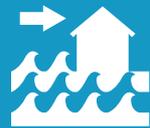


# NAP Costas

Plan Nacional de  
Adaptación Costera  
de Uruguay

Documento preparatorio

Informe sobre el taller de lanzamiento del proyecto





**IH cantabria**  
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



**MVOTMA**  
Ministerio de Vivienda  
Ordenamiento Territorial  
y Medio Ambiente



**CTCN**  
CLIMATE TECHNOLOGY CENTRE & NETWORK



**DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EVALUAR LOS  
IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN  
LA ZONA COSTERA DE URUGUAY**

**ENTREGABLE 2.4. INFORME SOBRE EL TALLER DE LANZAMIENTO**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS DEL TALLER.....	1
3. ENTIDADES Y PERFIL DE LOS PARTICIPANTES.....	2
4. DESARROLLO DEL TALLER.....	3
5. CONCLUSIONES .....	25
ANEXOS .....	26
ANEXO I. PROGRAMA DEL TALLER DE LANZAMIENTO	
ANEXO II. LISTA DE ENTIDADES Y PERSONAS PARTICIPANTES	
ANEXO III.1 VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO	
ANEXO III.2 INTRODUCCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA	
ANEXO III.3 DINÁMICAS	
ANEXO III.4 EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD	
ANEXO III.5 IMPACTOS	
ANEXO III.6 RIESGOS Y CONSECUENCIAS	
ANEXO III.7 ADAPTACIÓN.	
ANEXO IV. SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE TAREAS Y CRONOGRAMA.	

## 1. INTRODUCCIÓN

El Taller de Lanzamiento del proyecto transcurrió entre el lunes 20 y el viernes 24 de noviembre de 2017 en el Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) sita en 25 de Mayo 520 esq. Ituzaingó de Montevideo.

El Taller se organizó en colaboración entre el Ministerio de la Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Uruguay, el Climate Technology Center & Network (CTCN), el Programa de Medio Ambiente y Cambio Climático en América Latina y Caribe (ARAUCLIMA) de la Cooperación Española y Technology Needs Assessment (TNA) por lo que aglutinó diferentes actividades.

El programa del Taller se adjunta en el Anexo I. Como puede verse en dicho programa, el Taller estuvo estructurado en un conjunto de actividades orientadas a la consecución de diferentes objetivos, lo que requirió la participación de diversos agentes a lo largo de toda la semana.

## 2. OBJETIVOS DEL TALLER

Los objetivos fundamentales del Taller fueron múltiples. Entre los más destacados se encuentran los siguientes:

- Promover las primeras reuniones entre el equipo de IHCantabria y la contraparte uruguaya (MVOTMA) que gestiona el proyecto para analizar los objetivos, metodologías y planificación del proyecto.
- Conocer por parte de los técnicos de IHCantabria, el marco del proyecto en el contexto general de actividades que se están realizando en el país, directamente en este ámbito o en ámbitos relevantes para el desarrollo del proyecto.
- Presentar el proyecto ante los diferentes agentes involucrados en la gestión de la costa en Uruguay con el fin contrastar objetivos, metodología y organización del proyecto con las necesidades reales y el conocimiento local.
- Obtener información específica sobre la experiencia y la problemática presente y pasada en la costa del país.
- Mantener reuniones con los agentes principales que pueden contribuir a aportar datos e información al desarrollo del proyecto para identificar la cantidad, calidad y disponibilidad de la información existente y así alimentar el Entregable D2.2. sobre bases de datos instrumental y numérica existente en el país.
- Discutir las diferentes opciones existentes en relación con la base de datos que es necesario elaborar en el marco del proyecto y que debe describirse en el entregable D2.3., así como las necesidades de acuerdos con entidades locales y nacionales para tener acceso o para generar los datos necesarios, tal y como se debe recoger en el entregable D2.1.
- Analizar y seleccionar los posibles casos piloto a elaborar en la segunda parte del proyecto.

### 3. ENTIDADES Y PERFIL DE LOS PARTICIPANTES

En el Anexo II, se incluye la lista de las entidades y personas que asistieron al Taller de Lanzamiento. En la actividad principal participaron 42 personas y 2 miembros del equipo de IHCantabria, el Dr. Iñigo Losada Rodríguez, director del proyecto y la Dra. Melisa Menéndez García, responsable de las dinámicas en el proyecto. Sin embargo, a lo largo de la semana se mantuvieron reuniones adicionales con, al menos, otras 20 personas de diferentes administraciones y entidades.

Por parte de Uruguay, las entidades representadas a lo largo de las diferentes iniciativas del Taller fueron:

- Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial
- Dirección Nacional de Medio Ambiente
- Dirección Nacional de Hidrografía
- División de Cambio Climático
- División de Promoción del Desarrollo Sostenible
- División de Calidad Ambiental
- División de Evaluación de Impacto Ambiental
- División de Información Ambiental

Asimismo, asistieron diferentes representantes de las Intendencias costeras del país incluido: Colonia, Maldonado, San José, Canelones, Montevideo y Rocha. El perfil de los participantes fue diverso. Desde tomadores de decisiones, desde el nivel nacional al municipal, hasta técnicos en ingeniería o ambientales, hidrógrafos o especialistas en tratamiento de datos geoespaciales, lo que sirvió para enriquecer considerablemente el Taller.

A varias de las reuniones de trabajo asistieron también otros representantes de MVOTMA e investigadores del Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) y de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.

## 4. DESARROLLO DEL TALLER

Después de una reunión preliminar entre los responsables del proyecto por parte del MVOTMA y los representantes de IHCantabria, se procedió a la primera sesión del Taller.

Lunes 20 de noviembre

### 14:00 - 14:30hs - Apertura

- Sr. Ignacio Lorenzo, Director de la División de Cambio Climático, MVOTMA

D. Ignacio Lorenzo realizó una presentación inicial sobre el contexto del proyecto dentro de las actividades de la División de Cambio Climático. Se refirió especialmente a las actividades ya realizadas durante el periodo 2004-2017 y futuras actividades en el 2018-2020. Hizo especial hincapié en el NAP Costero, un plan específico para adaptación de la costa.

### 14:30 - 15:00hs – Presentación del Proyecto

- *Proyecto* “Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay”.

Objetivos del Taller. Sra. Mónica Gómez (División de Cambio Climático, MVOTMA)

Dña. Mónica Gómez presentó el proyecto, explicando su gestación y concepción e introduciendo los objetivos y estructura del Taller.

### 15:00 - 16:00hs - Visión general del proyecto

- Objetivos, metodología y resultados esperados del proyecto

Sr. Íñigo Losada (IHCantabria, España)

D. Íñigo Losada realizó una presentación general y somera de los objetivos, metodología y resultados esperados del proyecto. Se consideró que esta visión general sería muy útil para facilitar las necesidades de datos e información que serían posteriormente debatidos con los agentes participantes en las diferentes reuniones.

*Ver Anexo III.1 Visión general del proyecto*

### 16:00 - 17:00hs - Consultas y acuerdos

Durante esta sesión resolvieron dudas y se discutió los datos que son necesarios para el proyecto. Por la contraparte uruguaya se hizo un análisis preliminar de las fuentes de datos disponibles, así como de cuáles son las entidades que están en posesión de los datos. Todas estas entidades participaron en las reuniones del día 21 y 22 y, por tanto, se presentó la ocasión de analizar debidamente su calidad y disponibilidad.

De especial importancia fue la información facilitada sobre un proyecto en marcha destinado a obtener un modelo digital del terreno de alta resolución para todo el país. Concretamente el proyecto “*Producción, control y diseminación de ortoimágenes, modelos digitales de elevación y cartografía*”. Los resultados del mismo se consideraron críticos para el desarrollo de este proyecto.

## Martes 21 de noviembre

En esta jornada y ante las entidades que disponen de la mayor parte de los datos y experiencia en la gestión de datos geospaciales de Uruguay, se hizo una introducción general sobre las necesidades y los productos que se espera desarrollar en el marco del proyecto. En cada una de las sesiones se especifica la presentación de referencia que puede consultarse en los Anexos.

### **9:00 - 11:00hs - Generación de productos**

Sr. Íñigo Losada (IHCantabria, España)

- Información utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad y la exposición

#### Ver Anexo III.4 Exposición y vulnerabilidad

- Datos históricos instrumentales y numéricos de la dinámica marina

#### Ver Anexo III.3. Dinámicas

### **11:00 - 11:30hs - Pausa café**

### **11:30 - 13:00hs - Generación de productos**

Sr. Íñigo Losada (IHCantabria, España)

- Metodología de análisis de los impactos costeros a escala nacional (inundación, erosión)

#### Ver Anexo III.5 Impactos

- Metodología para la evaluación del riesgo socioeconómico

#### Ver Anexo III.6 Riesgos y consecuencias

- Generación de indicadores para el monitoreo de la vulnerabilidad costera

### **14:00 – 17:00hs Sitio Piloto (Montevideo)**

Durante la tarde, los representantes de IHCantabria, conjuntamente con la Dra. Gómez y varias personas de la Intendencia de Montevideo, tuvieron la oportunidad de visitar varias localizaciones a lo largo de la costa de Montevideo donde se han experimentado problemas de erosión e inundación o en las que se han implementado o proyectado diferentes medidas para la reducción de riesgos.

Concretamente se visitaron varios puntos diferentes, lo que permitió hacer un primer diagnóstico sobre la situación de la costa en la Intendencia.



Figura 1. Playa Brava. Demolición de antiguo cine en la playa. Los problemas de erosión en esta playa se pretenden resolver con la instalación de geotubos rellenos de arena, colocados a modo de diques semisumergidos.



Figura 2. Construcción de cercas para atrapar sedimento.



Figura 3. Reparación del muro de protección de la rambla de Montevideo debido a los daños sufridos por la erosión. Área de Carrasco.



Figura 4. Reparación del muro de protección de la rambla de Montevideo debido a los daños sufridos por la erosión. Detalle de la construcción de un nuevo muro de hormigón. Área de Carrasco.



Figura 5. Protección del dique vertical de la rambla de Montevideo mediante un escollerao para evitar problemas de erosión. Área de Carrasco.

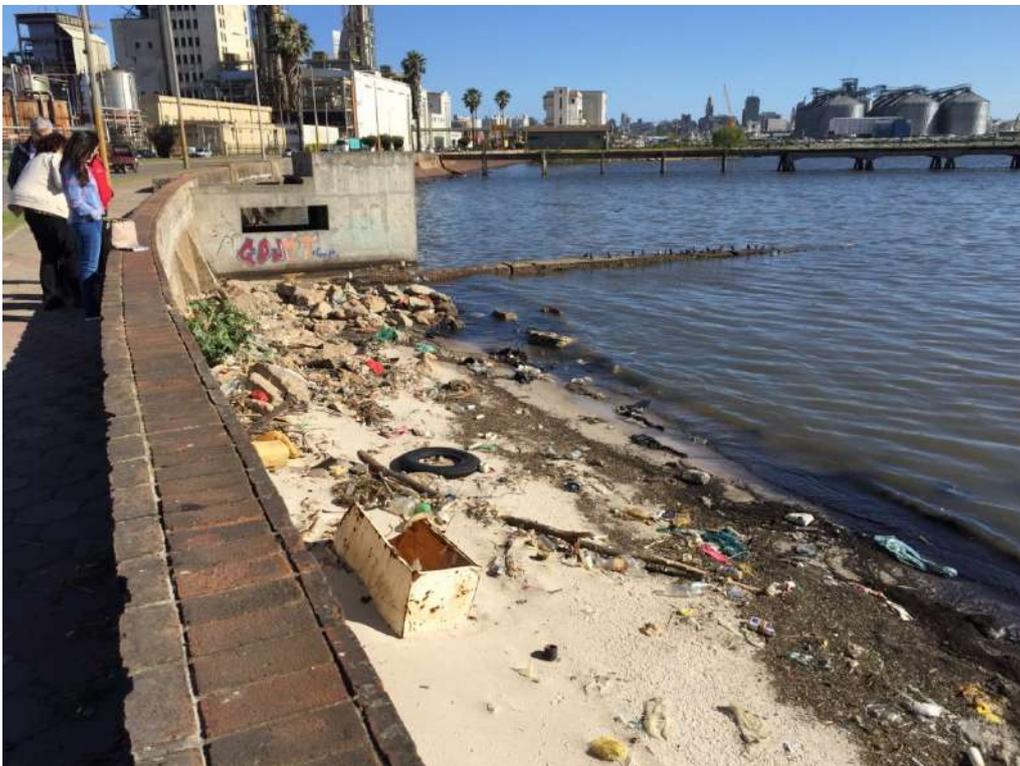


Figura 6. Acumulación de residuos sólidos en una playa interior del puerto de Montevideo.



Figura 7. Desembocadura del Arroyo Carrasco en la Playa de Miramar.

### Miércoles 22 de noviembre

Este día fue especialmente importante, dado que sobre la base de las exposiciones realizadas el día anterior MVOTMA, DINOT, SOMA, IDU-INDAGUA, IDEuy, IMFIA y otras entidades, hicieron presentaciones específicas sobre los datos disponibles en Uruguay. El esquema seguido consistió en una presentación inicial por parte de la Dra. Gómez de la institución, una presentación por parte de los representantes de cada una de las entidades de aquella información que consideraban importante para las necesidades del proyecto y, finalmente, un debate entre los representantes de IHCantabria y los representantes institucionales sobre aspectos técnicos concretos sobre los datos, su calidad, incertidumbres, disponibilidad y accesibilidad.

Aunque la mayor parte de este material, adecuadamente analizado y resumido se encuentra en los entregables: D1.2: Informe sobre las variables necesarias en Uruguay y D2.2.: Lista de la información instrumental y numérica disponible en el país, a continuación, se expone un breve resumen de los temas tratados antes del almuerzo.

## 9:00 - 11:00hs - Análisis de la información generada en Uruguay

Plenario

- Información de la zona costera uruguaya
- Bases de datos nacionales

## 11:00 - 11:30hs - Pausa café

## 11:30 - 13:30hs - Compromisos nacionales

Plenario. Continua información sobre datos nacionales

Exposición de información disponible:

- MVOTMA: Sistema Información Territorial

Website: [Sit.mvotma.gub.uy/js/sit](http://Sit.mvotma.gub.uy/js/sit)

Visor GIS con capas de diferentes. Ej. Conjuntos habitacionales (=~categorías); viales (carreteras, viales de tren, etc.); demografía; orografía (cada 10 m); sist. naturales; cuencas hidrográficas (hasta nivel 5);

Información histórica: 85, 96, 2004 (solo conteo), 2011.

Formatos: shape files

MDT: 30x30 metros (MDT RENARE)

Información útil para la caracterización de la exposición y de sectores estratégicos para el análisis de riesgo

- DINOT (a partir de info procedente de SIT). Análisis de indicadores de impactos en costa.

Información muy bien estructurada, categorizada, fichas de información.

Indicadores (40 tipos): Tipo de Suelo artificial y rural, censo, % población en una distancia < 1000 metros a la costa, suelo rural potencialmente transformable, etc.

Website: [Sit.mvotma.gob.uy/dinot\\_sit\\_mig](http://Sit.mvotma.gob.uy/dinot_sit_mig)

Información útil para la caracterización de la exposición y de sectores estratégicos para el análisis de riesgo

- SOMA: batimetría de plataforma continental en todo el país
- IDU-INDAGUA. Mapas de riesgo inundación Fluvial (Juan Pablo Martínez):

Vulnerabilidad (cuencas): viviendas próximas a zonas de alto riesgo de inundación; población más pobre afectada; Mapeos históricos de inundación.

Modelado numérico de mapas de inundación con los siguientes periodos de retorno: R=5,10, 100 y 500 años.

Los mapas de riesgo de inundación cuentan con información sobre medidas de actuación planteadas ante eventos de 100 años de periodo de retorno.

Asimismo, cuentan con registros hidrológicos: hidrometría (altura) y con un número de aforos muy reducidos en algunos ríos.

Pluviómetros: registros discontinuos por el país con algunas estaciones meteorológicas más completos:

<https://lnumet.gub.uy/SercClimapasEstaciones>

- INUMET

Observatorio Ambiental Nacional. Geoportal. Información libre, código abierto.

[www.dinama.gub.uy](http://www.dinama.gub.uy)

Datos Abiertos (geoportal): calidad de agua (listado muy largo de parámetros, Tª), en playas fundamentalmente asociado a temporada de baños.

También hay otros datos disponibles (ej. Calidad el aire, datos ambientales (distribución de especies asociadas a elementos de protección ambiental; etc)

Para jurisdicciones Marítimas (zonaciones, ámbitos prefecturas, etc...). También cuentan con información física del medio marino: isóbatas, batimetría, presencia de infraestructuras, etc.

- IDEuy (Infraestructuras de datos espaciales). Por su parte se realizó una descripción exhaustiva del proyecto *“Producción, control y diseminación de ortoimágenes, modelos digitales de elevación y cartografía”*. Se explicó que este proyecto, en desarrollo, tiene como objetivo principal generar una plataforma de interoperabilidad de los datos espaciales, con las siguientes características: Información oficial (certificada en su metodología; calidad y niveles de resolución y exactitud; de todo el país (completa, continua y consistente); con múltiples capas (incluye 3D); con alta exactitud y resolución que permite el uso seguro de otras tecnologías para su actualización (imágenes satelitales y drones, por ejemplo); puesta a disposición pública como datos abiertos. Concretamente, el proyecto generará la siguiente información en todo el territorio: Imágenes digitales con resolución de 32 cm, exactitud xy de 1m y exactitud z de 1.5 m; Modelos Digitales de Terreno; Cartografía de: cuencas, centros poblados, curvas de nivel, hidrografía y límites aparentes. Además, en 80 centros urbanos: imágenes digitales con resolución de 10 cm, exactitud xy de 20 cm y exactitud z de 30 cm; Modelos Digitales de Terreno y Superficie e Hidrografía.
- Aunque se muestra una total disponibilidad para poner esta información a disposición del proyecto, existe un problema de plazos que no hace compatible la producción de esta información con el cronograma actual del proyecto. Según IDEuy, la información estará disponible de acuerdo con el siguiente cronograma mostrado en la siguiente figura.

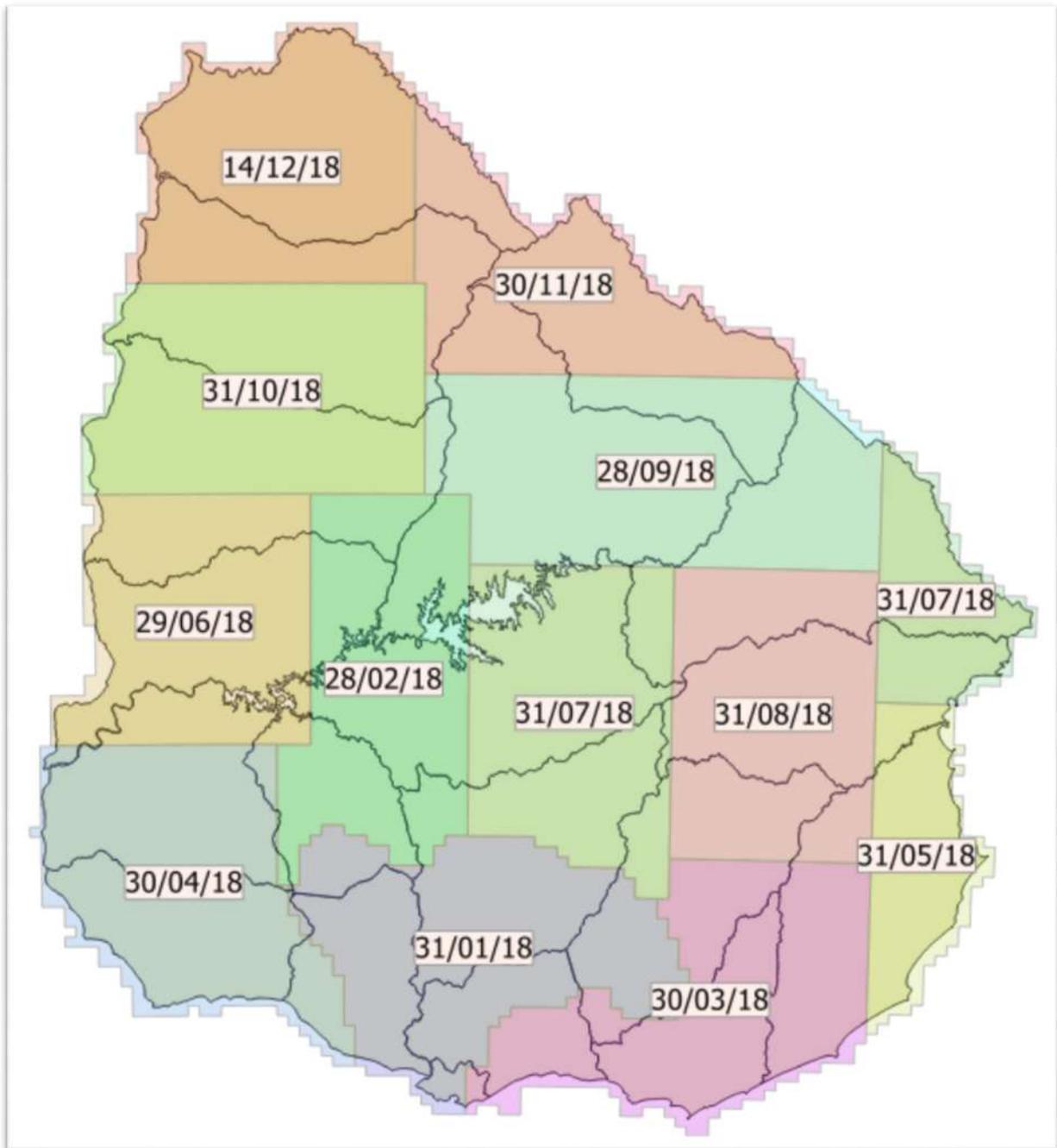


Figura 8. Fig. Cronograma de entrega de la información geoespacial correspondiente al proyecto “Producción, control y disseminación de ortoimágenes, modelos digitales de elevación y cartografía”

Como puede observarse en la figura, la mayor parte de la información a lo largo de las intendencias costeras no estará disponible hasta 2018.

- IMFIA. Realizo una descripción exhaustiva de la información meteo-oceánica disponible, tanto instrumental como numérica, así como de sus capacidades para generar información adicional. Dado que la colaboración con IMFIA en este marco ha supuesto un cambio relevante en la organización del proyecto, se discutirá con más detalle en los entregables correspondientes.

**13:30hs - Almuerzo** (Centro de Cooperación Española)

**14:30 - 15:30hs Cronograma de trabajo y acuerdos**

Dada la importancia de la necesidad de alcanzar un acuerdo concreto con IMFIA y la Facultad de Ciencias sobre la parte relativa a las bases de datos de dinámicas, esta sesión se dedicó íntegramente a una reunión trilateral IMFIA, Facultad de Ciencias e IHCantabria para llegar a acuerdos concretos sobre las actividades a realizar por parte de las contrapartes uruguayas y un posible cronograma de trabajo.

**16:00 - 17:00hs - Reunión con autoridades** (MVOTMA; Zabala 1432)

- Presentación del proyecto y la propuesta de trabajo

Sr. Jorge Rucks, Subsecretario del MVOTMA

Sr. Alejandro Nario, Director Nacional de Medio Ambiente, MVOTMA

Sr. José Freitas, Director Nacional de Ordenamiento Territorial, MVOTMA

Sr. Ignacio Lorenzo, Director de la División de Cambio Climático, MVOTMA

Sr. Íñigo Losada, Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, España

Durante esta reunión con el máximo nivel decisorio del MVOTMA, se hizo una revisión general del proyecto: objetivos y resultados esperados. Pero además se hizo mucho énfasis en aquellos aspectos metodológicos del proyecto que van a requerir decisiones concretas para proceder a su implementación. Así, por ejemplo, se discutió sobre cuál sería el periodo base y los horizontes temporales para la evaluación del riesgo; cuáles serán los RCPs a considerar; el uso o no de escenarios socioeconómicos vinculados a las proyecciones de población o planeamiento territorial; los indicadores de riesgo a utilizar y sectores prioritarios, etc.

Jueves 23 de noviembre (Taller Principal)

**9:00 - 9:30hs - Apertura**

- Autoridades de Gobierno de Uruguay
- Autoridades de España



Figura 9. Acto inaugural.

**9:30 - 10:30hs - Evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación cambio climático en la zona costera de Uruguay.**

- *Lecciones aprendidas* en el marco de la adaptación a la variabilidad y el cambio climático en la zona costera de Uruguay.

Sr. Ignacio Lorenzo (División de Cambio Climático, MVOTMA)

- *Proyecto* “Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay”.

Objetivos del Taller. Sra. Mónica Gómez (División de Cambio Climático, MVOTMA)

Durante estas primeras presentaciones se dio una visión general sobre la experiencia existente en Uruguay en relación con la gestión de la costa y de los riesgos producidos por eventos extremos y el cambio climático. Además, la Dra. Mónica Gómez realizó una primera introducción sobre la concepción del proyecto de CTCN, sus objetivos y especialmente su integración en el marco general de actividades que el Gobierno está realizando en este campo.

### **10:30 - 11:00hs – Visión general del proyecto**

- Objetivos, metodología y resultados esperados del proyecto

Sr. Íñigo Losada (IHCantabria, España)

El Dr. Losada realizó un resumen general sobre los objetivos, la metodología y los resultados esperados de este proyecto. Cada uno de estos elementos fue desarrollado posteriormente a lo largo del Taller. Se consideró que tener esta visión general del proyecto desde el comienzo facilitaría la contextualización del mismo, así como la participación por parte de los asistentes.

#### *Ver Anexo III.1 Visión general del proyecto*

### **11:00 - 11:30hs - Pausa café**

### **11:45 - 13:30hs - 1er bloque**

- “Introducción al cambio climático en zonas costeras”.

Sr. Íñigo Losada (IHCantabria, España)

Para situar la metodología del proyecto en contexto y sentar una base terminológica común, el Dr. Losada realizó una presentación introductoria sobre el cambio climático en zonas costeras. Fundamentalmente, se explicó el marco general del riesgo y sus componentes y su aplicación en la costa, dando así pie a las siguientes presentaciones que básicamente se dedicaron a profundizar sobre cada uno de dichas componentes y su integración posterior en términos de riesgos.

#### *Ver Anexo III.2 Introducción al cambio climático en la costa*

### **13:30hs – 14:30hs - 2do bloque**

- “Dinámicas”.

Sra. Melisa Méndez (IHCantabria, España)

Por su relevancia en la determinación de las amenazas, durante este bloque se realizó una presentación detallada sobre las necesidades en términos de las dinámicas pasadas y futuras, tanto marinas como atmosféricas. Se analizó diferentes posibles fuentes de datos, variables relevantes para la evaluación de impactos, técnicas de validación y calibración o datos de proyecciones climáticas.

La participación de diferentes personas en el Taller, sirvió para identificar fuentes de datos adicionales.

#### *Ver Anexo III.3. Dinámicas*

### **14:30hs - Almuerzo (Centro de Cooperación Española)**

### **14:30 - 16:30hs - 3er bloque**

- “Evaluación de impactos, riesgos, consecuencias y adaptación”.

Sr. Íñigo Losada

En esta última sesión se dio una visión general sobre la evaluación de impactos de eventos extremos y cambio climático en la costa con especial énfasis sobre la erosión y la inundación. Se habló de las necesidades de información y el tipo de metodología según la escala espacial para diferenciar claramente la aproximación a seguir en el estudio de país frente a los estudios para las zonas piloto. Asimismo, se realizó una revisión general sobre las necesidades de información para definir adecuadamente la exposición y vulnerabilidad y, finalmente, se explicó las técnicas existentes para determinar el riesgo.

La última parte de este bloque se dedicó a plantear diferentes cuestiones relativas a la adaptación. Una gran parte de la exposición se basó en la descripción de la recientemente aprobada Estrategia Española de Adaptación al Cambio Climático.

Es decir, al final de este bloque, los asistentes adquirieron una visión general sobre los objetivos y contenidos del proyecto, pero asimismo adquirieron un conocimiento general sobre las metodologías que se propone emplear, los requerimientos en términos de cantidad y calidad de la información para su aplicación y la tipología de los resultados esperables.

*Ver Anexo III.4 Exposición y vulnerabilidad*

*Ver Anexo III.5 Impactos*

*Ver Anexo III.6 Riesgos y consecuencias*

*Ver Anexo III.7 Adaptación*

### **16:30 - 18:30hs – Análisis de zonas piloto y pasos a seguir**

Durante este bloque se hizo una presentación por parte de las Intendencias costeras de las características fundamentales de su zona costera, identificando problemas presentes, así como iniciativas y proyectos que se están llevando a cabo o planificando. Asimismo, se hizo por parte de cada una de ellas una propuesta de zona piloto. A continuación, se describe someramente alguna información relativa a las mismas.

### INTENDENCIA DE MONTEVIDEO

Tienen problemas evidentes de erosión costera por acción antropogénica. Fundamentalmente por la construcción de la rambla (paseo marítimo) sobre la duna primaria, así como las evacuaciones de los pluviales. También consideran relevante la erosión por viento. Asimismo, han descuidado la vegetación de las dunas. Tienen problemas de erosión que generan inundación y descalce y destrucción de muros. Tienen medidas de línea de costa desde 1923.

Los departamentos competentes son el Departamento de Planificación y Departamento de Gestión Ambiental. Proponen dos zonas concretas para los estudios piloto: Playa del Cerro y Playa Carrasco.



Figura 10. Propuesta de sitio piloto (1) para la Intendencia de Montevideo.

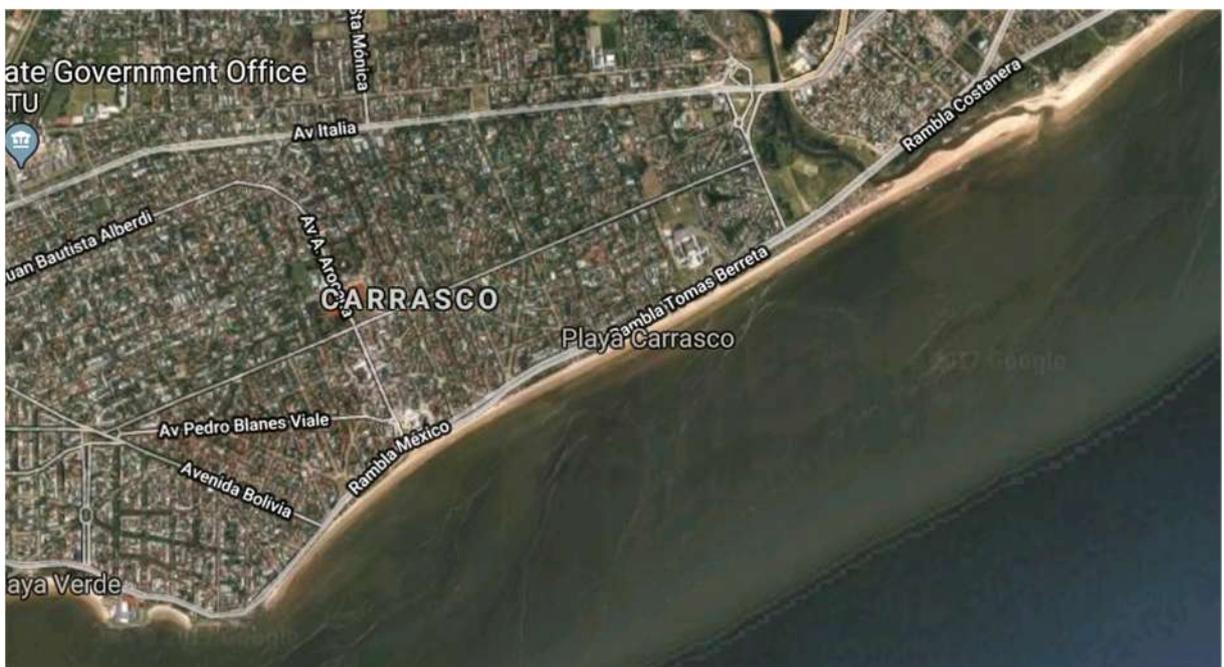


Figura 11. Propuesta de sitio piloto (2) para la Intendencia de Montevideo.

## INTENDENCIA DE COLONIA

Longitud de costa 100 km. Problemas de erosión por la construcción de una escollera. Han trabajado con IMFIA en diversas playas, por lo que existe información preliminar que pudiera ser de interés para este proyecto. Achacan los problemas actuales a la extracción de arenas y de construcción de infraestructuras río arriba. Entre las medidas que se han tomado hasta el momento está la introducción de vegetación para captación de arena.

Proponen como zona piloto Ciudad de Colonia. Las razones fundamentales son: es patrimonio de la humanidad; se han construido diferentes infraestructuras y rellenos que pueden haber sido la causa de muchos de los problemas existentes. Consideran que la construcción de una rambla por encima de la duna y de escolleras para resolver el problema de la erosión son algunos de los orígenes de la problemática actual. Sostienen que la incidencia de las islas es importante en los efectos sobre el clima general. Existen multitud de cuestiones patrimoniales y de usos que generan conflictos importantes de gestión. Un informe de IMFIA considera diferentes soluciones. Tienen también problemas de inundaciones. Destacan que se han construido gran cantidad de cercas de captura de sedimento. La medición de la captación se hace con los vecinos. Especialmente importante ha sido captación de arena en Santa Ana.



Figura 12. Propuesta de sitio piloto para la Intendencia de Colonia.

### INTENDENCIA DE SAN JOSÉ

Zona con muchas barrancas. Existen varios paradores afectados con erosión. El parador Chico Kiyu se encuentra especialmente afectado por la erosión. Como medida preliminar han construido cercas para la captación de sedimentos.

Plantean como zona piloto el tramo de Ciudad del Plata-Playa Pascual. Se trata de una zona con balnearios turísticos y muy poblada. 30.000 habitantes en Ciudad del Plata y una alta vulnerabilidad social. Existe una zona crítica por el mal estado de los diques en la desembocadura del río.

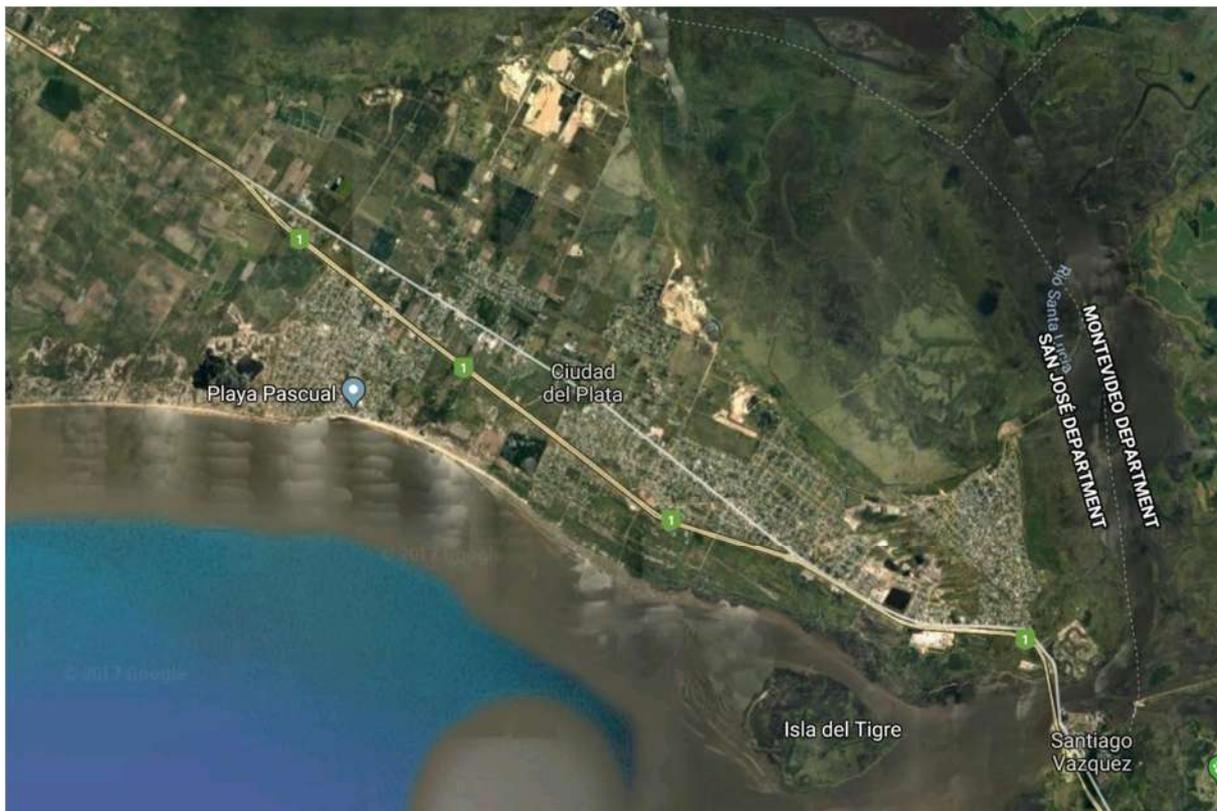


Figura 13. Propuesta de sitio piloto para la Intendencia de San José.

### INTENDENCIA DE CANELONES

Cuenta con unos 60 km de costa. La zona seleccionada como piloto es Atlántida. Se reconoce, en general, una gestión mejorable debido a los problemas que subyacen al tratarse de una zona muy poblada que vive eminentemente del turismo regional y nacional. Consideran que Atlántida es importante por su incidencia económica y social. Los bordes costeros son los más poblados y la tendencia es a ser cada vez más ocupada. Creen que se va a acentuar el problema con el tiempo. Las mayores amenazas identificadas provienen de la mayor frecuencia de eventos extremos asociados a viento y lluvias. En general, tienen problemas con falta de arena y un nivel freático muy alto por lo que las llaman playas húmedas.

Para resolver los problemas ya se hicieron varias intervenciones en el pasado. Por ejemplo, se construyeron espigones en los años 70 para captar arena. En otras playas, con nivel freático alto, se ha puesto un dren que lleva el agua a una escollera (Playa Mansa). Existen bombas instaladas, pero no funcionan. Asimismo, se han construido cercas captoras de arena en dunas. Aproximadamente 10 km para intentar evitar la erosión eólica. La arena que recogen, la tiran en el arroyo a la altura del puente de Seregni en Playa Nueva. Hay construido también accesos elevados a la playa para proteger las dunas. La altura máxima de las dunas es de 8 m en parque del Plata.

También tienen erosión en las barrancas por efectos de los pluviales. En la zona del Águila han medido retrocesos de 60 cm/año.

Frente a estos problemas tienen propuestas de medidas realizadas por el IMFIA e información adicional como, por ejemplo, perfiles de playa. La estructura del Águila está protegida por gaviones por la erosión. Se van a hacer obras de emergencia.

Hay un proyecto de puerto deportivo, pero no se va a construir. El puerto va en la zona de Playa Brava e Isla de la Sirena. Esa zona está ganando arena. También están actuando hasta el arroyo de Soles. En el arroyo los vecinos han puesto un geotextil para evitar la erosión. También utilizan arena de cantera para echarla en toda la zona de Arroyo Solos Grande. El puntal se ha roto y el arroyo sale directamente por el medio del puntal. Quieren mantener sin estructuras la zona de ese puntal por tratarse de una zona de baños protegida. La distancia entre el Águila y playa del Arroyo es del orden de 40 km.

El problema de nivel freático alto y afloramientos está en toda la zona, especialmente en todas las barrancas

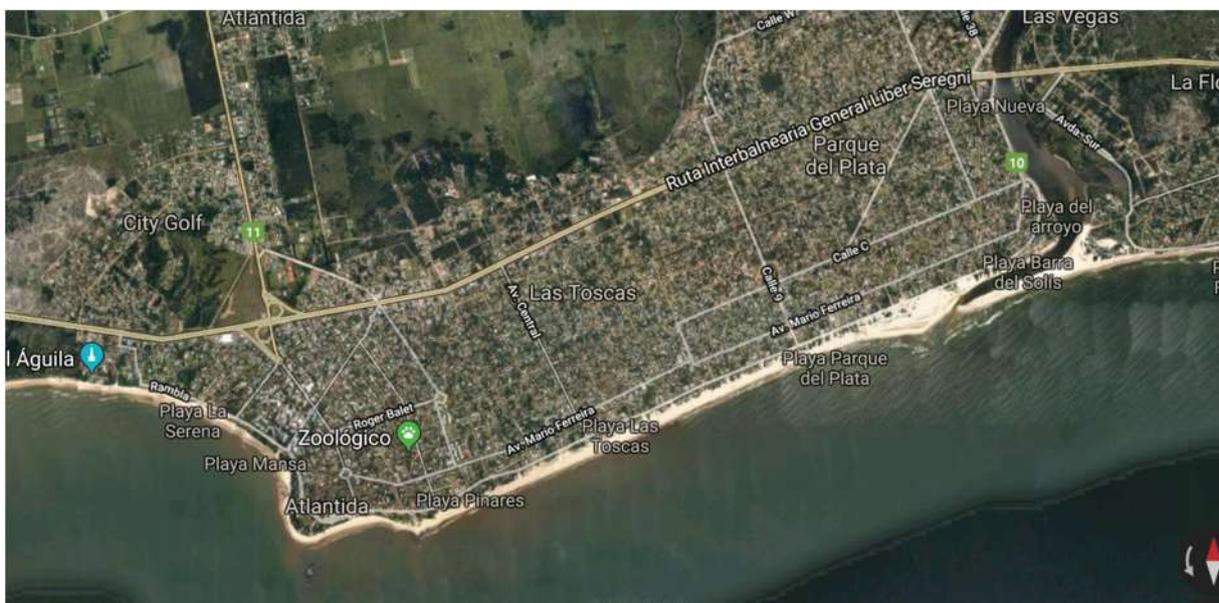


Figura 14. Propuesta de sitio piloto para la Intendencia de Canelones.

### INTENDENCIA DE MALDONADO

La zona priorizada en esta intendencia ha sido la costa de Piriápolis. Es una zona de baja cota, altamente vulnerable, fuertemente dependiente del turismo. Como consecuencia se ha producido la pérdida de ecosistemas, daños en las infraestructuras y sobre todo pérdida de ingresos por turismo. Es una zona de alto riesgo por contar con sitios históricos y arqueológicos. Tienen varios estudios con propuestas que revisó el IMFIA.

Hay varias direcciones de la Intendencia que tiene información georreferenciada que puede ser útil para este proyecto.

La construcción de la rambla produjo un retroceso importante de la línea de costa. Se construyeron los espigones en los años 60. El puerto es del 88 pero se amplió en los últimos 5 años. IMFIA sostiene que la playa está en equilibrio. Hay daños fundamentalmente por incremento de la exposición. Una tormenta en 2016 y 2005 causó grandes daños: también el 19 de Septiembre de 2012. El hotel Argentino ha sido muy afectado.

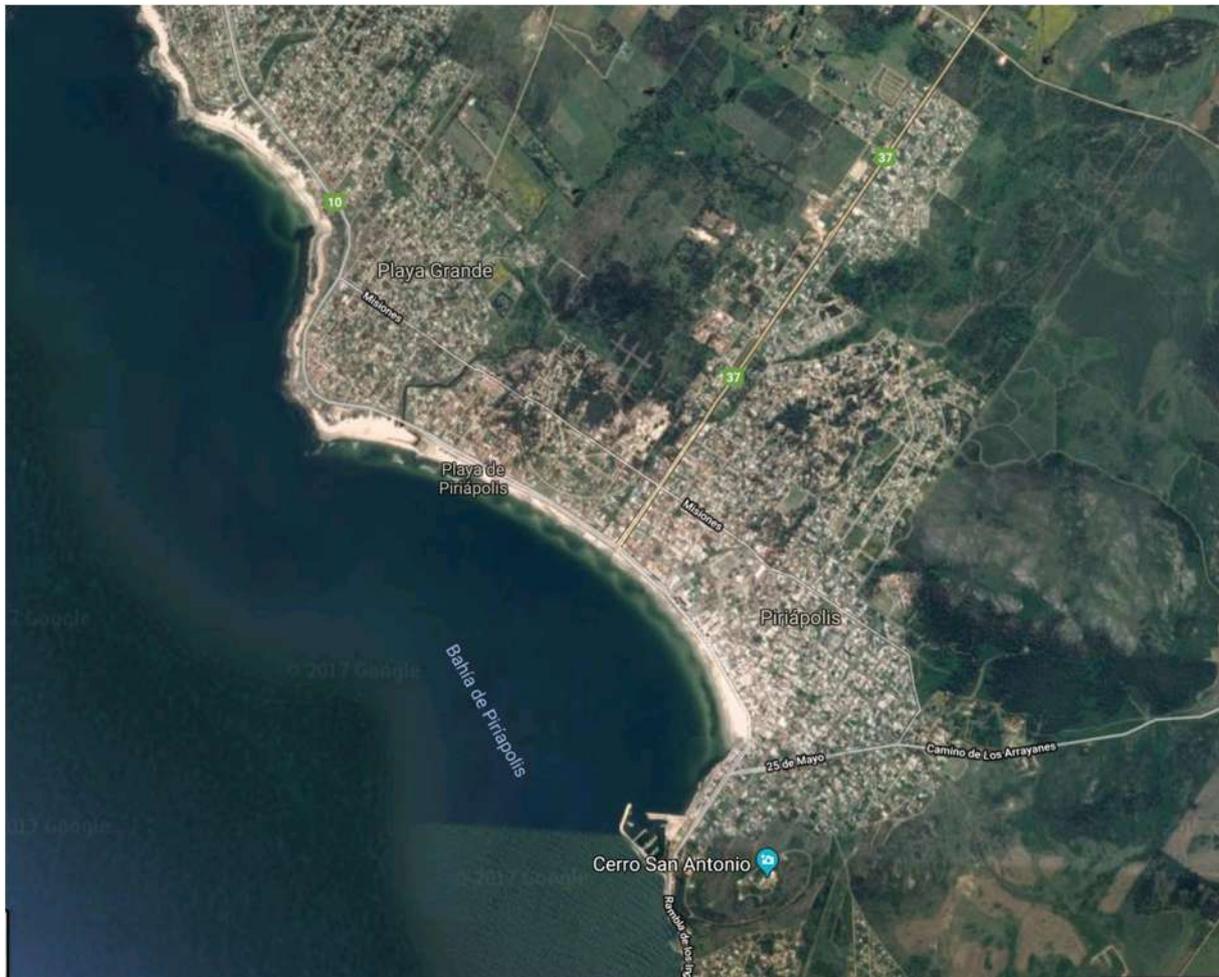


Figura 15. Propuesta de sitio piloto para la Intendencia de Maldonado.

