidad 2. Técnicas de instalación de radares HFR

Horas: 5

Competencia de la unidad: Demostrar los conocimientos técnicos para la instalación y operación de un radar HFR, mediante el análisis del contexto específico del proyecto, con la

finalidad de proporcionar información confiable que permita evaluar las condiciones oceanográficas de la región de interés, con una actitud analítica y honestidad.

Contenido:

- 2.1. Selección de los sitios de medición
- 2.2. Simulación del error geométrico asociado (GDOP)
- 2.3. Patrones de recepción (Rx)
 - 2.3.1. Formación de haz direccional (arreglo lineal) y resolución angular asociada
 - 2.3.2. Búsqueda de la dirección de arribo de la señal (arreglo cuadrado) y resolución angular asociada
- 2.4. Patrones de transmisión (Tx)
- 2.5. Acoplamiento Rx-Tx
- 2.6. Configuración del radar
 - 2.6.1. Frecuencia de transmisión
 - 2.6.2. Ancho de banda
 - 2.6.3. Poder de transmisión
 - 2.6.4. Intervalo de muestreo (dt) y número de muestras que se tomarán para generar un mapa de corrientes
- 2.7. Métodos de calibración de la DOA (*Direction of Arrival*) en radares HFR (desde una embarcación y desde un vehículo aéreo no tripulado)

Práctica de campo:

1. Participa en la instalación de un radar exclusivo para los propósitos del curso. Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga el plan de monitoreo propuesto y resultados preliminares para el caso de estudio.

Horas: 16

VI. TEMARIO

Unidad 3. Análisis de datos de HFR y técnicas de mediciones en tiempo real

Horas: 6

Competencia de la unidad: Interpretar la información proporcionada por un radar HFR, mediante la aplicación de técnicas y métodos adecuados y convenientes, con la finalidad de garantizar que los datos recopilados sean representativos, precisos y confiables para su interpretación y para la toma de decisiones en la resolución de problemas, con un pensamiento crítico y responsabilidad.

Contenido:

- 3.1. Control de calidad de los espectros Doppler obtenidos con el HFR
- 3.2. Extracción de la velocidad de la corriente, dirección de viento y oleaje
 - 3.2.1. Gráficos y animaciones con datos de radar HFR
 - 3.2.2. Interacción olas-corrientes-viento capturadas por las mediciones de los HFR
 - 3.2.3. Modelo de trazo y seguimiento de remolinos medidos con los HFR
 - 3.2.4. Modelo de advección de partículas utilizando los campos vectoriales medidos por el HFR
 - 3.2.5. Funciones empíricas ortogonales utilizando los campos vectoriales medidos por el HFR
 - 3.2.6. Análisis Armónico utilizando los campos vectoriales medidos por el HFR
- 3.3. Despliegue de datos en tiempo real
 - 3.3.1. Tamaño y características de los archivos que se transmitirán en tiempo real
 - 3.3.2. Opciones de conectividad de internet en el sitio de radar
 - 3.3.3. Sistema automatizado de transmisión de datos y despliegue en página web
- 3.4. Estándares internacionales de los radares HFR

Práctica de taller:

Horas: 16

1. Elabora y entrega un reporte técnico en formato científico que incluya las técnicas de muestreo, el control de calidad y al menos dos métodos de análisis de datos que aporten información útil para su caso de estudio propuesto.

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el o la docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Manejo de software y equipo especializado
- Elaboración de informes
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- 3 Reportes técnicos 70%
- Participación durante las actividades en campo 30%
- Total.....100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Amedo-Repollo, C., X. Flores-Vidal, C. Chavanne, C. Villanoy, and P. Flament (2021) Barotropic and baroclinic tides in Panay Strait, Philippines. *Regional Studies in Marine Science* 41(3) DOI: 10.1016/j.rsma.2021.101612
- Chavanne C, Janekovic I, Flament P, Poulain PM, Kuzmic M, Gurgel KW. (2007). Tidal currents in the northwestern Adriatic: High-Frequency Radio observations and numerical model predictions. *J. Geophys. Res.*, 112: 148–166. [Clásica]
- Flament, P., Harris, D., Flament, M., Fernandez, I. Q., Hlivak, R., Flores-, X. and Marie, L. (2016). A Compact High Frequency Doppler Radio Scatterometer for Coastal Oceanography. *American Geophysical Union: Washington, DC*.
- Flores-Vidal X, Durazo R, Castro R. Navarro LF, Dominguez F, Gil E. (2015) Fine-scale tidal and sub-tidal variability of an upwelling-influenced bay as measured by the Mexican High Frequency Radar Observing System. In: *Coastal Ocean Observing Systems: Advances and Syntheses (ISBN: 9780128020227), Elsevier. Chapter 12.* <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-802022-7.00012-2>
- Flores-Vidal, X., Flament, P., Chavanne, C., Durazo, R., Gurgel, K.W. (2013) High Frequency Radars: Beam steering calibrations using ships as reflectors. *J. of Atm. and Oceanic Tech.* 30(3): 638-648. doi:10.1175/JTECH-D-12-00105.1
- Flores-Vidal, X., Durazo, R., ZavalaSanson, L., Flament, P., Chavanne, C., Ocampo-Torres, F., Reyes-Hernandez, C. (2014). Evidence of inertially generated coastal trapped waves in the Eastern Tropical Pacific. *J. Geophys. Res.*, 119: 3121-3133. doi: 10.1002/2013JC009118.
- Flores-Vidal, X., Chavanne C, Durazo R, Flament P., 2011. Coastal circulation under low wind conditions in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: High Frequency Radar Observations. *Ciencias Marinas*, 37(4A), 493-512.
- Fernández, D. M. (1993). *Ph. D. thesis, Stanford University*. Stanford California. [Clásica]
- Laws K. (2001). Ph .D. thesis University of California Santa Cruz.
- Paduan J., y Graber H., (1997). Introduction to high-frequency radar: reality and myth. *Oceanography* Vol. 10(2), 36-39 [Clásica]
- Roarty, H., Cook, T., Hazard, L., Flores-Vidal X., et al. (28 co-autores más) (2019) The Global High Frequency Radar Network. *Frontiers in Marine Science*. ISSN 2296-7745. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00164>
- Thomson, R. E., Emery, W. J. (2014) *Data analysis methods in physical oceanography*. Newnes. [Clásica]

Wyatt, L. R. (1997). The Ocean Wave Directional Spectrum. *Oceanography*, Vol. 10(2), 85-89.
[Clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente deberá tener preferentemente el grado de Doctorado en oceanografía costera, física, ingeniería costera o áreas afines. Debe contar con reconocida experiencia en el uso de radares de alta frecuencia (HFR por sus siglas en inglés), así como en la implementación de redes locales y regionales con esta tecnología, además de experiencia en el análisis e interpretación de datos. Proactivo (a), responsable, empático (a) y creativo (a).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Hidrología de Cuencas Costeras

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 1 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Napoleón Gudiño Elizondo
Leopoldo Guillermo Mendoza Espinosa

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje es que la o el estudiante adquiera las competencias necesarias para evaluar los principales procesos hidrológicos que ocurren en cuencas costeras de la región, utilizando técnicas especializadas. Esto permitirá proponer recomendaciones enfocadas en el manejo integral de los recursos hídricos y la protección del medio ambiente. Asimismo, busca desarrollar la capacidad de comprender los efectos antropogénicos, como los cambios en el uso del suelo y sus consecuencias en la sobreexplotación de acuíferos, la erosión, las inundaciones y la contaminación, evaluando también su impacto sobre la sociedad.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la interacción compleja entre el agua, el medio ambiente y las actividades humanas en la hidrología de cuencas costeras, por medio del uso de algoritmos computacionales, modelos empíricos y software especializado. con la finalidad de proponer estrategias de mitigación apegadas a la legislación ambiental correspondiente y aprovechamiento sustentable, con una actitud propositiva y responsabilidad social en la toma de decisiones.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias que incluya:
 - Dos ensayos con formato libre de los temas vistos durante el semestre.
 - Dos exposiciones orales como resultado de los talleres para discutir temas de investigación y publicaciones de temas vistos durante el semestre.

-Un Proyecto de investigación individual en el que se apliquen los conceptos y herramientas adquiridas durante el semestre en el análisis de un caso de estudio. El proyecto deberá ser presentado de manera oral y escrita, deberá contener las siguientes secciones:

- Introducción
- Objetivos
- Preguntas de investigación
- Metodología
- Resultados
- Discusión
- Conclusión
- Referencias

VI. TEMARIO

Unidad 1. Marco jurídico y arreglos institucionales de administración del agua	Horas: 4

Competencia de la unidad: Visualizar la gestión de proyectos hídricos en forma multidisciplinaria, mediante la revisión de acuerdos e instrumentos jurídicos nacionales, para analizar la política hídrica vigente en el país, con actitud crítica y de conciencia.

Contenido:

- 1.1. Ley de Aguas Nacionales
- 1.2. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales
- 1.3. Normas Oficiales Mexicanas vinculadas al agua
- 1.4. Actores, instituciones y competencias respecto al agua
- 1.5. Participación social y gobernanza en temas de agua

Prácticas de taller:

- 1. Expone sobre la eficacia de la normatividad nacional y la participación ciudadana en temas de administración del agua en el país.

Horas: 2

VI. TEMARIO

Unidad 2. Gestión del Ciclo Urbano-Rural y Usos del Agua	Horas: 8

Competencia de la unidad: Analizar los elementos que componen el ciclo urbano-rural del agua, mediante el reconocimiento de las etapas del ciclo hidrológico, con el fin de comprender la complejidad de la gestión de los recursos hídricos, con actitud crítica y responsabilidad.

Contenido:

2.1. Agua para distintos usos: urbano, doméstico, agrícola, pecuario e industrial 2.2. Captación, abastecimiento y almacenamiento del agua potable 2.3. Conducción y distribución del agua potable 2.4. Disposición y sistemas de tratamiento de aguas residuales 2.5. Reutilización de aguas residuales	
Prácticas de taller: 1. Investiga sobre la infraestructura de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales y reúso del agua existente en Baja California. 2. Realiza una exposición de la investigación realizada.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Introducción a la Hidrología de Cuencas Costeras	Horas: 8
Competencia de la unidad: Evaluar los principales componentes del ciclo hidrológico y su impacto en la hidrología de cuencas costeras, mediante el análisis de ejemplos prácticos y estudios de caso, con el fin de comprender el efecto de cambios de uso de suelo y otros impactos antropogénicos en la calidad y cantidad de agua superficial y subterránea, con actitud analítica y responsabilidad.	
Contenido: 3.1. Hidrogeología 3.1.1. Precipitación, Infiltración y Escurrimiento 3.2. Análisis espacial de Cuencas Costeras 3.2.1. Modelos de Elevación Digital 3.2.2. Análisis de superficie y Usos de Suelo 3.3. Modelado Hidrológico en SIG 3.3.1. Dirección preferente de flujos superficiales 3.3.2. Discretización de cuencas, sub-cuencas y micro-cuencas 3.3.3. Clasificación de tributarios	
Prácticas de taller: 1. Analiza datos de elevación digital para delimitar cuencas hidrográficas y evaluar sus principales rasgos fisiográficos, así como sus principales riesgos y posibles mitigaciones. 2. Realiza un ensayo sobre la modelación hidrológica. 3. Expone los resultados del modelado hidrológico de una cuenca costera utilizando datos existentes.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Análisis estadístico de precipitación	Horas: 4
Competencia de la unidad: Analizar series de tiempo de precipitación pluvial, mediante el uso de técnicas de programación y estadística básica, con el fin de identificar patrones y eventos extremos en la región, con actitud analítica.	
Contenido: 4.1. Medidas de Tendencia Central 4.2. Periodos de Retorno 4.3. Análisis de eventos extremos y sequías	
Prácticas de taller: 1. Analiza datos de precipitación con el fin de determinar parámetros estadísticos que permitan evaluar su impacto en la hidrología superficial a nivel de cuencas. 2. Expone los resultados de un análisis estadístico utilizando datos existentes.	Horas: 2

VI. TEMARIO	
Unidad 5. Análisis cuantitativo de la relación lluvia - escorrentía	Horas: 8
Competencia de la unidad: Analizar la relación lluvia – escorrentía a nivel de cuencas hidrográficas, mediante la aplicación de diferentes técnicas de medición y modelación empírica, con el fin de obtener una curva de calibración de caudales en una cuenca de la región, con actitud analítica y responsabilidad.	
Contenidos: 5.1. Conceptos básicos del modelado lluvia-escorrentía 5.2. Parámetros físicos del suelo 5.2.1. Textura 5.2.2. Densidad aparente 5.2.3. Porosidad 5.2.4. Conductividad hidráulica 5.3. Modelos matemáticos de la relación lluvia-escorrentía 5.3.1. Método Racional 5.3.2. Curva número	
Prácticas de taller: 1. Analiza datos de precipitación y escorrentía superficial con el fin de ajustar modelos que permitan proyectar la magnitud de caudales bajo escenarios de tormentas de diseño.	Horas: 4

2. Realiza un ensayo sobre la aplicación de un análisis de lluvia-escorrentía a nivel de cuenca hidrográfica.	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el o la docente establecerá la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Ensayos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de informes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Ensayos y exposiciones.....50%
- Portafolio de evidencias.....50%
- Total.....100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

Academia Mexicana de Ciencias (2010). *El Agua en México: cauces y encauces*. ISBN 978-607-95166-1-1

- Arreola-Serrano A. S., Mendoza-Espinosa, L. G., Hernández-Cruz, A., Daesslé L. W. & Villada-Canela, M. (2022). *Quantifying the pollutant load into the Southern California Bight (SCB) from Mexican sewage discharges from 2011 – 2020*. *Frontiers in Water*. doi: 10.3389/frwa.2022.993713
- Beutel M, Mendoza-Espinosa L, Medina C, Morandé JA, Harmon TC & Medellín-Azuara, J. (2024). Achieving Responsible Reclaimed Water Reuse for Vineyard Irrigation: Lessons from Napa Valley, California and Valle de Guadalupe, Baja California. *Water*, 16, 2817. <https://doi.org/10.3390/w16192817>
- Black, P.E. (1996). *Watershed Hydrology*. CRC Press (2da ed.) [clásica]
- Brand, M. W., Gudino-Elizondo, N., Allaire, et al. (2020). Stochastic hydro-financial watershed modeling for environmental impact bonds. *Water Resources Research*, 56. doi: <https://doi.org/10.1029/2020WR027328>
- CONAGUA (2009). *Semblanza Histórica del Agua en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA (2015). *Atlas del Agua en México 2015*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Gudino-Elizondo, N., Biggs, T., Bingner, R. et al. (2019). Modelling Runoff and Sediment Loads in a Developing Coastal Watershed of the US-Mexico Border. *Water* 11(05), 1024. doi:10.3390/w11051024
- Hernández-Cruz A., Sandoval-Solís, S., Mendoza-Espinosa LG, Ramírez-Hernández, J, Medellín-Azuara, J., Daesslé, LW. (2023). Assessing water management strategies under water scarcity in the Mexican portion of the Colorado River Basin. *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 149, no. 9, <https://doi.org/10.1061/JWRMD5.WRENG-5985>
- Metcalf & Eddy (2007). *Water Reuse: Issues, Technologies and Applications*. McGraw-Hill. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente deberá tener preferentemente un grado de Doctorado en Ciencias de la Tierra, Hidrogeología, Oceanografía Costera, o áreas afines. Deberá contar con reconocida experiencia en la Hidrología de Cuencas Costeras, Modelación Hidrológica, así como en el uso de Sistemas de Información Geográfica. Ser proactivo(a), responsable, empático(a) y creativo(a).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Programación y Automatización de Procesos en Tiempo Real

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 1 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Héctor García Nava
Abigail Uribe Martínez
Miguel Ángel Rodríguez Flores

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje "Programación y Automatización de Procesos en Tiempo Real" es que las y los estudiantes aprendan los fundamentos teóricos y buenas prácticas en programación para oceanografía operacional. Aprenderán a diseñar algoritmos para implementación de programas y scripts independientemente del lenguaje de programación, y a estructurar aplicaciones que aporten elementos para atender problemáticas socioambientales locales o regionales.

Dentro de las habilidades que aprenderá el estudiantado resalta el diseño de programas y código computacional utilizando funciones base y librerías en R o Python. Estas habilidades juegan un rol preponderante en la oceanografía operacional, debido al rol estratégico que tiene la programación de tareas repetitivas y sistemáticas en casi cualquier sistema de monitoreo en ambientes marinos y costeros.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Crear códigos de programación, mediante el uso de lenguajes de alto nivel y aplicando habilidades del pensamiento lógico-matemático para diseñar estructuras, funciones y programas de procesamiento sistemático, con la finalidad de dar soluciones a problemas dentro del campo de la oceanografía operacional, con una actitud crítica y responsabilidad social.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- Portafolio de evidencias que integre los reportes realizados en los talleres.
- Proyecto individual en el que se implementan las herramientas y conceptos de programación de la unidad de aprendizaje y que permitan la adquisición y procesamiento

de datos oceanográficos que derive en el análisis de un fenómeno costero o marino, o bien, en la sistematización de un proceso operacional. Entregará un código funcional en un lenguaje de programación de alto nivel, así como un reporte en el que se explique la funcionalidad y usabilidad de dicho código y los resultados alcanzados.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Conceptos básicos en programación

Horas: 8

Competencia de la unidad: Distinguir los diferentes tipos de lenguajes de programación a partir de la experimentación con diversos tipos de variables, operadores y funciones básicas del lenguaje de programación utilizado, para plasmar la estructura de un código funcional, con una actitud analítica.

Contenido:

- 1.1. Lenguajes de programación
 - 1.1.1. Niveles de lenguajes
 - 1.1.2. Compiladores e intérpretes
 - 1.1.3. Terminología general
 - 1.1.4. Estructura y partes fundamentales en un código
 - 1.1.5. Buenas prácticas en programación
- 1.2. Datos y operaciones
 - 1.2.1. Tipos de datos y variables
 - 1.2.2. Estructuras complejas de datos
 - 1.2.3. Operaciones aritméticas, lógicas y de cadenas
 - 1.2.4. Entrada y salida de datos

Prácticas de taller:

Horas: 4

1. Plataformas y lenguajes de programación

Identifica los principales tipos de lenguajes de programación y utiliza un entorno de programación.

2. Tipos de datos y operaciones básicas

Identifica los tipos de variables de datos en un lenguaje de programación y realiza operaciones básicas con ellos.

VI. TEMARIO

Unidad 2. Estructura y flujo de programas

Horas: 12

Competencia de la unidad: Diseñar algoritmos mediante el uso de controles de flujo y funciones predefinidas y personalizadas, para proponer soluciones a los problemas de sistematización de procesos mediante el uso de las habilidades del pensamiento lógico, con una actitud creativa y honestidad.

Contenido: 2.1. Diseño de programas 2.1.1. Diseño estructurado 2.1.2. Controles de flujo 2.1.3. Índices, iteraciones, parámetros y argumentos 2.1.4. Devoluciones y salidas 2.2. Funciones predefinidas 2.2.1. Funciones básicas e integradas 2.2.2. Instalación de librerías y uso de funciones predefinidas 2.2.3. Librerías especializadas 2.3. Funciones personalizadas 2.3.1. Diseño de algoritmos 2.3.2. Funciones definidas por el usuario	
Prácticas de taller: 1. Programas y funciones Diseña la estructura básica de algoritmos para la solución de problemas específicos. Identifica los componentes y formas uso de funciones. 2. Estructuras de decisión y repetición Utiliza estructuras de decisión y de repetición para el desarrollo de algoritmos.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Manipulación de datos oceanográficos	Horas: 12
Competencia de la unidad: Generar secuencias de códigos, funciones y programas especializados, mediante la sistematización y automatización de la adquisición y análisis de datos oceanográficos, con la finalidad de diseñar soluciones dentro del campo de la Oceanografía Operacional, con una actitud creativa y crítica.	
Contenido: 3.1. Búsqueda y descarga de datos oceanográficos 3.1.1. Repositorios de datos 3.1.2. Estándares y Metadatos 3.1.3. Formatos de archivos para datos oceanográficos 3.2. Análisis y Visualización 3.2.1. Librerías especializadas 3.2.2. Despliegue y mapeo 3.2.3. Gráficas y estadísticas básicas 3.3. Patrones y anomalías 3.3.1. Series de tiempo	

3.3.2. Estimación de anomalías e índices

Prácticas de taller:

1. Descarga y visualización de datos

Diseña algoritmos automatizados para la descarga, el proceso y la visualización de datos.

2. Análisis de series de tiempo

Diseña algoritmos automatizados para el procesamiento y análisis de datos

Horas: 8

VII. MÉTODO DE TRABAJO

El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Instrucción guiada
- Solución de problemas

Estrategia de aprendizaje:

- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Ejercicios prácticos

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Proyecto individual 40%
- Portafolio de evidencias de los reportes de taller.....60%
- Total** 100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Guzdial, M.J.(2013). *Introducción a la computación y la programación con Python*. (3a ed).. Pearson Educación. ISBN: 9786073220507.

Farrell, J.(2013). *Introducción a la programación: lógica y diseño*. (7a ed). Cengage Learning. ISBN 9786074819052.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente deberá tener el grado de doctorado en algunas de estas áreas: cómputo, informática, ciencia de datos, sistemas computacionales, programación, mecatrónica o áreas afines que cuenten con formación formal demostrable en diseño de algoritmos y programación. Contar con al menos 1 año de experiencia docente en programación, preferentemente para manejo de datos oceanográficos y grandes cantidades de datos. Tener una actitud proactiva y responsable, enfoque multidisciplinario; actitud de servicio e integridad. Habilidades de comunicación efectiva y capacidad para liderar y motivar al estudiante, fomentando un ambiente de aprendizaje colaborativo y respetuoso.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Simulación Numérica de Oleaje y Corrientes

Plan de estudios:.

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 3 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: diciembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Héctor García Nava
Ana Laura Flores Morales

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Dotar al estudiantado con las herramientas necesarias para el análisis de procesos marinos y costeros a través del uso de modelos numéricos de oleaje y corrientes, con la finalidad de obtener información útil y confiable para la solución y mitigación de problemas relevantes a diferentes niveles abordados desde una perspectiva multidisciplinaria, con una actitud de servicio e integridad.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar procesos marinos y costeros, a partir de la aplicación de modelos numéricos de oleaje y corrientes, para la solución de problemas aplicados, con un pensamiento crítico, responsabilidad e integridad.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- 2 exámenes parciales.
- Portafolio de evidencias que integre los reportes realizados en los talleres.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Introducción a la simulación numérica

Horas: 3

Competencia de la unidad: Analizar la aplicación de modelos numéricos en oceanografía, mediante la identificación de los principales usos y la comprensión de conceptos claves, para realizar la selección de modelos adecuados para diferentes situaciones que permitan obtener datos relevantes en diferentes contextos con actitud crítica.

Contenido:

- 1.1. Introducción a la modelación numérica en oceanografía
 - 1.1.1. Uso de modelos numéricos en oceanografía

1.1.2. Conceptos fundamentales de mecánica de fluidos 1.1.3. Ecuaciones de gobierno (ecuaciones de continuidad y conservación de momento) 1.1.4. Forzamientos y condiciones de frontera	
Prácticas de taller: 1. Modelos numéricos en oceanografía Identifica los principales tipos de modelos numéricos usados en oceanografía y sus usos más comunes, entrega de reporte de taller. 2. El viento como forzante de modelos oceanográficos Comprende la importancia del viento como forzante de modelos oceanográficos y analiza vientos provenientes de diferentes bases de datos, entrega de reporte de taller.	Horas: 6

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Simulación numérica del oleaje	Horas: 5
Competencia de la unidad: Operar simulaciones del oleaje en diferentes condiciones, mediante el uso de modelos numéricos adecuados, con la finalidad de obtener información útil y confiable para la solución y mitigación de problemas relevantes a diferentes niveles abordados desde una perspectiva multidisciplinaria, con una actitud crítica.	
Contenido: 2.1. Ecuación de onda 2.2. Representación espectral del oleaje 2.3. Ecuación de balance de acción 2.4. Modelos espectrales 2.5. Simulación del oleaje en escalas oceánicas 2.6. Modelos hidrodinámicos para oleaje 2.7. Simulación del oleaje en la costa	
Prácticas de taller: 1. Parámetros del oleaje Determina los parámetros espectrales e integrales que se utilizan para caracterizar al oleaje, entrega de reporte de taller. 2. Simulación del oleaje en un mar semicerrado Utiliza un modelo espectral de oleaje en un caso de estudio, entrega de reporte de taller. 3. Simulación del oleaje cerca de la costa Utiliza el modelo hidrodinámico de oleaje en un caso de estudio, entrega de reporte de taller.	Horas: 16

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Simulación numérica de corrientes	Horas: 3
Competencia de la unidad: Emplear simulaciones de las corrientes en diferentes condiciones, mediante el uso de modelos numéricos adecuados, con la finalidad de obtener información útil y confiable para la solución y mitigación de problemas relevantes a diferentes niveles abordados desde una perspectiva multidisciplinaria, con una actitud crítica.	
Contenido: 3.1. Tipos de modelos hidrodinámicos 3.2. Forzantes de la circulación oceánica 3.3. Modelos de circulación oceánica 3.4. Corrientes inducidas por el oleaje 3.5. Modelos de circulación cerca de la costa	
Prácticas de taller: 1. Simulación de corrientes oceánicas Utiliza un modelo de circulación regional en un caso de estudio, entrega de reporte de taller. 2. Simulación de corrientes en la zona costera Utiliza un modelo de circulación costera en un caso de estudio, entrega de reporte de taller.	Horas: 16

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Temas selectos de modelación numérica	Horas: 3
Competencia de la unidad: Evaluar diferentes metodologías que permiten mejorar o estimar la certidumbre de la información del oleaje y corrientes obtenida a partir del uso de modelos numéricos, a través de la asimilación de datos, el uso de modelos acoplados y la comparación de los resultados numéricos con datos medidos, esto con la finalidad contar con información útil y confiable para la solución y mitigación de problemas relevantes a diferentes niveles abordados desde una perspectiva multidisciplinaria, con una actitud crítica.	
Contenido: 4.1. Validación de modelos numéricos y análisis del error 4.2. Modelos acoplados 4.3. Asimilación de datos	
Prácticas de taller:	Horas: 10

1. Validación de modelos

Realiza ejercicios de validación de resultados obtenidos con un modelo numérico para determinar la certidumbre de las simulaciones, entrega de reporte de taller.

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente establecerá la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Exámenes 60%
- Portafolio de evidencias de los reportes de taller.....40%
- Total** 100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Tao, J. (2020). *Numerical Simulation of Water Waves*. Alemania: Springer Nature Singapore.

Holthuijsen, L. H. (2007). *Waves in oceanic and coastal waters*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Komen, G. J., L. Cavaleri, M. Donelan, K. Hasselman, S. Hasselman y P.A.E.M. Janssen. (1994). *Dynamics and modelling of ocean waves*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. [clásica]

Gangopadhyay, A. (2022). *Introduction to Ocean Circulation and Modeling*. Reino Unido: CRC Press.

Miller, R. N. (2007). *Numerical Modeling of Ocean Circulation*. Cambridge University Press.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá tener preferentemente el grado Doctorado en oceanografía costera, física, química, geoquímica, gestión ambiental, ingeniería oceánica, costera o áreas afines. Debe contar con experiencia en el uso de modelos numéricos en oceanografía. Deberá ser una persona proactiva, responsable, empática y creativa.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Percepción Remota Oceánica y Costera

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 3 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Abigail Uribe Martínez
Eduardo Amir Cuevas Flores
Napoleón Gudiño Elizondo

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

I. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje "Percepción Remota Oceánica y Costera" es que las y los estudiantes profundicen en los fundamentos teóricos y buenas prácticas en el uso de la información derivada de sensores remotos. Aquí, el estudiantado conocerá herramientas tecnológicas para la gestión, análisis e interpretación de datos adquiridos con sensores remotos, a la vez que diseña aplicaciones de estos datos para atender problemáticas locales o regionales.

En esta unidad, el estudiantado aplicará metodologías de vanguardia para procesar y analizar diversos tipos de productos generados por sensores remotos, desde imágenes multiespectrales hasta imágenes de radar. Dentro de las habilidades que aprenderá el estudiantado resalta el procesamiento automatizado de las imágenes utilizando librerías especializadas en R o Python, lo que le permitirá generar información del análisis de grandes cantidades de datos. Estas habilidades juegan un rol preponderante en la oceanografía operacional, debido al papel estratégico que tiene la percepción remota en casi cualquier sistema de monitoreo en ambientes marinos y costeros al proveer datos sistemáticos de forma sinóptica y continua.

También es importante resaltar que los y las estudiantes conocerán la gran diversidad de fuentes de datos de acceso libre, lo que les permitirá incorporar sus aplicaciones en la industria o instituciones de diferente índole para proponer soluciones de monitoreo y operacionalización de bajo costo.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Crear procesos metodológicos de análisis geoespacial para entornos oceánicos y costeros, mediante la implementación de secuencias de procesos de descarga, procesamiento e interpretación de imágenes satelitales en software especializado, con la finalidad de proveer soluciones de observación operacional espacialmente explícita que provean información relevante para la toma de decisiones en el manejo de recursos costeros y marinos, con pensamiento crítico y responsabilidad ambiental.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Examen teórico - práctico.

Se realizará evaluaciones en donde el o la estudiante demostrará contar con los conocimientos básicos para el uso apropiado de la información generada a partir de sensores remotos. Esta evaluación buscará reforzar los conocimientos planteados en el aula relacionados con las bases teóricas y buenas prácticas del uso de imágenes satelitales.

2. Portafolio de informes.

El estudiantado presentará un compilado de los informes presentados a lo largo del curso, donde expondrá evidencias de la experiencia adquirida para el manejo, procesamiento y análisis de imágenes satelitales derivadas de distintas plataformas remotas. En los informes de estas prácticas se generará información a escalas pertinentes de las condiciones de las costas y mares a partir del análisis de imágenes satelitales multiespectrales de ultra alta, alta, media y baja resolución, así como la incorporación de productos oceanográficos derivados de sensores activos.

La estructura del portafolio será la siguiente:

- Portada
- Índice
- Introducción
- Informes en orden cronológico
- Conclusión
- Lista de referencias

VI. TEMARIO

Unidad 1. Fundamentos de percepción remota

Horas: 4

Competencia de la unidad: Comparar la información generada desde diversas plataformas remotas, a través del uso de software especializado de interfaz gráfica para la manipulación de imágenes derivadas de sensores satelitales, para determinar la respuesta espectral de elementos clave de los sistemas marinos y costeros, con una actitud crítica.

Contenido:

1.1. Introducción a la percepción remota 1.1.1. Conceptos generales y glosario 1.1.2. Tipos de sensores remotos 1.1.3. Misiones de observación de la tierra 1.1.4. Fuentes de datos 1.1.5. Niveles de procesamiento de imágenes satelitales 1.1.6. Resoluciones en un sistema de detección satelital 1.2. Espectro electromagnético 1.2.1. Organización de la energía electromagnética 1.2.2. Manipulación de histogramas y realces de visualización 1.2.3. Respuesta espectral de elementos característicos de sistemas costeros	
Práctica de taller: 1. Investiga acerca de los principios teóricos y realiza una tabla comparativa de sensores satelitales. 2. Adquiere y manipula visualmente diferentes conjuntos de datos satelitales y determina la presencia de elementos característicos de un paisaje costero por medio del uso de software de interfaz gráfica. 3. Obtiene y explica la respuesta espectral y su variabilidad de elementos característicos de un paisaje costero. 4. Realiza un informe de actividades que incluye la discusión de los resultados.	Horas:12

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Percepción remota marina y costera	Horas: 6
Competencia de la unidad: Integrar múltiples conjuntos de datos derivados de diferentes plataformas y sensores remotos, a través de la implementación de secuencias de procesos en software especializado, para generar información de la condición y trayectoria de sistemas marinos o costeros, con una actitud analítica.	
Contenido: 2.1. Sensores pasivos 2.1.1. Color del mar 2.1.2. Productos derivados del color del mar 2.1.3. Imágenes multiespectrales del fondo marino 2.1.4. Temperatura superficial y salinidad 2.2. Sensores activos 2.2.1. Altimetros y escaterómetros satelitales 2.2.2. Radar de apertura sintética 2.2.3. Imágenes del fondo marino por sensores activos 2.3. Vehículos Aéreos No Tripulados 2.3.1. Elementos básicos de percepción remota de ultra-alta resolución	
Prácticas de taller:	Horas: 18

1. Descarga diferentes conjuntos de productos satelitales del océano y zonas costeras. 2. Diseña secuencias de procesos y comandos en software especializado de interfaz gráfica y en ambientes de programación para procesar e integrar múltiples conjuntos de datos derivados de diferentes plataformas satelitales y de VANT para realizar análisis comparativos entre áreas o temporadas y determinar zonas estables y con cambios de largo plazo de un elemento, fenómeno o proceso oceanográfico. 3. Responde preguntas relacionadas con la trayectoria y condición de un área de interés utilizando datos e indicadores de la variabilidad oceanográfica en términos de la temperatura, color y productividad marina, circulación y asociaciones biológicas (comunidades bentónicas, florecimientos algales o ecosistemas costeros). 4. Realiza un informe de actividades que incluye la discusión de los resultados.	

VI. TEMARIO

Unidad 3. Análisis digital de imágenes	Horas: 6
Competencia de la unidad: Transformar conjuntos de datos adquiridos por sensores satelitales en productos oceanográficos de valor agregado, a través de la implementación de secuencias de procesos para la adquisición y procesamiento de imágenes satelitales, con el fin proveer información operacional espacialmente explícita que coadyuve a atender una necesidad local, regional, nacional o internacional, con una actitud propositiva y planificadora. Contenido: 3.1. Análisis digital 3.1.1. Relaciones entre bandas y generación de índices elementales 3.1.2. Clasificación no supervisada y clustering 3.1.3. Clasificación supervisada tradicional y con <i>machine learning</i> 3.1.4. Segmentación de imágenes en objetos 3.2. Métodos estadísticos con imágenes satelitales 3.2.1. Estadísticas espaciales y zonales 3.2.2. Validación de resultados 3.2.3. Análisis de series de tiempo	
Prácticas de taller:	Horas: 18
1. Armoniza diferentes productos satelitales e imágenes adquiridas con sensores remotos obtenidos de fuentes	

de datos de acceso libre en portales de agencias nacionales e internacionales. 2. Diseña una cadena de procesos para transformar datos preprocesados en conjuntos de información que atiendan una problemática asociada a la evaluación de cambios y trayectorias de fenómenos o procesos costeros y oceánicos. 3. Implementa secuencias de comandos en software especializado de interfaz gráfica y en ambientes de programación que obedezcan al diseño descrito previamente y que generen información necesaria para que atiendan una problemática de zonas costeras y marinas. 4. Realiza un informe de actividades que incluye la discusión de los resultados.	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de informes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Tareas.....20%

- Examen	30%
- Portafolio de evidencias.....	50%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Chuvieco, E. (2010). Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. (1ra.^a ed. Editorial Ariel. [Clásica]
<https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=167305>
- Chuvieco, E., Li, J., Yang, X. (2010). *Advances in Earth Observation of Global Change*. Springer.
<https://libcon.rec.uabc.mx:2496/book/10.1007/978-90-481-9085-0>.
- Hidalgo, M., Secor, D.H., H.I. Browman. (2016). Observing and managing seascapes: linking synoptic oceanography, ecological processes, and geospatial modelling. *ICES Journal of Marine Science*, 73(7): 1825-1830. doi: 10.1093/icesjms/fsw079
- LeTraon, P.Y. (2013). From satellite altimetry to Argo and operational oceanography: three revolutions in oceanography. *Ocean Science*, 9: 901-915. doi: 10.5194/os-9-901-2013 [Clásica]
- LeTraon, P.Y., Antoine, D., Bentamy, A., Bonekamp, H., Breivik, L.A., Chapron, B., Corlett, G. et al. (2015). Use of satellite observations for operational oceanography: recent achievements and future prospects. *Journal of Operational Oceanography*, 8(S1): s12-s27. doi: 10.1080/1755876X.2015.1022050
- Mathieu, P.P., C. Aubrecht. (2018). Earth observation, open science and innovation. *ISSI Scientific Report 15*. SpringerOpen.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-65633-5>
- Tang, D. (2011). *Remote Sensing of the Changing Oceans*. (1^a ed). Springer.
<https://libcon.rec.uabc.mx:2496/book/10.1007/978-3-642-16541-2>.
- Raoult, V., Colefax, A.P., Allan, B.M., Cagnazzi, D., Castelblanco-Martínez, N., Ierodiaconou, D., Johnston, D.W. et al. (2020). Operational protocols for the use of drones in marine animal research. *Drones*, 4: 64. doi: 10.3390/drones4040064
- Röhrs, J., Sutherland, G., Jeans, G., Bedington, M., Sperrevik, A.K., Dagestad, K.F., Gusdal, Y. et al. (2023). Surface currents in operational oceanography: Key applications, mechanisms, and methods. *Journal of Operational Oceanography*, 16(1): 60-88. doi: 10.1080/1755876X.2021.1903221

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta la unidad de aprendizaje Percepción Remota Oceánica y Costera debe tener preferentemente el grado de Doctorado en áreas relacionadas con la Geografía, Computación, Ingeniería, Ciencias de la Tierra o afines. Deberá contar con conocimientos demostrables y experiencia profesional en el manejo de sistemas para la manipulación de imágenes satelitales de al menos dos años. Deberá contar con bases teóricas sólidas de percepción remota en ambientes marinos y tener la capacidad didáctica para explicar conceptos complejos de manera clara y accesible a diferentes tipos de aprendizaje. Que tenga una actitud proactiva y de actualización constante en nuevas tecnologías y metodologías para el manejo de datos de percepción remota.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Arquitectura y Gestión de Bases Datos

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 3 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Abigail Uribe Martínez
Luz de Lourdes Aurora Coronado Álvarez

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje es que las y los estudiantes adquieran y apliquen conocimientos para la implementación básica y uso de bases de datos oceanográficos y ambientales con un enfoque práctico del ciclo de vida de los datos que permita la gestión efectiva para asegurar la robustez, eficiencia, accesibilidad e interoperabilidad de las bases de datos, particularmente aquellas relacionadas con la oceanografía.

A lo largo de la unidad de aprendizaje, el estudiantado aprenderá desde los conceptos básicos para el diseño e implementación de bases de datos simples, hasta conceptos avanzados de interoperabilidad entre grandes bases de datos oceanográficos globales, incluyendo los estándares FAIR por sus siglas en inglés: Findability, Accessibility, Interoperability y Reusability.

El estudiantado desarrollará habilidades para estructurar y crear bases de datos funcionales y apropiadas para diferentes alcances, priorizar los principios del ciclo de vida de los datos (RDLC), construir modelos de metadatos, así como a innovar en el uso y reutilización de datos oceanográficos disponibles en bases de datos oceanográficas públicas.

Aunado a esto, la unidad considera el desarrollo de habilidades técnicas, pensamiento crítico y compromiso ético para la gestión responsable de datos científicos, con una visión integral de la sostenibilidad, la colaboración interdisciplinaria y la ciencia abierta.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar flujos de trabajo y estructuras de gestión de bases de datos, por medio de la aplicación de los principios del ciclo de vida de los datos, que incluye el diseño adecuado de estructuras y metadatos con el uso de software de acceso libre, para la gestión adecuada de bases de datos oceanográficos en diferentes contextos de aplicación, desde la implementación de proyectos de manejo de datos locales hasta el manejo de grandes bases de datos interoperables, con integridad y una actitud metódica.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- 1) Portafolio de evidencias que integre los reportes realizados en los talleres. El portafolio deberá contener reflexiones personales sobre los aprendizajes, dificultades y decisiones tomadas.
- 2) Informe final de proyecto individual en el que se implementan las herramientas para la adquisición y gestión de datos oceanográficos. El informe final debe incluir la descripción del Plan de Gestión de Datos, detalles de los métodos de implementación, el diseño de la estructura de la base de datos, así como de los metadatos que permita cumplir con los principios FAIR.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Fundamentos de bases de datos

Horas: 6

Competencia de la unidad: Diseñar bases de datos y metadatos orientadas a la investigación oceanográfica, a partir de la selección adecuada de tipos de datos y la implementación de esquemas relacionales, para garantizar la correcta operación de una base de datos de acuerdo a su alcance y operatividad, con una actitud planificadora y responsabilidad.

Contenido:

- 1.1. Introducción al diseño de bases de datos
 - 1.1.1. Conceptos básicos de bases de datos
 - 1.1.2. Entidades y atributos
 - 1.1.3. Tipos de datos
 - 1.1.4. Estructuras de almacenamiento
- 1.2. Diseño y organización general de una base de datos
- 1.3. Principios de bases de datos relacionales (modelo E-R)
- 1.4. Metadatos
- 1.5. Preservación de datos
 - 1.5.1. Almacenamiento
 - 1.5.2. Redundancia
 - 1.5.3. Infraestructura
- 1.6. Seguridad y niveles de usuarios

Prácticas de taller:

Horas: 18

1. Diseña la estructura general de una base de datos oceanográfica donde incorpora un esquema relacional con diferentes niveles de usuarios.
2. Implementa la generación de metadatos de una base de datos oceanográfica y entrega el reporte generado.

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Ciclo de vida de datos oceanográficos	Horas: 6
Competencia de la unidad: Estructurar las fases del ciclo de vida de los datos oceanográficos, a partir de la planificación y diseño de flujos de gestión pertinentes para la implementación de una base de datos, con el fin de manejar, preservar, diseminar y reutilizar colecciones de datos dentro del contexto de la investigación marina y costera, con integridad y una actitud metódica.	
Contenido: 2.1. Ciclo de vida de los datos de investigación RDLC (por sus siglas en inglés Research, Data Lifecycle) 2.1.1. Fases del RDLC 2.1.2. Planeación del RDLC para una aplicación oceanográfica 2.2. Flujos de gestión para la adquisición, validación, estandarización y curación de datos 2.3. Estrategias de preservación, compartición y reutilización 2.4. Evaluación de calidad, accesibilidad, trazabilidad y reutilización de datos	
Prácticas de taller: 1. Describe las fases del ciclo de vida de los datos con base en un caso de estudio. 2. Diseña un flujo de gestión que contemple las fases del ciclo de vida de los datos. 3. Evalúa la calidad y documentación de un conjunto de datos oceanográficos y entrega el reporte generado.	Horas: 18

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Sistemas de bases de datos oceanográficos interoperables	Horas: 4
Competencia de la unidad: Aplicar los estándares internacionales para bases de datos interoperables, a través de la adopción de los principios FAIR y la generación de metadatos, para el manejo de grandes conjuntos de datos abiertos para la investigación oceanográfica, con una actitud crítica y honestidad.	
Contenido: 3.1. Principios FAIR en las bases de datos oceanográficas interoperables 3.2. Datos abiertos, licencias de uso y principios éticos de su divulgación 3.3. Variables oceanográficas esenciales (EOV) 3.4. Fuentes de datos oceanográficos y estándares internacionales 3.5. Visualización y comunicación asertiva de datos oceanográficos 3.6. Publicación y documentación de datos: artículos de datos, repositorios y DOI	
Prácticas de taller:	Horas: 12

1. Analiza y clasifica distintos tipos de fuentes de datos oceanográficos según su utilidad, interoperabilidad e integración de principios FAIR. 2. Diseña la visualización y publicación de datos oceanográficos.	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: Durante la primera sesión, la o el docente debe establecer con claridad la forma de trabajo, los criterios de evaluación, las características esperadas de los productos académicos, así como los derechos y obligaciones tanto del profesorado como del estudiantado. Este encuadre permitirá generar un ambiente de aprendizaje basado en el respeto, la colaboración y la responsabilidad compartida.

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Discusión grupal
-

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Técnica expositiva
- Ejercicios prácticos
- Elaboración de informes

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente de la UABC.

Criterios de evaluación

- Portafolio de evidencias..... 45%
- Examen teórico..... 15%
- Proyecto final 40%
- Total.....100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Anglada, L. (coordinador) (2019). *FAIR X FAIR*. Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya (CSUC).
- Bechhofer, S., De Roure, D., Gamble, M. *et al.* (2020). Research Objects: Towards Exchange and Reuse of Digital Knowledge. *Nat Prec.* doi.org/10.1038/npre.2010.4626.1
- British Oceanographic Data Centre (2024). *The NERC Vocabulary Server*, Natural Environment Research Council, <https://vocab.nerc.ac.uk>
- Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO. 2023. *Plan estratégico de la COI para la gestión de datos e información oceanográficos (2023-2029)*. UNESCO.
- Coronel, C., Rob, P., Morris, S.(2011). Bases de datos: diseño, implementación y Administración. *Cengage Learning*. <https://libcon.rec.uabc.mx:2383/?il=1280> [Clásica]
- European Marine Observation and Data Network (EMODnet) (25 de agosto de 2025). Tools & Guidelines. <https://emodnet.ec.europa.eu/en/tools-guidelines>
- FAO (2024). *Aquatic Science and Fisheries Thesaurus*. Available online at <https://vocabularyserver.com/asfa/>
- Koltay, T. (2022). *Research Data Management and Data Literacies*. Chandos Information Professional Series.
- Lewis, C. (2024). *Data Management in Large-Scale Education Research*. Taylor & Francis Limited (Sales).
- López-Tarruella Martínez, A. (2021). *Propiedad intelectual e innovación basada en los datos*. Madrid, España: Editorial Dykinson, S.L.
- Manu TR, and Gala, B. (2019). *Research Data Management lifecycle: An Overview*. In book: *In the Trends, Challenges and Opportunities for LIS Education and Practice* (Festschrift Volume in Honour of Prof. Muttayya M. Koganuramath). Publisher: Shree Publishers and Distributors.
- Ocean Biodiversity Information System (25 agosto 2025). The OBIS Manual. <https://manual.obis.org/>
- Pasquetto, I.V., Randles, B.M. and Borgman, C.L. (2017). On the Reuse of Scientific Data. *Data Science Journal*, 16, DOI: <http://doi.org/10.5334/dsj-2017-008>

Pasquetto, I. V., Borgman, C. L., & Wofford, M. F. (2019). Uses and Reuses of Scientific Data: The Data Creators' Advantage. *Harvard Data Science Review*, 1, <https://doi.org/10.1162/99608f92.fc14bf2d>

Subirats Maté, L., Pérez Trenard, D. O., Calvo González, M., Guitart Hormigo, I. (2019). *Introducción al ciclo de vida de los datos*. Universitat Oberta de Catalunya.

Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. *et al.* (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data* 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18> [Clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar preferentemente con el grado de doctorado en oceanografía, sistemas computacionales, ingeniería o ciencia de datos, informática o carrera afín. Tener experiencia en el manejo y uso de datos oceanográficos. Haber participado en el diseño y gestión de bases de datos oceanográficos. Contar con experiencia docente de al menos un año. Ejercer liderazgo académico con respeto, inclusión y perspectiva formativa.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Evaluación de la Vulnerabilidad y Riesgo en Ecosistemas Marinos y Costeros

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 3 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Eduardo Amir Cuevas Flores
Abigail Uribe Martínez
Raymundo Mineros Ramírez
Alejandro Espinoza Tenorio
Crystian Alexander Martínez Zamudio
David Morales Campos

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de la siguiente competencia del perfil de egreso:

2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que las y los estudiantes aprendan a desarrollar modelos de evaluación sistemática e integral de la vulnerabilidad y riesgos ecológicos de ecosistemas marinos y costeros ante múltiples estresores naturales y antrópicos, incluyendo el contexto histórico en el que dichos estresores han sido exacerbados por alteraciones regionales y globales producidas por el ser humano.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Adaptar modelos para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los ecosistemas marinos y costeros a múltiples fuentes de presión, a través de aplicar distintas aproximaciones de evaluación cuantitativa y semicuantitativa multidisciplinarias, para diseñar un esquema operacional de evaluación replicable, con una actitud metódica e integridad.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- 1) Un portafolio de evidencias que contenga:
 - a) Reportes de lecturas
 - b) Prácticas de talleres.
- 2) Presentación de forma escrita y oral de un proyecto final.
 - a) Contendrá la descripción detallada de la evaluación de vulnerabilidad y riesgo de atributos o procesos clave de un ecosistema marino o costero ante múltiples fuentes de presión.
 - b) Se presentará con el formato de un artículo científico.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Fundamentos de la vulnerabilidad y riesgo ambiental

Horas: 4

Competencia de la unidad: Juzgar el arreglo estructural y conceptual de modelos de vulnerabilidad y riesgo de ecosistemas marinos y costeros, a partir de analizar los componentes de distintas aproximaciones multi e interdisciplinarias, para ordenar un ensamble básico para evaluar la vulnerabilidad y riesgo, con una actitud crítica.

Contenido:

- 1.1. Conceptualización de la vulnerabilidad y riesgo de ecosistemas marinos y costeros
 - 1.1.1. Perspectiva operacional, estructura y aplicaciones en ambientes marinos y costeros
 - 1.1.2. Componentes del análisis de vulnerabilidad y riesgo, así como su integración
- 1.2. Herramientas para la operacionalización de esquemas de evaluación
 - 1.2.1. Instrumentos participativos transdisciplinarios para la operacionalización de la evaluación de vulnerabilidad
 - 1.2.2. Construcción de modelos conceptuales de la vulnerabilidad

Prácticas de taller:

Horas: 12

- 1. Identifica atributos clave y operacionaliza su medición. Construye un mapa conceptual que incluye los conceptos abstractos relacionados con los atributos ecosistémicos de interés, e identifica las variables concretas para su medición.
- 2. Identifica y jerarquiza fuentes de presión. Integra un reporte en el que describe las fuentes de presión gobernantes sobre los atributos ecosistémicos seleccionados, y define herramientas metodológicas para la medición de las fuentes de presión y su jerarquización.
- 3. Argumenta un esquema del ensamble relacional de los componentes del sistema. Integra un reporte en el que describe en texto y diagramas el ensamble del conjunto de variables seleccionado para medir la vulnerabilidad y riesgo.

VI. TEMARIO

Unidad 2. La evaluación del riesgo ambiental en el contexto operacional

Horas: 4

Competencia de la unidad: Formular una ruta crítica de evaluación del riesgo ambiental de ecosistemas marinos y costeros, mediante la organización de los componentes estructurales de los modelos conceptuales, para diseñar un esquema de evaluación y monitoreo sistemático basado en estándares nacionales e internacionales, con una actitud analítica.

Contenido:

- 2.1. Historia breve de la evaluación de riesgo ambiental
 - 2.1.1. Evolución de las aproximaciones para evaluar el riesgo ambiental
 - 2.1.2. Marco normativo mexicano e internacional sobre el riesgo ambiental en ecosistemas marinos y costeros
 - 2.1.3. Estándares y certificaciones internacionales sobre la evaluación de riesgo ambiental en ecosistemas marinos y costeros
- 2.2. Ruta metodológica general para la evaluación del riesgo ambiental
 - 2.2.1. Conceptualización del problema de riesgo en el ecosistema
 - 2.2.2. Caracterización del riesgo (fuentes, procesos e impactos)
 - 2.2.3. Evaluación de los impactos potenciales en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la salud humana (herramientas metodológicas disponibles para su cuantificación)
 - 2.2.4. Construcción y análisis de escenarios de manejo
 - 2.2.5. Análisis de aproximaciones numéricas para la cuantificación del riesgo (incluyendo métodos deterministas y probabilistas)
 - 2.2.6. Monitoreo e inspección
 - 2.2.7. Estrategias de gestión para la evaluación y adaptación

Prácticas de taller: 1. Construye una ruta metodológica de evaluación de riesgo. Elabora un reporte en el que describe una ruta metodológica con todos los pasos del proceso de evaluación y gestión del riesgo en ecosistemas marinos y costeros, así como un diagrama de flujo, de acuerdo a estándares nacionales e internacionales. 2. Operacionaliza la evaluación de riesgo. Elabora un reporte que contenga la descripción de un mapa conceptual que incluya las relaciones entre los componentes bióticos y abióticos del sistema de estudio, sus relaciones y fuentes de riesgo, la identificación de atributos esenciales de cada elemento y las variables de medición para cuantificar el riesgo a múltiples fuentes de presión.	Horas: 12

VI. TEMARIO

Unidad 3. Implementación de estrategias para la evaluación del riesgo ambiental	Horas: 4
Competencia de la unidad: Implementar métodos y estrategias de evaluación del riesgo en ecosistemas marinos y costeros a múltiples fuentes de presión, a partir de la inspección y aplicación de herramientas cuantitativas y semicuantitativas en el contexto nacional e internacional, para diseñar el andamiaje de un sistema operacional que utilice tecnología de vanguardia en la obtención sistemática de información, con una actitud innovadora y proactiva.	
Contenido: 3.1. Evaluación de riesgo 3.1.1. Métodos cualitativos vs. cuantitativos en la evaluación del riesgo 3.1.2. Herramientas utilizadas en la cuantificación del riesgo: matrices de riesgo, análisis probabilísticos, simulaciones, Agentes-Presiones-Condición Ambiental-Impacto-Respuesta (DPSIR, por sus siglas en inglés), evaluaciones de riesgo de fuente, vía y receptor (SPRC, por sus siglas en inglés) 3.1.3. Indicadores de riesgo y su importancia en la toma de decisiones 3.1.4. Construcción y análisis de escenarios y su importancia en la gestión 3.1.5. Operacionalización del riesgo: cómo transformar los conceptos en medidas aplicadas y prácticas	
Prácticas de taller: 1. Construye un cuadro sinóptico comparativo de métodos cualitativos, cuantitativos y semicuantitativos para la evaluación del riesgo que fueron analizados.	Horas: 12

2. Elabora matrices de evaluación de riesgo a un ecosistema marino o costero local. 3. Diseña un escenario de evaluación del riesgo de un ecosistema marino o costero a una fuente de presión, el cual incluye la operacionalización de los atributos clave de interés y su programa de gestión.	

