

Desarrollo de bioINDicadores para el seguimiento de los ecosistemas intermareal y suBmareal sometidos a Explotación marisquera en el liTOral de Huelva (Acrónimo: IN-BENTO)

Marina Delgado, Luis Silva, Yolanda Vila, Juan Gila, Ana Rodríguez-Rúa, Sara Román, Enrique González-Ortegón, José Antonio Cuesta

9.1 Calidad de la propuesta y del grupo de investigación

Interés científico del proyecto

Los bioindicadores son capaces de detectar alteraciones ambientales provocadas por la sobrepesca, el cambio climático, impacto de diversas actividades marítimas, problemas ecológicos como la invasión de especies alóctonas o la contaminación. Son pues, especialmente adecuados para evaluar y diagnosticar el estado de salud de los ecosistemas marinos, tal y como se recoge en la Directiva Marco sobre las Estrategias Marinas. En la Demarcación sudatlántica, donde se ubica el Golfo de Cádiz, el CNIEO (COCAD) trabaja sobre la definición del Buen Estado Ambiental de los hábitats profundos circalitoral y batial sedimentario de acuerdo con el subprograma de hábitats bentónicos (subprograma HB4). Sin embargo, los fondos sedimentarios someros y cercanos a costa no han sido incluidos en dicho programa de acción, por lo que esta propuesta complementaría el análisis de dicho subprograma, y daría respuesta tanto a la Directiva Marco como a la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.

IN-BENTO pretende desarrollar y adaptar bioindicadores bentónicos que establezcan niveles de calidad ecológica en ambientes costeros sedimentarios someros. Además, se llevarán a cabo tres acciones encaminadas a facilitar el acceso a datos sobre especies exóticas, útiles para su gestión y la gestión integrada de los ecosistemas marinos, implementando nuevas tecnologías basadas en el uso de Remotely Operated Underwater Vehicles (ROV).

Esta propuesta supondrá, además, la optimización del uso y la búsqueda de nuevas aplicaciones para los datos procedentes de programas de seguimiento existentes. Del mismo modo, y una vez comprobada la eficacia de la propuesta, se podrán elevar propuestas de mejora en la adquisición de datos o de nuevas variables, estandarización de métodos de muestreos y análisis de datos. Los datos, análisis y productos que aquí se generen podrán nutrir modelos de predicción o simulación, y ayudarán a esclarecer los efectos combinados de la presión pesquera y otras presiones sobre el ecosistema marino como por ejemplo, la invasión de especies exóticas y el cambio climático. Todo ello siempre en colaboración con iniciativas en el marco de los Planes Complementarios de otras CCAA que lleven iniciativas similares.

IN-BENTO pretende resaltar, además, la importancia de los programas de observación existentes en las zonas costeras, que soportan una presión antrópica directa. IN-BENTO pretende poner las bases de un programa de monitoreo no solo enfocado en el seguimiento de los recursos pesqueros explotables, sino también en el análisis de los ecosistemas que los sustentan y la interacciones que los caracterizan. En resumen se trata de identificar qué indicadores biológicos bentónicos funcionan adecuadamente en estas zonas y qué tipo de datos debe integrarlos, de modo que se pueda elevar un set de referencia a los agentes implicados en la gestión pesquera sostenible y gestión ambiental de estos ecosistemas.

Trayectoria del grupo de trabajo. Equipo de investigación y distribución de tareas

El equipo de investigación lo forman investigadores y técnicos experimentados pertenecientes a los Centros Oceanográficos de Cádiz, Baleares, Málaga y Santander del Instituto Español de Oceanografía (CNIEO; CSIC) y del Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN; CSIC). Cuenta con personal especializado en biología, ecología y pesquerías de moluscos bivalvos (MD, LS, AR, SR, JU) y otras pesquerías demersales y bentónicas del Golfo de Cádiz (YV, JG). Cuenta con especialistas en biología, ecología y taxonomía de crustáceos (JAC). Cuenta, además, con el apoyo de investigadores especialistas en el desarrollo de bioindicadores para evaluar el estado y la biodiversidad de ecosistemas bentónicos de profundidad (JGI) y demersal (MH), así como son especialistas de impacto antropogénico en la

biodiversidad y estructura de las comunidades biológicas (EGO, JU). También cuenta con el apoyo de investigadores portugueses del IPMA, especialistas en biología, ecología y pesquerías de invertebrados (MG). Además se cuenta con la autorización del uso de datos generados en los encargos con la Dirección General de Pesca de la Junta de Andalucía [2] y [3], dado que repercutirán en el mejor conocimiento de las pesquerías y permitirán realizar una gestión más adecuada en el ámbito de sus competencias.

INVESTIGADOR PRINCIPAL

Nombre: Marina Delgado Fernández (MD)

DNI: 34005789J

Sexo: M

Código ORCID: 000-0002-6188-3391

Fecha nacimiento: 26/08/1971

Correo electrónico: marina.delgado@ieo.csic.es

Teléfono fijo: 956294189

Móvil: 607393371

Alto en SICA: Si

Titulación de Doctor: Si

Doctor en: Ciencias Biológicas

Vinculación laboral con la entidad solicitante: Funcionaria

Categoría profesional: Científico Titular

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Cádiz

Código del grupo de investigación al que pertenece: RNM213

Investigadora Principal del Proyecto. Directora del Centro Oceanográfico de Cádiz (01/02/2022-actualidad) y científica titular del CNIEO (CSIC), con larga experiencia en reproducción, crecimiento, cultivo, dinámica poblacional y ecología de moluscos bivalvos y especies demersales. Coordinadora internacional del proyecto INTERREG VENUS (2017-2021 [1]) dirigido a la caracterización integral de los bancos naturales de moluscos bivalvos en el Golfo de Cádiz para su gestión sostenible y la conservación de sus hábitats asociados. Investigadora responsable del programa de seguimiento de la pesquería de coquina en el Golfo de Cádiz (2015-actualidad [2]) y colaboradora en el programa de seguimiento de la pesquería de chirla (2009-actualidad [3]). Colabora también en el desarrollo de la directiva europea en el marco de las Estrategias Marinas que coordina el CNIEO, en el programa de hábitats bentónicos del área circalitoral. Ha publicado 40 artículos científicos, dirige una tesis doctoral y tiene 3 sexenios de investigación. Dentro de la presente propuesta se responsabilizará de la coordinación de tareas, y participará en el desarrollo de los bioindicadores. Tareas: A1, A2 y A4.

DATOS EQUIPO INVESTIGACION

Nombre: Luis Silva Caparro (LS)

DNI: 52321251T

Sexo: H

Código ORCID: 0000-0001-6267-0462

Fecha nacimiento: 23/01/1965

Correo electrónico: luis.silva@ieo.csic.es

Teléfono fijo: 956294189

Móvil: 619337659

Alto en SICA: Si

Titulación de Doctor: No

Doctor en: -

Vinculación laboral con la entidad solicitante: Funcionaria

Categoría profesional: Técnico Superior Especialista I+D+i

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Cádiz

Código del grupo de investigación al que pertenece: -

Equipo investigador. Técnico superior especialista I+D+i del Centro Oceanográfico de Cádiz (CNIEO, CSIC). Su experiencia profesional viene desarrollándose desde hace más de 20 años en las líneas de investigación que se enmarcan en el área de pesquerías. Responsable del programa de seguimiento de la pesquería de chirla (2009-actualidad [3]). Especialista en biología de moluscos cefalópodos y bivalvos. Ha participado en embarques en la flota comercial y multitud de campañas oceanográficas siendo la responsable científica numerosas ocasiones. Cabe destacar su participación en el ámbito nacional de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina para la evaluación integral de la demarcación sudatlántica,

en el hábitat infralitoral rocoso. Dentro de la presente propuesta participará en la gestión de bases de datos, recopilación de información de interés y tareas de adquisición de muestras y variables ambientales. Tareas: A1, A2 y A4.

Nombre: Yolanda Vila Gordillo (YV)

Código ORCID: 0000-0001-8321-6912

DNI: 32864441-V

Sexo: M

Código ORCID: 0000-0001-9737-7901

Fecha nacimiento: 29/04/1971

Correo electrónico: yolanda.vila@ieo.csic.es

Teléfono fijo: 956294189

Móvil: 667715539

Alto en SICA: Si

Titulación de Doctor: SI

Doctor en: Ciencias del Mar

Vinculación laboral con la entidad solicitante: Científico Titular

Categoría profesional: Funcionaria

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Cádiz

Código del grupo de investigación al que pertenece: RNM213

Equipo investigador. Es científico titular del Centro Oceanográfico de Cádiz (CNIEO, CSIC). Su experiencia profesional viene desarrollándose desde hace más de 20 años en las líneas de investigación que se enmarcan en el área de pesquerías. Es responsable de la evaluación y el asesoramiento de la cigala en el Golfo de Cádiz en el marco del ICES desde hace más de 10 años. Ha participado en embarques en la flota comercial y multitud de campañas oceanográficas siendo la responsable científica de 12 de ellas. Actualmente, es IP del proyecto dirigido a la estimación de la abundancia de cigala en el Golfo de Cádiz mediante la identificación y cuantificación de madrigueras donde esta especie habita, así como de la caracterización del hábitat que ocupa mediante imágenes submarinas. Cabe destacar su participación en el ámbito nacional de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina para la evaluación integral de la demarcación sudatlántica, así como en el proyecto Life INTEMARES (LIC: Volcanes de fango del golfo de Cádiz" (Red Natura 2000, ESZZ16002) para la mejora del conocimiento y la declaración de nuevos espacios marinos por su importancia para los hábitats, así como el análisis de los impactos pesqueros en este LIC. Como resultado de estos años de actividad investigadora ha participado en más de 30 proyectos de investigación, producido 32 publicaciones y elaborado numerosos documentos de trabajos e informes técnicos fruto de la labor de asesoramiento que realiza. Fomenta la formación de jóvenes investigadores en el Máster de Acuicultura y Pesca (ACUIPESCA) de la Universidad de Máster, dirigido 5 Tesis de Máster y actualmente co-dirige una Tesis Doctoral. Dentro de la presente propuesta participará en el desarrollo de los bioindicadores. Tareas: A1, A2 y A4.

Nombre: Ana Rodríguez de la Rúa (AR)

DNI: 44961491X

Sexo: M

Código ORCID: 0000-0001-9737-7901

Fecha nacimiento: 25/02/1974

Correo electrónico: ana.rodriguez@ieo.csic.es

Teléfono fijo: 956294189

Móvil: 627474982

Alto en SICA: Si

Titulación de Doctor: SI

Doctor en: Ciencias del Mar

Vinculación laboral con la entidad solicitante: Contratada Laboral

Categoría profesional: Titulada Superior

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Cádiz

Código del grupo de investigación al que pertenece: -

Equipo investigador. Titulada superior del CNIEO (CSIC) en el Centro Oceanográfico de Cádiz. Doctora en Ciencias del Mar. Es especialista en biología reproductiva de moluscos y peces de interés pesquero en Andalucía, así como en el papel de la nutrición en el desarrollo ontogénico en larvas de peces cultivados.

En la actualidad está centrada en la evaluación y caracterización de los hábitats bentónicos sedimentarios profundos del Golfo de Cádiz. Dentro de la presente propuesta participará en el desarrollo de los bioindicadores y apoyo en la identificación taxonómica. Tareas: A1 y A2.

Nombre: Sara Román Moreno (SR)

DNI: 51098223-C

Sexo: M

Código ORCID: 0000-0001-7282-2976

Fecha nacimiento: 14/01/1983

Correo electrónico: sara.roman@ieo.csic.es

Teléfono fijo: 956294189

Móvil: 636885155

Alto en SICA: Si

Titulación de Doctor: SI

Doctor en: Ciencias Biológicas

Vinculación laboral con la entidad solicitante: Contratada Laboral

Categoría profesional: Titulada Superior

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Cádiz

Código del grupo de investigación al que pertenece: -

Equipo investigador. Titulada superior del CNIEO (CSIC) en el Centro Oceanográfico de Cádiz. Doctora en Biología. Su área de especialización son los invertebrados bentónicos marinos, desde las comunidades microscópicas de meiofauna que habitan en fondos blandos hasta las comunidades macrofaunales que conforman ecosistemas de fondos sedimentarios y rocosos. Colabora activamente en implementación de la Directiva Marco de Estrategia Marina y puesta en marcha de programas de seguimiento en hábitats bentónicos profundos circalitorales y batiales. Dentro de la presente propuesta participará en el desarrollo de los bioindicadores y apoyo en la identificación taxonómica. Tareas: A1 y A2.

Nombre: Juan Gil Herrera (JG)

DNI: 00815265F

Sexo: H

Código ORCID: 0000-0001-8940-5749

Fecha nacimiento: 24/02/1965

Correo electrónico: juan.gil@ieo.csic.es

Teléfono fijo: 956294189

Móvil: 619574959

Alto en SICA: Si

Titulación de Doctor: SI

Doctor en: Ciencias del Mar

Vinculación laboral con la entidad solicitante: Científico Titular

Categoría profesional: Funcionario

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Cádiz

Código del grupo de investigación al que pertenece: -

Equipo investigador. Es científico titular del Centro Oceanográfico de Cádiz (CNIEO, CSIC) donde desempeña labores de investigación y asesoramiento en las Áreas de Pesquerías y de Medio Marino. En un marco pesquero, está implicado en la implementación del enfoque del ecosistema y la variabilidad ambiental para la evaluación y gestión de los recursos pesqueros. Además, participa en la implementación de la Directiva Marco de Estrategia Marina (DMEM) en la Demarcación Sudatlántica en hábitats profundos: evaluación inicial, desarrollo de indicadores, análisis, propuesta y puesta en marcha de programas de seguimiento necesarios para aquellos descriptores (D1, D2, D3, D4 y D6) de la Directiva relacionados con la biodiversidad marina, incluyendo las especies comerciales (D3). Interviene en diferentes foros científicos y fomento la formación de jóvenes investigadores. Dentro de la presente propuesta participará en el desarrollo de los bioindicadores. Tareas: A1 y A4.

