

APLICACIÓN DEL PROYECTO EUROPEO C2IMPRESS EN LA ISLA DE MALLORCA: INTEGRACIÓN DE DATOS SOBRE RIESGOS NATURALES EN CONTEXTOS DE CAMBIO

JOAN ESTRANY ([id](#))¹
ALEXANDRE MORAGUES ([id](#))¹
JULIÁN GARCÍA-COMENDADOR ([id](#))¹
JOSEP FORTESA ([id](#))¹
MIQUEL TOMÀS-BURGUERA ([id](#))¹
JAUME COMPANYY ([id](#))¹
MAURICI RUIZ ([id](#))²

¹*Mediterranean Ecogeomorphological and Hydrological Connectivity Research Team -MEDhyCON, Departament de Geografia, INAGEA, Universitat de les Illes Balears, Carretera de Valldemossa km 7,5, 07122 Palma, Illes Balears, España*

²*Servei de Sistemes d'Informació Geogràfica i Teledetecció, Departament de Geografia, Mediterranean Ecogeomorphological and Hydrological Connectivity Research Team -MEDhyCON, INAGEA, Universitat de les Illes Balears, Carretera de Valldemossa km 7,5, 07122 Palma, Illes Balears, España*

Autor de correspondencia: joan.estrany@uib.cat

Resumen. El cambio climático es una fuerza impulsora de episodios meteorológicos extremos tales como ciclones, inundaciones, olas de calor, sequías o incendios forestales. La urbanización expansiva en áreas peligrosas ha expuesto a más personas y su bienestar en peligro en Europa, donde los desastres provocados por peligros naturales supusieron únicamente en la UE más de 90.000 vidas entre 1980 y 2017. A pesar de generar impactos en cascada más desproporcionados en el medio natural y social, hay una falta de conocimiento científico sobre los efectos de episodios combinados de perturbación natural; i.e., generados por múltiples fuerzas externas a la vez o consecutivamente. Además, la gestión del riesgo de desastres y la función de gobernanza resultan insuficientes en áreas tangenciales tales como la gestión ambiental o el desarrollo urbano y regional, los cuales también afectan a la vulnerabilidad, el riesgo y la resiliencia territorial. Para abordar estos desafíos, el proyecto europeo C2IMPRESS (<https://cordis.europa.eu/project/id/101074004>) está desarrollando una plataforma de gestión multirriesgo que permitirá una gobernanza de riesgos policéntrica. En esta comunicación se desarrollan las relaciones ontológicas que deben fundamentar la base de datos geográfica que analiza con precisión y fiabilidad que permita su integración en la toma de decisiones en diversas escalas espacio-temporales.

Palabras clave: gestión de riesgos naturales, cambio climático, ontología geográfica, precisión y fiabilidad de datos, Islas Baleares.

IMPLEMENTATION OF THE EUROPEAN C2IMPRESS PROJECT ON THE ISLAND OF MALLORCA: INTEGRATION OF DATA ON NATURAL RISKS IN CONTEXTS OF CHANGE

Abstract. Climate change is a driving force triggering extreme weather phenomena such as cyclones, floods, heat waves, droughts or forest fires. Expansive urbanization in hazardous areas has put more people and their well-being at risk in Europe, where disasters caused by natural hazards claimed more than 90,000 lives in the EU, only between 1980 and 2017. Despite generating more disproportionate cascading impacts in the natural and social environment, there is a lack of scientific knowledge about the effects of combined events of natural disturbance; i.e., generated by multiple external forces at once or consecutively. In addition, disaster risk management and the governance

function are insufficient in tangential areas such as environmental management or urban and regional development, which also affect vulnerability, risk and territorial resilience. To address these challenges, the European project C2IMPRESS (<https://cordis.europa.eu/project/id/101074004>) is developing a multi-risk management platform that will enable polycentric risk governance. In this communication, the ontological relationships that should be the basis of the geographic database that analyses with precision and reliability that allow its integration in decision-making on various spatio-temporal scales are developed.