VI. TEMARIO	
Unidad 4. La dimensión socioecológica de la vulnerabilidad y riesgo	Horas: 4
Competencia de la unidad: Juzgar aproximaciones de evaluación y monitoreo de la vulnerabilidad y riesgo de paisajes marinos y costeros, a partir del análisis epistemológico de la oceanografía transdisciplinar en un contexto holístico, para debatir sobre la pertinencia de incluir otras variables distintas a las bióticas y abióticas contenidas en sistemas clásicos de evaluación operacional, con una actitud reflexiva.	
Contenido: 1.1. La contextualización socioambiental en territorios con posibles conflictos ambientales 1.2. Operacionalización de variables socioecológicas esenciales 1.3. Herramientas de diagnóstico y planeación territorial en contextos vulnerables y de riesgo 1.4. Impactos residuales y externalidades asociadas con el impacto ambiental	
Prácticas de taller: 1. Reconstruye mapas y redes de actores clave. Implementa herramientas metodológicas para identificar actores clave en el paisaje estructural y relacional de la región marina o costera de interés, e ilustra los componentes y sus asociaciones directas e indirectas. 2. Relata en un reporte el resultado de la evaluación de necesidades de usuarios multisectoriales sobre sistemas operacionales asociados con la evaluación de vulnerabilidad y riesgo de ecosistemas marinos y costeros. 3. Construye una matriz de evaluación de vulnerabilidad social para lo que utiliza datos socioeconómicos públicos disponibles.	Horas: 12

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Discusión grupal
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Portafolio de evidencias.....	65%
- Proyecto final.....	35%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Cruz-Ramírez, C.J., Chávez, V., Silva, R., Muñoz-Perez, J.J. y E. Rivera-Arriaga. (2024). Coastal Management: A review of key elements for vulnerability assessment. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12: 386. doi: 10.3390/jmse12030386
- Cuevas, E., Liceaga-Correa, M.A. y A. Uribe-Martínez. (2019). Ecological vulnerability of two sea turtle species in the Gulf of Mexico: an integrated spatial approach. *Endangered Species Research*, 40: 337-356. doi: 10.3354/esr00984

- De Lange, H.J., Sala, S., Vighi, M., J.H. Faber. (2010). Ecological vulnerability in risk assessment - A review and perspectives. *Science of the Total Environment*, 408: 3871-3879. doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.11.009 [Clásica]
- Earth, H.M.M., Wijesekera, N.T.S., R.L.H.L. Rajapakse. (2021). Development of an operational framework for flood risk management. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 943: 012009. doi: 10.1088/1755-1315/943/1/012009
- Eidsvig, U.M., Medina-Cetina, Z., Kveldsvik, V., Glimsdal, S., Harbitz, C.B. y F. Sandersen. (2011). Risk assessment of a tsunamigenic rockslide Aknes. *Natural Hazards*, 56: 529-545. doi: 10.1007/s11069-009-9460-6 [Clásica]
- Gerhardinger, L.C., Moreira-Moura, G.G., McKinley, E., Christie, P., Narchi, N.E., Colonese, A.C., Beittl, C.M., et al. (2024). A call for a cultural shift in oceanography. *Coastal Management*, 52(4–5), 175–187. doi: 10.1080/08920753.2024.2370214
- Helle, I., Mäkinen, J., Nevalainen, M., Afenyo, M., Vanhatalo, J. (2020). Impacts of oil spills on Arctic marine Ecosystems: A quantitative and probabilistic risk assessment perspective. *Environ. Sci. Technol.*, 54: 2112–2121. doi: 10.1021/acs.est.9b07086
- Holsman, K., Samhouri, J., Cook, G., Hazen, E., Olsen, E., Dillard, M., Kasperski, S., et al. (2018). An ecosystem-based approach to marine assessment. *Ecosystem Health and Sustainability*, 3:1, e01256. doi: 10.1002/ehs2.1256
- Kaynia, A.M., Papathoma-Köhle, M., Neuhäser, B., Ratzinger, K., Wenzel, H. y Z. Medina-Cetina. (2008). Probabilistic assessment of vulnerability to landslide: Application to the village of Lichtenstein, Baden-Württemberg, Germany. *Engineering Geology*, 101: 33-48. doi: 10.1016/j.enggeo.2008.03.008 [Clásica]
- Miloslavich, P., Seeyave, S., Muller-Karger, F., Bax, N., Alí, E., Delgado, C., Evers-King, H. et al. (2019). Challenges for global observation: the need for increased human capacity. *Journal of Operational Oceanography*, 12(S2): s137 – s156. doi: /10.1080/1755876X.2018.1526463
- Norton, S.B., Rodier, D.J., Gentile, J.H., van Der Schalke, W.H., Wood, W.P., M.W. Slimak. (1992). A framework for ecological risk assessment at the EPA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 11: 1663-1672. [Clásica]
- Rohr, J.R., Salice, C.J., R.M. Nisbet. (2016). The pros and cons of ecological risk assessment based on data from different levels of biological organization. *Crit. Rev. Toxicol.*, 46(9): 756-784. doi: 10.1080/10408444.2016.1190685.
- She, J. y J. Murawski. (2019). Developing community marine data service for Blue Growth sectors. *Journal of Operational Oceanography*, 12(S2): s80 – s96. doi: 10.1080/1755876X.2019.1644095

Stelzenmüller, V., Fock, H.O., Gimpel, A., Rambo, H., Diekmann, R., Probst, W.N., Callies, U. et al. (2015). Quantitative environmental risk assessment in the context of marine spatial management: current approaches and some perspectives. *ICES Journal of Marine Science*, 72(3): 1022-1042. doi: 10.1093/icesjms/fsu206

Taylor-Diana, Z., Virdin, J., Nowlin, M.B., Jayasundara, N. y D. Rittschof (2024). Transdisciplinary doctoral training to address global sustainability challenges. *PLOS Sustain Transform*, 3(1): e0000091. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000091>

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta la unidad de aprendizaje debe tener el grado de Doctorado afín a las ciencias marinas y haber desarrollado investigación que compruebe la comprensión y experiencia en la implementación de evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo en ecosistemas marinos y costeros. Debe contar con experiencia docente en nivel posgrado. Ser proactivo y responsable.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Métodos de Evaluación de Salud de Organismos Acuáticos

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 0 HL: 3 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Sheila Castellanos Martínez
Oscar Basilio Del Río Zaragoza

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Métodos de Evaluación de Salud de Organismos Acuáticos tiene como propósito aportar métodos, herramientas y técnicas para su aplicación en el área de salud animal formando profesionales competentes para evaluar signos de salud y enfermedad a través del análisis de la anatomía externa e interna, análisis celulares y humorales de la sangre y hemolinfa, así como de la evaluación de daños potenciales a nivel tisular en organismos silvestres y cultivados.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar métodos de evaluación de salud y daños potenciales a nivel tisular de organismos acuáticos, mediante el análisis de su anatomía externa e interna, así como el uso de técnicas básicas de laboratorio que implican la valoración celular y humoral de la sangre, para realizar un rápido y eficiente diagnóstico del estado de salud de los organismos, con una actitud honesta y responsable.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias que incluya las actividades realizadas durante el curso con los distintos organismos analizados.
2. Reporte final de investigación por escrito: El documento escrito deberá contener una introducción, marco teórico y metodológico, resultados, conclusiones, bibliografía, y deberá ser presentado también de forma oral.

VI. TEMARIO	
Unidad 1. Anatomía de invertebrados	Horas: 2
Competencia de la unidad: Analizar la anatomía externa e interna de moluscos y crustáceos marinos, mediante la revisión de organismos, para evaluar cómo una alteración morfológica puede repercutir en su desempeño y salud, con actitud crítica.	
Contenido: 1.1. Moluscos bivalvos 1.2. Moluscos cefalópodos 1.3. Crustáceos: camarones	
Prácticas de laboratorio: 1. Realiza esquemas de la anatomía externa e interna de moluscos bivalvos y cefalópodos, y crustáceos señalando las distintas estructuras identificadas. 2. Estima los índices morfofisiológicos en los distintos organismos observados. 3. Entrega un reporte de las actividades realizadas con los principales resultados encontrados, que incluya un análisis y la conclusión.	Horas: 12

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Técnicas de toma de muestra en moluscos y crustáceos	Horas: 6
Competencia de la unidad: Aplicar el procedimiento de anestesia, técnicas de diagnóstico no letales y de necropsia, mediante el análisis de casos reales, para tomar muestras que le permitan hacer un diagnóstico efectivo y comprender la diferencia entre lesiones y alteraciones post-mortem, con actitud analítica y responsabilidad.	
Contenido: 2.1. Anestesia y analgesia 2.1.1. Tipos de anestésicos 2.1.2. Indicadores conductuales 2.1.3. Implicaciones éticas en el manejo de organismos 2.2. Hemolinfa y sus características 2.2.1. Técnicas de extracción de hemolinfa 2.2.2. Recuento hemocitario total 2.2.3. Tinción de células 2.2.4. Morfología y tipos celulares	

2.2.5. Recuento hemocitario diferencial 2.3. Técnica de diagnóstico no letales 2.3.1. Biopsia de piel y branquias 2.3.2. Improntas 2.3.3. Frotis 2.4. Necropsia 2.4.1. Alteraciones post-mortem 2.4.2. Colecta y fijación de órganos	
Prácticas de laboratorio: 1. Redacta y aplica un protocolo para inducir a la analgesia y anestesia a los organismos de estudio. 2. Aplica técnicas de diagnóstico no letales: extracción de hemolinfa, frotis celulares, biopsia de piel y branquias, improntas. 3. Realiza un recuento total y diferencial de hemocitos. 4. Realiza una necropsia: Alteraciones post-mortem, lesiones. 5. Realiza una colecta y fija los órganos seleccionados del invertebrado. 6. Entrega un reporte de las actividades realizadas con los principales resultados encontrados, que incluya un análisis y la conclusión.	Horas: 12

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Anatomía de Peces	Horas: 2
Competencia de la unidad: Analizar la anatomía externa e interna de peces, mediante la revisión de organismos, para evaluar cómo una alteración morfológica puede repercutir en su desempeño y salud, con actitud crítica.	
Contenido: 3.1. Anatomía externa de peces 3.2. Anatomía interna de peces 3.3. Características morfofuncionales de peces 3.3.1. Locomoción 3.3.2. Alimentación 3.4. Parámetros para evaluar la condición de salud en peces 3.4.1. Factor de condición 3.4.2. Índices vicerosomático: Gonadosomatico y Hepatosomatico	

Prácticas de laboratorio: 1. Realiza esquemas de la anatomía externa e interna de peces señalando las distintas estructuras identificadas. 2. Caracteriza los grupos morfofuncionales en las diferentes especies de peces que el docente proporcionará. 3. Calcula los Índices de condición en los peces revisados. 4. Entrega un reporte de las actividades realizadas con los principales resultados encontrados, que incluya un análisis y la conclusión.	Horas: 12

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Técnicas de toma de muestra en peces	Horas: 6
Competencia de la unidad: Aplicar el procedimiento de anestesia, técnicas de diagnóstico no letales y de necropsia en peces, mediante el análisis de casos reales, para tomar muestras que le permitan hacer un diagnóstico efectivo y comprender la diferencia entre lesiones y alteraciones post-mortem, con actitud analítica y responsabilidad.	
Contenido: 4.1. Anestesia en peces 4.1.1. analgesia, anestesia y muerte 4.1.2. Respuestas conductuales 4.1.3. Respuestas fisiológicas 4.1.4. Tipos de anestésicos 4.2. La sangre y sus características 4.2.1. Técnica de extracción de sangre 4.2.2. Análisis de sangre 4.2.3. Morfología celular 4.2.4. Recuento celular 4.2.5. Fijación y tinción de células 4.3. Técnicas de diagnóstico no letales 4.3.1. Biopsia de piel 4.3.2. Biopsia de branquias 4.4. Necropsia 4.4.1. Alteraciones post-mortem 4.4.2. Lesiones 4.4.3. Colecta y fijación de órganos	
Prácticas de laboratorio:	Horas: 12

1. Redacta y aplica un protocolo para inducir a la analgesia y anestesia a los organismos de estudio. 2. Aplica técnicas de diagnóstico no letales: extracción de sangre, frotis celulares, biopsia de piel y branquias. 3. Realiza un recuento total y diferencial de eritrocitos y leucocitos. 4. Realiza una necropsia: diferencia alteraciones post-mortem de lesiones provocadas por un traumatismo o una enfermedad. 5. Realiza una colecta y fija los órganos seleccionados de los peces proporcionados por el docente. 6. Entrega un reporte de las actividades realizadas con los principales resultados encontrados, que incluya un análisis y la conclusión.	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Solución de problemas
- Discusión grupal

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Ejercicios prácticos

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Examen (dos parciales c/u 10%).....	20%
- Tareas.....	10%
- Prácticas de laboratorio.....	20%
- Reporte de investigación y exposición.....	50%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, G.R. (1995). Peces óseos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (Eds.), *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Volumen II y III.* (pp. 800-1652). Departamento de Pesca de la FAO y el Instituto de Investigación Senckenberg. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Clásica]
- Andrews, P. L., Darmaillacq, A., Dennison, N., Gleadall, I. G., Hawkins, P., Messenger, J. B., Osorio, D., Smith, V. J., & Smith, J. A. (2013). The identification and management of pain, suffering and distress in cephalopods, including anaesthesia, analgesia and humane killing. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 447, 46–64. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.02.010> [clásica]
- Bruno, D. W., Noguera, P. A., & Poppe, T. T. (2013). A colour atlas of salmonid diseases. In *Springer eBooks*. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2010-7> [Clásica]
- Castellanos-Martínez, S., & Gestal, C. (2013). Pathogens and immune response of cephalopods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 447, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.02.007> [clásica]
- Chang, X., & Wang, W. zmat.2024.135939(2024). *In vivo* Bioaccumulation and Responses of Hemocytes of Mussels *Perna viridis* to Microplastics and Nanoplastics Exposure. *Journal of Hazardous Materials*, 480, 135939. <https://doi.org/10.1016/j.jha>
- Colunga-Ramírez, G. E., Del Rio-Zaragoza, O. B., & Castellanos-Martínez, S. (2023). Unusual formation of air bubbles in the arms of the California two-spot octopus, *Octopus bimaculatus* Verrill, 1883 during handling in captivity. *Marine Biology*, 170(11). <https://doi.org/10.1007/s00227-023-04293-2>
- De Freitas Rebelo, M., De Souza Figueiredo, E., Mariante, R. M., Nóbrega, A., De Barros, C. M., & Allodi, S. (2013). New Insights from the Oyster *Crassostrea rhizophorae* on Bivalve Circulating Hemocytes. *PLoS ONE*, 8(2), e57384. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057384> [clásica]
- De La Ballina, N. R., Maresca, F., Cao, A., & Villalba, A. (2022). Bivalve Haemocyte Subpopulations: A review. *Frontiers in Immunology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.826255>

Fishbeck D.W., & Sebastiani, A. (2015). *Comparative Anatomy: Manual of Vertebrate Dissection*. (3a. Ed). Morton Publishing Company, USA. 576 pp [clásica]

Gleadall, I. G. (2013). The effects of prospective anaesthetic substances on cephalopods: Summary of original data and a brief review of studies over the last two decades. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 447, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.02.008> [clásica]

Grinchenko, A., Sokolnikova, Y., Tumas, A., Mokrina, M., Tsoy, E., Buriak, I., Kumeiko, V., & Onishchenko, M. (2024). Hemolymph parameters are a useful tool for assessing bivalve health and water quality. *Diversity*, 16(7), 404. <https://doi.org/10.3390/d16070404>

Guerra, Á. (1975). Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarck, mediante un índice de madurez. *Investigación Pesquera*, 39(2), 397–416. https://digital.csic.es/bitstream/10261/52866/1/Guerra_1975.pdf [clásica]

Hine, P. (1999). The inter-relationships of bivalve haemocytes. *Fish & Shellfish Immunology*, 9(5), 367–385. <https://doi.org/10.1006/fsim.1998.0205> [clásica]

Iwama, G. (2011). *The Fish Immune System: Organism, Pathogen, and Environment*. USA. Academic Press [clásica]

Roberts, J.J. (2012). *Fish Pathology*. (4a Ed). W.B. Edinbrough:Saunders [clásica]

Su, Y., Yang, F., & Li, F. (2024). Comparison analysis of circulating hemocytes in decapod crustaceans. *Fish & Shellfish Immunology*, 109947. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2024.109947>

Vandepas, L. E., Crim, R. N., Gilbertson, E., Yonemitsu, M. A., Unsell, E., Metzger, M. J., Lacy-Hulbert, A., & Goetz, F. W. (2024). Application of Hemolymph Smear Histology Diagnosis to Detect Disseminated Neoplasia in Basket Cockles (*Clinocardium nuttallii*). *Journal of Shellfish Research*, 43(2). <https://doi.org/10.2983/035.043.0211>

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá tener preferentemente el grado de doctor en Ciencias del mar y Acuicultura o áreas afines, con experiencia docente y de investigación en el área de salud animal acuícola, ser proactivo (a) y responsable.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Respuestas Químicas de Organismos Marinos ante el Cambio Climático

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 3 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Cristina Landa Cansigno
Jose Miguel Sandoval Gil
Ricardo Cruz López
Víctor Alfonso Macías Carranza

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de las siguientes competencias de perfil de egreso:

2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje tiene como propósito que la o el estudiante adquiera conocimientos que le permitan analizar y evaluar las respuestas químicas adaptativas y aclimatativas de los organismos marinos ante estresores asociados al cambio climático, diseñar esquemas de monitoreo y evaluación tanto en los ecosistemas marinos como en los sistemas de acuicultura, y generar información científica que respalde la toma de decisiones para mitigar los efectos del cambio climático, y de otras presiones antrópicas. Lo anterior aplicando técnicas avanzadas como la metabolómica y habilidades operacionales bioinformáticas para el manejo de grandes bases de datos.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar las propiedades metabólicas adaptativas y respuestas aclimatativas de organismos marinos de importancia ecológica y acuícola ante el cambio climático, a través de la aplicación de técnicas de análisis químicos y bioinformáticos, para diseñar estrategias de gestión de ecosistemas marinos y de producción en acuicultura desde una perspectiva multidisciplinaria, con honestidad y responsabilidad social y ambiental.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Elaborar y presentar un informe final sobre casos de estudio en los que se apliquen análisis metabolómicos como herramientas para examinar las respuestas de organismos marinos ante el cambio climático, en sus hábitats naturales y en actividades acuícolas.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Cambio climático y respuestas químicas adaptativas de los organismos marinos

Horas: 3

Competencia de la unidad: Examinar el impacto del cambio climático de los organismos marinos, mediante el análisis de sus propiedades químicas adaptativas, para explicar los efectos en los ecosistemas marinos y acuicultura, con una actitud reflexiva y crítica.

Contenido:

- 1.1. Introducción al cambio climático global
 - 1.1.1. Definición
 - 1.1.2. Impacto del cambio climático en los ecosistemas marinos
- 1.2. Tipos de estresores en los ecosistemas marinos
 - 1.2.1. Cambios en la temperatura
 - 1.2.2. Acidificación del océano
 - 1.2.3. Hipoxia y reducción de oxígeno
 - 1.2.4. Variabilidad en la salinidad
- 1.3. Respuestas químicas adaptativas de los organismos marinos
 - 1.3.1. Metabolismo primario de los organismos marinos
 - 1.3.2. Metabolismo secundario de los organismos
 - 1.3.3. Estrategias de supervivencia
 - 1.3.4. Adaptaciones específicas en diferentes grupos biológicos
 - 1.3.4.1. Macrófitos marinos
 - 1.3.4.2. Cnidarios
 - 1.3.4.3. Esponjas
 - 1.3.4.4. Moluscos
 - 1.3.4.5. Crustáceos
 - 1.3.5. El microbioma de los organismos marinos
 - 1.3.5.1. Composición del microbioma marina
 - 1.3.5.2. Rol del microbioma en los hospederos
 - 1.3.5.3. Efectos del cambio climático en el microbioma
 - 1.3.5.4. Impactos del microbioma en la respuesta metabólica de los organismos marinos

Prácticas de taller:

- 1. Participa en la discusión sobre los impactos del cambio climático en los ecosistemas marinos, así como las posibilidades de mitigar estos efectos a través de la acuicultura y la conservación.
- 2. Selecciona un organismo marino e investiga sus estrategias de supervivencia y adaptación frente a factores de estrés ambiental y presenta los resultados.

Horas: 9

VI. TEMARIO

Unidad 2. Metabolitos en organismos marinos: clasificación y actividad biológica

Horas: 3

Competencia de la unidad: Diferenciar los metabolitos producidos por organismos marinos, su función biológica y biotecnológica, mediante el análisis de casos de estudio, con la finalidad de explicar sus posibles aplicaciones para el monitoreo de organismos marinos, con actitud objetiva y reflexiva.

Contenido:

- 2.1. Clasificación de metabolitos primarios
 - 2.1.1. Estructura química y función de los metabolitos primarios
 - 2.1.1.1. Carbohidratos
 - 2.1.1.2. Lípidos
 - 2.1.1.3. Proteínas
 - 2.1.2. Estructura química y función de los metabolitos secundarios
 - 2.1.2.1. Terpenos
 - 2.1.2.2. Alcaloides
 - 2.1.2.3. Fenoles
 - 2.1.2.4. Otros
- 2.2. Actividad biológica de los metabolitos de organismos marinos
 - 2.2.1. Concepto de actividad biológica
 - 2.2.2. Efectos bioactivos de los metabolitos de origen marino
 - 2.2.3. Campos de aplicación de los metabolitos bioactivos
- 2.3. Variación química de los organismos marinos y su impacto en la actividad biológica
- 2.4. Marcadores quimiotaxonómicos

Prácticas de taller:

1. Presenta una investigación sobre un metabolito de interés, del cual describe su estructura química, función, actividad biológica y aplicaciones potenciales.

Horas: 9

VI. TEMARIO

Unidad 3. Métodos y técnicas de identificación y extracción de metabolitos de organismos marinos

Horas: 4

Competencia de la unidad: Examinar las herramientas de estudio de metabolitos, mediante el análisis de técnicas de identificación, para el diseño de propuestas de investigación, con actitud innovadora y organizada.

Contenido:

- 3.1. Métodos de extracción de metabolitos de origen marino
 - 3.1.1. Extracción por maceración

3.1.2. Extracción líquido-líquido 3.1.3. Extracción asistida por ultrasonido 3.1.4. Extracción asistida por microondas 3.1.5. Extracción acelerada por disolventes 3.1.6. Extracción por fluidos supercríticos 3.2. Análisis metabolómicos para la identificación de compuestos 3.2.1. Definición de la metabolómica 3.2.1.1. Metabolómica dirigida 3.2.1.2. Metabolómica no dirigida 3.2.1.3. Flujos de trabajo 3.2.1.4. Análisis quimiométricos 3.2.1.5. Softwares para el análisis de datos metabolómicos 3.2.2. Plataformas analíticas y bio-informáticas 3.2.3. Cromatografía de líquidos acoplada en espectrometría de masas (LC-MS) 3.2.4. Cromatografía de gases acoplada en espectrometría de masas (GC-MS) 3.2.5. Resonancia magnética nuclear (RMN) 3.3. Aplicaciones de la metabolómica 3.3.1. Monitoreo de organismos marinos ante el cambio climático 3.3.2. Optimización del cultivo de organismos marinos	
Prácticas de taller: 1. Realiza un análisis crítico de artículos científicos que aborden diferentes métodos de extracción de metabolitos de origen marino. 2. Participa en la discusión de la aplicación de la metabolómica en los escenarios de cambio climático y en la domesticación de especies para la acuicultura. 3. Presenta un diseño de un esquema de análisis metabolómico.	Horas: 12

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Procesamiento de datos metabolómicos	Horas: 6
Competencia de la unidad: Emplear flujos de análisis metabolómicos, mediante el uso de herramientas quimiinformáticas, para el estudio de metabolitos de organismos marinos, con actitud ordenada y proactiva.	
Contenido: 4.1. Datos obtenidos por LC-MS 4.1.1. Formatos de datos 4.1.2. Softwares para el análisis de datos metabolómicos 4.1.3. Flujos de análisis de datos	

4.2. Pretratamiento de datos 4.2.1. Normalización de datos 4.2.2. Filtrado y escalamiento de datos 4.3. Análisis estadísticos y visualización de datos metabolómicos 4.3.1. Análisis estadísticos 4.3.1.1. Análisis de componentes principales 4.3.1.2. Análisis de agrupamiento jerárquico (heatmaps) 4.3.1.3. Análisis discriminante por mínimos cuadrados parciales (PLS-DA) 4.3.1.4. Análisis de fold-change 4.3.2. Visualización de datos 4.3.2.1. Gráficos de volcán 4.3.2.2. Diagrama de Venn 4.4. Perfilamiento químico y análisis funcional 4.4.1. Bases de datos para anotaciones de metabolitos de origen marino 4.4.1.1. Construcción de bases de datos de metabolitos de origen marino 4.4.1.2. Identificaciones tentativas 4.4.2. Análisis funcional de metabolitos 4.4.2.1. Análisis de rutas metabólicas	
Prácticas de Taller: 1. Practica el uso de softwares de acceso libre y aplica análisis estadísticos y de visualización de datos metabolómicos. 2. Genera una base de datos de metabolitos de organismos marinos para la identificación tentativas de compuestos. 3. Presenta y discute los resultados obtenidos del análisis de datos.	Horas: 18

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva

- Trabajo colaborativo
- Elaboración de informes
- Ejercicios prácticos
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Actividades realizadas en Horas Taller.... 40%
- Exposiciones.....30%
- Informe final sobre casos de estudio.....30%
- Total.....100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

Bayona, L. M., de Voogd, N. J., & Choi, Y. H. (2022). Metabolomics on the study of marine organisms. In *Metabolomics* (Vol. 18, Issue 3). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11306-022-01874-y>

DeWeese, K. J., & Osborne, M. G. (2021). Understanding the metabolome and metagenome as extended phenotypes: The next frontier in macroalgae domestication and improvement. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(5), 1009–1030. <https://doi.org/10.1111/jwas.12782>

Escobar-Sierra, C., de Kock, W., Hasler-Sheetal, H., Holmer, M., Chatzigeorgiou, G., Tsapakis, M., & Apostolaki, E. T. (2023). Metabolomics Unravels Grazing Interactions under Nutrient Enrichment from Aquaculture. *Diversity*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/d15010031>

Gaudêncio, S. P., Bayram, E., Lukić Bilela, L., Cueto, M., Díaz-Marrero, A. R., Haznedaroglu, B. Z., Jimenez, C., Mandalakis, M., Pereira, F., Reyes, F., & Tasdemir, D. (2023). Advanced methods for natural products discovery: Bioactivity screening, dereplication, metabolomics profiling, genomic sequencing, databases and informatic

tools, and structure elucidation. In *Marine Drugs*, 21(5).
<https://doi.org/10.3390/md21050308>

Lyu, C., Chen, T., Qiang, B., Liu, N., Wang, H., Zhang, L., & Liu, Z. (2021). CMNPD: A comprehensive marine natural products database towards facilitating drug discovery from the ocean. *Nucleic Acids Research*, 49(D1), D509–D515.
<https://doi.org/10.1093/nar/gkaa763>

Pang, Z., Lu, Y., Zhou, G., Hui, F., Xu, L., Viau, C., Spigelman, A. F., Macdonald, P. E., Wishart, D. S., Li, S., & Xia, J. (2024). MetaboAnalyst 6.0: towards a unified platform for metabolomics data processing, analysis and interpretation. *Nucleic Acids Research*, 52(W1), W398–W406. <https://doi.org/10.1093/nar/gkae253>

Pinsky, M. L., Selden, R. L., & Kitchel, Z. J. (2024). *Climate-Driven Shifts in Marine Species Ranges: Scaling from Organisms to Communities*. 30(32).
<https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010419>

Reverter, M., Rohde, S., Parchemin, C., Tapissier-Bontemps, N., & Schupp, P. J. (2020). Metabolomics and marine biotechnology: Coupling metabolite profiling and organism biology for the discovery of new compounds. *Frontiers in Marine Science* (7).
<https://doi.org/10.3389/fmars.2020.613471>

Tan, L. T. (2023). Impact of Marine Chemical Ecology Research on the Discovery and Development of New Pharmaceuticals. In *Marine Drugs* (Vol. 21, Issue 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/md21030174>

Wishart, D. S., Cheng, L. L., Copié, V., Edison, A. S., Eghbalnia, H. R., Hoch, J. C., Gouveia, G. J., Pathmasiri, W., Powers, R., Schock, T. B., Sumner, L. W., & Uchimiy, M. (2022). NMR and metabolomics—A roadmap for the future. *Metabolites*, 12(8).
<https://doi.org/10.3390/metabo12080678>

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá tener preferentemente el grado de Doctor y tener experiencia en los temas de ecología química, fisiología de organismos marinos, química de productos naturales marinos y análisis metabolómicos. Así como manejar lenguaje de programación y uso de softwares especializados para el análisis de datos metabolómicos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Interpretación de Datos Biogeoquímicos y Ecológicos

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 1 HL: 2 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: octubre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

José Augusto Valencia Gasti
Armando Félix Bermúdez
Cristina Verónica Treinen Crespo

Validación del director de la unidad académica:

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar habilidades analíticas y técnicas para procesar datos oceanográficos, interpretar procesos o fenómenos ecológicos y biogeoquímicos, describir la dinámica del ecosistema marino, así como los mecanismos que generan su variabilidad, con responsabilidad y respeto al medio ambiente. Es una unidad de aprendizaje optativa de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional que no precisa requisitos previos para cursar y pertenece al área de conocimiento de Ciencias de la Tierra y del Mar.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar las variaciones espacio temporales de los procesos ecológicos y biogeoquímicos en los ecosistemas marinos, a través de la adquisición, procesamiento y análisis de distintas bases de datos oceanográficos, con la finalidad de interpretar variaciones en el clima del océano y proponer soluciones a conflictos ambientales a nivel local y regional, con actitud propositiva, analítica y responsabilidad.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias que integre:

- Dos reportes de las actividades de taller, de manera colaborativa. La estructura del reporte se divide en cinco secciones: resumen, introducción, metodología, resultados, discusión y referencias.
- Cuatro reportes de las actividades de laboratorio, de manera colaborativa. Cinco exposiciones orales en equipo de las prácticas de taller y de artículos asignados.
- Un reporte final escrito y su presentación oral sobre un proceso biogeoquímico estudiado en el curso, seleccionado y analizado por el estudiante con base en un conjunto de datos recopilados en aguas mexicanas. El reporte será de forma individual y tendrá la misma estructura de los reportes.

2. Dos exámenes.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Introducción al manejo y procesamiento de datos reales en el océano Horas: 2

Competencia de la unidad: Distinguir las escalas de variación espacial y temporal de variables oceanográficas de interés, mediante el uso de herramientas computacionales Ocean Data View (ODV)/R/Matlab, para comparar y reconocer diferentes procesos biogeoquímicos, con actitud interpretativa y analítica.

Contenido:

- 1.1. Introducción a la visualización y procesamiento de datos
 - 1.1.1. Reto Global 14 para un mundo sostenible: Vida en los océanos
 - 1.1.2. Repositorios de datos biológicos y biogeoquímicos en el océano
 - 1.1.3. Formatos de descarga y estructura de datos
- 1.2. Concepto de escalas de variación: extensión y resolución
 - 1.2.1. Estadística básica para análisis de datos, interpolación y visualización
 - 1.2.2. Herramientas de mapeo en ODV, R o Matlab: perfiles, secciones, superficies y series de tiempo
- 1.3. Definición de procesos naturales y antropogénicos

Prácticas de taller:

Horas: 4

- 1. **Las amenazas a los océanos**
 - 1.1 Reflexiona y analiza sobre cada una de las imágenes presentadas por la o el profesor sobre las amenazas a los océanos (ej. ondas cálidas, acidificación y sobrepesca)
 - 1.2 Discute en binas ¿qué creen que pasó antes y después de la foto?
 - 1.3 Descarga e instala los programas y reconoce las ventanas de trabajo, metadatos y derivación de variables en ODV/R/Matlab
 - 1.4 Reflexiona y contesta las siguientes preguntas: ¿por qué el océano es importante?, ¿qué tipo de datos colectan los oceanógrafos?, ¿cuáles son las dificultades de colecta de datos?, ¿qué harían con datos colectados en una misma región, pero en diferentes épocas (10-15 años después)?
 - 1.5 Selecciona una sección del océano que se evalúe de forma repetitiva en los datos de [GLODAPv2.2023](#) (Olsen et al. 2020). Extrae los datos del crucero y los analiza mediante la elaboración de una tabla o un gráfico
 - 1.6 Elabora dos gráficos (crucero inicial vs final) con las mismas variables. Crea dos diapositivas. La primera con título, variables y metadatos; la segunda con las

imágenes y una breve explicación de los observado (máximo dos líneas) 1.7 Envía a la o al profesor tu reporte de equipo por correo electrónico 1.8 Expone ante el grupo los resultados del análisis	
Prácticas de laboratorio: 1. Bases de datos biológicas y biogeoquímicas globales 1.1 Explora las bases de datos eWOCE (Atlas electrónico de datos WOCE-World Ocean Circulation Experiment-), BATS (Bermuda Atlantic Time-series Study), HOT (estación del Pacífico -the Hawaii Ocean Time-series-), WOA (World Ocean Atlas Data Access), MEOP-CTD (Marine Mammals Exploring the Oceans Pole to Pole), GBIF (nfraestructura Mundial de Información en Biodiversidad) y OBIS (Ocean Biogeographic Information System) 1.2 Explora y descarga una imagen diaria de la concentración de clorofila-a y la topografía dinámica absoluta en CMEMS (Copernicus Marine Service) 1.3 Responde las siguientes preguntas: ¿Dónde y cuándo han sido colectados estos datos?, ¿qué variables tienen?, ¿cómo se colecta esta información (p. ej., barcos, sensores remotos, vehículos autónomos)? 1.4 Elabora un cuadro comparativo sobre las características de la información e integra la información en un reporte 2. Concepto de escala temporal y espacial 2.1 Interpreta las características de una imagen de la concentración de clorofila-a (chl_a) y la temperatura superficial frente a la península de Baja California. ¿Dónde ocurren los máximos y mínimos en cada variable? 2.2 Elabora una sección para todas las variables desde la costa hasta los 210 km fuera de la costa. ¿Hay alguna relación entre la temperatura y la chl_a? 2.3 Deduce los procesos presentes en las imágenes. Desarrolla una propuesta de muestreo para estudiar alguno de los procesos y los métodos de observación a utilizar (p. ej., cruceros, boyas, vehículos autónomos, etc.) 2.4 Elabora una presentación (máximo cinco diapositivas) en PowerPoint que indiquen cómo abordar la siguiente pregunta: ¿el aumento de la	Horas: 8

estratificación en la columna de agua por el cambio climático disminuye la producción primaria frente a la península de Baja California? Elabora una hipótesis de investigación, diseño de muestreo y tipo de método a utilizar. Discute la idea en una mesa redonda durante la práctica	

VI. TEMARIO

Unidad 2. Patrones de variación en la producción primaria	Horas: 2

Competencia de la unidad: Explicar los mecanismos que regulan la producción primaria, para relacionar los factores que modifican su distribución en aguas costeras y oceánicas, mediante el análisis de bases de datos, con una actitud propositiva y de pensamiento crítico.

Contenido:

- 2.1. ¿Qué es producción primaria marina? Su importancia en el océano
 - 2.1.1. Espectrómetros y otros sistemas de medición del color del océano
 - 2.1.2. Organismos vivos responsables de la concentración de clorofila-a
- 2.2. Escalas y factores de control de la concentración de clorofila-a
 - 2.2.1. La hipótesis de profundidad crítica de Sverdrup: iniciación de los florecimientos, luz y capa de mezcla
 - 2.2.2. Estratificación, pastoreo y nutrientes

Prácticas de taller:

1. Fotosíntesis y respiración

- 1.1 Descarga los datos de pH, temperatura, carbono inorgánico disuelto (CID), oxígeno, pCO₂, clorofila-a. Utiliza datos de cualquiera de los siguientes programas de muestreo: estación BATS, Cariaco, [Coastal Endurance](#), MBARI ([Elkhorn Slough data - LOBO Project](#)) o The [Long Term Ecological Research \(LTER\) Network](#)
- 1.2 Elabora una hipótesis y diseño experimental para responder las siguientes preguntas: ¿Cómo los cambios en el CID afectan el crecimiento del fitoplancton?, ¿el océano es una fuente o sumidero de CO₂?, ¿su carácter como fuente o sumidero es variable en el tiempo? Además, evaluar el destino del producto de la fotosíntesis en un período de 24-horas, ¿cuáles son las horas críticas para su evaluación y si el patrón es igual entre días?
- 1.3 Elabora un cartel para presentar su investigación a sus compañeros

Horas: 5

Prácticas de laboratorio:

Horas: 4

1. ¿Qué necesita el fitoplancton para crecer? 1.1 Elabora perfiles verticales de luz, nutrientes e hidrografía a través del ciclo estacional de la base de datos de BATS 1.2 Relaciona la forma de los perfiles y sus valores típicos con la variación estacional en la concentración de clorofila-a (chl_a) 1.3 Compara los datos con la estación HOT en el Pacífico. ¿Qué diferencias observas entre los perfiles de nutrientes y clorofila-a de ambas regiones? Investiga sobre regiones HNLC, por sus siglas en inglés 1.4 Descarga imágenes mensuales del color del océano (chl_a) global durante (2015-2022). Elabora su climatología y obtén las anomalías para las regiones donde se ubican BATS y HOT (un área de 100 km²) 1.5 Elabora un reporte y discute: ¿las plantas son las únicas que realizan fotosíntesis?, ¿qué comunidades de fitoplancton dominan en los datos de BATS y HOT?, ¿qué características y color tienen esas regiones? Argumenta las deducciones sobre los factores bióticos y abióticos que pueden influenciar su color/chl_a	

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Reservorios de Carbono en el océano	Horas: 3
Competencia de la unidad: Diferenciar los reservorios de carbono en los océanos, mediante estudios de casos como la distribución de los carbonatos y el pH en las cuencas oceánicas y experimentos biológicos, para inferir los procesos que regulan la disposición del dióxido de carbono en el planeta, con una actitud reflexiva y de conciencia. Contenido: 3.1. ¿Dónde está el carbono en el océano? 3.1.1. Fundamentos en la medición del carbono: Carbono orgánico e inorgánico 3.1.2. ¿Por qué medimos el pH y la alcalinidad? 3.2. Fuentes de variación espacial y temporal del carbono en el océano 3.2.1. Química: Solubilidad del CO₂ en el agua de mar (Ley de Henry) y disolución del CaCO₃ 3.2.2. Física: mezcla/estratificación, circulación y la precipitación/deshielo 3.2.3. Biológica: Reservorios biológicos/partículas y la materia orgánica disuelta 3.3. Acidificación del océano	
Prácticas de laboratorio:	Horas: 6
1. Intercambio de CO ₂ entre el agua y el mar	

- 1.1. Describe y analiza las mediciones de pH en el agua de mar del Golfo de México (Caribe) y la Corriente de California mediante datos de GLODAPv2.2023
- 1.2. Construye una tabla con los valores promedio y desviación estándar de pH en ambas regiones
- 1.3. Compara los valores con los datos de boyas (por lo menos de [NCEI-NOOA](#))
- 1.4. Analiza y compara tus observaciones con los datos de ALOHA/Hawaii Carbon Dioxide Time-Series ([PMEL Carbon Program](#)) y explica la variabilidad observada (en particular la tendencia y fluctuación estacional)
- 1.5. Elabora una hipótesis sobre la necesidad de reducir las emisiones de CO₂ antropogénico y los efectos en organismos calcificadores si continúa la tendencia en la disminución del pH (y iones carbonato)
- 1.6. Elabora una presentación (máximo 5 diapositivas) con tu argumentación y evidencia científica relevante para soportar tu hipótesis

2. Escalas de pH y el efecto de la adición de CO₂ en el agua de mar

- 1.1. Elabora una escala de pH con las siguientes sustancias: leche, vinagre, jugo de limón, cloro, agua dulce, agua de mar. Investiga el valor esperado de pH de cada sustancia. Mide su pH y ordénalas de menor a mayor pH. ¿Cuáles son las sustancias que tendrían los valores más altos o bajos en alcalinidad? ¿Cómo era la atmósfera en el Cretácico comparado con el presente ¿Qué ha pasado en el agua en escalas geológicas?
- 1.2. Toma 200 ml de agua de mar y distribuye en cuatro vasos de precipitado de 50 ml. En uno coloca 5 gramos de un alga verde. En otro exhala cada 30 seg por 5 min usando una pajilla. En el otro, adiciona el alga y exhala también CO₂. El último será el control. Mide el pH y la temperatura, reflexiona sobre: ¿Qué pasa con el gas exhalado en el medio? ¿Cómo podrías aumentar el pH del agua de forma natural?
- 1.3. Coloca los tres recipientes a luz solar por 30 min, luego mide el pH y la temperatura del medio. ¿Qué pasó?
- 1.4. Para los ecosistemas del intermareal, submareal y el pelágico describe de forma comparativa: ¿quiénes participan en adición/remoción del CO₂?, ¿qué

escalas temporales están involucradas?, ¿cómo puedes medir estos cambios?, ¿qué actividades económicas soporta cada ecosistema? y ¿cómo piensas que estos procesos pueden ser alterados en cada ecosistema por el hombre? 1.5. Retoma los recipientes 2 y 3, y repite el proceso de exhalación. ¿los cambios de pH son comparables al inicio del experimento? Explica tus observaciones. Por último, adiciona a cada recipiente una pieza de hielo seco. ¿Qué ocurre con el hielo seco? 1.6. Elabora un video para compartir en redes sociales los resultados y conclusiones	

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Variabilidad de los nutrientes inorgánicos disueltos en el agua de mar	Horas: 4
Competencia de la unidad: Inspeccionar cómo diferentes procesos físicos y biogeoquímicos modifican la distribución de los nutrientes en el océano, mediante el análisis de datos climatológicos globales de nutrientes disueltos en el mar y la derivación de trazadores biogeoquímicos, para reflexionar sobre los impactos de la eutrofización en ambientes costeros, con una actitud deductiva y respeto al medio ambiente. Contenido: 4.1. Perfiles reales de macronutrientes en el agua de mar 4.1.1. ¿Qué es un nutriente? 4.1.2. Relación con respiración y fotosíntesis en la columna de agua 4.1.3. ¿Existen los perfiles típicos de macronutrientes ilustrados en los libros? 4.2. Macronutrientes entre y dentro de las cuencas oceánicas 4.2.1. Ventilación de aguas profundas a escalas de varias/cientos de décadas 4.2.2. Zonas de surgencia/hundimiento y su conexión con los productores primarios	
Prácticas de taller: 1. Distribución horizontal y vertical de los nutrientes 1.1 Elabora y examina un mapa (iso-superficie) de la concentración de nitrato superficial con los datos de WOA 1.2 Evalúa la heterogeneidad espacial e identifica las regiones donde ocurren las concentraciones mínimas/máximas 1.3 Elabora una sesión/corte zonal de nitrato entre cuencas y describe lo observado en función de las concentraciones y su variación con la profundidad	Horas: 3

1.4Elabora diagramas CT-S_A por cada cuenca y relaciona el diagrama con el nitrato. ¿Hay diferentes patrones relacionados con las masas de agua? 1.5Discute los posibles procesos que modifican la distribución de los nutrientes y presenta tu argumentación en el reporte de la práctica	
Prácticas de laboratorio: 1. Identificación de procesos biogeoquímicos en los nutrientes 1.1 Deriva la utilización aparente de oxígeno (UAO) en los datos de GLODAP y compárala con la distribución del nitrato y fosfato, ¿qué observa, hay asociación entre ellos? 1.2 Realiza una asociación lineal entre el nitrato y fosfato, y obtén su ecuación 1.3 Interpreta la gráfica y explica los parámetros. Identifica en esa misma gráfica los datos que pertenecen a cada cuenca oceánica. ¿Observa diferencias entre cuencas? 1.4 Deriva el trazador N* e identifica espacialmente la ubicación de los valores positivos y negativos. ¿Qué ocurre en estas zonas? ¿Hay balance entre la entrada y utilización del nitrato en la columna de agua? 1.5 Elabora dos diapositivas: una con la asociación del nitrato (o fosfato) con la UAO y sus parámetros lineales; otra donde identifique espacialmente los máximos y mínimos del trazador N* 1.6 Realiza una mesa redonda para discusión de resultados de cada equipo 2. Procesos costeros y las concentraciones de nitrato en un estuario 2.1 Obtiene y grafica los datos de temperatura, salinidad, nivel del mar y nutrientes en el Río Sacramento para entender la interconexión de las actividades humanas en la alteración de los ciclos de nutrientes y su relación con procesos de eutrofización en el ecosistema oceánico 2.2 Analiza las concentraciones y distribución de nitrato y compara su distribución con los datos dentro y fuera de la Bahía de San Francisco 2.3 Responde las siguientes preguntas: ¿de dónde provienen estos nutrientes?, ¿cómo llegan al océano?, ¿esperaría alguna respuesta de los	Horas: 6

productores primarios en biomasa o abundancia y cuáles serían esos lugares? 2.4 Diseña una hipótesis y experimento para evaluar el origen del nitrato en la bahía de San Francisco. Presenta tu argumentación en el reporte y extrapola tus observaciones para la Bahía de Todos Santos (Ensenada)	

VI. TEMARIO	
Unidad 5. La vida en la superficie de los océanos	Horas: 5
Competencia de la unidad: Establecer los patrones de distribución biológica, mediante la exploración y visualización de datos de distribución y abundancia de especies pelágicas, para explicar la interconexión de los procesos físicos y biogeoquímicos que estructuran el hábitat de las especies, con actitud colaborativa que fomenta la curiosidad científica.	
Contenido: 5.1. Productores primarios y su relación con la organización de nuestros biomas 5.1.1. Concepto de hábitat/nicho trófico 5.1.2. Las cadenas tróficas en sistemas oligotróficos (ej. Golfo de México) comparados a los sistemas de surgencia 5.2. Los peces pelágicos menores en el sistema de la Corriente de California 5.2.1. Su distribución y abundancia 5.2.2. Manejo de sus pesquerías y la conexión con la salud del ecosistema 5.3. Telemetría en el estudio del comportamiento de las especies pelágicas	
Prácticas de taller: 1. Analizando el movimiento de los animales en el océano 1.1. Selecciona y analiza el comportamiento de una especie pelágica a través de marcas satelitales con datos de “Tagging of pelagic predators o https://www.ocearch.org/tracker/ 1.2. Reflexiona sobre la información que proporcionan estas marcas, si pueden detectar patrones en algún organismo pelágico, si muestran un comportamiento similar si se utilizan en otras especies que se mueven en el mismo espacio geográfico y ambiental 1.3. Reflexiona sobre las dificultades de colocar la marca en el animal y si hay un riesgo de interacción del animal con la pesca comercial. 1.4. Elabora una presentación en equipo con tus resultados y argumentación	Horas: 4

Prácticas de laboratorio: 1. Comunidades de fitoplancton 1.1 Identifica clases de tamaño fitoplanctónico (PSCs) en la superficie del océano, utiliza datos de la concentración de clorofila-a satelital en el Golfo de México (GoM) del 8 al 15 de enero de 2012 1.2 Determina la contribución fraccional de PSCs (pico- <2µm, nano- 2-20µm and micro-phytoplankton >20µm) con base en la concentración de clorofila. 1.3 Aplica el modelo de Brewin y colaboradores 2010 a datos de clorofila-a diario de MODIS 1.4 Genera la contribución en porcentaje de las tres clases de fitoplancton a la clorofila total (P1, P2 y P3), para enero de 2012. ¿Qué se observa? 1.5 Elabora una presentación (máx. 5 diapositivas) con tus resultados sobre la composición de la comunidad ¿qué contribución representa el picofitoplancton?. Discute las implicaciones en la organización de la red trófica del GoM y compáralas con la red trófica en ecosistemas de surgencia. Discute las desventajas de esta aproximación (p. ej., la validación de los algoritmos) comparada con otro tipo de mediciones (p. ej., pigmentos por cromatografía) 2. El hábitat de los peces pelágicos menores en aguas de la Corriente de California 2.1 Obtiene datos de posición de huevos de sardina y anchoveta durante 2002, 2003 y 2015 colectados por el programa CalCOFI para analizar la relación de la distribución espacial y temporal de huevos de las especies de peces pelágicos en la Corriente de California 2.2 Obtiene las características hidrográficas de las áreas de desove (temperatura y salinidad) ¿En qué áreas y ambientes desovan las especies? ¿Existe variabilidad entre años? 2.3 Diseña una hipótesis para explicar estos cambios en distribución entre épocas 2.4 Relaciona la distribución con las concentraciones de clorofila-a y distancia desde la costa. Explique en qué intervalos de temperatura, salinidad y clorofila-a están presentes los huevos y explique la ausencia de la especie en otras regiones	Horas: 8

- 2.5** Construye un modelo estadístico para analizar las observaciones. ¿Qué procesos físicos y biológicos están implicados en sus cambios en distribución?
- 2.6** Incluye la hipótesis, metodología y resultados en el reporte y discute ¿Qué esperaría con estas especies frente al cambio climático?

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase se establecerá la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente):

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje (alumno):

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Elaboración de informes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera: dos exámenes parciales y la presentación de reportes y exposiciones. Los exámenes se realizarán al concluir la unidad III y unidad V.

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70.

Criterios de evaluación

- 2 Exámenes parciales.....	20%
- Reportes y exposiciones de las prácticas.....	30%
- Reporte final.....	30%
- Exposición final.....	20%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Anastasia, J., DiSantis, D., Iacchei, M., Lichtenwalner, C.S. (2020). *Factors Affecting Primary Production*. OOI Data Labs Collection. <https://datalab.marine.rutgers.edu/explorations/2019/production.php>
- Boyer, T.P., Baranova, O.K., Coleman, C., Garcia, H.E., Grodsky, A., Locarnini, R.A., Mishonov, A.V., Paver, C.R., Reagan, J.R., Seidov, D., Smolyar, I.V., Weathers, K., Zweng, M.M. (2018). *World Ocean Database 2018*. A.V. Mishonov, Technical Ed., NOAA Atlas NESDIS 87. https://www.ncei.noaa.gov/data/oceans/woa/WOD/DOC/wod_intro.pdf
- Bristow, L.A., Mohr, W., Ahmerkamp, S. & Kuypers, M.M.M. (2017). Nutrients that limit growth in the ocean. *Current Biology* 27(11), R474-R478. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.030>.
- Brotas V., Tarran, G.A., Veloso, V., Brewin, R.J.W., Woodward, E.M.S., Aírs, R., Beltrán, C., Ferreira, A. y Groom, S.B. (2022). Complementary Approaches to Assess Phytoplankton Groups and Size Classes on a Long Transect in the Atlantic Ocean. *Frontiers in Marine Science* 8, 682621. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.682621>
- Chavez, F.P., Messié, M. (2009). A Comparison of Eastern Boundary Upwelling Ecosystems. *Progress in Oceanography* 83, 80-96. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.07.032> [clásica]
- Garcia, H.E., Weathers, K., Paver, C.R., Smolyar, I., Boyer, T.P., Locarnini, R.A., Zweng, M.M., Mishonov, A.V., Baranova, O.K., Seidov, D., Reagan, J.R. (2018). *World Ocean Atlas 2018, Volume 3: Dissolved Oxygen, Apparent Oxygen Utilization, and Oxygen Saturation*. A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 83, 38pp. https://www.ncei.noaa.gov/sites/default/files/2022-06/woa18_vol3.pdf
- Garcia, H.E., Weathers, K., Paver, C.R., Smolyar, I., Boyer, T.P., Locarnini, R.A., Zweng, M.M., Mishonov, A.V., Baranova, O.K., Seidov, D., Reagan, J.R. (2018). *World Ocean Atlas 2018, Volume 4: Dissolved Inorganic Nutrients (phosphate, nitrate and nitrate+nitrite, silicate)*. A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 84, 35pp. https://www.ncei.noaa.gov/sites/default/files/2020-04/woa18_vol4.pdf
- Falkowski, P.G. (1994). The role of phytoplankton photosynthesis in global biogeochemical cycles. *Photosynthesis Research* 39, 235–258. [clásica]
- Fischer, A.D., Moberg, E.A., Alexander, H., Brownlee, E.F., Hunter-Cevera, K.R., Pitz, K.J., Rosengard, S.Z. et al. (2014). Sixty years of Sverdrup. A retrospective of progress in the study of phytoplankton blooms. *Oceanography* 27, 222–235. [clásica]
- Greengrove, C., Lichtenwalner, S. Palevsky, H.I., Pfeiffer-Herbert, A., Severmann, S., Soule, D., Murphy, S., Smith, L.M. & Yarincik, K. (2020). Using authentic data from NSF's ocean

observatories initiative in undergraduate teaching: An invitation. *Oceanography* 33(1), 62–73.

Glibert, P.M. (2020). Harmful algae at the complex nexus of eutrophication and climate change. *Harmful Algae* 91, 101583. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.03.001>

Gruber, N. & Deutsch, C. (2014). Redfield's evolving legacy. *Nature Geosciences* 7, 853–855. <https://doi.org/10.1038/ngeo2308> [clásica]

Hanson, C.E., Woo, L.M., Thomson, P.G., Pattiaratchi, C.B. (2017). Observing the ocean with gliders: Techniques for data visualization and analysis. *Oceanography* 30 (2), 222–227. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.210>.

Hutchins, D.A. & Capone, D.G. (2022). The marine nitrogen cycle: new developments and global change. *Nature Reviews Microbiology* 20, 401–414. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00687-z>

Levin, S.A. (1992). The Problem of Pattern and Scale in Ecology: The Robert H. MacArthur Award Lecture. *Ecology* 73, 1943–1967. <https://doi.org/10.2307/1941447> [clásica]

Libes, S.M. (2009). *An introduction to marine biogeochemistry* (2a. ed.). Burlington, EEUU: Academic Press. [clásica]

McDonnell, J., deCharon, A., Lichtenwalner, C.S., Hunter-Thomson, K., Halversen, C., Schofield, O., Glenn, S., Ferraro, C., Lauter, C., Hewlett, J. (2018). Education and public engagement in OOI: Lessons learned from the field. *Oceanography* 31 (1), 138–146, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2018.122>

Moore, C., Mills, M., Arrigo, K. et al. (2013). Processes and patterns of oceanic nutrient limitation. *Nature Geoscience* 6, 701–710. <https://doi.org/10.1038/ngeo1765> [clásica]

Olsen, A., Lange, N., Key, R. M., Tanhua, T., Bittig, H. C., Kozyr, A., et al. (2020). An updated version of the global interior ocean biogeochemical data product, GLODAPv2.2020. *Earth System Science Data*, 12, 3653–3678. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3653-2020>

Osborne, E.B., Thunell, R.C., Gruber, N. et al. (2020). Decadal variability in twentieth-century ocean acidification in the California Current Ecosystem. *Nature Geoscience* 13, 43–49. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0499-z>

Palevsky, H.I., & Nicholson, D.P. (2018). The North Atlantic biological pump: Insights from the Ocean Observatories Initiative Irminger Sea Array. *Oceanography* 31(1), 42–49, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2018.108>

Rykaczewski, R.R. (2019). Changes in mesozooplankton size structure along a trophic gradient in the California Current Ecosystem and implications for small pelagic fish. *Marine Ecology Progress Series* 617–618, 165–182. <https://doi.org/10.3354/meps12554>

- Rykaczewski, R.R., & Checkley, D.M. (2008). Influence of ocean winds on the pelagic ecosystem in upwelling regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 105 (6), 1965–1970. [clásica]
- Sakamoto, C.M., Johnson, K.S., Coletti, L.J., Maurer, T.L., Massion, G., Pennington, J.T., Plant, J.N., Jannasch, H.W. & Chavez, F.P. (2017). Hourly in situ nitrate on a coastal mooring: A 15-year record and insights into new production. *Oceanography* 30 (4), 114–127. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.428>
- Sarmiento, J.L., Gruber, N. (2006). *Ocean Biogeochemical Dynamics*. United Kingdom. Princeton University Press. [clásica]
- Schmidt, J.O., Bograd, S.J., Arrizabalaga, H., Azevedo, J.L., Barbeaux, S.J., Barth, J.A., Boyer, T., Brodie, S., Cárdenas, J.J., Cross, S., Druon, J.N., Fransson, A., Hartog, J., Hazen, E.L., Hobday, A., Jacox, M., Karstensen, J., Kupschus, S., Lopez, J., Madureira, L.A.S.P., Martinelli-Filho, J.E., et al. (2019) Future Ocean Observations to Connect Climate, Fisheries and Marine Ecosystems. *Frontiers in Marine Science* 6, 550. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00550>
- Schmittner, A. (2018). *Introduction to Climate Science*. Oregon State University. Recuperado de <https://open.oregonstate.edu/climatechange/>
- Soule, D. (2020). Project EDDIE: Using real data in science classrooms. *Oceanography* 33 (2), 163–164. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.201>.
- White, T.D., Ferretti, F., Kroodsma, D.A., Hazen, E.L., Carlisle, A.B., Scales, K.L., Bograd, S.J., Block, B.A. (2019). Predicted hotspots of overlap between highly migratory fishes and industrial fishing fleets in the northeast Pacific. *Science Advances* 5, eaau3761. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau3761>
- Wu, Y., Bakker, D.C.E., Achterberg, E.P. et al (2022). Integrated analysis of carbon dioxide and oxygen concentrations as a quality control of ocean float data. *Communications Earth & Environment* 3, 92. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00421-w>

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta esta unidad de aprendizaje debe de tener preferentemente el grado de doctor en ciencias en Oceanografía Costera o en Ecología Marina o en áreas afines, experiencia en investigación y docencia y experiencia comprobable de trabajo en grupos interdisciplinarios en el uso de información de sensores remotos y datos biogeoquímicos. Además, deberá ser una persona responsable, crítica y proactiva.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Gobernanza de Mares y Costas

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 1 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Mariana Villada Canela
Vanessa Elizabeth García Searcy
Carlos Francisco Peynador Sánchez
Eduardo Amir Cuevas Flores

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a la siguiente competencia de perfil de egreso:

2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Gobernanza de Mares y Costas tiene como propósito examinar el marco jurídico y los principios de la gobernanza en la gestión integrada de mares y costas, con un enfoque en la comunicación efectiva de información científica y la consideración de aspectos éticos y de responsabilidad social.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los principios de gobernanza y el marco jurídico en la gestión de mares y costas, mediante el análisis de instrumentos normativos, el uso de modelos de gobernanza colaborativa y las bases de la comunicación científica, para promover la sostenibilidad de los recursos marino-costeros, con integridad y responsabilidad social.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Proyecto final donde aplique los conocimientos adquiridos en un caso real de gestión de mares y costas, integrando aspectos jurídicos, de gobernanza, comunicación científica y éticos.
Debe incluir: 1) delimitación y justificación del área de interés; 2) definición detallada de la problemática por atender, analizando los factores que la provocan; 3) diagnóstico de los valores y procesos naturales, sociales y económicos, así como las interacciones que ocurren en el área; 4) identificación del marco jurídico aplicable a la problemática identificada; 5) el diseño de estrategias que aborden aspectos naturales, sociales y económicos, para promover la gobernanza y la sostenibilidad de los mares y las costas.
2. Portafolio de evidencias que integre:
 - 1) resúmenes de lecturas, 2) presentaciones, 3) análisis de casos de estudio, 4) actividades de talleres, 5) evidencias de participación en debates.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Políticas y gobernanza de mares y costas

Horas: 8

Competencia de la unidad: Identificar estrategias de gobernanza y gestión integrada de zonas costeras, mediante el conocimiento de las políticas y la aplicación de modelos colaborativos, incluyendo el pentahélice, con la finalidad de promover la participación efectiva de múltiples sectores en el manejo sostenible de los recursos marino-costeros, con una actitud responsable.