## INTENDENCIA ROCHA

La Paloma y más concretamente la playa de la Aguada es la seleccionada como piloto. Se trata de un tramo de costa de 20 km desde el paisaje protegido de Laguna de Rocha.

El puerto estaba inicialmente en el interior de la bahía. Había una isla que se conectó artificialmente para construir el puerto actual. La escollera exterior fue ampliándose para construir más zona abrigada. No hay red de saneamiento. El último recrecimiento del dique se hizo en 1934. En 2010 se construye el espigón para proteger el puerto de la entrada de sedimento, con ello se quería reducir la sedimentación. La escollera de protección del puerto tiene zonas con avería, pero la flota tiene poca actividad por lo que no parece que vaya a haber mucha justificación de una reparación. El parque junto al puerto está protegido y no es edificable. Esto ha servido para fijar las dunas.

Las playas de El Cabito y la Paloma son playas húmedas y se ha hecho una intervención para desecar la playa. Hay un conjunto de base de arcilla en la playa. La solución ha sido la construcción de un dren y un colector con bombeo. Este no se ha podido hacer por no tener la propiedad del terreno y por el coste al tener que extraer la arcilla. Quieren hacer zanjas en la arcilla. Este problema se ha identificado también en la playa de La Aguada. Es una zona de surf muy buena. La playa no tiene barrancas.

Tienen batimetría y modelo digital del terreno. Además, cuentan con un sistema de información geográfica con mucha información ([sig.rocha.gub.uy/sig](http://sig.rocha.gub.uy/sig)).

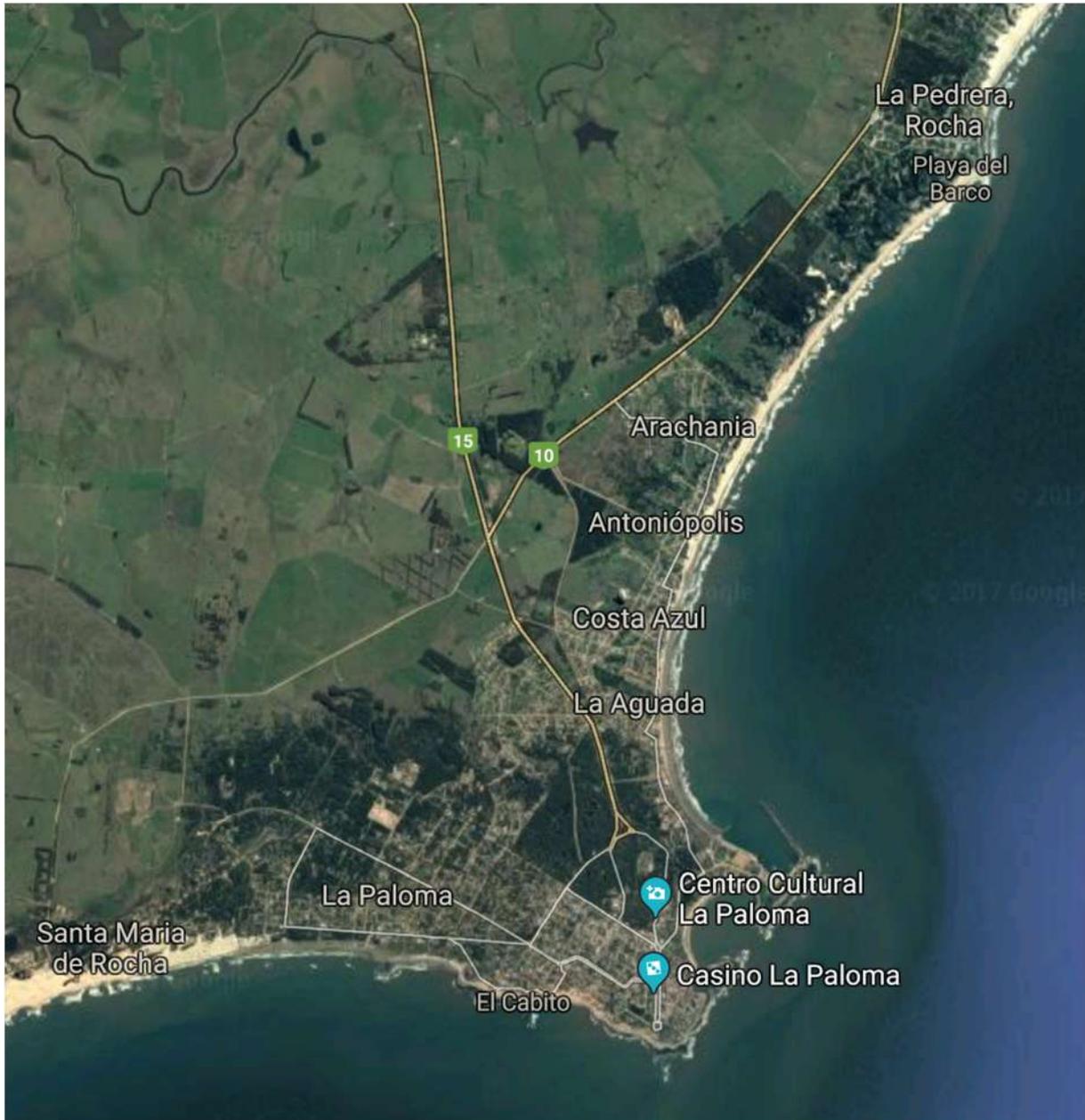


Figura 16. Propuesta de sitio piloto para la Intendencia de Rocha.

### Viernes 24 de noviembre

Aunque esta jornada correspondía a la presentación de resultados de una actividad financiada por TNA para el MVOTMA, por parte de los representantes de IHCantabria se consideró importante participar para conocer de primera mano el trabajo que se había realizado, especialmente en cuanto a adaptación se refiere por su posible incidencia en el desarrollo de este proyecto. Aunque el trabajo realizado es útil e interesante, el nivel de desarrollo alcanzado no es el equivalente al de este proyecto que es mucho más ambicioso y focalizado en la costa.

#### **9:00 - 9:15hs - Apertura**

- Bienvenida por parte de las autoridades de Gobierno

#### **9:15 - 9:45hs - TNA**

- “Importancia del Estudio de Necesidades Tecnológicas (ENT-TNA)”

Sra. Carla Zilli

#### **9:45 - 10:15hs - TNA en Uruguay**

- “El TNA en Uruguay: estructura, trabajo realizado y resultados”

Sr. Jorge Castro

#### **10:15 - 11:00hs - Conclusiones**

- “Conclusiones del Informe de Tecnologías de Adaptación”

Sra. Laura Astigarraga

#### **11:00 - 11:30hs - Pausa café**

#### **11:30 - 12:15hs – Conclusiones**

- “Conclusiones del Informe de Tecnologías de Mitigación”

Sr. Carlos Saizar

#### **12:15 - 12:30hs – Preguntas**

## 5. CONCLUSIONES

- El Taller de Lanzamiento ha sido sumamente útil para la puesta en marcha del proyecto.
- La organización a cargo de la Dra. Gómez y D. Ignacio Lorenzo ha sido excelente, en tanto en cuanto, ha permitido contar con todos los agentes relevantes para el desarrollo del proyecto. Por un lado, la participación de las diferentes unidades de la administración del Gobierno ha sido crítica para contextualizar el marco general del proyecto y para identificar la información disponible en términos de informes, datos y experiencias. Por otro, la participación activa de las Intendencias, ha servido para entender la problemática esencial de cada una de las zonas piloto y también para conocer la información disponible en cada una de ellas, así como las iniciativas tomadas en el pasado o programadas para el futuro. El conocimiento directo y personal de cada uno de los responsables y técnicos de las Intendencias facilitará enormemente el desarrollo de los proyectos piloto.
- En el Taller se realizó una pre-identificación de las bases de datos existentes en el país y de las fuentes de procedencia, sus condiciones de uso y accesibilidad, así como de proyectos en marcha para la generación de datos adicionales. Asimismo, hubo ocasión para debatir ampliamente qué hacer con los resultados que se generarán en el marco del proyecto.
- Uno de los factores críticos para la puesta en marcha del proyecto residía en el papel que IMFIA y la Facultad de Ciencias jugarán en el transcurso del mismo. Durante el Taller se tuvo la oportunidad de mantener diversas reuniones que posibilitaron cerrar acuerdos concretos. El más destacable es, sin duda, el hecho de que la parte de dinámicas históricas inicialmente considerada en el proyecto, correrá a cargo de IMFIA. La metodología, resultados y cronograma de ejecución se acordaron entre IMFIA e IHCantabria con el visto bueno de MVOTMA, siendo altamente satisfactorio para las partes. Asimismo, se acordó que IHCantabria contribuiría al desarrollo de estos trabajos colaborando en la transferencia del conocimiento acumulado en proyectos anteriores. Otro aspecto importante es que IHCantabria se compromete a facilitar la transferencia de conocimiento a IMFIA en el desarrollo de las proyecciones de dinámicas marinas que se ejecutaran en este proyecto. Por otra parte, se alcanzó un acuerdo paralelo con la Facultad de Ciencias que participará en un conjunto de acciones de investigación y de formación asociadas al proyecto.
- Se consideró crítica la incorporación de los resultados del proyecto *“Producción, control y diseminación de ortoimágenes, modelos digitales de elevación y cartografía”* al desarrollo de este proyecto. La calidad de los nuevos Modelos Digitales del Terreno así como la disponibilidad de ortofotos garantizará una mejor calidad de la caracterización de exposición, los mapas de inundación y consiguientemente del riesgo.
- Dados los dos puntos anteriores, en una reunión mantenida entre los responsables del MVOTMA e IHCantabria, se acordó solicitar a CTCN autorización para elaborar un nuevo cronograma que permitiera incorporar los trabajos de IMFIA y, sobre todo, los nuevos modelos MDTs al desarrollo del proyecto. Con este fin, se mantuvo una teleconferencia con los responsables de CTCN para informar sobre dicha cuestión. Entre los acuerdos alcanzados se planteó el envío a CTCN, a tal efecto, de las modificaciones necesarias en la propuesta inicial, así como un nuevo cronograma.

*Ver Anexo IV. Solicitud de modificación de tareas y cronograma.*

## **ANEXOS**

Anexo I. Programa del Taller de Lanzamiento

Anexo II. Lista de entidades y personas participantes

Anexo III.1 Visión general del proyecto

Anexo III.2 Introducción al cambio climático en la costa

Anexo III.3 Dinámicas

Anexo III.4 Exposición y vulnerabilidad

Anexo III.5 Impactos

Anexo III.6 Riesgos y consecuencias

Anexo III.7 Adaptación.

Anexo IV. Solicitud de modificación de tareas y cronograma.



**ANEXO I.**  
**PROGRAMA DEL TALLER DE LANZAMIENTO**



## TALLER

### Herramientas tecnológicas en Uruguay

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID,  
25 de Mayo 520 esq. Itzaingó

**Lunes 20 de Noviembre:** *Herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación cambio climático en la zona costera de Uruguay.* **CTN**

15 asistentes

**12:30 hs - Almuerzo**

- Retiro del hotel
- Restaurant Mercado del Puerto

**14:00 - 14:30 hs - Apertura**

- Sr. Ignacio Lorenzo, Director de la División de Cambio Climático, MVOTMA

**14:30 - 15:00 hs – Presentación del Proyecto**

- *Proyecto “Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay”.*

Objetivos del Taller. Sra. Mónica Gómez (División de Cambio Climático, MVOTMA)

**15:00 - 16:00 hs - Visión general del proyecto**

- Objetivos, metodología y resultados esperados del proyecto  
Sr. Íñigo Losada (IH-Cantabria, España)

**16:00 - 17:00 hs - Consultas y acuerdos**

**Martes 21 de Noviembre:** *Herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación cambio climático en la zona costera de Uruguay.* **CTN**

**15 asistentes**

**9:00 - 11:00 hs - Generación de productos**

Sr. Íñigo Losada (IH-Cantabria, España)

- Información utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad y la exposición
- Datos históricos instrumentales y numéricos de la dinámica marina

**11:00 - 11:30 hs - Pausa café (\$ AECID)**

**11:30 - 13:00 hs - Generación de productos**

Sr. Íñigo Losada (IH-Cantabria, España)

- Metodología de análisis de los impactos costeros a escala nacional (inundación, erosión)
- Metodología para la evaluación del riesgo socioeconómico
- Generación de indicadores para el monitoreo de la vulnerabilidad costera

**14:00 – 17:00 hs Sitio Piloto (Montevideo)**

**Miércoles 22 de Noviembre** *Herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación cambio climático en la zona costera de Uruguay.* **CTN**

**15 asistentes**

**9:00 - 11:00 hs - Análisis de la información generada en Uruguay**

Plenario

- Información de la zona costera uruguaya
- Bases de datos nacionales

**11:00 - 11:30 hs - Pausa café (\$ AECID)**

**11:30 - 13:30 hs - Compromisos nacionales**

Plenario

- Variables a medir en Uruguay
- Bases de datos disponibles (ambiental, territorial, social)
- SIG - información costera
- MDT – costero; Batimetría
- Modelos de circulación (océano – atmósfera)
- .....

**13:30 hs - Almuerzo (Centro de Cooperación Española) (\$ AECID)**

**14:30 - 15:30 hs Cronograma de trabajo**

Plenario

- Acuerdos básicos por institución
- Cronograma

**Miércoles 22 de Noviembre** *Herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación cambio climático en la zona costera de Uruguay.* **CTN**

**16:00 - 17:00 hs - Reunión con autoridades (MVOTMA; Zabala 1432)**

- Presentación del proyecto y la propuesta de trabajo

Sr. Jorge Rucks, Subsecretario del MVOTMA

Sr. Alejandro Nario, Director Nacional de Medio Ambiente, MVOTMA

Sr. José Freitas, Director Nacional de Ordenamiento Territorial, MVOTMA

Sr. Ignacio Lorenzo, Director de la División de Cambio Climático, MVOTMA

Sr. Íñigo Losada, Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, España

**40 asistentes**

**9:00 - 9:30 hs - Apertura**

- Autoridades de Gobierno
- Autoridades de España

**9:30 - 10:30 hs - Evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación cambio climático en la zona costera de Uruguay.**

- *Lecciones aprendidas* en el marco de la adaptación a la variabilidad y el cambio climático en la zona costera de Uruguay.  
Sr. Ignacio Lorenzo (División de Cambio Climático, MVOTMA)
- *Proyecto* “Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay”.  
Objetivos del Taller. Sra. Mónica Gómez (División de Cambio Climático, MVOTMA)

**10:30 - 11:00 hs – Visión general del proyecto**

- Objetivos, metodología y resultados esperados del proyecto  
Sr. Íñigo Losada (IH-Cantabria, España)

**11:00 - 11:30 hs - Pausa café (\$ AECID)**

**11:45 - 13:30 hs - 1er bloque**

- “Introducción al cambio climático en zonas costeras”.  
Sr. Íñigo Losada (IHCantabria, España)

**13:30 hs – 14:30 hs - 2do bloque**

- “Dinámicas”.  
Sra. Melisa Méndez (IHCantabria, España)

**14:30 hs - Almuerzo (Centro de Cooperación Española) (\$ AECID)**

**14:30 - 16:30 hs - 3er bloque**

- “Evaluación de impactos, riesgos, consecuencias y adaptación”.  
Sr. Íñigo Losada

**16:30 - 17:00 hs – Pasos a seguir**

- Plenario  
Sra. M. Gómez Erache

**Viernes 24 de Noviembre: Taller Final de presentación de resultados del Estudio de Necesidades Tecnológicas (ENT-TNA) de Uruguay para el Cambio Climático.** **TNA**

**40 asistentes**

**9:00 - 9:15 hs - Apertura**

- Bienvenida por parte de las autoridades de Gobierno

**9:15 - 9:45 hs - TNA**

- “Importancia del Estudio de Necesidades Tecnológicas (ENT-TNA)”  
Sra. Carla Zilli

**9:45 - 10:15 hs - TNA en Uruguay**

- “El TNA en Uruguay: estructura, trabajo realizado y resultados”  
Sr. Jorge Castro

**10:15 - 11:00 hs - Conclusiones**

- “Conclusiones del Informe de Tecnologías de Adaptación”  
Sra. Laura Astigarraga

**11:00 - 11:30 hs - Pausa café (\$ TNA)**

**11:30 - 12:15 hs – Conclusiones**

- “Conclusiones del Informe de Tecnologías de Mitigación”  
Sr. Carlos Saizar

**12:15 - 12:30 hs – Preguntas**

<b>CTCN / ARUACLIMA / TNA</b>	<b>Nº asistentes por sala</b>	<b>Horario mañana</b>	<b>Pausa Café</b>	<b>Almuerzo</b>	<b>Horario tarde</b>
<b>Lunes 20 de Noviembre</b>	15 asistentes Mesa oradores (3) Mesas "U", micrófonos, laptop, cañón, pantalla	-----	SI	NO	14:00 – 17:00 h
<b>Martes 21 de Noviembre</b>	15 asistentes Mesa oradores (3) Mesas "U", micrófonos, laptop, cañón, pantalla	9:00 – 13:00 h	SI	SI: 13:00 h	-----
<b>Miércoles 22 de Noviembre</b>	15 asistentes Mesa oradores (3) Mesas "U", micrófonos, laptop, cañón, pantalla	9:00 – 13:30 h	SI	SI: 13:30 h	13:30 – 16:00 h
<b>Jueves 23 de Noviembre</b>	40 asistentes Auditorio Mesa autoridades (6) Cañón, p laptop, antalla, micrófono oradores	9:00 – 14:30 h	SI	SI: 14:30 h	14:30 – 17:00 h
<b>Viernes 24 de Noviembre</b>	50 asistentes Auditorio Mesa autoridades (4) Cañón, laptop, pantalla, micrófono oradores	9:00 – 14:30 h	SI	NO	-----



**ANEXO II.  
LISTA DE ENTIDADES Y PERSONAS  
PARTICIPANTES**



**Curso**  
**Del** **Taller herramientas tecnológicas en Uruguay**  
**20-nov-17** **al** **23-nov-17**

Nº	SEMINARIO	FECHA INICIO	FECHA FIN	PAIS	SEXO F/M	NOMBRE	APELLIDO	CARGO	INSTITUCION	CORREO-ELECTRONICO
1	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Walter	Debenedetti	Intendencia de Colonia		<a href="mailto:wadenedetti@colonia.gub.uy">wadenedetti@colonia.gub.uy</a>
2	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Gabriel	González	Intendencia de Colonia		<a href="mailto:gga@gabrielgonzalez.com.uy">gga@gabrielgonzalez.com.uy</a>
3	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Héctor	Anzalas	Intendencia de Colonia		<a href="mailto:obras@colonia.gub.uy">obras@colonia.gub.uy</a>
4	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Marcela	Lale	DINOT- Enlace Deptal Colonia		<a href="mailto:mlale@mvtoma.gub.uy">mlale@mvtoma.gub.uy</a>
5	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Edi	Juri	Asesor Municipio de Juan Lacaze- Colonia		<a href="mailto:municipio@juanlacaze.gub.uy">municipio@juanlacaze.gub.uy</a>
6	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Bethy	Molina	Directora de Medio Ambiente- Intendencia de Maldonado		<a href="mailto:bmolina@maldonado.gub.uy">bmolina@maldonado.gub.uy</a>
7	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Federico	Steffenino	Intendencia de Maldonado		<a href="mailto:fsteffenino@maldonado.gub.uy">fsteffenino@maldonado.gub.uy</a>
8	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Pablo	Nuñez	Intendencia de Maldonado		<a href="mailto:panunez1964@yahoo.com.ar">panunez1964@yahoo.com.ar</a>
9	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Ana María	Martínez	DINOT- Enlace Deptal Colonia		<a href="mailto:amartinez@mvtoma.gub.uy">amartinez@mvtoma.gub.uy</a>
10	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Mario	Rizzi	DINOT- Enlace Deptal Colonia		<a href="mailto:mrizzi@mvtoma.gub.uy">mrizzi@mvtoma.gub.uy</a>
11	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Carolina	Segura	DINAMA		<a href="mailto:Carolina.segura@mvtoma.gub.uy">Carolina.segura@mvtoma.gub.uy</a>
12	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Soledad	Mantero	DINAMA		<a href="mailto:soledadmantero@gmail.com">soledadmantero@gmail.com</a>
13	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Mercedes	Antía	Intendencia de San José		<a href="mailto:imsjantia@gmail.com">imsjantia@gmail.com</a>
14	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Julio	Teijeiro	Intendencia de San José		<a href="mailto:crjultei@gmail.com">crjultei@gmail.com</a>
15	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Silvia	Lorente	Intendencia de San José		<a href="mailto:arq.lorentefernandez@gmail.com">arq.lorentefernandez@gmail.com</a>
16	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Marianita	Fonseca	Intendencia de San José		<a href="mailto:mfonseca@sanjose.gub.uy">mfonseca@sanjose.gub.uy</a>
17	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Walter	Martínez	Intendencia de San José		<a href="mailto:wmartinez609@gmail.com">wmartinez609@gmail.com</a>
18	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Sergio	Valverde	Intendencia de San José		<a href="mailto:svalverde@sanjose.gub.uy">svalverde@sanjose.gub.uy</a>
19	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Eduardo	Rapetti	Intendencia de San José		<a href="mailto:erapetti@gmail.com">erapetti@gmail.com</a>
20	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Mónica	Gómez	División Cambio Climático- MVOTMA		<a href="mailto:Monica.gomez@mvtoma.gub.uy">Monica.gomez@mvtoma.gub.uy</a>
21	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Elba	Fernández	DINOT- Enlace Deptal Colonia		<a href="mailto:efernandez@mvtoma.gub.uy">efernandez@mvtoma.gub.uy</a>
22	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Ethel	Badin	Intendencia de Canelones		<a href="mailto:ethelbadin@gmail.com">ethelbadin@gmail.com</a>
23	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Mónica	Guchin	Dirección Nacional de Medio Ambiente		<a href="mailto:mguchin@ecoplata.org">mguchin@ecoplata.org</a>
24	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	José	Ramírez	Intendencia de Canelones		<a href="mailto:Jose.ramirez@imcanelones.gub.uy">Jose.ramirez@imcanelones.gub.uy</a>
25	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Agustina	Porro	Intendencia de Canelones		<a href="mailto:agustina.porro@imcanelones.gub.uy">agustina.porro@imcanelones.gub.uy</a>
26	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Paola	Florio	Intendencia de Canelones		<a href="mailto:paola.florio@imcanelones.gub.uy">paola.florio@imcanelones.gub.uy</a>
27	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Gerardo	Vanerio	Intendencia de Canelones		<a href="mailto:gerardo.vanerio@imcanelones.gub.uy">gerardo.vanerio@imcanelones.gub.uy</a>
28	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Irina	Cerrutti	DINOT- Enlace Deptal Canelones		<a href="mailto:icerrutti@mvtoma.gub.uy">icerrutti@mvtoma.gub.uy</a>
29	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Bruno	Guigou	DINAMA		<a href="mailto:Bruno.guigou@mvtoma.gub.uy">Bruno.guigou@mvtoma.gub.uy</a>
30	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Daniel	Costa	DNH		<a href="mailto:dcosta@dnh.gub.uy">dcosta@dnh.gub.uy</a>
31	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Graciela	Soler	DNH		<a href="mailto:Graciela.soler@mtop.gub.uy">Graciela.soler@mtop.gub.uy</a>
32	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Ariel	Rodríguez	DNH		<a href="mailto:ariel.rodriguez@mtop.gub.uy">ariel.rodriguez@mtop.gub.uy</a>
33	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Gabriela	Feolla	Intendencia de Montevideo		<a href="mailto:gabriela.feolla@imm.gub.uy">gabriela.feolla@imm.gub.uy</a>
34	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Carlos	Mikolic	Intendencia de Montevideo		<a href="mailto:carlosmikolic@gmail.com">carlosmikolic@gmail.com</a>
35	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Jimena	Risso	Intendencia de Montevideo		<a href="mailto:jimena.risso.im@gmail.com">jimena.risso.im@gmail.com</a>
36	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Lourdes	Gadea	Intendencia de Montevideo		<a href="mailto:lourdes.gadea@imm.gub.uy">lourdes.gadea@imm.gub.uy</a>
37	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	María	Mena	Intendencia de Montevideo		<a href="mailto:mariaceliarena@gmail.com">mariaceliarena@gmail.com</a>
38	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	María del Carmen	Gentini	Intendencia de Montevideo		<a href="mailto:mcgentini@gmail.com">mcgentini@gmail.com</a>
39	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	María Belén	Lacoste	División Cambio Climático- MVOTMA e Intendencia de Montevideo		<a href="mailto:belen.lacoste@mvtoma.gub.uy">belen.lacoste@mvtoma.gub.uy</a>
40	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Adriana	Bentancur	División Cambio Climático- MVOTMA e Intendencia de Montevideo		<a href="mailto:adriana.bentancur@gmail.com">adriana.bentancur@gmail.com</a>
41	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Stella	Zuccolini	DINOT y División Cambio Climático (MVOTMA)		<a href="mailto:ezuccolini@mvtoma.gub.uy">ezuccolini@mvtoma.gub.uy</a>
42	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	M	Inti	Carro	DINOT y División Cambio Climático (MVOTMA)		<a href="mailto:inti.carro@mvtoma.gub.uy">inti.carro@mvtoma.gub.uy</a>
43	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17	UY	F	Mariana	Femenías	Dirección Nacional de Medio Ambiente		<a href="mailto:mariana.femenias@mvtoma.gub.uy">mariana.femenias@mvtoma.gub.uy</a>
44	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17							
45	Taller herramientas tecnológicas en Uruguay	20-nov-17	23-nov-17							



**ANEXO III. 1**  
**VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO**



# Visión general del proyecto

## TALLER:

## Herramientas tecnológicas en Uruguay

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))

## **“DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EVALUAR IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA DE URUGUAY”**

1. OBJETIVOS
2. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA
3. ACTIVIDADES Y ENTREGABLES

# “DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EVALUAR IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA DE URUGUAY”

1. OBJETIVOS
2. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA
3. ACTIVIDADES Y ENTREGABLES

### OBJETIVOS GENERALES

1. Determinar la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad en la costa de Uruguay en relación al cambio climático y a la variabilidad climática.
2. Analizar los impactos de inundación y erosión en la costa, así como los riesgos asociados a estos impactos sobre ecosistemas, zonas residenciales, infraestructura y turismo en la costa.
3. Sentar la bases para el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación de Uruguay.

Escala nacional y alta resolución en 6 zonas piloto a determinar

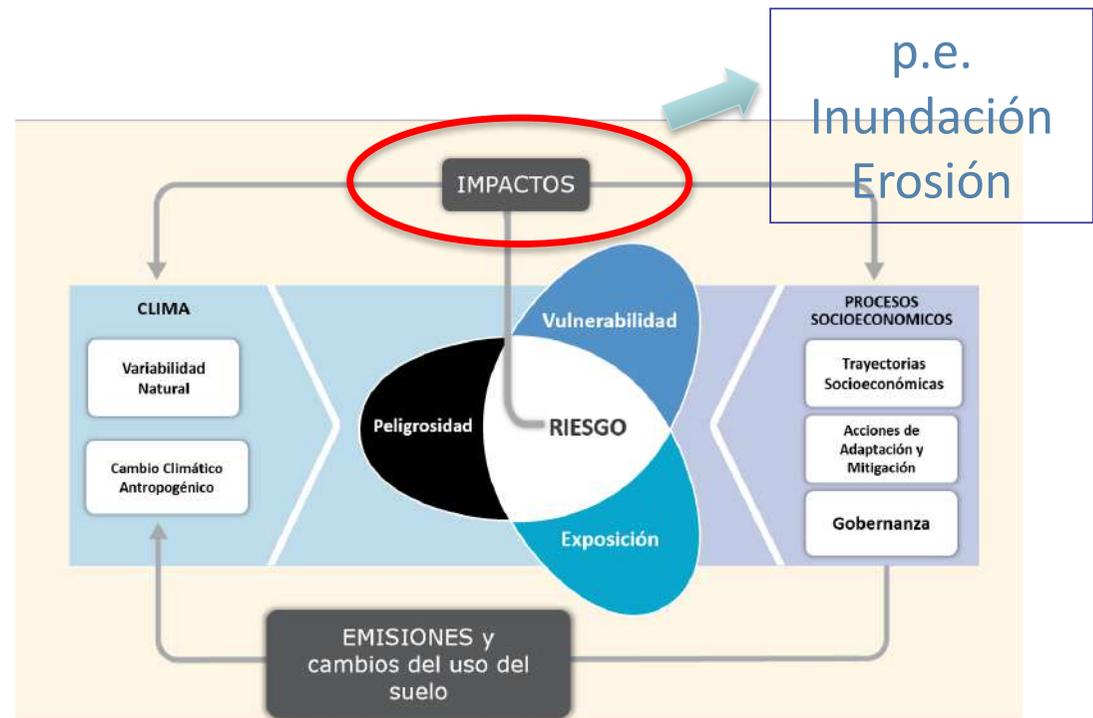
## **“DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EVALUAR IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA DE URUGUAY”**

1. OBJETIVOS
2. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA
3. ACTIVIDADES Y ENTREGABLES

### MARCO GENERAL

La metodología clásica de análisis de riesgos derivada del análisis de las variables climáticas ha generado un marco conceptual (IPCC, 2014) basado en las siguientes componentes del riesgo:

- Peligrosidad: caracterizado por las dinámicas climáticas
- Exposición: activos, población y actividades potencialmente afectados por la peligrosidad
- Vulnerabilidad: sensibilidad de los elementos expuestos a sufrir daños
- Consecuencias: daños asociados a eventos individuales asociados a una probabilidad de ocurrencia
- Riesgo: distribución probabilística del daño

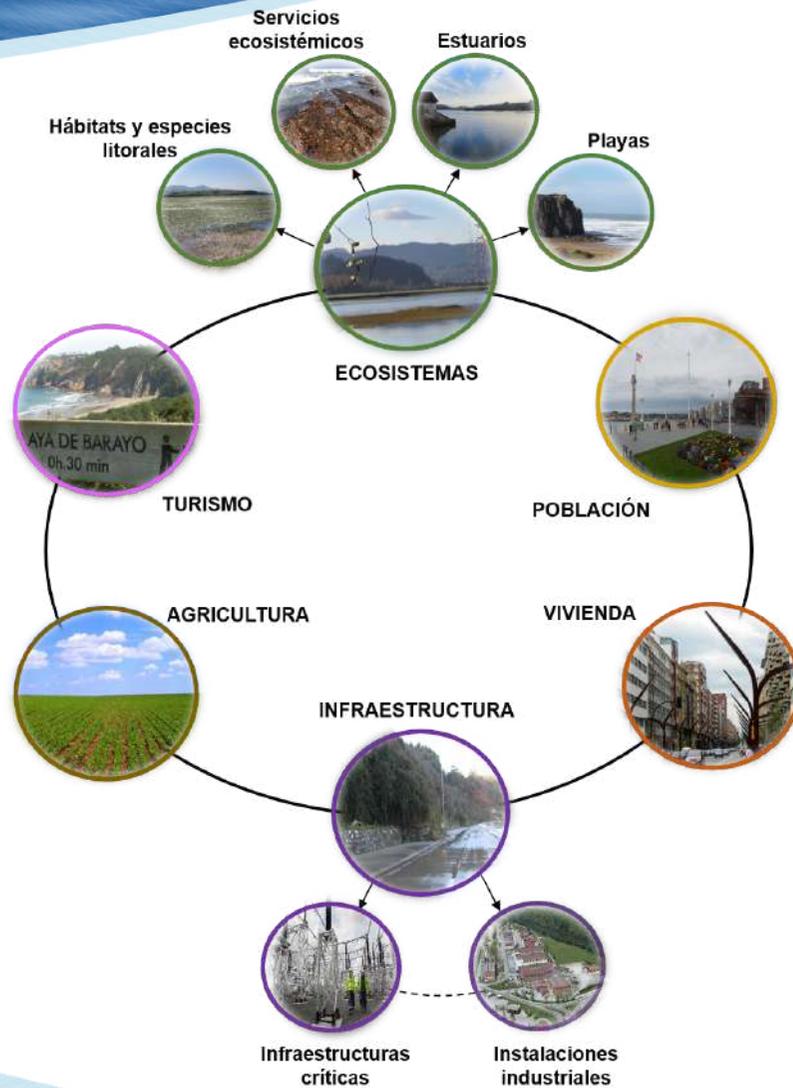


### ESCALA DE PAÍS Y ESCALA LOCAL

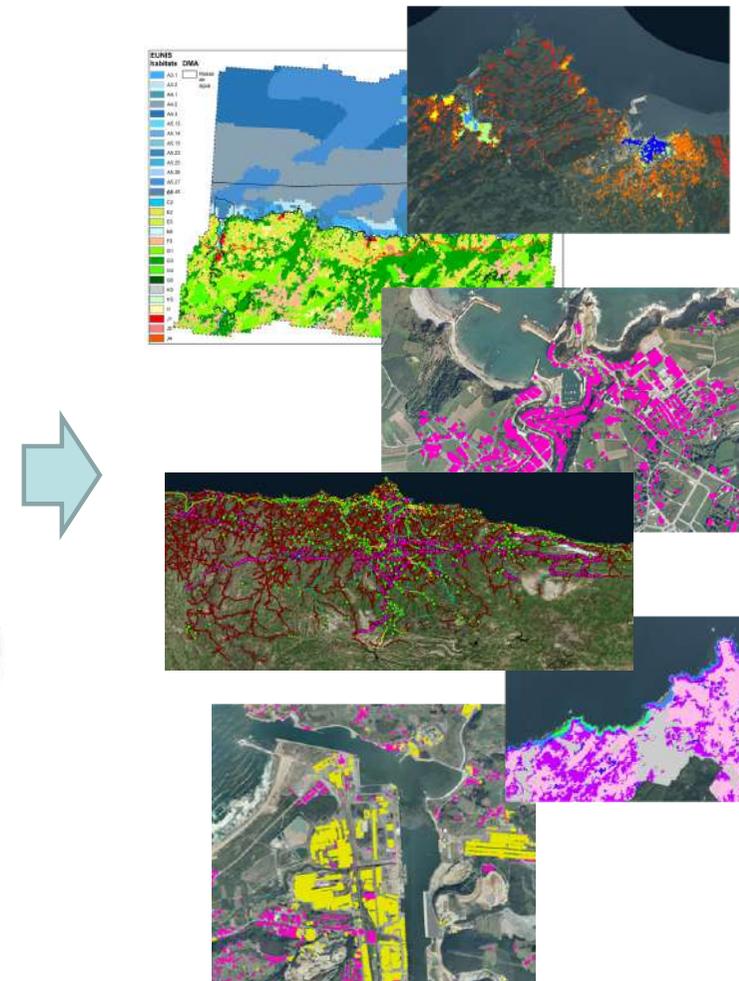


# SECTORES ESTRATÉGICOS

Sectores e indicadores socioeconómicos y/o ambientales distribuidos geoespacialmente



## 2. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA



## **“DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EVALUAR IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA DE URUGUAY”**

1. OBJETIVOS
2. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA
3. ACTIVIDADES Y ENTREGABLES

### ACTIVIDAD 1

1.1: Revisión de experiencias internacionales

1.2: Variables propuestas

### ACTIVIDAD 2

2.1: Recopilación de información

2.2: Lanzamiento taller interinstitucional

### ACTIVIDAD 3

3.1: Bases históricas de dinámicas

3.2: Proyecciones de dinámicas de cambio climático

### ACTIVIDAD 4

4.1: Análisis de impactos costeros del cambio climático a escala nacional

4.2: Estudio de alta resolución de impactos y riesgo en zonas costeras piloto

### ACTIVIDAD 5

Transferencia tecnológica

5.1: Documentación del proceso y los resultados

5.2: Capacitación

### ACTIVIDAD 6

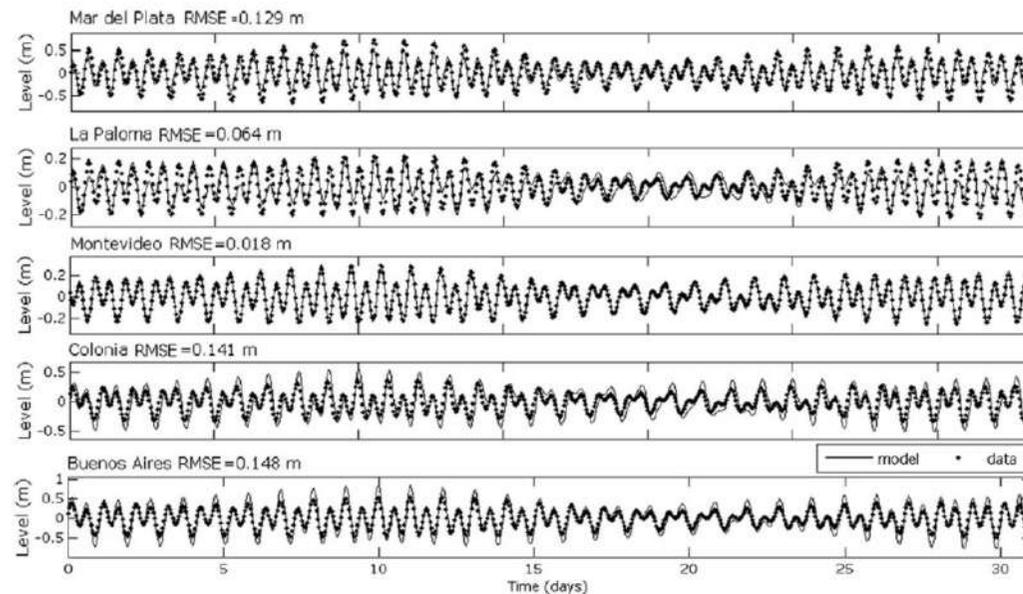
Monitoreo y Evaluación

### ACTIVIDAD 2: Bases de datos en Uruguay

#### ACTIVIDAD 2 2.1 Recopilación de información

#### Datos climáticos:

- Instrumentales:  
 Boyas, ADCP y altimetría  
 Mareógrafos  
 Estaciones meteorológicas
- Modelos numéricos:  
 Hindcast de 31 años forzado con CFSR
- Batimetría (MVOTMA)

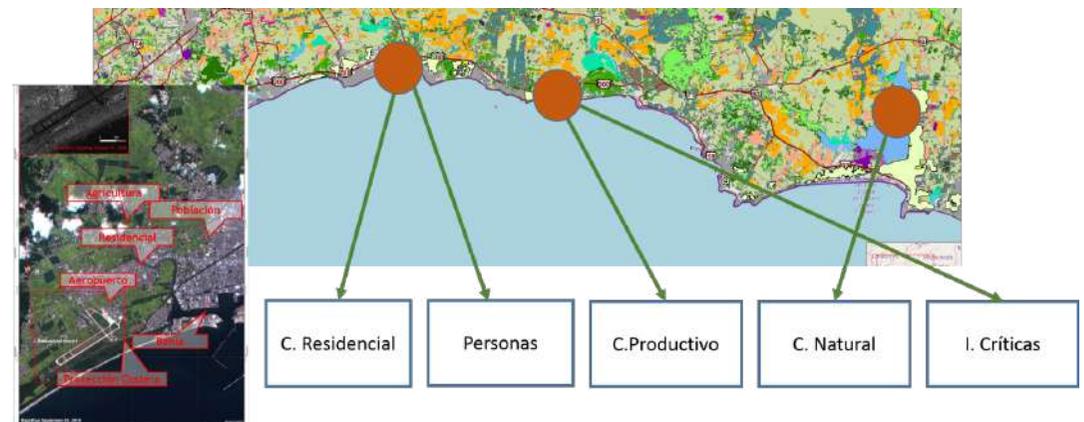


### ACTIVIDAD 2: Bases de datos en Uruguay

#### ACTIVIDAD 2 2.1 Recopilación de información

#### Datos de exposición:

- Actividades económicas: clasificación espacial y distribución
- Viviendas: calidad y valor de sustitución
- Población: distribución y pirámide de edad
- Renta per cápita: distribución espacial y funcional
- Usos del suelo: mapas vectoriales
- Sistemas naturales: mapas vectoriales
- Cultivos: mapas vectoriales

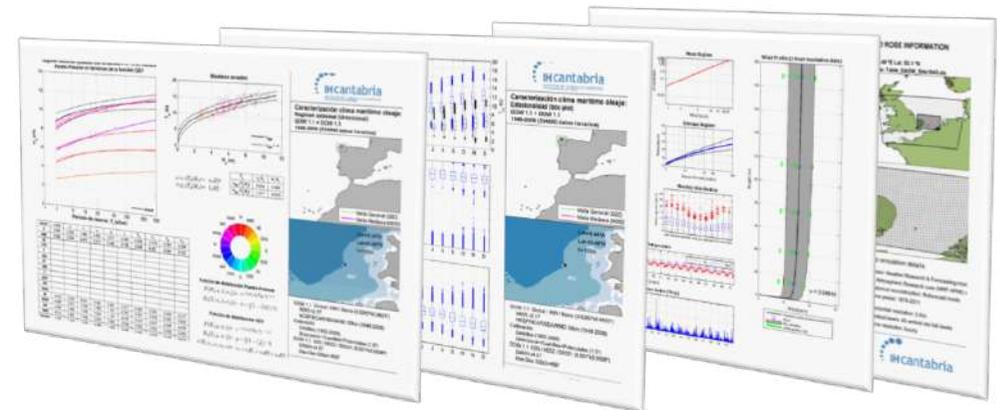


### ACTIVIDAD 3: Análisis del efecto del cambio climático y la variabilidad climática en Uruguay

#### ACTIVIDAD 3

##### 3.1 Bases de datos históricas de dinámicas

BASE DE DATOS HISTÓRICA	VARIABLES	RESOLUCIÓN TEMPORAL	RESOLUCIÓN ESPACIAL	COBERTURA TEMPORAL
Viento en superficie (SeaWind)	Velocidad y dirección del viento a 10 m de altura	Horaria	9-25 km	1979-presente
Oleaje ROW (Regional Ocean Waves)	- Parámetros de estado estándar (Hs, Tm, Tp, Dir) - Hs de viento y de fondo - Info espectral *	Horaria	1-3 km ~100m*	1979-presente
Nivel medio del mar	Elevación del nivel medio del mar	Horaria	1-3 km	1979-presente
Marea meteorológica (residuo no mareal del nivel del mar)	Elevación del nivel de marea meteorológica	Horaria	1-3 km	1979-presente
Marea astronómica	Variaciones del nivel de marea	Horaria	1-3 km	1979-presente
Corrientes marinas	Velocidad y dirección de las corrientes promediadas en vertical	Horaria	1-3 km	1979-presente

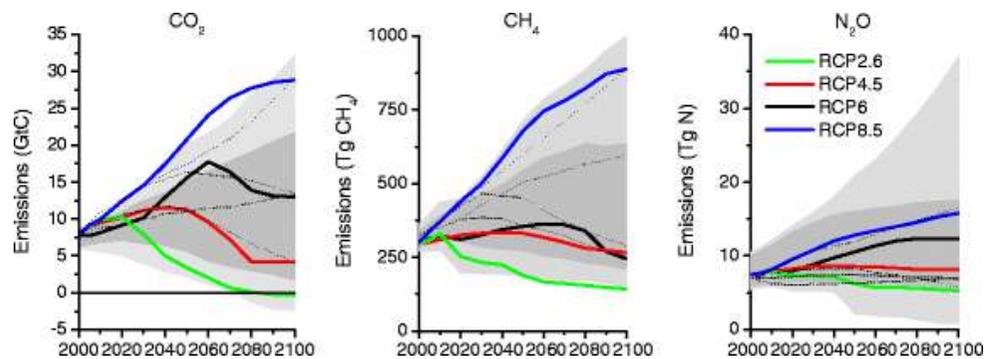


\* Datos de oleaje espectral solo en las zonas piloto

### ACTIVIDAD 3: Análisis del efecto del cambio climático y la variabilidad climática en Uruguay

#### ACTIVIDAD 3

#### 3.2 Proyecciones de cambio climático de las dinámicas



- Temperatura superficial del agua del mar
- Aumento del nivel medio del mar relativo
- Precipitación
- Descarga fluvial
- Oleaje
- Marea meteorológica