Nombre: Enrique González Ortegón (EGO)

DNI: 75869115G

Código ORCID: 0000-0002-0282-499X

Fecha nacimiento: 19/12/1977

Nacionalidad: Española

Sexo: H

Correo electrónico: e.gonzalez.ortegon@csic.es

Teléfono fijo: 956 832612

Teléfono móvil: 652417752

Titulación: Doctor en Ciencias Marinas

Categoría profesional: Investigador distinguido

Entidad de pertenencia: Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Vinculación laboral con la entidad: Contrato indefinido I3

Código del grupo de investigación PAIDI al que pertenece:(en su caso) RNM-306

Equipo investigador. Es investigador del ICMAN-CSIC, licenciado en Biología y doctor Ciencias Marinas, realizó su estancia postdoctoral en Bangor University (UK). Estudia el impacto antropogénico en la biodiversidad y estructura de las comunidades biológicas en el golfo de Cádiz; ha participado en 25 proyectos competitivos y 13 no competitivos en zonas costeras del golfo de Cádiz; con 106 publicaciones, supervisión de 3 tesis doctorales en desarrollo y 2 postdoctorandos (1 Margarita Salas y 1 JdC). Actualmente, es IP del proyecto InvBlue del Plan Nacional PID2019-105978RA-I00 y co-IP del proyecto ECOINVADIZ PY18-5010 de la Junta de Andalucía sobre las invasiones biológicas en el golfo de Cádiz usando técnicas como barcoding y metabarcoding entre otras (<https://invblue.csic.es/>). IP del monitoreo para realización de estudios para la actualización de datos biológicos de especies objeto de explotación pesquera en el litoral andaluz. Responsable en ICMAN-CSIC del proyecto europeo Ocean Night: helping society understand the importance of the marine ecosystem Project number: 101061165. <https://oceannight.eu/> European Union HORIZON-MSCA-2022-CITIZENS. Investigador activo en el Proyecto GUADACONNECT LTER-Guadalquivir desde ICMAN para el monitoreo de juveniles y macroinvertebrados en el estuario del Guadalquivir después de 25 años de muestreos mensuales. Dentro de la presente propuesta participará en el estudio de especies invasoras. Tarea A3.

Nombre: José Antonio Cuesta Mariscal (JAC)

DNI: 27297256-M

Código ORCID: 0000-0001-9482-2336

Fecha nacimiento: 18/11/1965

Nacionalidad: Española

Sexo: H

Correo electrónico: jose.cuesta@icman.csic.es

Teléfono fijo: 956 832612

Teléfono móvil: 675088266

Titulación: Doctor en Biología

Categoría profesional: Científico Titular

Entidad de pertenencia: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Vinculación laboral con la entidad: Funcionario

Código del grupo de investigación PAIDI al que pertenece:(en su caso) RNM-306

Equipo investigador. Científico Titular del ICMAN-CSIC, licenciado y doctor en Biología por la Universidad de Sevilla, realizó su estancia postdoctoral en la University of Louisiana at Lafayette (EEUU). Sus estudios se centran en los crustáceos decápodos, con especial interés en los braquiuros (cangrejos), investigando aspectos como su biología, ecología, taxonomía, filogenia, y el uso de la morfología larval y las técnicas moleculares en sistemática. Entre los resultados de estos trabajos ha descrito varias nuevas especies, géneros y familias de decápodos. Ha publicado más de 150 artículos, ha sido IP de 5 proyectos competitivos, y 3 convenios/contratos, y participado en otros 8 proyectos y convenios/contratos. Ha codirigido 7 tesis doctorales (3 aún en desarrollo). Actualmente, es IP del proyecto ECOINVADIZ PY18-5010 en el que se estudia la ecología de 3 especies invasoras en el golfo de Cádiz. Dentro de la presente propuesta participará en el estudio de especies invasoras. Tarea A3.

COLABORADORES EXTERNOS

Nombre: Manuel Hidalgo Roldán (MH)

DNI: 71929554-K

Código ORCID: 0000-0002-3494-9658

Nacionalidad: Española

Sexo: H

Titulación: Doctor en Ciencias del Mar

Categoría Profesional: Investigador Científico

Vinculación laboral: Funcionario

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Baleares

Investigador científico en el Centro Oceanográfico de Baleares (CNIEO). Es ecólogo pesquero y oceanógrafo con experiencia en diferentes componentes de los ecosistemas marinos afectados, desde los rasgos del ciclo biológico de las especies, pasando por la ecología y la dinámica de poblaciones, hasta las propiedades de las comunidades y los ecosistemas. Su principal marco de investigación se centra en comprender la complejidad del impacto de la actividad pesquera y la variabilidad climática sobre los mecanismos ecológicos que regulan las poblaciones, comunidades y ecosistemas explotados, fruto de una formación multidisciplinar a lo largo de su carrera científica. Ha publicado más de 100 artículos científicos, dirigido 6 tesis doctorales y tiene 3 sexenios de investigación. Dentro de la presente propuesta colaborará el desarrollo de los bioindicadores. Tarea A1.

Nombre: José Manuel González Irusta (JMI)

DNI: 72092848-S

Código ORCID: ORCID: 0000-0002-3948-604X

Nacionalidad: Española

Sexo: H

Titulación: Doctor en Biología

Categoría Profesional: Científico Titular

Vinculación laboral: Funcionario

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Santander

Científico titular en el Centro Oceanográfico de Santander (CNIEO). Sus líneas de investigación se centran en el estudio de la distribución espacial de las especies marinas mediante el uso de modelos de distribución, con especial atención al componente bento-demersal. Su trabajo tiene gran aplicabilidad en la gestión del medio marino, por ejemplo en el desarrollo de áreas marinas protegidas, el estudio de los impactos de las artes de arrastre o el análisis y predicción de los efectos potenciales del cambio climático. Tiene en la actualidad cerca de 40 publicaciones en revistas científicas indexadas y participa en numerosos grupos internacionales de expertos relacionados con sus líneas de investigación (ICES-WGFBIT, ICES-WGMHM, OSPAR (OBHEG) y el European Marine Board). Dentro de la presente propuesta colaborará el desarrollo de los bioindicadores. Tarea A1.

Nombre: Javier Urra Recuero (JU)

DNI: 25723323P

Código ORCID: 0000-0002-0255-7246

Nacionalidad: Española

Sexo: H

Titulación: Doctor en Biología

Categoría Profesional: Técnico superior especializado de OPIS

Vinculación laboral: Funcionario

Entidad de Pertenencia: Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CSIC). C.O. Málaga

Justificación de la colaboración en el proyecto: Javier Urra se licenció en Biología por la Universidad de Málaga (2005), donde también obtuvo su Doctorado (2012) estudiando la biodiversidad asociada a hábitats litorales en un área marina protegida del sur de España. Actualmente es Técnico Superior Especializado del Centro Oceanográfico de Málaga (IEO, CSIC) donde desarrolla su labor de investigación y asesoramiento centrada fundamentalmente en biodiversidad y hábitats bentónicos, así como en pesquerías artesanales de Alborán dirigidas a moluscos bivalvos. Dentro de la presente propuesta colaborará en identificaciones taxonómicas e análisis de daños. Tarea A2.

Nombre: Miguel Gaspar (MG)

DNI: CB390237

Nacionalidad: Portuguesa

Código ORCID: 0000-0001-9245-8518

Titulación: Doctor en Biología

Categoría Profesional: Investigador Auxiliar con Agregación. Director IPMA (Olhao; Portugal)

Vinculación laboral: Funcionario

Entidad de Pertenencia: Instituto Português do Mar e da atmosfera (IPMA)

Justificación de la colaboración en el proyecto: Es responsable del centro de investigación del IPMA en Olhão (Algarve), participa y/o coordina las campañas de pesca para la monitorización de los bancos de moluscos bivalvos en Portugal desde 1990, y es responsable de la evaluación de los recursos pesqueros de bivalvos, medidas de gestión y su reglamentación en Portugal. Ha participado y/o coordinado numerosos proyectos de investigación (nacionales, transfronterizos e internacionales) en las áreas temáticas de la biología y ecología pesquera, evaluación de impactos de la pesca y propuesta de medidas de mitigación, evaluación de recursos y gestión pesquera, con énfasis en diversas especies de moluscos bivalvos explotados en la región del Algarve como la coquina o la chirla. Dentro de la presente propuesta colaborará en la definición de las presiones antrópicas sobre estos ecosistemas. Dentro de la presente propuesta colaborará el desarrollo de los bioindicadores y daños. Tarea A1, A2 y A4.

Proyectos relevantes en los últimos 5 años:

Título: Estudio integral de los bancos naturales de moluscos bivalvos en el Golfo de Cádiz para su gestión sostenible y la conservación de sus hábitats asociados (0139_VENUS_5_E). Entidad financiadora: INTERREG-POCTEP. Call: INTERREG-POCTEP 2014-2021. PI: Marina Delgado Fernández (C.O. Cádiz, CNIEO-CSIC). Date: 2017-2021. Presupuesto:1.303.743,57 euros €.

Título: Programa plurianual en el ámbito de la recopilación de datos de la comunidad autónoma de Andalucía: Análisis de la pesquería de coquina en el caladero del Golfo de Cádiz (FEMP_AND_04.). Entidad financiadora: Junta de Andalucía - FEMP. Call: -. PI: Marina Delgado Fernández (C.O. Cádiz, CNIEO-CSIC). Date: 2017-2023. Presupuesto: 311.092 euros €.

Título: Programa plurianual en el ámbito de la recopilación de datos de la comunidad autónoma de Andalucía: Análisis de la pesquería de coquina en el caladero del Golfo de Cádiz (FEMP_AND_05). Entidad financiadora: Junta de Andalucía - FEMP. Call: -. PI: Luis Silva Caparro (C.O. Cádiz, CNIEO-CSIC). Date: 2017-2023. Presupuesto:262.146 euros €.

Título: Encomienda de gestión para el asesoramiento científico – técnico para la protección del medio marino: evaluación y seguimiento de las estrategias marinas, seguimiento de los espacios marinos protegidos de competencia estatal. Entidad financiadora: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Fechas: 2017-2021. IP: Alberto Serrano. Presupuesto: 25.418.174,59 €. Descriptores: Integridad de fondos marinos y biodiversidad (Demarcación Sudatlántica)

Título: Supervivencia y recuperación de las especies descartadas en la pesca de arrastre en aguas atlánticas de la Península Ibérica (SUREDEPAR). Entidad financiadora: Fundación Biodiversidad, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. IP: Juan Miguel Mancera. Fechas: 2018-2019. Presupuesto: 84.321,00 euros.

Título: Uso de imágenes submarinas para la estimación de la abundancia de cigala *Nephrops norvegicus* y caracterización de las comunidades asociadas en el Golfo de Cádiz (División 9a de ICES, Unidad Funcional 30) (ISUNEPCA_3). Entidad financiadora: Unión Europea, FEMP-IEO. IP: Yolanda Vila. Fechas: 2016-actualidad.

Título: Variabilidad climática y pesquerías en el siglo XXI: Efectos del cambio global sobre poblaciones y comunidades nectobentónicas (CLIFISH). Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Fechas: 2015-2018. IP: Enric Massutí Sureda.

Título: Ciencia para la naturaleza y la sociedad destinada a una gestión ecosistémica del estuario del Guadalquivir/Donana–Golfo de Cádiz (SNAPQUIVIR). Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Fechas: 2021-2024. IP: Marcos Llope Peri.

Interacción de procesos oceanográficos y sedimentarios e el talud continental: Implicación ambiental y en los hábitats, modelización matemática y desarrollo tecnológico (INPULSE). Entidad financiadora:

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Fechas. 2017-2020. IP: Luis Miguel Fernández Salas. Presupuesto: 242.000 euros.

Titulo: Variabilidad subanual de fenómenos climáticos y su relación con eventos extremos en ecosistemas dulceacuícolas y terrestres (INCGLO0003). Entidad financiadora: Programme LINGGLOBAL 2021 Consejo Superiode Investigaciones Científicas / Ministerio de Ciencia e Innovación. IP: Cristiano Venícius de Matos Araújo (ICMAN) Fechas: From 01/07/2021 to 31/12/2023. Presupuesto: 28.458,44€.

Titulo: Sistema de cultivo multi-especie de zoo y fitoplancton para experimentación en el ICMAN-CSIC. Entidad financiadora: EQC2019-005953-P Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. IP: Julián Blasco (ICMAN) Enrique Gonzalez-Ortegón; Ignacio Moreno. Fechas: 2019-2020. Presupuesto: 90.703€.

Titulo: Estudio de las relaciones tróficas de cuatro especies simpátricas de peces pelágicos en el Golfo de Cádiz. Entidad financiadora: FEDER-UCA18-107069. IP José Luis Varela (UCA); Fechas: 2020 - 2023. Presupuesto: 218.639 €.