Contenido:

- 1.1. Introducción al espacio geográfico de la zona costera
 - 1.1.2. Particularidades de la zona costera
 - 1.1.3. Las presiones e impactos, naturales y antrópicos, en la zona costera
 - 1.1.4. Definiciones y delimitación de la zona costera
 - 1.1.5. Tipos de costas
 - 1.1.6. Escalas de cambio en ambientes costeros
- 1.2. Políticas públicas nacionales en oceanografía operacional
 - 1.2.2. Política Nacional de Mares y Costas de México
 - 1.2.3. Estrategia Nacional de Atención a la Biodiversidad Marina y Costera de México
 - 1.2.4. Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas
- 1.3. Modelos de gobernanza marina y costera
 - 1.3.2. Conceptos y fundamentos de gobernanza
 - 1.3.3. Temas críticos en el manejo costero
 - 1.3.3.1. Mitigación de los efectos de tormentas
 - 1.3.3.2. Erosión costera y aumento del nivel del mar
 - 1.3.3.3. Protección de humedales costeros
 - 1.3.3.4. Contaminación de aguas costeras
 - 1.3.3.5. Conservación de hábitats y biodiversidad
 - 1.3.3.6. Manejo de pesquerías
 - 1.3.3.7. Protección de accesos a la costa
 - 1.3.4. Principios de gestión integrada de zonas costeras
 - 1.3.5. Principales metas y propósitos de la gestión de espacios costeros
 - 1.3.6. Enfoque ecosistémico en la gestión (o de sistemas socioecológicos)
- 1.4. Implementación del modelo pentahélice
 - 1.4.2. Roles y responsabilidades de academia, gobierno, empresas, ambiente y sociedad
 - 1.4.3. Mecanismos de coordinación intersectorial (Comisión Intersecretarial para el Manejo Integral de los Océanos y las Costas CIMARES, Comisión Nacional Coordinadora de Investigación Oceanográfica (CINACIO), Comisión Intersecretarial para Prevenir y Atender la Contaminación por Hidrocarburos y Sustancias Nocivas en las Zonas Marinas Mexicanas)
 - 1.4.4. Casos de estudio de gobernanza colaborativa en zonas costeras

Prácticas de taller:

Horas: 4

- 1. Presenta la delimitación del espacio costero y su problemática.

2. Elabora un reporte de implementación de las principales políticas públicas y estrategias nacionales relacionadas con la gestión de mares y costas en México. El reporte debe incluir: objetivos de la política o estrategia, impacto en la oceanografía operacional, actores clave, desafíos y oportunidades.	

VI. TEMARIO

Unidad 2. Marco jurídico nacional e internacional de mares y costas	Horas: 8
Competencia de la unidad: Interpretar el marco jurídico internacional y nacional aplicable a mares y costas, mediante el análisis crítico de convenios internacionales, leyes federales, estatales y municipales, reglamentos, y normas oficiales mexicanas, para fundamentar decisiones en la gestión integrada de zonas costeras y marinas, con actitud analítica y democracia.	
Contenido: 2.1. Fundamentos del marco jurídico mexicano 2.1.1. Las normas jurídicas: Definición, jerarquía normativa 2.1.2. Tipos de normas jurídicas y su creación: Tratados internacionales, leyes (federales, estatales y municipales), decretos, reglamentos, normas oficiales mexicanas 2.1.3. Distribución de competencias (Fundamentos constitucionales: Artículos 133, 71, 72, 76 fracción I, 89 fracción I y X, 40, 73 fracción XXIX-G, 115, 124 y 27 de la CPEUM) 2.2. Principales instrumentos internacionales que regulan la gestión de mares y costas 2.2.1. Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) 2.2.2. Acuerdo en el marco de la Convención de las Naciones Unidas Sobre el Derecho del Mar Relativo a la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica Marina de las Zonas Situadas Fuera de la Jurisdicción Nacional 2.2.3. Convención para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe 2.2.4. Protocolo de 1996 relativo al Convenio Sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias de 1972, en su forma enmendada 2.2.5. Convención Sobre Pesca y Conservación de los Recursos Vivos de la Alta Mar, 1958 2.2.6. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2.2.7. Convenio sobre la Diversidad Biológica 2.2.8. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) 2.3. Marco jurídico para la gestión de mares y costas en México 2.3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: Artículos 4, 27, 42 y 133 2.3.2. Leyes federales, y sus reglamentos, relacionadas con la gestión costera y marina: Ley Federal del Mar, Ley General de Bienes Nacionales, Ley General del Equilibrio	

Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas, Ley de Aguas Nacionales, Ley del Mar, Ley de Puertos, Ley General de Cambio Climático, Ley de Hidrocarburos 2.3.3. Reglamentos para la gestión de recursos marinos 2.3.4. Normas oficiales mexicanas (NOM) relacionadas con mares y costas 2.3.5. Legislación Estatal y Municipal: Leyes estatales de equilibrio ecológico y protección al ambiente, leyes estatales sobre pesca, planes de ordenamiento territorial costero a nivel estatal y municipal	
Prácticas de taller: 1. Realiza un cuadro comparativo de la normatividad aplicable a la gestión costera y marina en México, separando entre tratados internacionales, leyes federales, estatales, municipales y normas oficiales mexicanas (NOM). 2. Diseñar una ruta crítica de la obtención de un permiso de investigación científica marina, conforme a las disposiciones establecidas en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) y la legislación mexicana aplicable. 3. Elabora un reporte de análisis de los requisitos de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) para estudios de línea base marina como estándar de todos los estudios oceanográficos/ambientales para la industria petrolera.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Comunicación científica en la gestión de mares y costas	Horas: 8
Competencia de la unidad: Desarrollar estrategias de comunicación y divulgación científica en el ámbito de la gestión costera, mediante la aplicación de técnicas de divulgación de información oceanográfica y la adaptación del mensaje a diversas audiencias, para facilitar la toma de decisiones informadas y promover la participación pública en la gestión de mares y costas, con honestidad.	
Contenido: 3.1. Estrategias de comunicación efectiva de información oceanográfica 3.1.1. Adaptación del mensaje a diferentes audiencias 3.1.2. Interfaz ciencia-política en la gestión costera y marina “Traducción” (recontextualización) Transferencia de información científica para la toma de decisiones 3.1.3. Elaboración de informes y recomendaciones para tomadores de decisiones	

Introducción a la elaboración de tarjetas de reporte socioambientales	
3.2. Herramientas para la participación ciudadana y la gobernanza colaborativa 3.2.1. Métodos de participación ciudadana y su acoplamiento con sistemas operacionales 3.2.2. Plataformas digitales para la participación pública en la gestión costera 3.2.3. Ciencia ciudadana y aplicaciones móviles para la recolección de datos	
Prácticas de taller: 1. Redacta artículo corto de divulgación científica. 2. Presenta el diseño de un taller de ciencia ciudadana. 3. Elabora tarjetas de reporte socioambiental de su caso de estudio.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Instrumentos tecnológicos de disseminación de datos e información para la gestión y gobernanza de mares y costas	Horas: 8
Competencia de la unidad: Analizar datos oceanográficos y costeros mediante el uso de bases de datos nacionales e internacionales, aplicando técnicas de minería de datos y tecnologías de información, para generar reportes técnicos que faciliten la toma de decisiones en la gestión y regulación marino-costera, con responsabilidad ambiental.	
Contenido: 4.1. Iniciativas de sistemas nacionales para el acceso a datos públicos en México 4.1.1. Sistemas de datos INEGI 4.1.2. Geoportal de la CONABIO 4.1.3. Sistema Nacional de Información del Agua 4.1.4. Sistema de datos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos 4.1.5. Sistema de datos de la Dirección General de Impacto Ambiental de la SEMARNAT 4.1.6. Iniciativas de la sociedad civil organizada e industria privada (por ejemplo, Pescando Datos, Laboratorio Nacional de Política Pública) 4.2. Iniciativas de sistemas internacionales para el acceso a datos 4.2.1. Ocean Biodiversity Information System (OBIS) 4.2.2. Global Biodiversity Information Facility (GBIF) 4.2.3. Global Ocean Observation System (GOOS) 4.2.4. Global Fishing Watch (GFW)	
Prácticas de taller: 1. Elabora una matriz del análisis comparativo de sistemas nacionales de datos. 2. Realiza un informe técnico con recomendaciones para tomadores de decisiones.	Horas: 4

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza (docente):

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje (estudiante):

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de informes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Portafolio de evidencias..... 50%
- Proyecto final..... 50%
- Total..... 100%**

IX. BIBLIOGRAFÍA

Alcíbar, M. (2004). La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva. *Anàlisi: Quaderns De Comunicació I Cultura*, Núm. 31, p. 43-70. <https://idus.us.es/handle/11441/24760> [Clásica]

Clark, J.R. 1996. *Coastal Zone Management: handbook*. E.U.A. CRC Press.
https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=48639&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20Coastal%20Zone%20Management [Clásica]

- Cortina Segovia, S., G. Brachet, M. Ibáñez y L. Quiñones. (2007). *Océanos y costas. Análisis del marco jurídico e instrumentos de política ambiental en México*. SEMARNAT-Instituto de Ecología. México. 233p. Disponible en formato digital en: <http://140.84.163.2:8080/xmlui/handle/publicaciones/193> [Clásica]
- De la Lanza Espino, G. y C. Cáceres. (1994). *Lagunas Costeras y el litoral mexicano*. México: Universidad Autónoma de Baja California Sur. <https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45839> [Clásica].
- Fernández Ruiz, J. (2023). *El procedimiento legislativo*. En *Derecho Parlamentario* (pp. 323-348). Universidad Nacional Autónoma de México. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/14/6976/18.pdf>
- Ferse SCA (2023) Grand challenges in marine governance for ocean sustainability in the twenty-first century. *Front. Ocean Sustain.* 1:1254750. <https://doi.org/10.3389/focsu.2023.1254750>
- Fraga, J., G. Villalobos, S. Doyon y A. García. (2008). *Descentralización y manejo ambiental Gobernanza Costera en México*. México. Universidad Autónoma de Campeche, CINVESTAV-IPN y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Canadá. 365 p. <http://etzna.uacam.mx/epomex/pdf/decgobyucatan.pdf> [Clásica].
- Gómez-Robledo Verduzco, A. (2003). Régimen jurídico de la investigación científica marina. En *Temas selectos de derecho internacional* (pp. 457-471). UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas. Recuperado de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/2/831/20.pdf> [Clásica].
- Lombard, A.T., Clifford-Holmes, J., Goodall, V. et al. Principles for transformative ocean governance. *Nat Sustain* 6, 1587–1599 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01210-9>
- Molenaar, E. (2019). *Ocean governance beyond boundaries: origins, trends, and current challenges*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817945-1.00040-x> [Clásica].
- Naciones Unidas. (1982). Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf [Clásica].
- Naciones Unidas. División de Asuntos Oceánicos y del Derecho del Mar. (2011). *El derecho del mar: Investigación científica marina. Guía revisada para la aplicación de las disposiciones pertinentes de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar*. Naciones Unidas. <https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/cbwsoi-wafr-01/other/cbwsoi-wafr-01-doalos-msr-es.pdf> [Clásica].
- Rivera Arriaga, E., G.J. Villalobos, I. Azuz Adeath y F. Rosado May. (2004). *El Manejo Costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 p. Disponible en formato digital en: <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/09/El-Manejo-Costero-en-Me%CC%81xico.pdf> [Clásica].
- Santander-Monsalvo, J., Villada-Canela, M., Bello-Sánchez, M. L., Ortiz-Lozano, L. (2020). Situación jurídica para el manejo de los ecosistemas arrecifales de México (221-254). En: Rivera-Arriaga, E., I. Azuz-Adeath, O. D. Cervantes Rosas, A. Espinoza-Tenorio, R. Silva

Casarín, A. Ortega-Rubio, A. V. Botello y B. E. Vega-Serratos (eds.). *Gobernanza y Manejo de las Costas y Mares ante la Incertidumbre. Una Guía para Tomadores de Decisiones*. Universidad Autónoma de Campeche, Red Ricomar. 894 p.
https://www.researchgate.net/publication/344289309_Situacion_juridica_para_el_manejo_de_los_ecosistemas_arrecifales_de_Mexico [Clásica].

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (29 de noviembre de 2016). Instrumentos de política mares y costas. gob.mx. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/instrumentos-de-politica-mares-y-costas> [Clásica].

Székely, A. (2019). Derecho del mar. En R. Méndez-Silva (Coord.), *Derecho Internacional* (pp. 99-106). UNAM-IIJ, El Colegio Nacional. Recuperado de:
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6188/9.pdf> [Clásica].

Tanaka, Y. (2012). *The International Law of the Sea*. Cambridge University Press.
<https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/EBI196/TheLawOfTheSea.Tanaka%20full.pdf> [Clásica].

Velázquez Elizarrarás, J. C. (2015). Tres vertientes del derecho internacional marítimo: derecho del mar, marítimo y de la navegación y su recepción en el orden jurídico de México, un Estado "bioceánico". *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, 15, 817-853.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/amdi/v15/v15a22.pdf> [Clásica].

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta esta unidad de aprendizaje debe de tener preferentemente el grado de doctor afín a las ciencias ambientales y del mar y haber desarrollado investigación que compruebe la comprensión de enfoque interdisciplinario y conocimiento de los marcos jurídico, político e institucional de los mares y costas. Debe contar con experiencia docente en la impartición de clases teóricas y metodológicas. Que fomente el pensamiento crítico.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Procedimientos en la Evaluación del Impacto Ambiental Marino y Costero

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 3 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Eduardo Amir Cuevas Flores
Raymundo Mineros Ramírez
Carlos Trejo Hernandez
David Morales Campos
Mariana Villada Canela

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de las siguientes competencias de perfil de egreso:

2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Procedimientos en la Evaluación del Impacto Ambiental Marino y Costero tiene el propósito de proporcionar al estudiantado las herramientas comprensivas y críticas elementales para evaluar el impacto ambiental en ecosistemas marinos y costeros. Aprenderán a integrar conocimientos técnicos, normativos y de gobernanza, utilizando herramientas metodológicas que permitan comprender la complejidad de los ecosistemas marinos y costeros, fomentando un enfoque multidisciplinario, ético y orientado a la sostenibilidad.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Planear estrategias integrales de evaluación de impacto ambiental en ecosistemas marinos y costeros, mediante la operacionalización de variables ambientales, socioeconómicas y normativas que se ensamblen con base en estándares nacionales e internacionales, para construir diagnósticos ambientales que incorporen perspectivas multidisciplinarias, promuevan la conservación de la biodiversidad y faciliten la toma de decisiones informadas, con un compromiso ético y de responsabilidad socioambiental.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- 1) Un portafolio de evidencias que contenga:
 - a) Reportes de lecturas;
 - b) Prácticas de talleres.
- 2) Presentación de forma escrita y oral de un proyecto final. Éste contendrá la descripción de los resultados de una investigación sobre la evaluación de impacto ambiental ya sea en el contexto de la legislación mexicana en la materia o de un conjunto de notas operativas internacionales con aplicación en ecosistemas marinos y costeros mexicanos. Lo presentará en físico y lo defenderá en el marco de un seminario programado en la misma unidad de aprendizaje.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Marco legal mexicano en materia de impacto ambiental

Horas: 4

Competencia de la unidad: Explicar la ley mexicana en materia de impacto ambiental en el marco internacional, a través de examinar el ensamble de los marcos regulatorios internacionales con las normas oficiales mexicanas, leyes y reglamentos aplicables a empresas públicas y privadas en distintos contextos de ecosistemas marinos y costeros, para estructurar estudios de impacto ambiental robustos y en apego a los principios, lineamientos y normas internacionales y de referencia, con responsabilidad socioambiental y honestidad.

Contenido:

- 1.1. Descripción en orden jerárquico de la legislación mexicana asociada a la materia de impacto ambiental
 - 1.1.1. Constitución política mexicana
 - 1.1.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento
 - 1.1.3. Normas y acuerdos internacionales sobre Impacto Ambiental
 - 1.1.4. Proceso de la Evaluación de Impacto Ambiental Nacional e Internacional
 - 1.1.5. Metodologías para la evaluación de Impacto Ambiental en medios marinos
 - 1.1.6. Elaboración de medidas de mitigación de los impactos identificados en materia de impacto ambiental
 - 1.1.7. Elaboración de un Plan de vigilancia ambiental en marco nacional e internacional
 - 1.1.8. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

Prácticas de taller:

Horas: 18

1. Categoriza los instrumentos normativos nacionales. Elabora un reporte en el que organiza los instrumentos aplicables en materia de impacto ambiental con base en su ámbito de acción en los tres órdenes de gobierno mexicano.
2. Compara y relaciona los instrumentos normativos internacionales. Elabora un reporte en el que describe y esquematiza el vínculo de leyes, acuerdos y normas internacionales con la normatividad mexicana en materia de impacto ambiental.
3. Construye una ruta metodológica para la evaluación sistemática de variables asociadas con el impacto ambiental en ecosistemas marinos y costeros con aplicabilidad del marco nacional e internacional (Estudio de Caso).

VI. TEMARIO

Unidad 2. Herramientas metodológicas para la evaluación de impacto ambiental

Horas: 8

Competencia de la unidad: Aplicar herramientas cuantitativas y semicuantitativas de evaluación de impactos ambiental y positivo neto a la biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros, a través de la resolución de casos aplicados, para diseñar estrategias de evaluación utilizando datos bióticos, abióticos y socioeconómicos públicos, con una actitud analítica y proactiva.

Contenido:

- 1.1. Aplicación de métodos generales de evaluación de impacto ambiental
 - 1.1.1. Análisis espaciales básicos
 - 1.1.2. Listas de chequeo, control o verificación
 - 1.1.3. Métodos matriciales
 - 1.1.4. Método de Batelle
 - 1.1.5. Calificación ambiental e impactos residuales
- 1.2. Estrategias de evaluación del valor e impactos sobre la biodiversidad
 - 1.2.1. Ganancia neta de la biodiversidad
 - 1.2.2. Método de Evaluación de Riesgo (MER, NOM-059-SEMARNAT-2010)
 - 1.2.3. Evaluación de las Listas Rojas de especies y ecosistemas de la UICN
 - 1.2.4. Evaluación de las Listas Verdes de especies y ecosistemas de la UICN
 - 1.2.5. Evaluación de hábitat crítico de acuerdo con la Norma de Desempeño Internacional 6 de la Corporación Financiera Internacional
 - 1.2.6. Los “Créditos de Biodiversidad” en el contexto del impacto ambiental y su gestión

Prácticas de taller:

1. Implementa herramientas generales de evaluación de impacto ambiental. Elabora un reporte en el que aplica herramientas de análisis de impactos ambientales y positivo neto a la biodiversidad contextualizado en un caso de estudio sobre un ecosistema marino o costero.
2. Compara estrategias de evaluación de la condición e impacto sobre la biodiversidad. Integra un cuadro comparativo de las estrategias metodológicas oficiales nacionales e internacionales para evaluar el estatus de la biodiversidad y juzga su relevancia en la gestión de los ecosistemas marinos y costeros en el marco del impacto ambiental.

Horas: 21

VI. TEMARIO

Unidad 3. Retos para la gobernanza en materia de impacto ambiental		Horas: 4
Competencia de la unidad: Analizar la evidencia sobre los desafíos de gobernanza en la evaluación de impacto ambiental, mediante la reflexión de estudios de caso emblemáticos nacionales e internacionales que aborden las dinámicas socioambientales del sistema, para construir un esquema operacional que incluya la atención a la complejidad de los conflictos en ecosistemas marinos y costeros, así como una perspectiva integral que de las dimensiones legales, sociales, económicas y ambientales, con actitud crítica y responsabilidad socioambiental.		
Contenido: 1.1. Conflictos socioambientales en ecosistemas marinos y costeros 1.1.1. Identificación de actores e intereses 1.1.2. Tensiones entre desarrollo económico y conservación 1.1.3. Casos emblemáticos de conflictos ambientales 1.2. Gobernanza y participación ciudadana 1.2.1. Marcos legales de participación social 1.2.2. Mecanismos de consulta y consentimiento 1.2.3. Experiencias de gobernanza ambiental participativa 1.3. Justicia ambiental y gestión de conflictos 1.3.1. Distribución de impactos ambientales 1.3.2. Vulnerabilidad de comunidades costeras 1.3.3. Estrategias de resolución y mediación de conflictos 1.3.4. Perspectivas éticas en evaluaciones de impacto ambiental		
Prácticas de taller: 1. Elabora un reporte que incluye el desglose de los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos de un conflicto asociado con el uso de un ecosistema marino o costero. 2. Construye un reporte que describe una simulación del proceso de consulta y negociación entre diferentes actores potencialmente participantes en una evaluación de impacto ambiental. 3. Integra un reporte en el que describe el diseño de una estrategia de resolución de un conflicto ambiental.		Horas: 9

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Discusión grupal
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Portafolio de evidencias.....	40%
- Proyecto final.....	60%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Akçakaya, H.R., Bennett, E.L., Brooks, T.M., Grace, M.K., Heath, A., Hedges, S., y R. P. Young. (2018). Quantifying species recovery and conservation success to develop an IUCN Green List of Species. *Conservation Biology*, 32(5), 1128-1138. doi: <https://doi.org/10.1111/cobi.13112>

- Biodiversity Credit Alliance. (2024). *Definition of a Biodiversity Credit*. Issue paper. Disponible en [<https://www.biodiversitycreditalliance.org/wp-content/uploads/2024/05/Definition-of-a-Biodiversity-Credit-Rev-220524.pdf>] Accedido en diciembre 2024.
- Bojórquez-Tapia, L.A. y A. Ortega-Rubio. (1988). *Las Evaluaciones de Impacto Ambiental: Conceptos y Metodologías*. Disponible en [<http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/1693/LAS%20EVALUACIONES%20DE%20IMPACTO%20AMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>] Accedido en diciembre 2024. [Clásica]
- Calvo González, I., Juárez, O., & Vargas León, L. (2020). Gobernanza territorial y conflictos de uso por la extracción de recursos marinos en áreas de pesca responsable: Caso Paquera – Tambor, Costa Rica. *Eutopía. Revista De Desarrollo Económico Territorial*, (18), 71–94. <https://doi.org/10.17141/eutopia.18.2020.4560> [Clásico]
- Corporación Financiera Internacional. (2019). *Norma de Desempeño 6, Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de recursos naturales vivos*. Grupo Banco Mundial. Disponible en [<https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2010/2012-ifc-performance-standard-6-es.pdf>] Accedido en diciembre 2024.
- Hockings, M., Hardcastle, J., Woodley, S., Sandwith, T., Wilson, J., Bammert, M., y J.M. Londoño. (2019). The IUCN Green List of Protected and Conserved Areas: Setting the standard for effective area-based conservation. *Parks*, 25(25.2), 57-66.
- Infante-Hernández, R., & Rodríguez-Matos, N. (2023). Gobernanza adaptativa y participación social frente al cambio climático. Una perspectiva teórica. *Santiago*, 160, 160–174.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). *Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional*. SEMARNAT-Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. Disponible en [<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guias-de-impacto-ambiental>] Accedido en diciembre 2024.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Manual de Procedimientos de la Evaluación de Impacto Ambiental. Unidad de Gestión Industrial, Dirección General de Gestión de Exploración y Extracción de Recursos No Convencionales Marítimos, Dirección General de Gestión de Procesos Industriales, Dirección General de Gestión Comercial*. SEMARNAT/ASEA. Disponible en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/621408/Manual_de_procedimientos_impacto_Ambiental_20201215_VF.pdf] Accedido en diciembre 2024.
- Villada-Canela, M (2021). *La gobernanza del agua en zonas áridas: una reflexión del caso de Baja California, México*. (259-280). En: José Luis Castro-Ruiz, Alfonso Andrés Cortez-Lara y Vicente Sánchez-Munguía, (coordinadores) *Visiones Contemporáneas De La Cooperación En La Gestión Del Agua En La Frontera México-Estados Unidos*. COLEF-

CONACYT. ISBN 978-607-479-413-7 (digital); ISBN 978-607-479-393-2 (impresa).
<https://libreria.colef.mx/detalle.aspx?id=7792>

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta la unidad de aprendizaje, debe tener el grado de Doctorado afín a las ciencias marinas y haber desarrollado investigación que compruebe la comprensión y experiencia en la implementación de evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo en ecosistemas marinos y costeros. Debe contar con experiencia docente en nivel posgrado. Ser proactivo y responsable.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Introducción a la Ciencia de Datos

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 3 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Abigail Uribe Martínez

Ricardo Alberto Cavieses Núñez

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad..

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje "Introducción a la Ciencia de Datos" es proporcionar las herramientas fundamentales y metodologías para el análisis y la interpretación de datos mediante técnicas estadísticas y de machine learning. Esta unidad permitirá desarrollar habilidades analíticas esenciales para comprender y abordar problemas complejos relacionados con el análisis de datos complejos, facilitando la toma de decisiones fundamentadas y la generación de conocimiento útil a partir de grandes volúmenes de información.

La importancia de esta unidad radica en su capacidad de preparar a las y los estudiantes para enfrentar desafíos actuales en un contexto donde la información y los datos se han convertido en un recurso esencial. Al integrar conceptos de estadística inferencial, análisis multivariado y machine learning, se proporciona una formación integral que potencia las capacidades de análisis crítico y técnico, fundamentales para contribuir al manejo sustentable y eficiente de los recursos y procesos en diversos campos, como la oceanografía, la economía y la industria.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar algoritmos de análisis de datos de diferente naturaleza, a través del uso de técnicas estadísticas inferenciales, multivariadas y de machine learning implementadas en ambientes de programación como Python y R, empleando metodologías estadísticas como la estimación de parámetros muestrales y poblacionales, pruebas de hipótesis, reducción de dimensionalidad, y agrupamiento de datos, para extraer e interpretar información significativa de conjuntos complejos de datos, orientada a la toma de decisiones basadas en datos derivados de problemas reales, con una actitud crítica y creativa.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias del análisis de un conjunto finito de datos. El estudiantado conjuntará las evidencias de la aplicación de técnicas estadísticas inferenciales, multivariadas, y de machine learning para analizar un conjunto de datos de casos de estudio marinos o costeros a lo largo del curso. Esto incluirá el desarrollo de una hipótesis, la aplicación de técnicas estadísticas para comprobarla y el uso de modelos predictivos. Se evaluará la capacidad del estudiantado para implementar algoritmos que le permitan la correcta interpretación de los resultados y generar conclusiones significativas.
2. Reporte técnico y presentación oral de un proyecto final. Al final del curso, el estudiantado deberá elaborar un reporte técnico sobre el análisis de datos realizado, incluyendo la metodología utilizada y los resultados obtenidos, además de exponer sus resultados de manera oral. Esta evidencia permitirá evaluar la capacidad de comunicación del estudiantado, así como la comprensión profunda de las técnicas aplicadas, demostrando habilidades tanto técnicas como de presentación de resultados.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Estadística Inferencial

Horas: 4

Competencia de la unidad: Estimar parámetros estadísticos inferenciales tales como medidas de tendencia central, dispersión, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis adecuadas para un conjunto de datos, mediante la aplicación de técnicas de análisis para la evaluación e interpretación de datos en contextos reales, para conocer la distribución muestral y validar supuestos de la población, con una actitud crítica.

Contenido:

1.1. Fundamentos de Estadística Inferencial

- 1.1.1. Conceptos básicos de inferencia estadística
- 1.1.2. Estimación de parámetros estadísticos
- 1.1.3. Intervalos de confianza

1.2. Pruebas de Hipótesis

- 1.2.1. Pruebas z y t para medias
- 1.2.2. Pruebas para proporciones y comparación de medias

Práctica de taller:

1. Realiza un análisis inferencial de un conjunto de datos proporcionado utilizando lenguajes de programación como R o Python, estimando parámetros poblacionales e interpretando los resultados obtenidos para comprender las características de la muestra y la población.
2. Aplica pruebas de hipótesis (z y t) con R o Python para determinar si existen diferencias significativas en los

Horas:12

datos de dos grupos, justificando las conclusiones con base en los resultados estadísticos obtenidos. 3. Determina los intervalos de confianza para distintos parámetros, empleando R o Python, demostrando la habilidad de interpretar estos intervalos en el contexto del problema planteado y comunicar su significado de manera clara y precisa. 4. Entrega un reporte de los resultados de las pruebas estadísticas.	

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Principios de Estadística Multivariada	Horas: 5
Competencia de la unidad: Evaluar la correlación entre variables y disminuir la dimensión de un conjunto de datos complejos, a través de la aplicación de diferentes familias de regresiones y el análisis de componentes principales, con la finalidad de extraer conclusiones significativas y mejorar la interpretación de los datos, con una actitud analítica y colaborativa. Contenido: 2.1. Análisis de Correlación y Regresión 2.1.1. Regresión lineal simple y múltiple: Modelado de relaciones entre variables y ajuste de los datos a una línea, curva o hiperplano 2.1.2. Interpretación de coeficientes: Interpretar el significado de los coeficientes de regresión en el contexto de los datos y evaluar la calidad del ajuste 2.2. Análisis de Componentes Principales (PCA) 2.2.1. Reducción de dimensionalidad: Aplicar PCA para simplificar la estructura de los datos, manteniendo la mayor variabilidad posible 2.2.2. Aplicaciones en ciencia de datos: Utilizar PCA para la visualización de datos y la selección de características más relevantes para un modelo predictivo	
Prácticas de taller: 1. Realiza un análisis de correlación y regresión utilizando R o Python para modelar la relación entre variables de un conjunto de datos, justificando la elección del modelo y analizando los coeficientes obtenidos. 2. Aplica el Análisis de Componentes Principales (PCA) con R o Python para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos, identificando las componentes principales que capturan la mayor parte de la variabilidad y explicando cómo se simplifica la interpretación de los datos.	Horas: 16

3. Entrega un reporte con los resultados de los análisis y correcta interpretación.	

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Generalidades del aprendizaje automático	Horas: 7
Competencia de la unidad: Estructurar programas de clasificación y agrupamiento de datos, mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático supervisado y no supervisado y modelos predictivos, con el fin de obtener conclusiones de datos complejos orientado a la toma de decisiones, con una actitud proactiva y planificadora. Contenido: 3.1. Conceptos generales de Machine Learning (ML) 3.1.1. Aprendizaje supervisado y no supervisado: Diferencias entre los dos enfoques y aplicaciones prácticas 3.1.2. Aplicaciones prácticas de ML en ciencia de datos con problemas reales 3.2. Modelos de Clasificación Básicos 3.2.1. Introducción a los modelos de clasificación con regresión logística y árboles de decisión, su funcionamiento y uso 3.2.2. Evaluación del rendimiento de los modelos mediante métricas de desempeño 3.3. Modelos de Agrupamiento (Clustering) 3.3.1. Descripción y aplicación de los algoritmos de agrupamiento para agrupar datos similares 3.3.2. Evaluación de la calidad del clúster con las métricas de la inercia y la silueta 3.3.3. Comparación de los algoritmos de agrupamiento con otras técnicas de análisis multivariado para diferentes tipos de problemas	
Prácticas de taller: 1. Desarrolla un modelo de clasificación utilizando R o Python, aplicando regresión logística a un conjunto de datos para predecir una variable categórica, y evalúa el desempeño del modelo mediante métricas como la matriz de confusión y el F1-score. 2. Implementa un árbol de decisión en R o Python para clasificar un conjunto de datos, explorando cómo la profundidad del árbol afecta la precisión del modelo y visualizando las reglas generadas. 3. Realiza un análisis de agrupamiento con el algoritmo K-means en R o Python, evaluando la calidad del agrupamiento, comparando los resultados con un análisis jerárquico y discutiendo las ventajas y	Horas: 20

desventajas de cada enfoque para el problema planteado.	
4. Entrega de reporte de resultados obtenidos.	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Organizadores gráficos
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- Examen	10%
- Prácticas de taller	30%
- Portafolio de evidencias	20%
- Proyecto final.....	40%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Bruce, P., Bruce, A., Gedeck, P. (2022). *Estadística práctica para ciencia de datos: con R y Python* (2a ed.). Barcelona, España. Marcombo ISBN: 9788426734433.

Llinás Solano, H. (2023). *Estadística inferencial* (1a ed.). Bogotá, Colombia. Uninorte. ISBN: 9789587410884.

Joyanes Aguilar, L.(2023). *Ciencia de datos: un enfoque práctico de tecnologías, herramientas y aplicaciones* (1a ed.). Ciudad de México, México. Alfaomega .ISBN: 9786075389479.

Sankar Namani, S., Rao Komati, T., Reddy Vuyyuru. K. (2023). *Ciencia de datos con R : una guía completa* (1a ed.). República de Moldova. Scienica Scripts. ISBN: 9786206309284; 9786206686101.

Plaue, M. (2023). *An Introduction to Statistics and Machine Learning* (1a ed.). Berlín, Alemania. Springer. ISBN: 9783662678824.

Russell, S. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4a ed.). Recuperado de <https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=261209>.

Otto, S. (2018). Marine Data Science. Recuperado de <https://www.marinedatascience.co/>.

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta la unidad de aprendizaje "Introducción a la Ciencia de Datos" debe tener preferentemente el grado de Doctorado en áreas relacionadas con Ciencia de Datos, Estadística, Matemáticas Aplicadas, Computación, Ingeniería o afines. Deberá contar con experiencia profesional en el análisis de datos y ciencia de datos, así como experiencia docente de al menos un año en enseñanza de temas relacionados con estadística, análisis de datos, programación o machine learning. Deberá contar con capacidad didáctica para explicar conceptos complejos de manera clara y accesible a diferentes tipos de aprendizaje y tener actitud proactiva hacia la actualización constante en nuevas tecnologías y metodologías de ciencia de datos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Métodos de Análisis en Oceanografía

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 3 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: diciembre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Héctor García Nava
Isaac Rodríguez Padilla
Braulio Juárez Araiza
Amaia Ruíz de Alegría Arzaburu

Validación del director de la unidad académica:

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento de las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje Métodos de Análisis en Oceanografía es dotar al estudiantado con las herramientas necesarias para realizar el análisis e interpretación de datos oceanográficos, su importancia radica en obtener información útil y confiable para la solución y mitigación de problemas relevantes a diferentes niveles, abordados desde una perspectiva multidisciplinaria.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar las técnicas de análisis de datos oceanográficos, mediante la selección e implementación adecuada, con el fin de obtener información útil y confiable que aporte a la resolución de problemas del ambiente marino, con una actitud crítica y responsabilidad.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- Portafolio de evidencias que integre los reportes de talleres.
- 3 exámenes parciales.

}

VI. TEMARIO

Unidad 1. Adquisición de datos

Horas: 5

Competencia de la unidad: Planear la adquisición de datos oceanográficos, mediante la identificación de los principales factores y variables que afectan el muestreo, para realizar procesos de adquisición que permitan obtener datos relevantes en diferentes contextos, con actitud crítica.

Contenido:

- 1.1. Variables y procesos relevantes en oceanografía
- 1.2. Principales métodos de medición de variables oceanográficas
- 1.3. Campañas oceanográficas
- 1.4. Requerimientos básicos de muestreo
- 1.5. Objetivo y tipos de muestreo
- 1.6. Adquisición de datos oceanográficos

Prácticas de taller:

Horas: 15

1. Variables oceanográficas y su medición

Identifica los principales métodos de medición de variables oceanográficas y determina su uso en diferentes contextos a través de casos prácticos.

2. Campañas oceanográficas

Elabora la planeación de campañas oceanográficas con diferentes propósitos como respuesta a problemas aplicados a casos hipotéticos.

3. Adquisición de datos

Propone el esquema de adquisición de datos más adecuado a diferentes contextos.

VI. TEMARIO

Unidad 2. Análisis de datos

Horas: 8

Competencia de la unidad: Emplear las técnicas de análisis de datos oceanográficos más adecuadas para la resolución de problemas, mediante su correcta selección e implementación con el fin de obtener información útil y confiable para la resolución de problemas del ambiente marino, con actitud crítica.

Contenido:

- 2.1. Métodos estadísticos
 - 2.1.1. Procesos estocásticos y estacionarios
 - 2.1.2. Regresión y correlación de variables

2.1.3. Estadísticas básicas 2.1.4. Interpolación de datos 2.1.5. Determinación del error 2.2. Análisis de series de tiempo 2.2.1. Definición y clasificación de series de tiempo 2.2.2. Series de Fourier 2.2.3. Análisis espectral 2.2.4. Filtros digitales 2.2.5. Demodulación compleja 2.2.6. Análisis wavelet 2.3. Análisis de datos sinópticos 2.3.1. Patrones espaciales 2.3.2. Interpolación de datos en dos dimensiones 2.3.3. Funciones empíricas ortogonales	
Prácticas de taller: 1. Regresión y correlación Realiza ejercicios de regresión y correlación con diferentes tipos de datos. 2. Determinación y propagación de errores Determina el error en diferentes variables medidas de manera experimental. 3. Análisis espectral Utiliza la técnica de análisis espectral para analizar series de tiempo en diferentes contextos. 4. Demodulación compleja Utiliza la técnica de demodulación compleja para analizar series de tiempo. 5. Análisis wavelet Utiliza la técnica de wavelet para analizar series de tiempo. 6. Funciones empíricas ortogonales Utiliza la técnica de funciones empíricas ortogonales para la identificación de patrones espaciales.	Horas: 30

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Presentación de datos	Horas: 3
Competencia de la unidad: Crear gráficos que faciliten la interpretación de resultados obtenidos del análisis de datos, mediante el uso de diferentes tipos de graficado, para aportar a la resolución de problemas del ambiente marino, con actitud proactiva y responsabilidad.	
Contenido: 3.1. Perfiles y secciones verticales	

3.2. Superficies horizontales 3.3. Series de tiempo 3.4. Otros tipos de datos	
Prácticas de taller: 1. Graficado de datos Realiza gráficos para representar diferentes tipos de datos y resultados de análisis de datos.	Horas: 3

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente establecerá la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno(a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Solución de problemas
- Discusión grupal

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Ejercicios prácticos
- Organizadores gráficos
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- 3 Exámenes 60%
- Portafolio de evidencias con los reportes de taller.....40%
- Total** 100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Bevington, P. (1969). *Data reduction and error analysis for the physical sciences*. [clásica]

Chambers, J. M. (2017). *Graphical methods for Data analysis* (eBook). Chapman and Hall.

Chatfield, C. & Xing H. (2019). *The Analysis of Time Series* (7ª ed.). CRC Press.

Emery W. J. & Thomson R. E. (2024). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography* (4a ed.). Elsevier.

Kotulski, Z. A. & Wojciech S. (2020). *Error Analysis with Applications in Engineering*. Springer Netherlands.

Shumway R. H. & Stoffer D. S. (2017). *Time series analysis and applications* (4a ed.). Springer International Publishing.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar con el grado de Doctor en alguna de las siguientes áreas: oceanografía costera, física, química, geoquímica, gestión ambiental, ingeniería oceánica o áreas afines. Debe contar con experiencia en el uso de metodologías de análisis de datos oceanográficos, así como en el uso de programas de análisis y visualización de datos. Deberá ser una persona proactiva, responsable, empática y creativa.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Índices y Trazadores Biogeoquímicos en Sedimentos

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 1 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: octubre 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Jacob Alberto Valdivieso Ojeda
Christina Verónica Treinen Crespo
Alexandro Orozco Durán

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar los conocimientos necesarios para familiarizarse con los procesos biogeoquímicos básicos que ocurren durante los procesos de diagénesis temprana en los sedimentos marinos, con aplicaciones en contaminación y ciclos globales biogeoquímicos presentes y pasados. Se hace énfasis en la interpretación de los procesos de diagénesis temprana, en el uso de técnicas analíticas, y la aplicación de índices con metales traza y trazadores con isótopos.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Evaluar de manera integral la biogeoquímica de sistemas marinos sedimentarios actuales y pasados, con la finalidad de identificar, describir y construir hipótesis en apego al método científico para la posible prevención de impactos al ambiente sedimentario, la implementación de trazadores que permitan determinar su origen y predecir sus comportamientos futuros, a través de la aplicación de índices que permitan trazar el estado de salud de los sedimentos en términos de metales traza, granulometría, materia orgánica e isótopos estables, con una actitud analítica, objetiva y responsable.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Reporte escrito y presentación oral de aplicaciones de los índices y trazadores biogeoquímicos para la interpretación del estado de salud de sedimentos en un caso de estudio, que incluya una propuesta de resolver problemas biogeoquímicos específicos.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Formación y conformación de los sedimentos marinos

Horas: 8

Competencia de la unidad: Examinar el origen y formación de los sedimentos marinos, mediante el análisis de las diferentes fases minerales que los componen como son, arcillas, carbonatos, oxihidróxidos de Fe y Mn, materia orgánica, sulfuros de Fe, con el propósito de

identificar los procesos de formación de los principales minerales autigénicos en sedimentos marinos, con actitud entusiasta y propositiva.

Contenido:

- 1.1. Fuentes y componentes de los sedimentos marinos
 - 1.1.1. Sedimentos litogénicos
 - 1.1.2. Sedimentos biogénicos
 - 1.1.3. Clasificación de sedimentos marinos
 - 1.1.4. Patrones globales de distribución del sedimento
- 1.2. Arcillas
 - 1.2.1. Estructura cristalina y composición
 - 1.2.2. Producción de arcillas a través de procesos de intemperismo
 - 1.2.3. Origen y formación de sedimentos
- 1.3. Carbonatos
 - 1.3.1. Principales minerales carbonatados
 - 1.3.2. Principales zonas de acumulación: zona costera *versus* zona pelágica
 - 1.3.3. Concepto de actividad y su aplicación al estado de saturación del sistema
 - 1.3.4. Concepto de saturación, lisoclina y profundidad de compensación de carbonatos
 - 1.3.5. Factores que controlan la distribución de carbonato de calcio en los sedimentos profundo
 - 1.3.6. Producción y razones de acumulación en el océano
- 1.4. Oxihidróxidos de Fe y Mn
 - 1.4.1. Generalidades: tamaño, área superficial, características, estructura
 - 1.4.2. Principales minerales
 - 1.4.3. Importancia y biogeoquímica
 - 1.4.4. Superficies modelo
 - 1.4.5. Nódulos de Manganese
- 1.5. Materia orgánica
 - 1.5.1. Tamaños y flujos entre los reservorios orgánicos e inorgánicos
 - 1.5.2. Zonas costeras *versus* zonas pelágicas
 - 1.5.3. Fuentes y sumideros para el carbono orgánico en los océanos
- 1.6. Sulfuros de Fe
 - 1.6.1. Flujos globales de azufre
 - 1.6.2. Principales fases minerales de los sulfuros de hierro
 - 1.6.3. Flujos globales de hierro y azufre en los diferentes ambientes sedimentarios

Prácticas de taller:

- 1. Participa en la discusión y debate de los conceptos litogénico y biogénico en la clasificación de sedimentos marinos.
- 2. Participa en la discusión y debate acerca del papel de las arcillas y carbonatos en la conformación de los sedimentos marinos con base en artículos científicos.

Horas: 4

3. Participa en la discusión y debate acerca del papel predominante de la materia orgánica en establecer cambios en las condiciones redox de los sedimentos. 4. Participa en la discusión y debate acerca del papel en la composición de los sedimentos de los oxihidróxidos de Fe y Mn, y los sulfuros en sus ambientes sedimentarios correspondientes.	

VI. TEMARIO

Unidad 2. Principales ciclos biogeoquímicos en sedimentos	Horas: 8
Competencia: Investigar los principales ciclos biogeoquímicos de los elementos presentes en los sedimentos marinos costeros en las diferentes fases minerales que los componen, a través del análisis de diferentes ambientes sedimentarios que pueden promover la remoción o liberación de elementos a la columna de agua, con el propósito de identificar los procesos de formación de minerales autigénicos y sus elementos asociados en sedimentos marinos, con actitud analítica.	
Contenido: 2.1. Degradación de la materia orgánica: motor de la diagénesis 2.1.1. Importancia del carbono: reservorios oxidados y reducidos 2.1.2. Remineralización de la materia orgánica sedimentaria 2.1.3. Reacciones de óxido-reducción 2.1.4. Reacciones de precipitación/disolución 2.2. Carbonatos 2.2.1. Importancia del carbono: reservorios oxidados y reducidos 2.2.2. Las aguas someras 2.2.3. Ciclo biogeoquímico 2.2.3.1. Un ejemplo de acidificación natural 2.2.3.2. Acidificación antropogénica del océano 2.3. Introducción al concepto de zonas de oxidación de la materia orgánica en sedimentos 2.4. Hierro y manganeso 2.4.1. Ciclo redox 2.4.2. Formación de oxihidróxidos de Fe y Mn 2.4.3. Procesos de disolución reductiva 2.4.4. Papel de la reducción de Fe y Mn en la oxidación de la materia orgánica sedimentaria 2.4.5. Oxidación anaeróbica: desnitrificación, reducción de Mn, reducción de Fe, reducción de sulfato 2.4.6. Importancia como reservorios de metales traza 2.4.7. Superficies modelo 2.5. Azufre 2.5.1. Ciclo redox 2.5.2. Oxidación anaeróbica: reducción de sulfato 2.5.3. Formación de sulfuros de hierro	

2.5.4. Estados de oxidación de los sulfuros de hierro 2.5.5. Formación de framboides de pirita en sedimentos modernos y antiguos 2.5.6. Sulfuros volátiles en ácido (AVS) y pirita 2.5.7. Reservorios oxidados y reducidos y su relación con reservorios de carbono 2.5.8. Factores limitantes en la formación de pirita 2.5.9. Distribución de azufre reducido en sedimentos	
Prácticas de taller: 1. Realiza una revisión bibliográfica sobre el efecto de la materia orgánica en sedimentos y discusión sobre su papel en los procesos diagenéticos. 2. Participa en la discusión grupal sobre el papel de los carbonatos en los sedimentos y discusión. 3. Participa en la discusión grupal sobre el papel de los óxidos y oxihidróxidos de Fe y Mn en los sedimentos. 4. Participa en la discusión grupal sobre el papel de los sulfuros en como principal repositorio de metales traza. 5. Elabora un esquema que incluya los principales aceptores de electrones en la degradación de la materia orgánica en sedimentos marinos y su interacción con metales traza.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Índices de contaminación y el estado de salud de los sedimentos	Horas: 8
Competencia: Aplicar los diversos índices de contaminación que se pueden utilizar en sedimentos marinos, a través del estudio de casos y el manejo de las ecuaciones de los índices, con la finalidad de determinar el estado de salud de los sedimentos en términos de metales traza, con actitud innovadora.	
Contenido: 3.1. Índices geoquímicos 3.1.1. Factor de enriquecimiento (EF) 3.1.2. Índice de geoacumulación (I_{geo}) 3.1.3. Índice de carga de contaminante (PLI) 3.1.4. Efectos de rango bajo y rango medio (ERL, ERM) 3.1.5. Media del efecto de rango medio (MERMQ) 3.1.6. Índice de efectos adversos (AEI) 3.1.7. Índice de potencial riesgo ecológico (RI) 3.1.8. Factor de potencial riesgo ecológico (E_r) 3.1.9. Unidades tóxicas (TU) 3.1.10. Índice de riesgo tóxico (TRI) 3.1.11. Anomalías integradas (Z_{scores}) 3.2. Casos de estudio	

3.2.1. Huella del dragado del puerto en Bahía Todos Santos, Baja California 3.2.2. Área natural protegida de Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur	
Prácticas de taller: 1. Realiza cálculos para la normalización de concentraciones de metales traza y cálculo de factor de enriquecimiento. 2. Realiza cálculos utilizando valores de metales para determinar los índices de contaminación por metales. 3. Realiza cálculos de los índices geoquímicos aplicados al caso de estudio del área natural protegida de Laguna Ojo de Liebre para determinar su estado de salud y entrega un reporte. 4. Realiza cálculos y entrega un reporte de los índices geoquímicos aplicados al caso de estudio del dragado del puerto de Bahía Todos Santos para determinar su estado de salud, antes y después del cambio de lugar donde se deposita el material dragado.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 4. Trazadores en sedimentos	Horas: 8
Contenido: Aplicar trazadores geoquímicos para el análisis del sedimento, con el fin de determinar procesos biogeoquímicos y patrones de distribución física de los sedimentos en diferentes escenarios de impacto tanto naturales como antropogénicos, mediante la revisión de estudios de caso y ejercicios prácticos, en un ambiente creativo y con una actitud crítica.	
Contenido: 4.1. Geoquímica isotópica 4.1.1. Principios sobre fraccionamiento isotópico 4.1.2. Isótopos estables en materia orgánica 4.1.3. Isótopos de oxígeno y carbono en agua intersticial 4.1.4. Isótopos de nitrógeno y azufre 4.1.5. Radioisótopos como trazadores.	
Prácticas de taller: 1. Realiza una revisión bibliográfica sobre principios isotópicos sobre alcances y limitaciones. 2. Realiza una revisión de estudios de caso sobre la aplicación de trazadores geoquímicos en Baja California. 3. Procesa datos disponibles de isótopos estables y entrega un reporte con una propuesta de las implicaciones en los sedimentos.	Horas: 4

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Elaboración de informes
- Elaboración de reportes
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Organizadores gráficos
- Uso TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- 2 exámenes parciales escritos.....	20%
- Tareas y actividades en clase.....	10%
- Ejercicios en taller.....	30%
- Reporte escrito y presentación de estudio de caso.....	40%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Berner, R.A. (1981) *A new geochemical classification of sedimentary environments*. J. Sedim. Petrol. 51, 359-365. [Clásica]
- Berner, R.A. (1981) *Authigenic mineral formation resulting from organic matter decomposition in modern sediments*. Fortsch. Miner. 59, 117-135. [Clásica]
- Berner, R.A. (1982) *Burial of organic carbon and pyrite sulfur in the modern ocean: its geochemical and environmental significance*. Am. J. Sci. 282, 451-473. [Clásica]
- Berner, R.A. (1985) *Sulphate reduction, organic matter decomposition and pyrite formation*. Phil. Trans. R. Soc. London 315A, 25-38. [Clásica]
- Birch, G.F., Davies, K. (2003) *A scheme for assessing human impact and sediment quality in coastal waterways*. In: Woodroffe, C.D., Furnes, R.A. (Eds.), Coastal GIS 2003: An Integrated Approach to Australian Coastal Issues. Wollongong Papers on Marine Policy 14. University of Wollongong, Wollongong, pp. 371–380. [Clásica]
- Burdige J. D. (2006) *Geochemistry of marine sediments*. Princeton University Press. [Clásica]
- Canfield, D.E. (1989) Reactive iron in marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 53, 619-632. [Clásica]
- Canfield, D.E., Raiswell R. (1999) The evolution of the sulfur cycle. *Am. J. Sci.* 299, 697-723. [Clásica]
- Coleman, et al (1993) Reduction of Fe(III) in sediments by sulphate-reducing bacteria. *Nature* 361, 436-438. [Clásica]
- Hakanson, L. (1980) An ecological risk index for aquatic pollution control. a sedimentological approach. *Water Res.* 14, 975–1001. [http://dx.doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90143-8](http://dx.doi.org/10.1016/0043-1354(80)90143-8). [Clásica]
- Holland, H.D., Turekian, K.K. (2003) *Treatise on Geochemistry*. Elsevier, 5100 p.
- Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L., Calder, F.D. (1995) Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Env. Manag.* 19, 81–97. [Clásica]
- Mejía, K.G., Valdivieso-Ojeda, J.A., Huerta-Díaz, M.A., Chávez-Jiménez, M., Otero, X.L., Fernández, V., Arreguín, G.J. (2023) Geochemical footprint of dredged material discharges and sediment health status in Todos Santos Bay, Mexico. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 62, 102962. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102962>

- Pedersen, F., Bjørnstad, E., Andersen, H.V., Kjølholt, J., Poll, C. (1998) Characterization of sediments from Copenhagen harbour by use of biotests. *Water Sci. Technol.* 37, 233–240. [http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1223\(98\)00203-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1223(98)00203-0). [Clásica]
- Schulz, H.D., Zabel, M. (2013) *Marine geochemistry*. Springer, 455 p.
- Tomlinson, D.L., Wilson, J.G., Harris, C.R., Jeffrey, D.W. (1980) Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgol Mar Res* 33, 566–575. [Clásica]
- Valdivieso-Ojeda, J.A., Huerta-Díaz, M.A., Delgadillo-Hinojosa, F., Otero, X.L., Arenas-Islas, D., García-Orozco, J. (2021) Sediment trace metal levels in the Ojo de Liebre Lagoonal Complex (Baja California, Mexico), a marine wildlife protected area. *Mar. Pollut. Bull.* 165, 112097. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112097>
- Zhang, G., Bai, J., Zhao, Q., Lu, Q., Jia, J., Wen, X. (2016) Heavy metals in wetland soils along a wetland-forming chronosequence in the Yellow River Delta of China: Levels, sources and toxic risks. *Ecol. Indic.* 69, 331–339. [Clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar preferentemente con un posgrado en ciencias en oceanografía o áreas afines, deberá contar con experiencia probada en investigación en el área de la disciplina y en docencia. Que sea responsable, proactivo y que motive a los estudiantes



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Monitoreo de Contaminación Ambiental

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 1 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: Octubre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Nancy Ramírez Álvarez
José Luis Sánchez Osorio
Félix Augusto Hernández Guzmán
Cristina Quezada Hernández
Lucy Coral Alarcón Ortega

Validación del director de la unidad académica:

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidad académica

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar la capacidad para diseñar, implementar y evaluar programas de monitoreo ambiental efectivos, mediante la selección adecuada de técnicas de muestreo y métodos analíticos, así como el análisis de los datos obtenidos. El objetivo es abordar problemáticas ambientales reales en contextos locales, regionales o globales, asegurando la precisión y relevancia de los resultados. Este enfoque fomentará la aplicación de pensamiento crítico, promoverá una actitud ética y garantizará la responsabilidad ambiental en todas las fases del proceso, desde el diseño del programa hasta la interpretación de los datos y la toma de decisiones.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Implementar programas de monitoreo ambiental, mediante la selección de técnicas de muestreo, técnicas analíticas y análisis de datos obtenidos, para abordar una problemática real en un contexto local, regional o global, con un pensamiento crítico y responsabilidad ambiental.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Portafolio de evidencias que incluya:

-Cuatro reportes técnicos con formato científico (resumen, introducción, planteamiento del problema, metodología, resultados, recomendaciones, conclusiones y referencias) que incluya la información pertinente sobre un caso de estudio.