### ACTIVIDAD 3: Análisis del efecto del cambio climático y la variabilidad climática en Uruguay

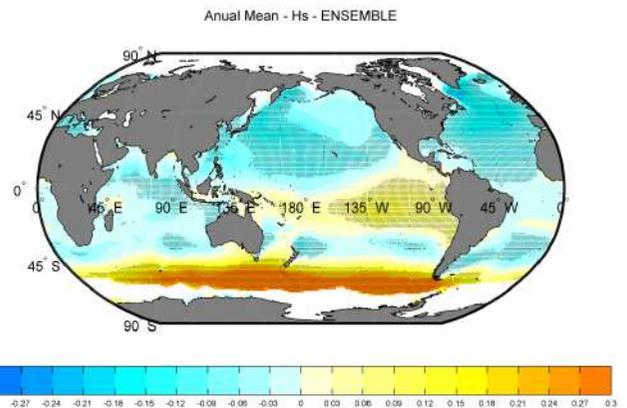
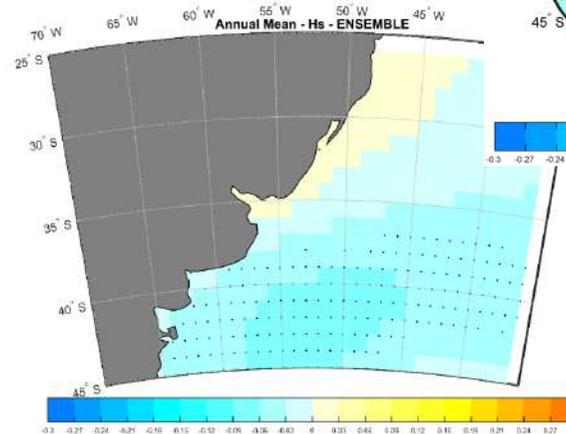
#### ACTIVIDAD 3

#### 3.2 Proyecciones de cambio climático de las dinámicas

BASE DE DATOS DE PROYECCIONES CLIMÁTICAS	VARIABLES	RESOLUCIÓN TEMPORAL	RESOLUCIÓN ESPACIAL	COBERTURA TEMPORAL
<b>Oleaje</b> Proyecciones de oleaje futuro debido a: 1) Cambios atmosféricos 2) Efecto del aumento del nivel medio del mar	Parámetros de estado estándar (Hs, Tm, Tp, Dir) Valores medios y algunos percentiles	1) Mensual 2) Horario	1-3 km~100m*	1) 2010-2100 2) Años horizonte: 2050 and 2100
<b>Nivel medio del mar</b>	Elevación del nivel medio del mar	Anual	1-3 km	2010-2100
<b>Marea meteorológica</b> (residuo no mareal del nivel del mar)	Elevación del nivel de marea meteorológica (se obtendrá un percentil elevado de su contribución)	Mensual	1-3 km	2010-2100
<b>Cota de Inundación</b>	Nivel del mar	Horario	1-3 km	Años horizonte: 2050 and 2100
<b>Corrientes marinas</b>	Velocidad y dirección de las corrientes promediadas en vertical	Horario	1-3 km	Años horizonte: 2050 and 2100

#### Cambios proyectados en Hs RCP8.5

Para el periodo **2070-2099**  
Relativo al periodo 1979-2005



Camus et al. 2017

### ACTIVIDAD 4: Evaluación de los efectos del cambio climático en la costa de Uruguay

ACTIVIDAD 4		
4.1 Análisis de los impactos del cambio climático a escala nacional		
Descripción		
<p>En base a los resultados de la Actividad 3, esta tarea tiene como objetivo estimar el impacto de inundación y erosión a lo largo de la costa de Uruguay. Se propone modelar del impacto de inundación a través del método “bathtub” (del inglés, BTM). Para general los mapas, se desarrollará un algoritmo en un Sistema de Información Geográfica (SIG). La erosión costera se resolverá mediante indicadores.</p>		
Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
Semana 26	Semana 40	15 semanas
Resultado		
<p>Se presentarán los siguientes entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entregable 4.1: Resultados gráficos de inundación y erosión a lo largo de la costa de Uruguay (semana 39)</li> <li>Entregable 4.2: Informe técnico sobre la metodología y los criterios aplicados (semana 40)</li> </ul>		

**ACTIVIDAD 4:** Evaluación de los efectos del cambio climático en la costa de Uruguay

**ACTIVIDAD 4**

**4.1 Análisis de los impactos del cambio climático a escala nacional**

- Combinación de indicadores y modelos simples que permitan detectar puntos críticos

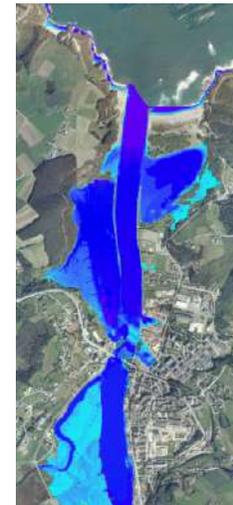
- Inundación costera:

- Cálculo de la CI a lo largo de la costa (<5 km)
- Inundación con el método “bathtub”
- Obtención de mapas de inundación asociados a eventos de baja probabilidad
- Para los mapas de inundación del clima futuro se proyectará la CI

NAVIA



E1 - CLIMA PRESENTE  
T=100



E5 - H=2100  
SLR=1 m



E6 - H=2100  
T=100 + SLR=0.45 m



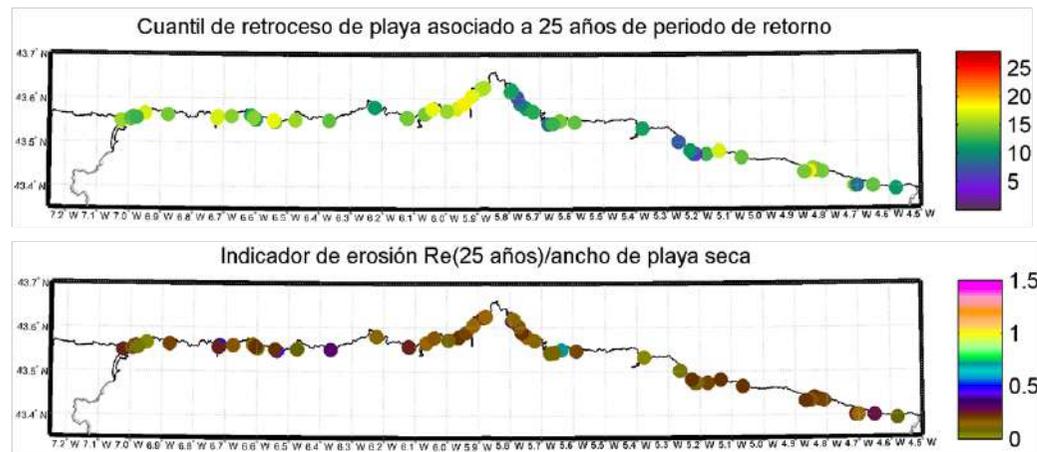
E8 - H=2100  
T=100 + SLR=0.65 m

### ACTIVIDAD 4: Evaluación de los efectos del cambio climático en la costa de Uruguay

#### ACTIVIDAD 4

##### 4.1 Análisis de los impactos del cambio climático a escala nacional

- Combinación de indicadores y modelos simples que permitan detectar puntos críticos
- Erosión costera:
  - Modelo de evolución de la línea de costa si existen datos para calibrarlo
  - Indicadores
  - Posibilidad de desarrollar un índice que integre inundación y erosión



### ACTIVIDAD 4: Evaluación de los efectos del cambio climático en la costa de Uruguay

ACTIVIDAD 4		
4.2 Estudio de alta resolución de impactos y riesgo en zonas costeras piloto		
Descripción		
<p>En base a los resultados de la Actividad 3, esta tarea se centra en el desarrollo de una metodología integrada para evaluar el riesgo asociado con inundación y erosión a alta resolución, y su aplicación en una serie de zonas piloto en la costa. Se propone una metodología orientada a sectores capaz de determinar las consecuencias socioeconómicas y ambientales asociadas a los impactos más preocupantes. El modelo seleccionado para resolver la inundación costera en tierra es RFSM-EDA (Rapid Flood Spreading Diffusion Method-wave Explicit with Acceleration term) (Gouldby et al., 2008).</p>		
Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
Semana 26	Semana 39	14 semanas
Resultado		
<p>Se presentarán los siguientes entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregable 4.3: Resultados gráficos de inundación y erosión en las zonas costeras piloto definidas por MVOTMA (semana 38)</li> <li>• Entregable 4.4: Informe técnico sobre la metodología y los criterios aplicados (semana 39)</li> </ul>		

### ACTIVIDAD 4: Evaluación de los efectos del cambio climático en la costa de Uruguay

#### ACTIVIDAD 4

#### 4.2 Estudio de alta resolución de impactos y riesgo en zonas costeras piloto

Área piloto	Sectores estratégicos	Impactos	Dinámicas generadoras	Aproximación
Ciudad	Población, áreas residenciales, áreas industriales e infraestructuras	Inundación	Oleaje, marea meteorológica, marea astronómica, aumento del nivel medio del mar, descarga fluvial y precipitación	Análisis probabilístico de la inundación con modelado 2D
Playa natural	Ecosistemas y turismo	Erosión y pérdida de servicios ecosistémicos	Oleaje, marea meteorológica, marea astronómica y aumento del nivel medio del mar	Análisis probabilístico de la erosión con modelado de la evolución de la línea de costa
Playa urbana	Población, áreas residenciales, áreas industriales infraestructuras, ecosistema y turismo	Inundación, erosión y pérdida de servicios ecosistémicos	Oleaje, marea meteorológica, marea astronómica y aumento del nivel medio del mar	Análisis probabilístico combinado de inundación y erosión con modelado 2D
Dune system	Ecosistemas	Erosión, transporte eólico y pérdida de servicios ecosistémicos	Oleaje, marea meteorológica, marea astronómica, aumento del nivel medio del mar y viento	Modelado probabilístico de la erosión con modelado de impacto del oleaje o modelado 2D; estimación del transporte eólico con formulación empírica
Port	Industrias e infraestructuras	Pérdida de operatividad y daño sobre activos	Oleaje, marea meteorológica, marea astronómica y aumento del nivel medio del mar	Análisis probabilístico con modelos de procesos
Estuary	Ecosistemas, población, áreas residenciales, áreas industriales e infraestructuras	Inundación, migración de especies y cambios en los elementos morfodinámicos inducidos por el aumento del nivel medio del mar	Oleaje, marea meteorológica, marea astronómica, aumento del nivel medio del mar, descarga fluvial, corrientes y temperatura del agua del mar	Análisis probabilístico de la inundación con modelo 2D; cambios en los elementos morfodinámicos con formulación de equilibrio o modelado de procesos

Para 6 zonas piloto a determinar con MVOTMA:

Desarrollo y aplicación de metodologías probabilísticas que mejor se adecúen a las características de cada zona

### **ACTIVIDAD 5: Transferencia tecnológica**

#### ▪ Triple objetivo:

- Informar sobre los resultados del proyecto
- Consultar y validar con actores interesados las metodologías empleadas para obtener estos resultados
- Transferir metodología y herramientas a instituciones gubernamentales

#### ▪ Lista provisional de agentes interesados:

- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)
- Ministerio de Desarrollo Social (MIDES)
- Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y el Conocimiento (AGESIC)
- Instituto Uruguayo de Meteorología
- Ministerio de Defensa Nacional (MDN)
- Ministerio de Turismo (MinTur)
- Ministerio de Trabajo y Obras Públicas (MTOP)
- Sistema Nacional de Emergencia
- Universidad de la República (UdelaR)
- Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha

### ACTIVIDAD 5: Transferencia tecnológica

ACTIVIDAD 5		
5.2 Capacitación		
Descripción		
El objetivo de esta actividad es la definición y realización de un taller de capacitación a través del cual se transferirá a los usuarios finales las habilidades requeridas para la explotación exitosa de los resultados finales del proyecto.		
Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
Semana 40	Semana 45	6 semanas
Resultado		
Junto con el propio curso en el que se explicará toda la metodología y actividades realizadas, el principal producto de esta actividad será "Entregable 5.5: Materiales del curso de capacitación" (semana 45).		



# Visión general del proyecto

## TALLER:

### Herramientas tecnológicas en Uruguay

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))



**ANEXO III. 2**  
**INTRODUCCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN**  
**LA COSTA**



# Introducción al cambio climático en zonas costeras

**TALLER:**

**Herramientas tecnológicas en Uruguay**

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))

1. **EL MARCO DEL ANÁLISIS**
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. PELIGROSIDAD
5. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD
6. IMPACTOS. ATRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
7. RIESGOS Y CONSECUENCIAS
8. ADAPTACIÓN









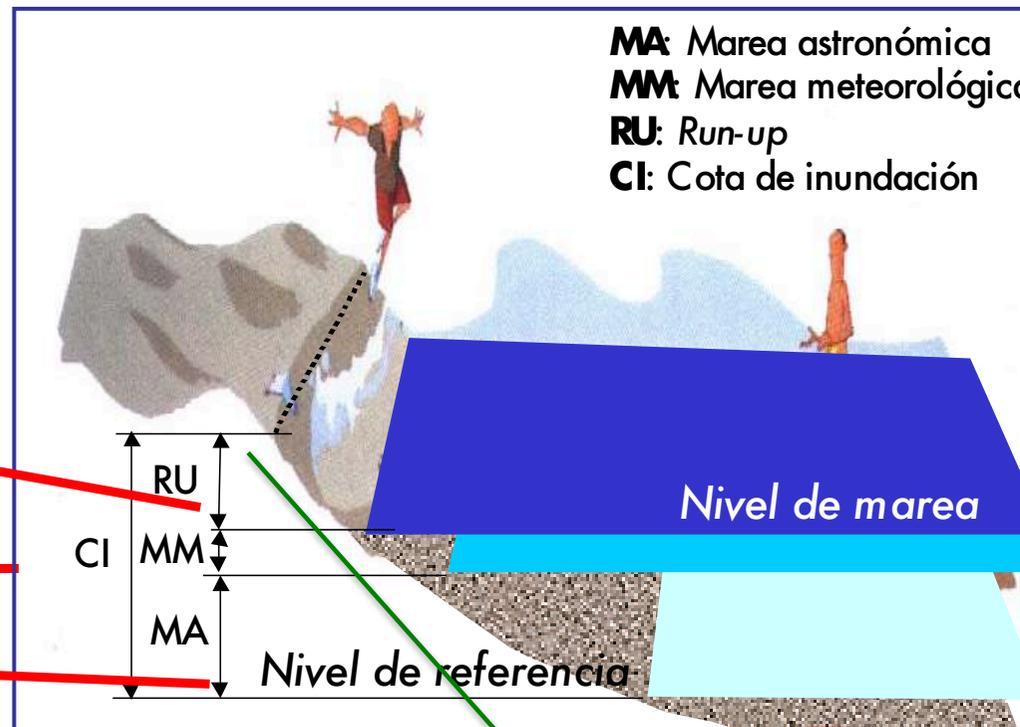


**AUMENTO RELATIVO DEL NIVEL DEL MAR= SLR REGIONAL +  
Subsidencia/elevación**

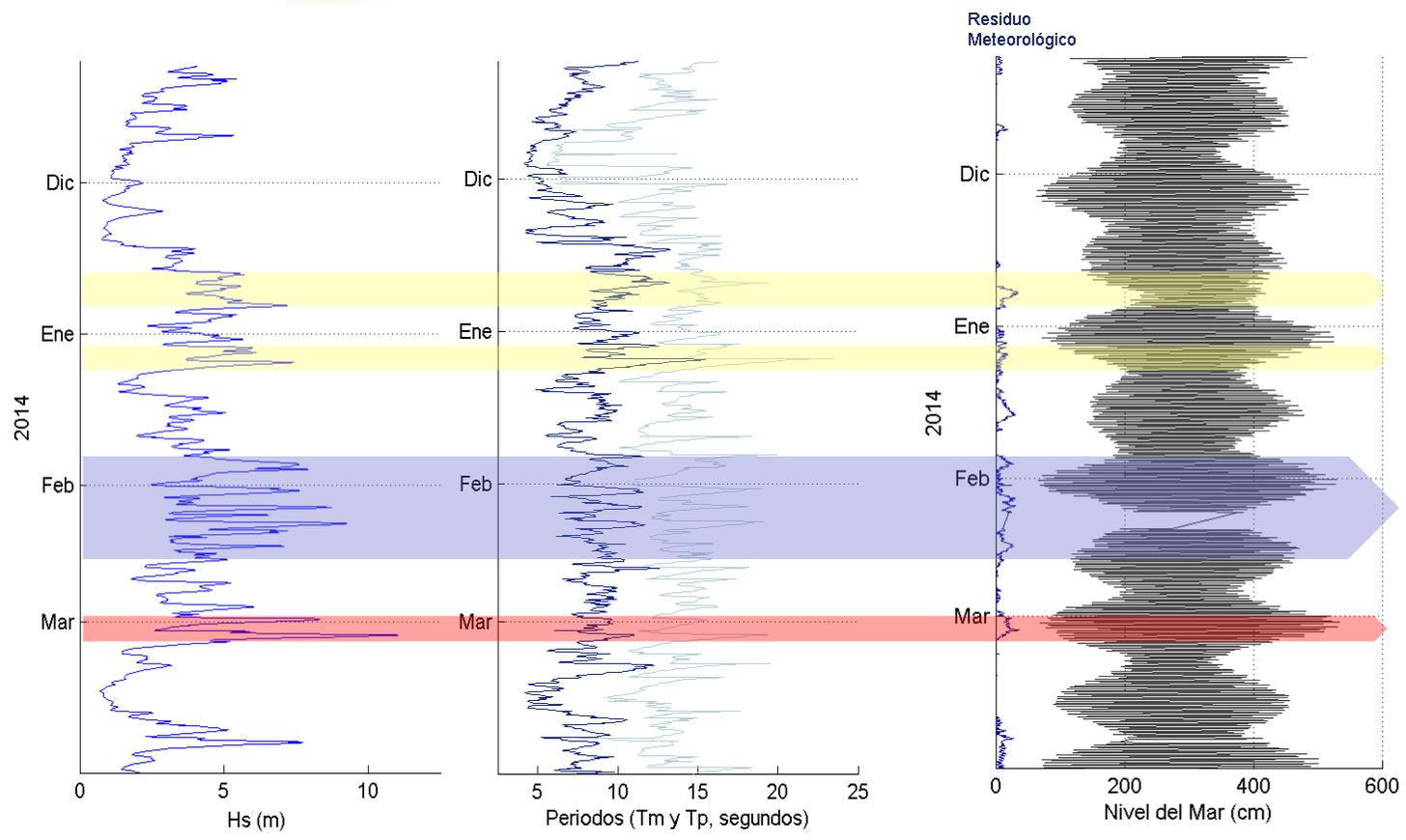
Inundación:

Efecto combinado !!!

- Olas
- Viento
- Presión atmosférica
- Nivel medio del mar



(Subsidencia/elevación)



**UNA MISMA COTA DE INUNDACIÓN  
NO TIENE LAS MISMAS  
CONSECUENCIAS**



**Baja exposición y baja vulnerabilidad**



**Alta exposición y vulnerabilidad media**

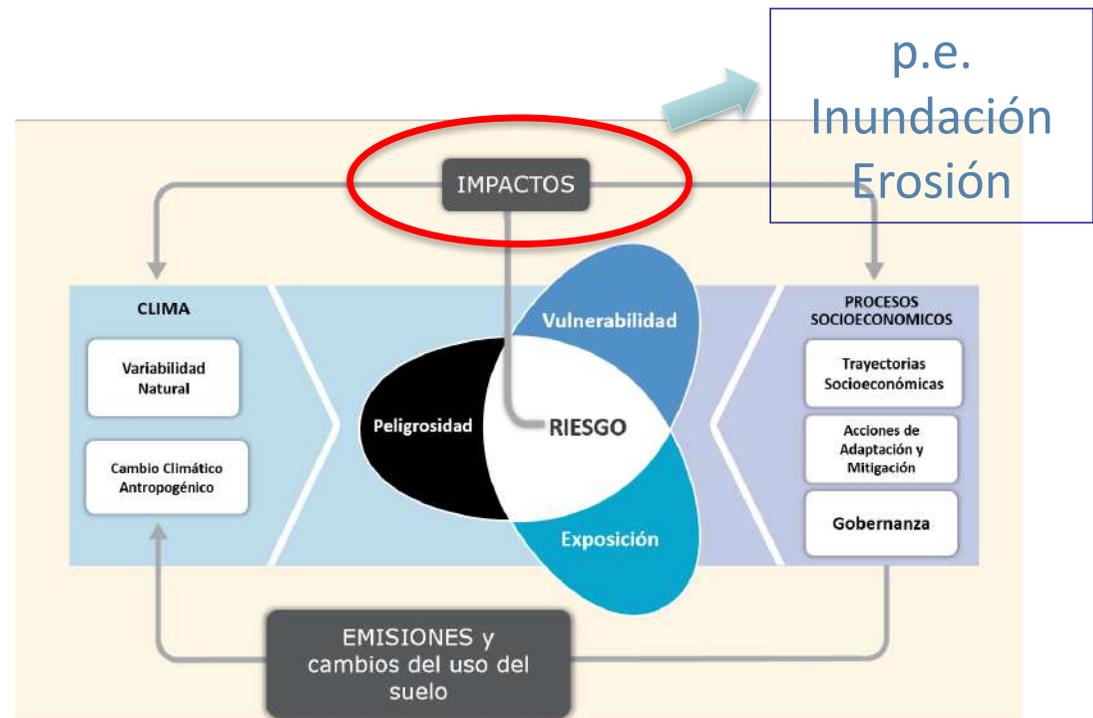


**Alta exposición y alta vulnerabilidad**

## MARCO GENERAL

La metodología clásica de análisis de riesgos derivada del análisis de las variables climáticas ha generado un marco conceptual (IPCC, 2014) basado en las siguientes componentes del riesgo:

- Peligrosidad: caracterizado por las dinámicas climáticas
- Exposición: activos, población y actividades potencialmente afectados por la peligrosidad
- Vulnerabilidad: sensibilidad de los elementos expuestos a sufrir daños
- Consecuencias: daños asociados a eventos individuales asociados a una probabilidad de ocurrencia
- Riesgo: distribución probabilística del daño

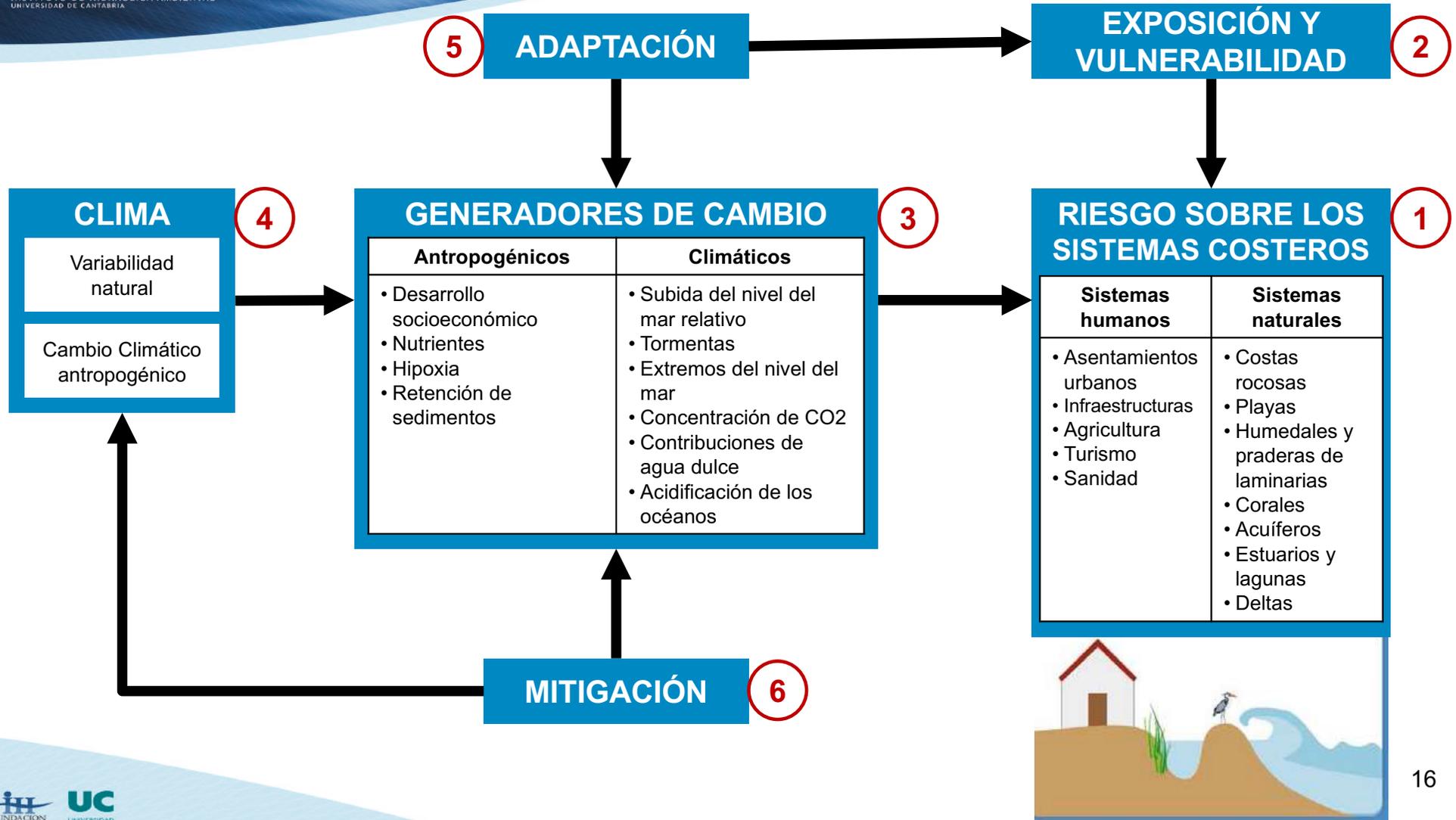


# Riesgo hoy vs. riesgo futuro

## Storm Surge and High Tides Magnify the Risks of Local Sea Level Rise

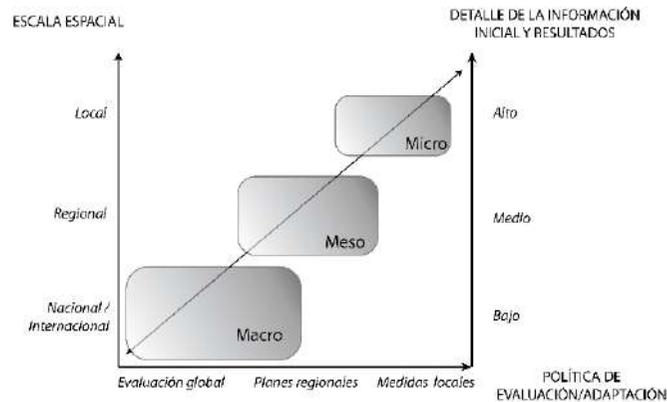


1. EL MARCO DEL ANÁLISIS
- 2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS**
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. PELIGROSIDAD
5. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD
6. IMPACTOS. ATRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
7. RIESGOS Y CONSECUENCIAS
8. ADAPTACIÓN



1. EL MARCO DEL ANÁLISIS
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
- 3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA**
4. PELIGROSIDAD
5. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD
6. IMPACTOS. ATRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
7. RIESGOS Y CONSECUENCIAS
8. ADAPTACIÓN

## Escalas espaciales de los estudios de Riesgo

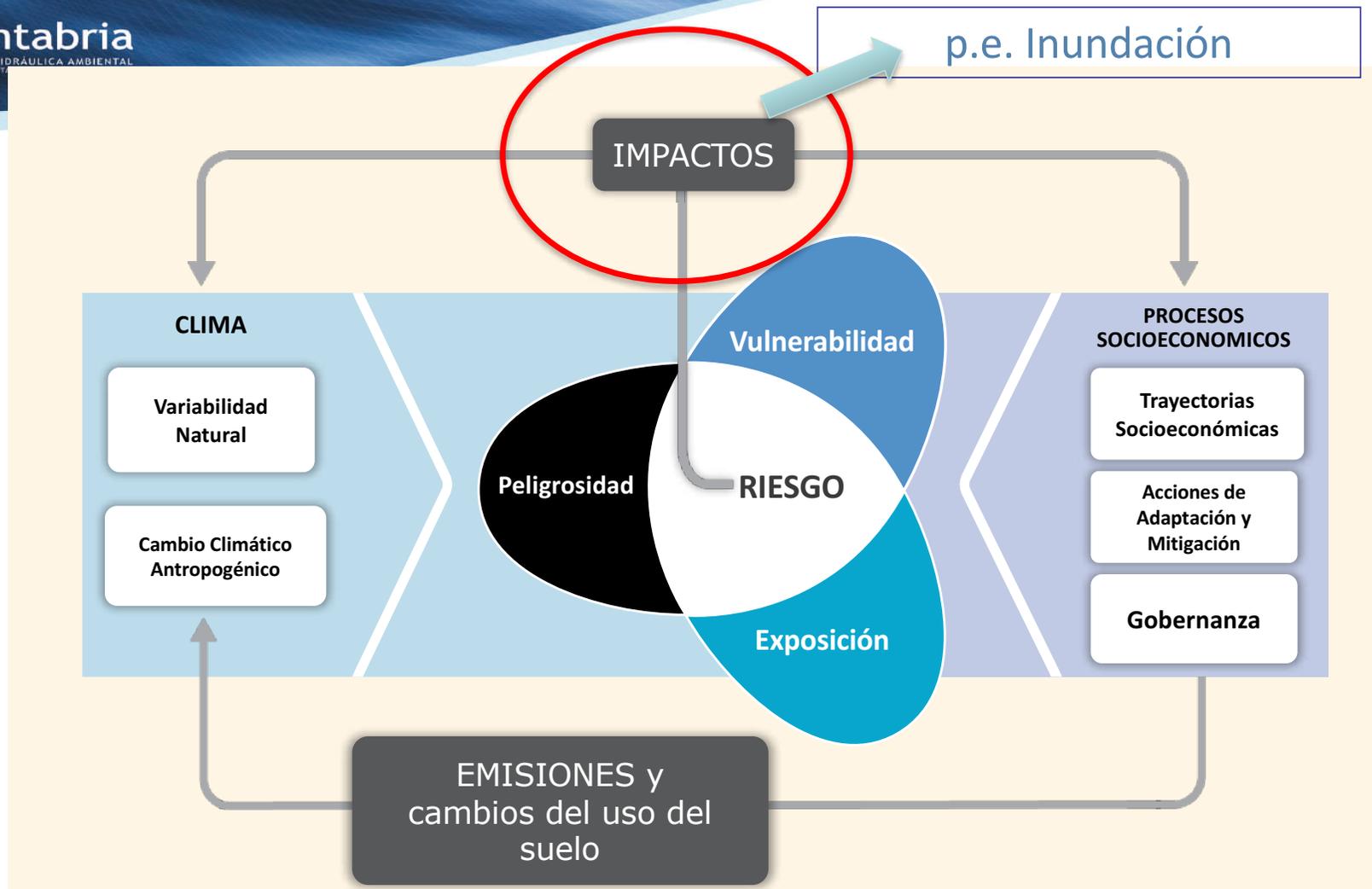


Peligrosidad  
Exposición  
Vulnerabilidad



ESCALA	ALCANCE DEL ESTUDIO	NIVEL DE GESTIÓN	EXACTITUD DE LOS RESULTADOS	ABUNDANCIA DATOS DE PARTIDA	RESOLUCIÓN DATOS DE PARTIDA
<b>MACRO</b>	(Inter)nacional	Políticas globales de reducción del daño	Bajo	Bajo	Bajo
<b>MESO</b>	Regional	Estrategias de adaptación de gran escala	Medio	Medio	Medio
<b>MICRO</b>	Local	Medidas concretas de adaptación	Alto	Alto	Alto

1. EL MARCO DEL ANÁLISIS
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. **PELIGROSIDAD**
5. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD
6. IMPACTOS. ATRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
7. RIESGOS Y CONSECUENCIAS
8. ADAPTACIÓN



**Los sistemas costeros son especialmente sensibles a tres factores de cambio atribuibles directamente al cambio climático :**

- **Aumento de nivel del mar**  Sub socioeconómicos (++)  
Sub natural (-)
- **Aumento de la temperatura del océano y**
- **Aumento del nivel de acidez del océano**  Sub socioeconómicos (--)  
Sub natural (++)

*(nivel de confianza muy alto, IPCC)*

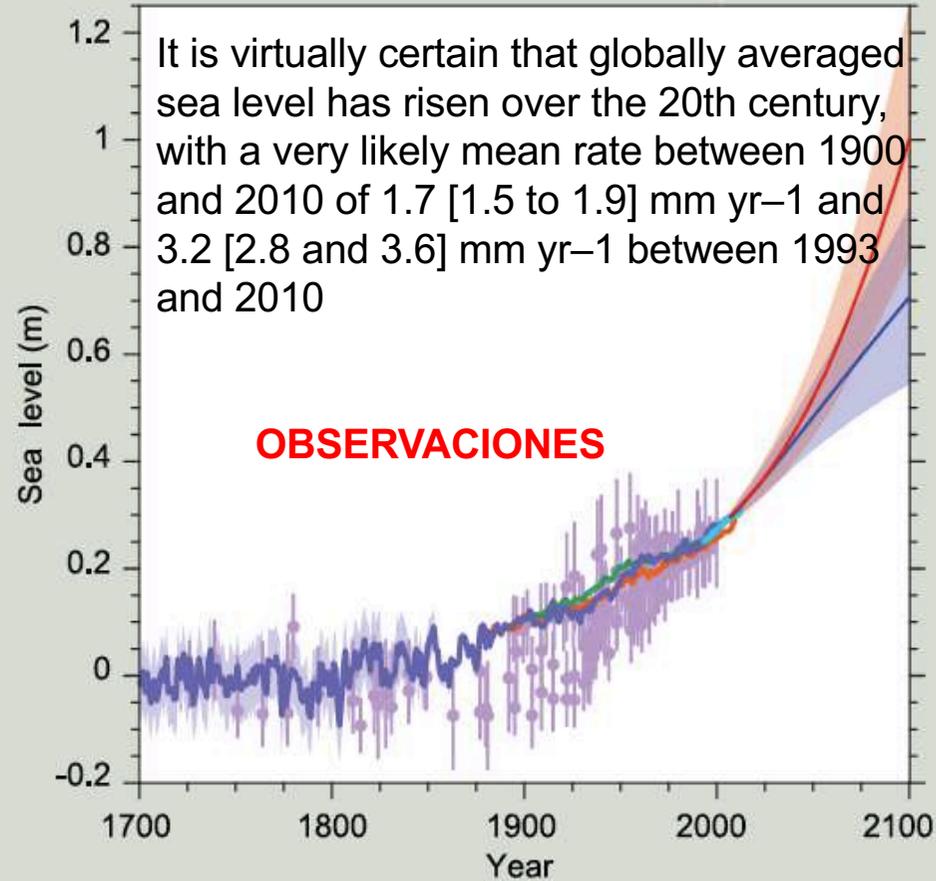
**Table 5-3** | Main impacts of relative sea level rise. Source: Adapted from Nicholls et al. (2010).

Biophysical impacts of relative sea level rise	Other climate-related drivers	Other human drivers
Dryland loss due to erosion	Sediment supply, wave and storm climate	Activities altering sediment supply (e.g., sand mining)
Dryland loss due to submergence	Wave and storm climate, morphological change, sediment supply	Sediment supply, flood management, morphological change, land claim
Wetland loss and change	Sediment supply, CO <sub>2</sub> fertilization	Sediment supply, migration space, direct destruction
Increased flood damage through extreme sea level events (storm surges, tropical cyclones, etc.)	Wave and storm climate, morphological change, sediment supply	Sediment supply, flood management, morphological change, land claim
Saltwater intrusion into surface waters (backwater effect)	Runoff	Catchment management and land use (e.g., sand mining and dretching)
Saltwater intrusion into groundwaters leading to rising water tables and impeded drainage	Precipitation	Land use, aquifer use

Climate-related driver	Physical/chemical effects	Trends	Projections	Progress since AR4
Sea level	Submergence, flood damage, erosion; saltwater intrusion; rising water tables/impeded drainage; wetland loss (and change).	Global mean sea level <i>very likely</i> increase (Section 5.3.2.2; WGI AR5 Sections 3.7.2, 3.7.3).	Global mean sea level <i>very likely</i> increase (see Table 5.1; WGI AR5 Section 13.5.1).  Regional variability (Section 5.3.2.2; WGI AR5 Chapter 13).	Improved confidence in contributions to observed sea level. More information on regional and local sea level rise.
Storms: tropical cyclones (TCs), extratropical cyclones (ETCs)	Storm surges and storm waves, coastal flooding, erosion; saltwater intrusion; rising water tables/impeded drainage; wetland loss (and change). Coastal infrastructure damage and flood defense failure.	TCs (Box 5-1, WGI AR5 Section 2.6.3): <i>low confidence</i> in trends in frequency and intensity due to limitations in observations and regional variability.  ETCs (Section 5.3.3.1; WGI AR5 Section 2.6.4): <i>likely</i> poleward movement of circulation features but <i>low confidence</i> in intensity changes.	TCs (Box 5-1): <i>likely</i> decrease to no change in frequency; <i>likely</i> increase in the most intense TCs.  ETCs (Section 5.3.3.1): <i>high confidence</i> that reduction of ETCs will be small globally. <i>Low confidence</i> in changes in intensity.	Lowering of confidence of observed trends in TCs and ETCs since AR4. More basin-specific information on storm track changes.
Winds	Wind waves, storm surges, coastal currents, land coastal infrastructure damage.	<i>Low confidence</i> in trends in mean and extreme wind speeds (Section 5.3.3.2, SREX, WGI AR5 Section 3.4.5).	<i>Low confidence</i> in projected mean wind speeds. <i>Likely</i> increase in TC extreme wind speeds (Section 5.3.3.2, SREX).	Winds not specifically addressed in AR4.
Waves	Coastal erosion, overtopping and coastal flooding.	<i>Likely</i> positive trends in Hs in high latitudes (Section 5.3.3.2; WGI AR5 Section 3.4.5).	<i>Low confidence</i> for projections overall but <i>medium confidence</i> for Southern Ocean increases in Hs (Section 5.3.3.2).	Large increase in number of wave projection studies since AR4.
Extreme sea levels	Coastal flooding erosion, saltwater intrusion.	<i>High confidence</i> of increase due to global mean sea level rise (Section 5.3.3.3; WGI AR5 Chapter 13).	<i>High confidence</i> of increase due to global mean sea level rise, <i>low confidence</i> of changes due to storm changes (Section 5.3.3.3; WGI AR5 Section 13.5).	Local subsidence is an important contribution to regional sea level rise in many locations.
Sea surface temperature (SST)	Changes to stratification and circulation; reduced incidence of sea ice at higher latitudes; increased coral bleaching and mortality, poleward species migration; increased algal blooms.	<i>High confidence</i> that coastal SST increase is higher than global SST increase (Section 5.3.3.4).	<i>High confidence</i> that coastal SSTs will increase with projected temperature increase (Section 5.3.3.4).	Emerging information on coastal changes in SSTs.
Freshwater input	Altered flood risk in coastal lowlands; altered water quality/salinity; altered fluvial sediment supply; altered circulation and nutrient supply.	<i>Medium confidence (limited evidence)</i> in a net declining trend in annual volume of freshwater input (Section 5.3.3.6).	<i>Medium confidence</i> for general increase in high latitudes and wet tropics and decrease in other tropical regions (Section 5.3.3.6).	Emerging information on freshwater input.
Ocean acidity	Increased CO <sub>2</sub> fertilization; decreased seawater pH and carbonate ion concentration (or "ocean acidification").	<i>High confidence</i> of overall increase, with high local and regional variability (Section 5.3.3.5).	<i>High confidence</i> of increase at unprecedented rates but with local and regional variability (Box CC-OA).	Coastal ocean acidification not specifically addressed in AR4. Considerable progress made in chemical projections and biological impacts.

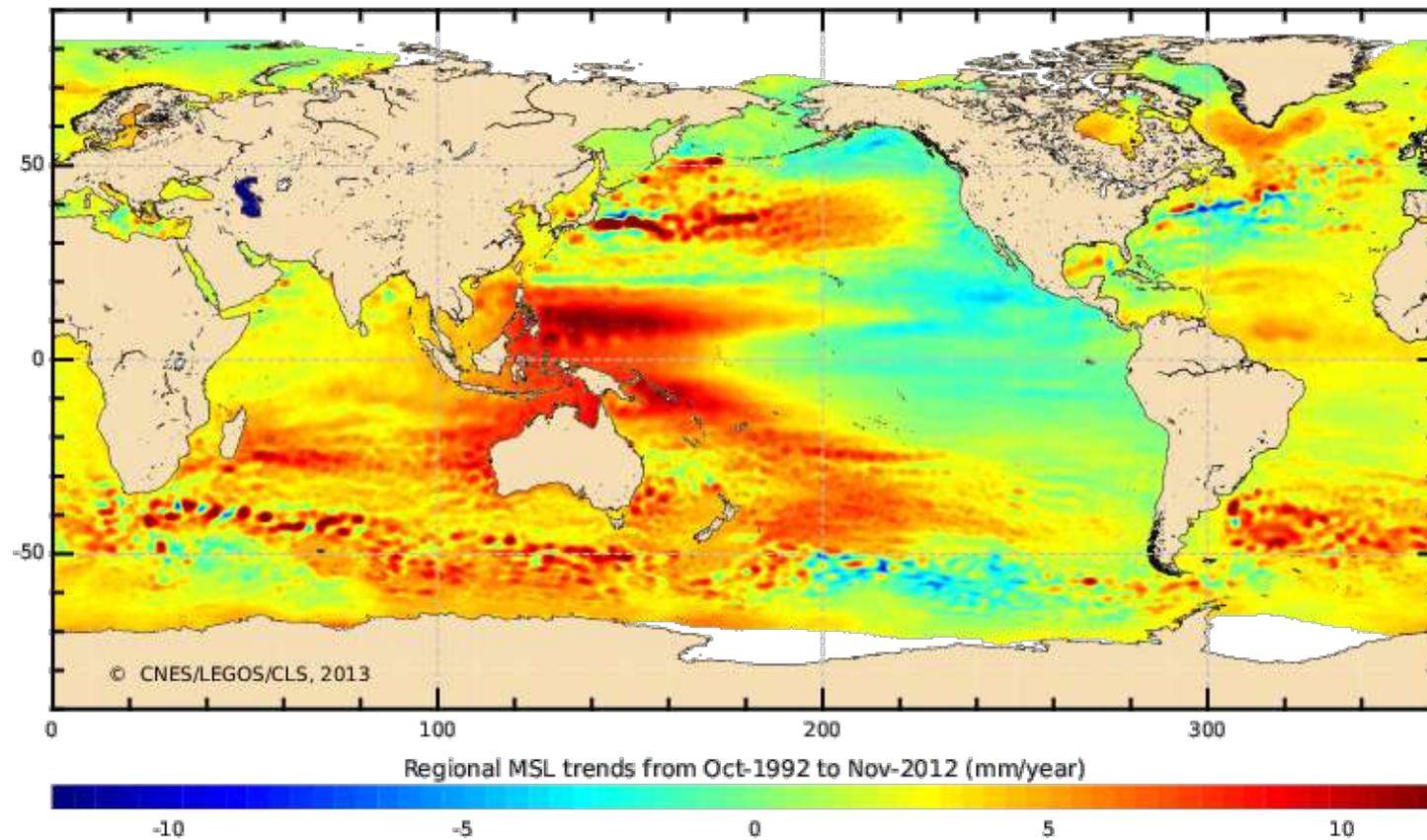
SREX = IPCC Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.

**GMSL**



TFE.2, Figure 2 | Compilation of paleo sealevel data (purple), tide gauge data (blue, red and green), altimeter data (light blue) and central estimates and *likely* ranges for projections of global mean sea level rise from the combination of CMIP5 and process-based models for RCP2.6 (blue) and RCP8.5 (red) scenarios, all relative to pre-industrial values. (Figures 13.3, 13.11, 13.27)

## OBSERVACIONES



## PROYECCIONES

**Table 5-2** | Projections of global mean sea level rise in meters relative to 1986–2005 are based on ocean thermal expansion calculated from climate models, the contributions from glaciers, Greenland and Antarctica from surface mass balance calculations using climate model temperature projections, the range of the contribution from Greenland and Antarctica due to dynamical processes, and the terrestrial contribution to sea levels, estimated from available studies. For sea levels up to and including 2100, the central values and the 5–95% range are given whereas for projections from 2200 onwards, the range represents the model spread due to the small number of model projections available and the high scenario includes projections based on RCP6.0 and RCP8.5. Source: WGI AR5 Summary for Policymakers and Sections 12.4.1, 13.5.1, and 13.5.4.