Titulo: The invasive blue crab *Callinectes sapidus* in the Gulf of Cadiz: Distribution, impact on native communities and management strategies (InvBlue) (PID2019-105978RA-I00). Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación, Plan Nacional I+D y Fondos FEDER; IP: E González Ortegón (ICMAN); Fechas: June 2020 to May 2024. Presupuesto: 123.136 €

Titulo: Ecología de las especies no nativas corvinata real, cangrejo azul y camarón pistola en la zona costera del Golfo de Cádiz (EcoInvadiz) (P18-RT-5010). Entidad financiadora: Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020) IPs, José A. Cuesta (IP1) y Enrique González Ortegón (IP2) (ICMAN). Fechas: 2020 to 2022. Presupuesto: 108.292 €

Titulo: Sustainability of crab and shrimp populations: study of the impact of fisheries on the reproductive potential and effective population size. Entidad financiadora: MCINN IP: A Martinez-Lage (UdC); Fechas: 2015 – 2018; Presupuesto: 139.000 €

Publicaciones del grupo del trabajo relevantes para la propuesta:

Ana Rodriguez-Rúa, Marina Delgado, Luis Silva, Sara Román, Miguel coján. 2022. First insights into population parameters and spatial distribution of the two morphotypes of *Macra stultorum* (brownish and whitish) (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia) along the southwestern Spanish coast. Marine Biology Research, DOI: 10.1080/17451000.2022.2064511

Cristina García Ruiz, Marina Delgado, Manuel Hidalgo. 2022. Patterns of spatial changes on demersal species in the Gulf of Cadiz and northern Alboran Sea. Mediterranean Marine Science. <https://doi.org/10.12681/mms.27386>

Marina Delgado; Manuel Hidalgo; Patricia Puerta; Ricardo Sánchez-Leal; Lucia Rueda; Ignacio Sobrino. Presupuesto: Concurrent changes in spatial distribution of the demersal community in response to climate variations in the southern Iberian coastal Large Marine Ecosystem. Marine Ecology Progress Series. 607, pp. 19 - 36. 2018.

Laurene Pecuchet; Martin Lindergren; Manuel Hidalgo; Marina Delgado; Antonio Esteban; Heino Fock; Luis Gil de Sola; Antonio Punzón; Jon Solmundsson; Mark Payne. 2017. From traits to life history strategies: deconstructing fish community composition across European Seas. Global Ecology and Biogeography.

Marina Delgado; Luis Silva; Santiago Gómez; Esther Masferrer; Miguel Cojan; Miguel B. Gaspar. 2017. Population and production parameters of the wedge clam *Donax trunculus* (Linnaeus 1758) in intertidal areas on the southwest Spanish coast: considerations in relation to protected areas. Fisheries Research.

David Cordero; Marina Delgado; Baozhong Liu; Jennifer Ruesink; Carlos Saavedra. 2017. Population genetics of the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) introduced in North America and Europe. *Scientific Reports*. 7 - 39745, Nature

Manuel Hidalgo; Antoni Quetglas; Francesc Ordines; Lucia Rueda; Antonio Punzón; Marina Delgado; Luis Gil de Sola; Antonio Esteban; Enric Massutí. 2017. Size spectra across geographic and bathymetric gradients reveal contrasting resilient mechanisms of recovery between Atlantic and Mediterranean fish communities. *Journal of Biogeography*.

Marina Delgado; Luis Silva. 2017. Timing variations and effects of size on the reproductive output of the wedge clam *Donax trunculus* (L. 1758) in the littoral of Huelva (SW Spain). *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. Cambridge University Press, 2016.

Marina Delgado; Luis Silva; Paula Moura; Ricardo Sánchez; Miguel Gaspar. 2015. Variation of growth performance of the striped venus clam *Chamelea gallina* (Mollusca:Bivalvia) (Linnaeus, 1758) in relation to environmental variables along the southern part of its geographic range. *Vie et Milieu-Life and Environment*. 64 - 4, pp. 1 - 10.

Marina Delgado; Luis Silva Caparro; Ana Juárez Dávila. 2013. Aspects of reproduction of striped venus *Chamelea gallina* in the Gulf of Cádiz (SW Spain): implications for fishery management. *Fisheries Research*. 146, pp. 86 - 95.

Javier Urrea, J.M. Ayala, L.A. McConico, C. Méndez, L.A. Mora Valdés, A. Pleitès, R. Riosmena-Rodríguez. 2018. Impact of artisanal benthic fisheries on marine ecosystems: A case study in the Gulf of California. *Estuarine, Coastal Shelf Science* 212 (2018) 1–10.

Javier Urrea, Teresa García, Estefanía León, Helena Gallardo, Matías Lozano, José I. Rueda, Jorge Baro. 2019. Effects of mechanized dredging targeting *Chamelea gallina*, striped venus clams, on the associated discards in the northern Alboran Sea (Western Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2019, 99(3), 575–585

Gala González, Jose A. Cuesta, Cesar Vilas, Francisco Baldó, Carlos Fernández Delgado, Enrique González-Ortegón. 2022. Feeding Habits of the Invasive Weakfish (*Cynoscion regalis*) in the Gulf of Cadiz. *Biol. Life Sci. Forum* 2022, 13, 3. <https://doi.org/10.3390/blsf2022013003>

Enrique González-Ortegón, Selina Berger, João Encarnação, Hicham Chairi, Pedro Morais, Maria Alexandra Teodósio, Francisco J. Oliva-Paterna, Christoph D. Schubart and Jose A. Cuesta. 2022. Free Pass Through the Pillars of Hercules? Genetic and Historical Insights Into the Recent Expansion of the Atlantic Blue Crab *Callinectes sapidus* to the West and the East of the Strait of Gibraltar. *Frontiers in Marine Science*, vol. 99, 918026.

José E. García-Raso, Enrique González-Ortegón, Ferran Palero and Jose A. Cuesta. 2022. A new cryptic species of *Inachus* Weber, 1795 (Decapoda: Brachyura: Inachidae) from European waters and an updated identification key to the species of *Inachus* with two protogastric tubercles. *Journal of Crustacean Biology*, 2022, 42, 1–13

Enrique González-Ortegón, Stuart Jenkins, Bella S. Galil, Pilar Drake, Jose A. Cuesta. 2020. Accelerated invasion of decapod crustaceans in the southernmost point of the Atlantic coast of Europe: A non-natives' hot spot?. 2020. *Biol Invasions* 22:3487–3492

Bruno Almón, Jose A. Cuesta, J. Enrique García-Raso. 2022. A new species of hermit crab of the genus *pagurus* fabricius, 1775 (Crustacea: Anomura: Paguridae) from north-western africa. *Zootaxa*, 5209 (4): 426-440

Lola De Cubber, Verena M. Trenke, Guzman Diez, Juan Gil-Herrera, Ana Maria Novoa Pabon, David Eme, Pascal Lorange. 2023. Robust identification of potential habitats of a rare demersal species (blackspot seabream) in the Northeast Atlantic. *Ecological Modelling*, 477: 110255

Massimiliano Cardinale et al. (Juan Gil). 2021. The mediterranean fishery management: A call for shifting the current paradigm from duplication to synergy. *Marine Policy*, 131: 104612.

Juan Carlos Gutiérrez-Estrada, Víctor Sanz-Fernández, Inmaculada Pulido-Calvo, Juan Gil-Herrera. 2020. Improving the interpretability of the effects of environmental factors on abundance of fish stocks. *Ecological indicators*, 117: 106533.

Antonio Punzón, Lucia Rueda, Augusto Rodríguez-Basalo, Manuel Hidalgo, Pere Oliver, José Castro, Juan Gil, Antonio Esteban, Luis Gil de Sola, Enric Massutí. 2019. History of the Spanish demersal fishery in the Atlantic and Mediterranean Seas, *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fsz231

Pablo Lozano, José L. Rueda, Marina Gallardo, Carlos Farias, Javier Urra, Yolanda Vila, Nieves López, Desiré Palomino, Olga Sánchez, Juan T. Vázquez, Luis M. Fernández-Salas. 2020 Habitat distribution and associated biota in different geomorphic features within a fluid venting area of the Gulf of Cádiz (Southwestern Iberian Peninsula, Northeast Atlantic Ocean). Chapter 52: Seafloor Geomorphology as benthic habitat. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814960-7.00052-X>

Pablo Lozano, Luis Miguel Fernandez-Salas, Francisco Javier Hernandez-Molina, Ricardo Sanchez-Leal, Olga Sanchez-Guillamon, Desiree Palomino, Carlos Farias, Angel Mateo-Ramirez, Nieves Lopez-Gonzalez, Marga Garcia, Juan-Tomas Vazquez, Yolanda Vila, Jose Luis Rueda. 2020. Multiprocess interaction shaping geoforms and controlling substrate types and benthic community distribution in the Gulf of Cadiz. *Marine Geology*, 423: 106139.

Desarrollo de bioINDicadores para el seguimiento de los ecosistemas intermareal y suBmareal sometidos a Explotación marisquera en el liTOral de Huelva (Acrónimo: IN-BENTO)

Marina Delgado, Luis Silva, Yolanda Vila, Juan Gila, Ana Rodríguez-Rúa, Sara Román, Enrique González-Ortegón, José Antonio Cuesta

9.2 Criterios de valoración: Información y datos necesarios para aplicarlos

El programa “Exploración, análisis y prospectiva de la Biodiversidad: Posibles respuestas a la estrategia 2030 de Desarrollo Sostenible en un escenario de Cambio Global” del Plan complementario de I+D+i (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia) se encuentra vertebrado en 6 líneas de actuación. La presente propuesta se enmarca dentro de la Línea 4 (“Evaluación y mitigación del impacto del cambio global sobre la biodiversidad”), y se centrará en el análisis de la influencia del uso y ocupación del territorio sobre la biodiversidad. El objetivo general de esta propuesta es analizar los factores que amenazan la fauna marítima del litoral andaluz afectada por la actividad humana, en particular: por la presión pesquera y turística. En este contexto, se hace necesario abordar el desarrollo de indicadores que informen del estado ambiental de estos ecosistemas y que sean capaces de advertir de cambios asociados no solo a las presiones antrópicas objeto de este estudio, sino también de alertar sobre los efectos del cambio global.

IN-BENTO contribuirá a establecer líneas de base para elaborar políticas dirigidas a preservar su Buen Estado Ambiental, garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales, generar alerta temprana frente a riesgos y amenazas, mejorar la capacidad de predicción a corto, medio y largo plazo y asegurar el uso responsable del conjunto de servicios ecosistémicos que presta el medio marino.

Se analizará nuevas herramientas y metodologías que permitan una mejor vigilancia y control del estado ambiental del medio marino en el litoral andaluz, así como la conservación y la explotación sostenible de sus recursos. Los avances propuestos optimizarán el rendimiento de los programas de monitoreo ya establecidos. Esto supone un enorme beneficio al consolidar estos programas existentes.

El destino final de los resultados que aquí se obtengan serán, además de la comunidad científica, las administraciones y organismos con responsabilidades en gestión de recursos naturales y ambientales. En este sentido, se identifican aquellos actores relacionados con la puesta en marcha y seguimiento de las directivas ambientales europeas y las directrices de los convenios de mares regionales, así como los responsables de políticas pesqueras y la industria turística.

La iniciativa está conectada con otras acciones coordinadas dentro de la línea de actuación 4 de Andalucía (evaluación del efecto disruptor de especies exóticas invasoras sobre poblaciones autóctonas) y de otras CCAA (efecto de la transformación de la línea de costa sobre la biodiversidad y la respuesta de las comunidades litorales y demersales frente al cambio global). Del mismo modo, se interactuará con la línea 6 (“Red de Centros para el estudio y gestión de la biodiversidad”), donde el CSIC se encuentra imbricado, y podrá colaborar activamente en el desarrollo de colecciones de historia natural de referencia. En relación con esto, el CN-IEO COCAD cuenta con una colección biológica de historia natural, en concreto una colección taxonómica de referencia de crustáceos CRUST-IEOCD. Son colaboradores de Gbif y están ampliando a otros taxones de interés para el CNIEO y el Golfo de Cádiz.

Trayectoria del grupo de trabajo. Equipo de investigación y distribución de tareas

El equipo de investigación lo forman investigadores y técnicos experimentados pertenecientes a los Centros Oceanográficos de Cádiz, Baleares, Málaga y Santander del Instituto Español de Oceanografía (CNIEO; CSIC) y del Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN; CSIC). Cuenta con personal especializado en biología, ecología y pesquerías de moluscos bivalvos (MD, LS, AR, SR, JU) y otras pesquerías demersales y bentónicas del Golfo de Cádiz (YV, JG). Cuenta con especialistas en biología, ecología y taxonomía de crustáceos (JAC). Cuenta, además, con el apoyo de investigadores especialistas en el desarrollo de bioindicadores para evaluar el estado y la biodiversidad de ecosistemas bentónicos de profundidad (JGI) y demersal (MH), así como son especialistas de impacto antropogénico en la biodiversidad y estructura de las comunidades biológicas (EGO, JU). También cuenta con el apoyo de investigadores portugueses del IPMA, especialistas en biología, ecología y pesquerías de invertebrados (MG). Además se cuenta con la autorización del uso de datos generados en los encargos con la Dirección

Desarrollo de bioINDicadores para el seguimiento de los ecosistemas intermareal y submareal sometidos a Explotación marisquera en el lITORal de Huelva (Acrónimo: IN-BENTO)

Marina Delgado, Luis Silva, Yolanda Vila, Juan Gila, Ana Rodríguez-Rúa, Sara Román, Enrique González-Ortegón, José Antonio Cuesta