Keywords: natural risk management, climate change, geographic ontology, accuracy and reliability of data, Balearic Islands.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La integración de datos de riesgos naturales en contextos de cambio

El cambio climático actúa como fuerza conductora convergente, generando más fenómenos meteorológicos extremos tales como ciclones, inundaciones, olas de calor, sequías e incendios forestales. Asimismo, el aumento del nivel del mar, la urbanización y el desarrollo continuo en áreas peligrosas, han expuesto a más personas y sus bienes en peligro en Europa. Si bien las condiciones de escasez de agua y los episodios de sequía continúan causando riesgos significativos en el sur de Europa, se espera que las pérdidas anuales por inundaciones en Europa se multipliquen por cinco hasta 2050 y hasta por 17 en 2080 (Slater *et al.*, 2021). En la UE, las pérdidas económicas notificadas por fenómenos meteorológicos extremos ya ascienden a 12.000 millones de euros al año de media. En este contexto complejo, tal y como se enfatiza en el Marco de Sendai 2015-2030, es fundamental mejorar la comprensión y concienciación del riesgo, la exposición y la vulnerabilidad a múltiples amenazas para que las políticas locales, nacionales e internacionales sean efectivas. Tal comprensión y concienciación también es vital para un ciclo efectivo de gestión del riesgo de desastres para prevenir, mitigar, preparar, responder y recuperarse bien de los desastres.

El conjunto actual de modelos de sistemas terrestres complejos tradicionales y la modelización de desastres no proporcionan la comprensión adecuada en episodios históricos de este tipo de fenómenos, ni anticipa los futuros con incertidumbre reducida, ni tampoco detecta parte de la incertidumbre asociada al pronóstico meteorológico. Por lo tanto, para comprender mejor los episodios históricos y proyectar y pronosticar episodios extremos futuros con una incertidumbre muy reducida, se requiere de datos muy precisos que se adecúen a las técnicas actuales (Collier, 2007). De este modo, el pronóstico y la monitorización de desastres inducidos por el cambio climático se está convirtiendo en un apoyo crucial para la sociedad y el medio ambiente; i.e., sistemas de alerta temprana (Pol, 2019).

La toma de decisiones en contextos complejos y cambiantes -como la gestión del riesgo de desastres y su gobernanza- requiere enfoques interdisciplinarios colaborativos y un marco holístico para guiar la producción de conocimiento que se basa en múltiples actores, múltiples métodos, múltiples escalas y múltiples fuentes de información. Las soluciones actuales de evaluación del riesgo, la vulnerabilidad y el impacto no siempre se basan en pruebas y rara vez se basan en conocimientos sólidos y pertinentes sobre el riesgo de desastres locales, percepciones socioculturales, comportamientos y prácticas, así como en la caracterización espacio-temporal de múltiples amenazas y sus impactos. Por lo tanto, a menudo pierden la oportunidad de proporcionar o mejorar las estrategias locales de mitigación y adaptación y un marco de resiliencia adecuado.

1.2. El proyecto C2IMPRESS

Precisamente, este proyecto europeo tiene como objetivo ofrecer un conjunto de modelos, métodos, marcos, herramientas y tecnologías innovadoras a la vez que lo suficientemente sólidos para proporcionar datos cualitativos y cuantitativos espacio-temporales apropiados para mejorar la predicción con menor incertidumbre sobre los multirriesgo derivados de fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones, incendios forestales, etc. en diferentes escenarios de cambio climático. Con estas innovaciones sociales y técnicas, como procesos y productos novedosos, el proyecto C2IMPRESS proporcionará una mejor comprensión y conciencia pública sobre los multirriesgo, los impactos multidimensionales asociados, las

vulnerabilidades y la resiliencia de los fenómenos meteorológicos extremos, incluidos sus orígenes y consecuencias. Además, el proyecto C2IMPRESS tiene la intención de desarrollar microservicios de apoyo a la decisión de múltiples actores y un conjunto de enfoques y herramientas de participación ciudadana como medio clave para mejorar la conciencia pública y la comprensión junto con la optimización del coste, la precisión y la eficacia de las prácticas actuales. El proyecto C2IMPRESS también diseñará innovaciones sociotécnicas, producción y validación de conocimientos para empoderar a los ciudadanos y la sociedad con acciones climáticas que tengan en cuenta la resiliencia futura en crisis de amenazas múltiples, además de centrarse en inducir una evolución hacia nuevas formas de gobernanza para aumentar la participación de todos los actores en la toma de decisiones para una transición sostenible hacia una sociedad justa y resiliente al riesgo.