Emission scenario	Representative Concentration Pathway (RCP)	2100 CO <sub>2</sub> concentration (ppm)	Temperature increase (°C)	Mean sea level rise (m)					
				2081–2100	2046–2065	2100	Scenario	2200	2300
Low	2.6	421	1.0 [0.3–1.7]	0.24 [0.17–0.32]	0.44 [0.28–0.61]	Low	0.35–0.72	0.41–0.85	0.50–1.02
Medium low	4.5	538	1.8 [1.1–2.6]	0.26 [0.19–0.33]	0.53 [0.36–0.71]	Medium	0.26–1.09	0.27–1.51	0.18–2.32
Medium high	6.0	670	2.2 [1.4–3.1]	0.25 [0.18–0.32]	0.55 [0.38–0.73]	High	0.58–2.03	0.92–3.59	1.51–6.63
High	8.5	936	3.7 [2.6–4.8]	0.29 [0.22–0.38]	0.74 [0.52–0.98]				

### *Very likely increase*

Representative Concentration Pathways: Trayectorias de la concentración de GEIs

RCPs, RCP2.6, RCP4.5, RCP6, y RCP8.5, deben su nombre a posibles rangos de forzadores de radiación en el año 2100 con respecto a valores preindustriales (+2.6, +4.5, +6.0 and +8.5 W/m<sup>2</sup>, respectivamente)

## **Son estas proyecciones las que hay que utilizar para la planificación y gestión de riesgos en zonas costeras?**

- Es la fuente más autorizada para la gestión de riesgos en la costa
- Ampliamente utilizada
- Incertidumbre (probabilidad 66-100%) (resultados de modelos + términos de incertidumbre del IPCC-consensuado por los autores del IPCC)
- Corresponde a valores centrales y percentiles del 5-95% de qué exactamente?

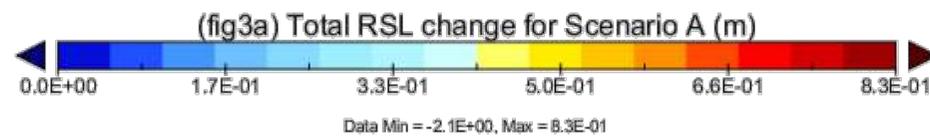
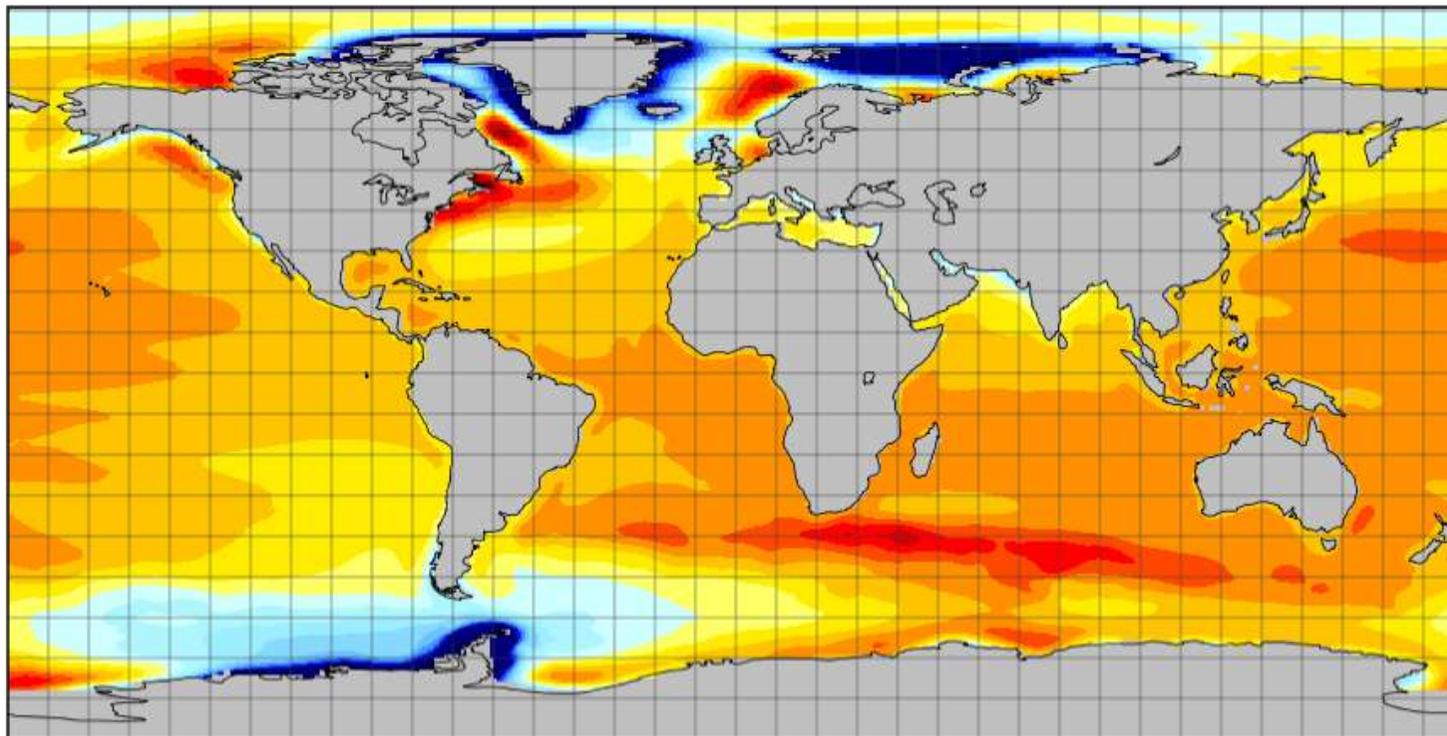
## Son estas proyecciones las que hay que utilizar para la planificación y gestión de riesgos en zonas costeras?

### No de manera exclusiva porque:

- Global vs. Local (regional + variaciones espaciales locales: factores meteo-oceanográficos, efectos gravitacionales debidos a la pérdida de hielo y a la elevación/subsidencia local)
- WGI: busca reducir incertidumbres, no gestionar riesgos
- Basado en modelos de procesos que incluyen leyes físicas y parametrizaciones
  - Incluye ensembles de diferentes modelos y asume que la varianza de las proyecciones puede considerarse una distribución normal, tomando como límites inferior y superior los percentiles del 5 y 90% de la distribución gaussiana

## Global vs. Local

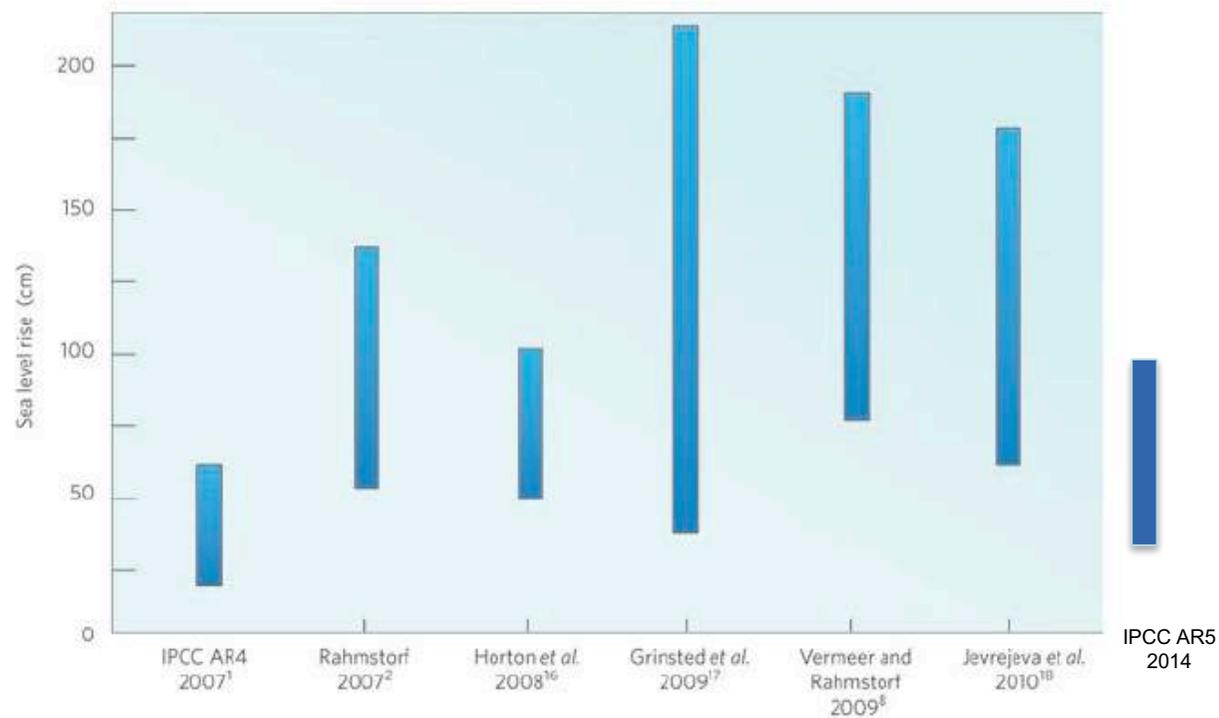
RSLR RCP4.5 (Slangen et al. 2014)



Existen otras aproximaciones: semi-empíricas; limitaciones físicas de la dinámica de las capas de hielo; registros paleoclimáticos...

**TODOS** se incluyen en el informe pero se considera que no tienen el mismo nivel de incertidumbre/confianza

**TODOS PROYECTAN VALORES MÁS ALTOS**



Rahmstorf (2010). Science

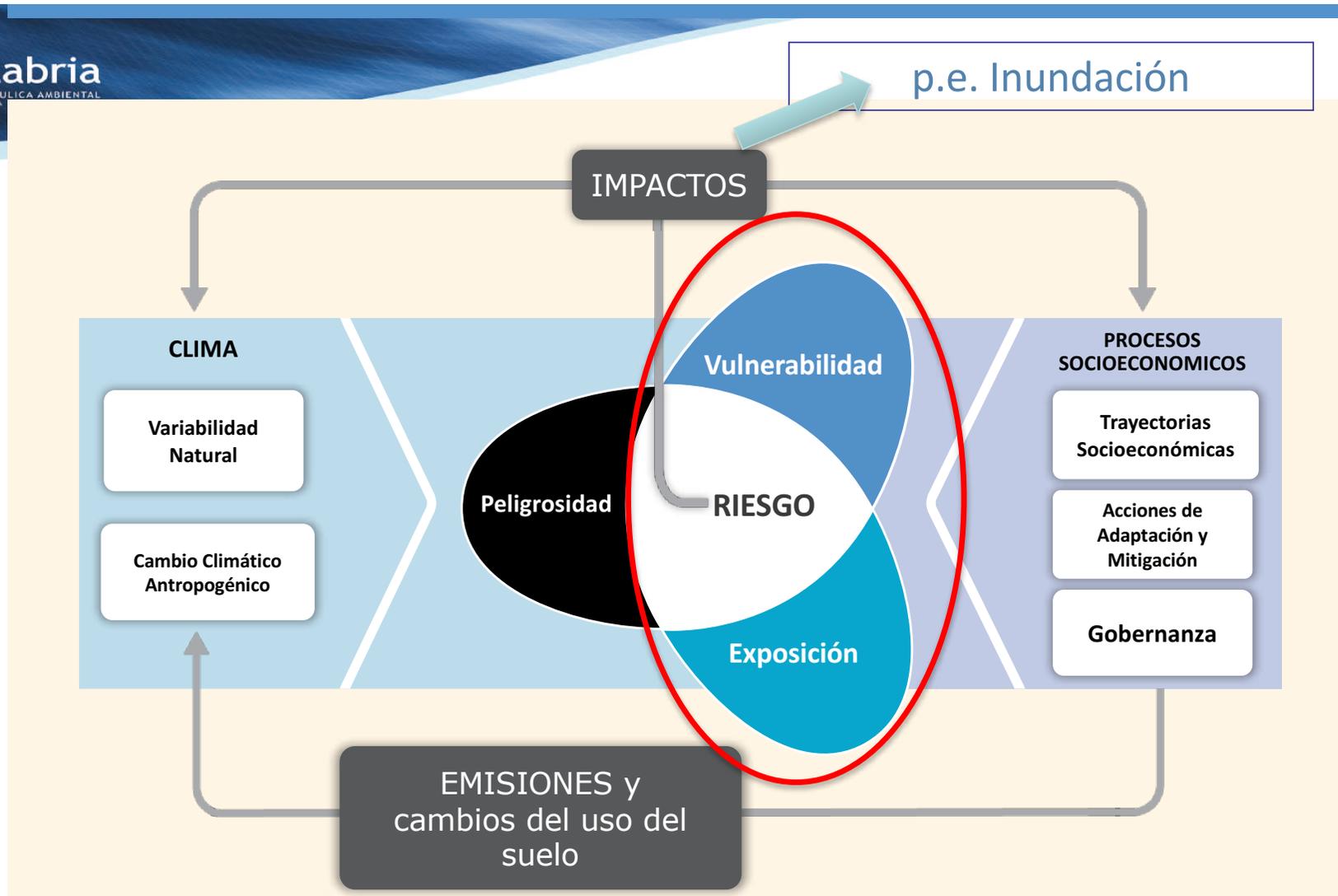
**Son estas proyecciones las que hay que utilizar para la planificación y gestión de riesgos en zonas costeras?**

**No de manera exclusiva porque:**

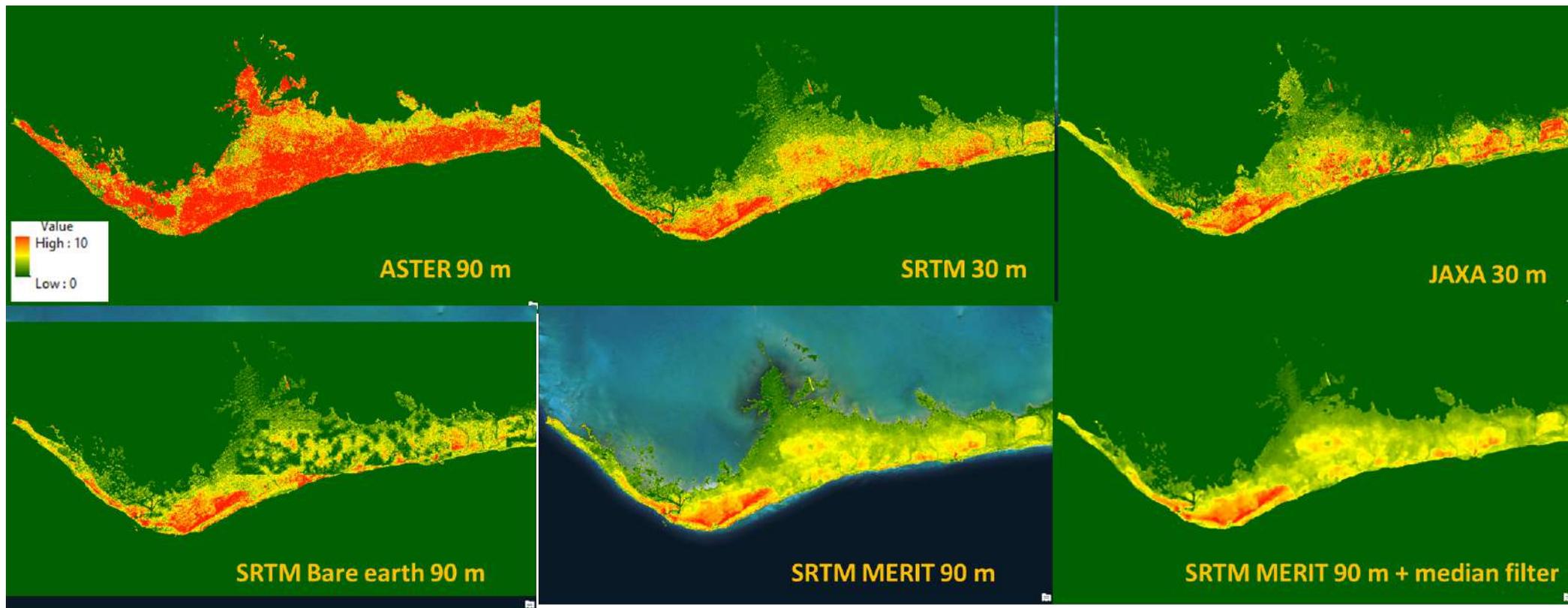
- Las proyecciones del IPCC se focalizan en la distribución central, más que en la rama superior de la distribución del GMSLR, que es la que importa para el riesgo (¿qué pasa con el 33% restante de probabilidad?)

**LA GESTIÓN DEL RIESGO requiere realizar un análisis de decisiones considerando “todo” el conocimiento existente, incluyendo todas las incertidumbres y ambigüedades de las opciones disponibles y la opinión de expertos**

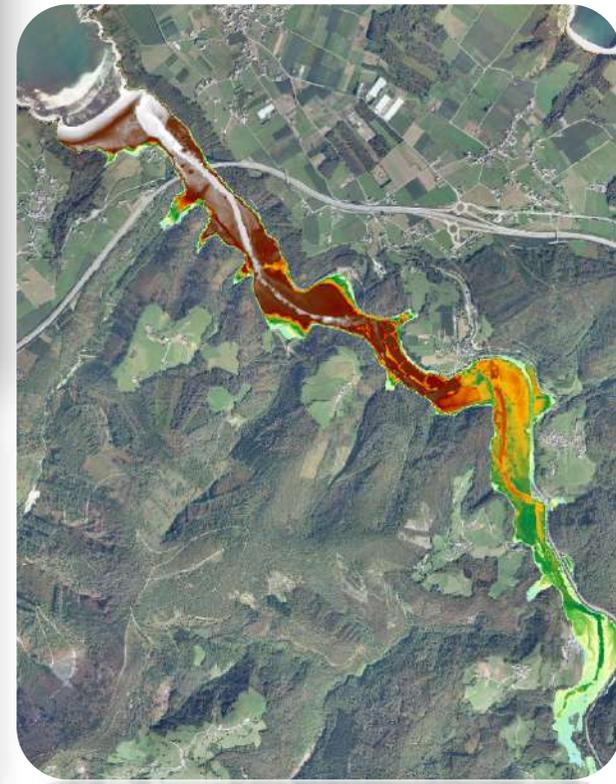
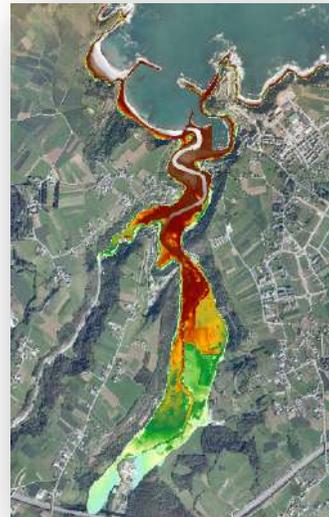
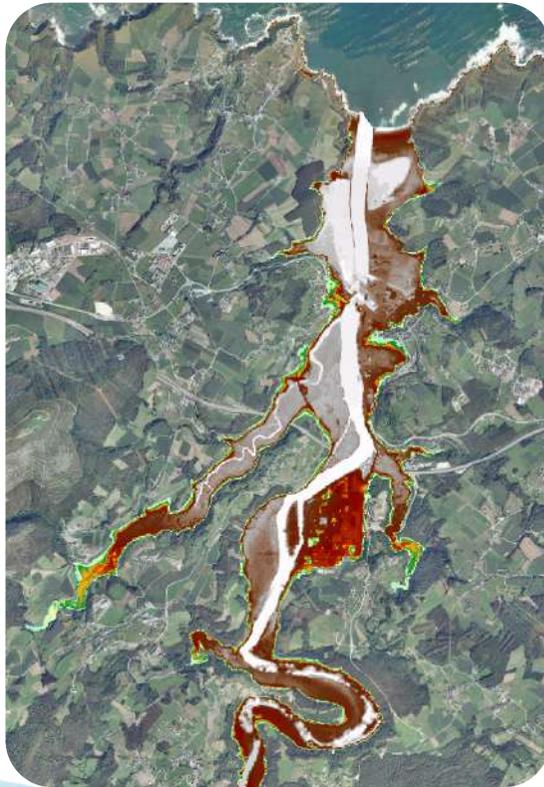
1. EL MARCO DEL ANÁLISIS
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. PELIGROSIDAD
5. **EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD**
6. IMPACTOS. ATRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
7. RIESGOS Y CONSECUENCIAS
8. ADAPTACIÓN



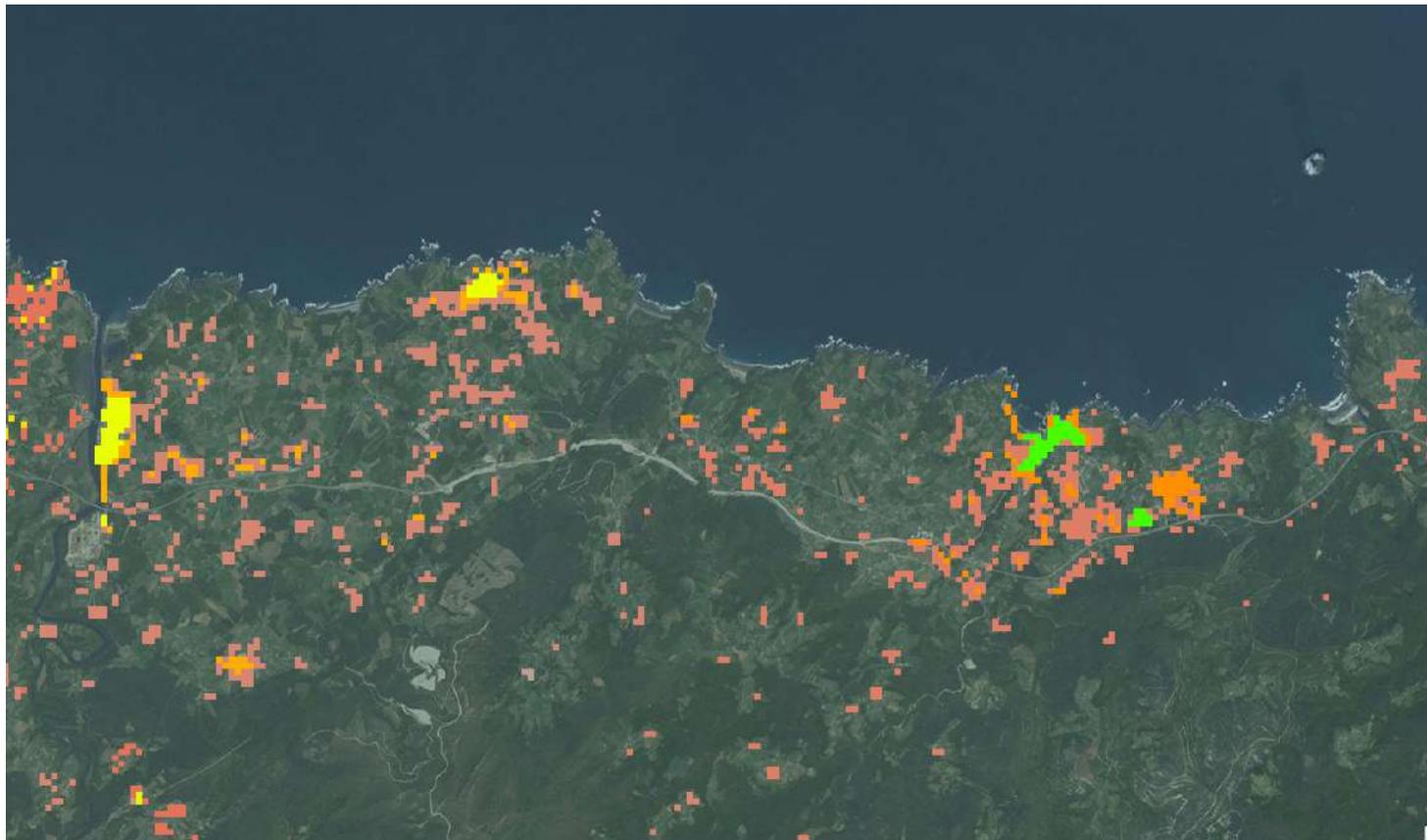
## Modelo Digital del Terreno



Defensas



Resolución espacial = 1 Ha

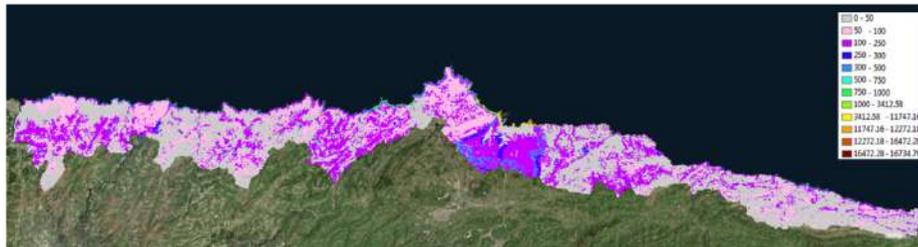


# EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

## POBLACIÓN



## VANE

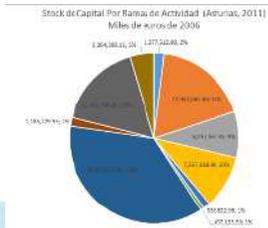


## RENDA P.C. Y VAB

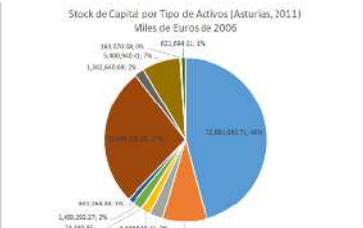
	Código de territorio (promotor río)	Popula- ción (despoblada)	Renta Española (despoblada)
<b>ASTURIAS</b>	<b>13,726</b>	<b>14,479</b>	<b>16,814</b>
1 Asturias	11,628	12,521	14,744
2 Abar	10,260	14,253	16,856
3 Abarce	9,432	12,174	11,977
4 Abarce	14,481	14,122	16,918
5 Barrios de Naranjo	12,284	16,544	19,241
6 Barrios	10,485	14,334	16,822
7 Barrios	11,174	13,213	15,284
8 Barrios	11,143	13,692	15,271
9 Barrios	9,147	11,282	13,172
10 Barrios	11,110	12,971	15,174

	Valor añadido bruto (M€)	República Española (M€)	Asturias (M€)	Cantabria (M€)	País Vasco (M€)
<b>ASTURIAS</b>	<b>13,726</b>	<b>239,276</b>	<b>4,876,688</b>	<b>1,409,736</b>	<b>8,114,308</b>
1 Asturias	21,475	6,990	722	2,271	11,102
2 Abar	126,867	3,199	31,266	10,419	72,183
3 Abarce	13,314	660	4,073	775	5,618
4 Abarce	1,297,496	3,264	402,267	140,224	924,100
5 Barrios de Naranjo	26,465	1,266	32,168	1,223	12,071
6 Barrios	15,114	671	1,447	5,140	7,114
7 Barrios	23,200	1,807	2,545	1,485	14,174
8 Barrios	71,367	6,620	5,076	3,241	19,122
9 Barrios	6,247	930	1,194	616	9,119
10 Barrios	16,114	2,045	205	3,876	9,114
11 Cantabria del Noreste	81,607	11,265	17,247	88,140	143,119
12 Cantabria del Oeste	105,614	3,113	6,010	9,106	92,611
13 Cantabria	4,848	384	908	147	8,119
14 Cantabria	404,280	4,126	20,465	42,222	125,921
15 País Vasco	14,171	1,100	542	1,140	7,111

## STOCK DE CAPITAL



- 1. Activos financieros
- 2. Construcción
- 3. Industria y minería
- 4. Comercio, hostelería y turismo
- 5. Actividades inmobiliarias
- 6. Actividades de servicios
- 7. Administración pública y educación
- 8. Salud y bienestar social
- 9. Transporte, información y comunicaciones
- 10. Energía
- 11. Otros



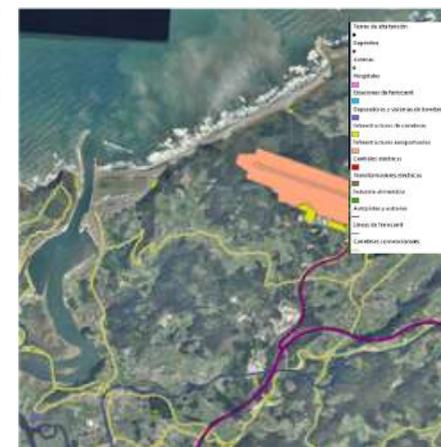
- 1. Financiero
- 2. Inmuebles
- 3. Vehículos
- 4. Maquinaria, equipo y otros activos
- 5. Activos culturales
- 6. Otros
- 7. Inmuebles públicos
- 8. Vehículos públicos
- 9. Maquinaria, equipo y otros activos
- 10. Activos culturales
- 11. Otros

## BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

### VIVIENDAS



### INFRA CRÍTICAS



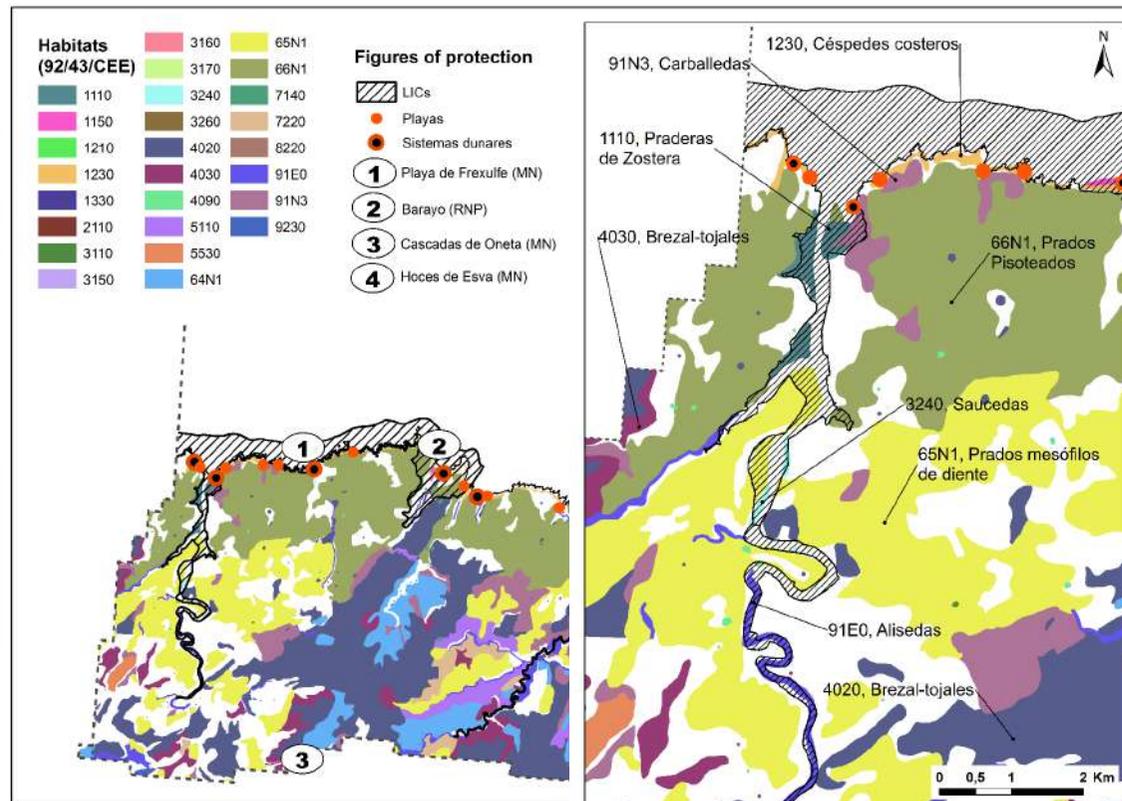
### INDUSTRIA



## CARTOGRAFÍA HÁBITATS

## LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA

## ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS





**Costa Med española: 1<sup>er</sup> Km - 40% urbanizado**

Stock  
Viviendas  
afectado

Escenario 1.- CLIMA PRESENTE Tr=100

Escenario 4.- MEDIO PLAZO SLR=0.24 m + Tr=100



Escenario 9.- LARGO PLAZO SLR=1.5 m

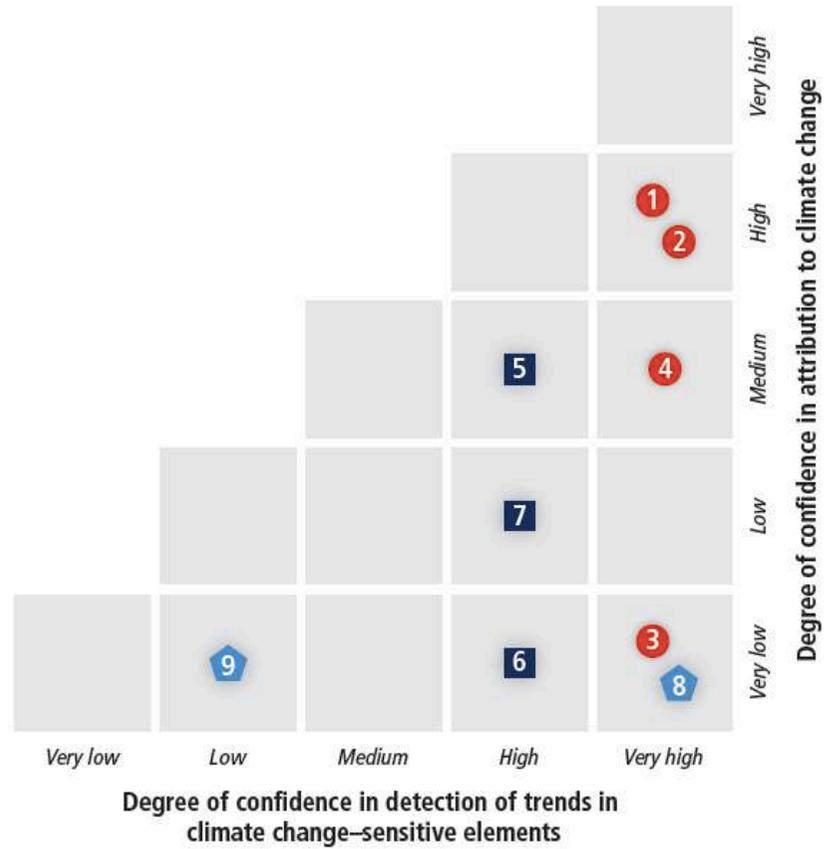
Escenario 11.- LARGO PLAZO SLR=0.65 m + Tr=100



Edificios Afectados



1. EL MARCO DEL ANÁLISIS
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. PELIGROSIDAD
5. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD
- 6. IMPACTOS. ATRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**
7. RIESGOS Y CONSECUENCIAS
8. ADAPTACIÓN

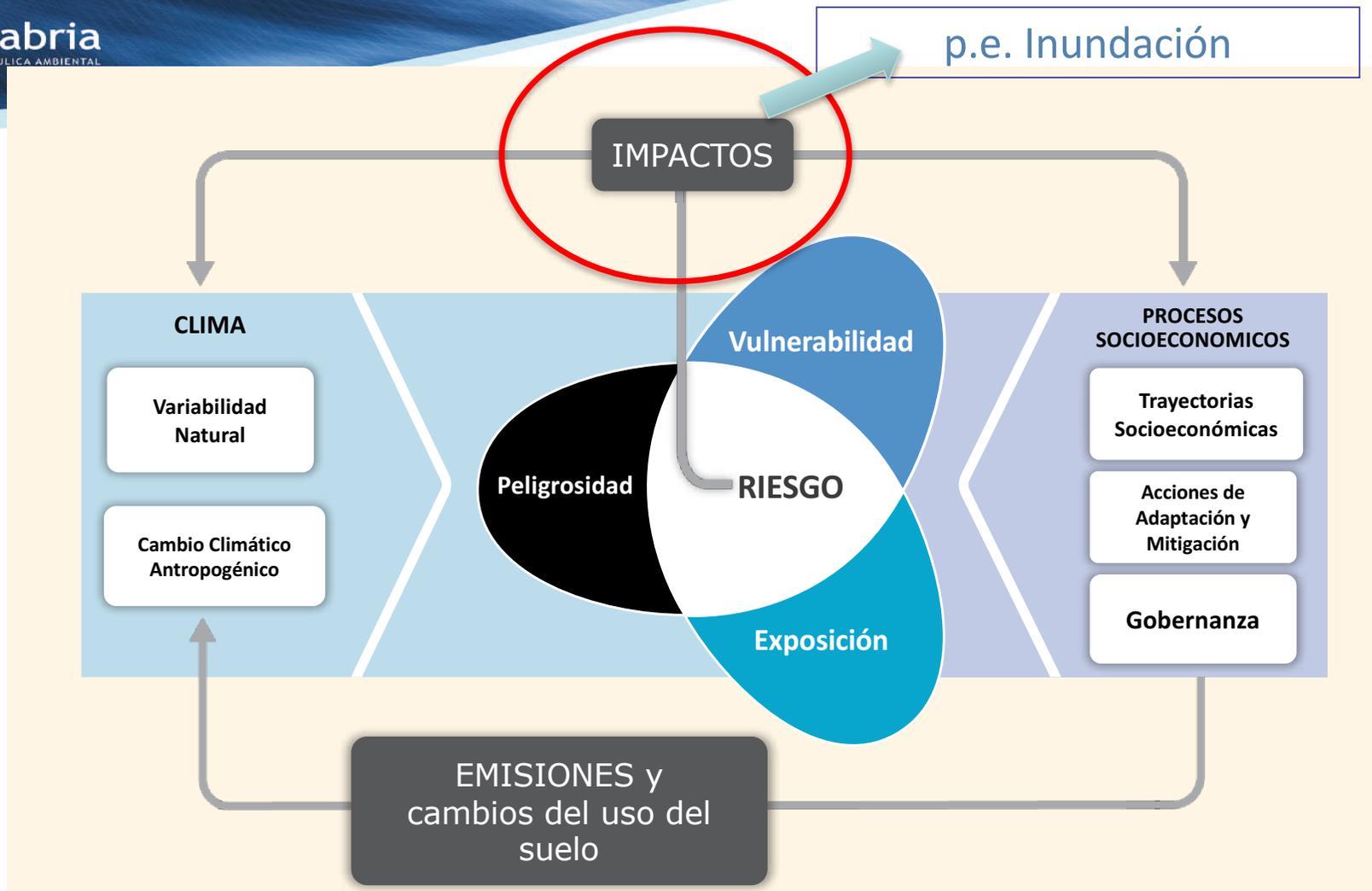


- **Evidence of changes in species and ecosystems**
  - 1. Increase in coral bleaching
  - 2. Shift in range limits of species distribution
  - 3. Decline in the extent of salt marshes and mangroves
  - 4. Decline in the extent of seagrasses
- **Impacts on coastal processes**
  - 5. Decreased calcification
  - 6. Increased beach erosion
  - 7. Increased saltwater intrusion
- ⬠ **Impacts on human systems**
  - 8. Increased flood damage
  - 9. Decreased harbor operations

**Figure 5-5 |** Summary of detection and attribution in coastal areas.



1. EL MARCO DEL ANÁLISIS
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. PELIGROSIDAD
5. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD
6. IMPACTOS. ATRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
- 7. RIESGOS Y CONSECUENCIAS**
8. ADAPTACIÓN

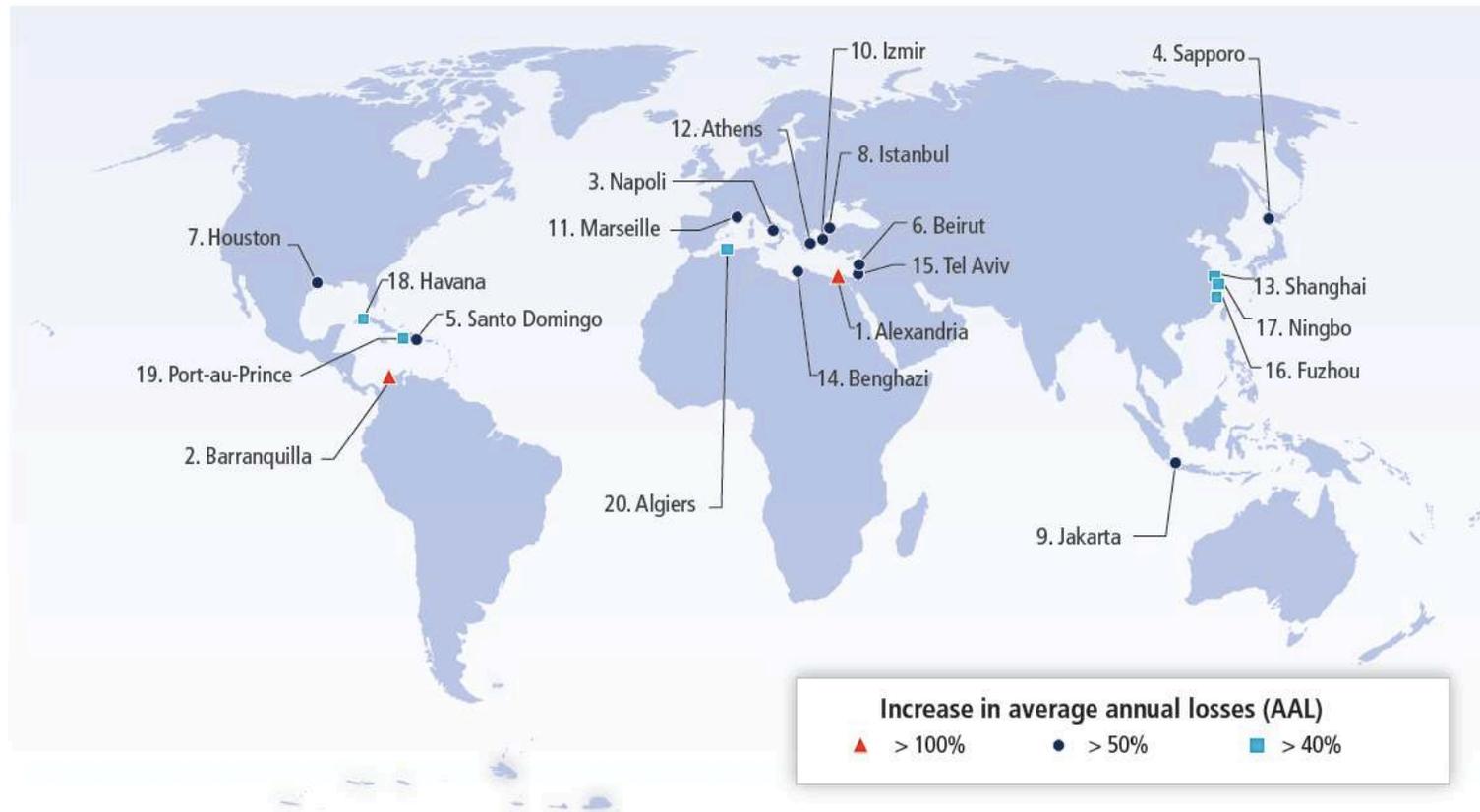




**Fig 5. Exposición de la población y de bienes (built capital) para futuros escenarios de rSLR y valores extremos 100-años.**

Reference	Physical impacts	SLR scenario	Socio-economic scenario	Impact indicators	Without adaptation	With adaptation
Anthoff <i>et al.</i> , 2010	Submergence, wetland loss	0.5-2.0m SLR by 2100	A1, A2, B1, B2	Net present value of total cost for 2005-2100 (pure rate of time preference 1%)	US\$ 800-3300 billion in 2100	US\$200-2200 billion in 2100
Nicholls <i>et al.</i> , 2011	Submergence, erosion	0.5-2.0 m SLR by 2100	A1FI	Cumulative number of people displaced due to land loss to submergence and erosion	72-187 million people during 21 <sup>st</sup> century	0.04-0.3 million people during 21 <sup>st</sup> century
				Annual adaptation cost	N/a	US\$ 25-270 billion/yr
Hinkel <i>et al.</i> , 2014	Flooding 100-year event	0.25-1.23 m by 2100	RCP2.6 RCP3.5	Annual expected number of people flooded Expected annual losses of global gross domestic product (%)	0.2-4.6% of global population 0.3-9.3% of global GDP	Annual investment and maintenance costs by 2100 12-71 billion US\$
Hinkel <i>et al.</i> , 2012	Flooding	0.6-1.3m by 2100	UN medium fertility	Annual expected number of people flooded	170-260 million people/yr in 2100	Two orders of magnitude smaller than w/o adaptation
				Annual total cost (including dike upgrade, dike maintenance and residual damage cost)	US\$ 160-300 billion/yr in 2100	US\$ 30-90 billion/yr in 2100
				Annual total cost relative to GDP	0.05% -0.09% of global GDP in 2100	0.01%-0.03% of global GDP in 2100

**Incremento (con respecto a 2005) de pérdidas anuales esperadas en 2050-RCP2.6.**



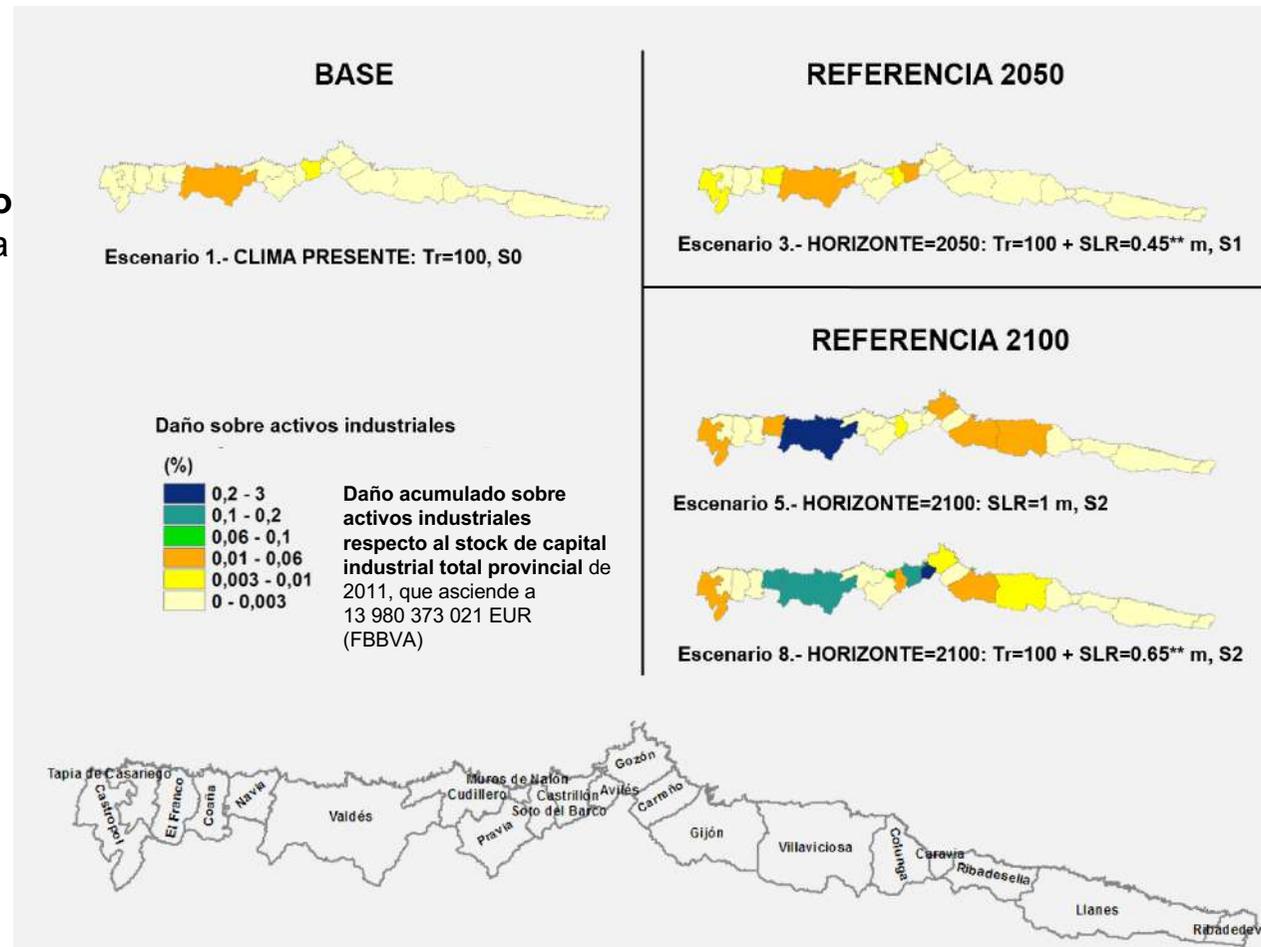
**Figure 5-4** | The 20 cities where average annual losses (AALs) increase most (in relative terms in 2050 compared with 2005) in the case of optimistic sea level rise, if adaptation maintains only current defense standards or flood probability (PD) (Hallegatte et al., 2013).