9) Criterios de valoración: información y datos necesarios para aplicarlos

3) Impacto económico y social derivados del desarrollo del proyecto

Las comunidades biológicas intermareales y submareales del frente marítimo de Huelva tienen un especial valor ecológico por su biodiversidad y su papel productivo al también tratarse de áreas con actividad pesquera. De hecho, en el litoral de Huelva encontramos diferentes reservas marisqueras donde se desarrolla una importante actividad económica (zonas de producción (ZZPP) reguladas por normativa y que se encuentran definidas en la Orden de 15 de julio de 1993; BOJA nº 85 de 5/8/1993) que coexiste con las citadas figuras de protección ambiental (Figura 1). En el área *intermareal* de ambas partes del P.N. Doñana está autorizada y se desarrolla la pesquería de la coquina (*Donax trunculus*), al igual que en las reservas marisqueras de Isla Canela y La Bota. Esta pesquería es llevada a cabo, mayoritariamente, por mariscadores a pie con rastros manuales que operan entre los 2-3 m de profundidad, en bajamar, sobre los fondos blandos arenosos donde habita dicha especie. Además de estos mariscadores a pie, existen algunas embarcaciones de rastros remolcados que también capturan dicha especie de manera estacional y ocasional, lo que permite la explotación de los bancos de coquina en toda su distribución batimétrica. El área *submareal* de la parte sur del frente marítimo del P.N. Doñana se encuentra protegido por la figura de la reserva de pesca de la desembocadura del Guadalquivir y la actividad pesquera solo está permitida a barcos de pequeño porte con artes de red, mientras que la parte norte del P.N., y resto del litoral onubense, soportan la pesquería dirigida a la chirla (*Chamelea gallina*) que se desarrolla entre los 3 y los 20m de profundidad. Esta especie había sido tradicionalmente capturada por embarcaciones artesanales utilizando rastros remolcados, pero a principios de los 90 se introdujo la draga hidráulica que cambió radicalmente el patrón de explotación. La biodiversidad marina se encuentra amenazada por diferentes actores como son la erosión, la contaminación, sobreexplotación, invasión de especies alóctonas o el cambio climático. Estas alteraciones antropogénicas impactan a diferentes niveles de organización, desde individuos a ecosistemas (Defeo et al., 2009). No obstante, y a pesar de este interés científico, económico y social de esta zona, pocos son los estudios que han abordado el análisis de comunidades bentónicas, tal y como ha sucedido en otras áreas más profundas de especial interés (Delgado et al. 2018; Lozano et al., 2020). Aunque existen algunos estudios que abordan el análisis de especies marinas o taxones concretos en dicho entorno (Cuesta et al. 2006; Silva et al. 2011; García et al., 2011; Delgado et al., 2017; Rodríguez-Rúa et al., 2022), no hay trabajos que engloben toda la comunidad bentónica de estos fondos someros, y la información científica disponible sobre el estado general de las comunidades marinas sumergidas sigue siendo escasa, en comparación con otras áreas geográficas.

Es evidente que el desarrollo e impacto de la actividad económica en las zonas costeras ha cambiado enormemente en los últimos años, como es el caso de la zona submareal del GdC por explotación pesquera o turismo. En este sentido, las comunidades de invertebrados bentónicos de ambientes sedimentarios marinos son organismos relativamente sedentarios y presentan una amplia variabilidad en su tolerancia a estresores naturales y antrópicos, actuando como proxies en la evaluación del estado de salud del ecosistema (Unnash et al., 2009), lo que los convierte en potenciales bioindicadores de estos hábitats, esenciales a la hora de establecer niveles de calidad ecológica en ambientes costeros y estuáricos, para disponer de información sobre el estado de estos ecosistemas que ayuden en la toma de decisiones para su gestión, protección y/o conservación.

Otra amenaza incipiente es la provocada por las especies invasoras, y sus poblaciones, que depredan sobre los moluscos bivalvos y que pueden llegar a tener un impacto significativo en sus pesquerías, siendo por lo tanto un indicador para evaluar y diagnosticar el estado de éstas. Una invasión biológica es la entrada de una especie no nativa (ENN) en un ecosistema receptor donde prospera y, a menudo, tiene un efecto perjudicial en la comunidad nativa (Ricciardi et al. 2017). Las invasiones biológicas en el Golfo de Cádiz (GdC) se están produciendo a un ritmo creciente (González-Ortegón et al. 2020),

probablemente debido a una mayor conectividad (desarrollo del comercio mundial) y a un incremento del rango de distribución de las especies por el cambio climático. Comprender y predecir el aumento de ENN en el GdC y cómo las interacciones de estas especies pueden verse modificadas por el cambio climático son cruciales para una gestión exitosa de los recursos naturales en Andalucía. De entre las ENN cuyas poblaciones están experimentando un rápido crecimiento se encuentran el camarón pistola *Alpheus* sp. y el cangrejo azul *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 originario del Océano Atlántico occidental y el Golfo de México. Para evaluar los efectos negativos potenciales de estas especies objeto de este proyecto, evaluaremos el estado de sus poblaciones y la potencial predación sobre especies de moluscos bivalvos.

Una invasión exitosa puede cambiar las interacciones dentro del ecosistema receptor, causar pérdidas a la biodiversidad y generar un impacto económico negativo. Este podría ser el caso del cangrejo azul en el GdC, ya que las observaciones preliminares entre 2017 y 2018 muestran densidades cada vez mayores de esta especie, su aparición en una variedad de ecosistemas costeros (desde estuarios y marismas hasta playas) y una gran preocupación tanto en las administraciones locales, como en las comunidades de pescadores y mariscadores de Huelva y Cádiz. Como el cangrejo azul es un gran depredador de bivalvos, podría suponer importantes pérdidas para las pesquerías de almejas en el GdC. De hecho, en el Delta del Ebro, las observaciones por parte de los pescadores sugieren que esta especie ha provocado ya una disminución en las densidades de almejas, mejillones y ostras. Además, *C. sapidus* está sujeto a una serie de enfermedades y parásitos que podrían infestar especies nativas en la península ibérica (Messick et al. 1998).

En la práctica, la información sobre las poblaciones de especies exóticas suele estar limitada por la falta de observaciones exhaustivas con una resolución adecuada. Es probable que otras especies exóticas de invertebrados marinos lleve años viviendo en el GdC, pero no se disponía de tecnología para realizar un seguimiento. En este sentido esta propuesta con el uso de nuevas tecnologías permitirá conocer a tiempo más “real” la entrada de nuevas especies en el golfo de Cádiz y los efectos de estas en especies de moluscos bivalvos. Las nuevas tecnologías de imágenes ofrecen oportunidades para satisfacer la necesidad de datos de alta resolución y continuos sobre la biodiversidad de las especies bentónicas y la entrada de nuevas especies no-nativas o exóticas (ENN). En la nueva era de las técnicas ópticas avanzadas, ya no es necesario recoger muestras físicas, pues la grabación o visualización de imágenes submarinas con ROV submarinos puede proporcionar imágenes directas. Usar esta tecnología de imagen permitirá conocer la biodiversidad de especies bentónicas en la zona costera, y sus interacciones, y se basa en la preocupación global por las invasiones biológicas. Esta propuesta evaluaría el estado y la distribución de las poblaciones de *C. sapidus* en la zona costera del GdC, y estimaría el daño que pueden causar con el objetivo de, en la medida de lo posible, mitigar los efectos ocasionados por esta especie. Estos objetivos podrían ayudar a identificar las prácticas de gestión más efectivas para contener su propagación, así como identificar futuros invasores potenciales.

La propuesta IN-BENTO pretende analizar los factores que amenazan la fauna marítima del litoral andaluz afectada por la actividad humana en particular (presión pesquera, turística) y de especies invasoras. En este contexto, se hace necesario abordar el desarrollo de bioindicadores que informen del estado ambiental de estos ecosistemas, que garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales y que sean capaces de advertir de cambios asociados a las presiones antrópicas y a los efectos del cambio global.

El impacto socio-económico es directo, ya que toda la información que de esta propuesta se desprenda revertirá en mejoras para la gestión ecosistémica y sostenibilidad de esta actividad económica (pesquera), así como en la mejora de actuaciones dirigidas a la conservación de este entrono natural (impacto social).

MEMORIA CIENTÍFICO TÉCNICA

Entidad Beneficiaria: CENTRO NACIONAL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (CNIEO; CSIC)

IP: Marina Delgado (CNIEO, Centro Oceanográfico de Cádiz (COCAD))

Nombre de la propuesta: Desarrollo de bioIndicadores para el seguimiento de los ecosistemas intermareal y submareal sometidos a Explotación marisquera en el litoral de Huelva (Acrónimo: **IN-BENTO**)

1. RESUMEN DE LA PROPUESTA

Los indicadores biológicos son esenciales a la hora de establecer niveles de calidad ecológica en ambientes costeros y estuarios. Las comunidades de invertebrados bentónicos de ambientes sedimentarios marinos son frecuentemente utilizados como bioindicadores de estos hábitats, ya que son organismos relativamente sedentarios y presentan una amplia variabilidad en su tolerancia a estresores naturales y antrópicos. En el espacio submareal, intermareal y estuárico del litoral de Huelva, que incluye los espacios protegidos del Parque Nacional de Doñana y de la Reserva de Pesca de la desembocadura del río Guadalquivir, se desarrolla una importante actividad económica: la explotación marisquera de los bancos naturales de coquina (*Donax trunculus*) y de chirla (*Chamelea gallina*). La perturbación pesquera es el principal factor reestructurante del bentos, y ha sido propuesto como principal causante de los cambios a largo plazo en este tipo de comunidades. Esta propuesta pretende analizar series históricas, que ha generado en los últimos el CNIEO (seguimiento científico de áreas intermareales y submareales y la actividad pesquera asociada), muestras ya existentes, así como la recopilación de nuevos datos. Se pretenden desarrollar y adaptar bioindicadores (estado o estado-presión) que definan el estado ecológico de estos hábitats, y que permitan monitorizar estos ecosistemas para aplicar una gestión adaptativa que garantice la explotación de sus recursos vivos minimizando la alteración de su estado ecológico.

Otra de las amenazas a las que se enfrentan estos ecosistemas son las especies invasoras, y sus poblaciones, que además depredan sobre los moluscos bivalvos pudiendo llegar a tener un impacto significativo en sus pesquerías, siendo por lo tanto un indicador para evaluar y diagnosticar el estado de éstas. Una de las poblaciones de especies no nativas (ENN) están experimentando un rápido crecimiento se encuentra el cangrejo azul *Callinectes sapidus*. Para evaluar los efectos negativos potenciales de esta especie y otras, evaluaremos el estado de sus poblaciones y la potencial predación sobre moluscos bivalvos. Comprender y predecir el aumento ENN en el Golfo de Cádiz y cómo las interacciones de estas especies pueden verse modificadas por el cambio climático son cruciales para una gestión exitosa de los recursos naturales en Andalucía.

2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El Golfo de Cádiz (GdC) es, desde el punto de vista oceanográfico, una zona de transición en la que se encuentran y mezclan las masas de agua del Atlántico con la masa de agua Mediterránea que lo convierten en una zona de especial interés científico. Numerosos trabajos científicos han abordado el estudio de las diferentes variables ambientales que lo caracterizan, estableciendo un ciclo estacional propio de latitudes templadas, que se encuentra influenciado por los aportes de nutrientes continentales principalmente del río Guadalquivir, junto con episodios de upwelling favorecidos por el predominio de vientos del oeste que desencadena el crecimiento de fitoplancton en la plataforma (García Lafuente and Ruiz, 2007; Huertas et al., 2006; entre otros).

El litoral de la provincia de Huelva (GdC), tiene forma de arco abierto hacia el suroeste y se encuentra básicamente formado por una costa baja arenosa, situándose la costa onubense entre la desembocadura del río Guadiana y la del río Guadalquivir. Se trata de uno de los tramos costeros de la Península Ibérica con mayores aportes arenosos, fundamentalmente procedentes de ambos ríos, lo que ha dado lugar al desarrollo de importantes cuerpos sedimentarios progradantes, como algunas de las flechas litorales de mayor desarrollo de toda la península y entre las que se encuentra la flecha de Doñana, o la flecha del Rompido (Benavente et al., 2015). Formando parte de dicho litoral, se encuentra la franja marina de Doñana, dentro del Parque Nacional de Doñana (P.N. Doñana), declarado como tal en 1969 (Decreto 2412/69), ampliado en 2004, y que se encuentra dentro de la Red Natura ("bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina" Hábitat: 1110, Directiva Hábitats 92/43/CEE) (Figura 1). Se trata de un área ambiental y ecológicamente muy importante en este tramo de litoral de la zona biogeográfica mediterránea, estando incluida en el listado actualizado de lugares de importancia comunitaria como el LIC ES0000024. También pertenece a la Red Ramsar relativa a los Humedales de

importancia internacional (1982), es Reserva de la Biosfera (1981), Patrimonio Mundial de la UNESCO (1994) y se encuentra dentro de la lista verde de Áreas Protegidas. Además, en su frente marítimo se contempla una figura de protección especial denominada Reserva de Pesca (BOJA nº 123, de 24 de junio). Por último, decir que el Parque Nacional se integra dentro del Parque Natural declarado por la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, bajo la denominación de Parque Natural entorno de Doñana.

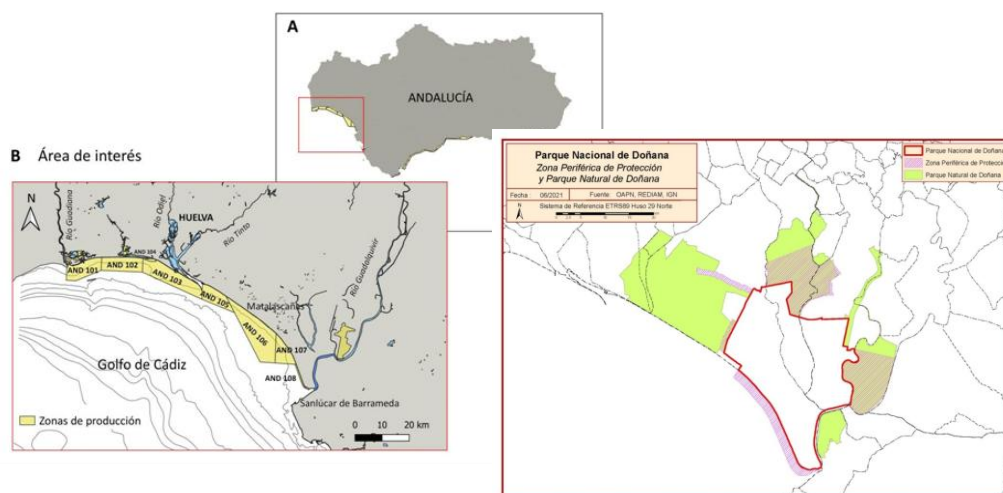


Figura 1. A. El Golfo de Cádiz como área de interés pesquero para la chirla (*Chamelea gallina*) y coquina (*Donax trunculus*). B. Zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Detalle de la franja marina incluida en la zona de protección del Parque Nacional de Doñana.