-Informe final escrito y presentación oral que integra el diseño de monitoreo, metodología, análisis, interpretación de datos y evaluación de su caso de estudio.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Contaminación ambiental y su estudio

Horas: 6

Competencia de la unidad: Analizar las fuentes de contaminación costera y sus mecanismos de transporte, mediante el estudio de casos, la elaboración de diagramas conceptuales y la selección de variables, para evaluar el impacto económico y la salud del ecosistema, con una actitud crítica y reflexiva.

Contenido:

1.1. Generalidades sobre contaminación

1.2. Fuentes de contaminación costera

1.2.1. Nutrientes

1.2.2. Metales

1.2.3. Hidrocarburos

1.2.4. Plásticos

1.2.5. Emergentes

1.3. Mecanismos de transporte

1.4. Impactos de la contaminación

1.4.1. Impacto económico y salud del ecosistema

Práctica de taller:

Horas: 2

1. Selecciona variables ambientales.

A partir del análisis de un caso de estudio propuesto por el alumno (a), identifica las variables ambientales relevantes, sus fuentes y los mecanismos de transporte involucrados necesarios para el diseño de un plan de monitoreo ambiental.

Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga diagramas conceptuales y la selección de variables ambientales del caso de estudio propuesto.

Unidad 2. Estrategias de monitoreo		Horas: 6
Competencia de la unidad: Determinar los objetivos, alcance y frecuencia de muestreo adecuado para seleccionar los indicadores ambientales relevantes, considerando el contexto específico del proyecto, con la finalidad de proporcionar información confiable que permita la gestión del impacto ambiental, con una actitud analítica y honestidad.		
Contenido: 2.1. Diseño de redes de monitoreo 2.1.1. Selección de estaciones de monitoreo 2.1.2. Selección de variables de monitoreo 2.2. Escalas espaciales y temporales 2.2.1. Escala local, regional y global 2.2.2. Escala a corto, mediano y largo plazo		
Práctica de taller: 1. Diseña un plan de monitoreo ambiental. El alumno (a) determina el diseño del plan y el programa de muestreo en seguimiento al caso de estudio propuesto. Entrega un reporte técnico con formato científico que contenga el plan de monitoreo propuesto para el caso de estudio.		Horas: 2

Unidad 3. Técnicas de muestreo y análisis		Horas: 10
Competencia de la unidad: Determinar las técnicas de muestreo y métodos de análisis de muestras apropiadas considerando los objetivos y alcances del estudio, mediante el discernimiento de técnicas y métodos adecuados y convenientes, para garantizar que los datos recopilados sean representativos, precisos y confiables para su interpretación y para la toma de decisiones en la resolución de problemas, con un pensamiento crítico y responsabilidad.		
Contenido: 3.1. Tecnologías de muestreo 3.1.1. Muestras bióticas 3.1.2. Muestras abióticas 3.1.2.1. Aire 3.1.2.2. Agua 3.1.2.3. Suelo y sedimento 3.2. Tecnologías de análisis 3.2.1. Métodos de campo 3.2.2. Métodos analíticos rápidos 3.2.3. Métodos analíticos convencionales 3.2.4. Sensores y plataformas de monitoreo		

Práctica de taller: 1. Selecciona la técnica de muestreo y método de análisis. El alumno (a) selecciona las técnicas de muestreo y análisis más adecuadas para abordar su caso de estudio de manera eficiente y precisa. Entrega un reporte técnico en formato científico que incluya la selección de técnicas de muestreo y del método de análisis para su caso de estudio propuesto.	Horas: 4

Unidad 4. Procesamiento y análisis de datos		Horas: 10
Competencia de la unidad: Analizar bases de datos recopilados en los programas de monitoreo ambiental, mediante el uso de herramientas estadísticas y software especializado que permita la visualización e interpretación de los resultados, con la finalidad de proveer información relevante para la gestión de recursos marinos y la evaluación de impacto ambiental, con actitud crítica y reflexiva.		
Contenido: 4.1. Estadística descriptiva y exploratoria 4.2. Análisis de series de tiempo 4.3. Análisis de series espaciales 4.4. Aplicaciones específicas 4.5. Interpretación de datos		
Práctica de taller: 1. Procesa y analiza datos. A partir de una base de datos proporcionada, el alumno (a) desarrolla un plan de análisis detallado, seleccionando y aplicando las técnicas estadísticas y de visualización más apropiadas para responder a preguntas de investigación específicas. Interpreta resultados, toma decisiones sustentadas en los datos y comunica sus resultados de manera efectiva. Entrega de un reporte técnico con formato científico, un informe final y presentación audiovisual sobre el caso de estudio propuesto.	Horas: 8	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el o la docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Manejo de software y equipo especializado
- Elaboración de informes
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- 3 Exámenes	26%
- Tareas.....	4%
- Portafolio de evidencias	
- Reportes técnicos (talleres).....	40%
- Informe final	30%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, M. F. (2023). *Real-Time Environmental Monitoring: Sensors and Systems* - Textbook. CRC Press.

- Botello, A. V., Rendón von Osten, J., Gold-Bouchot, G., Agraz-Hernández, C. (2005). *Golfo de México: contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. [Clásica]
- Brusseau, M. L., Pepper, I., Gerba, C. (2019). *Environmental and Pollution Science*. Elsevier Science. [Clásica]
- Christian, G. D., Dasgupta, P. K., Schug, K. A. (2013). *Analytical Chemistry*. Wiley. [Clásica]
- Crompton, T. R. (2013). *Organic Compounds in Soils, Sediments & Sludges: Analysis and Determination*. Taylor & Francis. [Clásica]
- Dormann, C. (2020). *Environmental Data Analysis: An Introduction with Examples in R*. Springer International Publishing.
- Hill, M. K. (2020). *Understanding Environmental Pollution*. Cambridge University Press.
- Jiménez Ballesta, R. (2017). *Introducción a la contaminación de suelos*. Ediciones Mundi-Prensa. [Clásica]
- Mustansar Hussain, C., Kecili, R. (2019). *Modern Environmental Analysis Techniques for Pollutants*. Elsevier Science. [Clásica]
- Laws, E. A. (2017). *Aquatic Pollution: An Introductory Text*. Fourth Edition. Wiley. [Clásica]
- Popek, E. P. (2018). *Sampling and Analysis of Environmental Chemical Pollutants: A Complete Guide*. Elsevier Science. [Clásica]
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, J. (2021). *Fundamentos de química analítica*. Volumen 1. España: Reverte.
- Wiesmeth, H. (2011). *Environmental Economics: Theory and Policy in Equilibrium*. Springer. [Clásica]
- Zhang, C. (2024). *Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis*. (2nd ed). Wiley.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El o la docente deberá tener el grado de Maestría o Doctorado en oceanografía costera, química, geoquímica, gestión ambiental o áreas afines. Debe contar con reconocida experiencia en el uso de sistemas y en el uso de herramientas analíticas modernas, así como en el uso de programas de estadística y análisis e interpretación de datos. Proactivo (a), responsable, empático (a) y creativo (a).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Fundamentos Ecológicos para la Oceanografía Operacional

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 2 HE: 2 HT: 1 HL: 0 HPC: 0 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Ricardo Cruz López
Hortencia Silva Jiménez

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

1. Desarrollar e implementar herramientas operacionales para el monitoreo de procesos marinos y costeros, mediante la aplicación de metodologías tecnológicas y científicas, para proveer información útil en el manejo sustentable de los mares y costas, con una actitud comprometida y de responsabilidad social.
2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje “Fundamentos Ecológicos para la Oceanografía Operacional” tiene como propósito dotar a las y los estudiantes de los conocimientos y herramientas necesarias para comprender y aplicar los principios ecológicos fundamentales en la evaluación y monitoreo de los ecosistemas marinos y costeros desde una perspectiva operacional. Integra conceptos teóricos de ecología con métodos operacionales modernos, lo que permite a las y los estudiantes adquirir una visión holística y práctica de los procesos ecológicos en ambientes marinos y costeros.

La razón de ser de esta unidad de aprendizaje radica en la creciente demanda de profesionales capaces de aplicar enfoques científicos y tecnológicos avanzados para enfrentar desafíos críticos en la conservación y manejo sostenible de los ecosistemas marinos. En el contexto de la Oceanografía Operacional, donde se monitorean y evalúan en tiempo real las condiciones del mar y sus ecosistemas, es fundamental que las y los estudiantes comprendan la dinámica de los procesos ecológicos y los métodos de evaluación a largo plazo.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los principios ecológicos fundamentales y operacionales en el monitoreo y evaluación de ecosistemas marinos y costeros, a través del uso de herramientas tecnológicas como sensores ambientales, métodos de monitoreo en campo y técnicas de análisis de datos ecológicos, integrando datos físicos, biológicos y químicos para evaluar el estado de los ecosistemas, de acuerdo con los estándares internacionales y marcos legales nacionales, con la finalidad de proponer soluciones operacionales que permitan la conservación y manejo sostenible de los recursos marinos y costeros, y colaborar en la toma de decisiones basadas en la ciencia para

enfrentar problemas ambientales como el cambio climático, la contaminación y la sobreexplotación, con responsabilidad social y compromiso ambiental.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Informe final escrito de un proyecto de Investigación dirigida centrado en el análisis de un caso de estudio relacionado con la evaluación de un ecosistema marino o costero. En esta investigación, se emplearán herramientas tecnológicas y metodologías operacionales para evaluar el impacto de factores ambientales como el cambio climático y su estructura deberá ser:

- a) Portada
- b) Introducción
- c) Antecedentes
- d) Planteamiento del problema
- e) Objetivos
- f) Hipótesis
- g) Marco teórico
- h) Metodología
- i) Resultados
- j) Discusión
- k) Conclusión
- l) Bibliografía

VI. TEMARIO

Unidad 1. Introducción a la oceanografía operacional en ambientes marinos y costeros

Horas: 8

Competencia de la unidad: Discutir los conceptos de Oceanografía Operacional, por medio del análisis de los fundamentos ecológicos, para comprender las adaptaciones ecológicas en diferentes ecosistemas marinos y cómo contribuyen al funcionamiento del ecosistema, así como la complejidad de las redes tróficas y su importancia en el equilibrio y funcionamiento de los ecosistemas marinos, con actitud crítica y colaborativa.

Contenido:

- 1.1. Conceptos Fundamentales de Oceanografía Operacional y Ecología Marina
 - 1.1.1. Definición y alcance de la Oceanografía Operacional
 - Historia y evolución de la Oceanografía Operacional
 - 1.1.2. Oceanografía clásica vs. operacional
- 1.2. Estructura y Función de los Ecosistemas Marinos y Costeros
 - 1.2.1. Características y tipos de ecosistemas marinos y costeros
 - 1.2.2. Relaciones biológicas y redes tróficas

1.2.3. Impacto de las variables fisicoquímicas 1.2.4. Conectividad biofísica en ecosistemas marinos y costeros 1.3. Problemáticas Ambientales en Ecosistemas Marinos y Costeros 1.3.1. Efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos 1.3.2. Contaminación marina y su impacto 1.3.3. Especies invasoras en ecosistemas costeros 1.4. Dinámicas Ecológicas y Adaptaciones en los Ecosistemas Marinos y Costeros 1.4.1. Adaptaciones de los organismos a las condiciones ambientales 1.4.2. Interacciones ecológicas y sus efectos en la estructura de los ecosistemas 1.4.3. Resiliencia y vulnerabilidad de los ecosistemas ante el cambio ambiental	
Prácticas de taller: 1. Analiza adaptaciones ecológicas: Analiza estudios de caso que presenten adaptaciones específicas de organismos marinos a su entorno (por ejemplo, adaptaciones fisiológicas de organismos intermareales o las estrategias de flotación del fitoplancton). Los grupos presentan sus análisis y discutirán cómo estas adaptaciones ayudan a los organismos a sobrevivir en ambientes desafiantes. Realiza una presentación grupal con ejemplos ilustrados y discusión de los casos estudiados. 2. Análisis de redes tróficas en un ecosistema costero: Realiza una actividad práctica de construcción de una red trófica utilizando datos sobre especies presentes en un ecosistema costero. Identifica las interacciones clave entre organismos y analiza cómo los cambios en las poblaciones o la desaparición de una especie impactan el equilibrio del ecosistema. Entrega un diagrama de red trófica acompañado de un análisis escrito de los impactos potenciales de la pérdida de biodiversidad en el ecosistema.	Horas: 4

VI. TEMARIO	
Unidad 2. Estructura y función de ecosistemas costeros	Horas: 8
Competencia de la unidad: Analizar los ecosistemas costeros, mediante el estudio de sus características estructurales y funcionales, así como las interacciones ecológicas y ciclos biogeoquímicos, para evaluar su productividad, resiliencia y adaptación a las presiones ambientales y proponer estrategias de manejo y conservación en el contexto de la oceanografía operacional, con una actitud de responsabilidad y enfoque colaborativo	

Contenido: 2.1. Ecosistemas Costeros: Características Generales 2.1.1. Tipos de ecosistemas costeros 2.1.2. Factores que determinan la estructura de los ecosistemas 2.1.3. Productividad primaria y secundaria 2.2. Interacciones Ecológicas y Dinámicas Tróficas 2.2.1. Relaciones entre organismos en los ecosistemas costeros 2.2.2. Flujo de energía en las redes tróficas 2.2.3. Redes tróficas en ecosistemas costeros 2.3. Ciclos Biogeoquímicos en los Ecosistemas Costeros 2.3.1. Ciclo del carbono en los ecosistemas costeros 2.3.2. Ciclo de nutrientes y su impacto en la productividad 2.3.3. Impacto de la eutrofización en los ecosistemas costeros 2.4. Presiones Ambientales y Cambio en los Ecosistemas Costeros 2.4.1. Impacto de la actividad humana en los ecosistemas costeros 2.4.2. Cambio climático y su efecto en los ecosistemas costeros 2.4.3. Resiliencia y vulnerabilidad de los ecosistemas costeros	
Prácticas de taller: 1. Evaluación de la resiliencia de un ecosistema costero ante el cambio climático: Analiza estudios de caso donde se evalúe la resiliencia de un ecosistema costero frente al cambio climático. Aplica conceptos ecológicos para proponer medidas que aumenten la capacidad de los ecosistemas para adaptarse a los cambios ambientales. Entrega un esquema de estrategias de manejo para mejorar la resiliencia de un ecosistema costero específico. 2. Análisis de los ciclos biogeoquímicos en los ecosistemas costeros: Realiza un análisis detallado de los ciclos biogeoquímicos en un ecosistema costero, enfocándose en el ciclo del carbono y el papel de los ecosistemas costeros en el almacenamiento de carbono (carbono azul). También estudiarán el ciclo de nutrientes y los impactos de la eutrofización. Entrega un informe sobre los ciclos biogeoquímicos y su relación con la productividad y la conservación del ecosistema.	Horas: 4

VI. TEMARIO

Unidad 3. Monitoreo operacional y evaluación de ecosistemas marinos Horas: 8

Competencia de la unidad: Analizar diferentes técnicas de monitoreo operacional, con la finalidad evaluar el estado de los ecosistemas marinos, mediante el análisis de indicadores biológicos, físicos y químicos, interpretando datos en tiempo real para la identificación de cambios ecosistémicos y la propuesta de estrategias de mitigación basadas en evidencia científica, con una actitud comprometida hacia la conservación y manejo sostenible de los recursos marinos.

Contenido:

3.1. Conceptos Fundamentales del Monitoreo Operacional

- 3.1.1. Definición y objetivos del monitoreo operacional
- 3.1.2. Métodos de monitoreo in situ y remoto
- 3.1.3. Frecuencia y escalas de monitoreo
- 3.1.4. Descripción del eDNA y su relevancia en el monitoreo marino
- 3.1.5. Aplicaciones del eDNA en el monitoreo de biodiversidad
- 3.1.6. Técnicas de recolección y análisis de eDNA
- 3.1.7. Ventajas y limitaciones del eDNA en el monitoreo

3.2. Evaluación del Estado de los Ecosistemas Marinos

- 3.2.1. Indicadores ecológicos en la evaluación de ecosistemas
- 3.2.2. Evaluación de la biodiversidad marina
- 3.2.3. Modelos de evaluación y predicción del estado de los ecosistemas

3.3. Impacto de las Presiones Ambientales en los Ecosistemas Marinos

- 3.3.1. Efecto del cambio climático en los parámetros monitoreados
- 3.3.2. Contaminación marina y su monitoreo
- 3.3.3. Estrategias para mitigar el impacto de las actividades humanas

Prácticas de taller:

1. Simulación de monitoreo de calidad del agua en ecosistemas marinos:

Analiza datos simulados o reales de calidad del agua, incluyendo parámetros como oxígeno disuelto, salinidad, nutrientes y contaminantes. Analiza cómo estos parámetros influyen en la salud del ecosistema y en las poblaciones de organismos marinos.

Entrega un reporte del análisis de los datos de calidad del agua, con propuestas para mitigar el impacto de los cambios observados y mejorar las condiciones del ecosistema.

Horas: 4

2. Evaluación de Contaminantes Marinos utilizando Bioindicadores: Analiza cómo los bioindicadores (especies sensibles a contaminantes específicos) pueden utilizarse para evaluar la contaminación en un ecosistema marino. Identifica bioindicadores para diferentes tipos de contaminación, como metales pesados o nutrientes en exceso. Entrega un reporte que identifique los bioindicadores utilizados y discuta sus implicaciones para la evaluación de la contaminación en el ecosistema.	

VI. TEMARIO

Unidad 4. Aplicaciones y Estrategias para la Gestión de Ecosistemas Marinos en la Oceanografía Operacional		Horas: 8
Competencia de la unidad: Formular estrategias de gestión y mitigación ambiental en ecosistemas marinos impactados por actividades humanas, a través de la aplicación de conocimientos sobre los impactos de la pesca, la urbanización y la contaminación y aplicando principios de oceanografía operacional, para promover la resiliencia y sostenibilidad de estos ecosistemas, con responsabilidad social y enfoque interdisciplinario.		
Contenido: 4.1. Impacto de las Actividades Humanas en los Ecosistemas Marinos 4.1.1. Impacto de la Pesca y la Sobreexplotación de Recursos 4.1.2. Urbanización Costera y Desarrollo Turístico 4.2. Contaminación Marina y su Gestión 4.2.1. Fuentes de Contaminación y su Efecto en los Ecosistemas Marinos 4.2.2. Estrategias de Mitigación de la Contaminación Marina 4.3. Toma de Decisiones Operacionales para la Gestión de Ecosistemas Marinos 4.3.1. Uso de Datos de Monitoreo para la Toma de Decisiones en Tiempo Real 4.3.2. Implementación de Estrategias de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático 4.4. Estudios de Caso en la Gestión Operacional de Zonas de Uso Intensivo en Ecosistemas Marinos 4.4.1. Gestión de Recursos Marinos en Zonas de Uso Intensivo 4.4.2. Gestión Integrada en Áreas Urbanas Costeras y Puertos		
Prácticas de taller: 1. Monitoreo de Calidad del Agua en Áreas Portuarias Realiza un ejercicio de monitoreo simulado de la calidad del agua en una zona portuaria. Se les proporcionarán datos de parámetros como nutrientes, metales pesados, hidrocarburos y oxígeno disuelto. Analiza estos datos para identificar fuentes de contaminación y su posible impacto en los ecosistemas marinos cercanos.		Horas: 4

Entrega un informe técnico que incluya el análisis de los datos de calidad del agua, la identificación de posibles fuentes de contaminación y sugerencias para mitigar los impactos identificados. 2. Desarrollo de Estrategias de Remediación para Áreas Costeras Contaminadas Diseña estrategias de remediación para un área costera contaminada por actividades portuarias e industriales. Analiza con un caso de estudio donde deberá proponer soluciones, como el uso de tecnologías para la limpieza del agua, la restauración de hábitats y la reintroducción de especies afectadas. Entrega un plan detallado de remediación que incluya las técnicas y tecnologías recomendadas, así como una evaluación de la factibilidad y el impacto esperado de las acciones propuestas en la recuperación del ecosistema.	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase la o el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje Basado en Proyectos
- Solución de problemas
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Aprendizaje Basado en Proyectos
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

-Unidad 1.....	10%
-Unidad 2.....	10%
-Unidad 3.....	10%
-Unidad 4.....	10%
-Exposición del trabajo final.....	10%
-Proyecto de Investigación dirigida	50%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Lalli, C., & Parsons, T. R. (1997). *Biological oceanography: an introduction*. Elsevier. [clásica]
- Miller, C. B., & Wheeler, P. A. (2012). *Biological oceanography*. John Wiley & Sons.
- Todd, P.A., Swearer, S. E., Smith, I. P., Firth, L.B., Hawkins, S. J., Bates, A. E. & Allcock, A. L. (2019). *Oceanography and Marine Biology*. Taylor and Francis.
- Wolanski, E., Day, J., Elliot, M. & Ramesh, R. (2019). *Coast and estuaries: The Future* (1a. ed.). Elsevier.

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá tener preferentemente el grado de Doctor en Ciencias en Oceanografía, Ecología Marina, o áreas afines. Contar experiencia laboral y docente. Ser una persona responsable y proactiva.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad académica: Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa educativo: Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Nombre de la unidad de aprendizaje: Técnicas de Muestreo en Oceanografía

Plan de estudios:

Clave:

Carácter: Optativa

Distribución horaria: HC: 1 HE: 1 HT: 2 HL: 0 HPC: 1 HCL: 0 CR: 5

Fecha de elaboración: noviembre de 2024

Equipo de diseño de la unidad de aprendizaje:

Alexandro Orozco Durán
Christina Verónica Treinen Crespo
Jacob Alberto Valdivieso Ojeda
Eduardo Amir Cuevas Flores

Validación del director de la unidad académica

Luis Walter Daesslé Heuser

Sellos digitales de la CGIP y unidades académicas

II. COMPETENCIA DEL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA EDUCATIVO

Esta unidad de aprendizaje aporta al cumplimiento a las siguientes competencias de perfil de egreso:

2. Evaluar las dinámicas espaciotemporales de procesos ecosistémicos marinos y costeros, así como de sus fuentes de presión, a través de la adquisición y el análisis de datos desde una perspectiva operacional, para la solución y mitigación multidisciplinaria de problemas relevantes a nivel local, regional, nacional e internacional, con una actitud de servicio e integridad.

III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Adquirir las habilidades y conocimientos para elegir e implementar métodos y técnicas de muestreo adecuados para la evaluación de procesos ecosistémicos que permitan implementar soluciones a problemas relevantes de la zona marina y costera.

IV. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar diversas técnicas y métodos de muestreo oceanográfico, con el fin de familiarizarse con la dinámica del ambiente marino y promover la investigación independiente, mediante la implementación de procedimientos y herramientas oceanográficas básicas para la visualización de datos oceanográficos, con responsabilidad y actitud propositiva.

V. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Un reporte técnico escrito y su defensa oral de un análisis de datos asociado a una campaña oceanográfica que demuestre el manejo adecuado de los equipos y métodos especializados, así como el cumplimiento de las normas vigentes y los procedimientos aplicables.

VI. TEMARIO

Unidad 1. Introducción al muestreo oceanográfico

Horas: 3

Competencia de la unidad: Emplear los principios de la instrumentación en campañas oceanográficas y las técnicas de recolección de datos científicos, así como las normas y procedimientos de seguridad estandarizados, a partir de la revisión de protocolos estandarizados y reglamentos, con la finalidad de diseñar campañas de muestreo oceanográfico, con actitud analítica y responsable.

Contenido: 1.1. Introducción a la instrumentación oceanográfica y técnicas de recolección de datos científicos 1.2. Normas y procedimientos a bordo 1.3. Seguridad marina y portuaria 1.4. Leyes y reglamentos de Navegación Marítima en México 1.5. Diseño de muestreos en oceanografía: logística y selección de variables 1.5.1. Selección de áreas de muestreo 1.5.2. Muestreos discretos y continuos 1.5.3. Preparación de materiales, equipo y reactivos 1.5.4. Bitácora de muestreo		
Prácticas de taller: 1. Simulación de procedimientos a bordo. Realiza una simulación en una embarcación en tierra en el que se sigan procedimientos estándar como la organización del equipo, el uso correcto de chalecos salvavidas, y la planificación de maniobras de muestreo a bordo, respetando las normativas de seguridad. 2. Análisis de leyes de navegación marítima en México. Analiza las leyes mexicanas de navegación marítima e interpreta reglamentos clave como la Ley de Navegación y Comercio Marítimos. 3. Montaje y preparación de muestreo. Propone un derrotero de muestreo acorde a los objetivos de una campaña para la toma de muestras. Asimismo, organiza y prepara materiales y reactivos necesarios para dicha campaña. 4. Registro de datos y bitácoras de muestreo. Diseña y elabora una bitácora de muestreo enfatizando la importancia de la precisión, la cronología y la claridad en el registro de los sitios de muestreo y las muestras obtenidas.		Horas: 6
VI. TEMARIO		
Unidad 2. Muestreo en Oceanografía Química y Geológica		Horas: 4
Competencia de la unidad: Implementar técnicas oceanográficas para la colecta de muestras en la columna de agua y en sedimentos, mediante el uso equipos especializados y procedimientos estandarizados, para obtener datos sistemáticos, robustos y replicables que sustenten una estrategia de análisis y monitoreo integrales del ecosistema marino, con una actitud responsable y de respeto al medio ambiente.		

Contenido: 2.1. Recolección de muestras en columna de agua 2.1.1. Tipos de botellas 2.1.2. Profundidades estándar de muestreo en oceanografía química 2.1.3. Perfilado con dispositivo Conductividad Temperatura Densidad (CTD): conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, irradiación, fluorescencia 2.1.4. Muestras de agua 2.1.4.1. Nutrientes 2.1.4.2. Oxígeno disuelto (OD) 2.1.4.3. Sistema de CO₂ 2.2. Recolección de muestras de sedimento 2.2.1. Muestreo con nucleadores y dragas 2.2.2. Procesado básico de muestras de sedimento 2.2.2.1. Análisis geoquímico 2.2.2.2. Análisis biológico	
Prácticas de taller: 1. Planificación de muestreo a diferentes profundidades. Diseña un plan de muestreo basado en profundidades estándar, usando perfiles oceanográficos para identificar las capas de la columna de agua. 2. Uso y calibración del dispositivo CTD. Conoce el uso de un CTD para obtener perfiles de conductividad, temperatura, OD, irradiación y fluorescencia. Con datos reales o hipotéticos analiza y discute cómo se relacionan con las características físico-químicas de la columna de agua. 3. Manejo de muestras de sedimento. Evalúa las diferentes técnicas para la obtención y procesamiento básico de muestras de sedimento para análisis geoquímicos y biológicos. 4. Plan de muestreo para análisis químico de agua de mar. Desarrolla el protocolo de preparación y análisis químico para muestras de agua de mar. Compara las diferentes técnicas.	Horas: 8
Prácticas de campo: 1. Recolección de sedimentos con equipos de muestreo. Practica el uso de nucleadores y dragas para recolectar muestras de sedimento marino. Analiza las diferencias entre ambos métodos, y evalúa su eficiencia en diferentes tipos de sustratos. 2. Toma de muestras para análisis de nutrientes, OD y CO₂ en agua. Recolecta muestras de agua y realiza el	Horas: 6

procesamiento para análisis de nutrientes (nitratos, fosfatos, silicatos.), OD y CO ₂ . Entrega un reporte con los resultados.	

VI. TEMARIO	
Unidad 3. Oceanografía Biológica	Horas: 3
Competencia de la unidad: Emplear técnicas de muestreo biológico en las matrices de agua y sedimento, a partir de la implementación de técnicas estandarizadas de muestreo en campo, para el diagnóstico de las comunidades fitoplanctónicas, zooplanctónicas y bentónicas, con una actitud organizada y metódica.	
Contenido: 3.1. Zonificación del ambiente marino 3.1.1. Introducción al medio pelágico y bentónico 3.2. Muestreo de Plancton 3.2.1. Fitoplancton 3.2.2. Zooplancton 3.3. Óptica del océano 3.3.1. Técnicas para el análisis de la profundidad óptica 3.3.2. Atenuación de la luz en el agua, profundidad crítica y profundidad óptica 3.4. Muestreo en sedimentos 3.4.1. Muestreo de Bentos: epifauna e infauna	
Prácticas de taller: 1. Clasificación y zonificación de ecosistemas marinos. Identifica y analiza las características del medio pelágico (zona nerítica y oceánica) y bentónico (litoral, sublitoral, batial, etc.). Utiliza mapas y perfiles batimétricos para definir las zonas y su fauna característica. Elabora un diagrama del perfil batimétrico. 2. Análisis de la atenuación de luz en diferentes tipos de agua. Analiza la atenuación de la luz en columnas de agua con diferentes niveles de turbidez y materia orgánica. Calcula la profundidad crítica y analiza cómo la calidad del agua afecta la disponibilidad de luz para la fotosíntesis. Entrega un reporte del análisis realizado.	Horas: 6
Prácticas de campo:	Horas: 5

1. Muestreo de plancton. Recolecta muestras para análisis de fitoplancton y zooplancton utilizando redes de plancton y botellas Niskin. 2. Medición de la profundidad óptica con disco Secchi. Utiliza el disco Secchi para medir la profundidad de penetración de la luz en diferentes condiciones del agua. Posteriormente, compara los resultados con mediciones obtenidas mediante sensores de irradiancia o fotómetros. 3.Recolección de muestras análisis de organismos bentónicos. Realiza un muestreo de sedimentos para recolectar muestras para análisis de epifauna e infauna utilizando dragas y nucleadores. Entrega un reporte de campo con la descripción de las técnicas aplicadas.	

VI. TEMARIO	
Unidad IV. Herramientas de Visualización de datos Oceanográficos	Horas: 3
Competencia de la unidad: Analizar datos oceanográficos, a través de la aplicación de técnicas de validación y procesamiento de información con software especializado, para la creación e interpretación de gráficos, perfiles, secciones y mapas de distribución, con actitud proactiva y objetividad.	
Contenido: 4.1. Introducción a los datos oceanográficos 4.1.1. Fuentes y tipos de datos en oceanografía (CTD, satélites, modelos numéricos, datos biológicos y geoquímicos) 4.1.2. Formatos de datos y procesamiento inicial 4.1.3. Construcción de matriz de datos 4.1.4. Calidad de los datos: validación y corrección de errores 4.2. Software y plataformas para la visualización de datos oceanográficos 4.2.1. Hojas de cálculo 4.2.2. Ocean Data View (ODV): funciones básicas y avanzadas para gráficos y mapas 4.2.3. QGIS: representación geoespacial de datos marinos 4.3. Visualización de perfiles y secciones oceanográficas 4.3.1. Creación de gráficos de perfil vertical para variables como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, entre otros 4.3.2. Generación de secciones verticales a partir de datos de cruceros y estaciones 4.4. Mapas de distribución espacial 4.4.1. Mapeo de datos oceanográficos en 2D y 3D: Temperatura Superficial del Mar (TSM), corrientes oceánicas, clorofila, etc. 4.4.2. Interpolación y representación de datos en mapas globales y regionales	

Prácticas de taller: 1. Recopilación de datos oceanográficos. Revisa y recopila datos oceanográficos de diversas fuentes (CTD, satélites, modelos numéricos, datos biológicos, datos propios). 2. Construcción de una matriz de datos oceanográficos. Utiliza las hojas de cálculo o software especializado para organizar los datos en matrices para su posterior análisis. Desarrolla habilidades en la estructuración y organización de datos. 3. Control de calidad de datos oceanográficos. Valida datos, detecta errores y los corrige. Utiliza herramientas de visualización y análisis. para garantizar la calidad de los datos para análisis precisos. 4. Visualización básica de datos en hojas de cálculo. Crea gráficos básicos a partir de datos oceanográficos en Excel o Google Sheets. 5. Uso de Ocean Data View (ODV). Conoce las funciones de ODV, incluyendo la creación de gráficos y mapas avanzados de perfiles oceanográficos. 6. Creación de gráficos de perfil vertical. Genera gráficos de perfiles verticales para variables clave en oceanografía a diferentes profundidades usando ODV u otro software especializado. 7. Interpolación y creación de mapas globales y regionales. Aplica técnicas de interpolación en ODV para generar mapas detallados a partir de datos discretos. Presenta la distribución espacial a diferentes escalas para entender patrones oceánicos regionales y globales. Entrega de reporte de visualización de datos oceanográficos.	Horas: 6

VI. TEMARIO	
Unidad V. Observadores a bordo	Horas: 3
Competencia de la unidad: Implementar un protocolo estandarizado de observación de especies selectas de megavertebrados marinos, a través del conocimiento de los patrones de comportamiento de las especies de interés, para cumplir con los estándares nacionales e internacionales de colecta y análisis de datos de observadores a bordo, con una actitud crítica y responsabilidad socioambiental.	
Contenido: 5.1. Relevancia y oportunidades de operacionalización de la observación de especies selectas de megavertebrados marinos	

5.2. Taxonomía, morfología externa e identificación de especies selectas de megavertebrados marinos 5.3. Relaciones ecológicas y comportamiento espaciotemporal básicos de las especies estudiadas 5.4. Protocolos de campo y estándares internacionales para el conteo de especies selectas de megavertebrados marinos 5.5. Diseño y análisis de datos generales del muestreo por distancia	
Prácticas de taller: 1. Identificación de especies. Analiza los patrones de comportamiento de uso del hábitat pelágico por las especies de megavertebrados, los rasgos diagnósticos para su identificación, y las técnicas de muestreo básicas. Elabora un reporte con el análisis de patrones de comportamiento de megavertebrados.	Horas: 6
Prácticas de campo: 1. Implementación del protocolo de conteo de megavertebrados. Aplica protocolos internacionales para la identificación y conteo de especies de megavertebrados marinos en embarcaciones. Elabora un reporte detallado de la práctica de campo.	Horas: 5

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase se establecerá la forma de trabajo, los criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno (a).

Estrategia de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje basado en proyectos
- Discusión grupal
- Ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje:

- Investigación documental
- Técnica expositiva
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de reportes
- Uso de TIC

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70 que establece el Estatuto Escolar vigente.

Criterios de evaluación

- 2 Exámenes parciales	20%
- 5 Reportes de taller.....	20%
- 3 Reportes de campo	30%
- Trabajo final Reporte técnico.....	30%
Total.....	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Caspers, H. (1986) NA Holme and AD McIntyre (Editors): *Methods for the Study of Marine Benthos*. Oxford-London-Boston: Blackwell Scientific Publications 1984. ISBN 0-632-00894 [Clásica]

Castillo-Ramírez, A., Santamaría-del-Ángel, E., González-Silvera, A., Frouin, R., Sebastián-Frasquet, M. T., Tan, J., ... & Enríquez-Paredes, L. (2020). A new algorithm to estimate diffuse attenuation coefficient from Secchi disk depth. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(8), 558. <https://doi.org/10.3390/jmse8080558>

Crompton T.R. (2006) *Analysis of seawater: a guide for the analytical and environmental chemistry*. BerlinNew York. Springer. 520 p. ISBN: 9783540267621 [Clásica]

Cutter, Gregory, Karen Casciotti, Peter Croot, Walter Geibert, Lars-Eric Heimbürger, Maeve Lohan, Hélène Planquette, and Tina van de Flierdt. (2017). *Sampling and Sample-handling Protocols for GEOTRACES Cruises*. Version 3, August 2017. <https://www.geotraces.org/wp-content/uploads/2024/10/GEOTRACES-cookbook-v4-2024.pdf> [Clásica]

Dickson, A. G. (2007). *Guide to best practices for ocean CO₂ measurements*. PICES Special Publication, 191. https://www.ncei.noaa.gov/access/ocean-carbon-acidification-data-system/oceans/Handbook_2007.html Consultado: 30 de octubre 2024. [Clásica]

DiMatteo, A., Roberts, J.J., Jones, D., Garrison, L., Hart, K.M., Kenney, R.D., McLellan, W.A. et al. (2024). Sea turtle density surface models along the United States Atlantic coast. *Endangered Species Research*. 53: 227-245. <https://doi.org/10.3354/esr01298>

- Grasshoff K., Ehrhardt M., y Kremling K. (1999) *Methods of Seawater Analysis*. Wiley-VCH. 600 p. ISBN: 3527295895 [Clásica]
- Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H. R., & Huntley, M. (Eds.) (2000) *ICES zooplankton methodology manual*. Elsevier [Clásica]
- Kennish, M. J. (2019) *Practical handbook of marine science*. crc press.
- McDonnell, A. M., Lam, P. J., Lamborg, C. H., Buesseler, K. O., Sanders, R., Riley, J. S., ... & Bishop, J. K. (2015). The oceanographic toolbox for the collection of sinking and suspended marine particles. *Progress in Oceanography*, 133, 17-31.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.01.007>
- Morel, A., & Maritorena, S. (2001). Bio-optical properties of oceanic waters: A reappraisal. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 106(C4), 7163-7180.
<https://doi.org/10.1029/2000JC000319> [Clásica]
- Muller-Karger, F. E., Miloslavich, P., Bax, N. J., Simmons, S., Costello, M. J., Sousa Pinto, I., ... & Geller, G. (2018). Advancing marine biological observations and data requirements of the complementary essential ocean variables (EOVs) and essential biodiversity variables (EBVs) frameworks. *Frontiers in Marine Science*, 5, 211.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00211>
- Parsons, T. R. (2013) *A manual of chemical & biological methods for seawater analysis*. Elsevier. ISBN: 0-08-030287-4 [Clásica]
- Przeslawski R., Berents P., Clark M., Sabine D., Graham E., Frid C., Hooper G., Hughes L., Ingleton T., Kennedy D., Nichol S y Smith J. 2020. *Marine sampling field manual for grabs and box corers*. In Field Manuals for Marine Sampling to Monitor Australian Waters, Version 2. Przeslawski R, Foster S (Eds). National Environmental Science Programme (NESP). [https://grabs-and-boxcorers-field-manual.github.io/files/Chapter%209 Grabs%20&%20Boxcorers%20Field%20Manual_V3.pdf](https://grabs-and-boxcorers-field-manual.github.io/files/Chapter%209%20Grabs%20&%20Boxcorers%20Field%20Manual_V3.pdf)
- Shijun W., Zhiheng C., Shuo W., Jian Z., Canjun Y. 2024. A review of deep-seawater samplers: Principles, applications, performance, and trends, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, Volume 213, 104401, ISSN 0967-0637.
<https://doi.org/10.1016/j.dsr.2024.104401>.
- Schlitzer, R. (2015). Data analysis and visualization with Ocean Data View. *CMOS Bulletin SCMO*, 43(1), 9-13. [https://epic.awi.de/id/eprint/37570/1/CMOS Bulletin Feb 2015.pdf](https://epic.awi.de/id/eprint/37570/1/CMOS_Bulletin_Feb_2015.pdf)
- Thomson, R. E., Emery, W. J. (2014) *Data analysis methods in physical oceanography*. Newnes. [Clásica]
- Treinen-Crespo, C., Barbara, L., Villaescusa, J. A., Schmidt, S., Pearson, A., & Carriquiry, J. D. (2021). Revisiting the marine reservoir age in Baja California continental margin

sediments using ^{14}C and ^{210}Pb dating. *Quaternary Geochronology*, 66, 101178.
<https://doi.org/10.1016/j.quageo.2021.101178>

Tuit, C. B., & Wait, A. D. (2020). A review of marine sediment sampling methods. *Environmental Forensics*, 21(3-4), 291-309.
<https://doi.org/10.1080/15275922.2020.1771630>

Woodall, L. C., Andradi-Brown, D. A., Brierley, A. S., Clark, M. R., Connelly, D., Hall, R. A., ... & Rogers, A. D. (2018). A multidisciplinary approach for generating globally consistent data on mesophotic, deep-pelagic, and bathyal biological communities. *Oceanography*, 31(3), 76-89. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2018.301>

X. PERFIL DEL DOCENTE

La o el docente que imparta esta unidad de aprendizaje deberá contar preferentemente con grado de Doctor en Ciencias en Oceanografía o áreas afines, con experiencia probada en investigación en el área y en docencia. Ser proactivo, responsable y con sentido de actualización permanente.

10.5. Anexo 5. Estudio de fundamentación.



Universidad Autónoma de Baja California

Coordinación de Investigación y Posgrado

Departamento de Posgrado

Estudios de Fundamentación para la Creación de Programas
Educativos de Posgrado

Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional

Ensenada, Baja California, febrero de 2024.



Directorio

Dr. Luis Enrique Palafox Maestre
Rector

M. I. Edith Montiel Ayala
Secretaria General

Dra. Lus Mercedes López Acuña
Vicerrectora Campus Ensenada

Dr. Jesús Adolfo Soto Curiel
Vicerrector Campus Mexicali

Dra. Haydeé Gomez Llanos Juárez
Vicerrectora Campus Tijuana

Dr. Luis Walter Daesslé Heuser
Director del Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Dra. Dora Luz Flores Gutiérrez
Coordinadora General de Investigación y Posgrado

Mtro. Francisco Guzmán Aguirre
Jefe del Departamento de Posgrado

Mtro. Eduardo Castro González
Jefe del Depto. de Apoyo a la Docencia y la Investigación, Campus Ensenada

PROYECTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA EDUCATIVO MAESTRÍA EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL

Coordinación del proyecto

Dr. Eduardo Amir Cuevas Flores

Colaboraciones del proyecto

Dra. Abigail Uribe Martínez
Dr. Napoleón Gudiño Elizondo
Dr. Luis Walter Daesslé Heuser
Dr. Leopoldo G. Mendoza Espinosa

Asesoría y revisión de la metodología de diseño curricular

M. I. Eduardo Castro González
Jefe del Departamento de Apoyo a la Docencia y la Investigación, Campus Ensenada

M.C.E. Luz Adriana Vital Elías
Analista de Diseño Curricular y Acreditaciones de Posgrado del Departamento de Apoyo a la Docencia y la Investigación, Campus Ensenada

Estudio de fundamentación de la creación del programa educativo Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional (MACOO)

CONTENIDO

Introducción.....	6
1. Estudio de pertinencia social	8
1.1. Análisis de necesidades sociales.....	8
1.2. Análisis del campo profesional.....	13
1.2.1. Campo profesional y problemáticas que atenderá la MACOO.....	13
1.2.2. Prospectiva ocupacional del campo de conocimiento de la MACOO.....	16
1.3. Análisis de oferta y demanda.....	23
1.3.1. Oferta de programas educativos afines a la MACOO.	23
1.3.2. Demanda de programas educativos afines a la MACOO.....	37
2. Estudio de factibilidad	47
2.1. Análisis de factibilidad de recursos para la operación del programa de educativo	47
2.1.1. Personal académico.....	48
2.1.2. Infraestructura Disponible o Requerida	49
2.1.3. Proyección de recursos monetarios	52
2.2. Análisis de factibilidad normativa	56
3. Estudios referentes	61
3.1. Análisis de la evolución del programa educativo de posgrado y su prospectiva	62
3.2. Análisis comparativo de programas educativos	65
3.3. Análisis de organismos nacionales e internacionales	72
Referencias	80
ANEXO 1. Formato de encuesta aplicada a potenciales empleadores de los egresados de la MACOO.	89
ANEXO 2. Resultados complementarios de la encuesta a empleadores.....	97
ANEXO 3. Lista de los 28 programas a nivel nacional similares a la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional.....	99

ANEXO 4. Lista de 10 programas adicionales a nivel internacional afines a la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional.....	111
ANEXO 5. Consultas de los Anuarios Estadísticos de Educación Superior de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)	118
ANEXO 6. Formato de encuesta aplicada a estudiantes.	120
ANEXO 7. Resultados adicionales de la encuesta aplicada a estudiantes.	122

Introducción

Los sistemas marino-costeros son de gran importancia, tanto para el bienestar humano, como para el equilibrio ecológico global. Sin embargo, son los más vulnerables y expuestos al cambio climático y global, por lo que es imprescindible contar con datos e información técnica y científica para identificar sus estresores y amenazas, así como implementar posibles medidas de mitigación (Neumann et al., 2015).

El 40 % de la población mundial (>25 millones de personas) vive en localidades costeras, donde los medios de subsistencia están fuertemente asociados con los sistemas productivos y extractivos de las diferentes regiones costeras (Day et al., 2021; MacManus et al., 2021; Mikhaylov y Plotnikova, 2021). Estas comunidades enfrentan retos como la contaminación acumulada cuenca arriba, transformación de la costa por infraestructura industrial, turística y urbana, pérdida de capital natural por sobreexplotación de recursos, impactos por industrias extractivas, y ahora repercusiones asociadas al cambio climático como la erosión costera, eventos extremos, entre otros (Halpern et al., 2007; Lotze et al., 2018).

Por otro lado, el desarrollo costero, urbano, empresarial e industrial también ha tenido una fuerte escalada en los últimos años, demandando personal con conocimientos y experiencia en el análisis y manejo de sistemas marino-costeros, que les permita manejar sus impactos ambientales, eficientizar sus procesos, y maximizar sus ganancias (Willis et al., 2024).

Para atender estos problemas, se requiere conocer la dinámica y variabilidad espaciotemporal de los atributos que dan cuenta del estado de los sistemas (ecológicos, sociales, económicos), por lo que es indispensable adquirir grandes acervos de datos, de extensas áreas y relacionados con diversas disciplinas, tarea que resultaba costosa o imposible hace algunos años (Davidson et al., 2019). En últimas décadas, el conocimiento de los océanos se ha potencializado con avances tecnológicos en campos como los sistemas computacionales, la telemetría, los sistemas de comunicación, adquisición de imágenes satelitales, sensores especializados, etc., lo que ha permitido alcanzar lugares geográficos y períodos de observación que no se habían conseguido antes, herramientas que han permitido profundizar fuertemente en el entendimiento de los mares y costas a nivel global (Muller-Karger et al., 2018).

Como una consecuencia de tales avances, nace la Oceanografía Operacional, una disciplina conceptualizada recientemente a partir de la necesidad de generar datos sistemáticos, consistentes y confiables en el largo plazo de mares y costas, de tal manera que se reconozcan los patrones y fluctuaciones naturales, se detecten anomalías y se determinen diferencias espaciales en dichos patrones para entender procesos naturales y aquellos originados por otros factores de estrés. Este enfoque aplica tanto para temas de conservación

de la biodiversidad, como para industrias y empresas relacionadas con ambientes costeros y oceánicos (Schiller et al., 2018).

A pesar de la importancia de los sistemas costeros para México y de la enorme diversidad de recursos asociados, existe poca información sistemática pública que permita conocer su estado actual y predecir posibles trayectorias (Herguera et al., 2023). Hasta el momento, la oceanografía operacional no se ha introducido como una disciplina *per se* en el país. Aunque se cuenta con profesionales dedicados al estudio de diferentes componentes de los sistemas marino-costeros, pocos tienen la formación precisa para diseñar, implementar y mantener sistemas operativos de observación.

Dado este contexto, en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California (IIO-UABC) se plantea la pertinencia de contribuir a atender esos vacíos con la formación de profesionales especializados en Oceanografía Operacional. En el presente documento se brinda la información necesaria para fundamentar la creación y el diseño del programa de estudios de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional (MACOO).

MACOO busca formar y fortalecer profesionales de alto nivel con competencias en investigación científica y aplicación de herramientas basadas en ciencia para tareas prácticas, que sean capaces de utilizar y desarrollar instrumentos, tecnologías y metodologías de vanguardia para la observación operacional y análisis de grandes acervos de datos oceánicos y ambientales. Esta formación tiene el propósito de generar capacidades para evaluar, diagnosticar y monitorear los ambientes marinos y costeros, contribuyendo a la solución de problemas en ejes temáticos y programáticos relevantes local, nacional y globalmente, con una visión multidisciplinaria, social y ambientalmente responsables, que contiendan en el largo plazo con retos actuales y emergentes para un desarrollo sustentable en las costas y mares de nuestra región y el resto del país.

En las siguientes secciones se exponen los fundamentos de la pertinencia de la MACOO en su contribución al cumplimiento de líneas prioritarias de la UABC, incluyendo la coadyuvancia con gobierno, sociedad y particulares para alcanzar metas estatales, nacionales e internacionales en el marco del conocimiento, uso responsable y conservación en el largo plazo de nuestros océanos, ocupando un nicho táctico para la generación de recursos humanos altamente especializados para su gestión.

1. Estudio de pertinencia social

1.1. Análisis de necesidades sociales

Alrededor del 40% de la población humana está asentada en centros de población costeros (Mikhaylov y Plotnikova, 2021), lo cual crea un vínculo fuerte entre las dinámicas de esas comunidades y la sustentabilidad de los océanos, incluyendo las interacciones entre los demás componentes del paisaje. Estas interacciones requieren ser observadas y evaluadas a fin de determinar potenciales conflictos y problemáticas que son de interés público y que requieren de datos e información sistemática y robusta acerca de los componentes de ese sistema complejo, incluyendo la evaluación de sus dinámicas, trayectorias y umbrales (Ávila-Foucat y Espejel, 2020). Esta información se espera que oriente y soporte la definición e implementación de herramientas para la prevención, atención y mitigación de tales problemáticas. Estos alcances van desde procesos locales, industriales (turismo, acuicultura, pesquerías, explotación de hidrocarburos), hasta amenazas a escala regional, nacional e incluso mundial, y de largo plazo como las originadas por el cambio climático.

Son diversos los impactos causados sobre los ecosistemas marinos y costeros a nivel global, constituyendo una gran alerta para los líderes mundiales debido a sus implicaciones en términos de seguridad energética y alimentaria (Halpern *et al.*, 2008; Maxwell *et al.*, 2013). En este contexto, organismos como las Naciones Unidas promueven iniciativas internacionales en las que México participa, y en las que promueven el desarrollo de nuevas tecnologías y el aprovechamiento al máximo de las existentes como estrategias clave para generar la información requerida en la toma de decisiones que lleve a un aprovechamiento responsable de nuestros océanos, a la vez que se satisfagan nuestras necesidades actuales y de generaciones futuras, siempre velando por el mantenimiento y mejora de su viabilidad y resiliencia integrales.

El Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (2021-2030) tiene el objetivo de establecer un marco para garantizar que la ciencia apoye los esfuerzos de los países por alcanzar el Desarrollo Sostenible (objetivos de la Agenda 2030). En este marco se enfatiza la necesidad de comprender mejor y respetar el océano, por ser una reserva de biodiversidad excepcional, pero en gran parte desconocida, a la vez que también representa un recurso económico que asegura el sustento de más de 3,000 millones de personas en todo el mundo (UNDESA, 2021). Sin embargo, el cambio climático, la acidificación del océano, su desoxigenación y el agotamiento de la biodiversidad marina están llevando a los océanos a un punto sin retorno, y que compromete la sustentabilidad de los recursos marinos.

Por otro lado, en el ámbito nacional, la administración pública federal ha impulsado en el último lustro una visión de la ciencia encausada a “...*fortalecer la soberanía científica y la*

independencia tecnológica de México, bajo los principios de humanismo, equidad, bienestar social, cuidado ambiental y conservación de la riqueza biocultural” con una visión que contempla el fomento de actividades de investigación “... que redunden en el bienestar del pueblo de México, contemplen la preservación, restauración, protección y mejoramiento del ambiente, y faciliten el ejercicio y goce de otros derechos humanos, individuales y colectivos de la presente y futuras generaciones” (<https://conahcyt.mx/conahcyt/que-es-el-conahcyt/>).

Particularmente el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) promueve una visión pentahélice en la que se incluye a la academia, gobierno, empresas, ambiente y sociedad, con las humanidades, ciencias y tecnologías como puntos focales de intersección. En este sentido, la oferta de un programa de estudios de posgrado en aplicación y desarrollo de tecnología que se alinea con necesidades de entidades gubernamentales y del sector privado adquiere total pertinencia en el marco de la visión de la administración federal de México, con el fin de realizar ciencia pertinente para el desarrollo ambientalmente responsable y sensible a las necesidades de bienestar comunitario.

De igual forma, el CONAHCYT estructura los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), los cuales incentivan la construcción de planteamientos que coadyuven a la solución de problemas en el país, a través de las capacidades científicas y técnicas nacionales, en colaboración con actores sociales y de manera multidimensional e interdisciplinaria. Actualmente existen diez PRONACES, entre los que destacan tres en el contexto de la MACOO: *Energía y Cambio Climático*, *Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes*, y *Sistemas Socioecológicos*.

De manera particular, en el campo de *Energía y Cambio Climático*, el CONAHCYT promueve acciones para abordar problemáticas urgentes, implementando estrategias multidisciplinarias, transversales, intersectoriales e integrales con enfoques territoriales e inclusivos. Es clave disminuir la vulnerabilidad de las personas y los ecosistemas ante los efectos negativos del cambio climático, siempre salvaguardando el bienestar de la población, y protegiendo la infraestructura estratégica y el patrimonio biocultural (CONAHCYT, 2023). Por otro lado, el perfil de la MACOO contribuirá al PRONACE *Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes*, con bases sólidas para implementar sistemas de detección, evaluación y monitoreo sistemático de agentes contaminantes al propiciar tecnologías para identificar fuentes de contaminación, cuantificación de impactos y planes de mitigación. Finalmente, la MACOO incidirá en el PRONACE de *Sistemas Socioecológicos* al coadyuvar en la exploración y entendimiento de sistemas complejos, facilitando aproximaciones transdisciplinarias por la vinculación con las necesidades y oportunidades en los sectores productivo y gubernamental, y siempre procurando incidir en la cogeneración de alternativas tecnológicas y científicas para un desarrollo sustentable.

A través del programa de la MACOO la UABC fortalecerá su contribución en estimular la soberanía científica y tecnológica, y sumará al cumplimiento de los compromisos de México en términos de los objetivos de la agenda 2030 de la ONU y para los planes federales de desarrollo del actual gobierno.