En las **zonas comprometidas por efectos irreversibles del aumento del nivel medio del mar** se genera en la actualidad un **VAB de 133 millones de euros/año** y albergan **activos industriales por valor de más de 72 millones de euros.**

**Ranking para  $Tr=100 + SLR=0.65^* m$  a 2100 (E8):**

- Avilés**
- Navia**
- Castrillón**
- Valdés**
- Muros de Nalón**

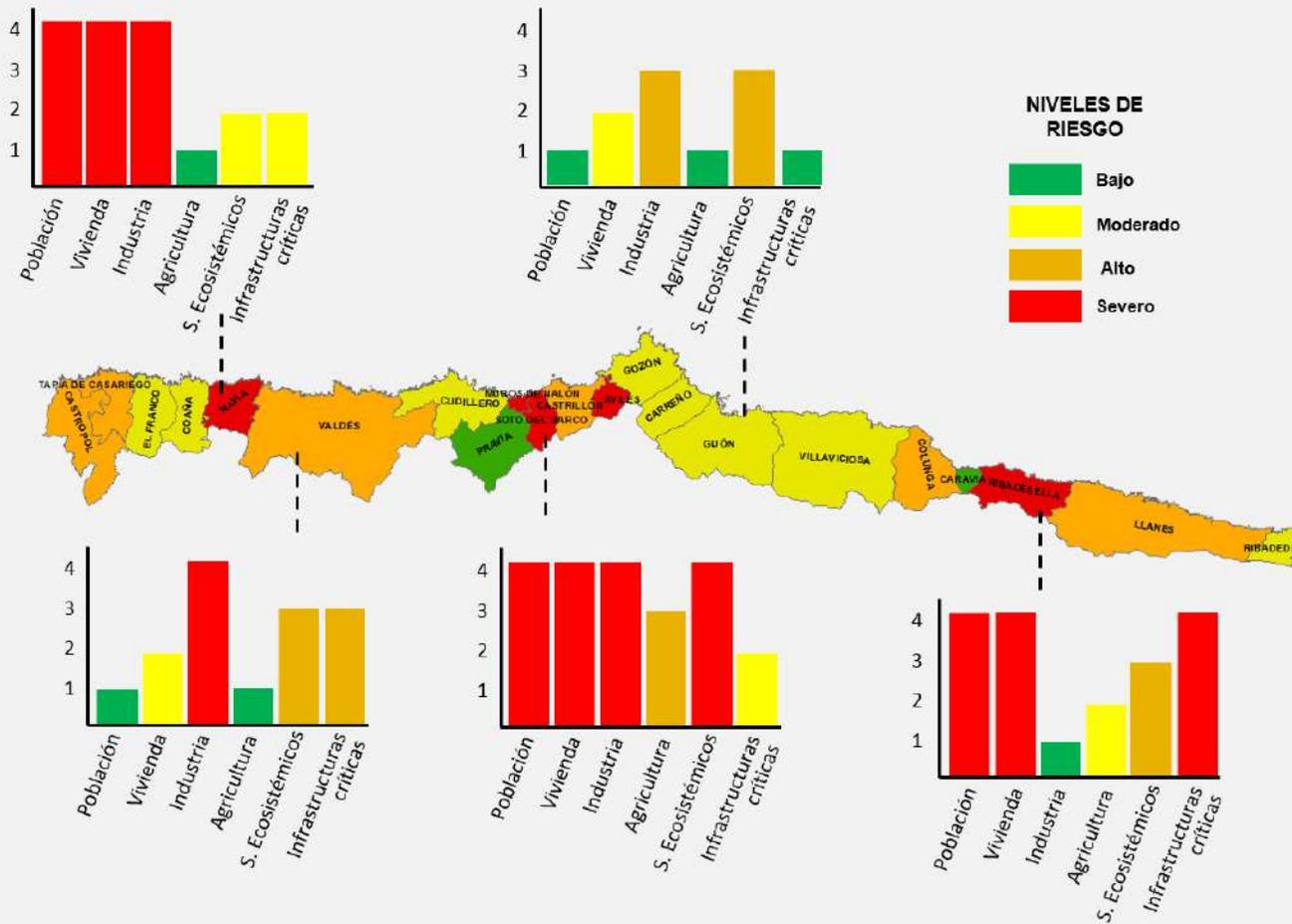
\*: valor medio en Asturias modificado localmente



Ante la inacción, los daños por inundación sobre el stock de capital industrial en Avilés superarán los 42 millones de euros acumulados a fin de siglo.

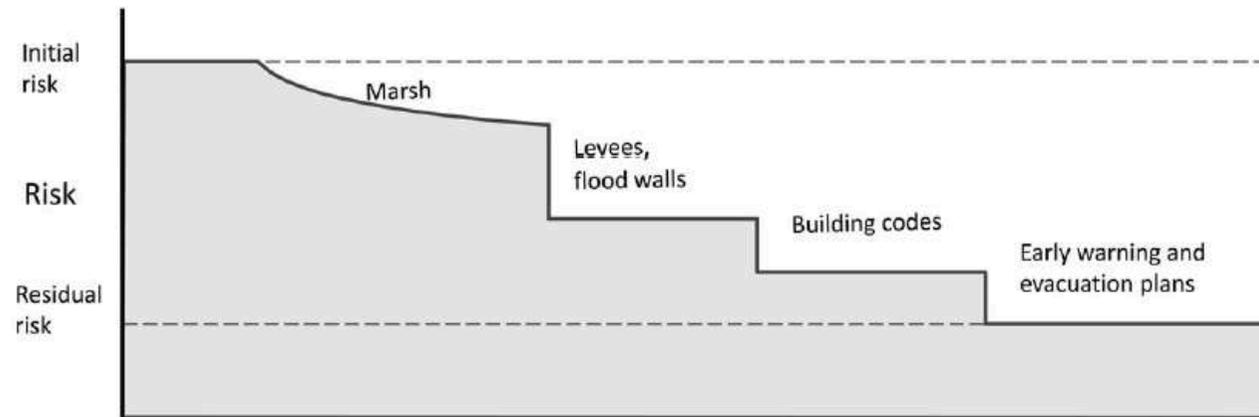
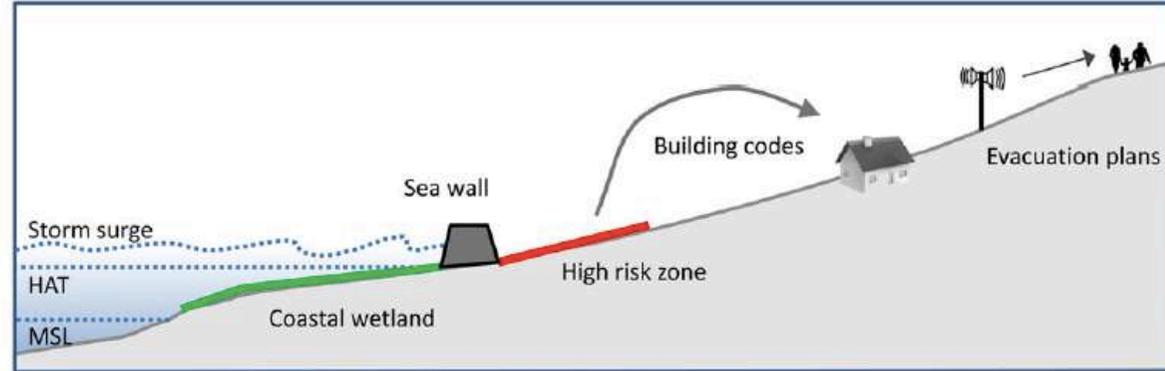
**RIESGO INTEGRADO  
PARA  $Tr=100 + SLR=0.65^* m$   
(RCP8.5) a 2100**

\*: valor medio en Asturias modificado localmente



1. EL MARCO DEL ANÁLISIS
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. PELIGROSIDAD
5. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD
6. IMPACTOS. ATRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
7. RIESGOS Y CONSECUENCIAS
8. **ADAPTACIÓN**

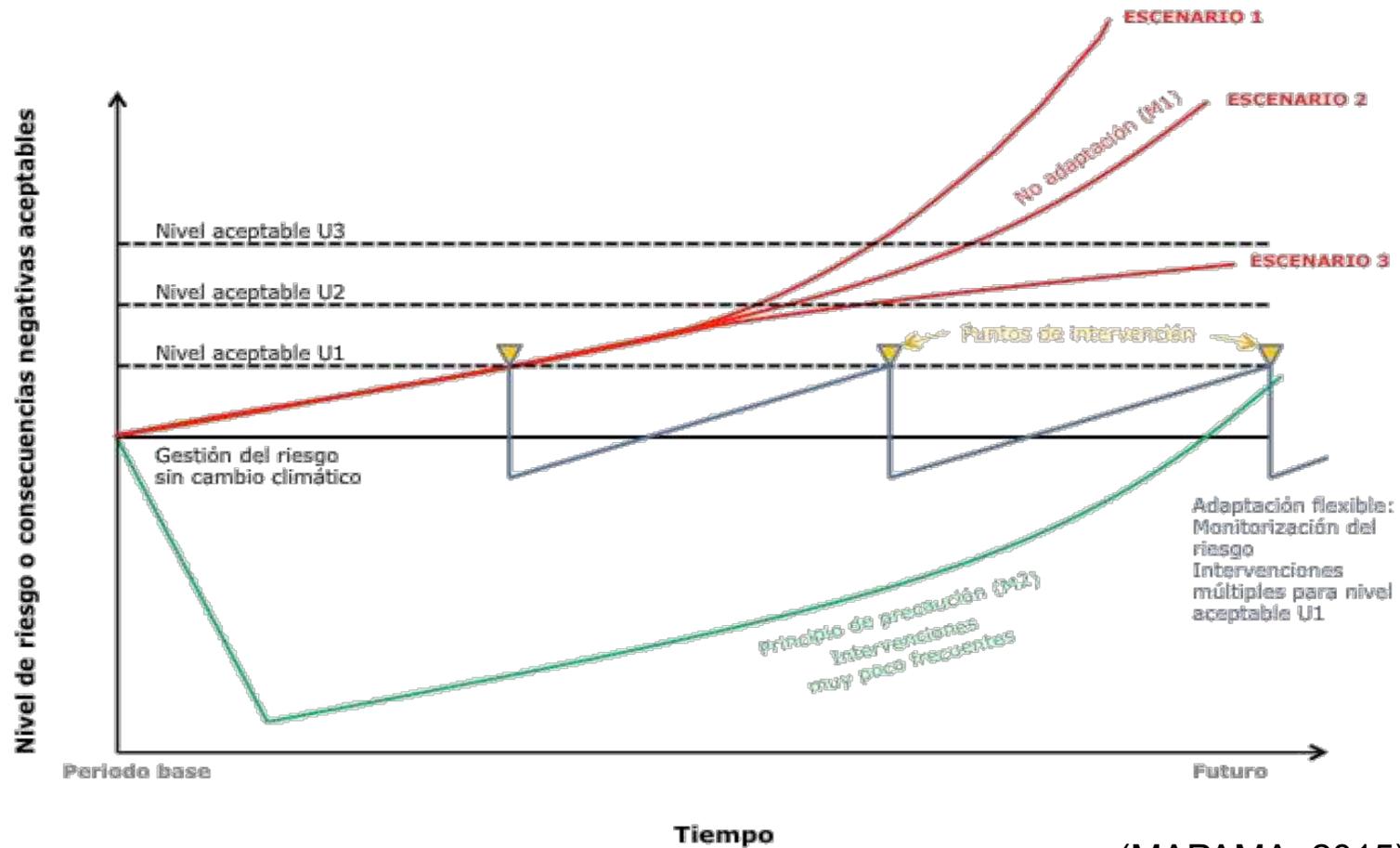
## LA ESTRATEGIA PRIORIZA LAS INTERVENCIONES MÚLTIPLES Y ACUMULATIVAS



Cumulative interventions

**Figure 2** Ecosystems can form an important part of risk reduction, which is typically achieved through a combination of environmental, engineered, social, cultural, and legal approaches as illustrated in the upper figure. Cumulative interventions (lower figure) cannot remove risk, but rather reduce it to an acceptable level of residual risk.

CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA
1	Diagnóstico y análisis de riesgos	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	A5, A6, A9, D1, D2, D3, D4, C1, C2, I1
2	Monitorización sistemática de la costa	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	A9, D1, D2, D3, D4, C1, C2, S1, S2, S3, S4, I1
3	Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación	Tecnología Información Comportamiento	Acomodación	A2, A3, A11, C1, C2,
4	Regeneración de playas y sistemas dunares	Ingeniería Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
5	Creación de playas y dunas artificiales	Ingeniería	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
6	Conservación y restauración de humedales y marismas	Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
7	Gestión de sedimentos	Ingeniería Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
8	Construcción de nuevas estructuras de protección (muros, paseos)	Ingeniería	Protección	A2, A3, A4, A6, A10, A11
9	Construcción de nuevas estructuras o elementos artificiales para mantener la línea de costa (diques exentos, espigones, geotextiles, etc.)	Ingeniería	Protección	A2, A3, A4, A6, A10, A11
10	Adecuación funcional y estructural de las infraestructuras y edificaciones existentes	Ingeniería	Acomodación	A2, A3, A4, A6, A7, A10, A11
11	Normativa y códigos de adecuación	Ingeniería Leyes y regulación	Acomodación	A7, A8
12	Introducción de seguros y primas específicas	Economía	Acomodación	A5, A7, A8
13	Realineación de estructuras existentes en la línea de costa	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
14	Realineación de estructuras existentes en estuarios y desembocaduras	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
15	Adquisición de terrenos	Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A10, A11
16	Cambios en el uso del suelo	Comportamiento Leyes y regulación	Acomodación	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A10, A11
17	Favorecer la migración hacia el interior de humedales y marismas y creación de nuevas áreas intermareales	Ecosistemas Leyes y regulación Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A9, A10, A11
18	Capacitación y concienciación	Educación Información	Otras	A11, A12, D2, D3, D4, P1, P2, C1,



(MAPAMA, 2015)

# Introducción al cambio climático en zonas costeras

**TALLER:**

**Herramientas tecnológicas en Uruguay**

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))



**ANEXO III. 3**  
**DINÁMICAS**



# DINÁMICAS EN LA COSTA

## TALLER:

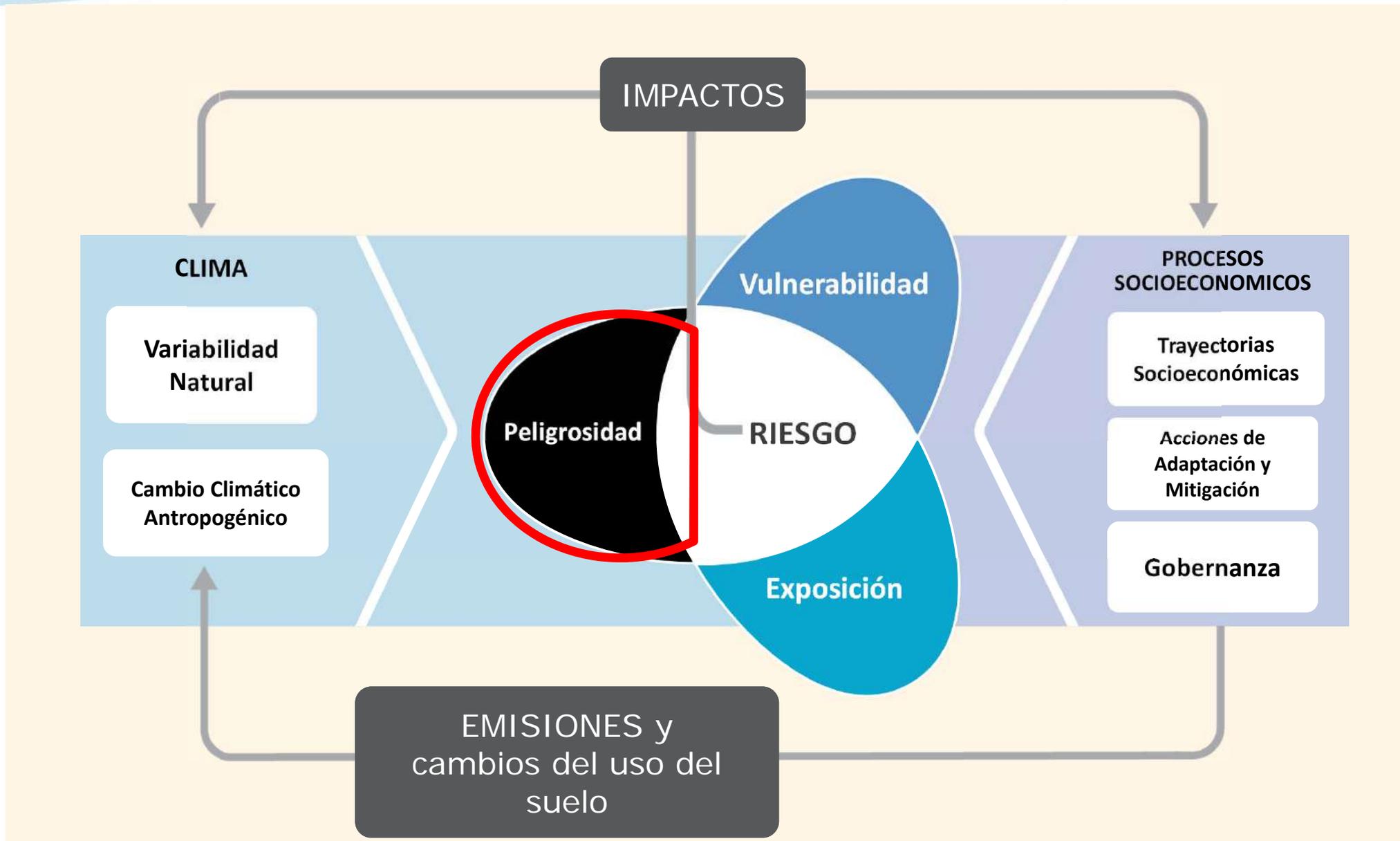
**Herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay**

Melisa Menéndez  
( [menendezm@unican.es](mailto:menendezm@unican.es) )

1. INTRODUCCIÓN
2. BASES DE DATOS
3. DOWNSCALING
4. PROYECCIONES
5. EJEMPLO DE PRODUCTOS ASOCIADOS A LA INFORMACION DE LAS AMENAZAS

The collage displays five overlapping mobile news application screens from 'El País'. From left to right, the screens show:

- A navigation menu with 'Vida Actual' and 'Información' tabs.
- A news article titled 'ESTILO VERANO Dunas en...' by Facundo M...
- A video player for 'Enorme edificio' with a play button and a 00:14 duration.
- A weather forecast for 'Vientos de hasta...' dated Jul 26, 2016.
- A 'Columnistas' section featuring a profile for 'DIEGO FISCHER' and an article titled 'Cuando hay voluntad política...'.

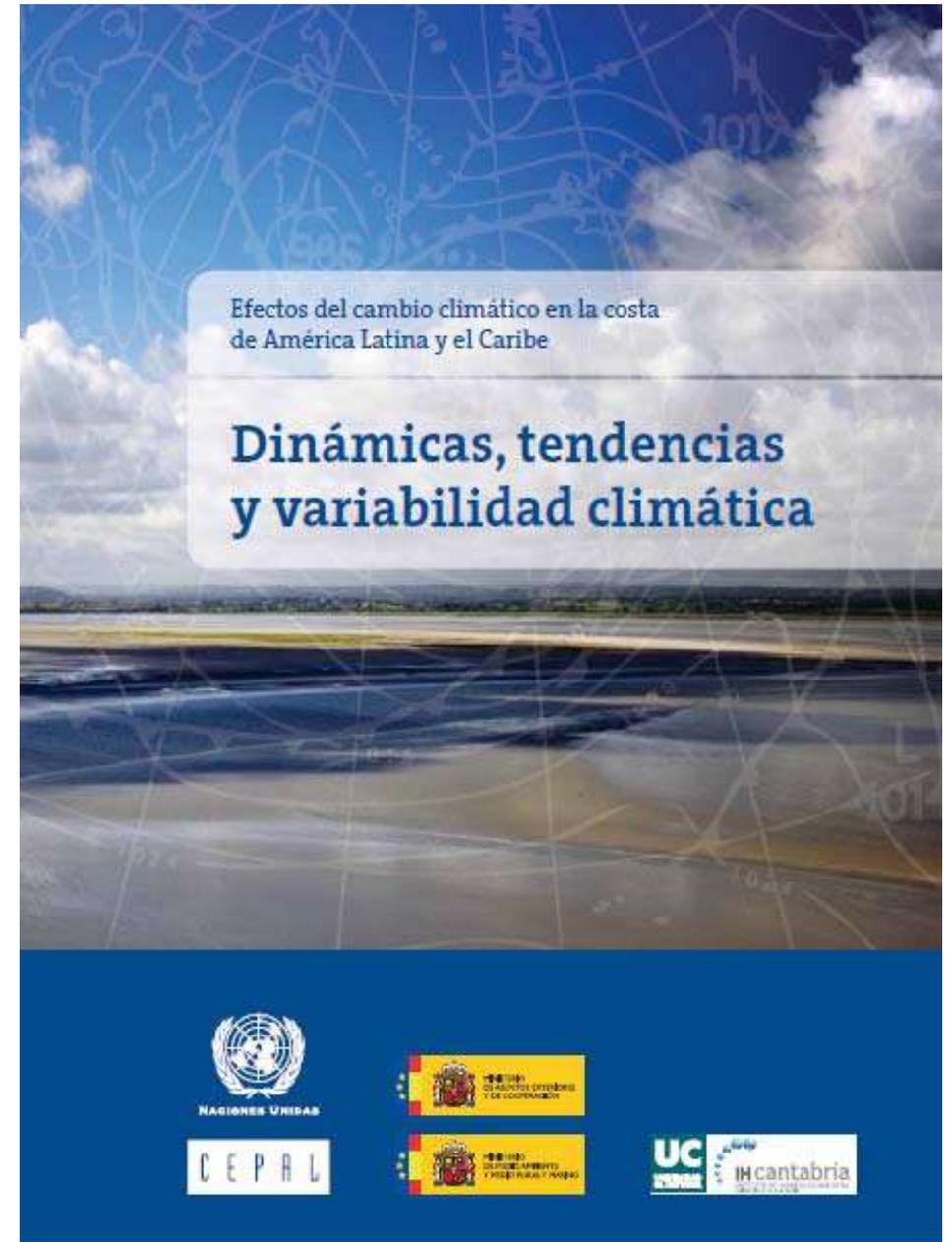


## Antecedentes..

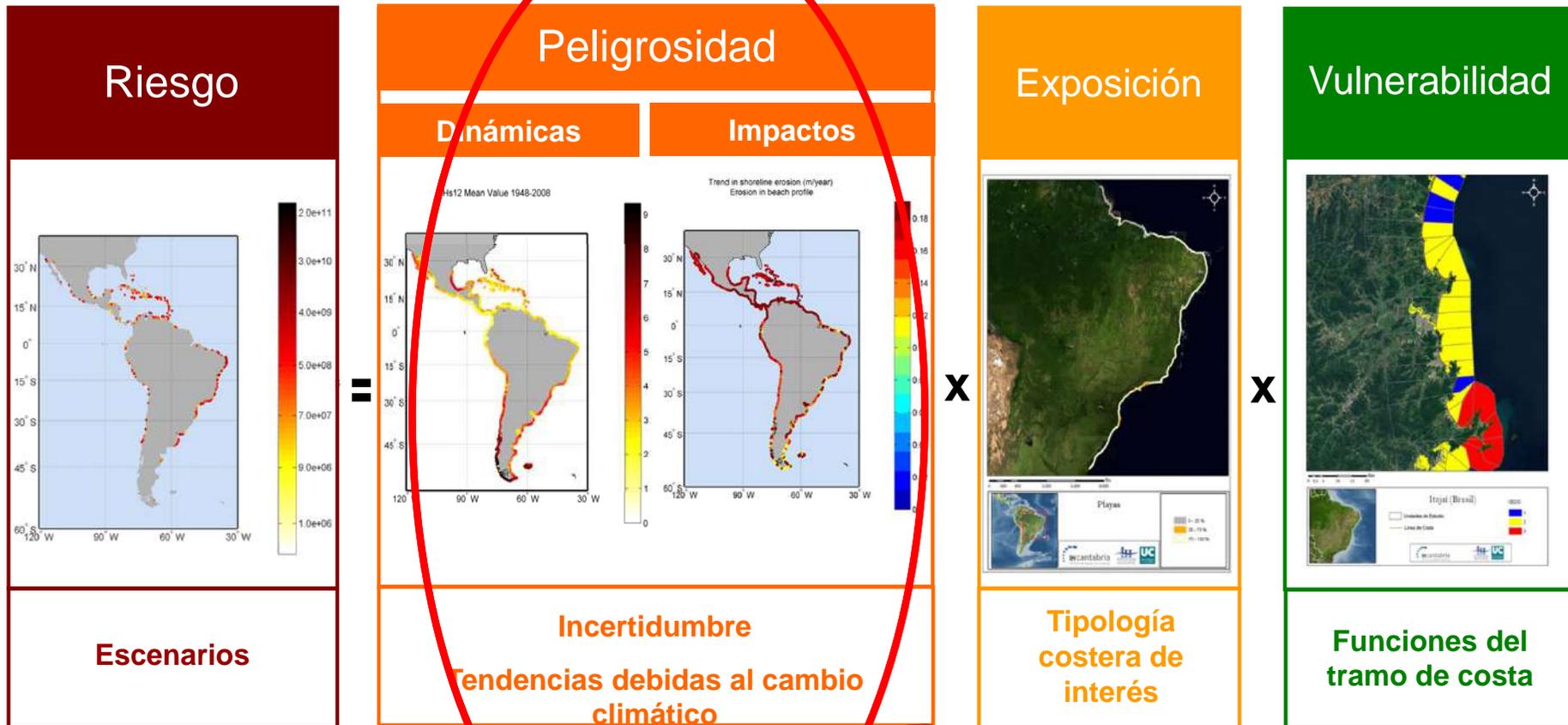


“Estudio Regional de los Efectos del Cambio Climático en la Costa de América Latina y el Caribe ”  
(C3A)

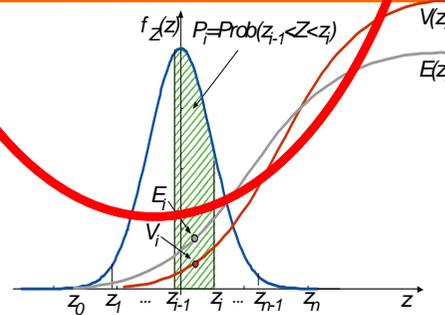
<http://www.cepal.org/es/efectos-cambio-climatico-la-costa-america-latina-caribe>



## Metodología desarrollada para la evaluación del Riesgo:



Extrapolación de tendencias Escenarios

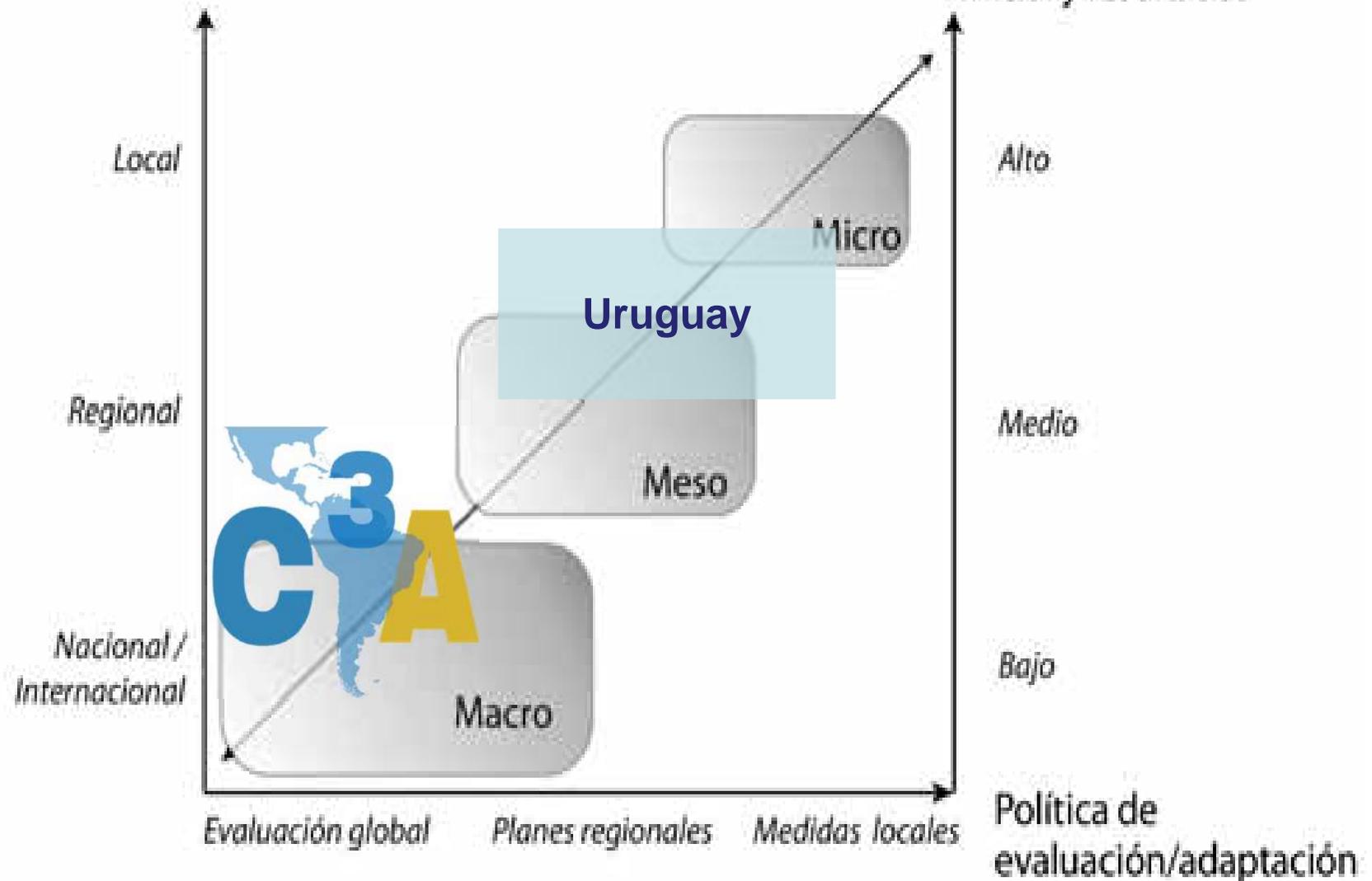


Playas, puertos, frente urbano, etc.

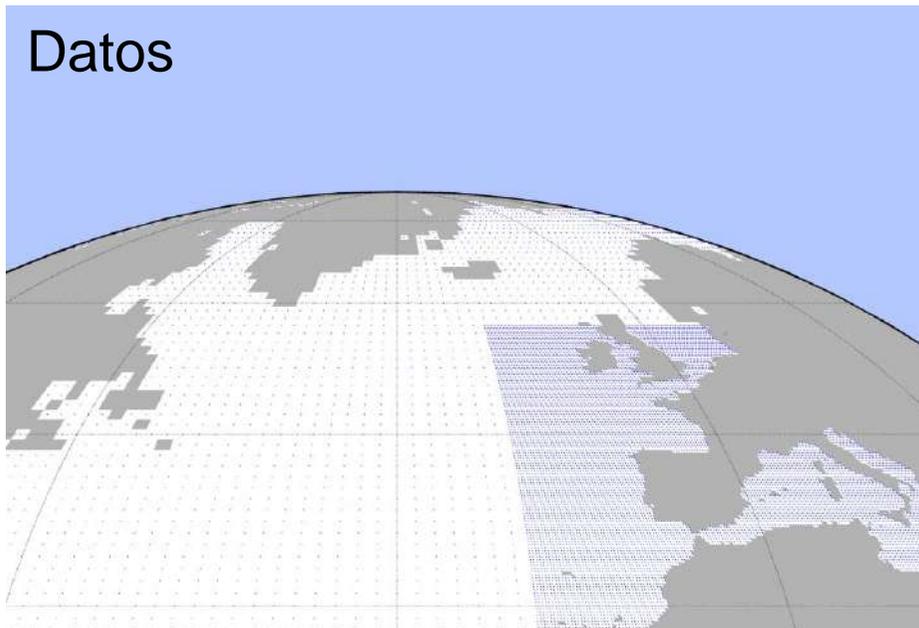
V física  
V ecológica  
V socioeconómica

Escala Espacial

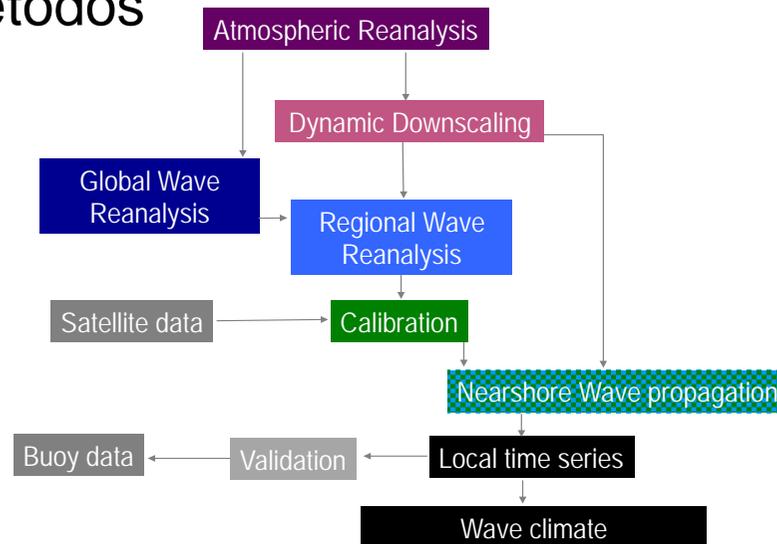
Detalle de la información  
inicial y resultados



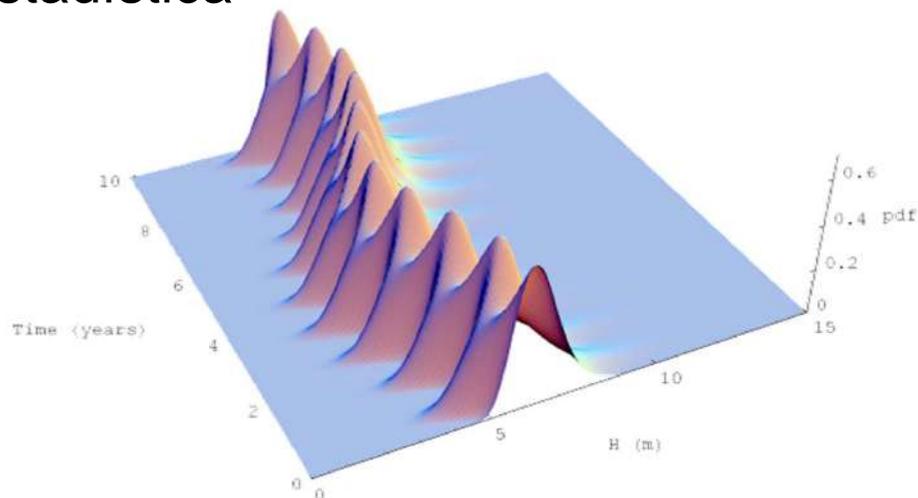
Datos



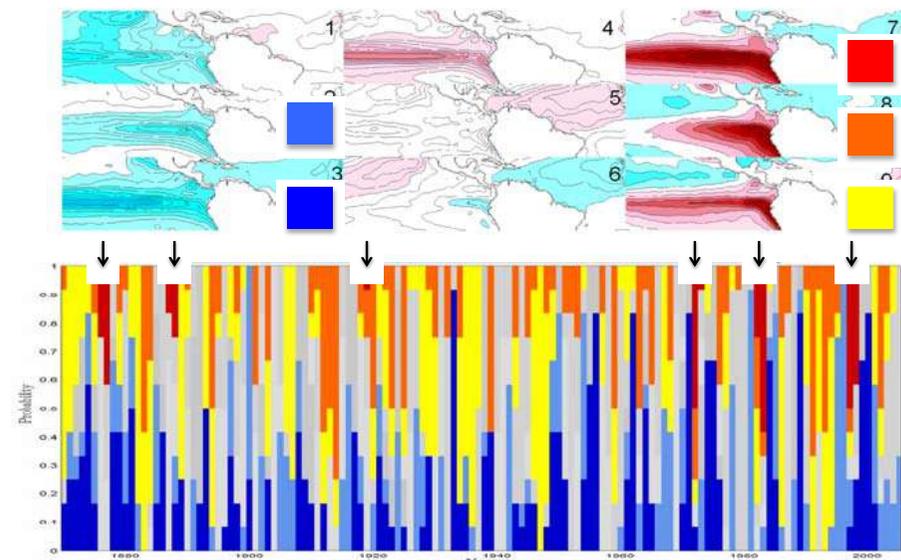
Métodos



Estadística



Clima



1. INTRODUCCIÓN
2. BASES DE DATOS
3. DOWNSCALING
4. PROYECCIONES
5. EJEMPLO DE PRODUCTOS ASOCIADOS A LA INFORMACION DE LAS AMENAZAS

## Tipos de Datos Meteo-oceánicos

### 1. Observaciones



### 2. Datos Simulados





Caudales:  
- Uruguay  
- Paraná

Nivel de mar en puertos del litoral:  
- Colonia (DINAGUA)  
- Conchillas (CARP ??)  
- Carmelo (DINAGUA)

El Palenque:  
- Oleaje/Corrientes con ADCPs

Pontón de Recalada:  
- Viento  
- Corrientes

Bueno Aires:  
- Nivel de mar

Pilote Norden:  
- Nivel de mar  
- Viento

Juan Lacaze:  
- Nivel de mar en Puerto (desde 1978)

Torre Oyarbide:  
- Nivel de mar

Mar del Plata:  
- Nivel de mar

Punta Tigre:  
- Oleaje/Corrientes con ADCP UTE

Hidrografía:  
- Oleaje

La Paloma  
- Nivel de mar en Puerto (desde 1934)  
- Viento (desde 2015)  
Punta del Este  
- Nivel de mar en Puerto (desde 1971)

Montevideo:  
- Nivel de mar en Puerto (desde 1901/1969)  
- Nivel de mar en Isla de Flores (desde 2014)  
- Oleaje/Corrientes con ADCPs IM  
- Oleaje/Corrientes con Boya GSSA  
- Viento Punta Brava  
- Viento Carrasco  
- Viento Boya GSSA  
- Salinidad

## REQUISITOS DE LOS DATOS PARA ESTUDIOS DE CLIMA E IMPACTOS:

- **Datos de calidad (medias/extremos)**
- **Series de datos largas en el tiempo**
- **Datos con alta resolución temporal**
- **Series de datos homogéneas**
- **Series de datos continuas**
- **Bases de datos con información espacial (regional)**
- **Datos con resolución espacial local (de aguas abiertas a costa)**
- **Bases de datos Multi-variantes**

### **Gestión del territorio**

*Planes de ordenación,..*

### **Evaluación de Riesgo**

*Impacto costero,..*

### **Aplicaciones Técnicas**

*Diseño, mantenimiento ,..*

### **Análisis del Clima**

*Variabilidad, predicción, proyecciones,..*

## OLEAJE



*Olas oceánicas (mar abierto)*  
*Olas costeras (playa/puerto)*  
*Rebase del oleaje...*

## NIVEL DEL MAR



*Marea*  
*Residuo meteorológico*  
*Aumento del Nivel Medio*  
*Cota de Inundación...*

## LLUVIAS



*Precipitaciones torrenciales*  
*Recurso del Agua*  
*Aporte a Caudales/nivel..*

## VIENTO



*Mapas de recurso eólico*  
*Gradiente costa-mar abierto..*

## CORRIENTES



*Corrientes oceánicas*  
*Corrientes en estuarios..*

## CAUDALES



*Recurso hidroeléctrico*  
*Nivel Embalses..*

➤ **VIENTO Y PRESIÓN ATMOSFÉRICA:**

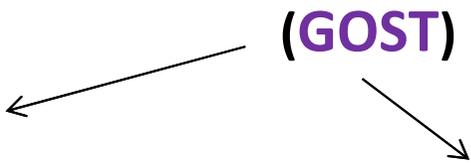
- Reanálisis globales
- SeaWind (SW)