Las comunidades biológicas intermareales y submareales del frente marítimo de Huelva tienen un especial valor ecológico por su biodiversidad y su papel productivo al también tratarse de áreas con actividad pesquera. De hecho, en el litoral de Huelva encontramos diferentes reservas marisqueras donde se desarrolla una importante actividad económica (zonas de producción (ZZPP) reguladas por normativa y que se encuentran definidas en la Orden de 15 de julio de 1993; BOJA nº 85 de 5/8/1993) que coexiste con las citadas figuras de protección ambiental (Figura 1). En el área intermareal de ambas partes del P.N. Doñana está autorizada y se desarrolla la pesquería de la coquina (*Donax trunculus*), al igual que en las reservas marisqueras de Isla Canela y La Bota. Esta pesquería es llevada a cabo, mayoritariamente, por mariscadores a pie con rastros manuales que operan entre los 2-3 m de profundidad, en bajamar, sobre los fondos blandos arenosos donde habita dicha especie. Además de estos mariscadores a pie, existen algunas embarcaciones de rastros remolcados que también capturan dicha especie de manera estacional y ocasional, lo que permite la explotación de los bancos de coquina en toda su distribución batimétrica. El área submareal de la parte sur del frente marítimo del P.N. Doñana se encuentra protegido por la figura de la reserva de pesca de la desembocadura del Guadalquivir y la actividad pesquera solo está permitida a barcos de pequeño porte con artes de red, mientras que la parte norte del P.N., y resto del litoral onubense, soportan la pesquería dirigida a la chirla (*Chamelea gallina*) que se desarrolla entre los 3 y los 20m de profundidad. Esta especie había sido tradicionalmente capturada por embarcaciones artesanales utilizando rastros remolcados, pero a principios de los 90 se introdujo la draga hidráulica que cambió radicalmente el patrón de explotación. La biodiversidad marina se encuentra amenazada por diferentes actores como son la erosión, la contaminación, sobreexplotación, invasión de especies alóctonas o el cambio climático. Estas alteraciones antropogénicas impactan a diferentes niveles de organización, desde individuos a ecosistemas (Defeo et al., 2009). No obstante, y a pesar de este interés científico, económico y social de esta zona, pocos son los estudios que han abordado el análisis de comunidades bentónicas, tal y como ha sucedido en otras áreas más profundas de especial interés (Delgado et al. 2018; Lozano et al., 2020). Aunque existen algunos estudios que abordan el análisis de especies marinas o taxones concretos en dicho entorno (Cuesta et al. 2006; Silva et al. 2011; García et al., 2011; Delgado et al., 2017; Rodríguez-Rúa et al., 2022), no hay trabajos que engloben toda la comunidad bentónica de estos fondos someros, y la

información científica disponible sobre el estado general de las comunidades marinas sumergidas sigue siendo escasa, en comparación con otras áreas geográficas.

Es evidente que el desarrollo e impacto de la actividad económica en las zonas costeras ha cambiado enormemente en los últimos años, como es el caso de la zona submareal del GdC por explotación pesquera o turismo. En este sentido, las comunidades de invertebrados bentónicos de ambientes sedimentarios marinos son organismos relativamente sedentarios y presentan una amplia variabilidad en su tolerancia a estresores naturales y antrópicos, actuando como proxies en la evaluación del estado de salud del ecosistema (Unnash et al., 2009), lo que los convierte en potenciales bioindicadores de estos hábitats, esenciales a la hora de establecer niveles de calidad ecológica en ambientes costeros y estuáricos, para disponer de información sobre el estado de estos ecosistemas que ayuden en la toma de decisiones para su gestión, protección y/o conservación.

Otra amenaza incipiente es la provocada por las especies invasoras, y sus poblaciones, que depredan sobre los moluscos bivalvos y que pueden llegar a tener un impacto significativo en sus pesquerías, siendo por lo tanto un indicador para evaluar y diagnosticar el estado de éstas. Una invasión biológica es la entrada de una especie no nativa (ENN) en un ecosistema receptor donde prospera y, a menudo, tiene un efecto perjudicial en la comunidad nativa (Ricciardi et al. 2017). Las invasiones biológicas en el Golfo de Cádiz (GdC) se están produciendo a un ritmo creciente (González-Ortegón et al. 2020), probablemente debido a una mayor conectividad (desarrollo del comercio mundial) y a un incremento del rango de distribución de las especies por el cambio climático. Comprender y predecir el aumento de ENN en el GdC y cómo las interacciones de estas especies pueden verse modificadas por el cambio climático son cruciales para una gestión exitosa de los recursos naturales en Andalucía. De entre las ENN cuyas poblaciones están experimentando un rápido crecimiento se encuentran el camarón pistola *Alpheus* sp. y el cangrejo azul *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 originario del Océano Atlántico occidental y el Golfo de México. Para evaluar los efectos negativos potenciales de estas especies objeto de este proyecto, evaluaremos el estado de sus poblaciones y la potencial predación sobre especies de moluscos bivalvos.

Una invasión exitosa puede cambiar las interacciones dentro del ecosistema receptor, causar pérdidas a la biodiversidad y generar un impacto económico negativo. Este podría ser el caso del cangrejo azul en el GdC, ya que las observaciones preliminares entre 2017 y 2018 muestran densidades cada vez mayores de esta especie, su aparición en una variedad de ecosistemas costeros (desde estuarios y marismas hasta playas) y una gran preocupación tanto en las administraciones locales, como en las comunidades de pescadores y mariscadores de Huelva y Cádiz. Como el cangrejo azul es un gran depredador de bivalvos, podría suponer importantes pérdidas para las pesquerías de almejas en el GdC. De hecho, en el Delta del Ebro, las observaciones por parte de los pescadores sugieren que esta especie ha provocado ya una disminución en las densidades de almejas, mejillones y ostras. Además, *C. sapidus* está sujeto a una serie de enfermedades y parásitos que podrían infestar especies nativas en la península ibérica (Messick et al. 1998).

En la práctica, la información sobre las poblaciones de especies exóticas suele estar limitada por la falta de observaciones exhaustivas con una resolución adecuada. Es probable que otras especies exóticas de invertebrados marinos lleve años viviendo en el GdC, pero no se disponía de tecnología para realizar un seguimiento. En este sentido esta propuesta con el uso de nuevas tecnologías permitirá conocer a tiempo más “real” la entrada de nuevas especies en el golfo de Cádiz y los efectos de estas en especies de moluscos bivalvos. Las nuevas tecnologías de imágenes ofrecen oportunidades para satisfacer la necesidad de datos de alta resolución y continuos sobre la biodiversidad de las especies bentónicas y la entrada de nuevas especies no-nativas o exóticas (ENN). En la nueva era de las técnicas ópticas avanzadas, ya no es necesario recoger muestras físicas, pues la grabación o visualización de imágenes submarinas con ROV submarinos puede proporcionar imágenes directas. Usar esta tecnología de imagen permitirá conocer la biodiversidad de especies bentónicas en la zona costera, y sus interacciones, y se basa en la preocupación global por las invasiones biológicas. Esta propuesta evaluaría el estado y la distribución de las poblaciones de *C. sapidus* en la zona costera del GdC, y estimaría el daño que pueden causar con el objetivo de, en la medida de lo posible, mitigar los efectos ocasionados por esta especie. Estos objetivos podrían ayudar a identificar las prácticas de gestión más efectivas para contener su propagación, así como identificar futuros invasores potenciales.

La propuesta IN-BENTO pretende analizar los factores que amenazan la fauna marítima del litoral andaluz afectada por la actividad humana en particular (presión pesquera, turística) y de especies invasoras. En este contexto, se hace necesario abordar el desarrollo de bioindicadores que informen del estado ambiental de estos ecosistemas, que garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales y que

sean capaces de advertir de cambios asociados a las presiones antrópicas y a los efectos del cambio global.

3. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

El objetivo general de la propuesta es facilitar el acceso a datos y a un set de bioindicadores de referencia que informen sobre el estado ambiental y los efectos de la invasión de especies exóticas en los ecosistemas costeros del Golfo de Cádiz, con especial atención a la franja intermareal y submareal. Estos indicadores deberán ser capaces de alertar de situaciones desfavorables, y ser útiles para la gestión integrada de los ecosistemas marinos, con la implementación de nuevas tecnologías. Los objetivos específicos de la presente propuesta son:

Objetivo 3.1. Aplicar bioindicadores de estado válidos, y desarrollar bioindicadores de estado y de presión adaptados, para evaluar el estado ambiental de los fondos someros sedimentarios del Golfo de Cádiz (ecosistemas intermareal y submareal)

Objetivo 3.2. Evaluar el impacto causado por diferentes artes de pesca que operan en los ecosistemas intermareales y submareales

Objetivo 3.2. Implantar tecnología ROV (Remote operated vehicle) para la detección de nuevas especies exóticas y su impacto sobre la fauna nativa de moluscos bivalvos

Objetivo 3.4. Proponer set de indicadores biológicos y programas de seguimientos dirigidos a la conservación y gestión integral de los ecosistemas intermareal y submareal

El objetivo final es proporcionar un set de bioindicadores que faciliten los procesos de toma de decisión y gestión sostenible de los recursos marisqueros de litoral andaluz, y la protección de sus ecosistemas sedimentarios someros, en consonancia con las directrices y recomendaciones de la directiva europea en el marco de las Estrategias Marinas (MSDFD, 2008/56/EC) que establece que el estado ecológico como una de las principales herramientas para la gestión y el seguimiento de las áreas costeras y marinas europeas, y dado que las comunidades de invertebrados bentónicos de ambientes sedimentarios marinos son frecuentemente utilizados como bioindicadores de estos hábitats (OSPAR o la Directiva Marco del Agua). Para ello IN-BENTO se estructura en 3 actuaciones que abordan la aplicación de indicadores válidos y el desarrollo de nuevos indicadores que mejoren el conocimiento del estado ambiental de estas zonas, así como incrementar el conocimiento sobre la distribución de especies exóticas y sus efectos sobre la fauna autóctona (incluidas especies de interés comercial como la chirla y y/o la coquina). Para ello se contará con bases de datos a escala temporal-espacial, y se acudirá a la adquisición de nuevos datos, incluyendo la utilización nuevas tecnologías, que ayuden en el análisis de los efectos de presiones antrópicas sobre estos ecosistemas.

El conocimiento que se genere en IN_BENTO es esencial no sólo para establecer medidas adecuadas de gestión de recursos naturales o protección medioambiental, sino también para comprender el papel ecológico de estas comunidades y contribuir a desarrollar y aplicar un enfoque ecosistémico en el Golfo de Cádiz.

4. CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LA LÍNEA DE ACTUACIÓN A LA QUE SE ADSCRIBE EL PROYECTO Y A LOS OBJETIVOS Y SUBLÍNEAS DE ACTUACIÓN DE LA LÍNEA CORRESPONDIENTE DESCRITOS EN EL APARTADO 1 DE ESTA CONVOCATORIA

El programa “Exploración, análisis y prospectiva de la Biodiversidad: Posibles respuestas a la estrategia 2030 de Desarrollo Sostenible en un escenario de Cambio Global” del Plan complementario de I+D+i (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia) se encuentra vertebrado en 6 líneas de actuación. La presente propuesta se enmarca dentro de la Línea 4 (“Evaluación y mitigación del impacto del cambio global sobre la biodiversidad”), y se centrará en el análisis de la influencia del uso y ocupación del territorio sobre la biodiversidad. El objetivo general de esta propuesta es analizar los factores que amenazan la fauna marítima del litoral andaluz afectada por la actividad humana, en particular: por la presión pesquera y turística. En este contexto, se hace necesario abordar el desarrollo de indicadores que informen del estado ambiental de estos ecosistemas y que sean capaces de advertir de cambios asociados no solo a las presiones antrópicas objeto de este estudio, sino también de alertar sobre los efectos del cambio global.

IN-BENTO contribuirá a establecer líneas de base para elaborar políticas dirigidas a preservar su Buen Estado Ambiental, garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales, generar alerta temprana frente

a riesgos y amenazas, mejorar la capacidad de predicción a corto, medio y largo plazo y asegurar el uso responsable del conjunto de servicios ecosistémicos que presta el medio marino.

Se analizará nuevas herramientas y metodologías que permitan una mejor vigilancia y control del estado ambiental del medio marino en el litoral andaluz, así como la conservación y la explotación sostenible de sus recursos. Los avances propuestos optimizarán el rendimiento de los programas de monitoreo ya establecidos. Esto supone un enorme beneficio al consolidar estos programas existentes.

El destino final de los resultados que aquí se obtengan serán, además de la comunidad científica, las administraciones y organismos con responsabilidades en gestión de recursos naturales y ambientales. En este sentido, se identifican aquellos actores relacionados con la puesta en marcha y seguimiento de las directivas ambientales europeas y las directrices de los convenios de mares regionales, así como los responsables de políticas pesqueras y la industria turística.