Por su parte, en el ámbito estatal, dado el contexto de la MACOO, destaca la Ley de Fomento a la Competitividad y Desarrollo Económico para el estado de Baja California (LFCDEBC) (Congreso de Baja California, 2023), la cual tiene entre sus objetivos el “...*desarrollo económico del Estado a través de una Política de Desarrollo Empresarial sustentada en las Vocaciones Regionales...*”. Estas vocaciones regionales son los “*sectores productivos con potencial de crecimiento que tiene cada región del Estado*”, y se clasifican como razonables (su participación en el valor del PIB estatal sobrepasa la media nacional), por impulsar (su participación en el valor del PIB estatal es menor a la media nacional y mayor al 1%), y por incubar (de incipiente proceso de explotación, su participación en el PIB estatal $\leq 1\%$).

En Baja California, las principales vocaciones se asocian, en primer lugar, a la manufactura (equipo de transporte, equipos, componentes y accesorios electrónicos), agricultura, industria de las bebidas y del tabaco, y comercio (al por mayor y menudeo) (Secretaría de economía, 2015; CETYS Universidad, 2023). Distintos programas educativos de la UABC y otras universidades locales ya atienden varias de estas vocaciones regionales mediante la formación de recursos humanos. Sin embargo, quedan vocaciones por incubar en el corto plazo, asociadas con industrias como la Pesca (SCIAN 114) y Acuicultura (SCIAN 112) (INEGI, 2007), que han sido identificadas con gran potencial para Baja California y que demandan capacidades humanas especializadas. En particular, para fines de la MACOO son relevantes el desarrollo de vocaciones en “*Servicios tecnológicos, de laboratorio e investigación científica*”, la “*Economía azul*” en la que se reconoce la vasta experiencia en ciencias marinas y generación de capital humano por la UABC, así como las “*Tecnologías de la información*” (CETYS Universidad, 2023).

Estas vocaciones por incubar, contempladas en la Política de Desarrollo Empresarial de Baja California, configuran condiciones de pertinencia estratégica en el corto plazo para el programa de estudios de la MACOO.

Asimismo, la LFCDEBC también establece en diversos incisos de su Artículo 4, sección II, que su ejercicio debe promover:

a) *El desarrollo equilibrado, armónico y sustentable del Estado...*;

ñ) *El uso de tecnologías de información y comunicación para incrementar las oportunidades de negocio de las Empresas;*

p) La elaboración de programas de capacitación, investigación y desarrollo tecnológico que atiendan las necesidades específicas de las Empresas, con base en una mayor vinculación entre los sectores educativos y productivos del Estado;

s) La preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la prevención del deterioro ambiental, de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad, con la preservación de los ecosistemas;

La orientación de la MACOO se alinea de forma natural con esta visión de desarrollo económico basado en las tecnologías y ciencia, a partir de un vínculo con la academia local (Artículo 7) para su impulso nacional e internacional.

Asimismo, la LFCDEBC establece las condiciones para que las empresas con base en el Estado puedan ser objeto de estímulos fiscales y no fiscales (Capítulo IV, Artículos 10 y 11), y específica para las MIPYMES:

Artículo 11, incisos

II. Inviertan en la capacitación de recursos humanos y que se vinculen con las instituciones educativas públicas o privadas alineadas al Política de Desarrollo Empresarial;

VI. Promuevan e inviertan en esquemas y programas de investigación para modernizar y desarrollar tecnología;

X. Inviertan en proyectos que contribuyan al mejoramiento y conservación del medio ambiente, ...

En este marco de política pública, con la LFCDEBC y la Política de Desarrollo Empresarial, se fundamenta en buena medida la necesidad de perfiles profesionales innovadores que incorporen nuevas tecnologías para el bienestar humano y que resultan ser de alta pertinencia para la región, como lo es el perfil propuesto en la MACOO.

En cuanto a la percepción salarial en Baja California, los profesionales asociados con el desarrollo y aplicación de tecnologías de la información y cómputo se encuentran entre los salarios promedio más altos (\$18,750 mensuales; Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2021; Data México, 2023).

Por otro lado, de acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo del gobierno de Baja California 2020-2024, en el rubro medio ambiente y desarrollo sustentable, se destaca como una prioridad estatal la cooperación entre instancias gubernamentales, el sector privado, y las instituciones educativas y de investigación. Esto incluye la coordinación a nivel internacional para el aprovechamiento sostenible de recursos naturales y servicios ecosistémicos mediante

la gestión e implementación de instrumentos y metodologías de vanguardia. Asimismo, se considera importante consolidar una cultura ambiental que informe sobre el cambio climático y sus consecuencias en la sociedad, ya que el estado es particularmente vulnerable ante este fenómeno.

En el Componente “*Educación Superior como Palanca del Desarrollo Sostenible*”, se incluyen Líneas de Política (LP) y Resultados a Lograr (RAL) que fundamentan la creación de la MACOO en términos de su visión acerca de la modalidad dual de su impartición, el desarrollo profesional (5.3.1.6, 5.3.2.2), la vinculación con el sector social y económico en el Estado (5.3.3.1), esquemas de vinculación internacional (5.3.3.2), enfoques multi, inter y transdisciplinario para el beneficio del desarrollo económico, social y humano (5.5.1.2), y alternativas educativas que promuevan el desarrollo de habilidades digitales y tecnológicas del alumnado en Baja California (5.5.3.1).

El objetivo y diseño de la MACOO se alinean de manera natural con estos RAL, y representan su fundamentación social y de vinculación con las necesidades del sector social en Baja California; a la vez que coadyuva con la UABC y el Gobierno Estatal en sus esfuerzos para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular con el Objetivo 4 “*Educación de Calidad*”.

La MACOO contribuirá a esta visión estatal con un enfoque intersectorial de trabajo, y una aproximación interdisciplinaria del programa de estudios, para fomentar vocaciones que contribuyan activa y directamente con elementos científicos y tecnológicos relevantes en la evaluación y monitoreo de condiciones oceanográficas, naturales o asociadas a las industrias productivas, las cuales son fundamentales para sostener distintos medios de vida asociados a las vocaciones regionales y de los que dependen de forma directa e indirecta numerosas familias en el estado.

Concretamente, en la revisión de pertinencia social se determinó que existen iniciativas, proyectos, lineamientos y políticas en los ámbitos locales, regionales, nacionales e internacionales que hacen énfasis en la creciente y urgente necesidad de impulsar sistemas de observación para el entendimiento de los ecosistemas oceánicos para su gestión hacia el desarrollo sustentable, y para generar capacidades de adaptación y mitigación ante ecosistemas deteriorados y un clima cambiante (UNESCO, 2021). El cambio global y climático tendrá impactos acumulados más intensos en los sistemas costeros, por lo que se hace imprescindible para todas las sociedades costeras contar con especialistas con conocimientos y habilidades capaces de generar y analizar información para la gestión de los recursos bajo los paradigmas de desarrollo sostenible. El inmenso potencial de México en cuanto a desarrollo costero hace esencial fomentar las capacidades que se planean

incorporar para la MACOO en consonancia con los marcos regionales, nacionales y globales expuestos en este apartado.

1.2. Análisis del campo profesional

1.2.1. Campo profesional y problemáticas que atenderá la MACOO

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) señala que en el marco de la tendencia internacional se espera que ocho de cada 10 empleos a nivel internacional se relacionarán con carreras como Ingeniería Molecular, Nanotecnología, Biomedicina, Investigación Espacial, Cibernética, Mecatrónica y Ciencias de la Tierra.

De acuerdo al Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo (https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/preparate-empleo/Expectativas_laborales), con información derivada de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), a partir de los registros del Portal del Empleo de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, las carreras relacionadas con tópicos sobre las nuevas tecnologías, internet y el sector digital son las que tienen mayores oportunidades de empleo, que abordan los campos ambiental (Ingeniería ambiental y sustentabilidad, Especialista en cambio climático, Gerente de sostenibilidad, Ecologista de datos), desarrollo sustentable (Geomicrobiólogo, Productor de alimentos orgánicos, Ciencias de la tierra, Ingeniería del agua, Técnico en eficiencia energética) y nuevas tecnologías (Ingeniería en Sistemas Digitales y Robótica, Licenciatura en negocios electrónicos). Asimismo, califican como altamente importante para obtener empleo las herramientas dominio de idiomas, conocimientos de Informática y tecnología, así como la capacidad de coordinar y gestionar; y reafirman que las carreras con mayores oportunidades de trabajo son las asociadas con, entre otras temáticas, la informática, telemática, realidad virtual e información multimedia.

Por su parte, el Instituto Mexicano para la Competitividad, A. C. (<https://imco.org.mx/comparacarreras/>) señala, en sus clasificaciones de las 10 carreras más relevantes en el primer trimestre del 2023, a las relacionadas con informática por registrar la mayor calidad de inversión (relación entre el costo de estudiar la carrera y el incremento salarial que genera); así como a las carreras en ecología y ciencias ambientales con más profesionales con posgrado (lo cual indica una alta demanda de posgrados en esta área); y a las carreras sobre ingeniería electrónica, automatización y aplicaciones de la mecánica-electrónica como carreras con mayor matrícula y mejor pagadas (<https://imco.org.mx/comparacarreras/las-10-mas>).

La MACOO incluye en su formación diversos aspectos de estos campos profesionales para su aplicación en el estudio y evaluación operacional de las condiciones bióticas y abióticas de los océanos y costas de México, y con esta información sobre las tendencias de las carreras, se deduce la existencia de un campo profesional viable para egresados del posgrado que nos ocupa en este estudio.

La medición de parámetros asociados con las condiciones del ambiente marino y terrestre ha sido un tema de gran interés para distintos sectores en nuestro país debido a la necesidad de prever y atender los efectos directos e indirectos que, a corto, mediano y largo plazo, producen las actividades humanas sobre los sistemas ambientales. Por otro lado, las industrias asociadas a sistemas costeros y marinos requieren personal capacitado, no solo para entender el funcionamiento de los ecosistemas a los que están ligados, sino para traducir ese conocimiento en información para la gestión de sus recursos (pesqueros, acuícolas, potencial para energías renovables, hidrocarburos) establecer planes y protocolos para la atención de emergencias, cumplir condicionantes jurídicas, disminuir huellas ambientales, y por supuesto, mejorar sus procesos para hacer eficiente su producción.

Diversos actores requieren especialistas en observación oceanográfica para medir, sistematizar, analizar, comprender y difundir el conocimiento de diversos fenómenos socioeconómicos y ambientales desde una perspectiva interdisciplinaria asociada a los complejos sistemas marinos y costeros. Estos actores incluyen a entidades ambientales, sociales, productivos, académicos y de investigación, así como a instituciones gubernamentales de los distintos niveles, asociaciones civiles, industrias y empresas.

Para atender esas demandas, se requiere la intervención de especialistas con conocimiento sobre disciplinas como la informática, electrónica, telecomunicaciones, materiales, nanotecnología, ciencias computacionales, ciencias geoespaciales, ciencia de datos, mecatrónica, entre otras, que coadyuven a entender fenómenos físicos, químicos, geológicos y ecológicos que ocurren en las distintas dimensiones de los ecosistemas marinos y costeros.

El sector ambiental tiene actualmente retos grandes para atender problemáticas como la contaminación por diversos agentes, de los que resalta los plásticos, derrames de petróleo y otros hidrocarburos, plaguicidas y otros contaminantes de origen terrestre, acidificación oceánica, pérdida de especies y degradación de hábitats, entre otros. Algunas estrategias de manejo como el establecimiento de refugios pesqueros, áreas naturales y otros esquemas de gestión y manejo para la conservación, requieren de datos e información de largo plazo, tanto para determinar las áreas prioritarias para su establecimiento como para dar seguimiento a su evolución. En ese sentido, las instituciones (gubernamentales y de la sociedad civil organizada) requieren personal calificado que domine la teoría biológica, ecológica y

oceanográfica, y que tenga capacidades de implementar y dar seguimiento a esquemas de planificación espacial marina y costera. El sector ambiental gubernamental también está ávido de información para elaborar políticas oceánicas y desarrollo de estrategias nacionales para la gestión de los frágiles recursos marinos.

Por su parte, el sector industrial pesquero y acuícola requiere personal que sea capaz de implementar herramientas de monitoreo y evaluación de la salud de sus aguas, condición y variaciones en la distribución espacial y temporal de sus recursos, evolución ambiental, detección de eventos y procesos anómalos, entre otros. Este sector requiere de información de calidad de sus ambientes ya que sus recursos dependen totalmente de la condición ambiental, y cualquier variación natural o inducida puede alterar el comportamiento del recurso y afectar la producción, incluso, llegando a comprometerla por completo si no se maneja adecuadamente. La oceanografía operacional, en este caso, se ve como un conjunto de herramientas y capacidades para diseñar y manejar instrumentación de medición, así como de conocimientos para obtener, analizar e interpretar datos, capacidad de planeación para diseñar protocolos, y habilidades para plasmar información espacialmente explícita.

El sector de la industria de los hidrocarburos, y de forma similar las industrias energéticas costeras (eólicas, oleaje, gradiente salino, etc.) que son algunas de las actividades económicas más importantes para el país, requieren personal especializado en el manejo de tecnologías de vanguardia, no solo para el proceso de extracción, sino para evaluar y dar seguimiento a procesos de exploración (detección de yacimientos, análisis de calidad de agua, monitoreos biológicos), análisis de riesgos e impactos por sus actividades, mitigación de daños por contingencias, entre otras. Un especialista en oceanografía operacional tendrá la capacidad de insertarse en ese sector de manera natural en compañías petroleras con operaciones en aguas someras, profundas y ultraprofundas para participar en procesos de mitigación de impactos, análisis de riesgos, y automatización de tareas.

Un último conjunto de ejemplos de aplicación profesional de un perfil como el propuesto para los egresados de la MACOO es en el desarrollo costero, el cual, tanto en Baja California como en el resto del litoral mexicano, ha tenido un fuerte impulso particularmente por desarrollos urbanos y de infraestructura turística. Este tipo de desarrollos implican modificaciones e impactos en los sistemas costeros que deben ser observados, diagnosticados y monitoreados. Los gobiernos locales y las propias empresas desarrolladoras tienen el compromiso de evaluar y compensar cualquier impacto ambiental que provoquen, tanto en tierra como en el mar, para lo que necesitan personal capacitado en instrumentación, adquisición de datos, particularmente los necesarios para generar información espacialmente explícita que permita elaborar planes de desarrollo, de gestión y adaptación, así como de contención de impactos derivados del cambio climático (erosión costera, eventos extremos

como huracanes y tormentas, análisis ante escenarios futuros) de tal forma que las comunidades costeras tengan las capacidades para contender con las diferentes amenazas. Esto se logra a partir de conocer el pasado y presente de los sistemas y de modelar escenarios de transformación.

En específico, un especialista de la MACOO tiene cabida en el mercado laboral en prácticamente todos los sectores asociados a las costas y mares. Con el impulso que se tiene de nuevas industrias y con el aumento del desarrollo costero en el país, también continuará aumentando la necesidad de personal capacitado para manejar nuevas tecnologías, monitorear condiciones ambientales y biológicas, mejorar procesos, entre otras. La necesidad de manejar nuestros recursos marino-costeros para alcanzar las metas de desarrollo sostenible seguirá en aumento y requerirá personal con capacidades para el manejo y toma de decisiones basadas en ciencia, garantizando la inserción laboral de los egresados de la MACOO.

1.2.2. Prospectiva ocupacional del campo de conocimiento de la MACOO

Para conocer las necesidades relacionadas con los sectores productivos y ambientales marinos y costeros, se diseñó una encuesta de 19 reactivos (Anexo 1) que se distribuyó a personas de distintas instituciones, empresas y organizaciones civiles de todo el país, de las cuales se reportan en este documento las respuestas de 20 de ellos (Anexo 2).

La encuesta fue dirigida a gerentes, directores y analistas de instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales y empresas involucradas en el diagnóstico y monitoreo de sistemas ambientales, extractivos o productivos marinos y costeros. El objetivo del estudio fue conocer la percepción de diferentes sectores asociados con las costas y mares sobre un perfil deseado (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) de profesionistas con posgrado para trabajar en equipos técnicos en el ámbito del diagnóstico y monitoreo de sistemas productivos y ambientales marinos y costeros. A continuación, se presentan algunas de las respuestas más destacadas de las encuestas, para conocer el resto se puede consultar el Anexo 2.

Del conjunto de respondientes, la mayoría son hombres (76%) con un rango modal de edad de 50-59 años (37.50%), seguido por el de 40-49 (31.25%), con menos del 10% de menores a 40 años (Figura 1).

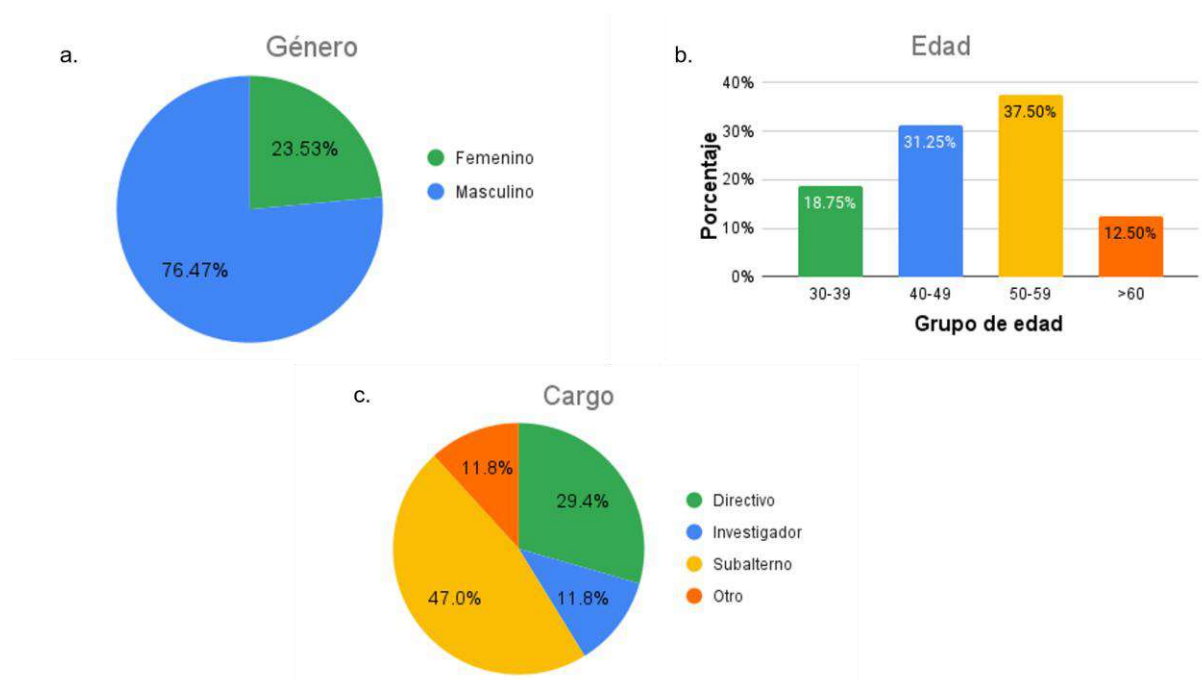


Figura 1. Características principales de los respondientes a la encuesta de potenciales empleadores (n = 20).

Las respuestas corresponden a personal de diferentes niveles que ejercen en entidades públicas (65%, Figura 2), entre las que destacan Secretaría de Marina, Petróleos Mexicanos, Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuacultura Sustentable, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, entre otros. Le siguen empresas privadas (23%) de giros como industrias petroleras, cultivo y exportación pesquera, conservación y manejo de recursos naturales, entre otros. Adicionalmente se tuvo un 12% de respuestas provenientes de organizaciones sin fines de lucro. Estas empresas o instituciones tienen injerencia mayormente en la zona noroeste (82%), seguida del sureste (65%). El 47% de las empresas o instituciones reportaron tener más de 250 empleados, mientras que sólo el 11.76% reportó menos de 11 empleados.

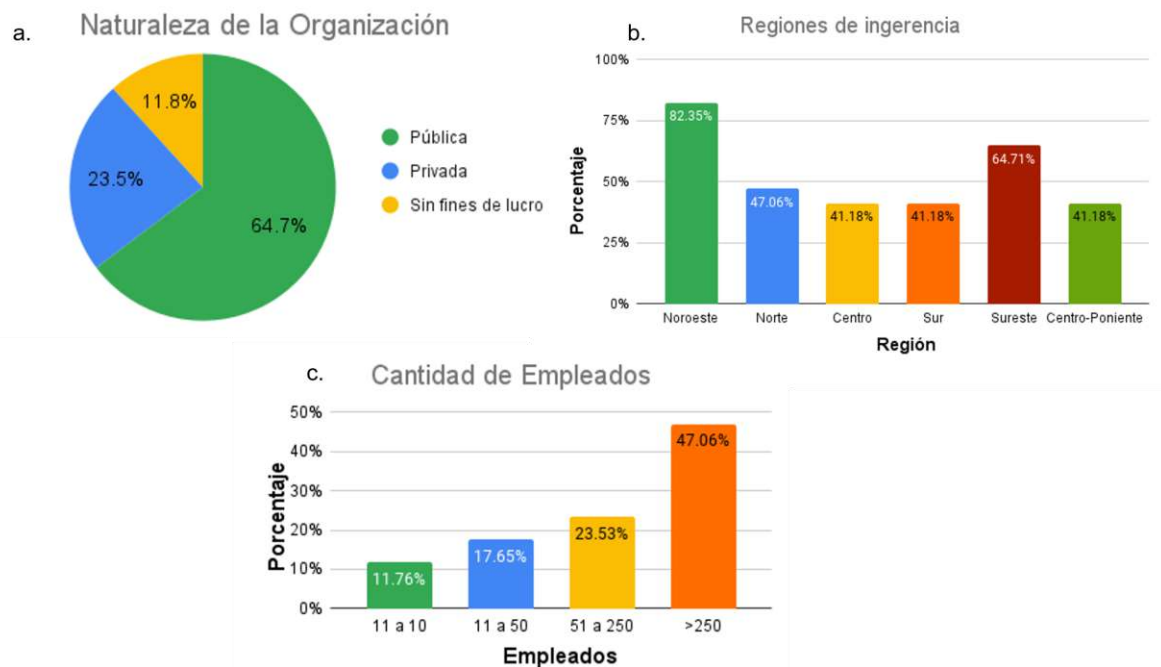


Figura 2. Características generales de las empresas en la que laboran los respondientes de la encuesta de potenciales empleadores (n = 20).

Todas los respondientes dijeron tener o haber tenido en su empresa u organización tareas de diagnóstico y monitoreo de sistemas ambientales o productivos marinos y costeros, y todas reconocieron que visualizan esta necesidad para el futuro. Las principales tareas que las empresas o instituciones encuestadas requieren satisfacer para dichas tareas de diagnóstico y monitoreo fueron tanto la “*Determinación de efectos (positivos o negativos) de estresores externos (cambio climático y eventos extremos, contaminación, crecimiento urbano)*” como “*Monitoreo de variables ambientales acuáticas*” ambas con el 79%, seguido de “*Detección de eventos o procesos anómalos (contaminación, cambios en factores ambientales, especies invasoras)*” (71%), y el “*Monitoreo biológico de especies marinas*” (57%) (Figura 3).

En lo correspondiente a las habilidades y capacidades esperadas del personal que requieren estas empresas o instituciones, la gran mayoría (81%) consideró tanto al “Análisis de datos complejos” y al “Diseño y evaluación de proyectos de evaluación y monitoreo ambiental con enfoque multidisciplinario” como muy importante. En un siguiente nivel de importancia están “Dominar teorías y metodologías novedosas” e “Incorporar tecnologías innovadoras para mejora de procesos de monitoreo ambiental” ambas con una evaluación del 57% bajo el rubro “muy importante” (Figura 5).

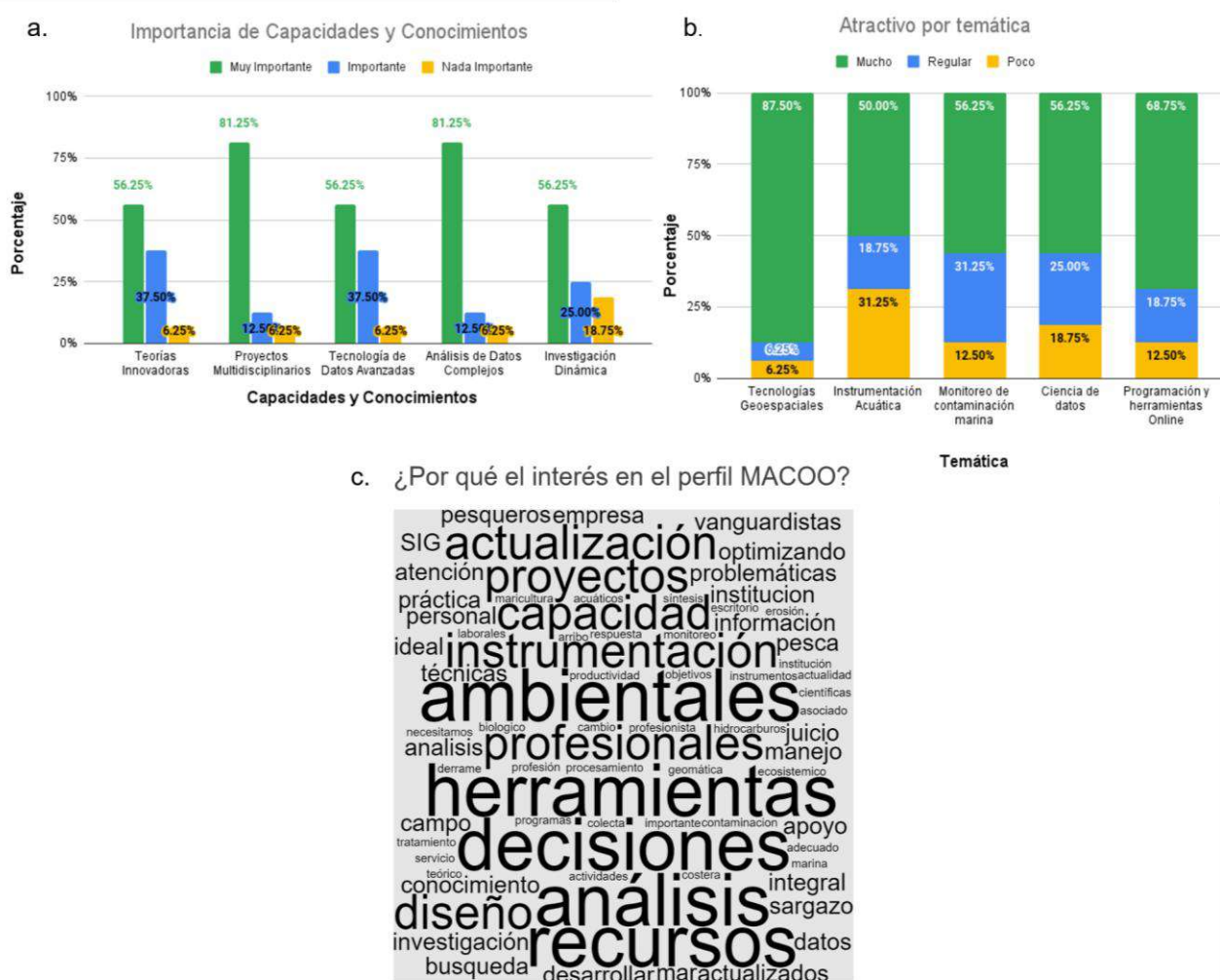


Figura 5. Necesidades de capacidades y habilidades del personal ya contratado en las empresas e instituciones encuestadas (n = 20).

En lo que respecta a las competencias profesionales en el ámbito del monitoreo ambiental, la gran mayoría de los respondientes aseguraron que la formación para la “Adquisición, manejo y análisis de datos utilizando SIG, Percepción remota y drones” es de mucho interés

(87.5%), seguido de competencias para la *“Programación y diseño de herramientas en línea, de bases de datos y procesamiento sistemático”* con el 68%. Mientras que el *“Diagnóstico y monitoreo de contaminación marina empleando sensores en sitio y remotos”*, *“Diseño de Instrumentación acuática (sensores de características físicas, biológicas y químicas)”* y la *“Ciencia de datos para el manejo y análisis de grandes acervos de datos (Big Data)”* les es de mucho interés a más de la mitad de los respondientes (Figura 5). Puntualmente, al 93% de los respondientes le resultó atractivo un perfil profesional de posgrado que aborde las competencias mencionadas, las cuales se planea sean parte del diseño curricular del programa de la MACOO.

1.2.2.1. Pertinencia de un esquema modular profesionalizante

Parte de la visión para la MACOO es estar directamente ligada a una estrategia de educación continua que brinde servicios de profesionalización para el personal ya contratado por las empresas u organizaciones, y en el contexto de la disposición e interés de estos actores en fortalecer sus capacidades actuales y crear otras nuevas. Todo lo anterior basado en el perfil y visión de los contenidos que se desarrollen en este programa de estudios. Entonces, para evaluar la pertinencia de este modelo dual de posgrado (maestría en ciencias y educación continua profesionalizante) como el aquí propuesto para el contexto de la MACOO, se incluyeron en la encuesta una serie de reactivos dirigidos a evaluar la percepción de los empleadores sobre su personal ya contratado.

Aunque el 64% de las organizaciones e instituciones muestreadas tiene un programa de capacitación interno para sus empleados vinculados al diagnóstico y monitoreo de condiciones ambientales, todas están interesadas y dan facilidades para lograr este objetivo en otras instituciones de prestigio. En este sentido, el 44% podría dedicar de 4 a 10 horas y de 1 a 3 horas por semana a cursos de profesionalización, mientras que el 12% de los respondientes consideraron viable dedicar de 11 a 20 horas por semana (Figura 6). La necesidad de capacitación se ve reflejada en la importancia que los tomadores de decisiones de las organizaciones le dan a diversas capacidades y conocimientos profesional especializado en diagnóstico, evaluación y/o monitoreo de sistemas productivos y ambientales marinos y costeros, y todos consideraron que la ética y valores son características esenciales en su personal.

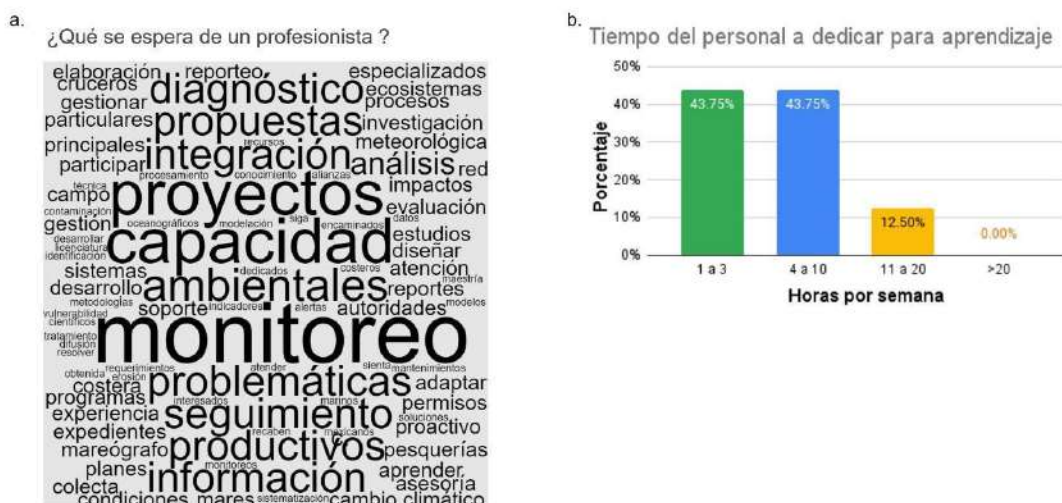


Figura 6. Frecuencia de palabras clave respondidas en relación a lo que se espera de un profesionalista dedicado a monitoreo y las horas que podría utilizar el personal ya contratado por la empresa para promover su aprendizaje en competencias profesionalizantes (n = 20).

Complementariamente se realizó un proceso analítico jerárquico (AHP por sus siglas en inglés), el cual permite estructurar un problema de decisión, para representar y cuantificar sus elementos, y para evaluar alternativas de solución (Saaty, 2008). Con esta técnica se evaluó la perspectiva de decisión entre las alternativas de profesionalización para su personal contratado (cursos individuales, especialización, maestría o doctorado). Así, la ponderación para estos modelos de profesionalización quedó organizados jerárquicamente de la siguiente forma: cursos individuales (43%), especialización (28%), maestría (16%) y doctorado (13%). Esta información es de utilidad para la visión dual del posgrado en ciencias que es la MACOO, que junto con la estrategia de educación continua profesionalizante, innovan en el contexto de la flexibilidad curricular de la UABC, brindando información clave para la decisión de los productos que la universidad puede ofrecer para la profesionalización de empresas y organizaciones públicas.

Por otro lado, la encuesta a empleadores potenciales de diferentes sectores mostró una clara tendencia a requerir personal con competencias relacionadas al uso de tecnologías e implementación de métodos novedosos, que generen conocimiento para el manejo y gestión de recursos marinos y costeros. Dominó la identificación de las necesidades de información espacialmente explícita, la capacitación para el uso de Sistemas de Información Geográfica y desarrollos tecnológicos accesibles incluyendo capacidades de desarrollo de herramientas en línea. Estos requerimientos del sector se complementan con la necesidad de conocimiento de legislaciones ambientales, debido a que los parámetros y estándares que deberán de cumplir las empresas están estipulados en dichos instrumentos de manejo. A su vez, los

reguladores a distintos niveles requieren información de calidad que les dé robustez para la toma de decisiones basada en ciencia.

Con este análisis se observó un panorama claro en donde las empresas e instituciones consideran importante o esencial contratar a nuevo personal con maestría para sus procesos de monitoreo y evaluación, que tenga las habilidades y conocimientos planteados para el perfil de egreso de la MACOO. A su vez, se considera viable que el personal ya incorporado a la empresa o institución se capacite en las temáticas planteadas para MACOO mediante esquemas de cursos individuales y diplomados.

1.3. Análisis de oferta y demanda

1.3.1. Oferta de programas educativos afines a la MACOO.

Se realizó una investigación documental exhaustiva de los programas de estudio con características similares a las de la MACOO (aplicación de alta tecnologías, observación y monitoreo ambiental, ciencias marinas, entre otros) en los ámbitos regional, nacional e internacional. Uno de los retos de este proceso ha sido encontrar programas iguales o afines, ya que a medida en que estos programas comparten características se considerarán afines.

La MACOO propone precisamente una intersección balanceada de disciplinas enfocadas a atender problemáticas enmarcadas en los ambientes marinos y costeros, y que plantea un perfil de egreso en investigación científica aplicada al manejo de recursos marinos y costeros a través de la implementación de sistemas oceanográficos operacionales, para lo que se requieren conocimientos teóricos de las ciencias marinas (oceanografía, química, física), de sistemas computacionales, electrónica, mecatrónica, ciencia de datos, entre otras disciplinas.

Se parte de la hipótesis de que este programa no tiene iguales en la región. Para validar este supuesto se realizó una búsqueda exhaustiva de programas educativos con al menos una temática en común con el perfil planteado para MACOO, considerando su ámbito geográfico local (UABC), nacional o internacional. Para obtener las características de la oferta de programas educativos de posgrado afines se consultó la información pública en sus portales oficiales. De la información publicada en los portales, se extrajeron sus principales características y se determinaron los criterios de compatibilidad con respecto a la MACOO.

Posteriormente se asignó una calificación de similitud de acuerdo con el número de afinidades en cada programa en contraste con lo planteado para el perfil MACOO (ecuación 1); este puntaje también es un indicador del grado de similitud que permite detectar superposiciones con otros programas, particularmente dentro de la UABC (Tablas 1 y 3). En la evaluación de afinidad se consideraron ocho características que ayudaron a determinar el grado de

compatibilidad con la propuesta de la MACOO. Estas características se extrajeron con base en la información de sus portales públicos en la internet:

1. *Ciencias marinas*. Competencias profesionales del conocimiento de oceanografía biológica, física, química y/o costera.
2. *Tecnologías / instrumentación*. Competencias para el diseño, manejo e implementación de instrumentación para la generación de observaciones operacionales.
3. *Ciencia de datos*. Competencias en el conocimiento y empleo de técnicas avanzadas de análisis de grandes cantidades de datos (*big data*) como *machine* y *deep learning*, inteligencia artificial, o términos asociados.
4. *Geomática*. Competencias para el diseño y utilización de insumos y metodologías de sistemas de información geográfica y percepción remota para la generación de información espacialmente explícita.
5. *Manejo ambiental/ Desarrollo sustentable*. Competencias en el manejo, conservación, y restauración de la integridad ecosistémica, desarrollo sustentable, y todos los términos asociados.
6. *Investigación aplicada*. Perfil de investigación aplicada o que va más allá de la generación de conocimiento e investigación básica.
7. *Multidisciplinar*. Criterio que se categorizó en tres niveles (1 = no, 2 = poco o 3 = mucho) para considerar cuando el programa evaluado abiertamente especifica que se hace enfoca en investigaciones disciplinares (1), no es claro o es tangencial la aproximación inter, multi o transdisciplinar (2) o bien, 3, cuando abiertamente se contempla alguna de estas aproximaciones.
8. *Modular*. Existencia de flexibilidad curricular y esquema por módulos en la implementación del programa.

$$S = \sum_{i=1}^n \lambda C_i \quad \text{ecuación 1}$$

S = métrica de similitud,

n = número total de criterios (n=8),

C = valor del criterio: 0 si no lo cumple, 1 si lo cumple,

λ = factor de regularización para los criterios con más de una categoría, que en este caso solo existe para la calificación de multidisciplinariedad.

De esta manera se determinó un subconjunto de programas con mayor afinidad temática (mayor a cinco criterios compatibles de los ocho considerados) en los tres ámbitos geográficos.

En las siguientes secciones se presentan los resultados de los análisis descritos.

1.3.1.1. Nivel local en la UABC.

A nivel local, en la UABC se consultó la oferta de maestrías en el portal de su Coordinación y de Investigación y Posgrado (<http://cimarron.uabc.mx/especialidades.html?clave=MAESTRIA>) para la identificación de ofertas afines a la MACOO. Se encontraron dos programas de estudio: la Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MyDCI) y la Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera. Considerando los ocho criterios de similitud evaluados, estos dos programas coinciden con el perfil de la MACOO en 4 de ellos; sin embargo, el perfil de MyDCI está descrito en un sentido más general del desarrollo de tecnología en campos de conocimiento tan amplios como “ingeniería” y “ciencias” (Tabla 1), que por un lado le brinda flexibilidad en términos de las temáticas que sus estudiantes pueden abordar, pero por otro lado el nicho no queda claramente enmarcado, como es el caso de la MACOO que se orienta al uso, y de ser necesario al desarrollo de tecnologías para implementar evaluaciones y monitoreos operacionales en ecosistemas marinos y costeros. Esta especificación permite concentrar las acciones académicas en ámbitos particulares que en este documento se han fundamentado como pertinentes actualmente y en el futuro.

Por otro lado, la Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera atiende el compromiso de generar información para aprovechar de manera responsable y sustentable los mares y costas, sin resaltar una orientación tendiente a la aplicación y desarrollo de tecnologías, como lo hace la MACOO, y tampoco se orienta al desarrollo de estrategias de diagnóstico y monitoreo operacional en los contextos tanto de manejo como productivo de los ecosistemas marinos y costeros (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los posgrados que se ofrecen en UABC con algún grado de afinidad a la propuesta de la MACOO.

Posgrado	Características generales	Ciencias marinas	tecnologías/instrumentación	Ciencia de datos	Geomática	Manejo ambiental/ Desarrollo sustentable	Investigación aplicada	multidisciplinar (1.no, 2. poco o 3. mucho)	Modular	Similitud MACOO
Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería	Este posgrado busca formar investigadores capaces de plantear proyectos originales multi e interdisciplinarios mediante la participación de la industria para dar solución a las problemáticas sociales en los que ésta última sea el principal motor de nuevos proyectos de desarrollo. Cuenta con varias líneas de investigación como "Sistemas eléctricos y electrónicos", que busca desarrollar modelos y prototipos de instrumentos, equipos electrónicos, mecánicos, químicos y/o biotecnológicos, para analizar y simular los fenómenos fisiológicos y preservar el medio ambiente. Asimismo, existe una línea de "Ingeniería de software y simulación social", en la que se desarrolla, aplica y promueven metodologías que faciliten la enseñanza y aprendizaje en las áreas de ingeniería de software, cómputo científico, redes y cómputo móvil, incluyendo el desarrollo de aplicaciones y su instrumentación en las instituciones de educación media superior.		1	1			1	3		4.0
Maestría en Ciencias en Oceanografía	Busca formar egresados capaces de analizar el comportamiento de las condiciones oceanográficas y	1			1	1	0	3		4.0

ía Costera	climatológicas, los efectos de las variaciones físicas y climatológicas en las variables químico-biológicas que ocurren en la zona costera, y los componentes biológicos de un ecosistema, su relación y adaptación a las variables fisicoquímicas del ambiente y sus variaciones antrópicas. Mediante la participación en equipos multidisciplinarios, método científico y herramientas biotecnológicas proponer estrategias adecuadas a las condiciones regionales y globales en el aprovechamiento y protección de la zona costera, acciones integrales de mitigación que permitan la protección y uso sostenible de los recursos naturales marinos, con una actitud propositiva, innovadora y de responsabilidad social y respeto al medio ambiente.									

1.3.1.2. Nivel nacional.

Se examinó el listado de posgrados adscritos al Padrón de Posgrados del CONAHCYT (última actualización 2021), el cual alberga 288 programas de maestría afines a temas de oceanografía, desarrollo de tecnología ambiental, ingeniería ambiental y gestión de recursos acuáticos, marinos y costeros. De este subconjunto, se identificaron 23 programas con algún aspecto similar al Planteamiento de la MACOO.

Asimismo, se consideró el listado de las universidades afiliadas a la Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior (FIMPES), el cual cuenta con 113 instituciones. De esta revisión se identificaron 6 posgrados relacionados a la temática de MACOO.

Para complementar estos listados de la oferta a nivel nacional, se realizaron búsquedas en Internet para identificar aquellos programas ofertados con alguna característica afín a la MACOO. Se emplearon los criterios de búsqueda detallados en la Tabla 2, además de palabras clave como: oceanografía, tecnología, desarrollo, marino, maestría, ciencias, ingeniería.

Tabla 2. Criterios de búsqueda en torno a la oferta de la Maestría en Oceanografía Operacional.

Criterio	Clasificación
Alcance geográfico	<i>Nacional, regional</i>
Sector de universidad	<i>Privado o público</i>
Validez del programa	<i>Nacional e internacional</i>
Costo total del programa	<i>A partir de la información pública disponible para los programas, se obtuvo una estimación aproximada con base en el costo del semestre</i>
Idioma adicional al nativo donde se encuentra la institución	<i>Inglés, francés y algún otro</i>
Sistema de enseñanza	<i>Modular, semiescolarizado y escolarizado</i>
Doble titulación	<i>Sí/no</i>
Certificados adicionales al concluir estudios	<i>Sí/no</i>
Asistencia	<i>Presencial/ en línea/dual</i>
Nivel de consolidación en Sistema Nacional de Posgrados (SNP)	<i>Reciente creación En desarrollo Consolidado Competencia internacional</i>

Para fines del análisis y la construcción del panorama de oferta nacional, el territorio mexicano se dividió en las siguientes regiones (Figura. 7): noroeste (Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa y Sonora); noreste (Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas); occidente (Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas); centro (Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala); sur/sureste (Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán).

Con los criterios anteriores (Tabla 2), se encontró un total de 28 programas a nivel nacional (Anexo 3). Considerando los ocho criterios descritos anteriormente, se identificaron siete programas a nivel nacional que coinciden en al menos cinco de estos criterios (Tabla 3), De éstos, tres están en el centro del país, dos en el sureste, uno en el occidente y uno más en el noroeste, mientras que el noreste no cuenta con ninguna similitud (Figura 7). El programa con mayor afinidad a la MACOO (6.7/8) se imparte en una institución privada en el occidente del país.

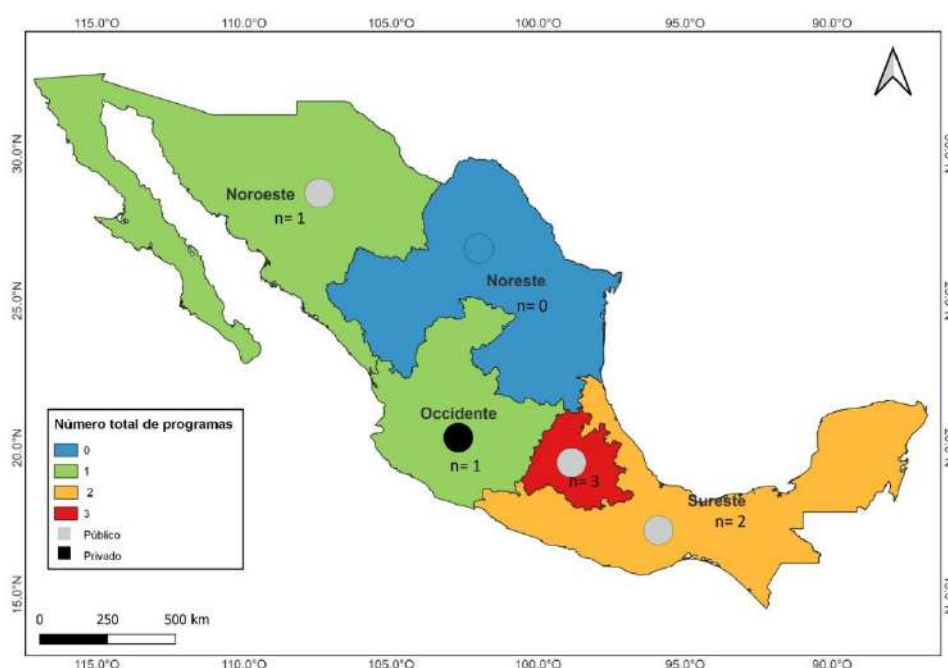


Figura 7. Distribución de los programas de posgrado afines al propuesto en MACOO (n = 7).

Con este análisis se observó que existe una oferta de posgrados que pueden atender algún subconjunto de los aspectos temáticos considerados en la MACOO, pero ninguno lo cumple cabalmente y el que más se acerca se ofrece en otra región por una institución privada. Otros programas afines están mayormente distribuidos en el centro hacia el sur del país, siendo el

norte el menos atendido en la generación de profesionales que contemplen competencias profesionales propuestas para la MACOO.

Tabla 3. Posgrados nacionales similares a la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional.

Posgrado	Institución	Región	Publica o privada	Costo (aprox) total del programa	Características generales	Ciencias marinas	Instrumentación	Ciencia de datos	Geomática	Manejo ambiental/ Desarrollo sustentable	Investigación aplicada	multidisciplinar (1.no, 2.poco o 3.mucho)	Modular	Similitud MACOO (Max=8)
Maestría en Ciencia y Tecnología Marina	Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores	Occidente	Privada	No menciona	Busca formar egresados con la capacidad de gestionar la contaminación de una zona litoral potencialmente contaminada y plantear medias correctoras y preventivas. Aplicar la metodología actualmente empleada para la gestión sostenible de pesquerías y estimar y corregir los posibles impactos derivados del sector acuícola. Diseñar un plan de gestión de un espacio marino protegido y discutir la idoneidad, tanto de su localización como de sus objetivos de conservación.	1	1		1	1	1	2	1	6.667
Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros	Universidad Veracruzana	Sur/sureste	Publica	\$28,000.00	Fomenta la participación activa del estudiante en la propuesta de mejora a situaciones específicas relacionadas con el manejo ecosistémico de los ecosistemas marinos y costeros. Mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje a aplicar, se busca fomentar la recopilación, el procesamiento y análisis de información de los ecosistemas y su racionalidad en la búsqueda de soluciones concretas que apoyen a la sociedad y ayuden a toma de decisiones más certeras relacionadas al manejo de las zonas marinas y costeras del país. Cuenta con asignaturas como sistemas de información geográfica y manejo participativo en los ecosistemas costeros y marinos.	1	1		1	1	1	2		5.667
Maestría de costas y ríos	Universidad Nacional Autónoma de México	Sur/sureste	Publica	\$1,250.00	Formar estudiantes que desarrollen sus capacidades y conocimiento de diferentes procesos físico-geológicos de la zona costera y los efectos de la actividad humana sobre estos, así como el efecto del cambio climático en la dinámica costera mediante mediciones in situ y modelación, con la finalidad de dar solución a problemas regionales o nacionales, toma de decisiones y el desarrollo en las costas. Presenta líneas de investigación como dinámica atmosférica, oceanografía física e ingeniería costera y oceánica, en las cuales se aborda la percepción remota, climatología y cambio climático, manejo de zona costera, interacción del oleaje con estructuras y corrientes, oceanografía satelital, radio oceanografía, mareógrafos, entre otras más.	1	1		1	1	1	2		5.667

Posgrado	Institución	Región	Publica o privada	Costo (aprox) total del programa	Características generales	Modular	Modalidad	Ciencias marinas	Instrumentación	Ciencia de datos	Geomática	Manejo ambiental/ Desarrollo sustentable	Investigación aplicada	multidisciplinar (1.no, 2.poco o 3.mucho)	Modular	Similitud MACOO (Max=8)
Maestría en análisis espacial y geoinformática	Universidad Autónoma del Estado de México	Centro	Publica	\$16,000.00	Es un programa con orientación profesional que se imparte en modalidad presencial y es flexible. A pesar de ser exclusivo de la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, cuenta con rasgos multidisciplinarios, puesto que propone el estudio del espacio geográfico, con diversas perspectivas y enfoques en los que coinciden expertos de diversas áreas; mediante la implementación de tecnologías de la geoinformática. Formar especialistas competentes en el diseño de escenarios para la interpretación y el análisis de la distribución, dinámica y conflictos del espacio geográfico	No	Presencial			1	1	1	1	3		5
Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos	Universidad Autónoma de Sinaloa	Noroeste	Publica	\$24,000.00	El programa está orientado hacia la investigación, en el desarrollo de líneas bien definidas para atender problemas de la actualidad en el ámbito regional, nacional y mundial, entre los que se puede citar: a) Desarrollo de sistemas y biotecnias que permitan una producción sustentable de organismos acuáticos, b) Proponer mecanismos para la gestión de los recursos pesqueros, considerando los avances tecnológicos para la adquisición de información, así como el uso de nuevas tecnologías para evitar los daños ambientales y el desperdicio de fauna acompañante y c) Evaluación del impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente acuático. El egresado podrá contar con los fundamentos técnicos y metodológicos en el ámbito de la investigación de estos sistemas productivos para generar conocimientos sobre la biología de los recursos, su extracción y su cultivo, así como para brindar asesoría técnico-científica a los sectores académico, social, gubernamental o productivo, en el adecuado desarrollo y gestión de los procesos de la actividad relacionada en sus diferentes líneas de investigación para coadyuvar al uso sustentable y responsable de los recursos acuáticos. El plan de estudios cuenta con asignaturas como gestión ambiental en zonas costeras, introducción a la morfometría, sensores remotos.	No	Presencial con estancia	1	1		1	1		3		5

Posgrado	Institución	Región	Publica o privada	Costo (aprox) total del programa	Características generales	Modular	Modalidad	Ciencias marinas	Instrumentación	Ciencia de datos	Geomática	Manejo ambiental/ Desarrollo sustentable	Investigación aplicada	multidisciplinar (1.no, 2.poco o 3.mucho)	Modular	Similitud MACOO (Max=8)
Maestría en Ingeniería Ambiental y tecnologías sustentables	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Centro	Publica	\$16,000.00	Formar recursos humanos de alto nivel en investigación en las áreas de ingeniería ambiental y desarrollo e innovación tecnológica en procesos sustentables con visión científica, tecnológica y multidisciplinaria, a través del desarrollo de habilidades y competencias que coadyuven en el planteamiento de propuestas de solución a problemas ambientales. Desarrollar proyectos de investigación en tecnologías sustentables que promuevan la innovación, la gestión del conocimiento y la educación ambiental. El egresado podrá demostrar habilidades en ingeniería ambiental para plantear soluciones y/o mitigación de los problemas ambientales, a través del diseño y la adecuación de tecnologías y procesos relativos al campo de su especialización y preferentemente sustentables.	No	Presencial		1	1		1	1	3		5
Maestría en Ciencias del Mar y Limnología	Universidad Nacional Autónoma de México	Centro	Publica	\$1,250.00	Busca formar egresados que puedan abordar y resolver de manera multi e interdisciplinaria alguna problemática del sistema bajo el estudio de los campos de conocimiento que ofrece el programa: Biología Marina, Geología Marina, Oceanografía Física, Química Acuática y Limnología, que abarcan los principales aspectos estudiados en los recursos acuáticos, marinos y epicontinentales. Entre las asignaturas que plantea el plan de estudios se encuentran: bioacústica marina, sistemas de información geográfica y sensores remotos para el manejo y conservación de la zona costera, y fundamentos del cambio climático global, entre otras.	Áreas de especialidad	Presencial con estancia	1			1	1		3	1	5

1.3.1.3. Nivel internacional.

A nivel internacional se buscaron programas semejantes a la MACOO (Anexo 4), que cubrieran la mayoría de los ejes temáticos. Este proceso servirá, no solo para evaluar la oferta en otros países, sino para cotejar los alcances y objetivos propuestos en la MACOO, como referentes de lo que se está atendiendo globalmente. Se encontraron 13 maestrías en 6 países que incorporan la oceanografía con la tecnología y análisis avanzado de datos: Norteamérica (EE. UU), Europa (Francia, Suecia y España) y Asia (Singapur, Israel). De estos programas destacan dos programas similares en EE. UU, ambos con una duración de 12 meses (Tabla 4) los cuales tienen el enfoque de desarrollar capacidades tecnológicas aplicadas a procuración de la salud ambiental de los océanos, desde sistemas de observación avanzada como robots submarinos hasta la aplicación de inteligencia artificial para el análisis de grandes cantidades de datos.

Tabla 4. Se presentan los tres posgrados internacionales más afines a la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional.