Estas herramientas se probarán y validarán en cuatro áreas de estudio. Una de ellas es la isla de Mallorca, donde la Universitat de les Illes Balears y el Govern de les Illes Balears trabajan conjuntamente para crear una plataforma multirriesgo que, desde la ciencia, proporcione datos para la toma de decisiones definiendo patrones multirriesgo vinculando ecosistemas naturales, sociales y técnicos en diferentes escalas espaciales y temporales. En este sentido, la Universitat de les Illes Balears, lidera el grupo de trabajo 1, del mencionado proyecto, centrado en comprender las amenazas multirriesgo, desafíos y especificaciones, en el que se deben analizar las amenazas históricas, así como desarrollar modelos calibrados y validados a partir del sistema climático actual y su interacción con el territorio. Las tareas implicadas deben aportar una mejora de la precisión y fiabilidad en los datos que permita su integración en estándares internacionales (Roberti *et al.*, 2020) y a diferentes escalas espacio-temporales.

2. INUNDACIONES E INCENDIOS FORESTALES, PRINCIPALES RIESGOS NATURALES EN LA ISLA DE MALLORCA

Mallorca es una región mediterránea que recurrentemente se ve afectada por fenómenos meteorológicos adversos, los cuales tienen consecuencias en forma de inundaciones (Petrus *et al.*, 2018) o perturbaciones importantes en sistemas boscosos; i.e., incendios forestales (Estrany y Gago, 2019) o temporales destructivos (Estrany *et al.*, 2022), siendo históricamente afectada por estos fenómenos.

Por la parte de inundaciones, cabe anotar que desde la Baja Edad Media se han documentado sistemáticamente devastadoras inundaciones, particularmente en Palma, la capital de la isla. En esta localidad, un episodio catastrófico provocó ca. 5.000 muertos en 1403 (20% de su población), lo que demuestra que las inundaciones son el principal peligro natural en este tipo de entornos. En el resto de la isla, los patrones históricos de distribución de los asentamientos humanos estuvieron relacionados con los sistemas fluviales, pero evitaron la ocupación de las llanuras aluviales hasta el aumento de las áreas urbanas en el siglo XIX durante la Revolución Industrial. Sin embargo, en la segunda parte del siglo XX esta expansión urbana se hizo exponencial, con muchos más asentamientos urbanos y turísticos, a menudo en zonas de riesgo de inundaciones (*vid* Ruiz-Pérez *et al.*, 2023) con consecuencias dramáticas (Estrany *et al.*, 2020; Grimalt-Gelabert *et al.*, 2020). El grupo MEDhyCON está implantando una densa red de estaciones hidrométricas en diferentes cuencas de drenaje con el objetivo de implementar el sistema de alerta temprana frente a riesgos de inundación -INUNSAB (*vid* Fortesa *et al.*, 2023). INUNSAB se implementará combinando datos de teledetección (EU Copernicus: humedad del suelo superficial y otros índices de vegetación) y datos terrestres (meteorológicos e hidrológicos). Todos estos datos se integrarán en un entorno SIG para implementar modelos hidrometeorológicos de predicción inmediata.

Por la parte de perturbaciones en sistemas boscosos, la Europa Mediterránea -no siendo las Islas Baleares una excepción- se ve afectada por el abandono rural a partir de la década de los años sesenta del siglo XX, momento en el que se dejan de lado la actividad agraria y los trabajos del bosque para la dedicación al sector terciario (servicios). La consecuencia es que la superficie forestal en las Islas Baleares, no ha dejado de crecer durante estas últimas décadas (1970-2010; Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012). Analizando el Inventario Forestal Nacional (IFN), en cuanto a la masa forestal, desde 1971 (IFN-1) a 2010 (IFN-4), se ha incrementado un 25%, pasando de 176.590 a 220.785 ha. Por tanto, el abandono generalizado de la actividad agraria – pastoreo, aprovechamiento forestal para la obtención de maderas y leñas, producción de carbón y cal, reducción del paisaje en mosaico que combina terrenos forestales con agrícolas, abandono del cultivo en las terrazas, etc.– ha propiciado un incremento de la superficie forestal y una masiva acumulación de biomasa en estos espacios forestales, además de una continuidad forestal del paisaje. Esta transición forestal –inédita desde época romana– tiene