La iniciativa está conectada con otras acciones coordinadas dentro de la línea de actuación 4 de Andalucía (evaluación del efecto disruptor de especies exóticas invasoras sobre poblaciones autóctonas) y de otras CCAA (efecto de la transformación de la línea de costa sobre la biodiversidad y la respuesta de las comunidades litorales y demersales frente al cambio global). Del mismo modo, se interactuará con la línea 6 ("Red de Centros para el estudio y gestión de la biodiversidad"), donde el CSIC se encuentra imbricado, y podrá colaborar activamente en el desarrollo de colecciones de historia natural de referencia. En relación con esto, el CN-IEO COCAD cuenta con una colección biológica de historia natural, en concreto una colección taxonómica de referencia de crustáceos CRUST-IEOCD. Son colaboradores de Gbif y están ampliando a otros taxones de interés para el CNIEO y el Golfo de Cádiz.

5. COMPROMISO EXPRESO DE LA COLABORACIÓN DEL PROYECTO A LAS ACTUACIONES CONJUNTAS QUE EMANEN DEL PROYECTO DE DIRECCIÓN CIENTÍFICA, TANTO EN ANDALUCÍA COMO A LAS ACTUACIONES CONJUNTAS CON OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

La Investigadora Principal y el resto de miembros del equipo de investigación del IN-BENTO manifiestan su conformidad expresa con el compromiso de colaborar con las actuaciones conjuntas que emanen del Proyecto de Dirección Científica, tanto en Andalucía como en otras Comunidades Autónomas.

6. PLAN DE TRABAJO Y METODOLOGÍA

A continuación, se presenta el plan de trabajo y las metodologías a emplear en IN-BENTO para la consecución de los objetivos propuestos. El plan de trabajo se compone de cuatro actividades subdivididas en diferentes tareas:

A0. Coordinación y gestión

A1. Análisis de la biodiversidad, desarrollo y aplicación de bioindicadores de estado y presión

- A1.1 Recopilación de bases de datos y procesamiento de muestras
- A1.2 Aplicación de bioindicadores de estado
- A1.3 Desarrollo y aplicación de bioindicadores de estado y presión

A2. Análisis comparativo de los efectos de diferentes artes de pesca sobre comunidades biológicas

- A2.1 Estudio del impacto ejercido por el arte de pesca sobre las comunidades biológicas (daños): Efectos del rastro a pie sobre la fauna megabentónica intermareal
- A2.2 Evaluación del daño ejercido por el arte de pesca sobre las comunidades biológicas (daños y descartes pesqueros): Efectos de la draga hidráulica sobre la fauna megabentónica submareal
- A2.3 Campaña de adquisición de datos dirigida al análisis comparativo de los efectos de diferentes artes de pesca sobre las comunidades biológicas

A3. Evaluación del estado y distribución de las poblaciones de la especie invasora *C. sapidus* en la franja costera del Golfo de Cádiz y sus efectos sobre las poblaciones de moluscos bivalvos

- A3.1 Implantación de ROV y detección de nuevas especies exóticas en el Golfo de Cádiz
- A3.2 Distribución espacial y estructura poblacional de la especie exótica invasora *C. sapidus*.
- A3.3 Impacto en la fauna nativa de moluscos bivalvos

A4. Elaboración de propuestas

PLAN DE TRABAJO DETALLADO

A0. Coordinación y gestión

El objetivo de esta actividad es coordinar las tareas del plan de trabajo para asegurar la consecución de los hitos marcados. Responsable/s: MD (IEO), EGO (ICMAN).

A0.1 Coordinación de las actividades de los paquetes.

A0.2 Coordinación de los equipos de investigación y trabajo para procurar sinergias y estrategias comunes con otras iniciativas de los Planes Complementarios con diversas CCAA.

A0.3. Garantizar la gestión científica, administrativa y financiera eficiente del proyecto. Comunicación del IP con la Entidad financiadora para asegurar la correcta ejecución de las tareas, su cumplimiento y la elaboración de entregables

A1. Análisis de la biodiversidad, desarrollo y aplicación de bioindicadores de estado y presión

A1.1 Recopilación de bases de datos y procesado de muestras

A1.1.1 Conformación de las bases de datos

En los últimos años, el centro Oceanográfico de Cádiz ha venido desarrollando diferentes proyectos de investigación cuya área de estudio han sido la zona intermareal y submareal del frente marítimo de la costa de Huelva, incluido del P. N. de Doñana [1], [2] y [3]. Estos estudios han estado principalmente orientados al análisis y seguimiento de pesquerías de especies de moluscos comerciales en el área submareal (*Chamelea gallina*) e intermareal (*Donax trunculus*), así como su área de distribución y el hábitat asociado. Varios de los productos que se han derivado de la ejecución de estos proyectos han sido amplias bases de datos taxonómicas, ambientales y de presiones antrópicas, así como conjuntos de muestras. Estos datos y muestras se revisarán y estandarizarán para su posterior utilización en los diferentes indicadores.

Tipología y procedencia de datos del ecosistema intermareal: Bases de datos de abundancias y biomasa de muestras recogidas mediante muestreo con rastro a pie experimental, y bases de datos de censos de esfuerzo pesquero disponibles en el CNIEO (COCAD) y al amparo de los proyectos [1] y [2]. Bases de datos de capturas de los centros de expedición de moluscos bivalvos de la Dirección General de Pesca de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Se solicitarán datos de afluencia turística a la Consejería de Turismo, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía.

Tipología y procedencia de los datos del ecosistema submareal: Bases de datos de abundancias y biomasa de muestras recogidas mediante draga hidráulica disponibles en el CNIEO (COCAD) de los proyectos [1] y [3]. Bases de datos de la distribución espacio-temporal del esfuerzo pesquero que serán facilitados por el sistema de localización y seguimiento de embarcaciones pesqueras andaluzas (SLESPA) que depende de la Dirección General de Pesca de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

Tipología y procedencia de los datos de variables ambientales del ecosistema intermareal y submareal: Se cuenta con bases de datos de diferentes variables ambientales, tanto en el ecosistema intermareal como el submareal, y recopiladas al amparo de los proyectos [1], [2] y [3]. Estos datos han sido tomados *in situ*, y de manera paralela a las tareas anteriormente descritas: Granulometría y diversos parámetros ambientales que caracterizan la columna de agua (Temperatura, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto y clorofila-a).

A1.1.2 Análisis taxonómico de la colección de muestras obtenidas del espacio submareal del frente marítimo de la provincia de Huelva

Tipología y procedencia de muestras: Muestras obtenidas mediante draga Van Veen durante la campaña ACUVEN-03 en la franja batimétrica (3 a 16 m) (112 estaciones equidistantes), al amparo del proyecto [1]. Las muestras sedimentarias para análisis de la infauna, fueron tamizadas mediante el uso de dos tamices de 2 mm y 1 mm, respectivamente, para facilitar posteriormente su identificación en el laboratorio. Así mismo, se analizará la composición de las comunidades meiofaunales (tamaño comprendido entre 1 mm y 64 micras), de una selección de muestras de sedimento (10 cm²) *in situ* de la draga Van Veen, previas a la toma de muestras para granulometría y endofauna. Todas las muestras fueron fijadas en formol al 4 % y posteriormente conservadas en etanol al 70 % para su posterior análisis en el laboratorio.

A1.2 Aplicación de bioindicadores de estado

Ecosistema intermareal: Inicialmente se realizará la cartografía bionómica del litoral a nivel intermareal, y los análisis comparativos se podrán realizar desde una perspectiva espacio-temporal. Se realizará un

estudio comparativo de zonas con baja perturbación y alta perturbación, entendidos los niveles de perturbación en el contexto de la presión antrópica derivada de la actividad marisquera y afluencia turística. Se proponen dos zonas: Baja (Playa del Parque Nacional Doñana) y Alta (Playa de Isla Canela). Ecosistema submareal: Se realizará la cartografía bionómica del litoral a nivel submareal, lo que permitirá diagnosticar de manera analítica del efecto del uso intensivo de los espacios antropizados (presión pesquera) sobre la biodiversidad. Para evaluar los efectos de la perturbación mecánica a largo plazo en la distribución espacial, se compararán zonas con alta y baja presión pesquera de draga hidráulica (entre zonas con y sin figuras de protección). Se proponen dos zonas: Baja (Reserva de Pesca de la desembocadura del Guadalquivir) y Alta (zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados de la Junta de Andalucía). Se pretende también evaluar la respuesta de las comunidades meiofaunales, especialmente de nemátodos, a la perturbación crónica de arrastre de dragas hidráulicas en la zona submareal del Golfo de Cádiz (3 a 15 m), mejorando el conocimiento sobre su biodiversidad, distribución y patrones funcionales.

A continuación se detalla los tipos de indicadores de estado que se aplicarán y se van a desarrollar a nivel poblacional y comunidad:

En los análisis comparativos, se aplicarán técnicas multivariantes no paramétricas, como las técnicas de clasificación CLUSTER o de ordenación nMDS, para identificar comunidades en las áreas de estudio y analizar posibles similitudes. Del mismo modo se analizará:

- 1) La extensión de los hábitats, atendiendo al rango y patrón de distribución y al área ocupada, mediante el uso de técnicas geoestadísticas.
- 2) El estado de los hábitats, atendiendo al estado de las especies y comunidades típicas, a la abundancia y/o biomasa relativa, y a las condiciones ambientales
- 3) Índices multimétricos que evalúen el estado y funcionalidad de la comunidad bentónica. Se van a evaluar parámetros de población (abundancia de especies) y de comunidad (riqueza específica, número de individuos, índice de diversidad de Shannon (Shannon and Weaver, 1949) y de equidad de Pielou (Pielou, 1975).
- 4) Extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de hábitats.
- 5) Análisis conjunto de los datos de abundancias, variables ambientales y pesqueras se realizará mediante técnicas de análisis multivariantes como el análisis de componentes principales (tipo PCA) o el empleo de modelos lineales o aditivos generalizados.
- 6) Del mismo modo, y en particular en el espacio intermareal, se realizarán análisis exploratorios de tendencias de las series temporales de biodiversidad taxonómica, así como las variables ambientales asociadas, de modo que se pueda discernir cambios en la biodiversidad y qué posibles impactos pueden tener en funcionamiento y mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

A1.3 Desarrollo y aplicación de bioindicadores de estado y presión

La estrategia comparativa entre grupos de datos será la misma que en el apartado anterior (A1.2). A continuación se detalla los tipos de indicadores que se aplicarán y se van a desarrollar a nivel poblacional y comunidad:

Se va a desarrollar y adaptar los siguientes índices a los ecosistemas intermareal y submareal. Se pretende una evaluación inicial del estado ecológico de estos ecosistemas, y un análisis comparativo de la aplicabilidad, fiabilidad y validez de estos indicadores:

- 1) El índice AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), M-AMBI (Multivariate-AZTI' Marine Biotic Index) Estos índices proporcionan una medida ecológica directa de la integridad ecológica, y se aplican utilizando un sistema de clasificación basado en 5 grupos ecológicos que categoriza el ecosistema en el rango que va desde la ausencia de perturbación a sistemas extremadamente perturbados (Borja et al., 2000; Muxika et al., 2007). Para calcular AMBI y M-AMBI se utilizará el software AMBI (<http://ambi.azti.es>).
- 2) Desarrollo y aplicación del índice SoS (Sentinels of the Seabed) (Serrano et al., 2022). Este índice se ha desarrollado y utilizado para la determinación del buen estado ambiental de ecosistema demersales y nuestro objetivo es poder utilizarlo para evaluar el ecosistema bentónico de los ecosistemas intermareal y submareal. Esta evaluación se realiza mediante especies "centinela" (especies características de un hábitat y sensibles a una presión determinada). La selección de estas especies centinela consta de dos etapas. En primer lugar, se calcula un "conjunto de especies típicas" utilizando la similitud y la frecuencia intrahábitat en condiciones de referencia. En segundo lugar, se genera el "conjunto de especies

centinela" seleccionando las especies más sensibles del conjunto de especies típicas. Esta selección se realiza utilizando índices específicos capaces de evaluar la sensibilidad de las especies a una presión determinada, en nuestro caso presión pesquera.

El método del indicador SoS se probará en 2 casos de estudio (intermareal y submareal) y un tipo de presión (perturbación por pesca), usando datos de dragas hidráulicas y rastros a pie. En cada escenario, el indicador SoS se comparará con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, el índice de Margalef y la biomasa total, para comprobar la validez de dicha métrica.

El cálculo del indicador SoS se realiza en R, y la función específica ha sido desarrollada para el ecosistema demersal por González-Irusta (2022) (<https://github.com/Gonzalez-Irusta/SoS>) (Serrano et al., 2022). Nosotros adaptaremos y probaremos el código fuente a los ecosistemas intermareal y submareal.

A2. Análisis comparativo de los efectos de diferentes artes de pesca sobre comunidades biológicas

A2.1 Estudio del impacto ejercido por el arte de pesca sobre las comunidades biológicas (daños): Efectos del rastro a pie sobre la fauna megabentónica intermareal

Tipología y procedencia de datos: Bases de datos de daños sobre la fauna de muestras recogidas mediante rastro a pie siguiendo metodología descrita en Urrea et al. (2021), disponibles en el CNIEO (COCAD) de los proyectos [1] y [2].

A2.2 Evaluación del daño ejercido por el arte de pesca sobre las comunidades biológicas (daños y descartes pesqueros): Efectos de la draga hidráulica sobre la fauna megabentónica submareal

Tipología y procedencia de datos: Bases de datos de daños sobre la fauna de muestras recogidas mediante draga hidráulica siguiendo metodología descrita en Urrea et al. (2019), disponibles en el CNIEO (COCAD) de los proyectos [1] y [3].

A2.3 Campaña de adquisición de datos dirigida al análisis comparativo de los efectos de diferentes artes de pesca sobre las comunidades biológicas

En este paquete se pretende desarrollar una campaña de mar específica, dirigida a completar el análisis comparativo de los efectos de diferentes artes de pesca (draga hidráulica y rastro remolcado) sobre las comunidades biológicas del ecosistema submareal. Para ello se realizarán lances de pesca paralelos, que permitan tanto la estandarización del análisis como la calibración de artes. La captura de estos lances será analizada taxonómicamente y cuantificada. Del mismo modo se asignará una escala de daños a los ejemplares capturados según Urrea et al. (2019 y 2021).