Posgrado	País	Institución	Pública o privada	Costo aprox. total del programa (pesos mexicanos)	Características generales	Doble titulación	Clases en idioma	Modular	Otros certificados	Modalidad	Beca	Página web
Maestría en oceanografía operacional	EE. UU	Universidad Rutgers. Centro de liderazgo en la observación del océano	Pública	\$388,800	Es un programa compacto de Maestría en Ciencias de 12 meses. Los egresados desarrollarán conocimiento práctico de datos, modelación oceánica, experiencia en ciencias marinas, y experiencia en tecnología de sistemas de información. A lo largo del curso se imparten asignaturas para entrenamiento en el uso de software de sistemas de información geográfica, oceanografía física, modelación de la dinámica del océano, entre otras.	No	Inglés	No	No	Presencial	Beca para extranjeros	https://rucool.marine.rutgers.edu/academics/master-of-operational-oceanography/academic-program/
Maestría en ciencias y tecnologías oceánicas	EE. UU	Universidad de Texas A&M	Pública	No lo específica	Programa diseñado para la formación de científicos y educadores activos que trabajan en la vanguardia de las ciencias oceánicas, desde el Golfo de México hasta las aguas que rodean la Antártida. Cuenta con la particularidad de que los estudiantes universitarios estudiantes puedan obtener una licenciatura y un título de maestría en 5 años en un programa de grado acelerado. El plan de estudios está diseñado para 1) Proporcionar a los estudiantes una comprensión básica de los conceptos principales en oceanografía que se pueden aplicar en sus carreras de Ciencias Oceánicas, 2) Proporcionar a los estudiantes las habilidades y herramientas para evaluar y analizar datos, particularmente grandes conjuntos de datos generados por los sistemas de observación del océano, 3) Facilitar el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Cuenta con asignaturas como programación para ciencias oceánicas, diseño y análisis experimental en oceanografía, métodos de datos y representación gráfica en oceanografía, entre otras.	No	Inglés	No	No	Presencial	Beca	https://ocean-tamu.edu.translate.google/graduate-students/master-of-ocean-science-technology/index.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sc

Maestría en oceanografía	EE. UU	Florida TECH	Privada	\$506,730	Este programa está centrado en la investigación de la meteorología marina, aplicaciones hidroacústicas, procesos costeros, corrientes oceánicas, entre otras, orientada a la restauración de humedales y costas, diseño de soluciones para manejar los efectos de la contaminación y soluciones a la problemática de las mareas rojas. Los estudiantes de este posgrado pueden especializarse en algunas de las siguientes opciones: oceanografía biológica, oceanografía química, gestión de la zona costera, oceanografía geológica, y oceanografía física. En la última se estudian matemáticas avanzadas, sensores remotos e ingeniería para análisis cuantitativos en temas de investigación como el nivel del mar, olas, corrientes, salinidad, almacenamiento de calor y densidad.	No	Inglés	No	Sí, especialidad	Presencial	No específica	se https://www.fit.edu/programs/oceanography-ms/

1.3.2. Demanda de programas educativos afines a la MACOO.

En la última parte de esta sección de oferta y demanda, se realizaron consultas a portales oficiales a nivel nacional para evaluar la demanda reciente de programas educativos afines, incluyendo aquellos que resultaron con algún grado de compatibilidad dentro de la UABC. Esta sección se complementó con una encuesta realizada a potenciales interesados en el planteamiento de la MACOO.

1.3.2.1. Nivel local en la UABC.

Se encontraron dos programas de estudio, la Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MyDCI) y la Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera. Se consultaron las estadísticas sobre la demanda de ambas en términos del número de nuevos ingresos a estos programas a través del portal en internet de la Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la UABC (<http://cgsege.uabc.mx/web/cgsege/estadisticas>), para el período 2019-2023 dado que no se reporta públicamente el número de solicitudes de nuevo ingreso a la oferta educativa de la universidad; En el caso del primer programa de estudios, es del tipo multisede y el número de nuevos ingresos aquí reportados son los registrados en los campus Tijuana, Mexicali y Ensenada de manera conjunta, y éstos han incrementado un 41% en el período evaluado (Figura 8).

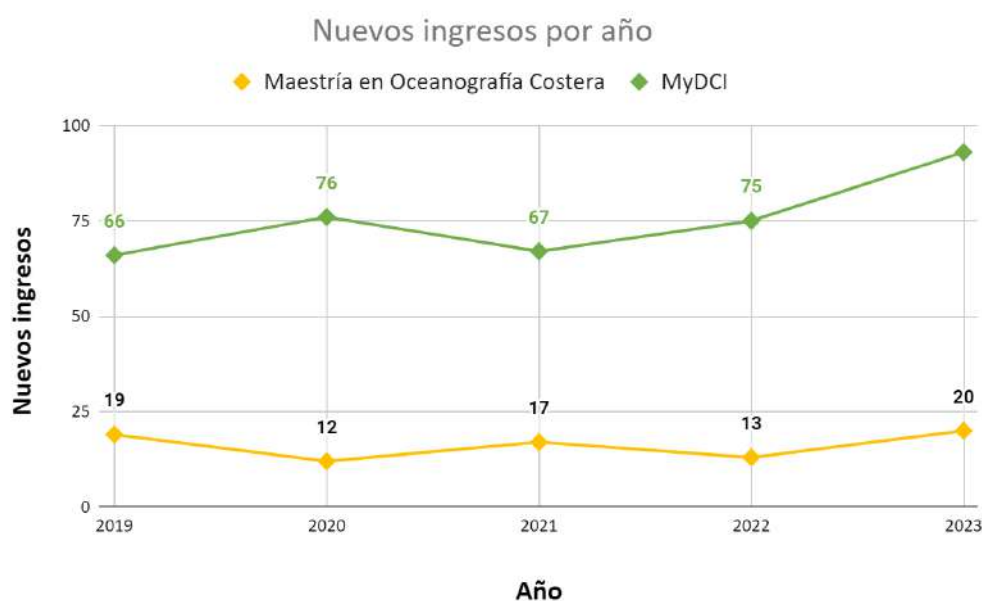


Figura 8. Comportamiento del número de nuevos ingresos en dos programas de estudio de maestría en ciencias de la UABC con características afines a la MACOO.

Por su parte, la Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera, de la Facultad de Ciencias Marinas en el Campus Ensenada, ha mantenido prácticamente constante el número de ingresos durante el período 2019 - 2023. Esta estabilidad puede estar relacionada con la capacidad máxima del posgrado, incluyendo el acceso a becas de tiempo completo.

La matrícula aquí reportada para MyDCI corresponde a todos los campus de UABC con tres facultades distintas y un instituto en donde se imparte este programa de posgrado. Asimismo, los datos de nuevo ingreso no disciernen por el tema de investigación abordado, y dado que este programa abarca los diferentes campos de las ciencias y la ingeniería, no es posible evaluar a detalle la tendencia del número de ingresos en investigaciones afines a la MACOO. En este mismo sentido, MACOO tiene un campo de acción mejor delimitado con lo que se puede clarificar el perfil e incidencia del programa, a la vez que se focaliza de manera clara en el uso y construcción de herramientas de vanguardia para la observación operacional y análisis de grandes acervos de datos oceánicos y ambientales, marcando una diferencia conceptual con MyDCI.

Es importante resaltar que la demanda de posgrados en ciencias marinas es destacada en Baja California, pues la matrícula anual que ha sostenido la Maestría Ciencias en Oceanografía Costera con una sola sede es cerca del 75% por encima de la matrícula promedio por unidad académica de la UABC en donde se imparte MyDCI (9.42 alumnos/año), considerando los datos de los últimos cinco años. Esto confirma el interés, la necesidad y la pertinencia de posgrados en ciencias marinas que atiendan las necesidades marcadas por organismos y autoridades internacionales en el marco de las líneas estratégicas y prioritarias institucionales, estatales y nacionales.

1.3.2.2. Nivel nacional.

En esta sección se muestra las tendencias de la matrícula de los programas de estudios de Oceanografía Costera, la cual coincide con una tendencia positiva de la demanda sobre ciencias del mar y la costa. Dadas las restricciones impuestas a los programas de posgrado por el número de becas de manutención asignadas por el CONAHCYT, el tomar el número de nuevos ingresos de cualquier posgrado no necesariamente representa la tendencia de la demanda, sino más bien representa la tendencia del número de becas asignadas a los programas. Para conocer la tendencia del interés se tendría que reportar el número de solicitudes de ingreso (aspirantes), como lo hace la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

En términos de la demanda de posgrados, se analizaron los datos de los Anuarios Estadísticos de Educación Superior de la Asociación Nacional de Universidades e

Instituciones de Educación Superior (ANUIES, <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>) para documentar la demanda, en términos de los aspirantes y los nuevos ingresos en posgrados (especialidad y maestría) de campos de conocimiento afines a la MACOO a nivel nacional para los periodos 2020-2023 (Anexo 5). El periodo de análisis que se especifica para esta sección comprende dos ciclos escolares anómalos por la pandemia (2020-2022), lo que tuvo implicaciones en la permanencia de estudiantes activos.

En Baja California el número de aspirantes a los posgrados afines a la MACOO incrementó ligeramente (2%) entre los periodos 2020-2021 y 2022-2023 (Figura 9), aunque se observa un contraste con los nuevos ingresos que disminuyeron un 14% hacia el final del periodo evaluado. Esta diferencia de tendencias entre los aspirantes y la matrícula de nuevo ingreso posiblemente se deba a variaciones en el número de becas de maestría y especialidad asignadas por el CONAHCYT en estos años.

Con la finalidad de conocer la tendencia real de la demanda estudiantil de un programa de estudios, es más certero considerar el número de aspirantes (son una expresión del interés por el campo de conocimiento), aunque por fines de protocolos metodológicos para la elaboración de los programas de estudio en UABC solicitan el comportamiento de la matrícula de nuevos ingresos, la cual en realidad es reflejo, en la mayoría de los casos, de la disponibilidad de becas de manutención otorgadas por el CONAHCYT, que es independiente al interés de la sociedad por el campo del conocimiento. Para fines estadísticos es importante reportar ambos valores.

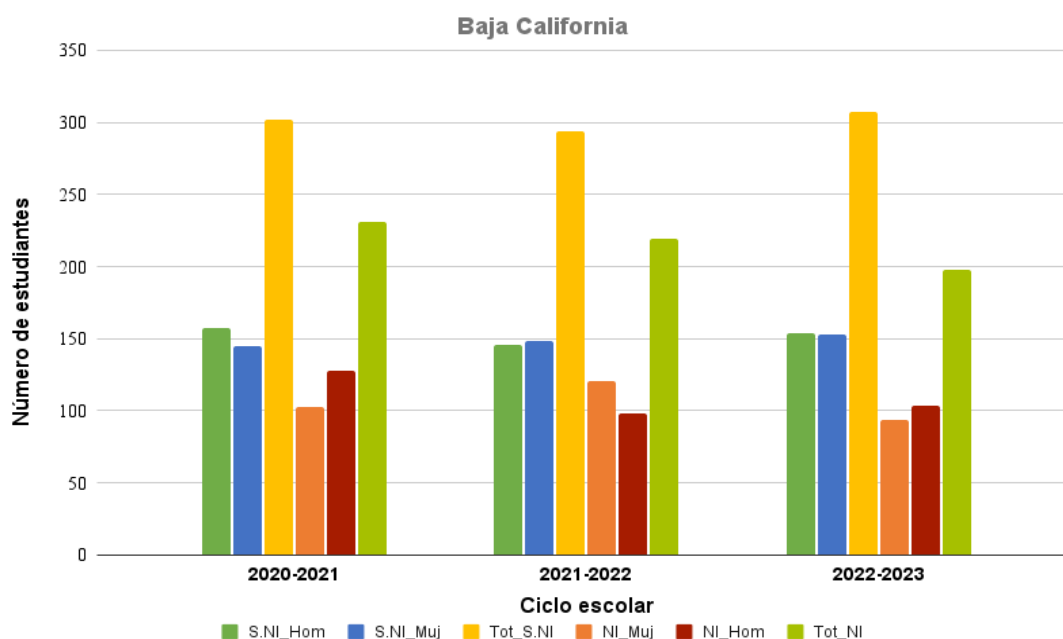


Figura 9. Estadísticas a nivel estatal del número de solicitudes de nuevo ingreso (S.NI; aspirantes) y nuevos ingresos (NI), por sexo (hombres (Hom) y mujeres (Muj)), a programas de especialidad y maestría afines a la MACOO, incluyendo el total (Tot) de ambas variables.

A nivel regional, en el noroeste (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua y Sinaloa), el panorama es distinto, registrándose una disminución del 14% de los aspirantes (Figura 10) y una disminución del 17% en el número de nuevos ingresos. Es importante recordar que estos datos son a nivel de grandes campos de formación de acuerdo con la clasificación de la ANUIES y se engloban las tendencias en cinco entidades federativas, lo que puede enmascarar patrones específicos de las áreas del conocimiento de la MACOO.

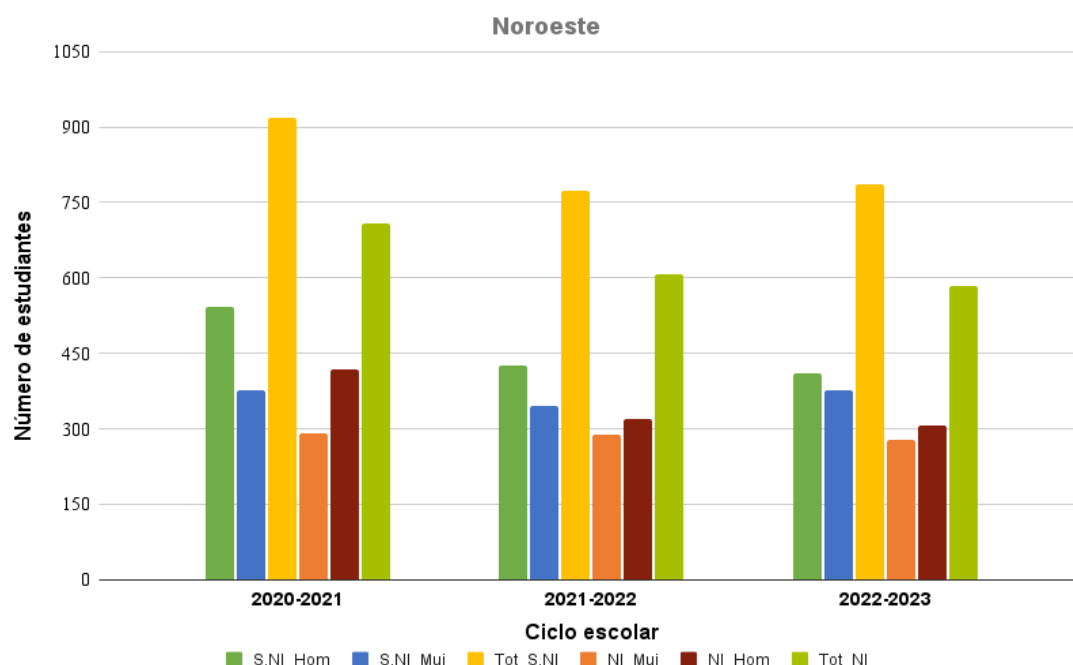


Figura 10. Estadísticas a nivel regional del número de solicitudes de nuevo ingreso (S.NI; aspirantes) y nuevos ingresos (NI), por sexo (hombres (Hom) y mujeres (Muj)), a programas de especialidad y maestría afines a la MACOO, incluyendo el total (Tot) de ambas variables.

Finalmente, a nivel nacional, los aspirantes en estos grandes campos del conocimiento afines a la MACOO incrementaron en un 14% al final del período analizado (2023). Los nuevos ingresos también incrementaron en un 5% recordando que dependen en gran medida del número de becas de manutención del CONAHCYT asignadas a cada programa de estudios (Figura 11).

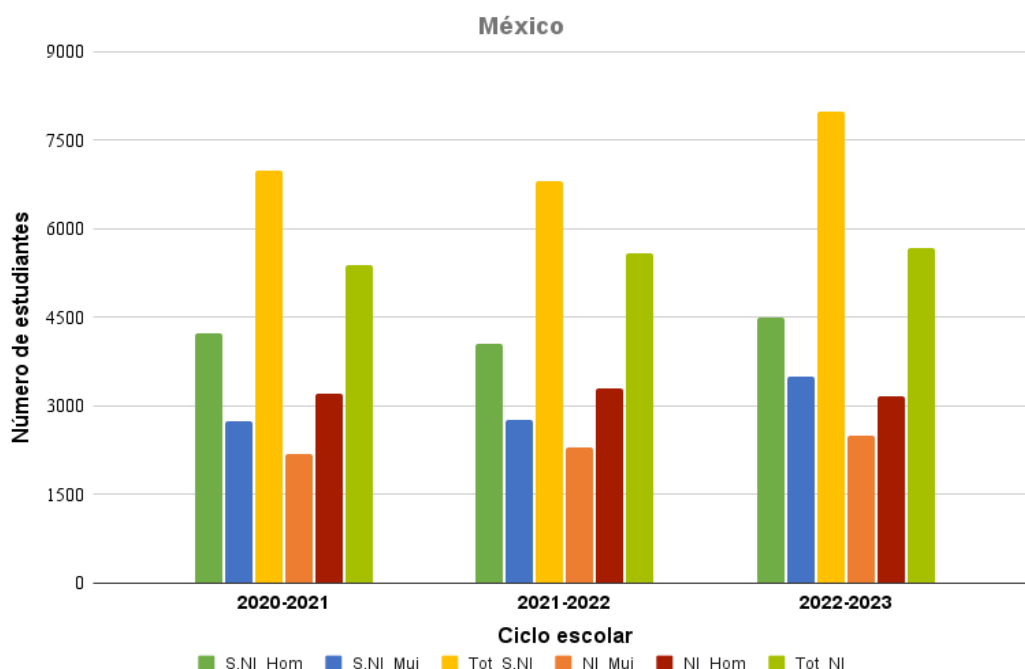


Figura 11. Estadísticas a nivel nacional del número de solicitudes de nuevo ingreso (S.NI; aspirantes) y nuevos ingresos (NI), por sexo (hombres (Hom) y mujeres (Muj)), a programas de especialidad y maestría afines a la MACOO, incluyendo el total (Tot) de ambas variables.

En resumen, se encontró que tanto a nivel local como nacional la demanda de nuevo ingreso a programas educativos de posgrado (especialidad y maestría) en los grandes campos de conocimiento afines a la MACOO tiene una tendencia creciente (2% y 14%, respectivamente), lo que brinda fundamento de la pertinencia de este programa de estudio y muestra la creciente demanda de perfiles profesionales de posgrado como el que se visualiza para la MACOO.

1.3.2.3. Evaluación de Potenciales Aspirantes.

Considerando que la MACOO se propone como un programa multidisciplinario en el que convergen las ciencias naturales y exactas y diversas ingenierías, la UABC cuenta con al menos 15 programas de licenciatura con el potencial perfil de ingreso a la MACOO: Biología, Biotecnología en Acuicultura, Oceanología, Ciencias Ambientales, Física, Ciencias Computacionales, Matemáticas Aplicadas, Sistemas Computacionales, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Computación, Ingeniería en Electrónica, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química.

Más allá de la demanda local, se visualiza que el programa de MACOO sea un programa de impacto nacional e internacional ya que su configuración temática es novedosa para América

Latina, por lo que se espera contar con estudiantes provenientes de varios polos del país y del continente.

Para complementar la apreciación de la demanda, se realizó un estudio empírico con estudiantes de licenciatura próximos a egresar de carreras con potencial de tener el perfil de ingreso propuesto para la MACOO para contar con información directa de la percepción e intención de aplicar a un posgrado como lo propuesto para la MACOO. Para esto se aplicó una encuesta tanto a estudiantes próximos a egresar como a recién egresados de carreras relacionadas a las ciencias biológicas, marinas, ambientales, de datos e ingenierías, para conocer sus intereses referentes a continuar sus estudios de posgrado y su percepción sobre la oferta de MACOO. La encuesta, conformada por 16 reactivos (Anexo 6), fue respondida por 40 estudiantes y egresados de ocho universidades, en su mayoría públicas, entre la que destacan la UABC y la UNAM. Dichos estudiantes provienen de ocho licenciaturas de las áreas químico-biológicas e ingenieriles. De la primera destacan las licenciaturas en Biología, Ciencias Ambientales y en Oceanología, mientras que la segunda, las ingenierías en Software y Tecnologías Emergentes, Mecatrónica y Computacional. A continuación, se presentan algunas de las respuestas más destacadas de las encuestas, para conocer el resto ver anexo 7.

La mayoría de los estudiantes que respondieron son menores de 27 años, mayormente mujeres (73%). La encuesta fue contestada principalmente por estudiantes mexicanos (68%), de los cuales el 40% son de Baja California (27% del total), además de otros países latinoamericanos como Colombia y Ecuador (Figura 12).

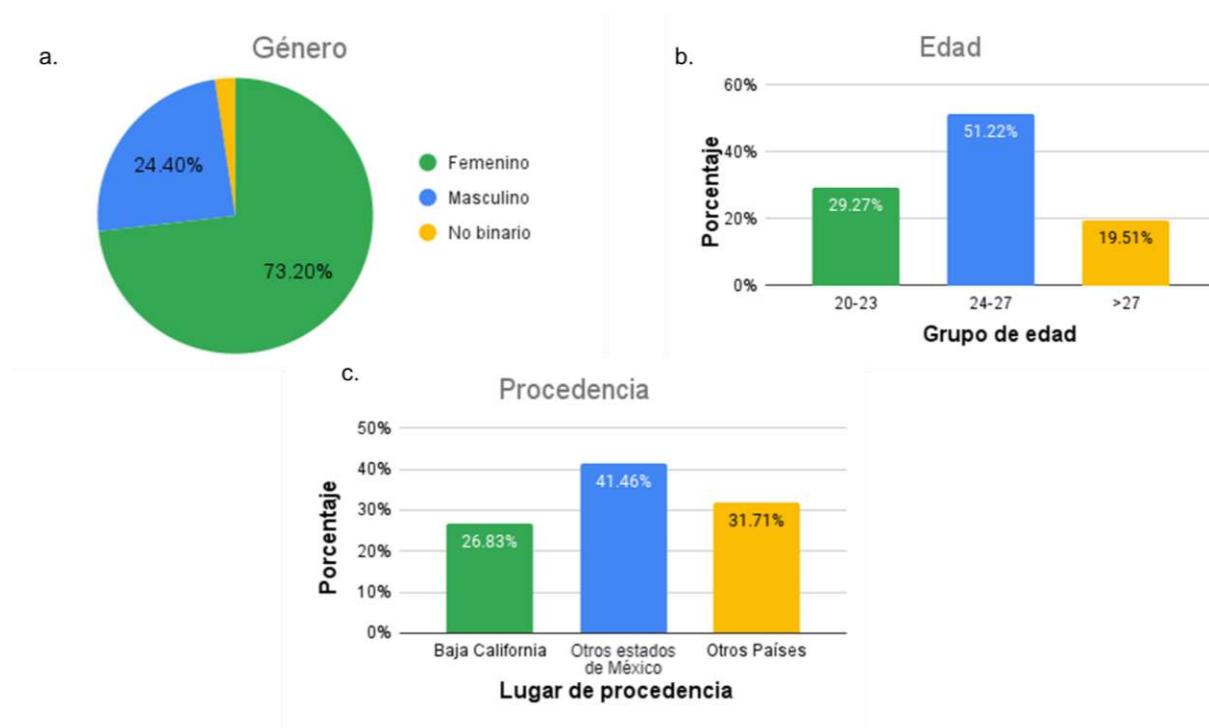


Figura 12. Características generales de los estudiantes encuestados.

Los resultados de esta encuesta muestran que la gran mayoría (95%) está interesada en estudiar una maestría o especialidad en el corto plazo. De los 3 niveles de posgrado que se manejan, la maestría es la que llama más la atención de los encuestados (53.7%), seguido del doctorado (34.1%) y la especialidad (31.7%) sin descartar los cursos de capacitación como una alternativa posterior a la obtención de licenciatura. El interés se debe principalmente a la búsqueda de “Adquirir mayor conocimiento sobre algún tema de interés” (87.2%), seguido de “Deseo personal” (51%) y por “Mayor oportunidad de encontrar empleo” (48.7%) (Figura 13).

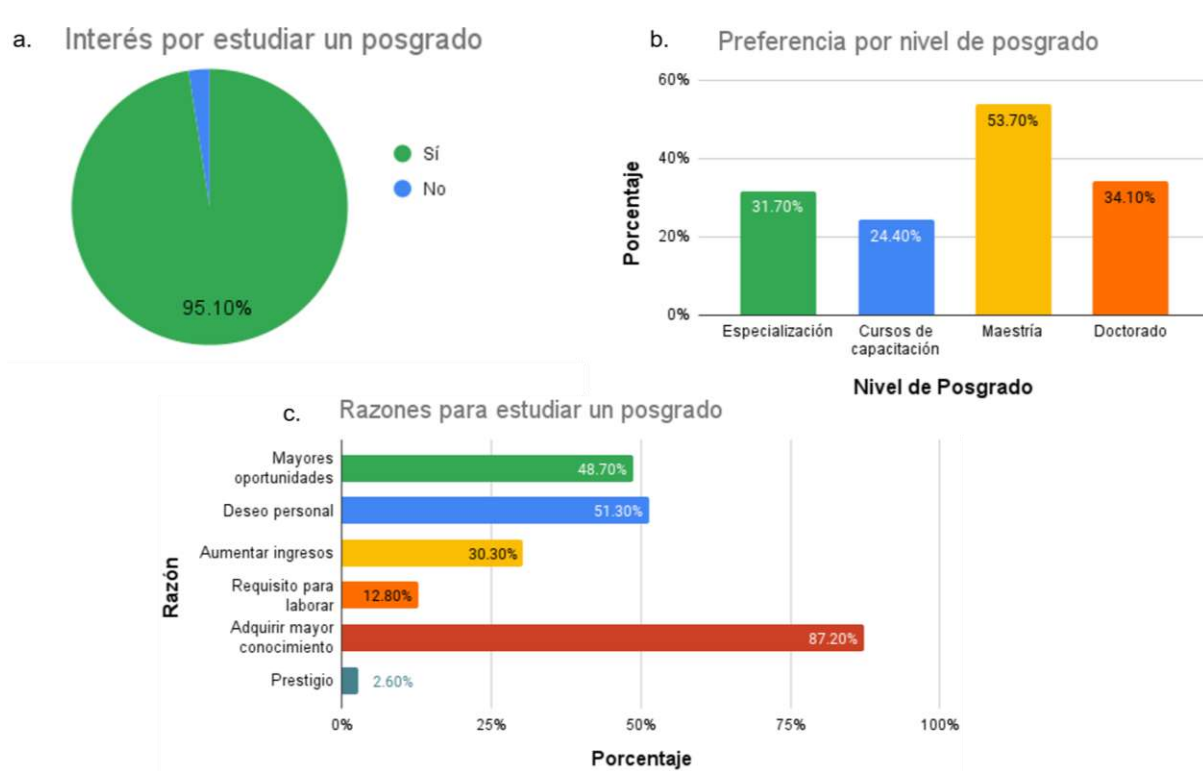


Figura 13. Interés en estudiar posgrados de estudiantes recién egresados o que están cursando sus últimos semestres.

Los estudiantes mostraron un interés por conocer acerca de una Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional (63.4%), y cuando se les preguntó a qué les hacía alusión el nombre de esta maestría contestaron que les parecía como: Manejo, océanos (mar), oceanografía, aplicaciones, investigación, datos, sistemas, análisis costeros, entre otras.

Se complementaron sus respuestas al indicar su interés por los temas que se planea incluir como parte de la currícula de la MACOO, siendo la mayoría de bastante interés y resaltando el “Monitoreo de Contaminación Marina”, en segundo lugar “Sistemas de Información Geográfica, Percepción Remota, Drones”, seguidos muy de cerca de “Instrumentación acuática” y “Ciencia de datos” (Figura 14). Las características que le parecen más importantes a los estudiantes al momento de elegir un posgrado son en un primer lugar, el plan de estudios, seguido de contar con validez internacional tras terminar sus estudios y contar con beca.

novedoso para el país y Latinoamérica específicamente dirigido a la oceanografía operacional, en concordancia con programas internacionales, en el que se incorporan competencias multidisciplinares para el diseño y manejo de herramientas tecnológicas y metodológicas de frontera aplicadas en ambientes marinos, en el marco de lo planteado en el Decenio de los Océanos.

2. Estudio de factibilidad

Como parte del Plan de Desarrollo del IIO como unidad académica de la UABC se reconoce como una línea estratégica el incremento de la oferta académica a través de la construcción de programas de estudio de posgrado y de educación continua asociadas directamente a la misión del instituto, específicamente en términos de “...*formar recursos humanos de alto nivel, competentes e innovadores con una visión de desarrollo sustentable global, para promover la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales en beneficio de la sociedad y del ambiente*”. En el marco de la visión de desarrollo institucional de la UABC para el período 2023-2027 y su normatividad general y académica, particularmente en el IIO se están dedicando recursos humanos y financieros necesarios para abrir programas educativos como la MACOO apostando a la inversión de recursos físicos y administrativos actuales, junto con una visión de crecimiento y fortalecimiento en el mediano y largo plazo a partir de proyectos institucionales y externos, para la ejecución de nuevos programas de posgrado.

2.1. Análisis de factibilidad de recursos para la operación del programa de educativo

La operación del programa requiere de laboratorios especializados, aulas con capacidad para sesiones híbridas, acceso a vehículos marinos y terrestres para realizar prácticas en campo, así como espacios de trabajo individual y en grupo de los estudiantes.

Dada la vocación de investigación y docencia del IIO, como unidad académica principal de este programa, se cuenta con los espacios suficientes de aulas y laboratorios especializados necesarios para el inicio del servicio de la MACOO. En ese sentido, los proyectos especializados en el uso y desarrollo de tecnología asociados al campo de la oceanografía y gestión de ecosistemas marinos y costeros que son desarrollados por la planta de investigadores darán una plataforma de temas de investigación en la Oceanografía Operacional. Con lo anterior y garantizando una buena administración de la carga horaria de las y los profesores de la Planta Académica, se contará con los requerimientos para el inicio de este programa.

Las y los profesores del IIO interesados en participar en la MACOO han manifestado su disponibilidad para contribuir en la impartición de clases en este programa de estudios, con lo que se espera tener un balance entre la capacidad de carga horaria de los investigadores y profesores con la programación de materias en este programa de estudios.

Asimismo, es importante destacar que se buscará el registro de la MACOO como un posgrado de investigación en el Sistema Nacional de Posgrado del CONAHCYT para que las y los alumnos que opten por cursar la maestría en ciencias cuenten con una beca de manutención.

2.1.1. Personal académico

Se prevé que el Núcleo Académico (NA) de la MACOO esté conformado en primera instancia por un grupo de 10 investigadores (as), los cuales se encuentran adscritos al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Facultad de Ciencias y Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño de la UABC, así como algunos investigadores (as) invitados (as) de otras Instituciones de Educación Superior (IES). Adicionalmente, en las siguientes etapas de construcción del programa de estudios se conformará una Planta Académica en la que participarán profesores (as) e investigadores (as) de la misma UABC y de otras instituciones de educación, investigación e industria privada como son del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Universidad Autónoma de Baja California Sur, y el Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo (CIAD) unidad Mazatlán (Tabla 5).

Las y los investigadores del NA cuentan con una amplia y reconocida trayectoria dentro de líneas de investigación relacionadas con las temáticas de MACOO, tanto a nivel nacional como internacional, cuentan con publicaciones en revistas indexadas de alto impacto y cuentan con el reconocimiento de Investigadores Nacionales del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) del CONAHCYT; al menos 7 de los integrantes cuenta con perfil PRODEP.

Por otro lado, cabe resaltar que las y los investigadores que conformarán el NA, cuentan con una amplia experiencia en el trabajo con grupos colegiados interdisciplinarios, perteneciendo a Cuerpos Académicos (CA) Consolidados o en Consolidación. Esto, aunado al hecho de que la gran mayoría realizó sus estudios de posgrado en otras instituciones académicas diferentes a la UABC, les facilita contribuir con nuevas ideas y crear redes de colaboración con investigadores (as) de otros centros de investigación tanto nacionales como extranjeros.

Tabla 5. Investigadores (as) que conforman en NA del programa de Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional.

Nombre	Grado	Institución otorgante	SNII	Perfil PRODEP	Línea de investigación	Adscripción
Napoleón Gudiño Elizondo	Dr.	CICESE	1	Sí	Cuencas costeras y UAVs	IIO-UABC
Héctor García Nava	Dr.	CICESE	1	Sí	Dinámica del océano y pronóstico de oleaje	IIO-UABC
Nancy Ramírez Álvarez	Dra.	Universidad Autónoma de Baja California	1	Sí	Contaminación marina	IIO-UABC
Eduardo Amir Cuevas Flores	Dr.	CINVESTAV-IPN	2	No	Ecología operacional	IIO-UABC
Abigail Uribe Martínez	Dra.	Universidad Nacional Autónoma de México	1	No	Ciencias geomáticas en ambientes marinos y costeros	Universidad Nacional Autónoma de México
Emyr Saul Peña Marín	Dr.	CIAD Mazatlán	2	No	Monitoreo y evaluación de zonas costeras para implementación de maricultivos	IIO-UABC
Luis Walter Daesslé Heuser	Dr.	Imperial College, Universidad de Londres, G. B.	3	Sí	Geociencias Ambientales	IIO-UABC
Carlos Orión Norzagara y López	Dr.	Universidad Autónoma de Baja California	1	Sí	Instrumentación química marina	IIO-UABC
Leopoldo G. Mendoza Espinosa	Dr.	Universidad de Cranfield, G. B.	2	Sí	Tratamiento y reuso del agua	IIO-UABC

2.1.2. Infraestructura Disponible o Requerida

Para el cumplimiento de su misión y visión, el IIO cuenta con la infraestructura y servicios para el desarrollo de investigación en los campos de la oceanografía física, química, biológica, así como aulas de clase y cubículos para estudiantes de programas de posgrado.

Laboratorios

A la fecha, el Instituto cuenta con laboratorios y talleres equipados con materiales y equipos modernos para el desarrollo de investigación de vanguardia, requeridos para el procesamiento y análisis de muestras, recopilación y análisis de datos, entre otros. Entre los laboratorios con que cuenta el IIO-UABC para atender las necesidades del Posgrado, destacan:

- Laboratorio de Radio Oceanografía.
- Laboratorio de desarrollo de Instrumentación Metoceánica.
- Laboratorio de Oceanografía Aérea.
- Laboratorio de Oleaje.
- Laboratorio de Calidad del Agua.
- Laboratorios de Biogeoquímica de Metales y de Metales Traza.
- Laboratorio de Contaminantes Orgánicos.
- Laboratorio de Instrumentación para análisis de Contaminantes.
- Laboratorio del Sistema del CO₂ marino.
- Laboratorio de Geoquímica Ambiental e Hidrogeoquímica.
- Laboratorio de Paleoceanografía.
- Laboratorio de Biogeoquímica de Nutrientes.
- Laboratorios de Bioensayos.
- Laboratorio de campo en Cultivo de Macroalgas.
- Laboratorio de Ecología Espacial y del Movimiento.

Los proyectos gestionados por los investigadores involucrados en la MACOO contribuyen al mantenimiento de diversos equipos y reactivos necesarios. Complementariamente, con una visión de la enseñanza *en el hacer*, se promoverá la incorporación de estudiantes de posgrado a los proyectos de investigación del IIO y otras entidades.

Equipamiento

Dentro del equipo y/o instrumentación de trabajo se cuenta, de manera general, con equipos como: Vehículos Aéreos No Tripulados de vanguardia, radares oceanográficos, diversos sensores metoceánicos, equipos de cómputo, clusters y equipos oceanográficos de alta gama; además se cuenta con laboratorios con equipos analíticos de vanguardia como

absorción atómica para el análisis de metales traza, equipos cromatográficos de gases y líquidos para el análisis de compuesto orgánicos, entre otros.

Aulas y cubículos

Para la impartición de cursos, el Instituto cuenta con cuatro aulas, con capacidad ideal de entre 10 y 15 alumnos (as), y área de cubículos para estudiantes de posgrado, donde pueden tener acceso a recursos en línea como la biblioteca de la UABC. Las aulas cuentan con mobiliario suficiente en excelentes condiciones, computadora y equipo de proyección que incluye pantallas gigantes que potencializan la versatilidad del material para los cursos. A la fecha, las aulas son compartidas con otros programas de posgrado como son: la Maestría y Doctorado en Oceanografía Costera de la Facultad de Ciencias Marinas (FCM) y el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), y el Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo del propio instituto (IIO). Con la creación del programa de la MACOO se trabajará en la reestructuración de los horarios de uso de las aulas para maximizar el uso de la infraestructura disponible. No obstante, a mediano o largo plazo, se trabajará en la gestión de espacio para nuevas aulas, considerando que éstas cuenten con lo necesario para el buen desarrollo de la actividad docente.

Equipos de Cómputo y Conectividad

Para el desarrollo de las actividades de investigación y docencia, el Instituto cuenta con servicio de acceso a Internet a través de la red institucional de la UABC, mediante una red alámbrica disponible en laboratorios y cubículos de investigadores (as); así como el acceso a través de la red institucional por red inalámbrica, la cual es accesible para todas las y los estudiantes inscritos en la universidad. Para el desarrollo de las actividades académicas se cuenta con una sala de cómputo con personal de soporte técnico y que se encuentra equipada con equipos de cómputo con acceso a internet. Asimismo, el IIO cuenta con áreas de cubículos para estudiantes de posgrado en los que se les brinda un espacio de trabajo con acceso a conexiones para internet y corriente eléctrica. Estos espacios son ocupados de forma rotativa con el reemplazo generacional de estudiantes inscritos al posgrado y con lo que se podrá acceder a espacios para el estudiantado de la MACOO.

En el corto y mediano plazo, tanto para la MACOO como para los demás programas de posgrado institucionales, se requiere la procuración de recursos para la actualización del equipo de cómputo y licencias que se ponen a disposición de los estudiantes. Adicionalmente, desde la creación de la MACOO se prevé en el corto plazo el planteamiento de una estrategia nueva para brindar facilidades de servicio de cómputo a los estudiantes, puesto que en la gran mayoría de las ocasiones la necesidad es más bien de espacio y acceso a red eléctrica y de datos, más que a equipos de cómputo en sí.

Apoyo administrativo

Como parte del apoyo administrativo con que contarán los estudiantes inscritos en el programa de MACOO, contarán en primera instancia con el apoyo del Departamento de Servicios Escolares y Gestión Estudiantil de la UABC. Por su parte, el IIO cuenta con una Coordinación de Investigación y Posgrado la cual, junto con los directores del alumnado, proporciona apoyo logístico para dar seguimiento y supervisar el progreso de sus estudios de maestría, así como para apoyos en aspectos de materiales de papelería básico, fotocopiado e impresión de documentos para trámites académicos y administrativos.

En cuanto al apoyo en procesos administrativos y académicos, el director de tesis de cada estudiante tendrá la responsabilidad de guiarlo durante su estancia en el programa, acompañándolos en los procedimientos administrativos para la ruta crítica académica del programa de estudios, facilitando el tránsito del alumnado por los requisitos administrativos y facilitando que se enfoquen en los aspectos académicos de forma eficiente.

Servicio de Biblioteca

Al igual que otras unidades académicas, las y los estudiantes del IIO cuentan con el acceso y servicio de la Biblioteca Central de la Unidad Ensenada de la UABC, la cual cuenta con un amplio acervo bibliográfico de libros y revistas para consulta dentro de sus instalaciones, así como el acceso a libros y tesis en formato electrónico de otros campus de la UABC. También, cuenta con el servicio de acceso a una amplia gama de herramientas, bases de datos, índices nacionales e internacionales en línea, a los cuales la UABC se encuentra inscrita. De igual manera, cuenta con el servicio de diversos recursos bibliográficos digitales de información científica y tecnológica a través del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT) del CONAHCYT, como Web of Science, SCOPUS, Elsevier, Springer, Wiley, por mencionar algunos.

2.1.3. Proyección de recursos monetarios

Para la operación inicial del programa de estudios de la MACOO, se contempla un costo operativo anual de \$55,000.00 pesos, los cuales se distribuyen en los conceptos que se describen en la Tabla 6 y cuyos conceptos se justifican después de la misma. La estimación de ingresos a la UABC para la operación de la MACOO se estimó utilizando como referencia los costos semestrales de la matrícula 2024 (\$5,500 semestral) de la Maestría en Ciencias Oceanografía Costera (<http://fcm.ens.uabc.mx/convocatorias/convocatorias.php#informacion>), con lo que se estima una matrícula inicial mínima necesaria de cinco (5) estudiantes para los primeros años de operación de la MACOO.

Como parte de la fundamentación se presenta un plan de incremento gradual del costo mínimo de la operación del programa de estudios conforme se espera incrementarse el número de estudiantes matriculados. El mediano plazo se considera a los 5 años de operación, y el proceso de consolidación a partir de los 7 años.

Tabla 6. Estimación del costo anual de ejecución de la MACOO, en un esquema de plazos para su proceso de crecimiento.

Concepto	Corto plazo	Mediano plazo	En consolidación
Adquisición de materiales de papelería para procesos académicos, y administrativos asociados, del alumnado.	\$5,000.00	\$7,500.00	\$10,000.00
Servicios generales para mantenimiento y mejora de espacios de estudio y trabajo del alumnado	\$18,000.00	\$25,000.00	\$25,000.00
Apoyo para viáticos y gastos de viajes durante prácticas de campo	\$17,000.00	\$25,500.00	\$30,000.00
Apoyo de Gasolina para vehículos terrestres y acuáticos en prácticas de campo	\$10,000.00	\$17,000.00	\$20,000.00
Consumibles de materiales para las actividades de prácticas en campo	\$5,000.00	\$7,500.00	\$10,000.00
Apoyo al estudiantado para estancias y congresos	\$0.00	\$0.00	\$15,000.00
TOTAL	\$55,000.00	\$82,500.00	\$110,000.00

En lo general, estos costos se asocian con el sustento filosófico y pedagógico del humanismo de la UABC en la que el estudiantado es el centro del modelo educativo y para el que se procuran las mejores condiciones posibles con el fin de que aproveche al máximo su experiencia de formación en posgrado. Así, los recursos que deriven de la inscripción del estudiantado se utilizarían, en uno de los conceptos, para adquirir insumos mínimos necesarios de apoyo para impresión de formatos y oficios que requieran para sus procesos administrativos, así como un número mínimo de apoyo para fotocopias, así como la impresión de material y exámenes que el profesorado requiere para impartir sus clases en la MACOO.

Con esta visión de brindar las mejores condiciones posibles de espacios y facilidades para el desempeño del alumnado, se contemplan recursos que sirvan para el mantenimiento, limpieza general y mejora de las aulas en donde toman clases y de los cubículos a los que tienen acceso. Con esto se busca brindar espacios dignos y modernizados.

Asimismo, con el objetivo de contar con recursos mínimos para realizar visitas de campo a sitios de interés cercanos al campus Ensenada para prácticas de campo sobre estrategias de operacionalización, se contemplan recursos de viáticos y gasolina para vehículos acuáticos y terrestres de la UABC, así como para consumibles (baterías, formatos de campo, materiales diversos para registro de datos u operación de equipos de medición) necesarios al momento de las prácticas.

Finalmente, en el mediano plazo se visualiza incluir un concepto de recursos para apoyo al estudiantado en términos de su movilidad y asistencia a congresos, con lo que reafirmamos la visión humanista del Modelo Educativo de la UABC.

Estos ingresos se sumarán a los de otros posgrados y grupos que hacen uso de las mismas instalaciones donde operará la MACOO, principalmente en el IIO, y se compartirá la cobertura de algunos costos operativos. Adicionalmente, dado el contexto de los posgrados en México en términos del proceso de transición hacia la gratuidad, el plan de negocios que se elabore para este programa incluirá una estrategia para transitar en este proceso que ocurrirá en los próximos 10 años y para lo cual se vislumbra la aportación de recursos financieros y en especie a través de proyectos académicos, de investigación y de colaboración con la industria privada.

De igual manera, como parte de las investigaciones y trabajos de tesis, se espera a mediano plazo la innovación y desarrollo de equipos, los cuales permitirán el registro de patentes para el apoyo del programa de posgrado. El Cuerpo Académico (CA) de Oceanografía Operacional tiene experiencia probada en este campo (Tabla 7).

Tabla 7. Listado de patentes y modelos de utilidad registrados de manera individual y como Cuerpo Académico por investigadores (as) del CA Oceanografía Operacional.

Autor (Año)	Título	Rama	Titular	No. Registro
Flores-Vidal, Xavier; Liera-Grijalva, Cesar Alberto; Sandoval-Rangel, Andrés (2017)	DORISSoft	Programas de computación	UABC (con fundamento en el Artículo 103 1er párrafo de la L.F.D.A.)	03-2017-081410090000-01
Flores-Vidal, Xavier (2017)	Observatorio Oceanográfico Regional Costero OORCO	Programas de computación	UABC (con fundamento en el Artículo 103 1er párrafo de la L.F.D.A.)	03-2017-081410031900-01

Flores-Vidal, Xavier; Liera-Grijalva, Cesar Alberto; Sandoval-Rangel, Andrés (2018)	Manual de ensamble de un derivador oceanográfico remoto in situ DORIS	Literaria	UANC (con fundamento en los Artículos 30, 33 y 83 de la L.F.D.A. en relación al Artículo 46 del R.L.F.D.A.)	03-2018-042709533900-01
Durazo-Arvizu, Reginaldo; Flores-Vidal, Xavier (2019)	Base de datos de corrientes marinas en la Bahía de Todos Santos Baja California, 2009-2019	Compilación de datos (Base de datos)	UABC (con fundamento en el Artículo 83 de la L.F.D.A.)	03-2019-121011034100-01
Flores-Vidal, Xavier; Sandoval-Rangel, Andrés; Liera-Grijalva, César Alberto; Avendaño-Gastelum, Orlando (2020)	Derivador Oceánico Remoto In Situ	Título de Modelo de Utilidad	UABC	5316
Flores-Vidal, Xavier; Sandoval-Rangel, Andrés (2020)	Draga de arrastre flexible sub-superficial	Título de Modelo de Utilidad	UABC	4883
Flores Vidal, Xavier (2021)	Mapas de corrientes marinas medidas en todo el litoral mexicano del Golfo de México (Radares HFR).	Compilación de datos (Base de datos)	UABC (con fundamento en el Artículo 83 de la L.F.D.A.)	03-2021-112611481600-01
Flores Vidal, Xavier (2022)	Red Mexicana de Radares Oceanográficos	Dibujo	UABC (con fundamento en el Artículo 83 de la L.F.D.A.)	03-2022-031114082500-01
Flores Vidal, Xavier (2022)	Logotipo OCOMEX	Dibujo	UABC (con fundamento en el Artículo 83 de la L.F.D.A.)	03-2022-031114094800-01
Flores Vidal, Xavier (2022)	Base de datos de trayectorias lagrangeanas obtenidas en el Golfo de México, Mar Caribe y Pacífico mexicano con derivadores DORIS	Compilación de datos (Base de datos)	UABC (con fundamento en el Artículo 83 de la L.F.D.A.)	03-2022-031114105800-01

Flores Vidal, Xavier (2022)	Base de datos de corrientes superficiales obtenidas simultáneamente en toda la extensión costera del Golfo de México	Compilación de datos (Base de datos)	UABC (con fundamento en el Artículo 83 de la L.F.D.A.)	03-2022-031114122500-01

En este sentido, se proyecta que la MACOO sea un componente catalizador en el IIO para fortalecer el trabajo entre distintos CA y fomento vocaciones y formación de recursos humanos en el conocimiento, uso y generación de tecnología en términos de instrumentación y operacionalización en lo general, en el IIO y otras unidades académicas socias.

Dada la naturaleza de las tareas de investigación en el IIO, las y los estudiantes de la MACOO tendrán pertinencia e incidencia en muchos de sus proyectos de investigación y vinculación que se ejecutan en el instituto, fortaleciéndose así la visión de educación en el aprender a hacer en la práctica en contextos reales de investigación y servicios, la cual es una capacidad esencial que se fomentará en las y los estudiantes de la MACOO. De esta forma, la gestión de recursos necesarios para prácticas e investigaciones para la obtención del grado será fortalecida con la misma actividad de gestión de recursos por el grupo de investigadores (as) participantes.

2.2. Análisis de factibilidad normativa

La creación de la MACOO tiene fundamentación y factibilidad robusta con base en: el Estatuto General, el Estatuto Escolar, el Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado, el Modelo Educativo (2018) y el Plan de Desarrollo Institucional (2023-2027), todos de la UABC. Así, este programa de estudios coadyuva en la atención de la misión institucional en los marcos normativos pertinentes.

En cuanto al Estatuto General, en sus Artículos 2 y 4 de los Capítulos I y II, respectivamente, se manifiestan los fines académicos y de responsabilidad institucional con la comunidad en general para la formación de profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos, en lo que la MACOO contribuye directamente.

Asimismo, en el Artículo 21 del Capítulo III, sobre “*Servicios Educativos*”, se establece la competencia de las unidades académicas para crear servicios educativos que incluyen la docencia (incluyendo posgrado) y vinculación, con lo que la construcción de la MACOO desde el IIO es factible en el marco administrativo y legal dispuesto por la UABC.

Y en consonancia con el Artículo 179 en su Capítulo IV “*Nivel Posgrado*”, uno de los propósitos de las maestrías en UABC es (III) “*Desarrollar en el profesional una alta capacidad innovadora, técnica y metodológica para la solución de problemas específicos en el ejercicio profesional*”. El objetivo formativo en investigación de la MACOO responde a esta función institucional de formación de recursos humanos especializados en vocaciones científicas pertinentes regionales y nacionales con responsabilidad social y ambiental.

Por su parte, en el Estatuto Escolar de la UABC, en específico en su Título Quinto “*Las Bases Jurídicas de los Programas Educativos, Planes y Programas de Estudio*”, y Capítulo Primero “*De la Creación y Modificación de los Programas Educativos, Planes y Programas de Estudio*”, se establece que la construcción de cualquier programa de estudios deberá basarse en el Modelo Educativo de la UABC, considerando para su creación los Atributos, Componentes, Sustento filosófico y pedagógico, y Proceso formativo.

En lo que respecta al Reglamento General de Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado de la UABC, la MACOO se fundamenta en el Artículo 2, inciso XV, al ser un programa de estudios dirigido a interesados que ya cuentan con el grado de licenciatura en carreras afines, y con base en el Título Tercero “*De los estudios de posgrado*”, Capítulo Primero “*Comité de Estudios de Posgrado y Coordinación del Programa*”, Artículo 30 , se oferta el otorgamiento del “*Grado de maestría*”, toda vez que la MACOO proveerá a sus egresados capacidades científicas, técnicas y metodológicas innovadoras, con una aproximación constructivista que estimule su aprendizaje autónoma y una actitud crítica como requiere el método científico. En términos de su NA, la propuesta asociada a la MACOO cumple con la descripción de los requisitos del personal académico especificado en el Artículo 31.

Asimismo, en el proceso de creación de este programa de estudios se ha mantenido la comunicación abierta con la Coordinación General de Investigación y Posgrado de la UABC, particularmente a través de la Dirección del Departamento de Apoyo a la Docencia e Investigación (DADI) en el campus Ensenada (Artículo 38) para atender los criterios y actualizaciones de los procedimientos para este fin.

Para finalizar con este Reglamento, el NA inicial conformado para este programa de estudios cumple con el Artículo 46 que especifica los requerimientos para ser profesor de maestría en la UABC (son doctores en áreas afines al programa, y tienen experiencia en investigación y ejercicio profesional); y a través de ellos se fundamenta la asociación de la MACOO con las líneas de investigación en el IIO-UABC a través de estos investigadores y profesores, quienes cuentan con más de dos años de experiencia en esta unidad académica. Los Artículos en los Capítulos referentes a los “*De las tutoras y los tutores*”, “*De las directoras y directores*,”

codirectoras y codirectores, y sinodales de tesis o trabajo terminal", "Del ingreso, reingreso y permanencia de las alumnas y alumnos de posgrado", y "De los exámenes de grado o exámenes para obtener el diploma", serán considerados en las siguientes etapas de la construcción de este programa de estudios.

En este sentido, el Modelo Educativo de la UABC (2018) reconoce como un reto fundamental el trabajo en la *"transferencia de conocimientos del sector académico a los de la industria y los servicios..."*, con lo que se espera facilitar el adecuado funcionamiento de un sistema innovador para el crecimiento económico regional y nacional.

La misión de la UABC incluye *"Contribuir al desarrollo inclusivo y sostenible y al bienestar de la sociedad bajacaliforniana, la nación y del planeta, a través de la formación integral de profesionistas, de investigadoras, investigadores y ciudadanía comprometida con una cultura democrática; así como a la generación y difusión de la cultura, del conocimiento y de las tecnologías."*, lo cual es plenamente consonante con el concepto de creación de la MACOO en términos de la aplicación y desarrollo de tecnologías aplicadas para el mantenimiento de la viabilidad de los mares mexicanos y su aprovechamiento responsable.

Por su parte, en su visión busca el liderazgo *"...en ser un agente transformador de progreso social que contribuye a la realización plena del ser humano, al desarrollo incluyente y sostenible, a la profundización de la democracia y a la justicia social a través de la formación de licenciatura, posgrado y a lo largo de la vida, y de sus avances científicos, tecnológicos y culturales"*. Esto fundamenta el esquema de construcción de la MACOO en términos de la vinculación con sectores públicos y privados para comprender y atender sus necesidades prioritarias en el sector marino y costero principalmente, y con ello contribuir al desarrollo responsable en nuestra región y país.

Uno de los atributos esenciales del Modelo Educativo es la *Flexibilidad curricular*, que permite *"...emplear elementos que posibiliten una serie de aperturas para la elección de experiencias de aprendizaje que resultan convenientes a las necesidades e intereses de formación profesional de los alumnos"* y que es el fundamento de la visión de la construcción del currículo de la MACOO en términos de investigación básica y aplicada, junto con un esquema dual que la vincule a una estrategia de educación continua profesionalizante desde el IIO, los cuales son componentes clave en el esquema de la organización del proceso formativo de la UABC a nivel posgrado.

En todo momento la estructura del programa de estudios de la MACOO se basará en los *Pilares filosóficos y pedagógicos* de la educación en el Modelo Educativo UABC con un sentido humanista, constructivista y de educación a lo largo de la vida, y con un *enfoque por competencias*, que son el fundamento institucional del quehacer educativo. En esta tarea, se

fundamenta la pertinencia de la MACOO en la visión de UABC de fomentar el proceso de vinculación con los diferentes sectores de la sociedad para buscar soluciones conjuntas a problemas regionales y nacionales con una visión integral y activa por parte de la universidad.

Además de la explicación de esta fundamentación en los pilares filosóficos (humanismo, constructivismo, educación a lo largo de la vida) y de los atributos (formación integral, flexibilidad curricular, sistema de créditos) del Modelo Educativo de la UABC, es importante resaltar la fundamentación de la MACOO en los Componentes del mismo modelo. Así, la visión de la MACOO atiende el *“Aprendizaje centrado en el alumno”* como lo fundamenta la innovación con un modelo dual y curricularmente flexible vinculando su programa de estudios en ciencias con una visión de estrategia en educación continua profesionalizante de acuerdo con las necesidades del mercado local y nacional, además del pilar humanista con el alumno como centro del programa de estudios.

Asimismo, en las siguientes etapas de la construcción de este programa de estudios, la currícula se construirá basado en un *“Enfoque por competencias”* para lo que se aplicarán distintas *“Modalidades de aprendizaje”* (clases teóricas, seminarios y talleres, clases prácticas, aprendizaje práctico externo, asesoría, trabajo en grupo, entre otras). Por último, en la MACOO es central la visión y acción de *“Extensión y vinculación”* con los actores públicos y privados de nuestra sociedad, siendo conscientes de las necesidades comunes, primordialmente, y de oportunidades de vinculación con la industria privada para el fomento de bienestar y mejor calidad de vida de nuestra sociedad.

Esta visión se fortalece con el componente *“Movilidad”* en la que se busca que tanto el alumnado como la planta académica mantenga al frente la meta de realizar proyectos de movilidad desde y hacia la UABC, con el fin de proveer al programa de estudios con acciones de modernización y vinculación nacional e internacional.

Este Modelo Educativo de la UABC será una de las guías rectoras en las siguientes etapas de la construcción de la currícula del programa de estudios. Finalmente, la creación del programa de estudios la MACOO se alinea con las Políticas transversales y Prioridades Institucionales, Estrategias y Líneas de Acción establecidas en el Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027 de la UABC.

En términos de sus Políticas transversales, indudablemente y de manera natural la MACOO contribuye a la visión institucional de la *“Excelencia e innovación educativa”* aportando a la sociedad en general un programa de estudios innovador en tecnologías de vanguardia y atendiendo prioridades nacionales e internacionales identificadas para el corto, mediano y largo plazo; incide en la *“Cultura de paz y derechos humanos”* al formar profesionales de posgrado y especializados que atienden necesidades públicas y privadas para el

fortalecimiento del desarrollo social y ambientalmente responsable y que apunte la sostenibilidad en el largo plazo de medios de vida y bienestar de las sociedades costeras; a la vez que con el uso y desarrollo tecnologías innovadoras.