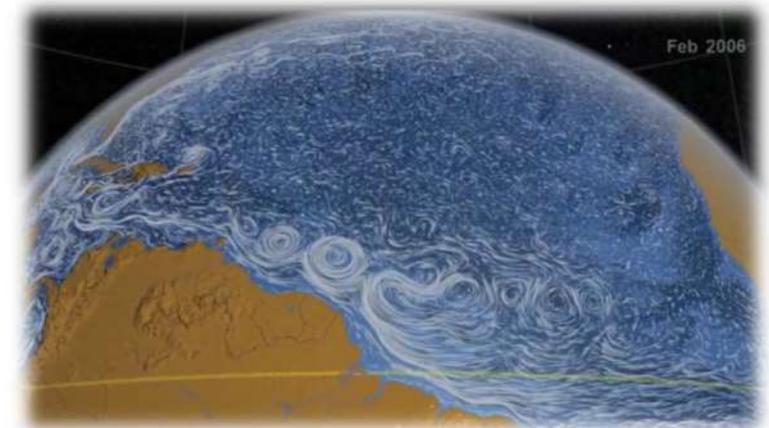


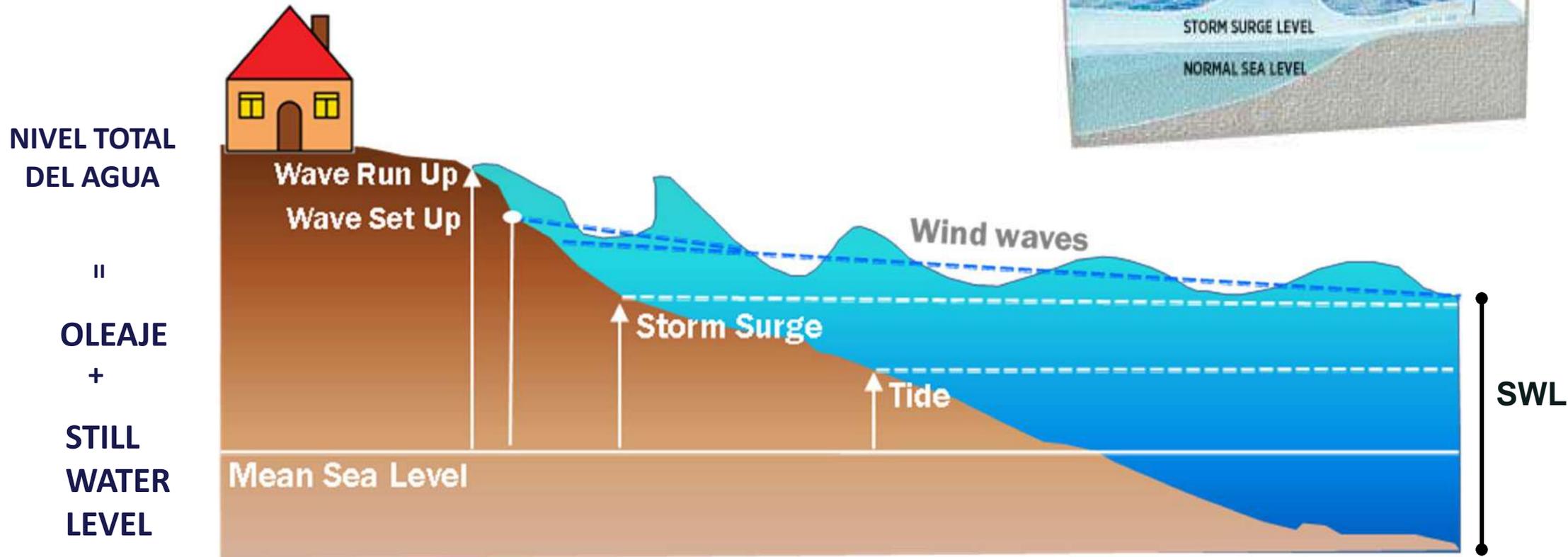
➤ **OLEAJE:**

- Olas en el océano → Global Ocean Waves (GOW)
- Olas en costa → Downscaled Ocean Waves (ROW)

➤ **NIVEL DEL MAR:**

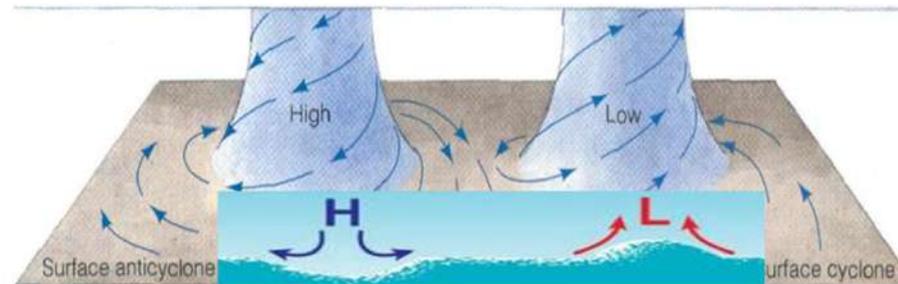
- Nivel Medio del Mar (MSL)
  - Marea astronómica (GOT)
  - Marea meteorológica → Global Ocean Surge (GOS)
- (GOST)
- 



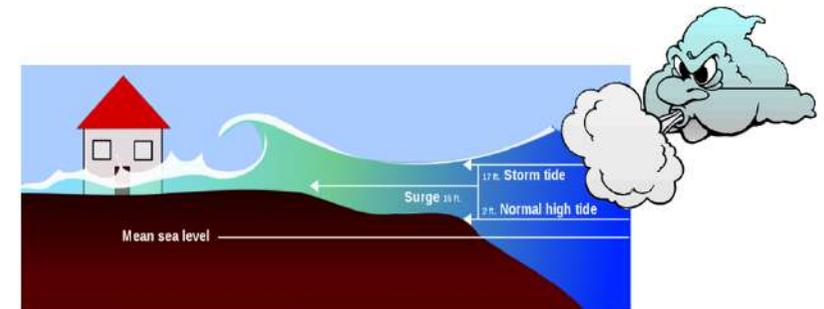
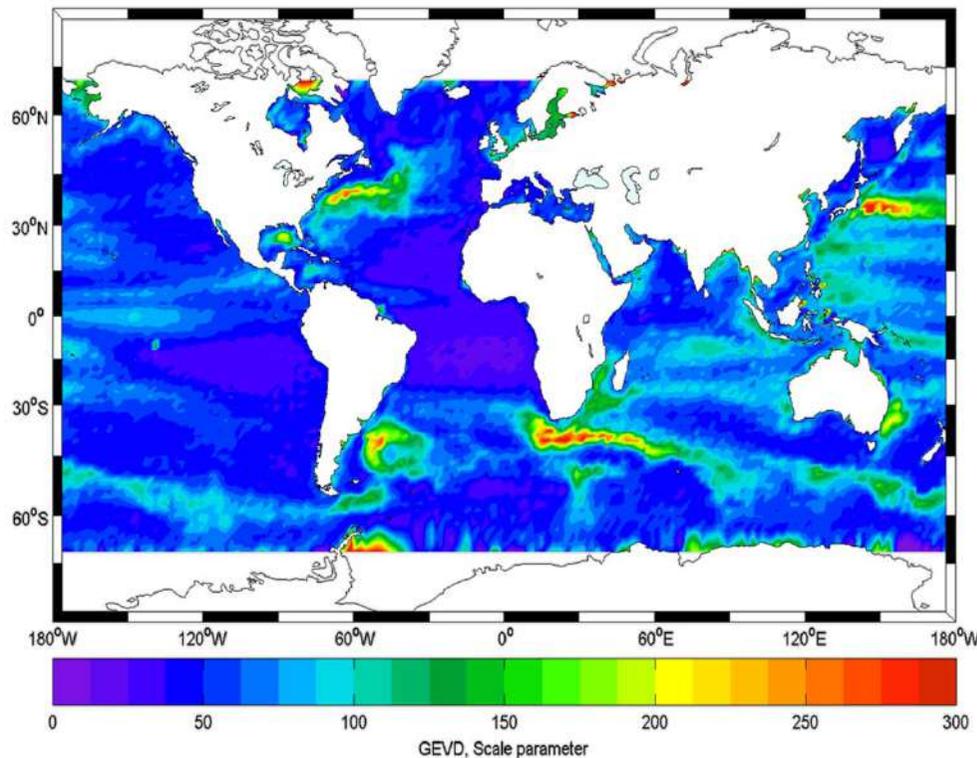


SWL {  
 NIVEL MEDIO DEL MAR (décadas, siglos)  
 MAREA ASTRONÓMICA (días, anuales, décadas)  
 MAREA METEOROLÓGICA (horas) -> + COMPONENTE OCEANOGRÁFICA

- Astronomical tide
- Meteorological forcing
- Oceanographic features



*Variación en el nivel del mar debido a anomalías de la componente oceanográfica*



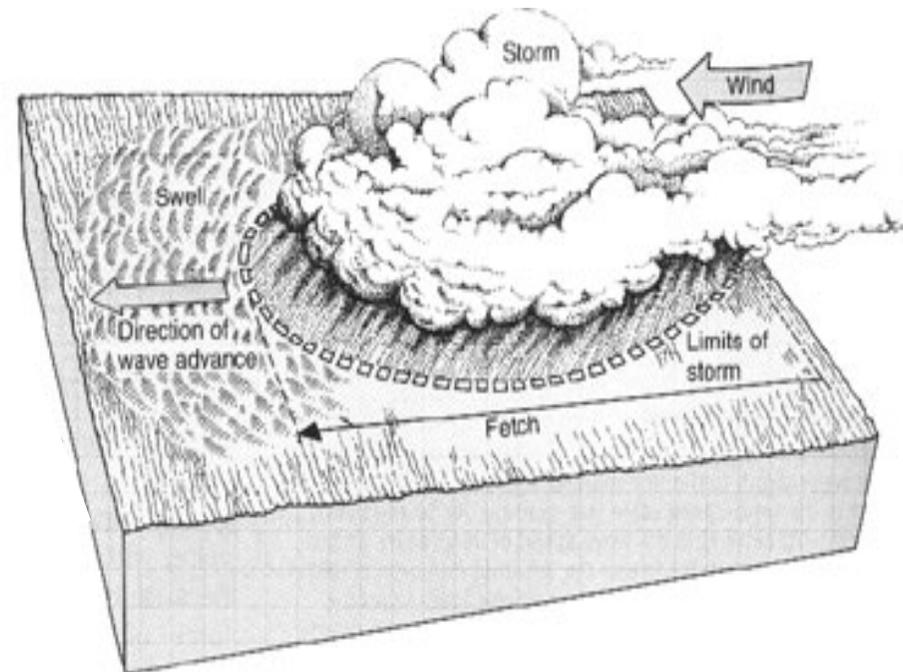
- Atmospheric circulation patterns
- Ocean thermal expansion
- Water discharge
- Ocean currents

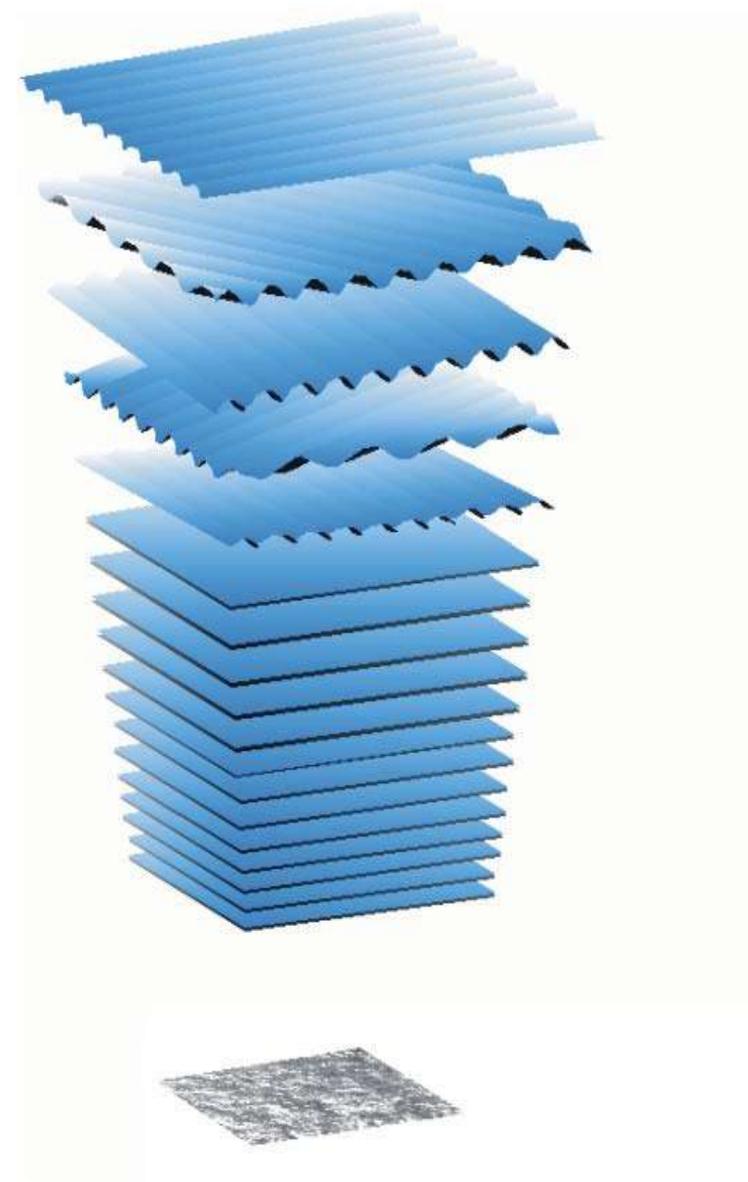
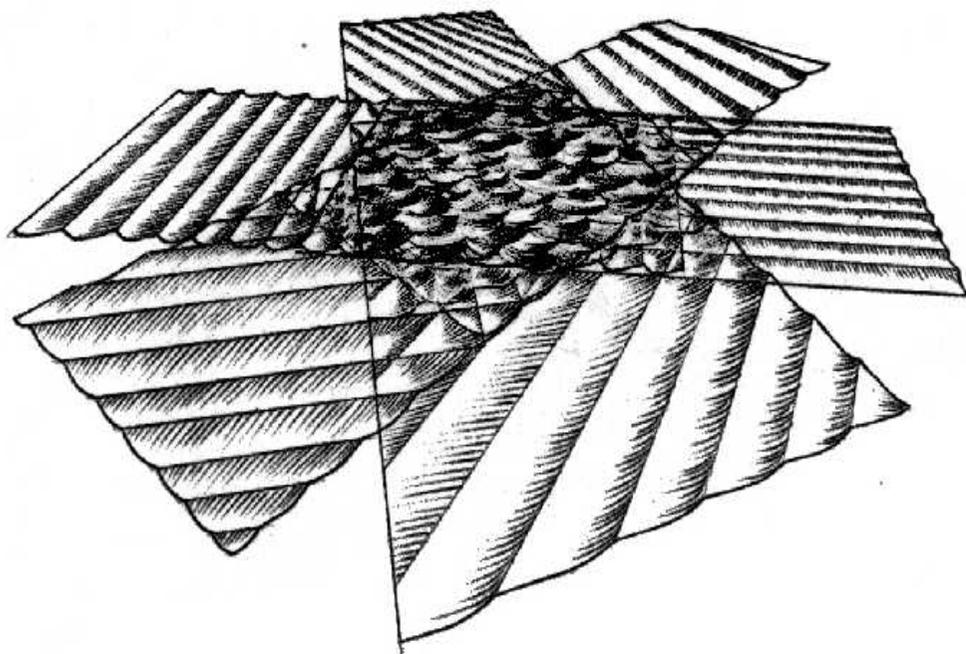
# OLEAJE

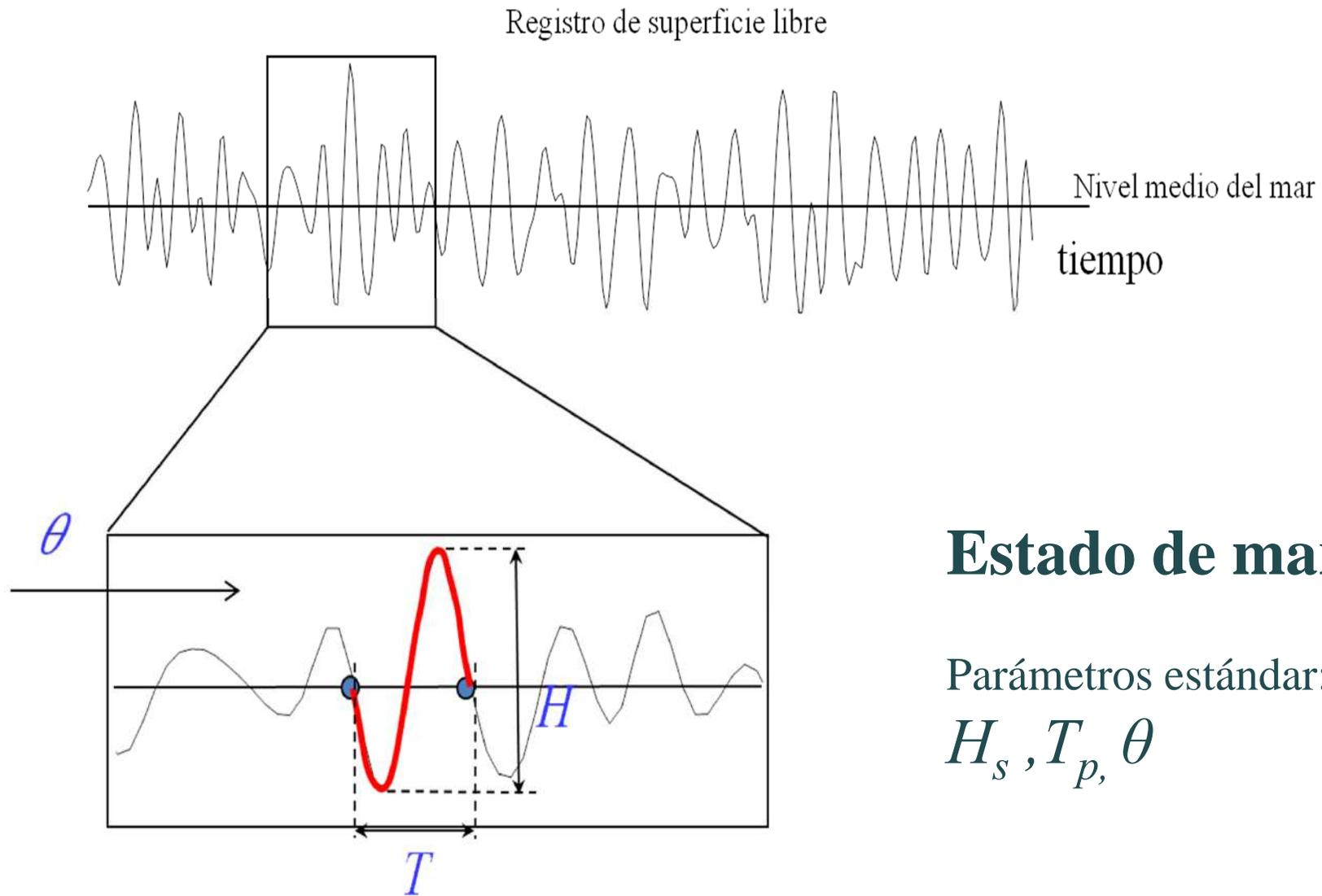
Sea



Swell







## Estado de mar

Parámetros estándar:

$$H_s, T_p, \theta$$

Variables más comunes del oleaje:

- Significant Wave height ( $H_s$ )
- Peak-mean period ( $T_p$ - $T_m$ )
- Mean Wave direction ( $\Theta$ )

**Forma en planta de una playa**



$F$ (mean wave energy flux)

**Transporte de sedimentos**



**Operatividad de un puerto**



**Agitation** inside the harbor  
(also persistence,  $D$ )

**Fiabilidad**, extreme conditions

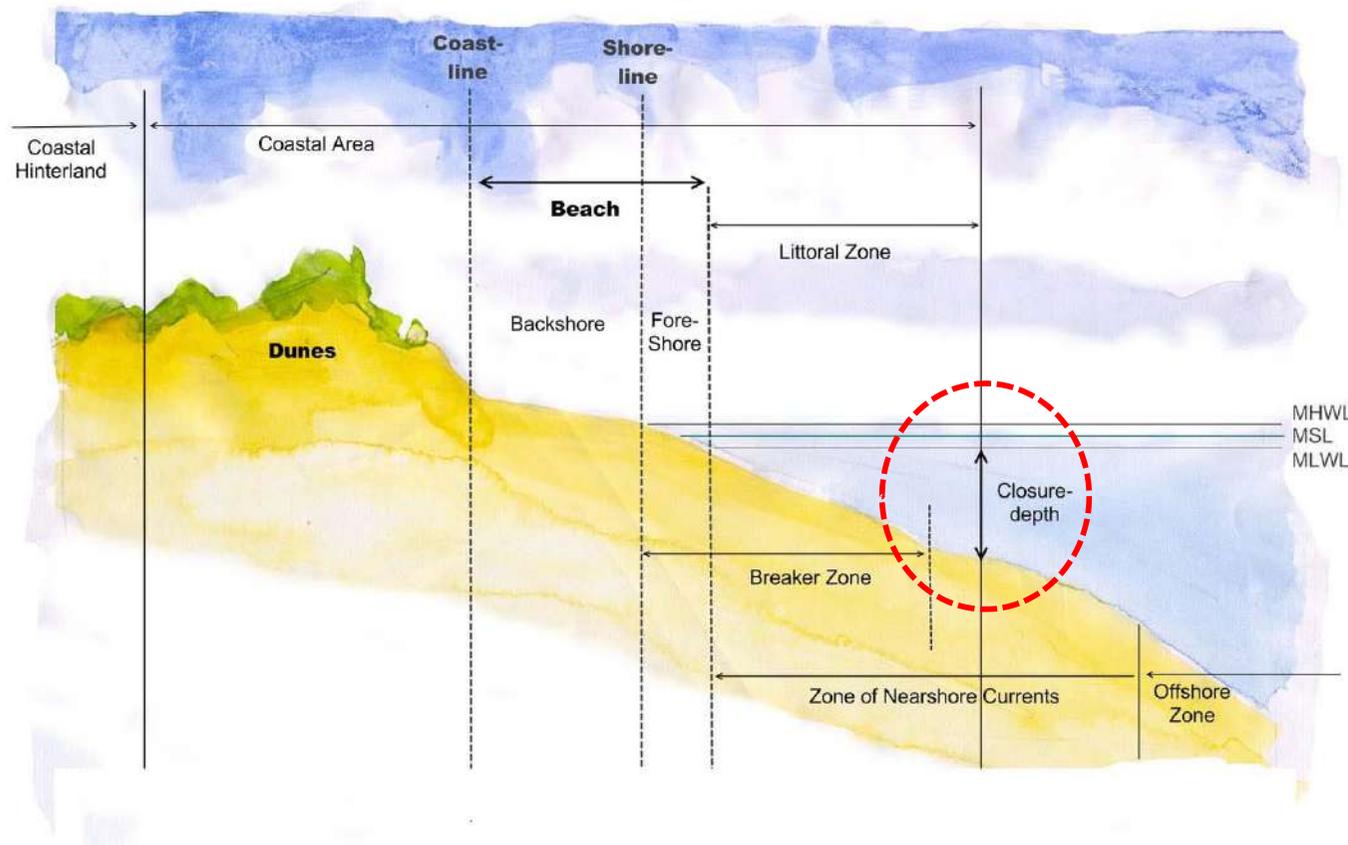


$f(H, T, \Theta)$

## Altura significativa superada de media 12 horas al año

La zona llamada “offshore” se extiende mar adentro desde la zona de rompientes hasta una distancia en la que la superficie del fondo deja de ser agitada por la acción de la ola y más allá de la cual no hay cambios significativos.

### Technical names for parts of the beach

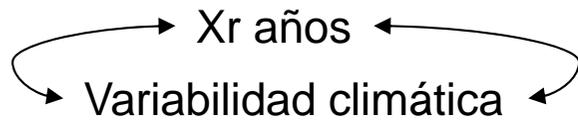


Dicha profundidad, se suele denominar “**profundidad de cierre**”

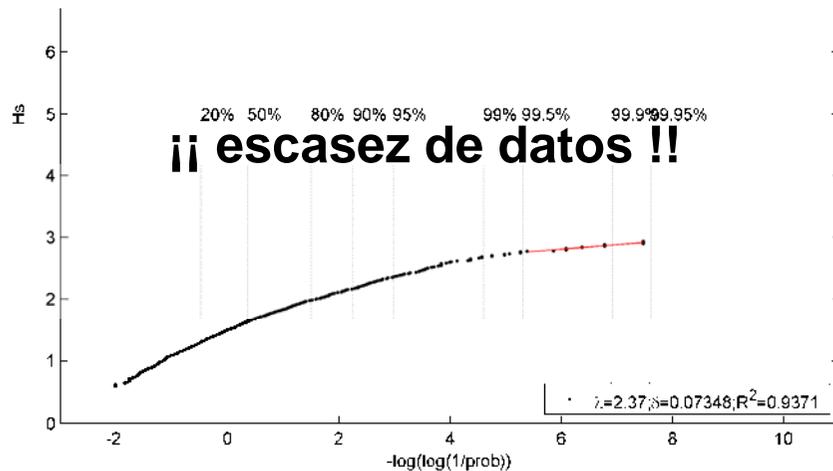
La mayoría de las formulaciones existentes para estimar esta profundidad, la relacionan con las condiciones de la **rama media-alta** de la distribución del oleaje: **el parámetro Hs12 y su periodo asociado.**

Cuantil de la Altura significativa cuya probabilidad de ocurrencia media es una vez cada 50 años

Régimen Extremal

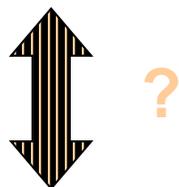


Diseño fiabilidad estructuras protección  
 Impacto ambiental



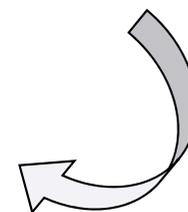
## FENÓMENO CLIMATOLÓGICO EXTREMO

*Evento asociado unas determinadas condiciones de la atmósfera-oceáno en su grado más intenso, elevado o activo.*



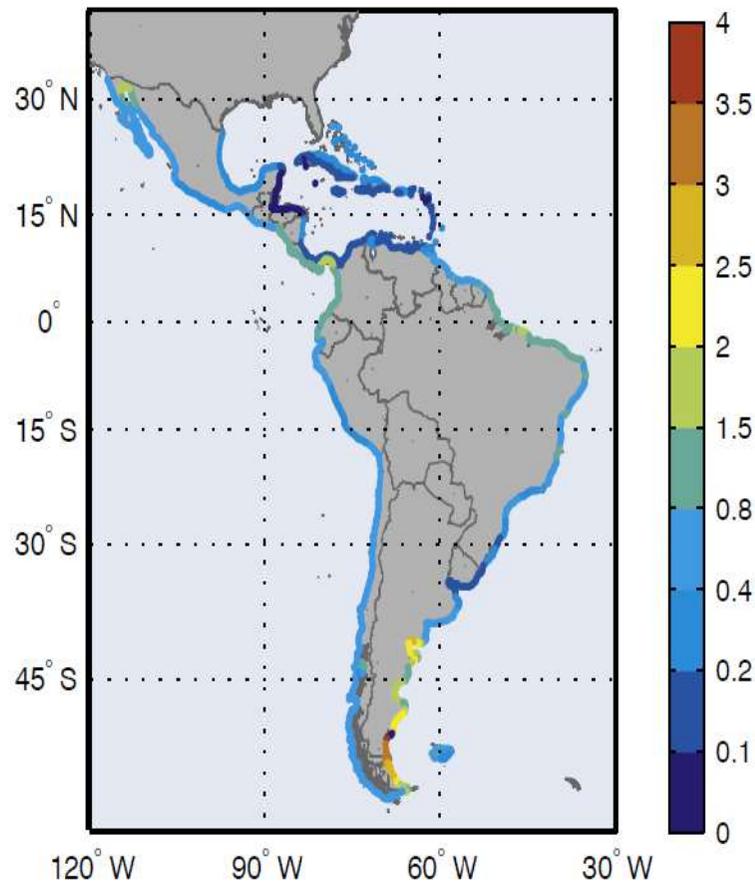
## CATÁSTROFE

- *Exposición*
- *Vulnerabilidad*



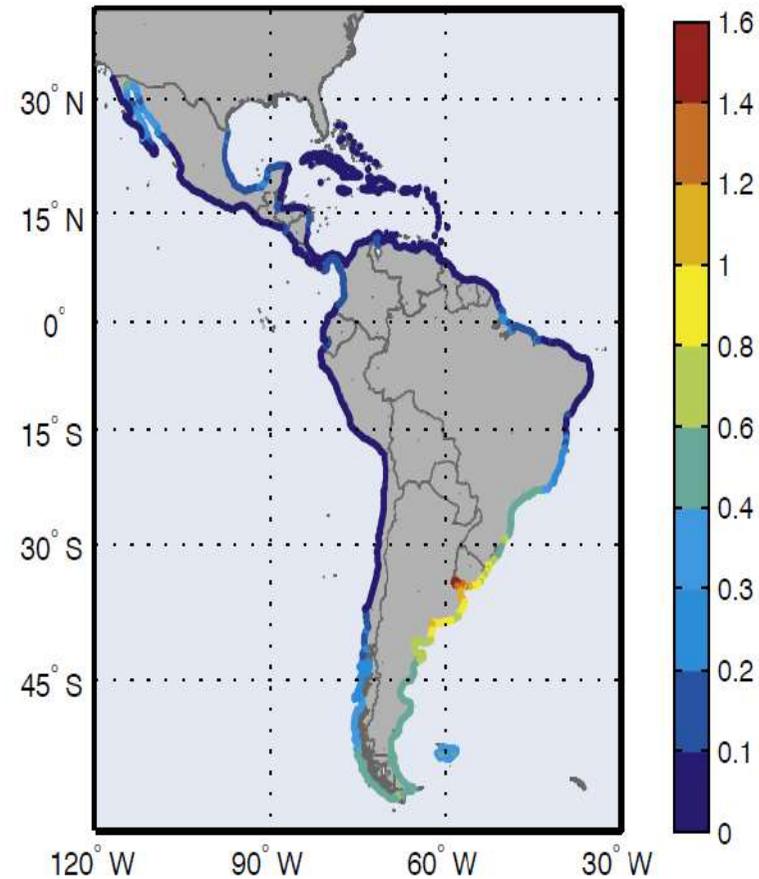
## Marea Astronómica (tide)

- Mareógrafos
- GOT (Global Ocean Tides)



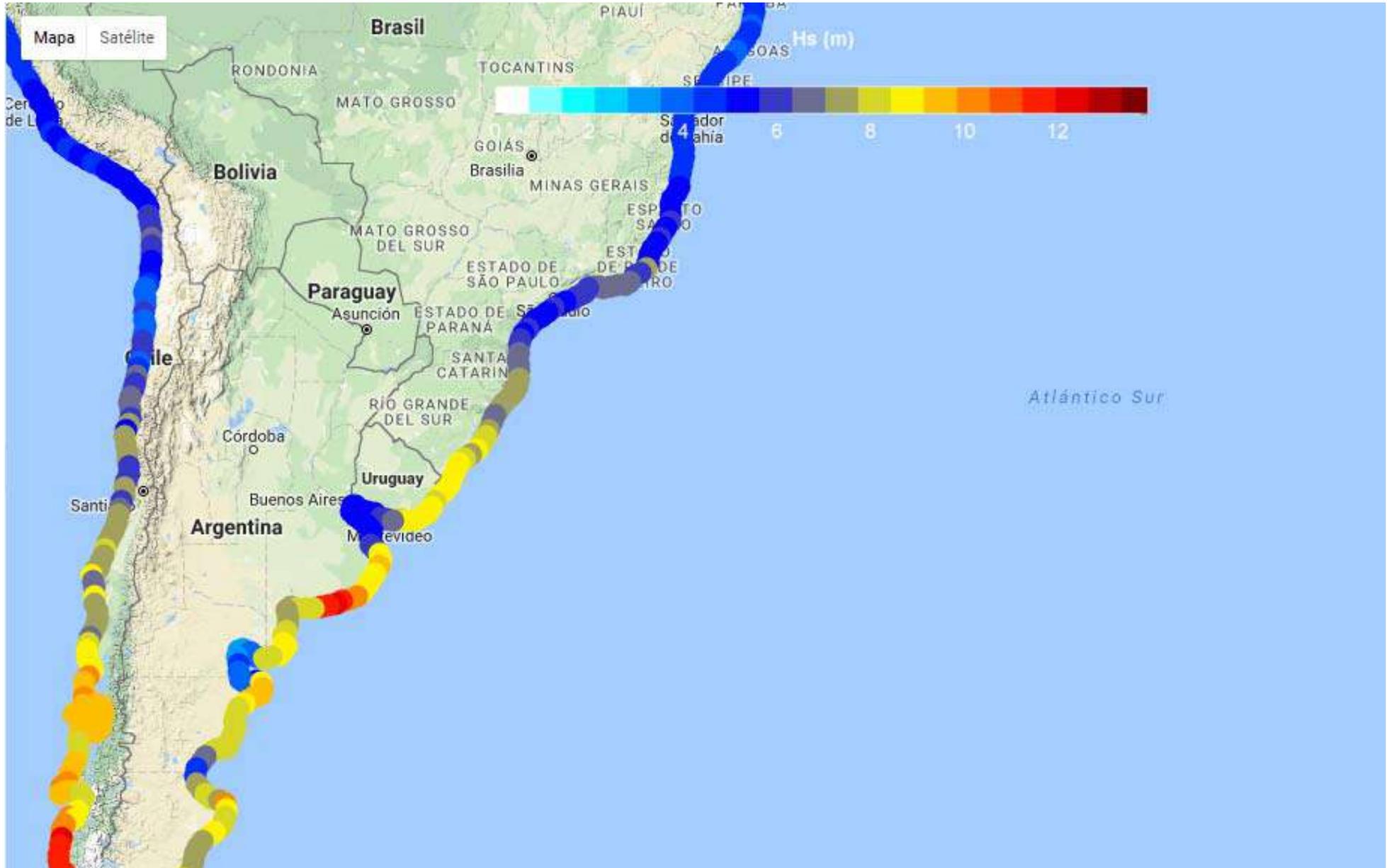
## Marea Meteorológica (Surge)

- Mareógrafos (NTR)
- GOS (Global Ocean Surges)



Percentil del 99% de la marea astronómica y meteorológica durante el periodo 1948-2008.  
Fuente: Losada et al. 2013

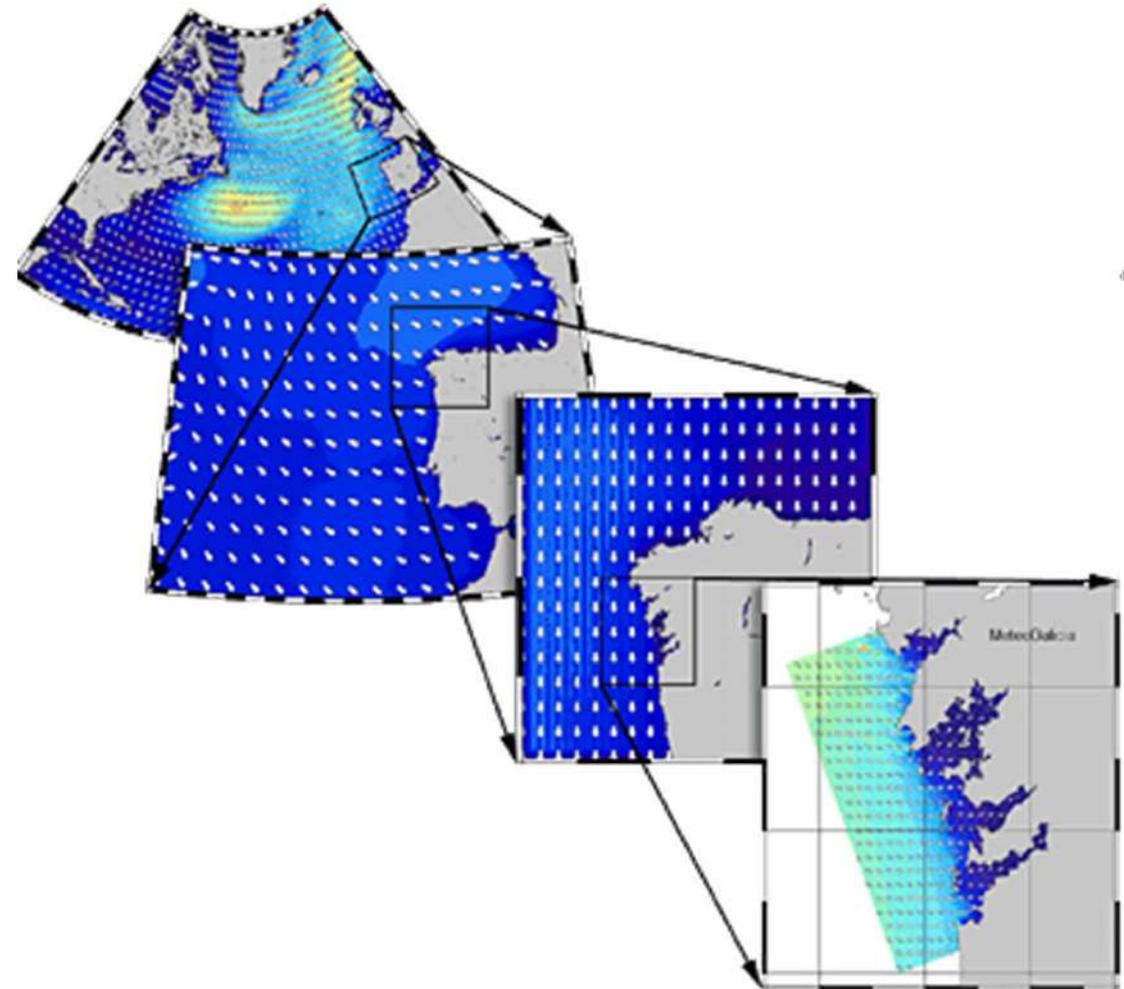
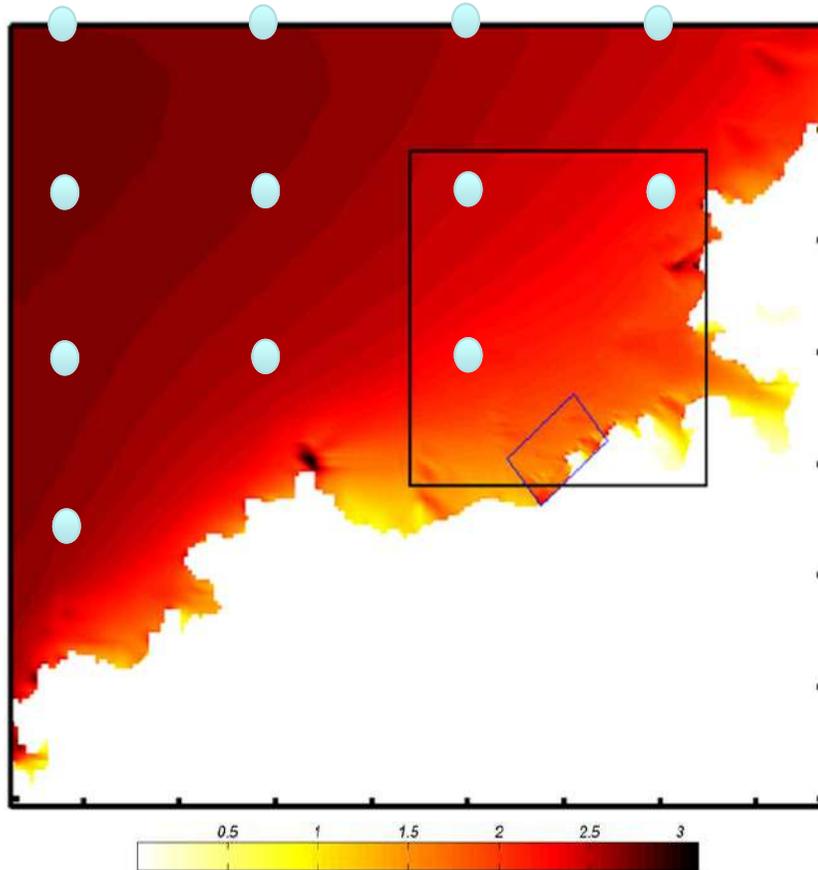
Oleaje. Altura de ola significativa de 50 años de R  
•GOW1



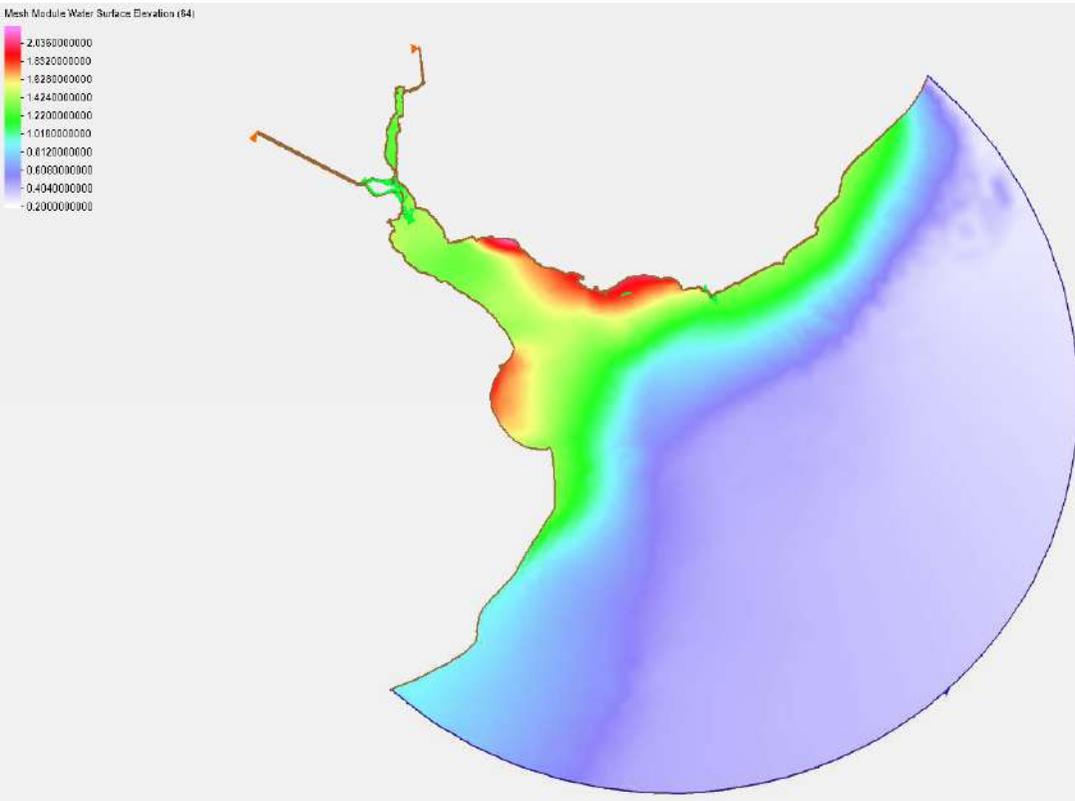
1. INTRODUCCIÓN
2. BASES DE DATOS
3. DOWNSCALING
4. PROYECCIONES
5. EJEMPLO DE PRODUCTOS ASOCIADOS A LA INFORMACION DE LAS AMENAZAS

Métodos para obtener las dinámicas costeras:

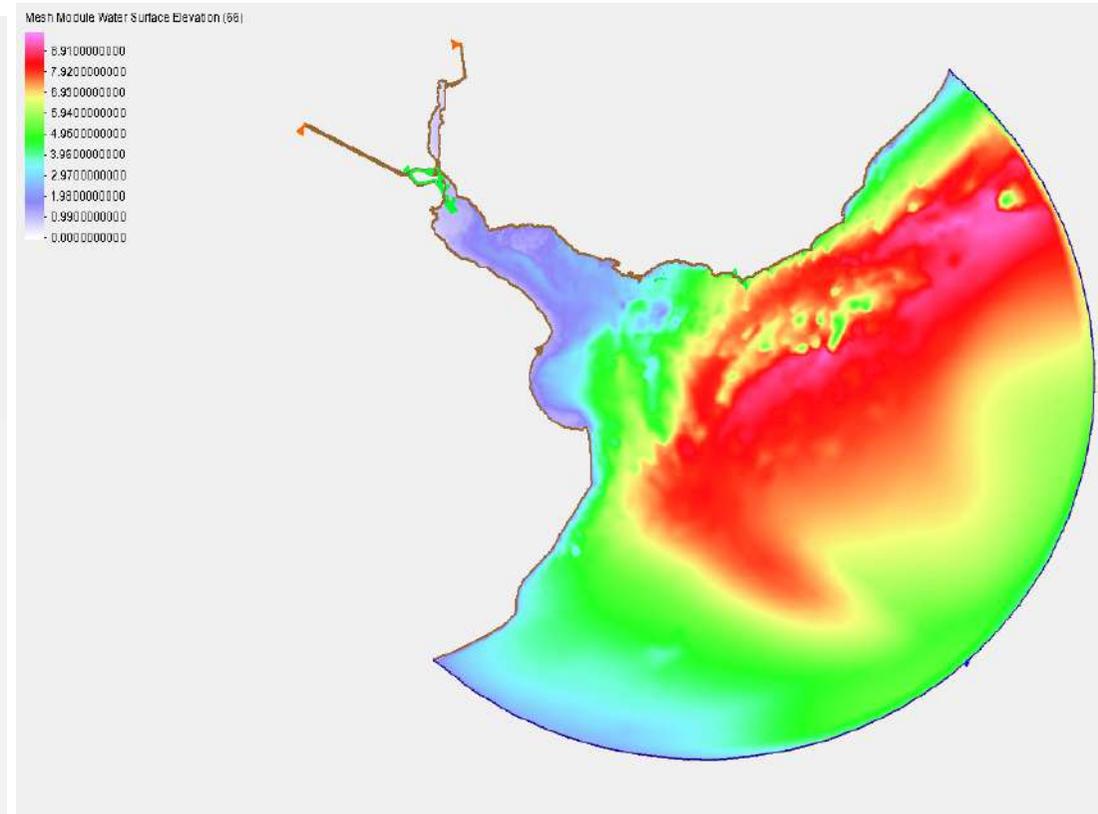
- Dynamical Downscaling
- Statistical Downscaling
- Hybrid Downscaling