A3. Evaluación del estado y distribución de las poblaciones de la especie invasora *Callinectes sapidus* en la franja costera del Golfo de Cádiz y sus efectos sobre las poblaciones de moluscos bivalvos

En esta actividad se llevarán a cabo tres acciones encaminadas a facilitar el acceso a datos sobre especies exóticas útiles para su gestión y la gestión integrada de los ecosistemas marinos, implementando nuevas tecnologías.

A3.1. Implantación de ROV y detección de nuevas especies exóticas en el Golfo de Cádiz.

La digitalización de las imágenes de las especies supondrá la mejora de los servicios derivados de los programas de monitorización en la zona costera del golfo de Cádiz, permitiendo afinar la evaluación del estado ambiental del hábitat bentónico y reducir el tiempo de respuesta de las medidas de gestión. Las campañas de muestreo se realizarán en cada estación del año (cada tres meses) para conocer la variabilidad de especies de la comunidad de la zona costera de Doñana, y así poder detectar nuevas especies exóticas, principalmente de macroinvertebrados bentónicos, además de conocer la distribución espacial y estructura poblacional de la especie exótica invasora *C. sapidus* (desarrollado en la acción A3.2). Para ello, se llevará a cabo la instalación, calibración y capacitación para el uso y manejo del ROV submarino. Es un sistema subacuático portátil, estable, que se opera a través de controles y que permite inspeccionar espacios reducidos. Las estructuras acuáticas serán exploradas para la detección de otras ENN en el Golfo de Cádiz. Este vehículo se despliega y recupera fácilmente de embarcaciones pequeñas, con una cámara NTSC / PAL de definición estándar, optimizada para condiciones de poca luz, que proporciona al operador ROV un video de alta calidad.

En cada punto de muestreo se anotarán/analizarán las variables profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez y concentración de clorofila. Se utilizarán sensores multiparamétricos YSI ProSS de la zona costera. Por tanto, la implantación del ROV y la grabación de imágenes permitirá tener conocimiento de la fauna suprabentónica y de nuevas ENN.

*A3.2: Distribución espacial y estructura poblacional de la especie exótica invasora *C. sapidus*.*

En esta actuación se establecerá la distribución espacial y la estructura de población de las ENN que han incrementado sus efectivos poblacionales en los últimos 10 años en la zona costera del GdC, como *C. sapidus*. Hay una carencia de conocimientos biológicos y ecológicos en el área de estudio, especialmente en la zona costera de Doñana, donde algunos barcos con trasmallo del puerto de Chipiona han colectado grandes cantidades de cangrejo azul, *C. sapidus*. Esta especie es nativa del Océano Atlántico occidental y el Golfo de México, donde habita las zonas costeras y mar abierto, y es común en los estuarios, entre la zona marina y la de agua dulce, y en las marismas. Después del apareamiento, las hembras migran hacia el mar a aguas de alta salinidad (> 20 ‰), donde liberan un número alto de larvas. Mediante el uso de la tecnología del ROV conoceremos la distribución de esta especie en la zona costera de Doñana cerca de la desembocadura, en áreas donde la producción de moluscos bivalvos es importante. Mediante la información de las imágenes se estimará la estructura poblacional de esta ENN.

A3.3: Impacto en la fauna nativa de moluscos bivalvos.

Es importante cuantificar y predecir el impacto que las ENN pueden tener en las pesquerías de moluscos bivalvos, especialmente del cangrejo azul que ya está ejerciendo un efecto importante en la zona del Ebro. La información obtenida, junto con los valores estimados de abundancia y distribución de las ENN, permitirá comprender la magnitud y potencial expansión del cangrejo azul. El modelado de datos de campo (dinámica de la población y distribución espacial) y datos de la red alimentaria (proyecto InvBlue) proporcionará importantes conocimientos de los efectos globales de estos nuevos elementos (ENN) en la zona de estudio.

A4. Generación de propuestas. DIFUSIÓN

IN-BENTO recopilará y generará diversos tipos de resultados y datos: bases de datos de los ecosistemas sedimentarios someros; observacionales (procedentes de la campaña de mar y muestreos específicos), analíticos (aplicación de indicadores), y datos de código fuente (desarrollo de nuevos indicadores). Toda la información se integrará en un Sistema de Información Geográfica y de bases de datos, para elaborar el cartografiado y la caracterización final de los ecosistemas estudiados.

Dentro de todas las acciones también habrá una discusión de los resultados y la preparación de las publicaciones y presentaciones en congresos internacionales. Los datos se distribuirán junto con las publicaciones en informes y revistas científicas, de acuerdo con la estrategia de comunicación y difusión. Con la información que se genere en IN-BENTO se podrán proponer: 1) un set de bioindicadores de referencia; 2) mejoras en los actuales programas de seguimiento, así como nuevas variables susceptibles de ser integradas, incluso nuevos programas. Estas propuestas podrán ser elevadas a las administraciones competentes y ayudarán en la toma de decisiones que garanticen una gestión integral del área intermareal y submareal del Golfo de Cádiz. Estos resultados, testados en esta área de estudio, serán también transferidos a otras áreas geográficas. La finalidad es garantizar el seguimiento futuro y facilitar la propuesta de medidas e intervenciones para incrementar su resiliencia, conservación y gestión del recurso marisquero y la biodiversidad.

CRONOGRAMA

TAREAS	RESPONSABLES	MES																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A0. Coordinación y gestión	MD																								
A0.1 Coordinación del plan de trabajo	MD, EGO																								
A0.2. Sinergias con otras iniciativas	MD, EGO																								
A0.3. Gestión Administrativa	MD																								
A1. Aplicación bioindicadores	MD, JG																								
A1.1 Bases de datos y muestras	LS, MD, SR, AR																								
A1.2 Indicadores estado	MD, JG, AR, YV																								
A1.3 Indicadores estado y presión	MD, YV, LS, JG																								
A2. Impacto pesca	MD, LS																								
A2.1 Evaluación daños rastro a pie	AR, SR, MD																								
A2.2 Evaluación daños draga hidráulica	AR, SR, MD																								
A2.3 Comparativa artes	MD, LS																								
A3. Especies invasoras	EGO																								
A3.1 Detección con ROV	EGO, JAC																								
A3.2 Distribución <i>C. sapidus</i>	EGO, JAC																								
A3.3 Impacto en moluscos	EGO, JAC																								
A3. Propuestas y difusión	MD, EGO, JAC, YV, JG, LS																								

y asesoramiento centrada fundamentalmente en biodiversidad y hábitats bentónicos, así como en pesquerías artesanales de Alborán dirigidas a moluscos bivalvos. Dentro de la presente propuesta colaborará en identificaciones taxonómicas e análisis de daños. Tarea A2.

Nombre: Miguel Gaspar (MG)

DNI: CB390237

Nacionalidad: Portuguesa

Código ORCID: 0000-0001-9245-8518

Titulación: Doctor en Biología

Categoría Profesional: Investigador Auxiliar con Agregación. Director IPMA (Olhao; Portugal)

Vinculación laboral: Funcionario

Entidad de Pertenencia: Instituto Português do Mar e da atmosfera (IPMA)

Justificación de la colaboración en el proyecto: Es responsable del centro de investigación del IPMA en Olhão (Algarve), participa y/o coordina las campañas de pesca para la monitorización de los bancos de moluscos bivalvos en Portugal desde 1990, y es responsable de la evaluación de los recursos pesqueros de bivalvos, medidas de gestión y su reglamentación en Portugal. Ha participado y/o coordinado numerosos proyectos de investigación (nacionales, transfronterizos e internacionales) en las áreas temáticas de la biología y ecología pesquera, evaluación de impactos de la pesca y propuesta de medidas de mitigación, evaluación de recursos y gestión pesquera, con énfasis en diversas especies de moluscos bivalvos explotados en la región del Algarve como la coquina o la chirla. Dentro de la presente propuesta colaborará en la definición de las presiones antrópicas sobre estos ecosistemas. Dentro de la presente propuesta colaborará el desarrollo de los bioindicadores y daños. Tarea A1, A2 y A4.

7. GRADO DE INNOVACIÓN DE LA PROPUESTA Y JUSTIFICACIÓN DEL POTENCIAL IMPACTO CIENTÍFICO Y/O TECNOLÓGICO DEL PROYECTO

Los bioindicadores son capaces de detectar alteraciones ambientales provocadas por la sobrepesca, el cambio climático, impacto de diversas actividades marítimas, problemas ecológicos como la invasión de especies alóctonas o la contaminación. Son pues, especialmente adecuados para evaluar y diagnosticar el estado de salud de los ecosistemas marinos, tal y como se recoge en la Directiva Marco sobre las Estrategias Marinas. En la Demarcación sudatlántica, donde se ubica el Golfo de Cádiz, el CNIEO (COCAD) trabaja sobre la definición del Buen Estado Ambiental de los hábitats profundos circalitoral y batial sedimentario de acuerdo con el subprograma de hábitats bentónicos (subprograma HB4). Sin embargo, los fondos sedimentarios someros y cercanos a costa no han sido incluidos en dicho programa de acción, por lo que esta propuesta complementaría el análisis de dicho subprograma, y daría respuesta tanto a la Directiva Marco como a la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.

IN-BENTO pretende desarrollar y adaptar bioindicadores bentónicos que establezcan niveles de calidad ecológica en ambientes costeros sedimentarios someros. Esta propuesta supondrá, además, la optimización del uso y la búsqueda de nuevas aplicaciones para los datos procedentes de programas de seguimiento existentes. Del mismo modo, y una vez comprobada la eficacia de la propuesta, se podrán elevar propuestas de mejora en la adquisición de datos o de nuevas variables, estandarización de métodos de muestreos y análisis de datos. Los datos, análisis y productos que aquí se generen podrán nutrir modelos de predicción o simulación, y ayudarán a esclarecer los efectos combinados de la presión pesquera y otras presiones sobre el ecosistema marino como por ejemplo, el cambio climático. Todo ello siempre en colaboración con iniciativas en el marco de los Planes Complementarios de otras CCAA que lleven iniciativas similares.

IN-BENTO pretende resaltar, además, la importancia de los programas de observación existentes en las zonas costeras, que soportan una presión antrópica directa. IN-BENTO pretende poner las bases de un programa de monitoreo no solo enfocado en el seguimiento de los recursos pesqueros explotables, sino también en el análisis de los ecosistemas que los sustentan y la interacciones que los caracterizan. En resumen se trata de identificar qué indicadores biológicos bentónicos funcionan adecuadamente en estas zonas y qué tipo de datos debe integrarlos, de modo que se pueda elevar un set de referencia a los agentes implicados en la gestión pesquera sostenible y gestión ambiental de estos ecosistemas.

8. RESULTADOS ESPERADOS. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS ESPERADOS A LOS QUE CONTRIBUYE DENTRO DE LA LÍNEA DE ACTUACIÓN. PLAN DE DIFUSIÓN Y EXPLOTACIÓN, EN SU CASO

Los resultados que se esperan obtener pretenden mejorar el seguimiento de procesos ecosistémicos importantes para nuestro bienestar. Los indicadores que de esta propuesta se deriven deberán ser garantes del buen estado del ecosistema, y alertar en situaciones desfavorables. Este desarrollo es de especial interés en territorios en los que confluye una actividad de importancia socio-económica (marisqueo, turismo,.....) con el mantenimiento de los ecosistemas biodiversos que los sustentan.

En concreto, se propondrá un set de indicadores de referencia del bentos que informen adecuadamente sobre el estado ecológico de los ecosistemas intermareal y submareal. Del mismo modo, con los resultados de los análisis que se realicen se valorará la necesidad de incluir nuevas variables en los programas de seguimiento existentes y/o se propondrán nuevos programas de seguimiento adaptados a su cálculo, de modo que la actividad económica que en ellos se desarrolla sea compatible con niveles ecológicos aceptables de estos fondos.

Este set de bioindicadores, las bases de datos y productos cartográficos que se generen servirán de apoyo a las propuestas de tomas de decisión y de gestión sostenible de estas pesquerías, de conservación de la biodiversidad y/o frente al cambio global.

9. IMPLICACIONES ÉTICAS Y/O DE SEGURIDAD (EN SU CASO)

La igualdad entre mujeres y hombres es uno de los valores fundadores de la UE y la Estrategia para la Igualdad entre Mujeres y Hombres representa el programa de trabajo de la Comisión Europea en materia de igualdad de género. En el contexto de la investigación científica, se debe fomentar el equilibrio de género en los equipos de investigación, garantizar el equilibrio de género en la toma de decisiones e integrar el análisis de género/sexo en los contenidos de la investigación y la innovación. En este contexto, los integrantes de la propuesta IN-BENTO apoyan firmemente las iniciativas europeas para promover la igualdad de género, y se compromete a promover la participación de la mujer en la investigación científica y en la difusión y explotación de resultados, e incluir la experiencia de género en sus equipos científico y de gestión. Durante los trabajos y siguiendo los protocolos de igualdad y acoso del CSIC, IN-BENTO cubre las necesidades de mujeres y hombres del equipo de investigación evitando que se den situaciones de desigualdad o discriminaciones previas o provocar nuevas. El equipo de trabajo está conformado por un número de mujeres altamente cualificadas y la investigadora responsable es una mujer. El listado del balance de género en el equipo investigados se categoriza por sexo del modo siguiente: CNIEO (4 mujeres/ 2hombres), ICMAN (2 hombres).