En lo que se refiere a la Prioridad *“Aprendizaje integral, flexible a lo largo de la vida”*, el esquema del diseño de MACOO se alinea con acciones como:

“Formular esquemas para fortalecer la flexibilidad, creación y modificación oportuna/ágil de los programas de estudio...la implementación de las modalidades no escolarizada y mixta, y el carácter dual, con base en perfiles de egreso que favorezcan el desarrollo de competencias transversales de alcance global”.

En lo que respecta a la Prioridad *“Investigación e innovación”*, la MACOO tiene total fundamentación en las Estrategias 1 (*“[Fortalecer] ...actividades de investigación para incentivar la generación y aplicación de conocimiento”*), 4 (*“Promover la internacionalización de la investigación con proyectos interdisciplinarios”*), y particularmente la 5, que se asocia con el desarrollo de un ecosistema universitario:

“...para el desarrollo tecnológico, productos y servicios...que permita promover modelos de transferencia y esquemas de comercialización...dentro del polo de innovación de la región bajacaliforniana...”.

Esta última estrategia es clave en la visión de la MACOO y sostiene el fundamento de la pertinencia y necesidad social de un programa de estudios como este. Por último, en términos de la Prioridad *“Desarrollo regional e internacionalización”*, la MACOO se fundamenta en una alineación con las Estrategias 1 (*“... desarrollo de experiencias de aprendizaje en escenarios reales...”*), 2 (*“Generar proyectos y programas que respondan a las necesidades y demandas del entorno, que promuevan el desarrollo económico, social y cultural de la región y del país”*), 4 (*“Fortalecer el programa de emprendimiento enfocado a fomentar el espíritu emprendedor, el liderazgo, la creatividad y la innovación...”*), 5 (*“Fortalecer la colaboración estratégica con instituciones académicas internacionales de reconocido prestigio para promover el intercambio académico...”*), y particularmente la 8 (*“Desarrollar las actividades de extensión que posicionan a la universidad como un agente transformador de Baja California y la región”*).

En conclusión, en la unidad académica IIO, y con base en los grupos de investigadores (as) participantes en la MACOO, se cuentan con las capacidades de infraestructura y administrativas para ejecutar este nuevo programa educativo, y junto con la visión del mismo programa que fomenta la enseñanza en el hacer, como marca el Modelo Educativo de UABC, la gestión de recursos se fortalece con la incidencia de los estudiantes en los proyectos de investigación y vinculación del IIO.

Asimismo, la MACOO tiene pleno fundamento en los Estatutos General y Académico de la UABC, y la visión del programa se ha alineado al Modelo Educativo para sentar las bases fundamentales para la construcción del programa.

3. Estudios referentes

La formalización de la disciplina de oceanografía operacional es relativamente reciente (década de los ochenta y noventa) y ha encontrado su consolidación en los avances tecnológicos, particularmente de observación satelital, para la obtención de grandes cantidades de datos sobre atributos esenciales de los océanos en múltiples fechas (Le Traon, 2013; Le Traon *et al.*, 2015; CTN Diocesan, 2018; Schiller *et al.*, 2018; Ferrarin *et al.*, 2019; Miloslavich *et al.*, 2019; She y Murawski, 2019; Skidmore *et al.*, 2021).

Así, se ha fortalecido la estructuración de observatorios oceánicos y costeros con el objetivo de monitorear fenómenos asociados con el cambio climático, contaminación marina, pesquerías, tránsito marítimo, entre otras (Maxwell *et al.*, 2015; Bayramov *et al.*, 2018; Muelbert *et al.*, 2019; Sánchez-Cabeza *et al.*, 2019). Junto con este crecimiento disciplinar se han formalizado protocolos para la colecta, estandarización y gestión de las grandes bases de datos generadas (Basher, 2006; Kyriacos *et al.*, 2011; García y Fearnley, 2012; Glade y Nadim, 2014; Sättele *et al.*, 2016; Khankeh *et al.*, 2019), que facilitan el diseño de productos de servicio informativo para intereses públicos y particulares derivados de tales mediciones.

En este sentido, dadas la necesidad de contar con datos e información sistemática organizada y desplegada en un formato ágil, la oceanografía operacional y disciplinas afines atienden ese nicho, que es mejor comprendido día a día y su necesidad es claramente reconocida. De esta manera, se explota un importante nicho, particularmente en situaciones en las que se requiere la implementación de sistemas de alerta temprana para la toma de decisiones (Levy *et al.*, 2011; UNESCO, 2012; Moltmann *et al.*, 2019).

Es en este contexto de creciente oportunidad para la oceanografía operacional para los que el perfil propuesto en la MACOO tiene pertinencia y fundamentación, por ejemplo, en el mantenimiento y potencialización de los cada vez más diversos observatorios y sistemas de alerta temprana como [GOOS](#), [GCOOS](#), [Copernicus Data Ecosystem](#), [Earthexplorer](#), [Oceanview](#), entre muchos otros.

3.1. Análisis de la evolución del programa educativo de posgrado y su prospectiva

Considerando que este es un programa educativo en construcción, a continuación, se describe la evolución, tendencia y prospectiva del campo de conocimiento asociado con la disciplina de oceanografía operacional.

Como se ha mencionado anteriormente, con el avance tecnológico acelerado en la industria espacial, con más y mejores sensores a bordo de satélites para la adquisición de datos sobre las condiciones oceánicas y de la biodiversidad marina y costera (Ferrarin *et al.*, 2019; Skidmore *et al.*, 2021), y de la industria de tecnologías de la información y comunicación (telemetría), ha aumentado el establecimiento de observatorios costeros que frecuentemente se asocian con sistemas de alerta temprana como es el caso para derrames de petróleo (Bayramov *et al.*, 2018), florecimientos algales (Xiao *et al.*, 2024), y más recientemente sobre arribos masivos de sargazo pelágico en el Atlántico (Marsh *et al.*, 2022; Putman *et al.*, 2023).

Junto con el avance de las capacidades para la colecta de datos de forma sistemática y masiva, se ha desarrollado aproximaciones metodológicas cuantitativas y cualitativas para su gestión y análisis, como es la inteligencia artificial para análisis de vulnerabilidad y riesgo a partir de monitoreos sistemáticos (Ceccaroni *et al.*, 2018; Ahmad, 2019; Yekeen y Balogun, 2020; Ditria *et al.*, 2022).

Como se estableció en este documento en el análisis de oferta y demanda de programas educativos afines a la MACOO, se observa un crecimiento y evolución de los programas educativos asociados con las disciplinas de ciencias marinas y de la Tierra para atender las necesidades nacionales e internacionales arriba mencionadas. Como reporta la ANUIES, las solicitudes de nuevo ingreso para maestrías y especialidades en estas áreas se ha incrementado 14% a nivel nacional, y 2% a nivel local, marcando referentes de la pertinencia de este programa de posgrado en ambos ámbitos.

Así, la MACOO contribuye al fomento de un ecosistema de innovación tecnológica asociada a la evaluación y monitoreo operacional de las condiciones de viabilidad ecológica de los ambientes marinos y costeros, en un contexto de uso social y ambientalmente responsable con estándares internacionales.

Esta visión atiende necesidades de entidades públicas y particulares, en los ámbitos nacional e internacional, sobre la expansión de las fronteras del conocimiento de nuestros mares y costas, a la vez que se aportan datos e información estratégicos a través de observatorios de variables ambientales esenciales para la valoración de la vulnerabilidad y riesgo socioambiental, incluyendo sistemas de alerta sobre fenómenos naturales, como florecimientos algales y arribazones masivos de sargazo, así como accidentes derivados de actividades antrópicas, como los riesgos de contaminación por las industrias náutica y de

hidrocarburos, que tienen impactos severos sobre medios de vida y procesos ecosistémicos esenciales para el ambiente y el bienestar de las poblaciones humanas en su conjunto.

Como hemos señalado en secciones anteriores, esta perspectiva de fortalecer el conocimiento, monitoreo y uso responsable de los mares y costas, a la luz de la operacionalización con tecnologías innovadoras, tiene una demanda relevante a nivel internacional, nacional y local, lo que augura un campo amplio de oportunidades de acción en el ámbito laboral, como lo revelan los reportes del Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Empleo sobre las carreras con mejor perspectiva de empleo.

Con este contexto, la MACOO coadyuva a lograr los indicadores de desarrollo institucional (2023-2027) en términos del número de programas educativos de posgrado y su matrícula asociada, así como en términos de educación continua, ligándose este nuevo programa de estudios con distintas carreras profesionales de la que egresan profesionales a nivel regional y nacional.

En este sentido, de acuerdo al Catálogo de Codificación de Carreras utilizado para la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del INEGI (https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/est/carreras.pdf), la MACOO se asume afín a seis grupos distintos de carreras, 11 subgrupos y un total de 58 carreras (Tabla 8). Este es un conjunto de carreras consideradas afines a la MACOO dada la visión inter y multidisciplinar de la formación en su perfil profesional.

Tabla 8. Conjunto de carreras afines a la MACOO con base en el Catálogo de Codificación de Carreras utilizado para la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del INEGI.

Grupo	Subgrupo	Carrera
Biología, Biotecnología, Ecología, Ingeniería Ambiental, Ciencias Atmosféricas y Ciencias del Mar (#32)	Biología y Biotecnología (#321)	Biología, Biología en Acuicultura, Biología en Ecología, Biología en Ecología Acuática, Biología en Hidrobiología, Biología en Manejo de Recursos Naturales, Biología en Recursos Renovables, Biología Marina, Biología Marítima, Biología Pesquera, Ciencias Biológicas en Ecología Acuática.
	Ecología, Ingeniería Ambiental y Ciencias Atmosféricas (#322)	Ecología, Ecología Marina, Ciencias Ambientales, Gestión Ambiental, Ingeniería Ambiental.

	Ciencias del Mar (#323)	Oceanografía, Oceanología, Oceanología Física, Oceanología Química.
Ciencias Agropecuarias, Forestales y Pesqueras (#33)	Ingeniería Pesquera (#334)	Acuicultura, Ingeniería Pesquera en Acuicultura, Producción Pesquera, Recursos Acuáticos, Sistemas Acuícolas.
Ciencias Químicas (#36)	Química, Ingeniería Química, Química Industrial y Tecnología de los Alimentos (#361)	Ingeniería Química Ambiental.
Ciencias Sociales, Políticas, Administración Pública, Relaciones Internacionales, Comunicación, Derecho y Geografía (#37)	Geografía (#375)	Geografía, Geografía y Ordenación del Territorio
Ingenierías (Civil, Extractiva, Metalúrgica, Computación, Informática, Eléctrica, Electrónica, Mecánica, Industrial, Transportes, Aeronáutica y Topográfica) (#41)	Ingeniería en Computación e Informática (#413)	Ciencias Computacionales, Ciencias Computacionales y Telecomunicaciones, Ciencias de la Computación, Ciencias de la Informática, Computación y Sistemas Digitales, Sistemas Computacionales en Hardware, Sistemas Computacionales en Programación, Sistemas Computacionales en Software, Sistemas Computarizados, Telemática.
	Ingeniería Eléctrica y Electrónica (#414)	Ingeniería Eléctrica en Instrumentación, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Eléctrica en Electrónica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Electrónica en Instrumentación, Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones, Sistemas Electrónicos.
	Ingeniería Topográfica, Hidrográfica, Geológica y Geodesta (#417)	Geodesia, Ingeniería Geodesta, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Tierra en Geofísica, Geociencias, Geofísica Ambiental, Geología Marina, Geomática.
Matemáticas, Física y Astronomía (#42)	Matemáticas, Estadística Y Actuaría (#421)	Matemáticas Aplicadas, Matemáticas en Computación, Bioestadística.
	Física Y Astronomía (#422)	Ciencias en Física, Física Aplicada.

Este conjunto de carreras con las que la MACOO tiene afinidad es muestra de las oportunidades de vinculación de este programa de estudios, tanto desde la perspectiva de los potenciales estudiantes, como referente del campo de acción para los egresados, al asociarse con el campo profesional y laboral de estas más de 50 carreras, pero brindándoles un nivel de posgrado que catalice sus competencias profesionales y generales para el desempeño de su profesión.

Finalmente, con base en las investigaciones bibliográficas y empíricas realizadas para este estudio de fundamentación, los futuros egresados de la MACOO podrán insertarse en oportunidades laborales asociadas con las carreras mencionadas en la Tabla 8 ahora con un nivel de posgrado, y particularmente en el contexto operacional se abre un espectro de oportunidades en el sector de acuicultura, empresas e instituciones asociadas con la operación de la minería marina (hidrocarburos, eólica marina, energía por oleaje y marea) y las empresas auxiliares que les proveen servicios especializados, consultorías sobre procesos de calidad industrial y ambiental, evaluación de impacto y riesgo (ambiental, salud).

Asimismo, entidades de gobierno municipal (institutos municipales de planeación, dirección ambiental), estatal (direcciones y secretarías ambientales y de pesca), y federal (secretarías de ambiente (áreas naturales protegidas, agua, inspección y procuradurías ambiental y energética), pesca y acuicultura, energía). Y finalmente, podrán desarrollarse tanto como empresarios altamente especializados para la proveeduría de servicios en las vocaciones económicas antes mencionadas, así como trabajar en organizaciones de la sociedad civil en temas de energía, acuícolas, energía y ambiente.

3.2. Análisis comparativo de programas educativos

A partir del análisis de afinidad realizado a los programas educativos que representan la oferta educativa de maestrías nacionales en el área de aplicación de la MACOO, se identificaron los tres programas con mayor afinidad para retomar su descripción en esta sección.

Contexto nacional de la oferta de programas afines

El programa educativo identificado con una mayor afinidad, de acuerdo con la información brindada en su portal, al perfil de la MACOO fue **Maestría en Ciencia y Tecnología Marina de la Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores**. Esta universidad es privada con sedes en Michoacán, Buenos Aires en Argentina, y Quito en Ecuador, y originalmente este programa tenía la visión profesionalizar a egresados de educación media (bachillerato), empleados en la industria marítima, en una modalidad en línea con el objetivo de formar profesionales “...con una sólida base en todos los campos y disciplinas marinas, adecuados a la provisión de soluciones y que aporten valor a los procesos organizacionales” (<https://www.unicepes.edu.mx/oferta-academica/maestrias/maestria-en-ciencia-y-tecnologia->

marina-zitacuaro/#). Con el avance de su proyecto detectaron la necesidad de un programa de posgrado de nivel maestría y así constituyeron este programa educativo profesionalizante, en modalidad virtual, de dos años de duración, y con la modalidad de titulación por tesis. Esta maestría no requiere la presentación de ningún examen de conocimientos ni EXANI, y tampoco un certificado del nivel de dominio de alguna lengua extranjera.

Esta universidad privada está enfocada a satisfacer las necesidades de profesionalización inmediata para profesionales en activo que requieren cursos de actualización y crecimiento técnico. Si bien algunas secciones del contenido del área de las ciencias marinas y su modalidad la hacen afín a la MACOO, la mayor característica que se sugiere analizar a mayor profundidad es su modelo de negocios en el ámbito de profesionalización a trabajadores de la industria marina y acuícola, como se visualiza en un modelo paralelo a la MACOO en educación continua. Este caso refuerza la visión planteada para la MACOO de construir un modelo de negocio paralelo al programa educativo en ciencias, con el cual se atienda el nicho público y particular que demanda alternativas de profesionalización sobre las ciencias marinas y el uso de la tecnología, pero con el mayor valor agregado que es la historia académica y de investigación de la UABC en la oceanografía en México.

El siguiente programa educativo con mayor calificación de afinidad a la MACOO es la ***Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros de la Universidad Veracruzana*** (<https://www.uv.mx/pozarica/mmemc/coordinacion/bienvenidos-a-nuestro-portal/>). Este programa tiene una duración de dos años en modalidad presencial, tiene el nivel de Consolidado en el Sistema Nacional de Posgrados (SNP), por lo que los estudiantes pueden acceder a becas de manutención del CONAHCYT. Para ingresar se requiere realizar el EXANI III (no especifican una calificación mínima), presentar un examen de conocimientos, una entrevista con Comité Evaluador, y presentar un examen diagnóstico del idioma inglés. Es un programa que se enfoca en gran medida al manejo y gestión de los ecosistemas marinos y costeros, utilizando distintas herramientas y disciplinas asociadas a sus Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que son Biodiversidad marina y costera (Su trabajo se centra en el conocimiento de los organismos y sus interacciones con el medio costero y marino) y Manejo ecosistémico marino y costero (promueve la conservación, restauración y ordenamiento de la biodiversidad marina y costera a través de los principios de un manejo sostenible de los recursos naturales). Ninguna de estas LGAC se enfoca al conocimiento y monitoreo operacional de los ecosistemas de interés, y desde esa visión incidir en la solución de problemas o necesidades públicas y particulares para un desarrollo responsable, como sí lo hace la MACOO.

De este programa resalta las evaluaciones de múltiples dimensiones de conocimiento y competencias de los aspirantes a través de los exámenes solicitados; incluye un sistema de

tutorías para temas académicos para apoyar a los estudiantes a completar su plan de posgrado, y tiene como sistema de titulación único la elaboración de investigaciones de tesis. Destaca en su portal un seguimiento detallado de sus egresados, lo que resulta estratégico tanto para la evaluación de indicadores académicos de la misma maestría de la que egresan, pero también para la oferta de alternativas de educación continua y de opciones de doctorado. En el caso de la MACOO este seguimiento detallado será clave para su estrategia paralela de profesionalización modular, así como para planes en el mediano plazo de abrir un doctorado en oceanografía operacional en el IIO.

A su vez, el programa de estudios de la ***Maestría en Ingeniería de Costas y Ríos del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México*** tiene una afinidad a la MACOO por su enfoque en formar profesionales con posgrado que contribuyan en la solución de problemas costeros prioritarios a nivel regional y nacional, con una visión de apoyo a la toma de decisiones para un desarrollo y manejo responsable de nuestras costas. Este programa es presencial, se encuentra en SNP del CONAHCYT, dura dos años y tiene un componente importante de instrumentación en las ciencias ingenieriles aplicadas a ambientes marinos y costeros. Una diferencia relevante respecto a la MACOO es que este programa de estudios investiga los procesos físico-geológicos en la zona costera y está dirigido a ingenieros, matemáticos y oceanólogos, quedando de un lado el componente biológico y ecológico.

Este programa fomenta la movilidad de los estudiantes hacia el extranjero, lo cual es una característica relevante para considerar en la MACOO. Los detalles del proceso de selección y requisitos de ingreso no son públicos, se requiere un registro a su procedimiento de selección, por lo que no se incluyen detalles en esta descripción.

Otro programa de estudios analizado fue la ***Maestría en Análisis Espacial y Geoinformática*** de la Universidad Autónoma del Estado de México, la cual tiene una orientación profesionalizante en modalidad virtual. Este programa está centrado en brindar a sus egresados las capacidades para modelar y simular interacciones espaciales de entidades geográficas a partir de información existente, empleando herramientas y tecnologías de la información geográfica para procesos sociales, económicos y ambientales. Recibe aspirantes de las tres áreas del conocimiento antes mencionadas, para quienes describen un proceso claro de evaluaciones de conocimiento profesional y dominio del idioma inglés.

El objeto de estudio de esta maestría, el espacio geográfico, es uno de los que se integran en el diseño de la MACOO pero no es el único. Una diferencia clave es que la MACOO buscará formar egresados con una maestría en ciencias y con competencias para emplear las tecnologías de información geográfica como uno de los componentes de la oceanografía

operacional, la cual demanda conocimiento e integración de tecnologías duras y blandas adicionales para el estudio, evaluación y monitoreo de los ambientes marinos y costeros. Esta divergencia en aproximaciones lleva a asumir una diferencia marcada en el universo de aspirantes que apliquen a uno y otro programa sin ser competidores.

Por su parte, la **Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos** de la Universidad Autónoma de Sinaloa tiene un componente destacado de investigación sobre la actividad pesquera, acuícola y protección al ambiente ligado con la producción y aprovechamiento de recursos acuáticos. En su plan de estudios resaltan materias asociadas primordialmente al sector acuícola y pesquero, los cuales son una vertiente de aplicación en la MACOO, pero no es una línea central, pues esta última maestría tiene un espectro más amplio sobre la implementación de las tecnologías para el conocimiento, diagnóstico y monitoreo de nuestros mares y costas, incluyendo sistemas productivos, pero desde una visión operacional integrada.

En conclusión, los planes de estudio de los programas mencionados no convergen en el uso y construcción de nuevas tecnologías para su aplicación operativa en la evaluación y monitoreo del uso responsable de ecosistemas marinos y costeros. El primero tiene una visión profesionalizante y de negocios, lo cual es clave por analizar para la visión dual innovadora de la MACOO y la estrategia de educación continua; mientras que los otros dos tienden más en entender el funcionamiento de las tecnologías existentes y, potencialmente, en adaptarlas a los intereses de investigación para necesidades de la biodiversidad y manejo, por un lado, y de los procesos físicos y geológicos por el otro. En los últimos dos programas es destacable los exámenes que aplican para el ingreso, el fomento de estancias en el extranjero para los estudiantes, su programa de tutorías, y la efectividad que han tenido en la titulación de sus estudiantes que los ha mantenido en el SNP del CONAHCYT.

Contexto internacional de programas afines

En el contexto internacional, derivado de la investigación de programas semejantes a la MACOO en países de Norteamérica (EE. UU y Canadá), Sudamérica (Argentina, Uruguay, Brasil), Europa (Francia, Noruega, Suecia, Letonia, España), Asia (Singapur, Israel), y Oceanía (Australia, Nueva Zelanda), se encontraron 13 maestrías en 6 países, destacando los programas en EE. UU que son los que se presentan como de mayor afinidad a la MACOO, (Anexo 4).

Uno de los programas educativos más afines a la MACOO es el de **Maestría en Oceanografía Operacional de la Universidad Rutgers** (<https://rucool.marine.rutgers.edu/academics/master-of-operational-oceanography/>), la cual

tiene como objetivo proporcionar herramientas para la modelación regional y global, además de la teledetección y prácticas en campo que ayuden a los estudiantes a complementar su formación teórica. Esta maestría no tiene beca y, como todo programa educativo en los Estados Unidos, se debe pagar el costo de la matrícula. Para el ingreso requieren certificados con calificaciones mínimas de GRE® General Test and TOEFL, así como una propuesta de proyecto de investigación (Tabla 9).

El posgrado brinda la oportunidad a sus estudiantes de trabajar directamente con sus investigadores, como se ha planteado para la MACOO, con lo que los estudiantes participan directamente en proyectos en condiciones reales para el fortalecimiento de su formación académica y profesional. Asimismo, este programa educativo también incluye el modelo de tutorías para sus estudiantes, y un componente significativo de trabajo en campo. Estas facilidades que brinda Rutgers son clave para la enseñanza en el hacer y acompañamiento académico para el estudiante, como en el Modelo Educativo de UABC y que se está incluyendo en la MACOO. La opción definida para la obtención del grado es a partir de una investigación de tesis.

Por otro lado, la **Maestría en Oceanografía de la Universidad de Rhode Island** se presenta como una opción para el alumnado que quiera dar el paso inmediato de la formación profesional hacia un posgrado. Entre sus líneas de investigación, de las cuales los egresados salen con su respectiva especialidad, se encuentra “*Datos oceánicos y tecnología*”, enfocada en la operación, obtención de datos y manejo de robótica marina, ingeniería oceánica y utilización de sensores.

Asimismo, la **Maestría en Ciencias y Tecnología Oceánicas** de la Universidad de Texas A&M es un programa profesionalizante para áreas de geociencias ambientales, geología, meteorología y oceanografía principalmente, y tiene un enfoque centrado en aportar a sus estudiantes el entendimiento sobre cómo aplicar los fundamentos de la oceanografía en sus tareas profesionales de ciencias marinas y analizar grandes conjuntos de datos con énfasis en aquellos generados por sistemas de observación del océano. Estas características se asemejan a la aproximación operacional de la MACOO, aunque esta última en un programa en ciencias y en la que también se incluirá el estudio de ambientes costeros.

En el caso de la **Maestría en Oceanografía** del Florida Tech, es un programa de estudios con orientación a la investigación desde la perspectiva de las cuatro áreas de la oceanografía y el manejo de la zona costera. Tienen una filosofía de privilegiar el aprendizaje a través de la experiencia participando en tareas reales de medición de variables ambientales y cuantificación de contaminantes, enfocándose en ecosistemas clave marinos y costeros. Este programa se asemeja a la MACOO en términos de los campos del conocimiento en

oceanografía y ciencias ambientales, aunque aún no presentan de forma pública el aprendizaje con una aproximación de operacionalización ligada a las tareas de investigación y monitoreo para las que se preparará a los estudiantes de la MACOO.

Finalmente, la **Maestría en Ciencias y Tecnología Marina** de la Universidad de Massachusetts Boston es un programa con una aproximación centrada en investigación sobre ciencias marinas, incluyendo la oceanografía y haciendo uso de métodos y técnicas de análisis de datos para investigar, interpretar y comunicar efectivamente información sobre fenómenos marinos. Este programa tiene cinco opciones de especialidades para sus diplomas. Tiene un componente importante de adquisición de conocimientos sobre el uso de tecnologías blandas y duras para la medición de variables oceanográficas, y consideran los ecosistemas desde océanos profundos hasta los ambientes costeros someros. Es un programa que comparte elementos básicos sobre la instrumentación en oceanografía, aunque el de Massachussets no se encuentra en México.

Tabla 9. Programas de posgrado similares a la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional, con sede en EE. UU.

Nombre de la maestría	Institución	Objetivos del programa	Perfil de egreso
Maestría de Oceanografía Operacional	Universidad Rutgers	Desarrollar conocimientos básicos y habilidades prácticas a través de cursos teóricos y prácticos que les proporcione experiencia real trabajando con tecnología marina y fomentando conexiones con profesionales y compañeros.	• Al formar parte del posgrado se colabora con uno de los observatorios oceanográficos más avanzados del mundo. • Se trabaja directamente con socios, técnicos y facultad de Nueva Jersey y el resto del mundo para desplegar y reparar planeadores, ayudar a instalar y mantener la red radar de alta frecuencia y operar equipos marinos para respaldar la investigación del instituto.

Maestría en Oceanografía	Universidad de Rhode Island	Formar profesionistas que colaboren en el desarrollo de conocimiento y habilidades necesarios para los desafíos marinos presentes y futuros a través de un programa integrado de investigación, educación y divulgación pública.	• Dominio de los principios fundamentales de la oceanografía • Comprensión del estado actual del conocimiento sobre problemas y tecnologías oceánicas. • Capacidad para crear y aplicar soluciones que vinculen la ciencia con las políticas y las prácticas de gestión. • Competencia en comunicación para discutir temas científicos y técnicos con audiencias diversas.
Maestría en Ciencias y Tecnología Oceánicas	Universidad de Texas A&M	Proporcionar a los estudiantes una comprensión básica de los conceptos principales en oceanografía, para desarrollar habilidades en la evaluación y análisis grandes conjuntos de datos generados por los sistemas de observación del océano.	• Entendimiento de los principales conceptos en oceanografía para su aplicación en carreras en ciencias marinas. • Competencias para evaluar y analizar datos derivados de sistemas de observación del océano. • Un pensamiento crítico y la resolución de problemas.
Maestría en Oceanografía	Florida Tech	Proveer entrenamiento y experiencia en una variedad de disciplinas que hagan al egresado más atractivo para empleadores.	• Perfiles de egreso asociados con las cuatro áreas de la oceanografía, así como al manejo de zonas costeras.

Maestría en Ciencias y Tecnología Marina	Universidad de Massachusetts Boston	Desarrolla un entendimiento de los conceptos de ciencias marinas, a la vez que ganan experiencia en métodos y técnicas para el estudio del ambiente marino, y aplican métodos y técnicas de análisis para investigar fenómenos marinos.	Perfiles de egreso asociados con las áreas de las ciencias marinas, como: biología, conservación, especialista en tecnología, educador y analista de política.

3.3. Análisis de organismos nacionales e internacionales

Dada la gravedad de la intensidad y velocidad del deterioro ambiental que hemos provocado en los últimos siglos, se han documentado diversos impactos sobre el balance dinámico de los ecosistemas marinos y terrestres, lo que a su vez ha provocado numerosos desastres y pérdidas socioeconómicas. Uno de los hechos más recientes es el grado de calentamiento de los océanos alcanzado el año 2023, y que está provocando severos cambios en los sistemas bióticos y abióticos, incluyendo patrones de eventos hidrometeorológicos extremos que se vuelven incluso más complejos de modelar por el alto nivel de incertidumbre en los datos y el hecho de estar en condiciones ambientales nunca registrados (Cheng *et al.*, 2023; Yang *et al.*, 2023).

La medición de variables oceanográficas esenciales y diagnósticas de la condición de viabilidad ecológica de estos ecosistemas (Kappel *et al.*, 2021), son indicadoras de potenciales impactos sobre comunidades humanas costeras y sus medios de vida, lo que configura la alta relevancia de la generación del conocimiento necesario en la toma de decisiones. En este sentido, se han impulsado a nivel internacional iniciativas como the International Long-Term Ecological Research network (ILTER) (Muelbert *et al.*, 2019), el Global Ocean Observing System (GOOS) (Jochens y Watson, 2013; Canonico *et al.*, 2019; Müller-Karger *et al.*, 2019), la red Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network (GEO BON) (Navarro *et al.*, 2017; Jetz *et al.*, 2019), el world data center sobre distribución de mamíferos marinos, aves marinas y tortugas marinas, Ocean Biodiversity Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations (OBIS-SEAMAP) (Halpin *et al.*, 2009), las cuales tienen el objetivo de brindar acceso a datos e información en acervos operativos para fortalecer la toma de decisiones en intereses públicos y particulares.

En este mismo ámbito internacional, y ante la gravedad de la problemática del deterioro de los océanos por las interacciones con actividades antrópicas, las Naciones Unidas puso en marcha dos iniciativas mundiales desde el 2021 hasta 2030 con el objetivo de promover la implementación de acciones concretas para un desarrollo sostenible: el Decenio de los Océanos, que busca reunir a las partes interesadas de todo el mundo en torno a un marco común que garantice que las ciencias oceánicas apoyen plenamente a los países en la creación de mejores condiciones para el desarrollo sostenible del océano (UNESCO, 2021; Rivera-Arriaga y Asus-Adeath, 2023). Esta iniciativa se priorizan acciones en torno a atender, en diferentes niveles de agregación geográfica (local, regional, global), problemáticas como: cambio climático, la contaminación marina, la acidificación oceánica, la pérdida de especies marinas y la degradación de los medios marino y costero.

De acuerdo con el programa del Decenio de los Océanos, para llegar a un desarrollo sostenible, será imprescindible que se elaboren políticas basadas en conocimientos científicos adecuados y que se aumente el nivel de conocimiento de todos los actores interesados. Es por eso por lo que el Decenio movilizará recursos y fomentará la innovación tecnológica en las ciencias oceánicas que se necesitan para obtener:

- Un océano limpio en el que se identifiquen las fuentes de contaminación y se eliminen.
- Un océano seguro en el que las personas estén protegidas de los peligros naturales relacionados con el océano.
- Un océano saludable y resiliente en el que se cartografíen y se protejan los ecosistemas marinos.
- Un océano productivo que se explote de forma sostenible garantizando la provisión de alimentos.
- Un océano predecible en el que la sociedad tenga la capacidad de entender las condiciones oceánicas actuales y futuras.
- Un océano transparente con acceso abierto a datos, información y tecnologías.

El decenio también favorecerá el desarrollo de temas claves para la sociedad:

- a) Gestión y adaptación de zonas costeras.
- b) Planificación espacial marina y economía azul.
- c) Establecimiento de áreas marinas protegidas.
- d) Gestión de pesquerías.
- e) Elaboración de políticas oceánicas nacionales.

- f) Desarrollo de estrategias nacionales para la investigación y el desarrollo (I+D).
- g) Planificación para el desarrollo de capacidades regionales y nacionales.
- h) Sistemas de alerta temprana.

A nivel científico, la década impulsará lo siguiente:

1. Atlas digital integral del océano.
2. Sistema integral de observación del océano para las principales cuencas oceánicas.
3. Entendimiento cuantitativo y cualitativo de los ecosistemas oceánicos y de su funcionamiento como cuencas oceánicas para su gestión y adaptación.
4. Portal de datos e información oceánica.
5. Sistema integrado de alerta contra amenazas múltiples.
6. El océano en la observación del sistema terrestre, la investigación y la predicción secundada por las ciencias sociales y humanas, y la valoración económica.
7. Desarrollo de capacidades y transferencia acelerada de tecnología, formación, educación y cultura oceánica.

De manera complementaria se considera también importante en el marco del planteamiento de la MACOO, el *Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas* que tiene como objetivo mejorar y expandir las investigaciones científica oceánicas y tecnológicas, para recopilar información sobre las necesidades cambiantes de los gestores de zonas oceánicas y costeras existentes, así como fortalecer las alianzas internacionales para incrementar la inversión en áreas prioritarias que requieran acciones urgentes (<https://www.decadeonrestoration.org/es>).

Estas iniciativas se suman a la Agenda para el Desarrollo Sostenible (2030), también de las Naciones Unidas, que en el 2015 definió las 17 metas del Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas [ONU], 2015). Entre estas metas, son de particular interés para nuestros fines las metas 13 (Acción por el clima) y 14 (Vida submarina), las cuales buscan asegurar una gestión sostenible de los ambientes biótico y abiótico, manteniendo los balances críticos entre las comunidades humanas y su ambiente, para lo cual se requieren datos e información científica robustos, tarea en la cual la ciencia y la tecnología de nuestro país tienen mucho que aportar.

En este mismo contexto, algunas iniciativas han catalizado estas necesidades de datos e información y están trabajando en modelos de negocios. En este sentido, la Asociación Europea de Compañías de Percepción Remota (EARSC, por sus siglas en inglés) elaboró un estudio en el que se enlistan y describen las necesidades actuales de empresas que se

dedican a la venta de productos derivados de datos satelitales de la misión Copernicus de la Agencia Espacial Europea. En este estudio señalan que los campos con mayor mercado para este tipo de productos son agricultura, ambiental y urbanismo, para utilizarlos en el clima y el análisis de la tierra, particularmente por parte del sector industrial y los gobiernos locales o regionales (EARSC, 2021).

Este análisis resalta que los principales modelos de negocio para las empresas emergentes son los servicios de valor añadido geoespacial (la adquisición y procesamiento de datos), servicio de software, datos e información; que son respuestas a las principales demandas de grandes empresas en este campo que requieren servicios de procesamiento, análisis y colecta, son lo más solicitado de estas compañías (EARSC, 2019). Y por su parte, los mayores retos son el conocimiento sectorial, soporte legal, oportunidades de asociación e infraestructura.

Estas iniciativas internacionales tienen demandas de competencias profesionales para brindar servicios en la colecta, gestión y publicación de datos e información estratégica para necesidades privadas y la toma de decisiones sobre aspectos clave del ambiente y temas asociados con el desarrollo; lo que se confirma con las conclusiones del estudio publicado por la EARSC.

Con este panorama internacional de agencias públicas y particulares, se fundamenta la perspectiva de la MACOO en la creación de competencias profesionales científicas y tecnológicas de naturaleza dura y blanda, con un enfoque sistemático, controles de calidad certificados y una visión de servicio multisectorial.

En este contexto, dada la rápida evolución que han tenido diversas vertientes del desarrollo de tecnologías tecnológicas asociadas a los campos de acción de la oceanografía operacional, algunas entidades internacionales reconocidas a nivel global como son la UNESCO y la Agencia Espacial Europea, reconocen que los profesionales asociados con el desarrollo de tareas profesionales en esta área se espera que tengan capacidades como el dominio de una lengua extranjera, habilidades computacionales, capacidades de trabajo en equipo y de comunicación social, una actitud mental crítica pero flexible, junto con paciencia y determinación <https://marine.copernicus.eu/explainers/operational-oceanography/how-become-operational-oceanographer>

Así, la ciencia, tecnología e ingeniería para proponer soluciones sostenibles aplicados a los sistemas marinos y costeros, son reconocidos por la UNESCO como clave en la construcción de los planes de estudio de las carreras asociadas a soluciones ambientales, invitando a fortalecer la búsqueda de soluciones sostenibles, considerando como tarea estratégica el

atraer a los jóvenes con talento, y en particular a las mujeres jóvenes (<https://es.unesco.org/themes/reforzar-competencias-ciencias-e-ingenieria>).

Por otro lado, a nivel nacional se encuentran como referencias de este tipo de iniciativas de observación de algunas variables oceanográficas, estrategias como el Acervo de Información Oceanográfica Nacional (AION) (<https://digaohm.semar.gob.mx/oceanografia/AION.html>) a cargo de la Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Secretaría de Marina de México, con el objetivo de “apoyar el intercambio de información oceanográfica entre dependencias de gobierno e instituciones académicas para la investigación y la toma de decisiones en el ámbito marítimo y costero”.

Asimismo, en consonancia con esta visión internacional, en el IIO de la UABC está alojado el Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CENDO), que pertenece a la Red de Centros de Datos Oceanográficos de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) en la UNESCO, y el cual tiene el objetivo de “coordinar acciones, actividades de investigación y monitoreo de los océanos y costas de México”, además de “facilitar el intercambio de datos e información oceanográfica y meteorológica” entre miembros de la misma Comisión y al interior de México (<https://www.elvigia.net/general/2022/11/5/nombran-jose-martin-hernandez-ayon-parte-mexicano-en-el-cendo-404261.html>).

De igual forma, el CONAHCYT tiene un Programa de Laboratorios Nacionales con el objetivo de *“desarrollar y consolidar las capacidades en materia de infraestructura humanística, científica, tecnológica y de innovación del país, promoviendo la vinculación de instituciones del sector de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación, con el propósito de articular la infraestructura distribuida en el territorio nacional y orientarla a la atención de asuntos estratégicos o prioritarios, en el marco de una política de Estado que favorezca el interés público, la soberanía nacional, la independencia científica y tecnológica, el desarrollo integral del país, el cuidado y restauración del medio ambiente, y el bienestar del pueblo de México”* (<https://www.siiicyt.gob.mx/index.php/normatividad/conacyt-normatividad/programas-vigentes-normatividad/lineamientos/lplnc/4941-lineamientos-del-programa-de-laboratorios-nacionales-conacyt/file>). Este programa sectorial fundamenta también el qué hacer de MACOO en la formación de profesionales que dominen tecnologías de vanguardia existentes, o creen las necesarias, para el cuidado y restauración de los ecosistemas marinos y costeros.

Los profesores e investigadores que forman parte del NAB de MACOO participan en distintos Laboratorios Nacionales CONAHCYT, con lo que se abre la oportunidad de crear alianzas estratégicas en los ámbitos de investigación y academia en la formación de los estudiantes de la MACOO.

A nivel nacional también se reconoce la relevancia de fomentar competencias como la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos para resolver problemas asociados con el manejo de los mares y costas en contextos multi, inter y transdisciplinariedad; las capacidades de planificar, diseñar y ejecutar investigaciones aplicadas; trabajo en equipo, resolución de conflictos, comunicación asertiva, entre otras capacidades de desenvolvimiento y comunicación social.

Conclusiones generales

Derivado del análisis de pertinencia social se concluyó que existen las condiciones apropiadas en los ámbitos local, regional, nacional e internacional para el crecimiento e impulso de sistemas de observación para el entendimiento de los ecosistemas oceánicos en un contexto de desarrollo sustentable, y para generar capacidades de adaptación y mitigación ante un clima cambiante. El inmenso potencial de México en cuanto a desarrollo costero hace esencial fomentar las capacidades que se planean incorporar para la MACOO.

Asimismo, se mostró que un especialista de la MACOO tiene cabida en el mercado laboral en prácticamente todos los sectores asociados a las costas y mares. Con el impulso que se tiene de nuevas industrias y con el aumento del desarrollo costero en el país, también continuará aumentando la necesidad de personal capacitado para manejar nuevas tecnologías, monitorear condiciones ambientales y biológicas, mejorar procesos, entre otras, fomentando la inserción laboral de los egresados de la MACOO.

También se encontró que las empresas e instituciones consideran importante contratar nuevo personal con maestría para sus procesos de monitoreo y evaluación, que tenga las habilidades y conocimientos planteados para el perfil de egreso de la MACOO.

En este contexto, la oferta actual de posgrados nacionales puede atender algún subconjunto de los aspectos temáticos considerados en la MACOO, pero ninguno lo cumple cabalmente y el que más se acerca se ofrece en otra región por una institución privada. Los datos muestran que el norte del país representa una oportunidad de demanda de profesionales con competencias consideradas en la MACOO.

En resumen, se encontró que tanto a nivel local como nacional la demanda de nuevo ingreso a programas educativos de posgrado (especialidad y maestría) en los grandes campos de conocimiento afines a la MACOO tiene una tendencia creciente (2% y 14%, respectivamente), lo que brinda fundamento de la pertinencia de este programa de estudio y muestra la creciente demanda de perfiles profesionales de posgrado como el que se visualiza para la MACOO.

Por su parte, el estudio de pertinencia social mostró una creciente demanda de profesionistas con capacidades para adquirir, analizar y generar conocimiento de los sistemas asociados al océano. Si bien, existen 3 programas en el marco nacional que atienden una porción de esta demanda de profesionistas, la UABC puede ofrecer un programa novedoso para el país y Latinoamérica específicamente dirigido a la oceanografía operacional, en concordancia con programas internacionales, en el que se incorporan competencias multidisciplinarias para el diseño y manejo de herramientas tecnológicas y metodológicas de frontera aplicadas en ambientes marinos, en el marco de lo planteado en el Decenio de los Océanos.

En términos de las capacidades en la UABC para impartir este programa de estudios, en el IIO se cuentan con las capacidades de infraestructura y administrativas para ejecutar este nuevo programa educativo, junto con pleno fundamento en los Estatutos General y Académico de la UABC, y la visión del programa se ha alineado al Modelo Educativo para sentar las bases fundamentales para la construcción del programa.

Conclusiones generales finales

Una vez realizada la investigación bibliográfica, de bases de datos y en campo, en este estudio se fundamenta la creación del programa de estudios que será la MACOO, a partir de los hallazgos en cada una de las secciones que se incluyeron.

El trabajo de campo mostró que más del 90% de un conjunto de profesionales (con puestos directivos y gerenciales) de la industria privada, del gobierno y de organizaciones de la sociedad civil, opinaron que les es atractivo para sus necesidades actuales y futuras un profesional con el perfil planeado para la MACOO. Lo que forma parte del acervo de evidencias que muestran la oportunidad en el mercado laboral para profesionales con el perfil de egreso que se plantea para la MACOO, particularmente derivada del creciente impulso de desarrollo costero, transporte náutico e industrias asociadas a los distintos sectores (producción, pesca, turismo, ambiental y científico) dentro de nuestro país, quienes requieren profesionales con capacidades altamente especializadas en el manejo y toma de decisiones basadas en ciencias de oceanografía operacional.

En lo general, se determinó mediante evidencias investigativas y estadísticas la pertinencia social de un programa como el de la MACOO, encontrando que se alinea con las vocaciones por incubar en nuestra región, así como atender la necesidad enfática, creciente y urgente, de impulsar sistemas de observación operacional para el entendimiento y mejor gestión, de los ecosistemas oceánicos y costeros, siendo consonantes con los planes de desarrollo estatales, nacionales e internacionales vigentes a la fecha de elaboración del presente estudio.

Cabe resaltar que en México y Latinoamérica no existe un programa de posgrado con exactamente el mismo perfil que la MACOO; sin embargo, en Estados Unidos sí existen dos programas similares a la MACOO, con lo cual se muestra la pertinencia de nuestro programa de estudios para la comunidad científica y técnica en México.

Finalmente, este estudio de fundamentación brinda los elementos específicos normativos, académicos, administrativos, de pertinencia social y laboral, para continuar con el proceso de construcción del programa de estudios de la MACOO, representando una oportunidad para apuntalar la incidencia de la UABC en nuestra sociedad, siempre en el marco de sus políticas orgánicas y de desarrollo, fortaleciendo el qué hacer de sus unidades académicas (particularmente en el IIO) y concretando iniciativas institucionales a nivel nacional e internacional, como es el caso del vínculo directo de la MACOO con el Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CeNDO) del IIO-UABC reconocido por la UNESCO y GCOOS (Gulf of Mexico Coastal Observing System) que forma parte del IOOS-NOAA (Integrated Ocean Observing System).

Referencias

- Ahmad, H. (2019). Machine learning applications in oceanography. *Aquatic Research*, 2(3), 161-169. <https://doi.org/10.3153/AR19014>
- Ávila-Foucat, V.S., y Espejel, I. (2020). *Resiliencia de socioecosistemas costeros*. Primera edición, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. 191 p.
- Azuz-Adeath, I., & Rivera-Arriaga, E. (2009). Descripción de la dinámica poblacional en la zona costera mexicana durante el periodo 2000-2005. *Papeles de población*, 15(62), 75-107.
- Basher, R. (2006). Global early warning systems for natural hazards: systematic and people-centred. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 364, 2167-2182. doi: 10.1098/rsta.2006.1819
- Bayramov, E., Kada, M., Buchroithner, M. (2018). Monitoring oil spill hotspots, contamination probability modelling and assessment of coastal impacts in the Caspian Sea using SENTINEL-1, LANDSAT-8, RADARSAT, ENVISAT and ERS satellite sensors. *Journal of Operational Oceanography*, 11(1), 27-43. doi: 10.1080/1755876X.2018.1438343
- Butchard, S.H.M., Scharlemann, J.P.W., Evans, M.I., Quader, S., Aricó, S., Arinaitwe, J., Balman, M., et al. (2012). Protecting Important Sites for Biodiversity Contributes to Meeting Global Conservation Targets. *PLoS ONE* 7(3): e32529. doi: 10.1371/journal.pone.0032529
- Canonico, G., Buttigieg, P.L., Montes, E., Muller-Karger, Stepien, C., Wright, D., Benson, A. *et al.* (2019). Global observational needs and resources for marine biodiversity. *Frontiers in Marine Science*, 6, 367. doi: 10.3389/fmars.2019.00367
- Ceccaroni, L., Velickovski, F., Blaas, M., Wernand, M. R., Blauw, A., & Subirats, L. (2018). Artificial intelligence and earth observation to explore water quality in the Wadden Sea. *Earth Observation Open Science and Innovation*, 15, 311-320.
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). 2023. Página consultada el 6 de agosto de 2023. https://posgrados.cicese.mx/posgrado/perfil_de_ingreso/maestria
- CETYS Universidad. (2023). *Política de Desarrollo Empresarial*, Baja California. Consejo Coordinador Empresarial Baja California.
- Cheng, Y., Zhang, M., Song, Z., Wang, G., Zhao, C., Shu, Q., Zhang, Y. *et al.* (2023). A quantitative analysis of marine heatwaves in response to rising sea surface temperature. *Science of the Total Environment*, 881, 163396. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163396

Comisión Nacional de Acuacultura Y Pesca (CONAPESCA). 2020. Programa Nacional de Pesca y Acualcutlura (2020-2024).

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). 2023. Página web consultada el 8 de agosto de 2023. <https://conahcyt.mx/pronaces/pronaces-energia-y-cambio-climatico/>

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). 2019. La pesca mexicana, una actividad tan inmensa como el mar. Página web. Última vez consultada el 21 de agosto de 2023. <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/la-pesca-mexicana-una-actividad-inmensa-como-el-mar-227722?idiom=es>

Congreso del Estado de Baja California. 2023. LEY DE FOMENTO A LA COMPETITIVIDAD Y DESARROLLO ECONÓMICO PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA. Última reforma P. O. No. 8, Índice, 10-Feb-2023. Consultado 21 diciembre 2023: https://www.congresobc.gob.mx/Documentos/ProcesoParlamentario/Leyes/TOMO_VII/20230210_LEYFOMCOMPETI.PDF

Costa, D. P., Block, B. A., Bograd, S., Fedak, M. A., & Gunn, J. S. (2010). TOPP as a marine life observatory: using electronic tags to monitor the movements, behaviour and habitats of marine vertebrates. *Proc. OceanObs*, 9, 21-25.

CTN Diocean. (2018). Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018. Bogotá D.C., Colombia: DIMAR. doi: 10.26640/25392212.3.2018

Data México. (2023). Baja California, entidad federativa. Página web. última vez consultada el 16 de octubre de 2023 <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/baja-california-bc?redirect=true&workforceSelector=salaryOption>

Data México. 2023. Población económicamente activa de Baja California. Consultado el 14 de agosto de 2023. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/baja-california-bc#education-and-employment>

Davidson F, Alvera-Azcárate A, Barth A, Brassington GB, Chassignet EP, Clementi E, De Mey-Frémaux P, Divakaran P, Harris C, Hernandez F, Hogan P, Hole LR, Holt J, Liu G, Lu Y, Lorente P, Maksymczuk J, Martin M, Mehra A, Melsom A, Mo H, Moore A, Oddo P, Pascual A, Pequignet A-C, Kourafalou V, Ryan A, Siddorn J, Smith G, Spindler D, Spindler T, Stanev EV, Staneva J, Storto A, Tanajura C, Vinayachandran PN, Wan L, Wang H, Zhang Y, Zhu X and Zu Z (2019) Synergies in Operational Oceanography: The Intrinsic Need for Sustained Ocean Observations. *Front. Mar. Sci.* 6:450. doi: 10.3389/fmars.2019.00450.