consecuencias ambientales que se concretan, no sólo en un incremento de superficie forestal, sino también en la consecución de factores combinados que generan escenarios multirriesgo en los que se combina la afección de incendios forestales y los efectos de temporales destructivos. Así, en el siglo XXI -entre 2001 y 2021- los tres grandes incendios forestales y los cuatro grandes temporales destructivos ocurridos (umbral de 500 ha para ambos fenómenos) en las Islas Baleares, han afectado 4.462 ha y 16.636 ha, respectivamente, con impactos sinérgicos y acumulativos que pueden provocar una degradación irreversible en combinación con los efectos del cambio global: calentamiento, transición forestal e interfaz urbano-forestal. El grupo MEDhyCON desarrollará una herramienta de alerta temprana de riesgo de incendio forestal para el conjunto de las Illes Balears que servirá para establecer medidas de prevención, alerta y dimensionamiento de la operación de extinción de incendios en coordinación con las diferentes instituciones implicadas, en el marco del Plan Especial de Incendios Forestales de Baleares. A partir de un análisis de los múltiples factores que condicionan el riesgo de incendios forestales, (estos pueden ser dinámicos, como la humedad del combustible vivo fino, las variables meteorológicas, la situación sinóptica y el estado de la atmósfera, o estáticos, como el combustible forestal y sus inflamabilidad, características topográficas y orográficas, redes de carreteras, recurrencia de incendios forestales y patrones de propagación de incendios forestales históricos, experiencia de incendios de “diseño”, etc.), se establecerá un valor de riesgo de incendios forestales para los bosques baleares que se visualizará en una plataforma cartográfica interactiva. obtenidos, donde se pueden diferenciar los niveles de riesgo de incendio forestal.

3. LA INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE DATOS EN LA GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES EN LA ISLA DE MALLORCA, CASO DE ESTUDIO DE C2IMPRESS

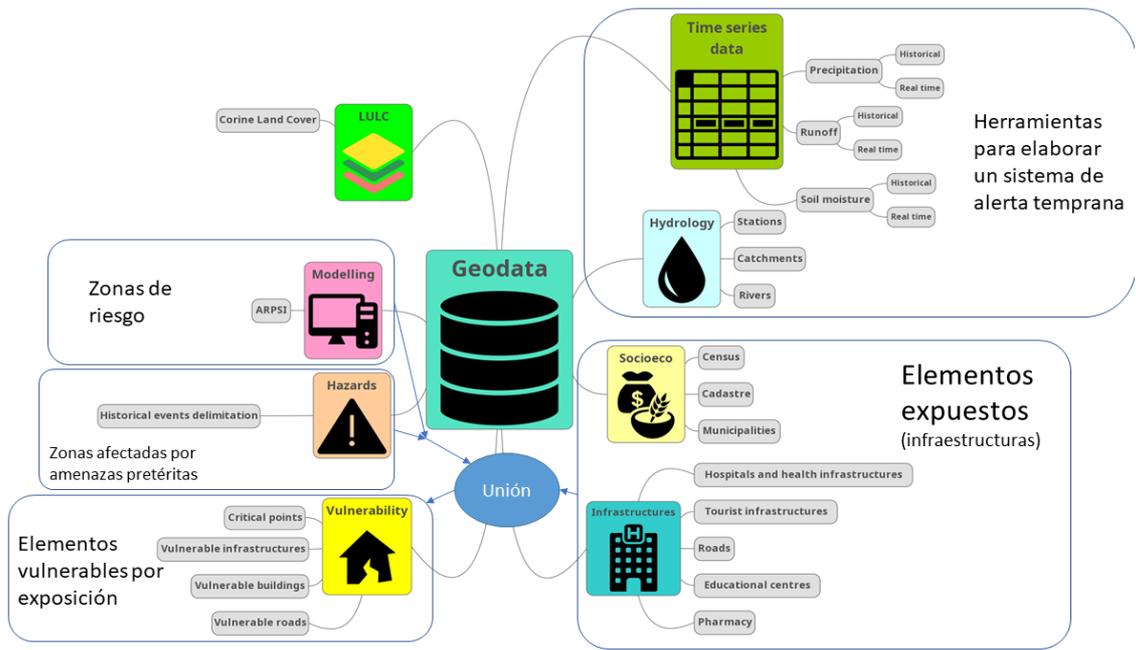
Es esencial contar con estándares de datos con precisión y fiabilidad para que puedan ser internacionalmente reconocidos y compartidos (Núñez-Andrés *et al.*, 2022). De esta forma, se puede obtener información a través de servicios como los que brinda la infraestructura de datos espaciales (IDE). Este es uno de los objetivos de la Directiva europea INSPIRE (Infraestructura para la Información Espacial en Europa). En esta Directiva, una IDE implica metadatos, o sea, conjuntos de datos espaciales y servicios de datos espaciales; servicios y tecnologías de red; acuerdos sobre cómo compartir, acceso y uso; y mecanismos de coordinación y seguimiento (Parlamento Europeo y Consejo, 2007). Este tipo de sistemas están diseñados para facilitar la formulación de políticas y la toma de decisiones, a fin de satisfacer las necesidades de la sociedad a escala local, nacional y mundial (Ključanin *et al.*, 2021).