Maximum SLH from the MSL



Maximum Hs

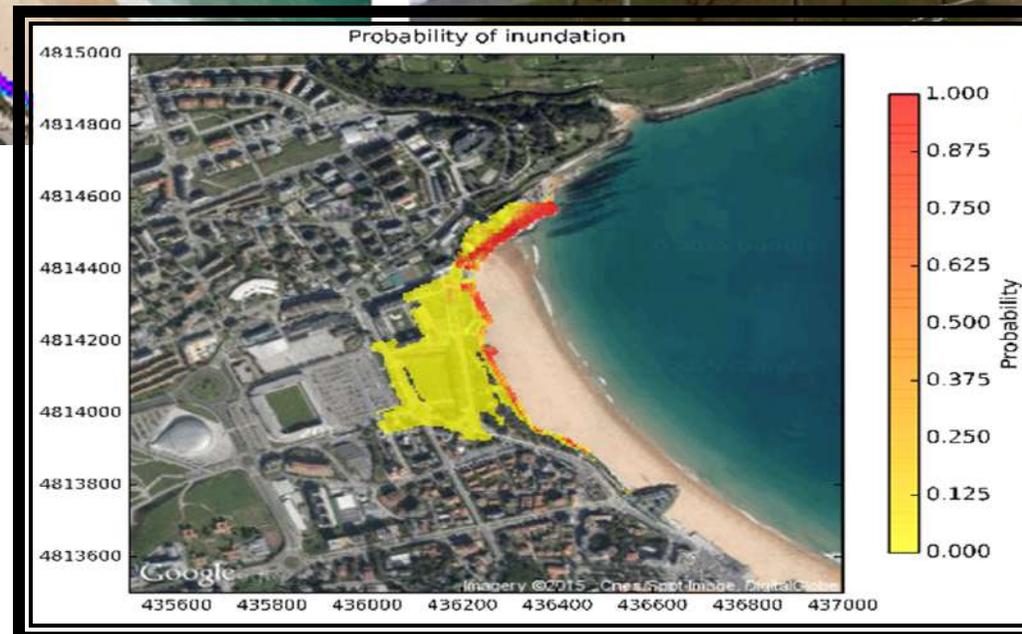


2005 storm, Montevideo

## Reconstrucción del evento de Inundación en el Sardinero (Santander)

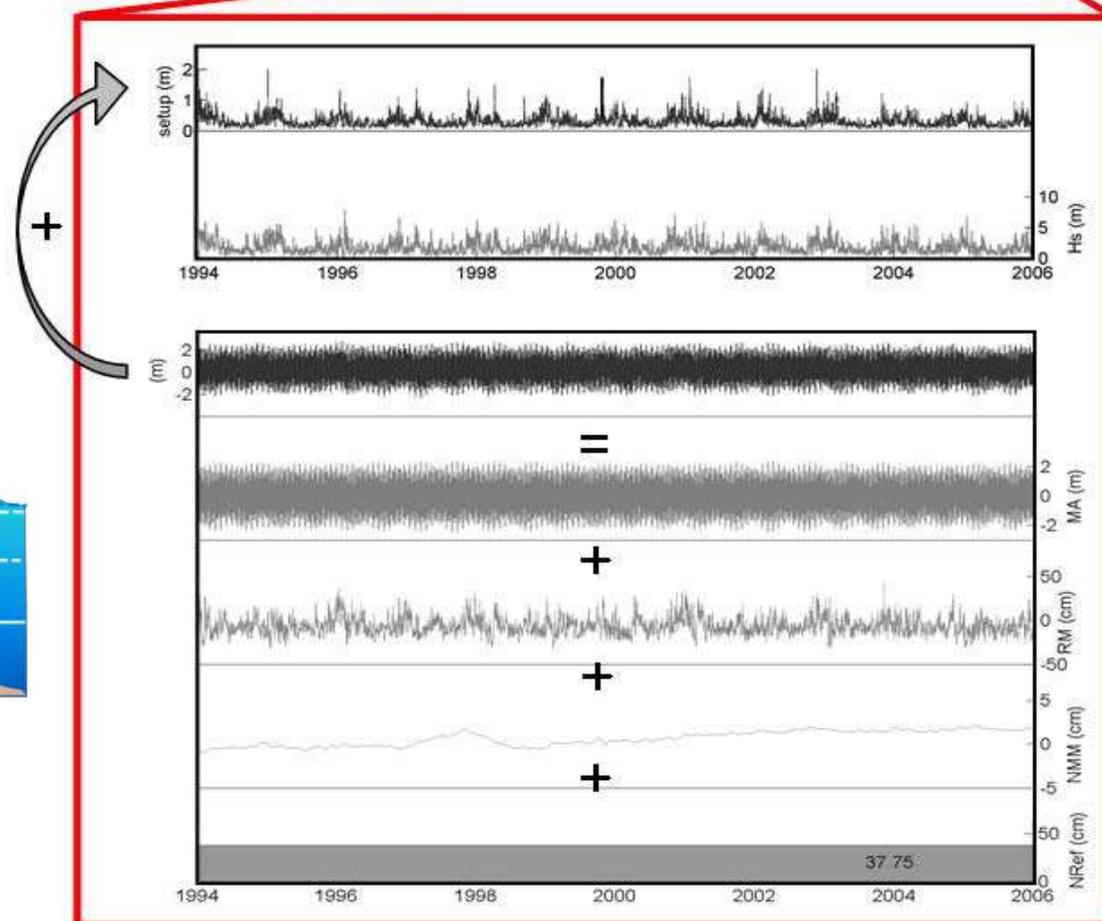
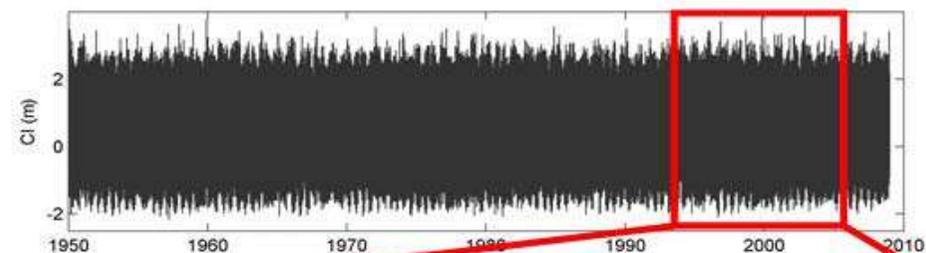
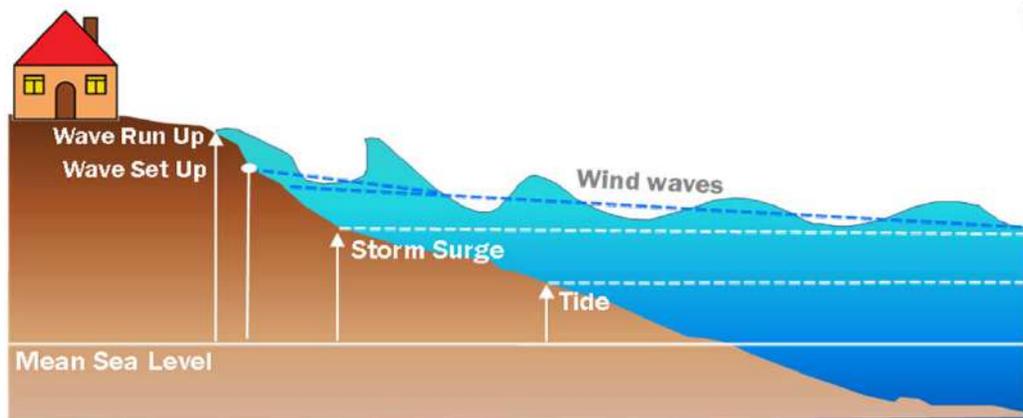


SWAN+Overtop+RFSM-EDA



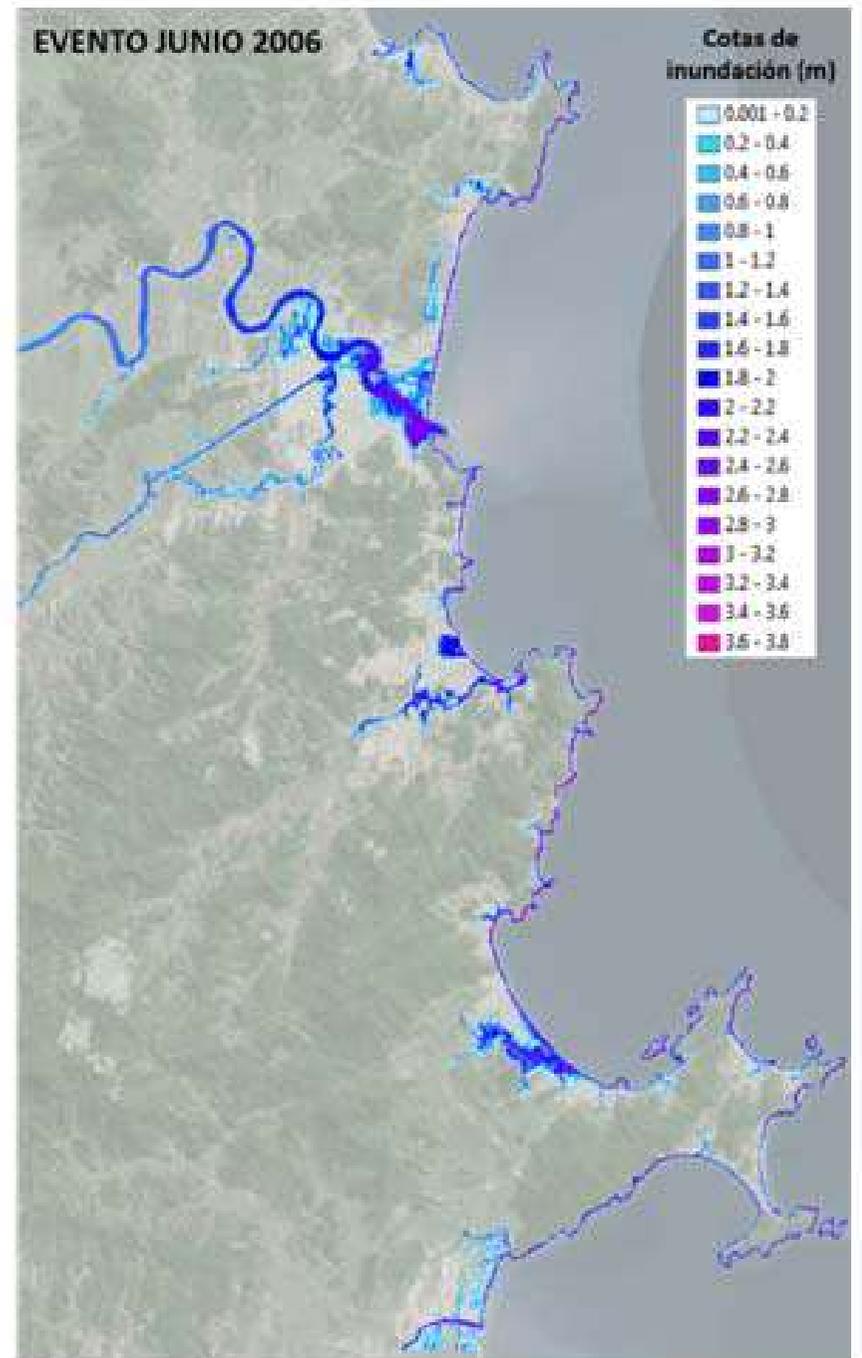
March 1, 2014

## Contribución de las variables climáticas en el riesgo de inundación





(left) Detail of the reconstructed TWL from the SSDs (blue dots) . (right) Detail of the configured cells in the RFMS model.



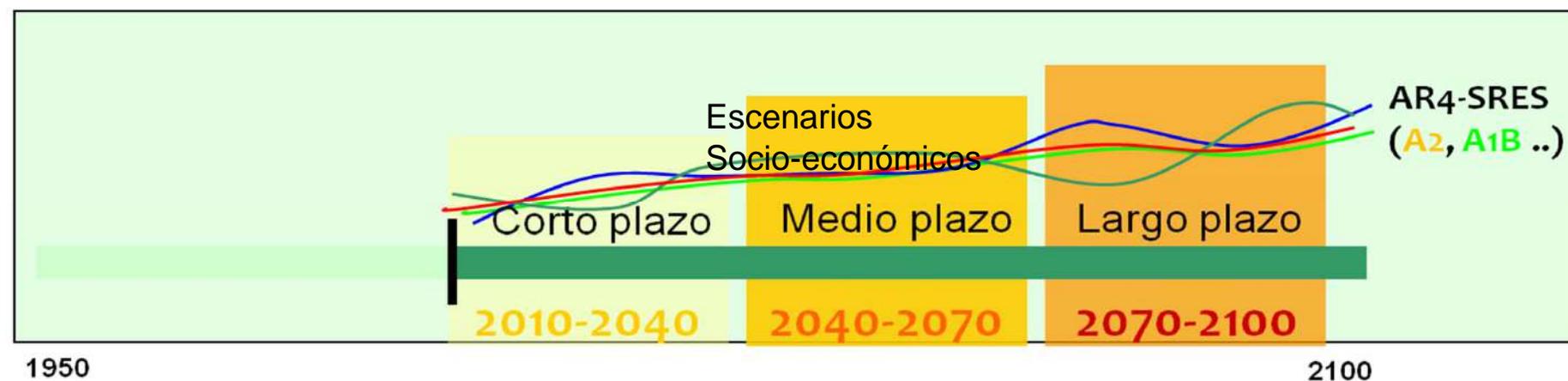
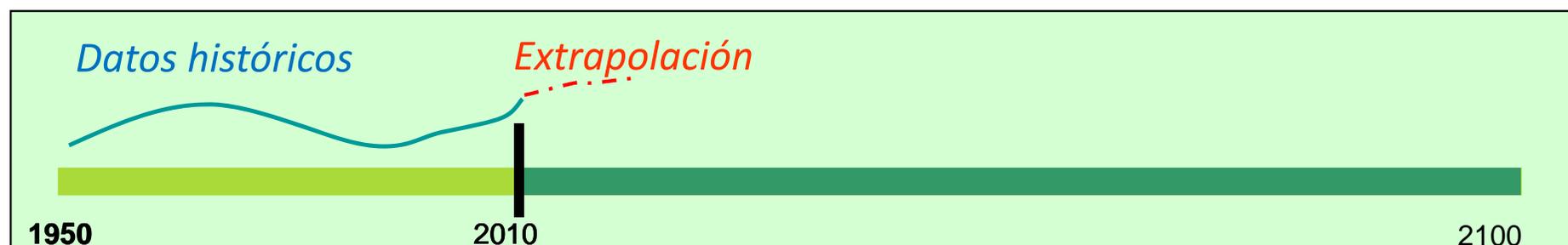
1. INTRODUCCIÓN
2. BASES DE DATOS
3. DOWNSCALING
4. PROYECCIONES
5. EJEMPLO DE PRODUCTOS ASOCIADOS A LA INFORMACION DE LAS AMENAZAS

Climate-related driver	Physical/chemical effects	Trends	Projections	Progress since AR4
Sea level	Submergence, flood damage, erosion; saltwater intrusion; rising water tables/impeded drainage; wetland loss (and change).	Global mean sea level <i>very likely</i> increase (Section 5.3.2.2; WGI AR5 Sections 3.7.2, 3.7.3).	Global mean sea level <i>very likely</i> increase (see Table 5.1; WGI AR5 Section 13.5.1). Regional variability (Section 5.3.2.2; WGI AR5 Chapter 13).	Improved confidence in contributions to observed sea level. More information on regional and local sea level rise.
Storms: tropical cyclones (TCs), extratropical cyclones (ETCs)	Storm surges and storm waves, coastal flooding, erosion; saltwater intrusion; rising water tables/impeded drainage; wetland loss (and change). Coastal infrastructure damage and flood defense failure.	TCs (Box 5-1, WGI AR5 Section 2.6.3): <i>low confidence</i> in trends in frequency and intensity due to limitations in observations and regional variability. ETCs (Section 5.3.3.1; WGI AR5 Section 2.6.4): <i>likely</i> poleward movement of circulation features but <i>low confidence</i> in intensity changes.	TCs (Box 5-1): <i>likely</i> decrease to no change in frequency; <i>likely</i> increase in the most intense TCs. ETCs (Section 5.3.3.1): <i>high confidence</i> that reduction of ETCs will be small globally. <i>Low confidence</i> in changes in intensity.	Lowering of confidence of observed trends in TCs and ETCs since AR4. More basin-specific information on storm track changes.
Winds	Wind waves, storm surges, coastal currents, land coastal infrastructure damage.	<i>Low confidence</i> in trends in mean and extreme wind speeds (Section 5.3.3.2, SREX, WGI AR5 Section 3.4.5).	<i>Low confidence</i> in projected mean wind speeds. <i>Likely</i> increase in TC extreme wind speeds (Section 5.3.3.2, SREX).	Winds not specifically addressed in AR4.
Waves	Coastal erosion, overtopping and coastal flooding.	<i>Likely</i> positive trends in Hs in high latitudes (Section 5.3.3.2; WGI AR5 Section 3.4.5).	<i>Low confidence</i> for projections overall but <i>medium confidence</i> for Southern Ocean increases in Hs (Section 5.3.3.2).	Large increase in number of wave projection studies since AR4.
Extreme sea levels	Coastal flooding erosion, saltwater intrusion.	<i>High confidence</i> of increase due to global mean sea level rise (Section 5.3.3.3; WGI AR5 Chapter 13).	<i>High confidence</i> of increase due to global mean sea level rise, <i>low confidence</i> of changes due to storm changes (Section 5.3.3.3; WGI AR5 Section 13.5).	Local subsidence is an important contribution to regional sea level rise in many locations.
Sea surface temperature (SST)	Changes to stratification and circulation; reduced incidence of sea ice at higher latitudes; increased coral bleaching and mortality, poleward species migration; increased algal blooms.	<i>High confidence</i> that coastal SST increase is higher than global SST increase (Section 5.3.3.4).	<i>High confidence</i> that coastal SSTs will increase with projected temperature increase (Section 5.3.3.4).	Emerging information on coastal changes in SSTs.
Freshwater input	Altered flood risk in coastal lowlands; altered water quality/salinity; altered fluvial sediment supply; altered circulation and nutrient supply.	<i>Medium confidence (limited evidence)</i> in a net declining trend in annual volume of freshwater input (Section 5.3.3.6).	<i>Medium confidence</i> for general increase in high latitudes and wet tropics and decrease in other tropical regions (Section 5.3.3.6).	Emerging information on freshwater input.
Ocean acidity	Increased CO <sub>2</sub> fertilization; decreased seawater pH and carbonate ion concentration (or "ocean acidification").	<i>High confidence</i> of overall increase, with high local and regional variability (Section 5.3.3.5).	<i>High confidence</i> of increase at unprecedented rates but with local and regional variability (Box CC-OA).	Coastal ocean acidification not specifically addressed in AR4. Considerable progress made in chemical projections and biological impacts.

SREX = IPCC Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.

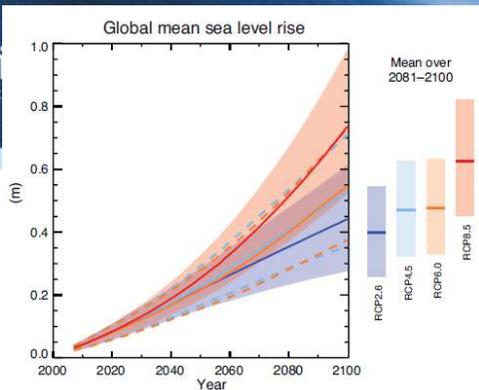


## Como estudiar el impacto del cambio climático ?

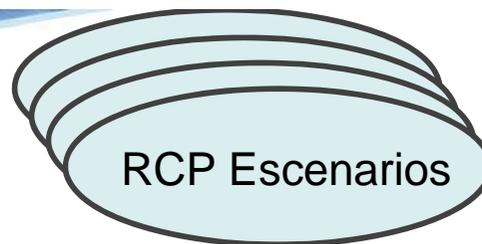


## Estudios de cambio climático:

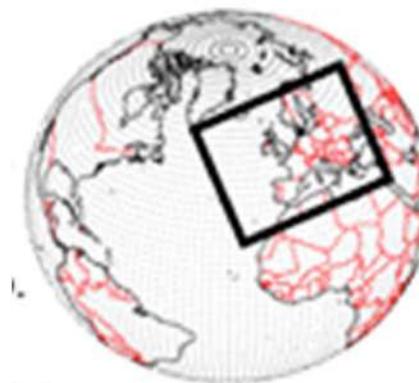
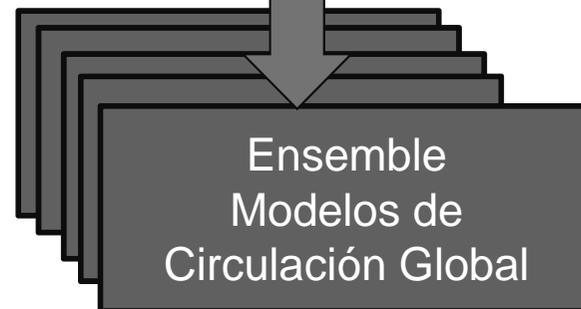
Analizar el riesgo frente a impactos de cambio climático en la costa obtener información fiable e indispensable para tomar decisiones, determinar políticas, estrategias y medidas de adaptación eficientes en el futuro.



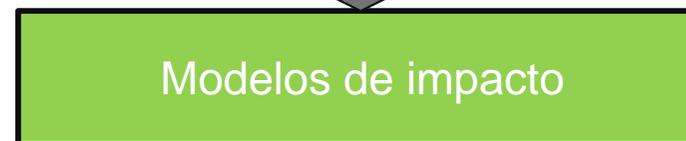
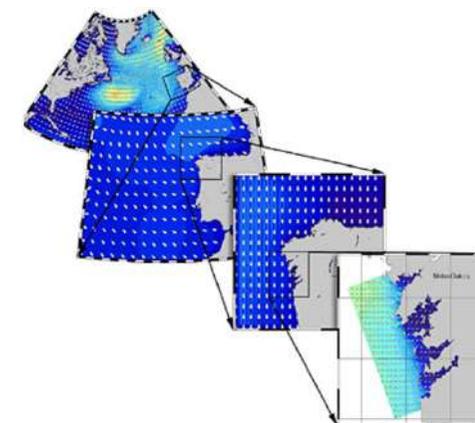
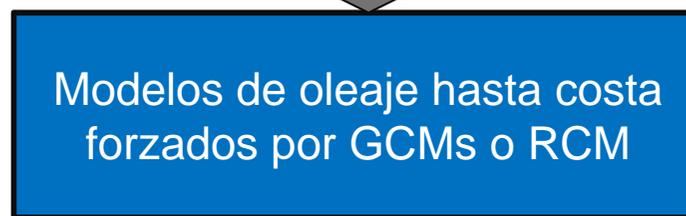
Incertidumbre



Incertidumbre

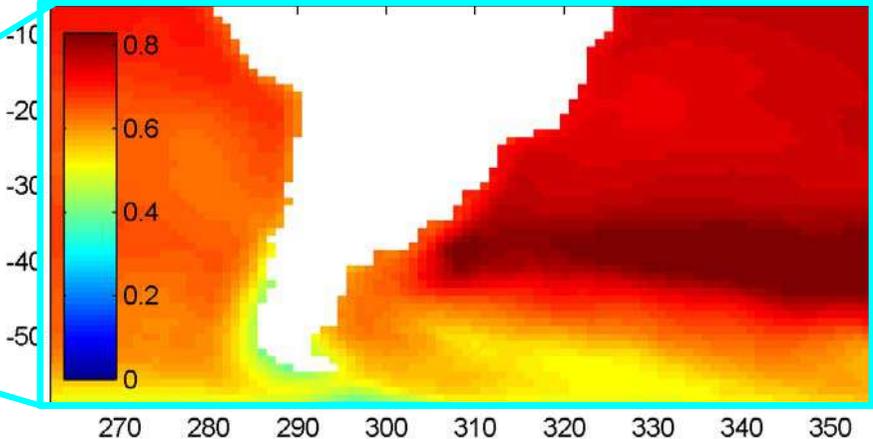
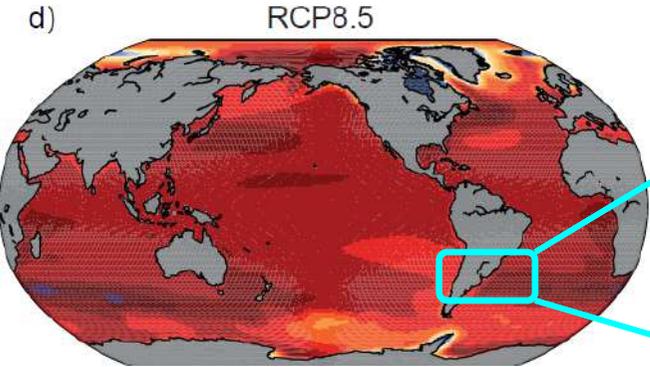
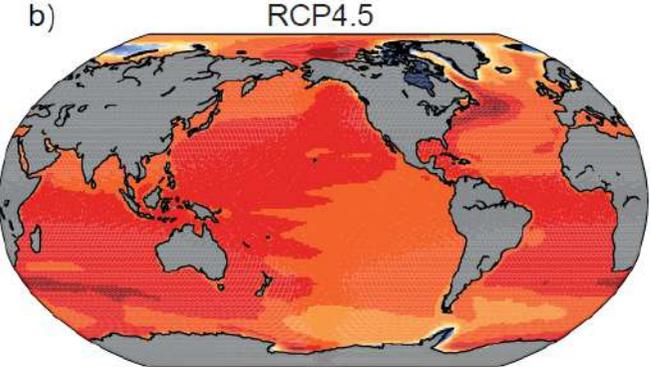
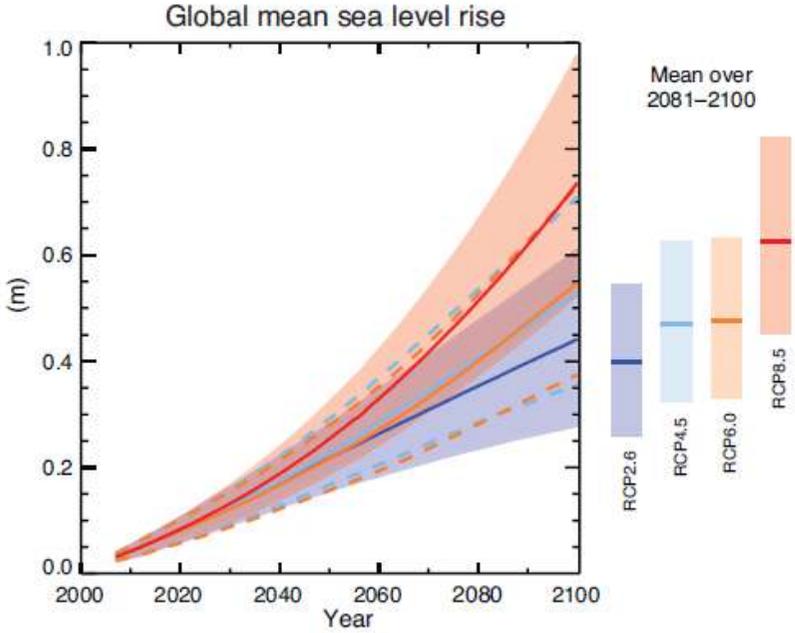
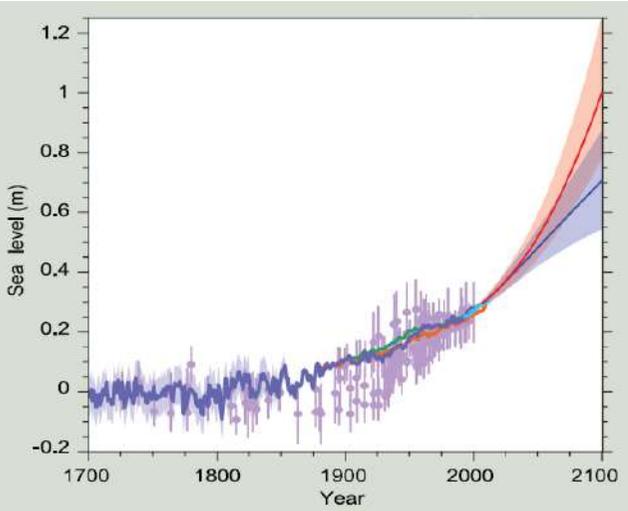


Incertidumbre



Modelos de impacto

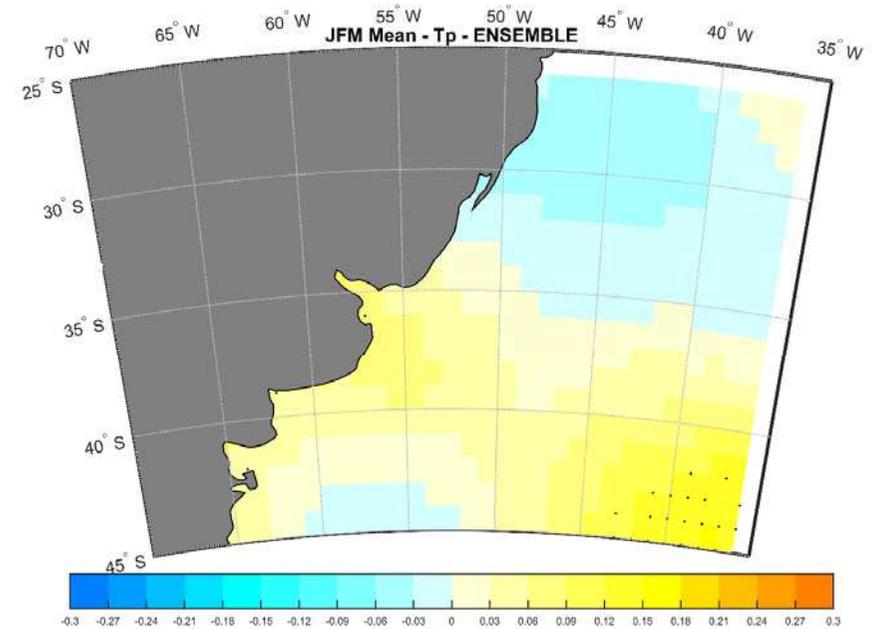
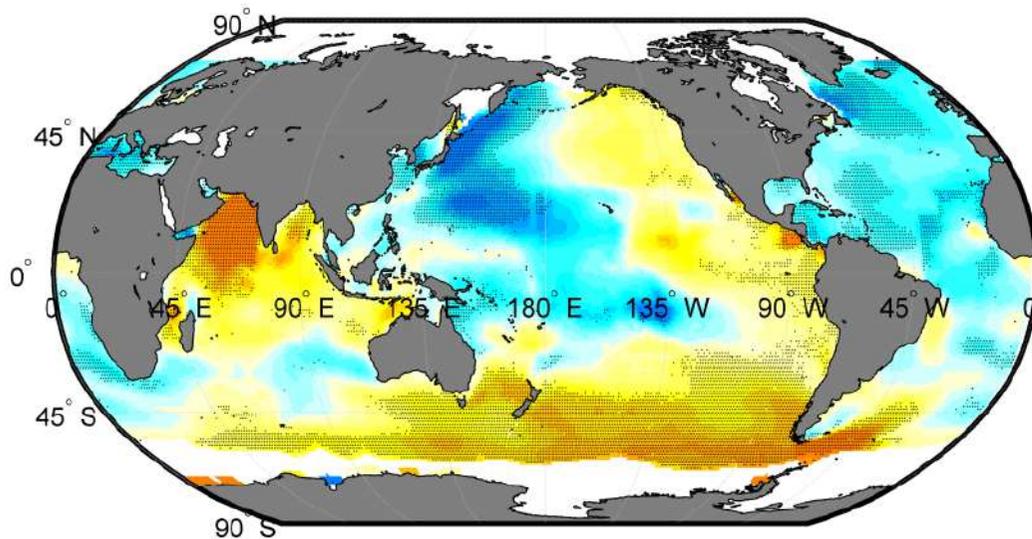
# Proyecciones Regionales de MSL



[IPCC, AR5, 2013]. Ensemble mean regional relative sea level change (metres) evaluated from 21 CMIP5 models between 1986–2005 and 2081–2100.

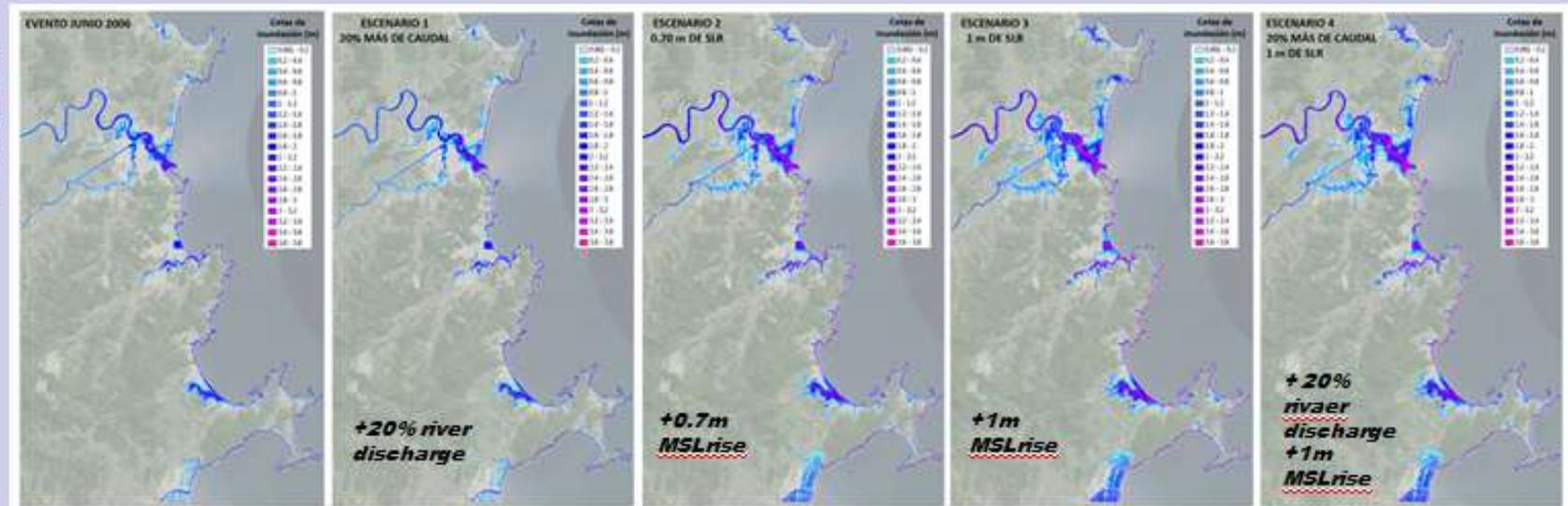
## PROJECTED CHANGES $T_p$ RCP8.5 scenario – Multi-model Ensemble For the period **2070-2099** relative to the period 1979-2005

JFM Mean -  $T_p$  - ENSEMBLE

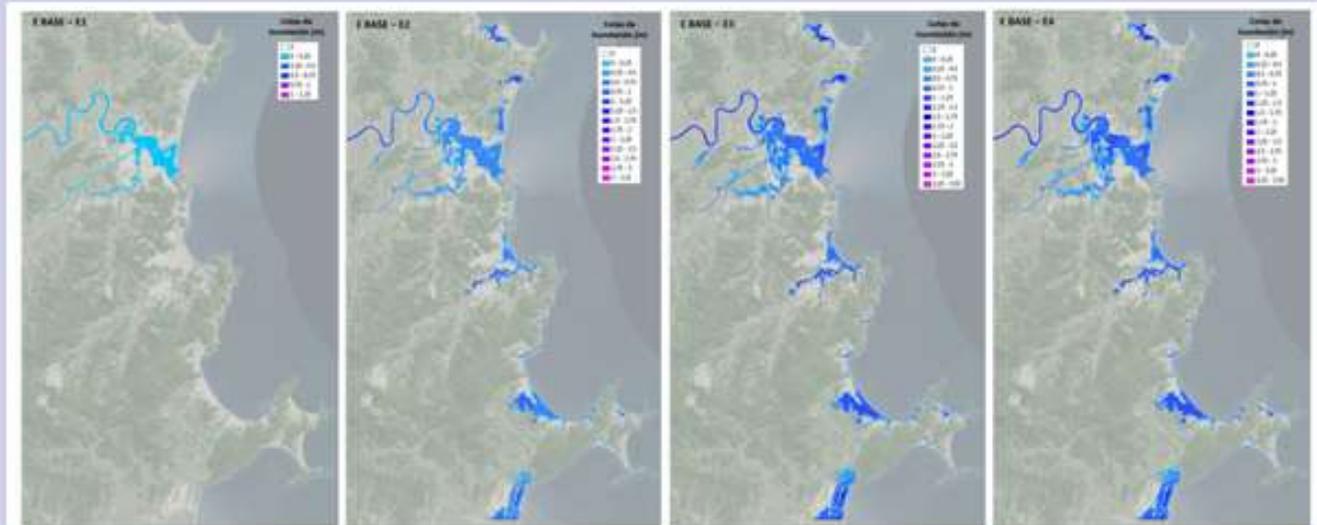


## ➤ Coastal flooding scenarios

(from left to right): historical reconstruction of the coastal flooding during the extreme event in June-2006 and results for different future scenarios.



Coastal flooding increase by comparing the historical extreme coastal flooding and the future scenarios.



1. INTRODUCCIÓN
2. BASES DE DATOS
3. DOWNSCALING
4. PROYECCIONES
5. EJEMPLO DE PRODUCTOS ASOCIADOS A LA INFORMACION DE LAS AMENAZAS

**RIESGO = PELIGROSIDAD x EXPOSICIÓN x VULNERABILIDAD**

The screenshot displays the C3E web application interface. The main area features a 3D topographic map of the Iberian Peninsula and surrounding regions, overlaid with a blue shaded area representing a risk assessment. The interface includes a left-hand sidebar with configuration options for variables, temporal periods, and climate scenarios. At the top, a navigation bar contains five colored buttons: 'Peligrosidad' (red), 'Exposición' (yellow), 'Vulnerabilidad' (green), 'Consecuencias' (dark red), and 'C3SIM' (light green). The 'Peligrosidad' and 'Consecuencias' buttons are highlighted with red boxes, while 'Exposición' and 'Vulnerabilidad' are highlighted with yellow boxes. The bottom of the page features a footer with logos for the Spanish Government, the Ministry of Science and Innovation, the Ministry of Agriculture, Food and Environment, C3-XXI, IHcantabria, and OCEC.

# DINÁMICAS AGUAS PROFUNDAS

The screenshot shows the VISOR C3E interface with the following sections:

- Variables:**
  - OLEAJE:**  H<sub>5m</sub>,  H<sub>50%</sub>,  H<sub>1=50</sub>,  Tp,  Fe,  B<sub>Fe</sub>
  - VIENTO:**  P<sub>w</sub>
  - NIVEL DEL MAR:**  MSL,  MM<sub>50%</sub>,  MM<sub>1=50</sub>
  - Periodo Temporal:**
    - PERIODO:**  Anual,  DEF,  MAM,  JJA,  SON
  - Periodo Climático:**
    - CLIMA ACTUAL:**  Valor Medio,  Desviación típica
    - TENDENCIAS:**  Valor Medio,  Desviación típica
    - EXTRAPOLACIÓN HISTÓRICA (MEDIA):**  2020,  2030,  2040
    - PROYECCIONES:**
      - PERIODOS:**  2010/2039,  2040/2069,  2070/2100
      - ESCENARIOS:**  A1B,  B1,  B2,  A2

Navigation and Legend:

- Buttons: D.Marina, D.Costera, Impacto, Exposición, Vulnerabilidad, Consecuencias, C3SIM
- Legend: Peligrosidad (red dot)

Map and Footer:

- Map: Iberian Peninsula with bathymetry and topography.
- Footer: Ver Capa, Descargar, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, © 2013 Cnes/Spot Image, Acerca de C3E - [www.c3e.ihcantabria.es](http://www.c3e.ihcantabria.es)

OLAS

VIENTO

NIVELES

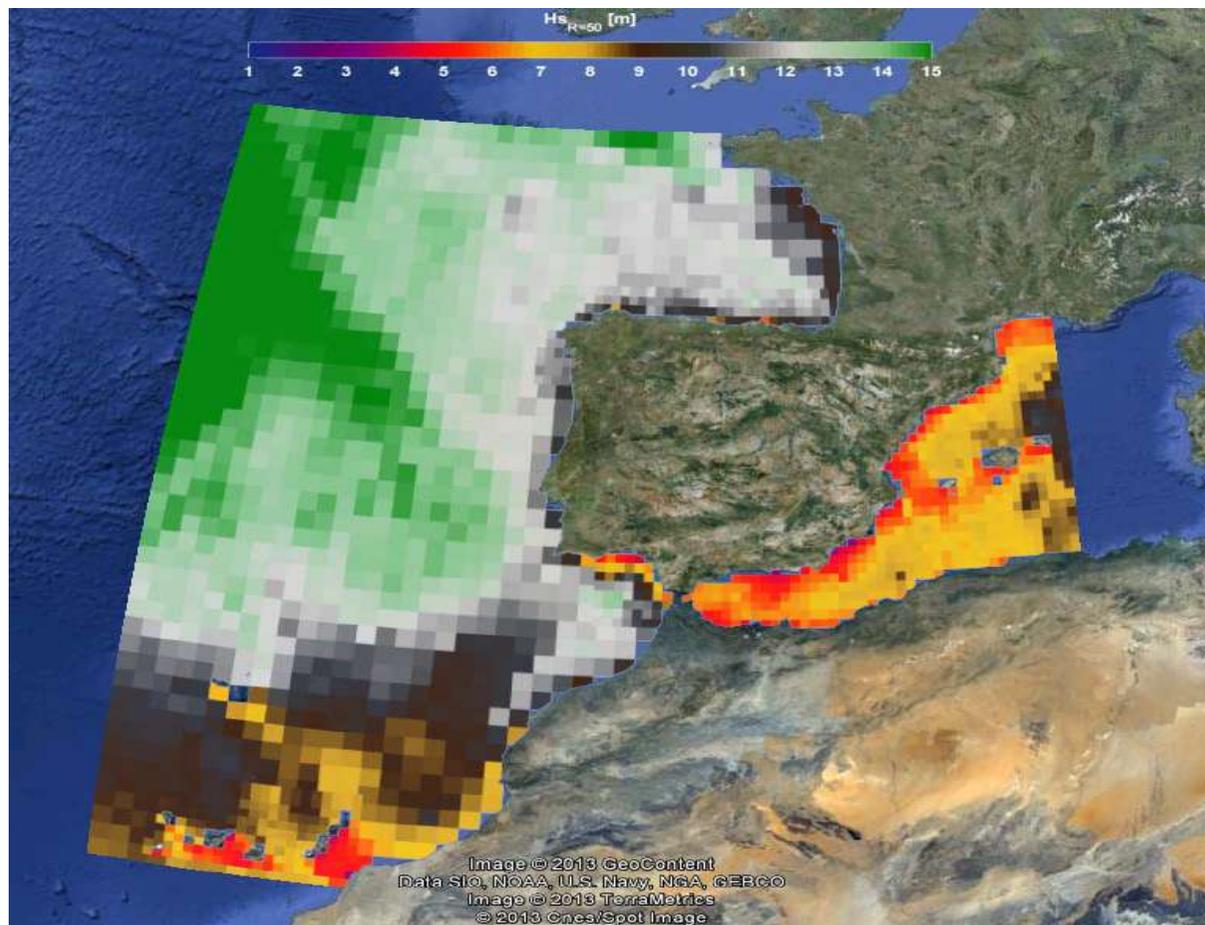
Variabilidad Temporal

→ Clima Presente

→ Tendencias de largo plazo (observaciones)

→ Clima Futuro (Proyecciones)

## $H_{s50}$ ANUAL. CLIMA PRESENTE



Acerca de C3E - [www.c3e.ihcantabria.es](http://www.c3e.ihcantabria.es)

**VISOR C3E**

**VARIABLES**

**OLEAJE**

Hm  Hm=50  Fe

Hs12  Tp  9Fc

**NIVEL DEL MAR**

Ref. Alicante  MSL  MMr=50

Rango Marea  MM5%

**Periodo Temporal**

**PERIODO:**

Anual  MAM  SON

DEF  JJA

**Periodo Climático**

**CLIMA ACTUAL:**

Valor Medio  Desviación típica

**TENDENCIAS:**

Valor Medio  Desviación típica

**EXTRAPOLACIÓN HISTÓRICA:**

2020  2030  2040

**PROYECCIONES**

**PERIODOS:**

2010/2039  2040/2069  2070/2100

**ESCENARIOS:**

A1B  B1  A2



tabla10.xls [Modo de compatibilidad] - Micr...