IN-BENTO es coherente con las directrices de accesibilidad a la sociedad sin discriminaciones de ningún tipo propuestas por la UE. Estas directrices están orientadas a sectores con riesgos de discriminación por razón de sexo, raza u origen étnico, edad, religión o convicciones políticas o ideológicas, estado civil, condición social, nacionalidad, discapacidad, edad u orientación sexual entre otros. La igualdad de oportunidades y el derecho a no discriminación serán principios presentes a la hora de contratar al personal que trabaje en el proyecto y los procedimientos públicos de contratación, serán llevados a cabo teniendo en cuenta las normas de publicidad, selección y contratación legalmente estipuladas.

El CNIEO (CSIC) obtendrá las aprobaciones éticas necesarias y el consentimiento libre de los participantes, teniendo en cuenta que no se recopilarán datos personales más allá de los necesarios (afiliación y contacto), no se implica a menores y no conlleva actividades que afecten a la salud o a intervenciones físicas. IN-BENTO establecerá mecanismos de supervisión y el cumplimiento de actividades y el respeto a las normas éticas de privacidad y de protección de datos de acuerdo con la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea. Se garantizará el respeto a todas las personas y a su dignidad, la distribución justa de los beneficios y la carga de la investigación y la protección de los valores, derechos e intereses de los participantes.

10. PERFIL PROFESIONAL O FORMATIVO DEL PERSONAL SOLICITADO PARA CONTRATAR CON CARGO AL PROYECTO (PERSONAL INVESTIGADOR DOCTOR, PERSONAL EN FORMACIÓN, PERSONAL DE APOYO Y PERSONAL AUXILIAR DE GESTIÓN DEL PROYECTO), CON INDICACIÓN DE LAS TAREAS A REALIZAR EN EL PROYECTO Y PRIORIZACIÓN DEL MISMO

Los contratados deberán trabajar en la recopilación y gestión de las bases de datos que sustentan las tareas del proyecto. Del mismo modo deberán participar en el desarrollo y la aplicación de los bioindicadores, en colaboración con el resto de personal del equipo y colaboradores externos de la propuesta. Estas personas deberán participar en campañas de muestreo para la obtención de datos. Deberán también colaborar con la gestión integral del proyecto.

- Titulado superior (M3) con experiencia en biodiversidad, análisis de datos de comunidades biológicas y variables climáticas y/o oceanográficas, y lenguaje de programación (implementación de scripts) para tareas descritas en el plan de trabajo (18 meses). El perfil que se solicita es de Licenciado, o grado con máster, en Biología, Ciencias del Mar o Ambientales, o similar.
- Titulado superior (M3) con experiencia en biodiversidad y taxonomía para tareas descritas en el plan de trabajo (18 meses). El perfil que se solicita es de Licenciado, o grado con máster, en Biología, Ciencias del Mar o Ambientales, o similar.
- Titulado superior (M3) con experiencia en difusión y gestión de proyectos para tareas descritas en el plan de trabajo (6 meses) se encargará de la gestión documental, coordinación de reuniones, procesos de auditoría y difusión del proyecto. El perfil que se solicita es de Licenciado, o grado con máster, que den respuesta a estos requerimientos.

11. EN EL CASO DE QUE SE PREVEA LA SUBCONTRATACIÓN CON TERCEROS DEBERÁ INDICARSE IMPORTE A SUBCONTRATAR, PERFIL DE LAS EMPRESAS Y TAREAS DE INVESTIGACIÓN A REALIZAR POR LAS MISMAS

La subcontratación de servicios externos supone un 1.5 % del total del presupuesto. El IEO no dispone, a día de hoy, de embarcaciones tipo draga hidráulica o rastro remolcado con capacidad para operar a profundidades inferiores a los 10 metros y que puedan realizar pescas con estos artes, por lo que dicha actividad depende exclusivamente de la contratación a terceros de dicho servicio, es decir, del alquiler de una embarcación apropiada para llevar a cabo dicha campaña.

12. PRESUPUESTO DETALLADO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DEL MISMO

12.1 Costes de personal

Se solicita la contratación de tres personas con los siguientes perfiles, que suponen el 56% del presupuesto solicitado:

- Titulado superior (M3) con experiencia en biodiversidad, análisis de datos de comunidades biológicas y variables climáticas y/o oceanográficas, y lenguaje de programación (implementación de scripts) para tareas descritas en el plan de trabajo (18 meses). Tareas A1 y A2.
- Titulado superior (M3) con experiencia en biodiversidad y taxonomía para tareas descritas en el plan de trabajo (18 meses). Tareas A1 y A2.
- Titulado superior (M3) con experiencia en difusión y gestión de proyectos para tareas descritas en el plan de trabajo (6 meses). Tarea A0 y A4.

12.2 Equipamiento

El proyecto IN-BENTO concentra el 24% del presupuesto solicitado en la adquisición de un equipo ROV (Remotely operated underwater vehicle) para llevar a cabo la tarea A3.1 *“Implantación de ROV y detección de nuevas especies exóticas en el Golfo de Cádiz”*. Además se adquirirá un congelador -80°C destinado a la conservación de larga duración de muestras biológicas que se obtengan en esta propuesta (tarea A2.3). Se incluyen también los gastos de material fungible destinado a: 1) consumibles para desarrollo de muestreos 2) material de laboratorio para fijación, conservación y transporte de muestras. Destacar el apoyo del programa de monitorización de los proyectos FEMP_AND_04, FEMP_AND_05 e INVBLUE que permitirá, aumentar la recogida de datos y muestras a coste cero para la presente propuesta.

12.3 Otros gastos

En Otros Gastos, el 5% del total, de auditoría exigidos en la convocatoria y gastos de movilidad para reuniones de coordinación con acciones de otras CCAA y propias del equipo de investigación, la realización de campañas y muestreos, y asistencia a congreso. También se subcontratará el servicio de una embarcación tipo draga hidráulica o rastro remolcado para la tarea A2.3.

En la siguiente Tabla se detalla el presupuesto:

CATEGORÍA DEL GASTO	Euros			
Personal	sin IVA	IVA	Subtotal	Total/categoría
Grupo M3 x 18 meses	61183.83	0	61183.83	
Grupo M3 x 18 meses	61183.83	0	61183.83	
Grupo M3 x 6 meses	20394.61	0	20394.61	142762.27
Equipamiento	sin IVA	IVA	Subtotal	Total/categoría
ROV	39000.00	8190.00	47190	
Congelador -80°C	12958.68	2721.32	15680	
Fungible	1810.04	380.11	2190.15	65060.15
Otros gastos	sin IVA	IVA	Subtotal	Total/categoría
Auditoría	1033.06	216.94	1250	
Alquiler embarcación	3305.79	694.21	4000	
Viajes y dietas (reuniones)	7159.85	715.99	7875.84	
Viajes y dietas (campaña)	909.09	90.91	1000	
Productividad	438.02	91.98	530	
Inscripción congresos	826.45	173.55	1000	15655.84
			Total sin C.I.	223478.26
			C.I.	33521.74
			TOTAL	257000.00

13. PROCEDIMIENTOS IMPLANTADOS PARA EVITAR EL DAÑO SIGNIFICATIVO AL MEDIOAMBIENTE, Y PARA PREVENIR Y CORREGIR EL FRAUDE, LA CORRUPCIÓN Y EL CONFLICTO DE INTERÉS

El principio general de IN-BENTO es "maximizar los beneficios y minimizar los riesgos/daños". El análisis de la actuación según el «principio DNSH» (Art. 9 Reglamento UE 2020/852, de Taxonomía) muestra que la actuación tiene un impacto previsible insignificante dada su naturaleza. En consecuencia, cumple el principio DNSH. Uso sostenible y protección de los recursos hídricos y marinos. La medida no tiene un impacto significativo sobre la calidad o circulación de las masas de agua ni los hábitats/especies protegidas. Economía circular, incluidos la prevención y el reciclado de residuos. La medida está en consonancia con el plan de gestión de residuos de conformidad con el artículo 28 de la Directiva 2008/98/CE. Prioriza la prevención de residuos y garantiza la utilización eficiente y duradera de los recursos. Prevención y control de la contaminación a la atmósfera, el agua o el suelo. La instalación y el mantenimiento del ROV no incidirán en la zona en la que se realicen prospecciones. Protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas. Las características del ROV implican un impacto nulo o insignificante en zonas sensibles en cuanto a la biodiversidad.

Parte del presupuesto está destinado a la adquisición de material inventariable (ROV). Tanto para estos gastos como para el resto de contratos y servicios, las instituciones solicitantes son entidades de Derecho Público que están sometidas a la obligatoriedad de control y fiscalización del gasto y a los demás procedimientos establecidos por la Ley de Contratos y del Sector Público (Ley 38/2003 de 17 de noviembre). Con independencia de otros mecanismos de fiscalización y auditoría, los propios servicios administrativos que establecen protocolos que garantiza la legalidad y transparencia en los procedimientos y evita actuaciones fraudulentas. El equipo de investigación declara no tener conflictos de interés en estas transacciones, siendo escrupulosos con los principios de eficiencia del gasto público y facilitar la participación de las pequeñas y medianas empresas en la contratación pública en apoyo de objetivos sociales comunes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benavente et al., 2015. Caracterización morfodinámica de las playas españolas del Golfo de Cádiz. Boletín Geológico Minero, 126 (2-3): 409-426

- Borja, A., Muxika, I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Mar. Pollut. Bull.* 50 (7), 787–789.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine & coastal environments. *Mar. Pollut. Bull.* 40 (20), 1100–1114.
- Cuesta, J. A. et al., 2006. The decapod crustacean community of the Guadalquivir Estuary (SW Spain): seasonal and inter-year changes in community structure. In *Issues of Decapod Crustacean Biology*(pp. 85-95). Springer, Dordrecht.
- Delgado, M. et al., 2017. Population and production parameters of the wedge clam *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758) in intertidal areas on the southwest Spanish coast: Considerations in relation to protected areas. *Fisheries Research*, 193: 232-241.
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlacher, T.A., Dugan, J., Jones, A. Lastra, M., Scapini, F. 2009. Threats to sandy beach ecosystems: a review. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 81: 1-12.
- Diaz, R.J., Solan, M., Valente, R.M., 2004. A review of approaches for classifying benthic habitats & evaluating habitat quality. *J. Environ. Manag.* 73 (3), 165–181.
- García Lafuente, J. y J. Ruiz, 2007. The Gulf of Cádiz pelagic ecosystem: A review. *Progress in Oceanography*, 74:228–251
- González-Ortegón, E., Jenkins, S, Galil, B.S., Drake, P. & Cuesta, J.A. 2020. Accelerated invasion of decapod crustaceans in the southernmost point of the Atlantic coast of Europe: A non-natives' hot spot? *Biological Invasions*, 22:3487–3492.
- Huertas, I.E., et al. 2006. Temporal patterns of carbon dioxide in relation to hydrological conditions and primary production in the northeastern shelf of the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Deep-Sea Res. II Top. Stud. Oceanogr.* 53:1344–1362. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2006.03.010>.
- Pielou, E.C., 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, New York, U. S. A, 165 pp.
- Rodríguez-Rúa, A. et al. 2022. First insights into population parameters and spatial distribution of the two morphotypes of *Macra stultorum* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia) along the southwestern Spanish coast. *Marine Biology Research*, <https://doi.org/10.1080/17451000.2022.2064511>
- Serrano et al., 2022. Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. *Ecological Indicators*, DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108979
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, IL, USA, p. 115
- Silva, L. et al. 2011. Distribución espacio-temporal del langostino *Melicertus kerathurus* (Forsköl, 1775) en la desembocadura del río Guadalquivir (golfo de Cádiz, suroeste de la península Ibérica). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 19(1-4), 41-47.
- Sobrinho et al., 2005. Estudio previo para la delimitación de una reserva de pesca en la desembocadura del Guadalquivir. ISBN 84-8474-171, volumen: 76, 1-215. Editorial (si libro): Consejería Agricultura y Pesca. Junta Andalucía, Sevilla

- Lozano, P. et al. 2020. Multiprocess interaction shaping geoforms and controlling substrate types and benthic community distribution in the Gulf of Cádiz. *Marine Geology*, 423: 106139.
- Unnasch, R.S., Braun, D.P., Comer, P., Eckert, J.G.E., 2009. The Ecological Integrity Assessment Framework: Assessing the Ecological Integrity of Biological & Ecological Resources of the National Park System.
- Urra, J., García, T., León, E., Gallardo-Roldán, H., Lozano, M., Rueda, J.L., Baro, J. 2019. Effects of mechanized dredging targeting *Chamelea gallina*, striped venus clams, on the associated discards in the northern Alboran Sea (Western Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 99(3): 575-585.
- Urra, J., Marina, P., García, T., Baro, J. 2021. Damage assessment and survival estimates in the wedge clam (*Donax trunculus*) caught by mechanical dredging in the northern Alboran Sea. *Marine Biology Research*, DOI: 10.1080/17451000.2021.1949618

RELACIÓN DE PROYECTOS [SOPORTE BBDD de la propuesta]

- [1]: Proyecto VENUS: “Estudio integral de los bancos naturales de moluscos bivalvos en el Golfo de Cádiz para su gestión sostenible y la conservación de sus hábitats asociados” (2017-2021: INTERREG-POCTEP)
- [2]: Proyecto FEMP_AND_04: “Análisis de la pesquería de coquina en el caladero del golfo de Cádiz: Programa plurianual en el ámbito de la recopilación de datos de la comunidad autónoma de Andalucía” (2017-actualidad: Fondos FEMP).
- [3]: Proyecto FEMP_AND_05: “Seguimiento y análisis de la pesquería de chirla en el golfo de Cádiz: Programa plurianual en el ámbito de la recopilación de datos de la comunidad autónoma de Andalucía” (2017-actualidad: Fondos FEMP).