Es aquí donde C2IMPRESS pretende recolectar y compilar todos los datos históricos, de manera sistemática, de fenómenos meteorológicos extremos y sus consecuencias. En particular, se considerarán sus áreas geográficas de impacto, y su severidad, extensión y daño. Se utilizarán datos de EFFIS (para incendios forestales), EFAS (inundaciones), ERA5 (datos climáticos), EO, Copernicus C3S y otras fuentes abiertas, incluidas bases de datos externas a la Unión Europea. Esta información será evaluada con el objetivo de comprender episodios pasados e identificar la vulnerabilidad y peligros, así como sus consecuencias mediante el uso de funciones de distribución de probabilidad física y vinculándolas a principios fundamentales. También identificaremos la razón detrás del fracaso de la predicción, el posible error del modelo y los inconvenientes. El análisis de incertidumbre asociado a los datos de entrada será debidamente evaluado en base a diferentes enfoques (enfoque estadístico, lógica difusa). Se evaluará el impacto de estas incertidumbres en los resultados finales. Todos los datos se proporcionarán tanto desde la monitorización continua como desde bases de datos recopiladas (incluidos los servicios de Copernicus).

Para ello, el uso de la ontología geográfica es fundamental, ya que debe cubrir un conjunto de conceptos geográficos. Las ontologías de dominio a menudo se derivan de un contexto específico, por esta razón, sus conceptos comparten una conceptualización dependiente del contexto procesado (Coullelis, 2010). Para C2IMPRESS, la ontología geográfica aborda el contexto de fenómenos meteorológicos extremos que hayan causado desastres naturales (Figura 1).

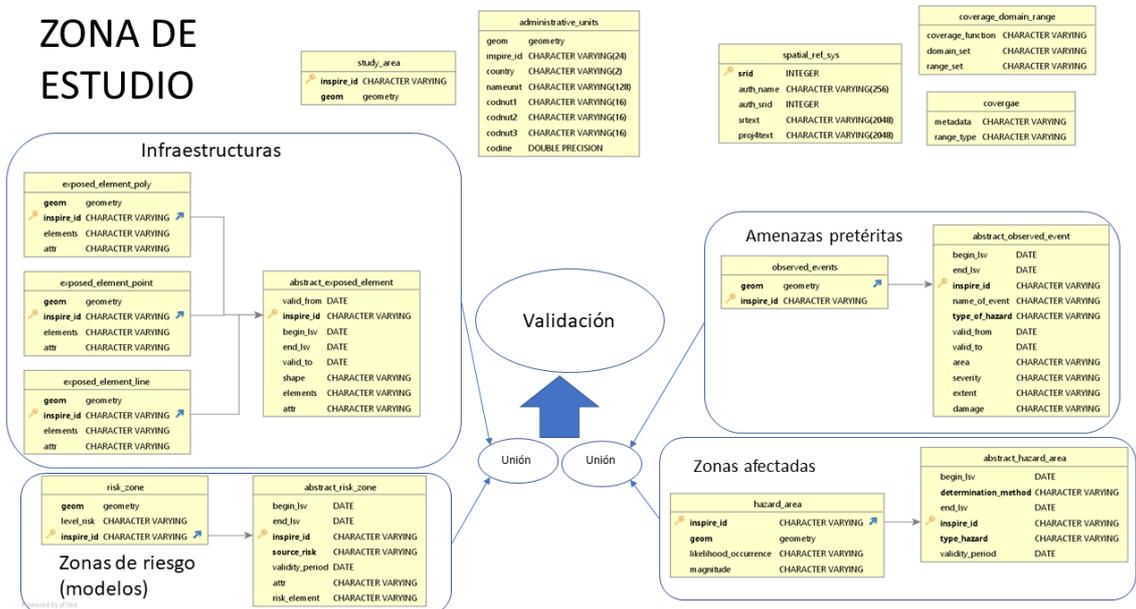
Los conceptos de ontología deben cubrir el área geográfica teniendo en cuenta cinco sub-ontologías: (i) áreas geográficas administrativas, (ii) elementos vulnerables (infraestructuras), (iii) zonas de riesgo, (iv) zonas afectadas y (v) amenazas preteritas (Figura 2).