- Day, J.W., Gunn, J.D., Burger, J.R. (2021). Diminishing opportunities for sustainability of coastal cities in the Anthropocene: A review. *Frontiers in Environmental Science*, 9: 663275. doi: 10.3389/fenvs.2021.663275
- Ditria, E.M., Buelow, C.A., Gonzalez-Rivero, M., Connolly, R.M. (2022). Artificial intelligence and automated monitoring for assisting conservation of marine ecosystems: A perspective. *Front. Mar. Sci.* 9:918104. doi: 10.3389/fmars.2022.918104
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UNDESA). 2021. Una década para salvar a los océanos a través de la ciencia y la investigación. <https://www.un.org/es/desa/ocean-decade-launch#:~:text=El%205%20de%20diciembre%20de,Agenda%202030%20para%20el%20Desarrollo>
- Duffy JE, Benedetti-Cecchi L, Trinanés J, Muller-Karger FE, Ambo-Rappe R, Boström C, Buschmann AH, Byrnes J, Coles RG, Creed J, Cullen-Unsworth LC, Diaz-Pulido G, Duarte CM, Edgar GJ, Fortes M, Goni G, Hu C, Huang X, Hurd CL, Johnson C, Konar B, Krause-Jensen D, Krumhansl K, Macreadie P, Marsh H, McKenzie LJ, Mieszkowska N, Miloslavich P, Montes E, Nakaoka M, Norderhaug KM, Norlund LM, Orth RJ, Prathep A, Putman NF, Samper-Villarreal J, Serrao EA, Short F, Pinto IS, Steinberg P, Stuart-Smith R, Unsworth RKF, van Keulen M, van Tussenbroek BI, Wang M, Waycott M, Weatherdon LV, Wernberg T and Yaakub SM (2019) Toward a Coordinated Global Observing System for Seagrasses and Marine Macroalgae. *Front. Mar. Sci.* 6:317. doi: 10.3389/fmars.2019.00317.
- European Association of Remote Sensing Companies (EARSC). 2021. Start-up survey for companies in the European EO services sector. European Union (EU) and the European Space Agency (ESA), under ESA Contract Number 4000119743/17
- European Association of Remote Sensing Companies (EARSC). 2019. Copernicus Sentinel Benefits Assessment. Preliminary report: Innovation and start-ups powered by Copernicus Sentinel data. European Union (EU) and the European Space Agency (ESA).
- Ferrarin, C., Davolio, S., Bellafore, D., Ghezzi, M., Maicu, F., McKiver, W., Droga, O., *et al.* (2019). Cross-scale operational oceanography in the Adriatic Sea. *Journal of Operational Oceanography*, 12(2), 86-103. doi: 10.1080/1755876X.2019.1576275
- García, C., Fearnley, C. (2012). Evaluating critical links in early warning systems for natural hazards. *Environmental Hazards*, 11, 123-137. doi: 10.1080/17477891.2011.609877
- Glade, T., Nadim, F. (2014). Early warning systems for natural hazards and risks. *Natural Hazards*, 70, 1669-1671. doi: 10.1007/s11069-013-1000-8

- Halpern, B.S., Selkoe, K.A., Michell, F., Kappel, C.V. (2007). Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to Anthropogenic threats. *Conservation Biology*, 21(5): 1301-1315. doi: 10.1111/j.1523-1739.2007.00752.x
- Halpern, B.S.; Walbridge, S.; Selkoe, K.A.; Kappel, C.V.; Micheli, F.; D'Agrosa, C.; Bruno, J.F.; Casey, K.S.; Ebert, C.; Fox, H.E., et al. (2008) A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science*, 319: 948–952. doi: 10.1126/science.1149345.
- Halpin, P.N., A.J. Read, E. Fujioka, B.D. Best, B. Donnelly, L.J. Hazen, C. Kot, K. Urian, E. LaBrecque, A. Dimatteo, J. Cleary, C. Good, L.B. Crowder, and K.D. Hyrenbach. 2009. OBIS-SEAMAP: The world data center for marine mammal, seabird, and sea turtle distributions. *Oceanography* 22(2):104–115, doi:10.5670/oceanog.2009.42.
- Hansen, H. S., & Fuglsang, M. (2014). An operational web-based indicator system for integrated coastal zone management. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3(1), 326-344.
- Herguera, J.C., Peters, E.M., Sheinbaum, J., Pérez-Brunius, P., Magar, V., Pallás-Sanz, E., Estrada-Aliis, S. et al. (2023). Ocean monitoring and prediction network for the sustainable development of the Gulf of Mexico and the Caribbean. In *Frontiers in Ocean Observing: Emerging Technologies for Understanding and Managing a Changing Ocean*. E.S. Kappel, V. Cullen, M.J. Costello, L. Galgani, C. Gordó-Vilaseca, A. Govindarajan, S. Kouhi, C. Lavin, L. McCartin, J.D. Müller, B. Pirenne, T. Tanhua, Q. Zhao, and S. Zhao, eds, *Oceanography* 36(Supplement 1), <https://doi.org/10.5670/oceanog.2023.s1.18>.
- Hidalgo, M., Secor, D. H., & Browman, H. I. (2016). Observing and managing seascapes: linking synoptic oceanography, ecological processes, and geospatial modelling. *ICES Journal of Marine Science*, 73(7), 1825-1830.
- INEGI. (2007). Sistema de Clasificación de América del Norte (SCIANT), versión hogares. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 169 p.
- Jetz, W., McGeoch, M.A., Guralnick, R., Ferrier, S., Beck, J., Costello, M.J., Fernández, M., et al. (2019). Essential biodiversity variables for mapping and monitoring species populations. *Nature Ecology & Evolution*, 3, 539-551. doi: 10.1038/s41559-019-0826-1
- Jochens, A.E., Watson, S.M. (2013). The Gulf of Mexico Coastal Ocean Observing System: An integrated approach to building an operational regional observing system. *Marine Technology Society Journal*, 47(1), 118-133.
- Kappel, E.S., S.K. Juniper, S. Seeyave, E. Smith, and M. Visbeck, eds. 2021. *Frontiers in Ocean Observing: Documenting Ecosystems, Understanding Environmental Changes*,

- Forecasting Hazards. A Supplement to Oceanography 34(4), 102 pp., <https://doi.org/10.5670/oceanog.2021.supplement.02>.
- Kyriacos, U., Jelsma, J., Jordan, S. (2011). Monitoring vital signs using early warning scoring systems: a review of the literature. *Journal of Nursing Management*, 19, 311-330. doi: 10.1111/j.1365-2834.2011.01246.x
- Le Traon, P.Y. (2013). From satellite altimetry to Argo and operational oceanography: three revolutions in oceanography. *Ocean Science*, 9, 901-915. doi: 10.5194/os-9-901-2013
- Le Traon, P.Y., Antoine, D., Bentamy, A., Bonekamp, H., Breivik, L.A., Chapron, B., Corlett, G., *et al.* (2015). Use of satellite observations for operational oceanography: recent achievements and future prospects. *Journal of Operational Oceanography*, 8(S1), s12-s27. doi: 10.1080/1755876X.2015.1022050
- Levy, J.M., Snowden, D., Clark, C., Crane, K., Diamond, H.J., Goodrich, D., Johnson, M. *et al.* (2011). The Global Ocean Observing Component of IOOS: Implementation of the initial Global Ocean Observing System for climate and the path forward. *Marine Technology Society Journal*, 45(1), 9-18. doi: 10.4031/MTSJ.45.1.9
- Lotze, H.K., Guest, H., O’Leare, J., Tuda, A., Wallace, D. (2018). Public perceptions of marine threats and protection from around the world. *Ocean and Coastal Management*, 152: 14-22. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2017.11.004
- MacManus, K., Balk, D., Engin, H., McGranahan, G., Inman, R. (2021). Estimating population and urban areas at risk of coastal hazards, 1990-2015: how data choices matter. *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 5747–5801, 2021. Doi: 10.5194/essd-13-5747-2021
- Marsh, R., Oxenford, H.A., L. Cox, S.A., Johnson, D.R., Bellamy, J. (2022). Forecasting seasonal sargassum events across the tropical Atlantic: Overview and challenges. *Front. Mar. Sci.* 9:914501. doi: 10.3389/fmars.2022.914501
- Maxwell, S.M.; Hazen, E.L.; Bograd, S.J.; Halpern, B.S.; Breed, G.A.; Nickel, B.; Teutschel, N.M.; Crowder, L.B.; Benson, S.; Dutton, P.H.; *et al.* (2013). Cumulative Human Impacts on Marine Predators. *Nat Commun*, 4, 2688, doi:10.1038/ncomms3688.
- Maxwell, S. M., Hazen, E. L., Lewison, R. L., Dunn, D. C., Bailey, H., Bograd, S. J., ... & Crowder, L. B. (2015). Dynamic ocean management: Defining and conceptualizing real-time management of the ocean. *Marine Policy*, 58, 42-50.
- Mikhaylov, A. S., & Plotnikova, A. P. (2021). The coasts we live in: can there be a single definition for a coastal zone? *Baltic Region*, 13(4), 36-53. <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2021-4-3>

- Miloslavich, P., Seeyave, S., Muller-Karger, F., Bax, N., Ali, E., Delgado, C., Evers-King, H., Loveday, B., Lutz, V., Newton, J., Nolan, G., Peralta-Brichtova, A.C., Traeger-Chatterjee, C., Urban, E. (2019) Challenges for global ocean observation: the need for increased human capacity, *Journal of Operational Oceanography*, 12: sup2, S137-S156, DOI: 10.1080/1755876X.2018.1526463
- Moltmann, T., Turton, J., Zhang, H.M., Nolan, G., Gouldman, C., Griesbauer, L., Willis, Z., *et al.* (2019). A Global Ocean Observing System (GOOS), delivered through enhanced collaboration across regions, communities, and new technologies. *Frontiers in Marine Science*, 6, 291. doi: 10.3389/fmars.2019.00291
- Muelbert, J.H., Nidzieko, N.J., Acosta, A.T.R., Beaulieu, S.E., Bernardino, A.F., Volkova, E., Bornman, T.G., *et al.*, (2019). ILTER – The International Long-Term Ecological Research Network as a Platform for Global Coastal and Ocean Observation. *Front. Mar. Sci.* 6:527. doi: 10.3389/fmars.2019.00527
- Muller-Karger FE, Miloslavich P, Bax NJ, Simmons S, Costello MJ, Sousa Pinto I, Canonico G, Turner W, Gill M, Montes E, Best BD, Pearlman J, Halpin P, Dunn D, Benson A, Martin CS, Weatherdon LV, Appeltans W, Provoost P, Klein E, Kelble CR, Miller RJ, Chavez FP, Iken K, Chiba S, Obura D, Navarro LM, Pereira HM, Allain V, Batten S, Benedetti-Checchi L, Duffy JE, Kudela RM, Rebelo L-M, Shin Y and Geller G (2018) Advancing Marine Biological Observations and Data Requirements of the Complementary Essential Ocean Variables (EOVs) and Essential Biodiversity Variables (EBVs) Frameworks. *Front. Mar. Sci.* 5:211. doi: 10.3389/fmars.2018.00211
- Naciones Unidas [ONU]. (2015). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015: Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En <https://documents.un.org/prod/ods.nsf/home.xsp> (A/RES/70/1).
- Navarro, L.M., Fernández, N., Guerra, C., Guralnick, R., Kissling, W.D., Londoño, C.L., Muller-Karger, F., *et al.* (2017). Monitoring biodiversity change through effective global coordination. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 29, 158-169. doi: 10.1016/j.cosust.2018.02.005
- Neumann, B., Vafeidis, A.T., Zimmermann, J., Nicholls, R.J. (2015). Future coastal population growth and exposure to sea-level rise and coastal flooding – a global assessment. *PLoS ONE* 10(3): e0118571. doi: 10.1371/journal.pone.0118571
- Putman, N.F., Beyea, R.T., Iporac, L.A.R., Triñanes, J., Ackerman, E.G., Olascoaga, M.J., Appendini, C.M., *et al.* (2023). Improving satellite monitoring of coastal inundations of

- pelagic Sargassum algae with wind and citizen science data. *Aquatic Botany*, 188, 103672. doi: 10.1016/j.aquabot.2023.103672
- Reza-Khankhe, H., Hosseini, S.H., Farrokhi, M., Hosseini, M.A., Amant, N. (2019). Early warning system models and components in emergency and disaster: a systematic literature review protocol. *Systematic Reviews*, 8, 315. doi: 10.1186/s13643-019-1211-5
- Rivera-Arriaga, E., Azuz-Adeath. I. (eds.). 2023. *La Década del Océano en México 2021-2030: La Ciencia que Necesitamos*. RICOMAR, Universidad Autónoma de Campeche. 472 p. doi 10.26359/EPOMEX012023
- Roarty H, Cook T, Hazard L, George D, Harlan J, Cosoli S, Wyatt L, Alvarez Fanjul E, Terrill E, Otero M, Largier J, Glenn S, Ebuchi N, Whitehouse B, Bartlett K, Mader J, Rubio A, Corgnati L, Mantovani C, Griffa A, Reyes E, Lorente P, Flores-Vidal X, Saavedra-Matta KJ, Rogowski P, Prukpitikul S, Lee S-H, Lai J-W, Guerin C-A, Sanchez J, Hansen B and Grilli S (2019) The Global High Frequency Radar Network. *Front. Mar. Sci.* 6:164. doi: 10.3389/fmars.2019.00164
- Sanchez-Cabeza, J.A., Álvarez-Sánchez, L.F., Cardoso-Mohedano, J.G., Escalante-Mancera, E., Díaz-Asencio, M., López-Rosas, H., Machain-Castillo, M.L., *et al.* (2019). A low-cost long-term model of coastal observatories of global change. *Journal of Operational Oceanography*, 12(1), 34-46. doi: 10.1080/1755876X.2018.1533723
- Sättele, M., Bründl, M., Straub, D. (2016). Quantifying the effectiveness of early warning systems for natural hazards. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16, 149-166. doi: 10.5194/nhess-16-149-2016
- Schiller, A., Mourre, B., Drillet, Y., Brassington, G. (2018). An overview of operational oceanography. In "New Frontiers in Operational Oceanography", E. Chassignet, A. Pascual, J. Tintoré, and J. Verron, Eds., GODAE OceanView, 1-26, doi:10.17125/gov2018.ch01.
- Secretaría de Marina (SEMAR). 2023. Datos generales del puerto.
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).2017. Sistema portuario nacional. Página web. última vez consultada el 21 de agosto de 2023. <https://www.sct.gob.mx/index.php?id=171>
- Servicio Geológico Mexicano. 2017. Petróleos Mexicanos. Página web. Consultado el 14 de agosto de 2023. https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Petroleo-en-Mexico.html

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2020. Cooperativas pesqueras: un modelo que aporta a la seguridad alimentaria. Publicado el 06 de julio de 2020. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cooperativas-pesqueras-un-modelo-que-aporta-a-la-seguridad-alimentaria>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2016. Conoce todo sobre la pesca deportiva. Página web. Última vez consultada el 21 de agosto de 2023. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/conoce-todo-sobre-la-pesca-deportiva>
- Secretaría del Trabajo y previsión Social (STPS). (2021). Información laboral de Baja California. Publicado en septiembre de 2021.
- Secretaría de economía (SE). (2015). Información económica y estatal de Baja California.
- She, J., Murawski, J. (2019). Developing community marine data service for Blue Growth sectors. *Journal of Operational Oceanography*, 12(S2), s80-96. doi: 10.1080/1755876X.2019.1644095
- Skidmore, A.K., Coops, N.C., Neinavaz, E., Ali, A., Schaepman, M.E., Paganini, M., Kissling, W.D., Vihervaara, P., *et al.*, (2021). Priority list of biodiversity metrics to observe from space. *Nature Ecology & evolution*, 5, 96–906. doi: 10.1038/s41559-021-01451-x
- Tew-Kai, E., Quilfen, V., Cachera, M., & Boutet, M. (2020). Dynamic coastal-shelf seascapes to support marine policies using operational coastal oceanography: The french example. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(8), 585.
- UNESCO. (2012). A Framework for Ocean Observing, By the Task Team for an Integrated Framework for Sustained Ocean Observing. (revised in 2017), IOC/INF-1284 rev.2, doi: 10.5270/OceanObs09-FOO
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2021). Decenios Internacionales de la UNESCO. Página web. Consultado el 21 de agosto de 2023. <https://www.unesco.org/es/decades/ocean-decade#:~:text=Las%20Naciones%20Unidas%20han%20proclamado,com%C3%BAn%20que%20garantice%20que%20las>
- Willis, Z., Heslop, E., Fietzek, P., Kocak, D., Hodanbosi, M., Townsend, B., Smith, E.A., Baize, Z. (2024). Maturing the ocean enterprise to deliver essential societal, economic, and environmental benefits. *Dialogues with industry, Roadmap. The Global Ocean Observing System (GOOS)*. [En línea 20 febrero 2024] <https://goosocean.org/news/maturing-the-ocean-enterprise-dialogues-with-industry-roadmap-unveiled/>

- Xiao, X, Peng, X., Zhang, W., Yang, X., Zheng, Z., ren, B., Zhu, G., *et al.* (2024). Current status and prospects of algal bloom early warning technologies: A review. *Journal of Environmental Management*, 349, 119510. doi: 10.1016/j.jenvman.2023.119510
- Yang, M., Qiu, Y., Huang, L., Cheng, M., Chen, J., Cheng, B., Jiang, Z. (2023). Changes in sea surface temperature and sea ice concentration in the Arctic ocean over the past two decades. *Remote Sensing*, 15, 1095. doi: 10.3390/rs15041095
- Yekeen, S.T., Balogun, A.L. (2020). Advances in remote sensing technology, machine learning and deep learning for marine oil spill detection, prediction and vulnerability assessment. *Remote sensing*, 12, 3416. doi: 10.3390/rs12203416

ANEXO 1. Formato de encuesta aplicada a potenciales empleadores de los egresados de la MACOO.

Presentación

Estimado colaborador Le hacemos llegar un afectuoso saludo. Nos comunicamos con usted con el objetivo de solicitar su apoyo en la creación del plan de estudios de la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional (MACOO) que se impartirá próximamente en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas Ensenada.

MACOO busca formar y fortalecer profesionales en el uso y desarrollo de tecnologías de vanguardia (drones, percepción remota, telemetría, tecnologías de la información geográfica, instrumentación de sensores) para el diagnóstico, evaluación y monitoreo de los sistemas productivos y ambientales marinos y costeros, con una visión multidisciplinar, social y ambientalmente responsables, y de largo plazo que contienda con retos como es el cambio global.

El propósito de su participación es conocer su percepción respecto al perfil (dominio de conocimientos, habilidades, actitudes y valores) que esperarían de profesionales con posgrado egresados del programa educativo MACOO para que tuvieran altas probabilidades de incorporarse a equipos de trabajo como el suyo para satisfacer necesidades y visiones particulares en el ámbito del diagnóstico y monitoreo de sistemas productivos y ambientales marinos y costeros.

Así mismo, queremos conocer su percepción sobre las necesidades y problemáticas actuales y futuras del mercado laboral relacionado con el aprovechamiento y gestión de los ecosistemas marinos y costeros en el que su empresa o institución tienen injerencia y que guiarán el diseño de perfil de egreso para los estudiantes de este programa.

Toda la información que nos proporcione es de gran utilidad para sustentar la toma de decisiones relacionadas con la construcción del programa, y la herramienta que construimos es este cuestionario, en el que la mayoría de las preguntas son de respuesta cerrada.

Le reiteramos nuestro agradecimiento por su colaboración en este proceso. Atentamente,
Coordinación General del Programa

Aviso de privacidad. De conformidad a lo estipulado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados para el Estado de Baja California se emite el presente Aviso de Privacidad para

Público en General, para el conocimiento de aquellas personas externas a la comunidad universitaria.

Datos generales

1. Nombre
2. Correo Electrónico
3. ¿Cuál es su género?
4. ¿Cuál es su grupo de edad?
 - a. 21-29
 - b. 30-39
 - c. 40-49
 - d. 50-59
 - e. 60 o más
5. ¿Cuál es su lugar de residencia?

Datos Generales de su entidad laboral

6. ¿Qué cargo desempeña en su empresa o institución?
7. Por favor indique el nombre de su empresa o institución:
8. ¿Cuál es la naturaleza de su organización o empresa?
 - a. Pública
 - b. Privada
 - c. Sin fines de lucro
 - d. Otro (especifique)
9. Indique la región o regiones donde tiene injerencia su entidad laboral
 - a. Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa)
 - b. Norte (Zacatecas, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas)
 - c. Centro (Edo Mex, CDMX, Bajío, Puebla)
 - d. Sur (Veracruz, Guerrero, Oaxaca)
 - e. Sureste (Tabasco, Campeche, Yucatán, QROO)

- f. Centro-Poniente (Jalisco, Michoacán, Colima, Nayarit)
10. ¿Cuál es el número de empleados que su empresa o institución tiene actualmente?
- a. 1-10 empleados (Micro)
 - b. 11 a 50 empleados (Pequeña)
 - c. 51 a 250 empleados (Mediana)
 - d. Más de 250 empleados (Grande)

Necesidades y Percepciones

11. Mencione 3 necesidades que considera que el mercado laboral en su sector tendrá en 5 años que definirán las competencias requeridas en los profesionales que contratará su empresa.
- a. Necesidad 1
 - b. Necesidad 2
 - c. Necesidad 3
12. En su empresa u organización ¿tienen tareas de diagnóstico y monitoreo de sistemas ambientales o productivos marinos y/o costeros?
- a. Sí
 - b. No
13. ¿Alguna vez en su empresa hubo esas necesidades?
- a. Sí
 - b. No
14. Si su respuesta fue "Sí", explique brevemente su respuesta
15. ¿Visualiza que en el futuro cercano o medio pudiera tener necesidades de monitoreo?
- a. Sí
 - b. No

Diagnóstico y monitoreo de los sistemas naturales y productivos marinos de su empresa o institución

16. Por favor, señale 3 de las tareas más importantes que requiere satisfacer en su empresa o institución en términos de diagnóstico y monitoreo de sus sistemas productivos y ambientales.

- a. Cultivo y mantenimiento de organismos marinos
 - b. Consultorías ambientales
 - c. Monitoreo biológico de especies marinas
 - d. Detección de eventos o procesos anómalos (contaminación, cambios en factores ambientales, especies invasoras)
 - e. Determinación de efectos (positivos o negativos) de estresores externos (cambio climático y eventos extremos, contaminación, crecimiento urbano)
- Monitoreo de variables ambientales acuáticas
- f. Cambios en paisajes marinos
 - g. Determinación de contaminantes y otros agentes infecciosos
 - h. Otras (especifique)
17. Enliste 3 ejemplos de problemáticas de monitoreo de sistemas ambientales o productivos marinos y/o costeros que lleva a cabo su empresa o institución
18. ¿Considera que las tareas de monitoreo requieren a un profesional con maestría o doctorado?
- a. Sí
 - b. No
19. En el caso particular de puestos asociados al diagnóstico y monitoreo de condiciones ambientales ¿La empresa tiene un programa de capacitación para sus empleados?
- a. Si
 - b. No
20. Si su respuesta anterior fue “sí”, mencione las temáticas principales de estos programas de capacitación.
21. Especifique qué tan importantes son las siguientes características en el personal técnico en diagnóstico y monitoreo de los sistemas naturales y productivos marinos de su empresa o institución durante el proceso de reclutamiento o evaluaciones de permanencia.
22. ¿Qué actividades espera que un profesional especializado en diagnóstico, evaluación y monitoreo de los sistemas ambientales y productivos marinos y costeros realizaría en su empresa o institución?

23. ¿Su empresa o institución da facilidades de capacitación a su personal especializado a través de cursos u otras estrategias de profesionalización además de las internas?
- Sí
 - No
24. Si respondió afirmativamente ¿Cuánto tiempo a la semana podría dedicar el personal para adquirir conocimientos y habilidades importantes para la empresa?
- 1 - 3 horas por semana
 - 4 - 10 horas por semana
 - 11 - 20 horas por semana
 - > 20 horas por semana
25. De las siguientes capacidades y conocimientos, ¿Qué nivel de importancia considera que tendrían estas para su empresa o institución al momento de contratar a un profesional especializado en diagnóstico, evaluación y/o monitoreo de sistemas productivos y ambientales marinos y costeros?

	Muy importante	Importante	Nada importante
1.Dominar teorías y metodologías novedosas	☐	☐	☐
2.Diseño y evaluación de proyectos de evaluación y monitoreo ambiental con enfoque multidisciplinario	☐	☐	☐
3.Adquisición de datos con tecnologías de vanguardia	☐	☐	☐
4.Procesamiento y análisis de datos e información especializados	☐	☐	☐
5.Investigación para contextos dinámicos	☐	☐	☐
6.Incorporación de técnicas innovadoras para mejora de procesos de monitoreo ambiental	☐	☐	☐

26. De las siguientes habilidades, ¿Qué nivel de importancia tendrían en sus expectativas de contratación de personal especializado en el área o departamento asociado en el

diagnóstico, evaluación y monitoreo de los sistemas productivos y ambientales marinos y costeros?

	Muy Importante	Importante	Nada Importante
Razonamiento lógico y analítico	☐	☐	☐
Pensamiento crítico y objetivo	☐	☐	☐
Gestión del tiempo y organización	☐	☐	☐
Comunicación oral y escrita en español e inglés	☐	☐	☐
Innovación, creatividad y liderazgo para resolver problemas	☐	☐	☐
Capacidad de documentación, análisis y síntesis	☐	☐	☐
Integración de la información a la toma de decisiones	☐	☐	☐

27. ¿Qué formato de capacitación para sus empleados especializados en monitoreo de los sistemas naturales y productivos es más viable para su empresa o institución? Considere desde las necesidades hasta la visión haciendo comparación por pares.

	A es <u>totalmente</u> más viable que B	A es <u>ligeramente</u> más viable que B	A y B son igual de viables	B es <u>ligeramente</u> más viable que A	B es <u>totalmente</u> más viable que A
A. Cursos individuales de capacitación B. Especialización	☐	☐	☐	☐	☐
A. Cursos individuales de capacitación B. Maestría	☐	☐	☐	☐	☐
A. Cursos individuales de capacitación B. Doctorado	☐	☐	☐	☐	☐
A. Especialización B. Maestría	☐	☐	☐	☐	☐
A. Especialización B. Doctorado	☐	☐	☐	☐	☐
A. Maestría B. Doctorado	☐	☐	☐	☐	☐

28. ¿Qué tan interesante le resulta que un profesional en su empresa cuente con las siguientes capacidades, particularmente para el monitoreo ambiental?

	Poco	Regular	Mucho
Adquisición, manejo y análisis de datos utilizando SIG, Percepción remota y drones	☐	☐	☐
Diseño de Instrumentación acuática (sensores de características físicas, biológicas y químicas)	☐	☐	☐
Diagnóstico y monitoreo de contaminación marina empleando sensores en sitio y remotos	☐	☐	☐
Ciencia de datos para el manejo y análisis de grandes acervos de datos (Big Data)	☐	☐	☐
Programación y diseño de herramientas en línea, de bases de datos y procesamiento sistemático	☐	☐	☐

29. Le resultaría atractivo un perfil de profesionalización para su personal que incluya todas las temáticas anteriores (SIG, instrumentación, monitoreo de contaminación, ciencia de datos, etc.).

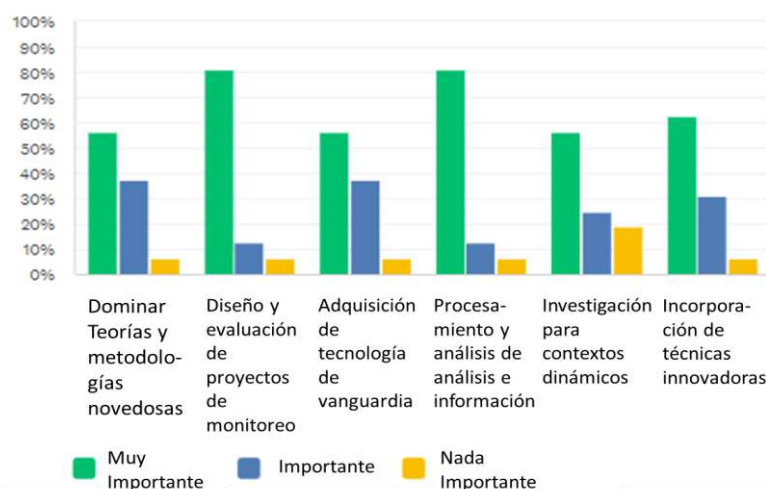
- a. Sí
- b. No

30. ¿Por qué?

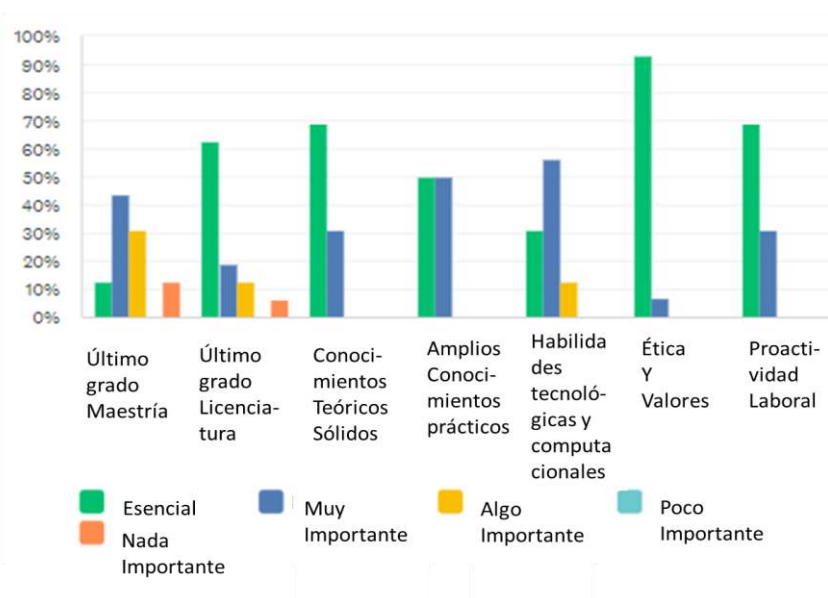
Muchas gracias por su participación. Le agradecemos por haber completado la encuesta y apoyarnos con estos minutos de su tiempo. Sus respuestas son de gran valor para nuestro proceso de construcción del Programa Educativo, y confiamos que en los próximos meses les estaremos compartiendo más noticias sobre esta iniciativa académica y de investigación sobre Oceanografía Operacional.

ANEXO 2. Resultados complementarios de la encuesta a empleadores.

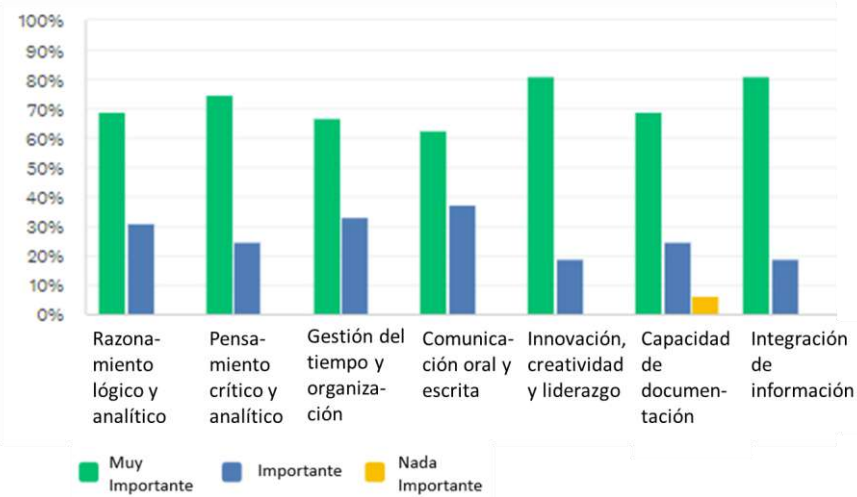
Importancia a capacidades y conocimientos



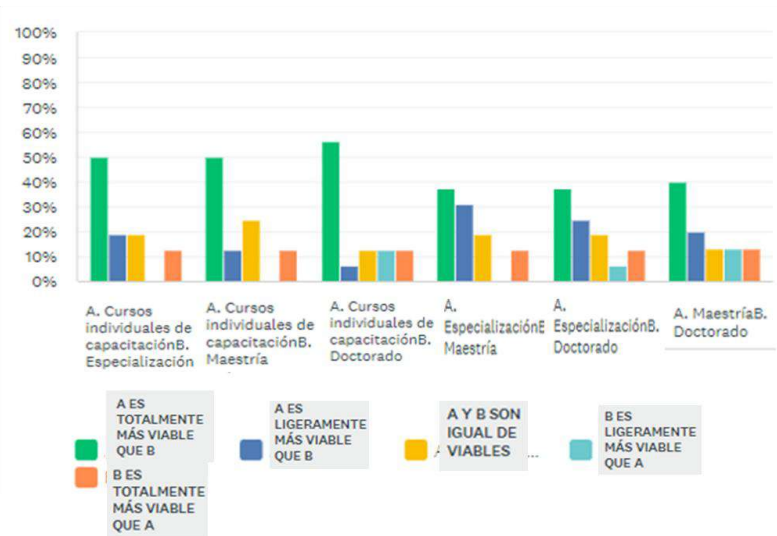
Importancia de características en personal técnico



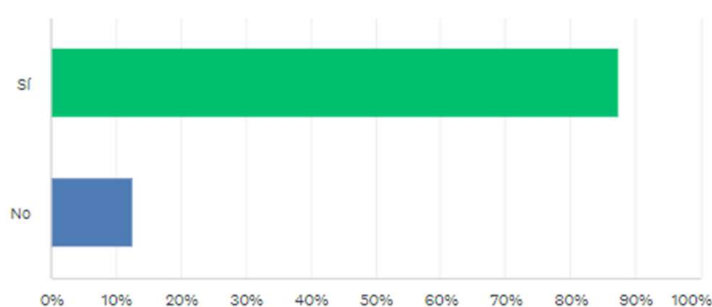
Importancia a habilidades



Importancia a habilidades



Le resultaría atractivo un perfil de profesionalización para su personal que incluya todas las temáticas anteriores (SIG, instrumentación, monitoreo de contaminación, ciencia de datos, etc.).



ANEXO 3. Lista de los 28 programas a nivel nacional similares a la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional.

Posgrado	Institución	Región	Pública o privada	Costo (aprox) total del programa	Características generales	Modular	Modalidad	Ciencias marinas	Similitud MACOO (Max=8)
Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental	Centro de Investigación en Materiales Avanzados	Noroeste	Publica	No menciona	Generar conocimiento de frontera y transferirlo para su potencial aplicación en temas de tecnología y/o sociales, atención de problemas ambientales (tratamiento de aguas, reciclaje, energías verdes...). Busca formar recursos humanos de alto nivel en las áreas de medio ambiente y energía, capaces de generar conocimiento de frontera y transferirlo para su potencial aplicación en temas de tecnología y /o sociales, a través del desarrollo de competencias cognitivas e instrumentales, basado en una formación ética y de valores. Así mismo, el egresado habrá adquirido conocimiento en manejo y operación eficiente de equipo, materiales, instrumentos y laboratorios, en la implementación de nuevas técnicas y procedimientos de laboratorio, y una capacidad desarrollada para generar textos científicos y técnicos, habilidades de expresión oral para la divulgación del conocimiento científico.	Áreas de especialidad	presencial con estancia		4.667

Maestría en Ingeniería y Tecnología Ambiental	Universidad Internacional Iberoamericana	Sur/sureste	Privada	No menciona	Tiene como objetivo aprovechar las nuevas oportunidades de negocio que representa la variable ambiental y su integración en los procesos empresariales. realiza un repaso desde el punto de vista técnico a los diferentes problemas ambientales derivados de las actividades industriales, y propone la adopción de soluciones y buenas prácticas siempre teniendo en cuenta los factores económicos y sociales	Si	En línea	4.333
Maestría en ciencias con orientación en procesos sustentables	Universidad Autónoma de Nuevo León	Noreste	Publica	\$24,120.00	Formar recursos humanos de alto nivel, competitivos internacionalmente y con capacidad para aplicar el método científico de manera interdisciplinaria en la resolución de problemas en los ámbitos académico, científico e industrial, con especial énfasis en la innovación, control, optimización y mejora de procesos, buscando la sustentabilidad en la selección y manejo de las materias primas, procedimientos y tecnologías. En su plan de estudios cuentan con materias como diseño de experimentos, tecnología de materiales, diseño de bioprocesos, entre otros.	No	presencial con estancia	4

Maestría multidisciplinaria para el manejo de zona costera	Universidad Autónoma de Campeche	Sur/sureste	Publica	\$17,000.00	Busca formar recursos humanos altamente calificados en el manejo de la zona costero-marina con orientación multidisciplinaria y capacidad en la solución de problemas aplicados de interés local, regional y nacional. Diseñar nuevos esquemas de preservación y usos sostenibles de la zona costera marina. Cuenta con 15 líneas de investigación: acuicultura y sanidad acuícola, diagnóstico microbiológico y biomarcadores moleculares, humedales costeros, oceanografía costera, parasitología acuática, planeación y manejo de áreas naturales protegidas costeras y marinas, política marina y costera, ecotoxicología y contaminación acuática, recursos pesqueros tropicales, análisis multidisciplinario de los recursos faunísticos de la zona costera tropical, manejo y ordenamiento de pesquerías, biología acuática, contaminantes orgánicos persistentes en sustratos ambientales y sus efectos en vida silvestre, hidráulica e hidrología, y procesos costeros.	No	Presencial	1	4

Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería	Universidad Autónoma de Baja California	Noroeste	Publica	\$20,000.00	Este posgrado busca formar investigadores capaces de plantear proyectos originales multi e interdisciplinarios mediante la participación de la industria para dar solución a las problemáticas sociales en los que ésta última sea el principal motor de nuevos proyectos de desarrollo. Cuenta con varias líneas de investigación como "Sistemas eléctricos y electrónicos", que busca desarrollar modelos y prototipos de instrumentos, equipos electrónicos, mecánicos, químicos y/o biotecnológicos, para analizar y simular los fenómenos fisiológicos y preservar el medio ambiente. Así mismo, existe otra "Ingeniería de software y simulación social", en la que se desarrolla, aplica y promueven metodologías que faciliten la enseñanza y aprendizaje en las áreas de ingeniería de software, cómputo científico, redes y cómputo móvil, incluyendo el desarrollo de aplicaciones y su instrumentación en las instituciones de educación media superior.	No	No	4

Maestría en Geociencias Aplicadas	Instituto potosino de investigación científica y tecnológica	Occidente	Publica	No menciona	Formar investigadores multi e interdisciplinarios orientados a la solución de problemas que enriquezcan el trabajo investigativo y les permitan adquirir una formación sólida. Cuenta con dos líneas de investigación similares a la maestría propuesta: "Integración de Geosistemas" y "Física de la Atmósfera". La primera se centra en el análisis e interpretación de la información, se emplean diversas técnicas de procesamiento incluyendo enfoques de datos masivos (big data) y técnicas orientadas a Machine learning e Inteligencia artificial. La segunda estudia los fenómenos termodinámicos que ocurren en la atmósfera utilizando el concepto de balance energético planetario entre la radiación incidente y la reflejada, se estudia el efecto invernadero por la presencia de gases antropogénicos, se cuantifican los procesos de transporte de calor, de humedad, de contaminantes, de polvo en tormentas de arena, esto mediante la combinación con la dinámica de vientos en modelos de circulación atmosférica como el WRF.	No	Presencial	4

Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera	Universidad Autónoma de Baja California	Noroeste	Publica	\$15,607.00	Busca formar egresados capaces de analizar el comportamiento de las condiciones oceanográficas y climatológicas, los efectos de las variaciones físicas y climatológicas en las variables químico-biológicas que ocurren en la zona costera, y los componentes biológicos de un ecosistema, su relación y adaptación a las variables fisicoquímicas del ambiente y sus variaciones antrópicas. Mediante la participación en equipos multidisciplinarios, método científico y herramientas biotecnológicas proponer estrategias adecuadas a las condiciones regionales y globales en el aprovechamiento y protección de la zona costera, acciones integrales de mitigación que permitan la protección y uso sostenible de los recursos naturales marinos, con una actitud propositiva, innovadora y de responsabilidad social y respeto al medio ambiente.	No	Presencial	1	4
Maestría en Ciencias con orientación en Ingeniería Ambiental	Universidad Autónoma de Nuevo León	Noreste	Publica	\$24,120.00	Proporcionar herramientas teórico-prácticas que le permitan al egresado identificar, desarrollar y aplicar materiales avanzados en la generación de energías renovables limpias de base solar; desarrollar metodologías y procesos que permitan el establecimiento de las bases de gestión	No	Presencial		3.667

						ambiental para optimizar el cuidado, uso y conservación de los recursos naturales así como su caracterización y su remediación utilizando tecnologías convencionales, además de desarrollar modelos de simulación para evaluar la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos y geológicos, para su uso sostenible en beneficio de la sociedad. En su plan de estudios cuenta con materias como procesos convencionales y avanzados de descontaminación ambiental, desarrollo de nanomateriales, materiales avanzados para la generación de energía, diseño de experimentos, entre otras.			
Maestría en sistemas de gestión ambiental	Universidad Tecnológica Nezahualcóyotl	Centro	Publica	\$10,032.00	Es un programa enfocado en proporcionar las herramientas necesarias para que la industria mejore el desempeño de sus actividades, productos y procesos minimizando el impacto ambiental innovando en los mismos sin sacrificar la calidad. El egresado podrá contar con información para administrar procesos ambientales, mediante la optimización en el uso de instrumentos de gestión ambiental para contribuir a la minimización de impactos ambientales y el establecimiento de la sustentabilidad de la	No	Presencial	3.667	

					organización, además cuenta con la formación que le permite generar conocimiento especializado e incidir en la toma de decisiones y la mejora de las condiciones de su entorno. Cuenta con siete líneas de investigación: calidad ambiental y sus efectos en la salud, innovación social y saberes para la sustentabilidad, desarrollo e innovación tecnológica para la producción limpia, asistencia y transferencia tecnológica para el sector productivo y social, investigación y generación de biocombustibles, restauración Ambiental y educación ambiental.				
Maestría en ciencias en ecología y manejo de recursos costeros y marinos	Universidad de Guadalajara	Occidente	Publica	\$10,620.00	El programa busca impulsar y fortalecer la formación de recursos humanos en el campo de la ecología y el manejo de los recursos costeros y marinos, en el marco del manejo integrado de zona costera. En este sentido, tanto el enfoque conceptual como los planes de estudio y las líneas de investigación son consistentes con los lineamientos y principios sostenidos y aceptados por las instituciones nacionales y los organismos internacionales que tienen la pauta en este tópico. El egresado podrá para identificar, describir,	No	Presencial	1	3.667

						interpretar, sintetizar, analizar y valorar la biodiversidad y los procesos ambientales, biológicos y ecológicos que ocurren en el medio marino y costero; así mismo, tendrá la capacidad para manejar y conservar los ecosistemas y los recursos naturales mediante el diseño y propuesta de programas, planes y proyectos de investigación y de manejo sustentable.			
Maestría en ciencias con orientación en química y tecnología ambiental	Universidad Autónoma de Nuevo León	Noreste	Publica	\$24,120.00		Formar recursos humanos con capacidad para la aplicación de conocimientos en el área de Química Analítica, con especial énfasis en la determinación cuantitativa de los niveles en que se encuentran presentes sustancias de riesgo potencial al ambiente y a la vida. Enlazar el avance de la investigación en la Universidad Autónoma de Nuevo León con el desarrollo tecnológico de nuestro país. En su plan de estudios cuentan con asignaturas como química de la atmósfera, evaluación del impacto ambiental, diseño de experimentos, entre otros.	No	presencial con estancia	3.333

Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Costeros	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional	Noroeste	Publica	No menciona	Formar recursos humanos de excelencia en el área de ciencias marinas, preparados para la investigación y la docencia, capaces de contribuir en la generación de conocimientos básicos y aplicados requeridos para el aprovechamiento y conservación de los recursos marinos, para proponer soluciones a problemas relacionados con el desarrollo integral de México en el marco de la sustentabilidad en un entorno de cambio climático. Entre sus asignaturas se encuentra oceanografía pesquera, sistemas de información geográfica, tópicos de biotecnología marina.	No	Presencial con estancia	1	3.333
Maestría en Ciencias Marinas y Costeras	Universidad Autónoma de Baja California Sur	Noroeste	Publica	\$26,880.00	El objetivo del programa es formar recursos con la capacidad de atender la problemática específica que representa la zona costera en cuanto a la interacción sociedad-mar-tierra desde la perspectiva de la sustentabilidad, con una visión integradora y con sentido de equidad y justicia en sus propuestas alternativas. Cuenta con 4 líneas de investigación: manejo sustentable, acuacultura, biología de la conservación y ecología marina.	No	Presencial con estancia	1	3

Maestría en Ciencias Aplicadas	Universidad Politécnica de Sinaloa	Noroeste	Publica	\$9,900.00	Su objetivo es formar recursos humanos con las aptitudes y competencias necesarias para realizar investigación y desarrollos tecnológicos en áreas como biotecnología, computación, desarrollo sustentable, y tecnologías sostenibles, que contribuya a la generación y aplicación de conocimientos especializados que favorezcan el desarrollo científico, tecnológico, académico, económico y social de la región y el país. Entre su plan de estudios se encuentran materias como robótica, diseño mecánico, y ciencia, tecnología y sociedad.	No	presencial con estancia		2.333
Maestría en Ciencias en Hidrometeorología Con especialidad en Oceanografía y Meteorología Física	Universidad de Guadalajara	Occidente	Publica	\$10,620.00	Se busca formar investigadores con un alto nivel académico, capaces de realizar investigación original e independiente relacionada con la problemática existente en la Región Occidental de México, que fomenten elevar el nivel de la ciencia en México. El egresado tendrá la capacidad de aplicar los conocimientos en diversas áreas, como: la ingeniería oceánica; la investigación científica básica en oceanografía física, meteorología y climatología; pronóstico del clima y el estado del tiempo; la navegación, pesca; el aprovechamiento de la energía del mar; el estudio de	No	Presencial	1	2.333

					la calidad del agua y diseño de infraestructuras costeras. En general, será capaz de identificar y evaluar problemas de investigación básica, así como estrategias para su resolución.							
Maestría en Oceanografía física	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior Ensenada	Noroeste	Publica	No menciona	Iniciar la formación de oceanógrafos físicos y científicos atmosféricos con capacidad de crear, comprender y manejar información científica para dirigir o participar en proyectos de investigación y aplicaciones prácticas. El egresado adquirirá conocimientos en áreas como ingeniería oceánica, investigación científica básica en oceanografía física, meteorología y climatología; el pronóstico del clima y del estado del tiempo, navegación, pesca y acuicultura; el aprovechamiento de la energía del mar; el estudio de la calidad del agua y diseño de infraestructuras costeras.	No	Presencial	1	2.333			

ANEXO 4. Lista de 10 programas adicionales a nivel internacional afines a la Maestría en Ciencias en Oceanografía Operacional.

Posgrado	País	Institución	Pública o privada	Costo aprox. total del programa (pesos)	características generales	Doble titulación	Clases en idioma	Modular	Otros certificados	Modalidad	Cuenta con beca	Página web
Maestría en Oceanografía	EE. UU	Universidad de Rhode Island	Pública	\$598,080	Este posgrado ofrece la opción de que los egresados puedan obtener una licenciatura y un título de maestría en cinco años. Cuenta con cuatro temáticas, donde destaca "Tecnología y datos oceánicos", donde el estudiante desarrollará habilidades en robótica marina, mapeo del fondo marino ingeniería oceánica, utilización de sensores, recopilación y procesamiento de datos, seguridad de redes y sistemas política marítima y costera.	No	Inglés	No	Sí, especialidad	Presencial	Opción a beca	https://web.uri.edu/gso/academics/professional/

Maestría en Ciencias y Tecnología Marina	EE. UU	Universidad de Massachusetts Boston	Pública	\$759,940	Es una maestría interdisciplinaria que lo prepara para una carrera práctica en ciencias oceánicas o para continuar y obtener su doctorado. El programa se enfoca en observaciones, modelado, experimentación y teoría en las áreas de ciencias oceánicas, tecnología oceánica y política marina, dando al egresado la experiencia en los métodos y técnicas utilizados para estudiar y analizar el medio marino, habilidades prácticas en aplicaciones de tecnología marina, incluido el uso de instrumentos oceanográficos, recopilación de datos y métodos de análisis, aprendizaje en la navegación por software y tecnologías marinas específicas utilizadas en la investigación, exploración y gestión de recursos marinos, así como aplicar métodos científicos y técnicas de análisis de datos para investigar fenómenos marinos, interpretar hallazgos y comunicar resultados de manera efectiva a audiencias científicas y no científicas. Ofrece opción de tesis o no hacerla, siempre y cuando cumpla con cierto número de créditos.	No	Inglés	Sí	No	Presencial	Opción a beca	https://www.umb.edu/academics/program-finder/marine-science-technology-ms/

Maestría en Ciencias y Tecnología Marinas	EE. UU	Universidad de Massachusetts Dartmouth	Pública	\$762,880	Se enfoca en la investigación y el aprendizaje impulsados por las necesidades de la sociedad en un entorno interdisciplinario. Se desarrolla en observaciones, modelado, experimentación y teoría en las áreas de ciencias oceánicas, tecnología oceánica y política marina.	No	Inglés	No	No	Presencial y se facilita a realizar una estancia	Opción a diferentes tipos de beca	https://www.umassd.edu/programs/marine-science-ms/
Maestría en Oceanografía y Gestión del medio marino	España	Universidad de Barcelona	Pública	\$98,400	El programa está dirigido a titulados en ciencias experimentales e ingenierías que quieren especializarse en ciencias del mar, por cuestiones profesionales o para realizar el doctorado y hacer carrera científica. Busca formar profesionistas con la capacidad de utilizar métodos y técnicas contrastados en el campo de la oceanografía y la gestión del medio marino, así como aplicar conocimientos avanzados en el planteamiento y resolución de conflictos y problemáticas en relación con el mar, que interesan o afectan a la sociedad. Ofrece asignaturas como cartografía de hábitats marinos, sensores remotos en oceanografía, técnicas de análisis de datos en ecología marina, cambio climático y océano, entre otras.	No	Castellano, catalán e inglés	No	No	Presencial	Opción a beca	https://web.ub.edu/es/web/estudios/masteruniversitario-m0605

Maestría en Robótica inteligente marina y marítima	Francia	Universidad de Toulouse	Pública	\$256,000	Trabajo colaborativo con la Universidad de Lisboa, Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología y la Universidad de Toulón. Su objetivo es desarrollar la capacidad para permitir avances en la exploración marina de largo alcance, robots autónomos y de aguas profundas, teleoperaciones y el uso de IA en estos esfuerzos. El programa está diseñado para brindar capacitación en robótica aplicada de última generación destinada a mejorar la eficiencia, la salud y la seguridad, así como el desempeño ambiental de la industria en alta mar y las operaciones marítimas. Ofrece asignaturas como Machine Learning, operaciones submarinas autónomas seguras, modelados de sistemas marinos, entre otras.	Sí	Inglés	No	Sí, con especialidad	Presencial	Beca de institución privada	https://www.master-mir.eu/
Maestría en Robótica inteligente marina y marítima	España	Universidad Jaume	Pública	\$256,000	Trabajo colaborativo con la Universidad de Lisboa, Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología y la Universidad de Toulón. Su objetivo es desarrollar la capacidad para permitir avances en la exploración marina de largo alcance, robots autónomos y de aguas profundas, teleoperaciones y el uso de IA en estos esfuerzos. El programa está diseñado para brindar capacitación en	No	Inglés	No	Sí, con especialidad	Presencial	Beca de institución privada	http://www.irs.uji.es/news/master-marine-and-maritime-intelligent-robotics-mir

					robótica aplicada de última generación destinada a mejorar la eficiencia, la salud y la seguridad, así como el desempeño ambiental de la industria en alta mar y las operaciones marítimas.							
Maestría en Ciencia y Tecnología Marina	España	Fundación Universitaria Iberoamericana	Privada	\$10,500	El programa está enfocado a las aplicaciones prácticas que tienen lugar en los sistemas litorales. En este sentido, se hace un repaso a las distintas disciplinas oceanográficas para tener así una idea no acotada del medio marino. Una vez entendidas las interacciones existentes entre las distintas disciplinas, se ahonda en el estudio aplicado del medio litoral a través de especializaciones prácticas.	No	Castellano	No	No	En línea	Beca institucional	https://www.funiber.org/maestria-en-ciencia-y-tecnologia-marina#field-titulacion
Maestría en Oceanografía física	Suecia	Universidad de Gothenburg	Pública	\$395,443	El programa incluye una capacitación de trabajo de campo, donde los estudiantes tienen la oportunidad de diseñar un pequeño experimento de campo utilizando un barco de investigación y equipos/sensores científicos. A través del análisis de datos de campo y la configuración de modelos numéricos, también adquirirá un conjunto sólido de habilidades en ciencia de datos científicos. está diseñado para ser accesible a estudiantes con una amplia	No	Inglés	No	Sí, con especialidad	Presencial	Opción a beca	https://www.gu.se/en/study-göteborg/masters-programme-in-physical-oceanography-n2foc

					gama de títulos de licenciatura dentro de las ciencias marinas, meteorología o el alcance de las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).							
Maestría en geociencias marinas	Israel	Universidad de Haifa	Pública	\$1,090,656	Dada la necesidad y desafíos científicos actuales como el cambio climático, la búsqueda de nuevas fuentes de energía y el surgimiento de nuevas tecnologías en exploración e investigación han colocado a la ciencia geomarina entre las áreas de estudio más importantes. Este programa busca formar egresados con la capacidad de dominar la planificación de estudios geológicos y geofísicos, los procesos de recopilación de datos y la interpretación de datos sísmicos utilizando el software geofísico de mejores prácticas para el competitivo ámbito global actual. Ofrece asignaturas como interpretación de datos sísmicos, oceanografía química, investigación geofísica del medio marino, entre otras.	No	Inglés y hebreo	No	No	Presencial	Varias becas para estudiantes extranjeros	https://uhaifa.org/academics/graduate-programs/marine-geosciences/marine-geosciences-msc-program-description
Maestría en ciencias (manejo y tecnología marina)	Singapur	Universidad Nacional de Singapur	Pública	\$448,520	Busca capacitar y equipar a los graduados con conjuntos de habilidades clave para habilitar las capacidades portuarias de próxima generación en Singapur, como el desarrollo de sistemas industriales, herramientas de análisis de	No	Inglés	No	No	Presencial	Sí, se obliga a estudiantes extranjeros pagar seguro médico	https://cde.nus.edu.sg/isem/graduate/coursework/masters-of-science-maritime-technology-management-programme/

big data y tecnologías
portuarias emergentes
(digitalización para capacitar
a los trabajadores).

ANEXO 5. Consultas de los Anuarios Estadísticos de Educación Superior de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)

Características de las para los períodos 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023.

Categorías de Datos	Opciones Seleccionadas
Variable de la Población Escolar	Nuevo Ingreso (NI), Lugares Ofertados, Solicitudes NI.
Tipo de desagregación de variables	Sexo.
Entidad federativa	Todas.
Municipio	Todos.
Sostenimiento	Particular, Público.
Subsistema	Centros de Investigación CONACYT, Escuelas Normales Públicas, Instituciones Particulares, Otras IES Públicas, Unidades Descentralizadas del Tecnológico Nacional de México, Unidades Federales del Tecnológico Nacional de México, Universidades Interculturales, Universidades Politécnicas, Universidades Públicas Estatales, Universidades Públicas Estatales de Apoyo Solidario, Universidades Públicas Federales, Universidades Tecnológicas.
Instituciones ANUIES	Instituciones Asociadas y No Asociadas
Nivel de estudios	Especialidad, Maestría
Modalidad de estudios	Escolarizada, No Escolarizada, Mixta*
Campo amplio de formación	Ciencias naturales, matemáticas y estadística; Ingeniería, manufactura y construcción.
Campo específico de formación	Ciencias biológicas y ambientales; Ciencias físicas, química y de la tierra; Ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica, química y profesiones afines; Matemáticas y estadística.
Campo detallado de formación	Biología; Ciencias de la tierra y de la atmósfera; Ecología y ciencias ambientales; Electricidad y generación de energía; Electrónica, automatización y aplicaciones de la mecánica-eléctrica; Física y astronomía; Matemáticas;

	Planes multidisciplinarios o generales del campo de ciencias biológicas y ambientales; Planes multidisciplinarios o generales del campo de ciencias físicas, químicas y de la tierra; Planes multidisciplinarios o generales del campo de ingeniería, mecánica, eléctrica, electrónica, química y profesiones afines; Química; Tecnología para la protección del medio ambiente.

* A partir del período 2022-2023

ANEXO 6. Formato de encuesta aplicada a estudiantes.

Esta encuesta tiene fines estrictamente académicos, cuyo objetivo es conocer la percepción de la comunidad estudiantil dentro y fuera de la Universidad Autónoma de Baja California sobre la creación de un posgrado en esta institución. Su participación es completamente voluntaria y sus respuestas serán analizadas de manera anónima y confidencial.

1. Género
 - a. Masculino
 - b. Femenino
 - c. Otro
2. Edad
3. Lugar de origen
4. Universidad
5. ¿Qué carrera estudias o estudiaste? ¿Qué semestre cursas?
6. Actualmente ¿Cuál es tu situación laboral?
 - a. Desempleado
 - b. Contratado
 - c. Independiente
 - d. Otra
7. ¿Te interesa estudiar un posgrado (maestría o especialidad)?
 - a. Sí
 - b. No
8. Si tu respuesta es sí ¿Por qué?
 - a. Mayor oportunidad de encontrar empleo
 - b. Deseo personal
 - c. Aumentar mis ingresos
 - d. Requisito para continuar laborando
 - e. Adquirir mayor conocimiento sobre algún tema de interés
 - f. Otra
9. Si tu respuesta es no ¿Por qué?
 - a. Ya tengo un trabajo que me satisface
 - b. Considero que mi situación laboral no mejoraría
 - c. No soy bueno en la escuela/ no me gusta estudiar
 - d. Otra
10. ¿Qué nivel de posgrado consideras que tiene mayores oportunidades de trabajo para los recién egresados?
 - a. Especialización
 - b. Cursos continuos de capacitación específicos
 - c. Maestría
 - d. Doctorado
11. ¿Qué te interesa más?
 - a. Dedicarte a la investigación básica en una universidad o centro de investigación
 - b. Realizar investigación aplicada en una empresa
 - c. Ser profesionista en un corporativo
 - d. Tener tu propia empresa
 - e. Otra
12. ¿Qué características consideras que son las más importantes en un posgrado? Menciona como muy importante, importante y nada importante.

	Muy importante	Importante	Nada importante
Contar con beca	☐	☐	☐
Plan de estudios (es decir: materias, cursos, prácticas de campo, esquema de titulación).	☐	☐	☐
Estancias en el extranjero	☐	☐	☐
Plantilla de profesores	☐	☐	☐
Validez internacional	☐	☐	☐

13. Conocer acerca de un posgrado con nombre “Maestría en Oceanografía Operacional” ¿te resulta interesante?

- a. Sí
- b. No

14. ¿Por qué?

15. En una frase corta, ¿Qué te imaginas acerca de una "Maestría en Oceanografía Operacional"?

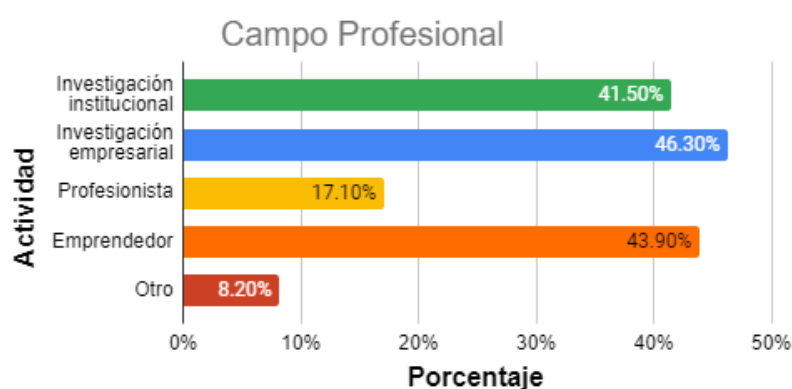
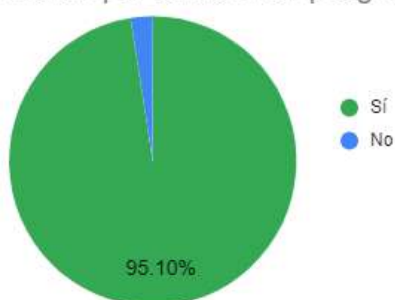
16. Califica los siguientes temas de acuerdo a tu interés en: poco, regular, bastante.

	Poco	Regular	Bastante
SIG, Percepción remota y drones	☐	☐	☐
Desarrollo de Instrumentación acuática (sensores de características físicas, biológicas y químicas)	☐	☐	☐
Monitoreo de contaminación marina	☐	☐	☐
Ciencia de datos para el manejo y análisis de Big Data	☐	☐	☐
Programación (Web, bases de datos y procesamiento sistemático)	☐	☐	☐

ANEXO 7. Resultados adicionales de la encuesta aplicada a estudiantes.



Interés por estudiar un posgrado



Nivel de importancia de características de un posgrado