Figura 1. Síntesis del diseño conceptual de la base de datos C2IMPRESS



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Relaciones ontológicas de los diferentes conceptos y procesos relacionados en el análisis de riesgos naturales en el proyecto C2IMPRESS basados en la aplicación de la Directiva europea INSPIRE



Fuente: elaboración propia.

(i) Elementos vulnerables, se utilizarán fuentes de datos de carácter abierto como los catastrales de la Dirección General del Catastro (Ministerio de Hacienda y Función Pública, 2022), a través de la unión de los datos georreferenciados y los datos alfanuméricos, que ofrecen una amplia información sobre cada parcela, como pueda ser el uso general, uso específico, fecha de construcción, superficie, etc., a excepción de su propietario y valor catastral. Además, también se ha utilizado la red de transportes del Instituto Geográfico Nacional.

(ii) Zonas de peligro. La modelización del peligro será clave para proporcionar escenarios potenciales de afectación territorial y niveles de intensidad de los peligros naturales.

(iii) Zonas afectadas, incluyendo conceptos de daño después de un desastre. Varias organizaciones han definido evaluaciones de daños, las cuales serán integradas en la base de datos, haciendo hincapié en las herramientas de teledetección (Gupta *et al.*, 2019).

(iv) Amenazas y riesgos pretéritos. A partir del análisis holístico del conjunto de elementos considerados se generarán nuevos escenarios de riesgo que serán convenientemente documentados.

4. CONCLUSIONES

La estructuración de esquemas ontológicos de integración de datos sobre riesgos naturales es esencial para obtener datos estándares con la suficiente precisión y fiabilidad para que puedan ser internacionalmente reconocidos y compartidos dada la necesidad de coordinación local, regional, nacional e internacional entre las diferentes instituciones implicadas en la gestión del riesgo de desastres para prevenir, mitigar, preparar, responder y recuperarse bien de los desastres. Los esquemas que se presentan en esta comunicación serán la base de la gestión de riesgos naturales en las Islas Baleares que, a su vez, serán estandarizados para su aplicación en el resto de regiones piloto del proyecto C2IMPRESS.

Además de ser afectada por diversos riesgos naturales con elevada recurrencia, la isla de Mallorca, como región piloto del proyecto C2IMPRESS presenta una planificación y gestión compleja de los riesgos naturales, por el hecho de que se trata de una temática transversal en la que participan diversas administraciones y entidades. Esto provoca una importante dispersión de información, dificultando el conocimiento de los riesgos y el análisis integrado de los efectos de los siniestros y/o episodios catastróficos. En esta gobernanza, es clave incorporar el conocimiento científico como eje de rotación fundamental para apoyar la toma de decisiones en el ciclo de gestión de los riesgos.

En este sentido, el Govern de les Illes Balears, consciente de esta problemática y con la voluntad de desarrollar instrumentos de ayuda al conocimiento y el análisis de riesgos, junto con el Grupo de Investigación MEDhyCON de la Universitat de les Illes Balears, impulsa la creación del Observatorio de Riesgos Naturales y Emergencias de las Islas Baleares -RiscBal para contar con información actualizada del riesgo que facilite las tareas de monitorización, gestión y análisis de estos riesgos.

La creación y puesta en funcionamiento de este instrumento operativo de apoyo a la planificación y gestión de los riesgos naturales -basado en la integración del conocimiento científico y técnico- servirá para sistematizar y efectuar una recopilación completa de toda la información científica y técnica existente. Ello permitirá crear y mantener una base de datos geoespacial y una infraestructura de datos espaciales de los riesgos naturales en las Islas Baleares que integre peligros, riesgos, elementos vulnerables e instrumentos de planificación y gestión. Igualmente, consolidación y mantenimiento de un instrumento de control y monitorización en tiempo real de los riesgos naturales (además de inundaciones y perturbaciones forestales, se añadirán movimientos gravitacionales y procesos de erosión y degradación de ecosistemas terrestres) mediante sistemas de alerta temprana que permita a RiscBal ser el Centro de Control de los Riesgos Naturales, Ambientales y Climáticos en las Islas Baleares.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto europeo 101074004 C2IMPRESS - Co-creative improved understanding and awareness of multi-hazard risks for disaster resilient society; Program HORIZON.2.3 - Civil Security for Society and Topic HORIZON-CL3-2021-DRS-01-01 - Improved understanding of risk exposure and its public awareness in areas exposed to multi-hazards.

REFERENCIAS

- Collier, C.G. (2007). Flash flood forecasting: What are the limits of predictability? *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 133, 3–23. <https://doi.org/10.1002/qj.29>
- Couclelis, H. (2010). Ontologies of geographic information. *International Journal of Geographical Information Science*, 24, 1785–1809. <https://doi.org/10.1080/13658816.2010.484392>
- Estrany J., Ruiz-Pérez, M., Mutzner, R., Fortesa, J., Náchter-Rodríguez, B., Tomàs-Burquera, M., García-Comendador, J., Peña, X., Calvo-Cases, A., Vallés-Morán, Francisco J. (2020). Hydrogeomorphological analysis and modelling for a comprehensive understanding of flash-flood damage processes: The 9

- October 2018 event in northeastern Mallorca. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20, 2195–2220. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-2195-2020>
- Estrany, J., Calvo-Cases, A., Santana, J.A. (Eds.) (2022). *Els temporals destructius als boscos de les Illes Balears 2001-2021*. Palma: Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. Disponible en: <https://ibdigital.uib.es/greenstone/library/collection/temporalsDestructius/browse/CL5>
- Estrany, J., Gago, J. (2019). *Gestió ambiental post-incendi forestal. Monitoratge i control de processos ecogeomorfològics amb tecnologies de precisió*. Palma: Conselleria de Medi Ambient i Territori. Disponible en: <https://xarxaforestal.org/wp-content/uploads/2021/06/Gestio-Ambiental-Post-Incendi-Forestal-UIB-CAIB-jun-2019.pdf>
- Fortesa, J., Tomàs-Burguera, M., García-Comendador, J., Company, J., Morán, A., Molina-Rotger, M., Ruiz, M., Estrany, J. (2023). Desarrollo e implementación del sistema de alerta temprana frente a riesgos de inundación de las Islas Baleares -INUN SAB. En *Geografía: Cambios, Retos y Adaptación*. Actas del XXVIII Congreso de la Asociación Española de Geografía, Logroño 12–14 septiembre. Universidad de La Rioja.
- Grimalt-Gelabert, M., Rosselló-Geli, J., Bauzà-Llinàs, J. (2020). Flood related mortality in a touristic island: Mallorca (Balearic Islands) 1960–2018. *Journal of Flood Risk Management*. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12644>
- Gupta, R., Goodman, B., Patel, N., Hosfelt, R., Sajeev, S., Heim, E., Doshi, J., Lucas, K., Choset, H., Gaston, M. (2019). *Creating xBD: A Dataset for Assessing Building Damage from Satellite Imagery*, 10–17.
- Ključanin S, Rezo M, Džebo S, Hadžić E. (2021). Spatial Data Infrastructure in Natural Disaster Management. *Tehnički glasnik*, 15, 455-461. <https://doi.org/10.31803/tg-20210108180723>
- Ministerio de Hacienda y Función Pública. 2022. Dirección General de Catastro - Sede Electrónica del Catastro.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012). Cuarto Inventario Forestal Nacional. Illes Balears. Madrid. Disponible en: <https://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST472ZI139398&id=139398>
- Núñez-Andrés, M.A., Lantada Zarzosa, N., Martínez-Llario, J. (2022). Spatial data infrastructure (SDI) for inventory rockfalls with fragmentation information. *Natural Hazards*, 112, 2649-2672. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05282-2>
- Parlamento Europeo y Consejo (2007). Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire) Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:02007L0002-20190626&from=EN>
- Ruiz-Pérez, M., Moragues, A., Olcina-Cantos, J., Pérez-Morales, A., Gil-Guirado, S., García-Comendador, J., Fortesa, J., Tomàs-Burguera, M., Estrany, J. (2023). Gestión integral del riesgo de inundación en pequeñas cuencas mediterráneas: instrumentos de monitorización y protocolos en el ámbito municipal. En *Geografía: Cambios, Retos y Adaptación*. Actas del XXVIII Congreso de la Asociación Española de Geografía, Logroño 12–14 septiembre. Universidad de La Rioja.