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Acrobat

A2 Punto

**C3-XXI** Cambio Climático en la Costa Española

**VALORES ANUALES**

	Referencia	Mediana				Proyecciones													
		2020	2030	2040	2050	2070-2099	2070-2099	2070-2099	2070-2099										
<b>VIENTO</b>	PW [W/m]	media	282.667	-0.000	-7.225	0.115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		desviación	25.244	-0.016	-0.725	-0.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hs [m]	media	0.787	-0.021	-0.026	-0.031	0	0.000	0.004	0	0.000	0.001	0.002	0.004	0	0.001	0.001	0.002	
		desviación	0.043	-0.005	-0.007	-0.008	-0.002	-0.002	0.002	0.001	0.002	0.004	0	0.004	0	0.001	0.001	0.001	0.002
	Hs5% [m]	media	-0.041	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		desviación	0.004	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Hs12 [m]	media	0.882	0.115	0.100	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		desviación	0.050	0.010	0.010	0.010	-0.002	-0.002	-0.002	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Tp [s]	media	4.547	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PE [W/m]	media	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
<b>OLEAJE</b>	Dc [PE [°]]	media	150.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Hs5%	media	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana de Pareto	media	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dosis Pareto Pareto	media	-0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		desviación	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Paisaje Medio	media	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Referencia Alisado [m]	media	28.666	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rango marea [m]	media	182.741	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MSL [m]	media	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MHSSX [m]	media	7.100	-0.000	-0.000	-0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MH [m]	media	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MH raleo [m]	media	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dosis Pareto Pareto	media	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dosis Pareto Pareto	media	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Paisaje Medio	media	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	desviación	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Los valores Medio de Marea Se calculan referidos al año 1998 (zona de Referencia)

Anual Invierno Primavera Verano Otoño

40%

Datos de mapas ©2017 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google Imágenes ©2017 TerraMetrics 100 km



**ANEXO III. 4**  
**EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD**



# Información utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad y de la exposición

**TALLER:**

**Herramientas tecnológicas en Uruguay**

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN
2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO
3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN
4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

### 1. INTRODUCCIÓN

2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO

3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN

4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS

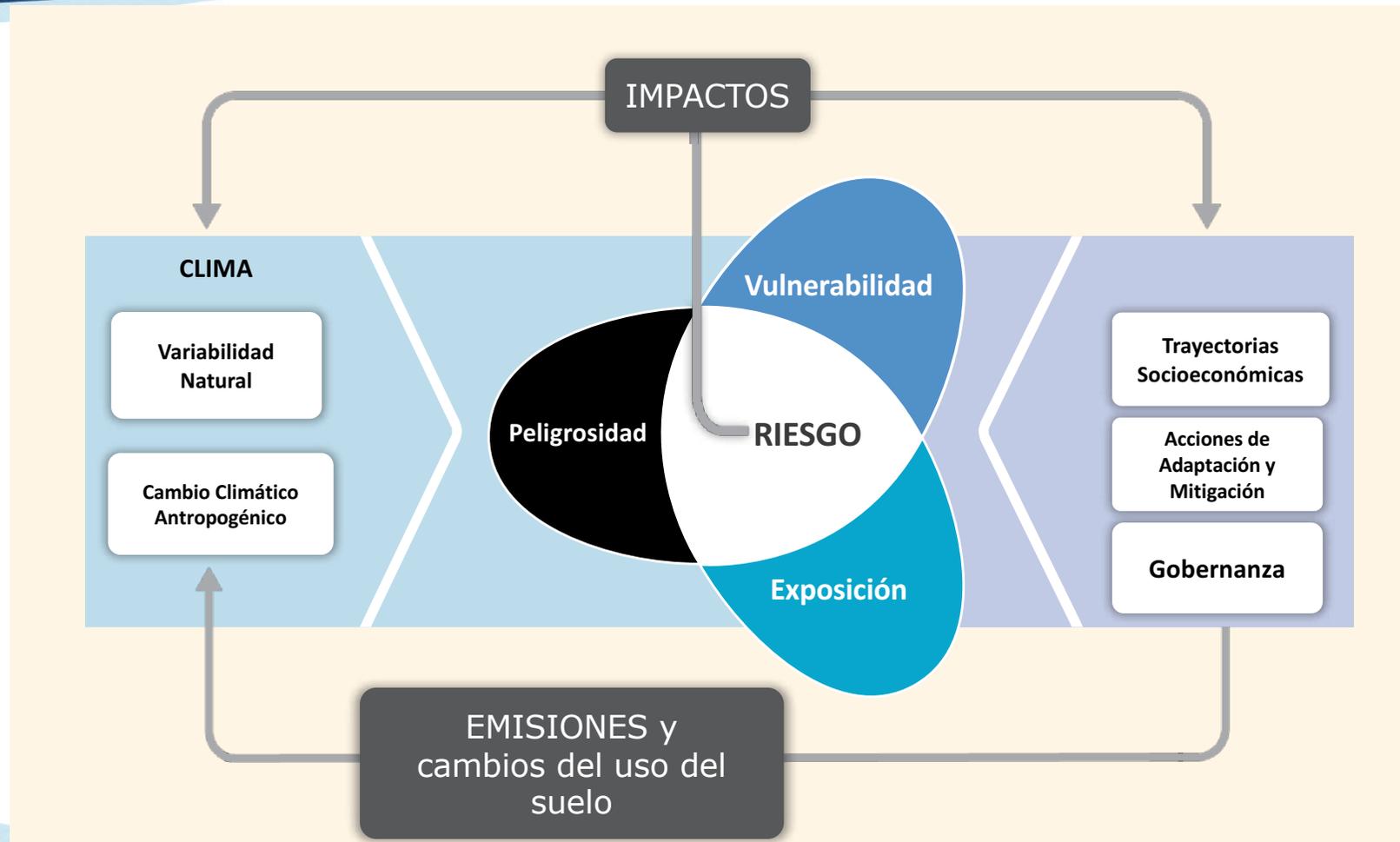
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD

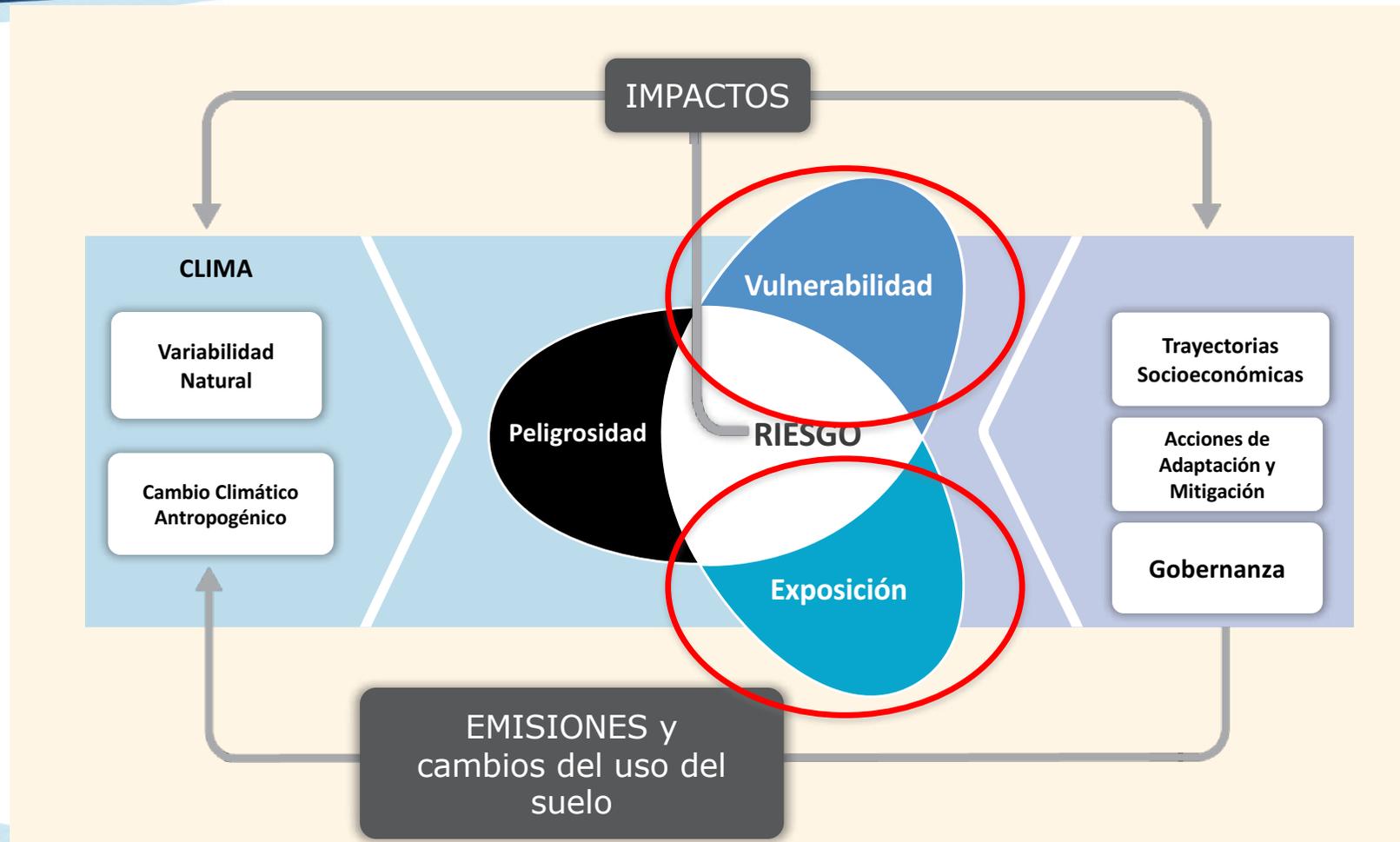
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

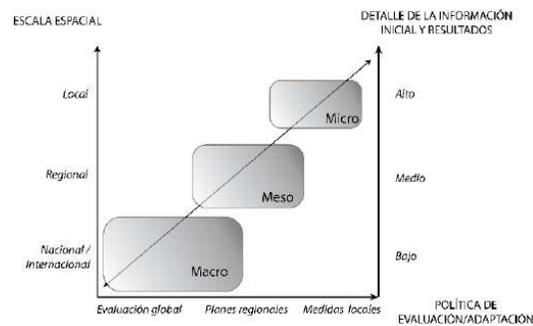
Alta resolución y alta definición. Funciones de daño







## Escalas espaciales de los estudios de Riesgo



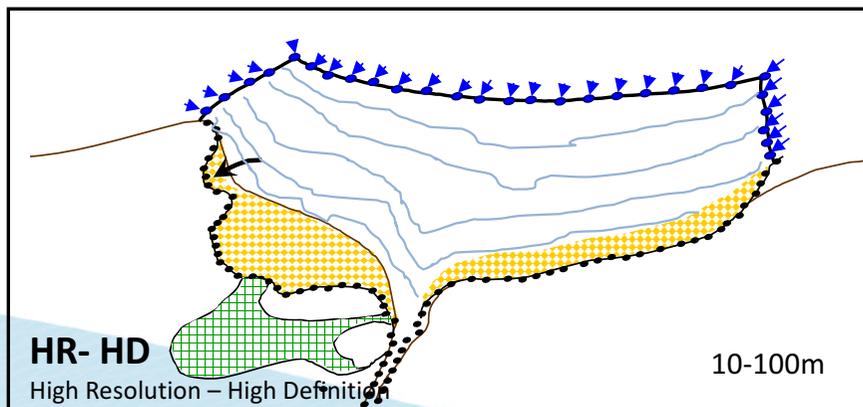
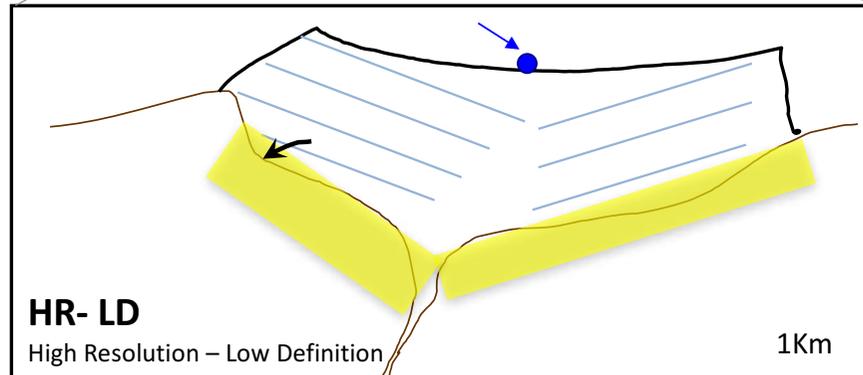
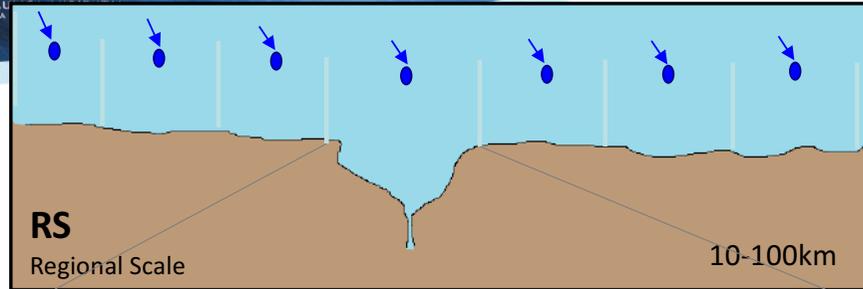
Peligrosidad  
Exposición  
Vulnerabilidad



ESCALA	ALCANCE DEL ESTUDIO	NIVEL DE GESTIÓN	EXACTITUD DE LOS RESULTADOS	ABUNDANCIA DATOS DE PARTIDA	RESOLUCIÓN DATOS DE PARTIDA
<b>MACRO</b>	(Inter)nacional	Políticas globales de reducción del daño	Bajo	Bajo	Bajo
<b>MESO</b>	Regional	Estrategias de adaptación de gran escala	Medio	Medio	Medio
<b>MICRO</b>	Local	Medidas concretas de adaptación	Alto	Alto	Alto

¿Cómo evaluar exposición y vulnerabilidad a diferentes escalas?

EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD



**H**

•Índices univariados para cada amenaza a escala regional

**E**

•Macro índices para cada amenaza y sector

**V**

•Macro índices para cada amenaza y sector

**R**

Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística

Formulación analítica para downscaling de dinámicas  
• índices univariados para la amenaza

•Macro índices para cada amenaza y sector

•Macro índices para cada amenaza y sector

Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística

•Índices Multivariados para la amenaza  
•Modelos hidrodinámicos para olas y nivel  
Modelos morfodinamic.  
•Modelos de inundación

• MDT HR

•Distribución espacial de la vulnerabilidad

•Evaluación numérica de daños  
•Simulaciones multimodelo/casos



**Baja exposición y baja vulnerabilidad**



**Alta exposición y vulnerabilidad media**

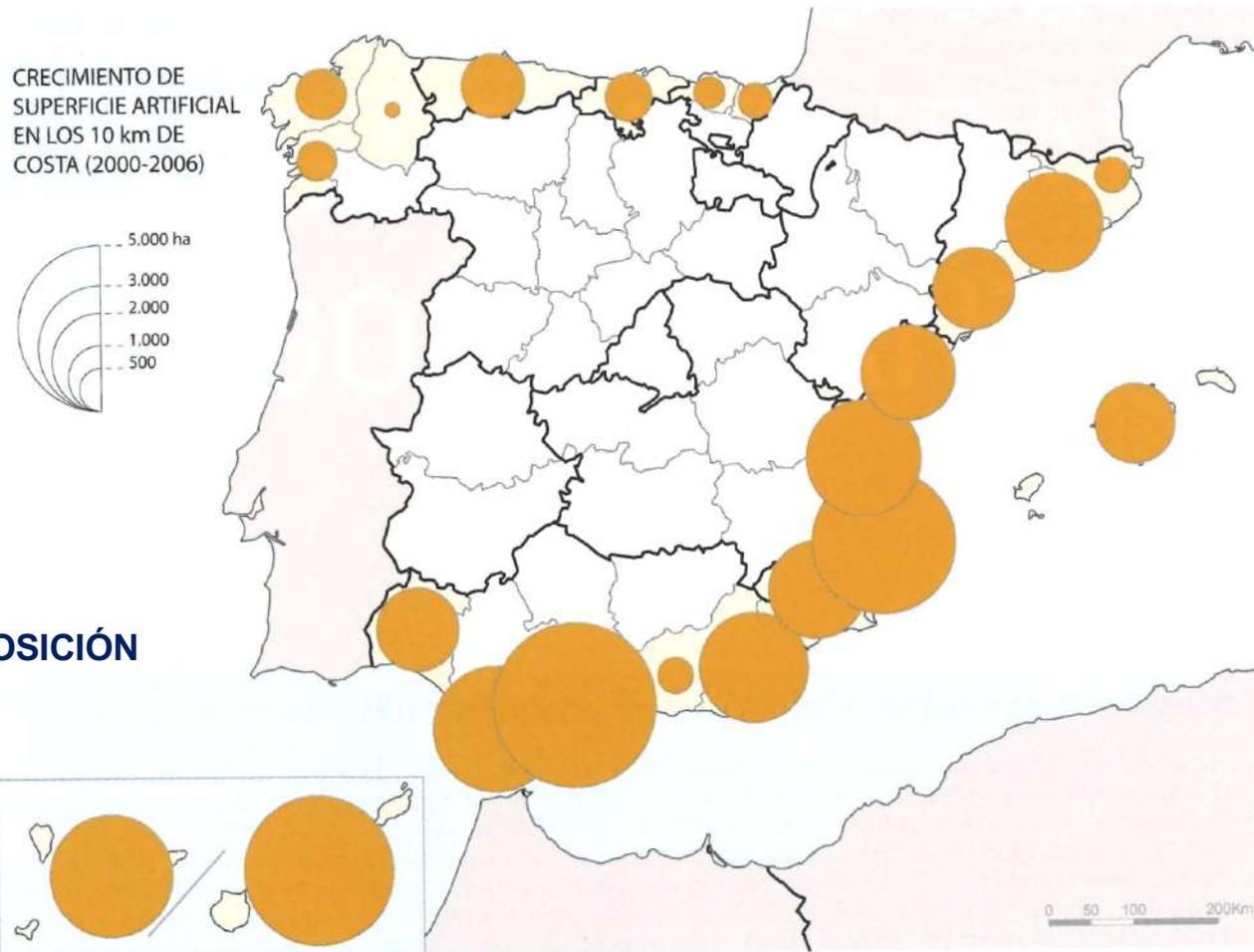


**Alta exposición y alta vulnerabilidad**

**Costa Med española: 1<sup>er</sup> Km - 40% urbanizado**



**MAPA 8.8.1.** Crecimiento de superficie artificial en los 10km de costa entre 2000 y 2006, por provincia.  
 [Fuente] Elaboración OSE a partir del Proyecto CLC (© IGN-CCAA).



## CAMBIOS EN LA EXPOSICIÓN

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN
2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO
3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN
4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

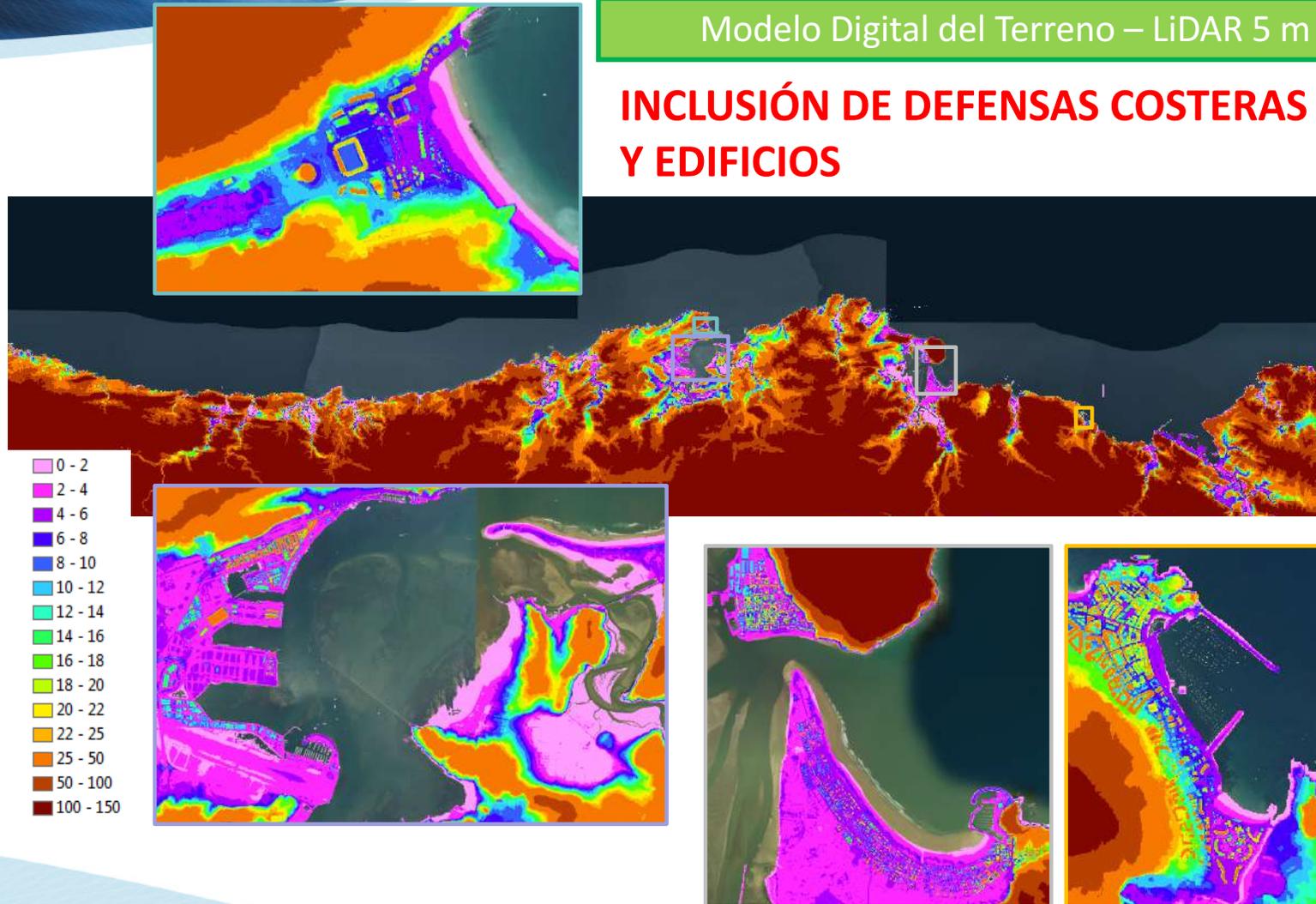
Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

Modelo Digital del Terreno – LiDAR 5 m (IGN)

## INCLUSIÓN DE DEFENSAS COSTERAS Y EDIFICIOS



**Modelo Digital del Terreno – LiDAR 5 m (IGN)**

**INCLUSIÓN DE DEFENSAS COSTERAS Y EDIFICIOS**



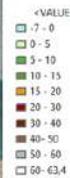
MDT (IGN, datos LIDAR)

- × Cotas erróneas paseo marítimo
- × Faltan nuevas construcciones



MDT mejorado

- ✓ Definición precisa del paseo marítimo
- ✓ Incorporación edificios



Inundación con CI en el MDT (IGN, datos LIDAR)

- × Inunda la zona de los edificios
- × Sobreeestima el riesgo



Inundación con CI en el MDT mejorado

- ✓ El agua llega justo al paseo
- ✓ No supera la cota del paseo

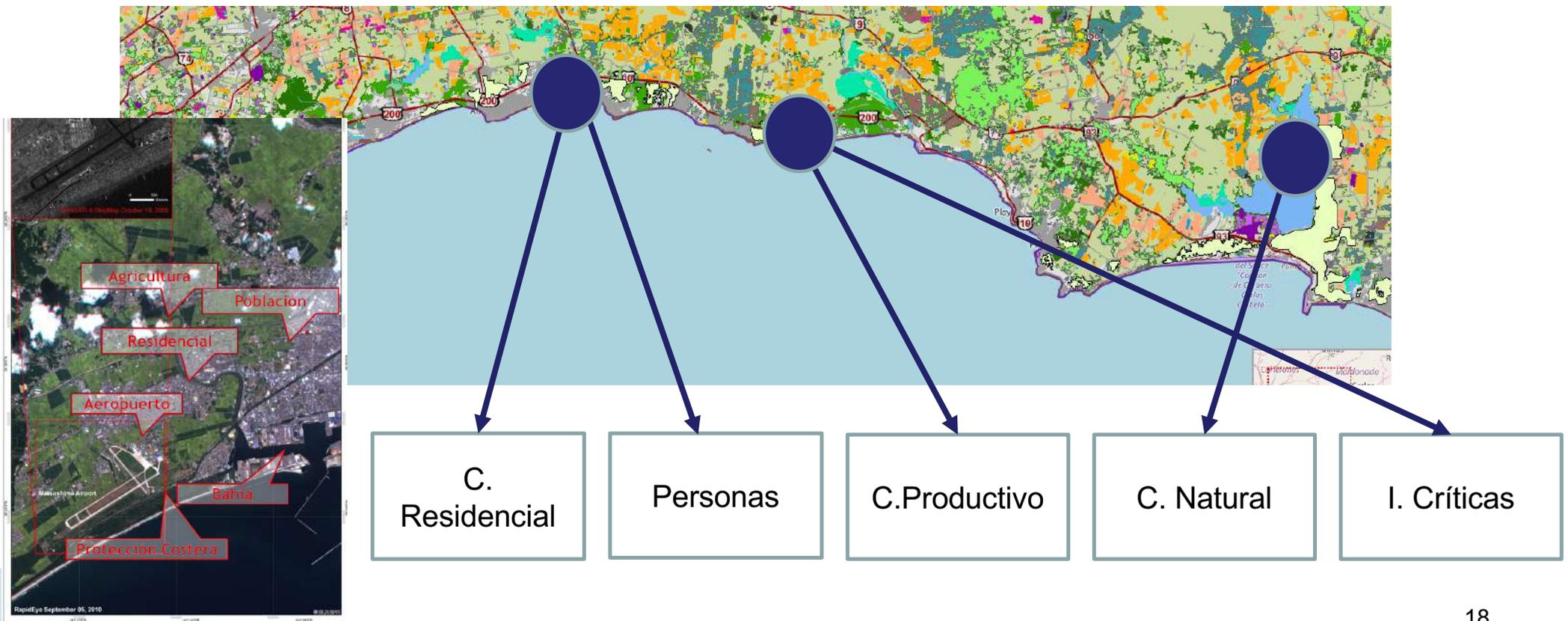
## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN
2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO
3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN
4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

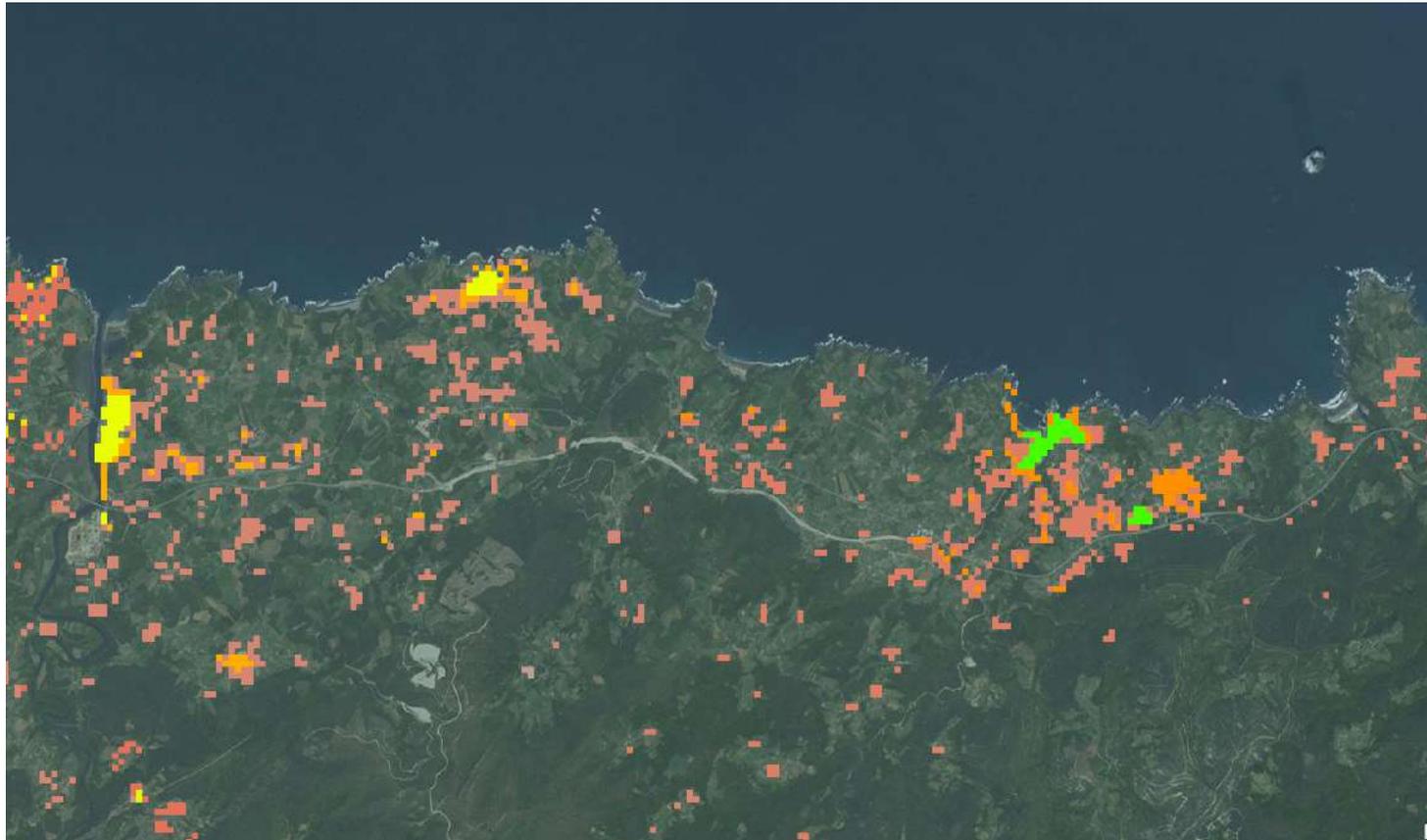
Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño



Base de datos de población – JRC (2006)

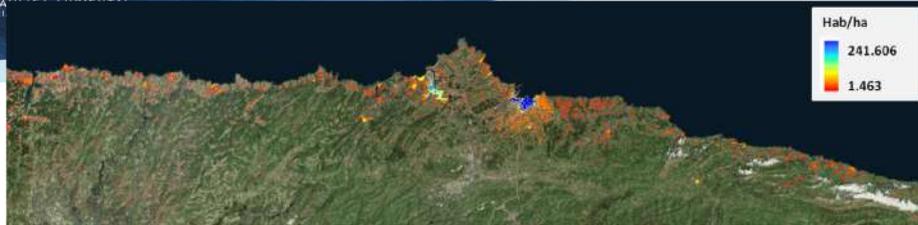
Resolución espacial = 1 Ha



**PROYECCIONES**

# EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

## POBLACIÓN



## VANE

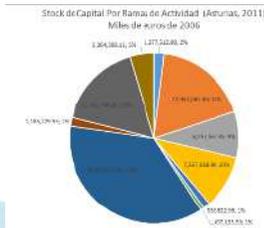


## RENDA P.C. Y VAB

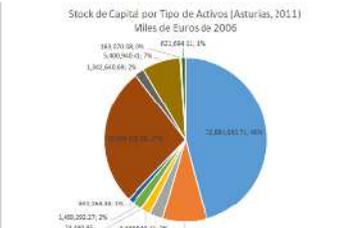
	Código de territorio (promotor río)	Popula- ción (desplazada)	Barrio Especializado (desplazada)
<b>ASTURIAS</b>	<b>13,726</b>	<b>14,479</b>	<b>16,814</b>
1 Asturias	11,628	12,521	14,744
2 Alar	10,260	14,253	16,856
3 Anave	9,432	12,174	11,977
4 Avilés	14,481	14,122	16,913
5 Barrios de Rianza	14,284	16,544	19,241
6 Bimanes	10,485	14,334	16,822
7 Bimán	11,174	13,213	15,284
8 Cabriales	11,143	13,692	15,271
9 Calancia	9,147	11,282	13,172
10 Castiello	11,110	12,971	15,174

	Valor añadido bruto (M€)	República M€/ha	Autónoma M€/ha	Comarcal M€/ha	Municipal M€/ha
<b>ASTURIAS</b>	<b>1,074,201</b>	<b>239,276</b>	<b>4,874,688</b>	<b>1,409,776</b>	<b>8,414,400</b>
1 Asturias	21,475	6,990	722	2,271	11,102
2 Alar	126,867	3,199	31,266	13,419	72,183
3 Anave	13,314	660	4,073	173	6,618
4 Avilés	429,496	3,264	40,267	140,224	242,100
5 Barrios de Rianza	26,465	1,266	12,168	1,223	12,071
6 Bimanes	15,114	671	1,447	5,140	7,114
7 Bimán	23,200	1,807	3,242	1,485	14,714
8 Cabriales	21,367	6,620	3,076	3,241	19,122
9 Calancia	6,247	930	1,194	616	9,119
10 Castiello	16,114	2,045	209	3,876	9,114
11 Campes de Naves	81,877	11,255	17,247	38,140	143,119
12 Campes de Naves	104,614	1,113	6,010	9,186	92,611
13 Campes de Naves	4,448	384	109	147	8,119
14 Campes de Naves	404,280	4,126	20,455	42,222	225,921
15 Campes de Naves	14,171	1,100	542	1,140	7,111

## STOCK DE CAPITAL



- 1. Agricultura, ganadería e industria pesada
- 2. Construcción
- 3. Industria extractiva
- 4. Industria manufacturera
- 5. Comercio y hostelería
- 6. Servicios
- 7. Administración pública y educación
- 8. Administración pública y educación
- 9. Administración pública y educación
- 10. Administración pública y educación
- 11. Otros



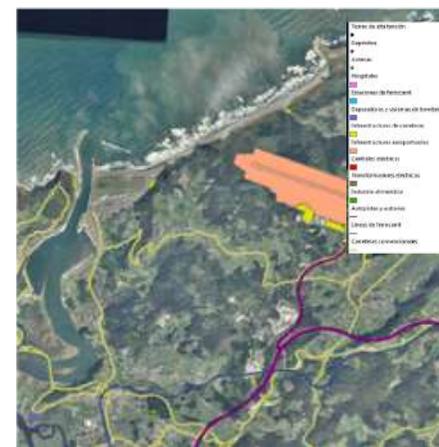
- 1. Inmuebles
- 2. Inmuebles
- 3. Inmuebles
- 4. Inmuebles
- 5. Inmuebles
- 6. Inmuebles
- 7. Inmuebles
- 8. Inmuebles
- 9. Inmuebles
- 10. Inmuebles
- 11. Inmuebles
- 12. Inmuebles
- 13. Inmuebles
- 14. Inmuebles
- 15. Inmuebles
- 16. Inmuebles
- 17. Inmuebles
- 18. Inmuebles
- 19. Inmuebles
- 20. Inmuebles
- 21. Inmuebles
- 22. Inmuebles
- 23. Inmuebles
- 24. Inmuebles
- 25. Inmuebles
- 26. Inmuebles
- 27. Inmuebles
- 28. Inmuebles
- 29. Inmuebles
- 30. Inmuebles
- 31. Inmuebles
- 32. Inmuebles
- 33. Inmuebles
- 34. Inmuebles
- 35. Inmuebles
- 36. Inmuebles
- 37. Inmuebles
- 38. Inmuebles
- 39. Inmuebles
- 40. Inmuebles
- 41. Inmuebles
- 42. Inmuebles
- 43. Inmuebles
- 44. Inmuebles
- 45. Inmuebles
- 46. Inmuebles
- 47. Inmuebles
- 48. Inmuebles
- 49. Inmuebles
- 50. Inmuebles

## BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

### VIVIENDAS



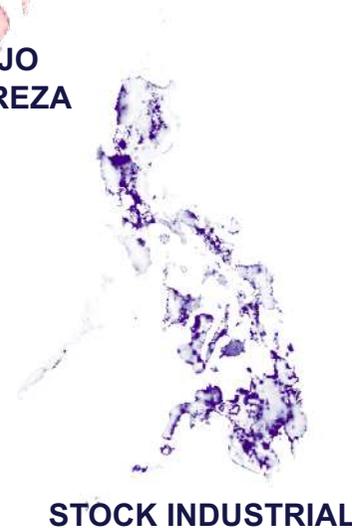
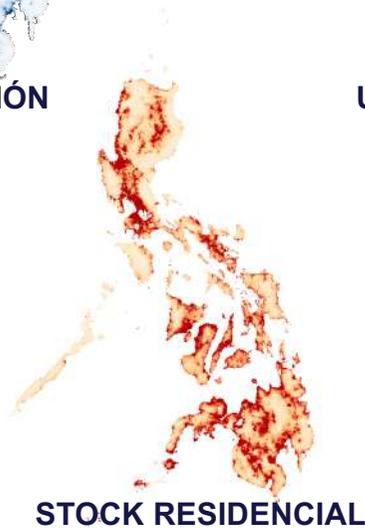
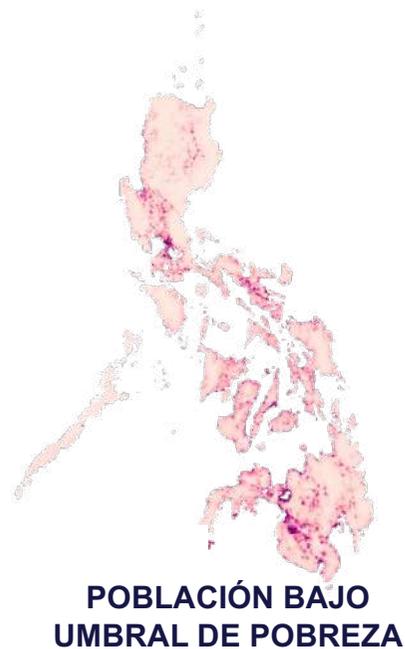
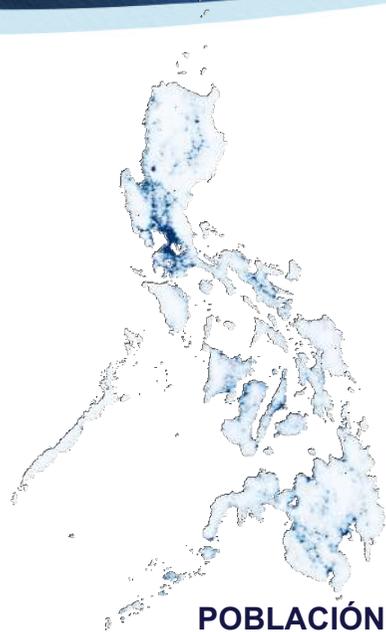
### INFRA CRÍTICAS



### INDUSTRIA



## BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS



## PRINCIPALES BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

	Datos globales	Datos nacionales / regionales / locales
<b>Población</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Población bajo umbral de pobreza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WorldPop</li> <li>• UNData</li> <li>• WPG - SEDAC</li> <li>• FAO</li> <li>• Urban-TEP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios estadísticos nacionales / regionales / locales</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>
<b>Stock capital</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Residencial</li> <li>• Industrial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GAR</li> <li>• World Bank</li> <li>• UNData</li> </ul>	
<b>Actividad económica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• World Bank</li> </ul>	
<b>Infraestructuras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OSM</li> </ul>	



Praderas de Zostera

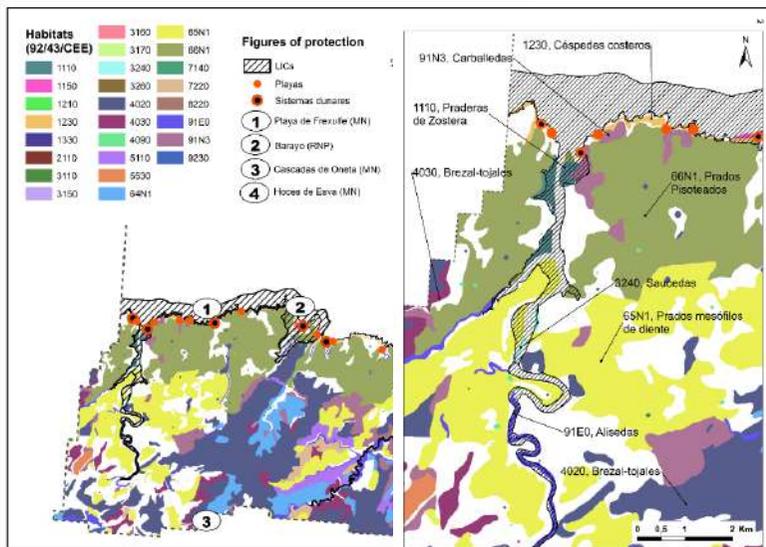
# EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

## BASES DE DATOS DE ECOSISTEMAS

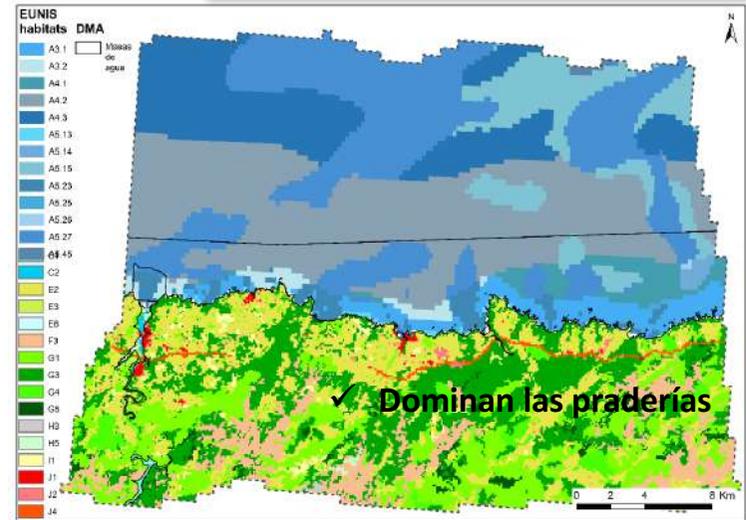
### CARTOGRAFÍA HÁBITATS

### LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA

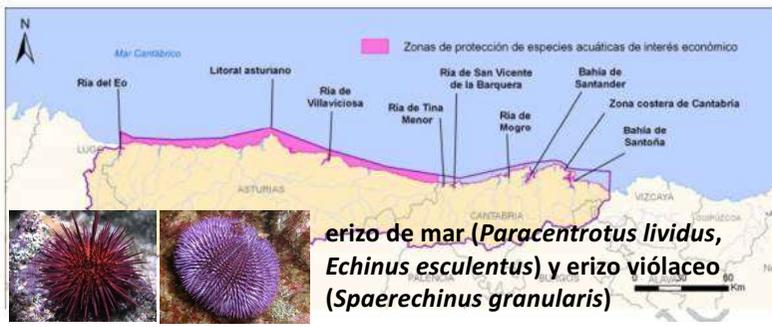
### ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS



### Cartografía EUNIS



### ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MOLUSCOS Y OTROS INVERTEBRADOS MARINOS



### OTROS RECURSOS MARINOS

BOLETÍN OFICIAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS  
N.º 131 DE 7/10/2013

I. PRINCIPADO DE ASTURIAS

OTRAS DISPOSICIONES  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS AUTÓCTONOS

RESOLUCIÓN de 30 de mayo de 2013, de la Consejería de Agricultura y Recursos Autóctonos, por la que se autoriza la extracción de algas de fondo del género Gelidium ("fide").



Imagen	Dependencia	Institucion	Geoservicios	Metadatos
	Unidad de Seguridad Vial	Presidencia de la República	<a href="http://aplicaciones.unasev.gub.uy/m...">http://aplicaciones.unasev.gub.uy/m...</a>	<a href="http://aplicaciones.unasev.gub.uy/m...">http://aplicaciones.unasev.gub.uy/m...</a>
	Servicio Geográfico Militar	Ministerio de Defensa Nacional	<a href="http://www.sgm.gub.uy/geoportafis...">http://www.sgm.gub.uy/geoportafis...</a>	<a href="http://www.sgm.gub.uy/geonetwerk/ser...">http://www.sgm.gub.uy/geonetwerk/ser...</a>
	Dirección Nacional de Catastro	Ministerio de Economía y Finanzas	<a href="http://catastro.mef.gub.uy/12360/10...">http://catastro.mef.gub.uy/12360/10...</a>	<a href="http://visor.catastro.gub.uy/8080/g...">http://visor.catastro.gub.uy/8080/g...</a>
	Dirección Nacional de Recursos Renovables	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca	<a href="http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecu...">http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecu...</a>	<a href="http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecu...">http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecu...</a>
	Dirección Nacional de Minería y Geología	Ministerio de Industria, Energía y Minería	<a href="http://www.miem.gub.uy/web/mineria-...">http://www.miem.gub.uy/web/mineria-...</a>	<a href="http://visualizadorgeominero.dinami...">http://visualizadorgeominero.dinami...</a>
	Dirección Nacional de Topografía	Ministerio de Transporte y Obras Públicas	<a href="http://geoportalmtop.gub.uy/geoser...">http://geoportalmtop.gub.uy/geoser...</a>	<a href="http://180.0.131.125:8080/geonetwor...">http://180.0.131.125:8080/geonetwor...</a>
	Dirección Nacional de Medio Ambiente	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente	<a href="https://www.dinama.gub.uy/geoservic...">https://www.dinama.gub.uy/geoservic...</a>	<a href="https://www.dinama.gub.uy/geonetwor...">https://www.dinama.gub.uy/geonetwor...</a>
	Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente	<a href="http://www.mvotma.gub.uy/sit">http://www.mvotma.gub.uy/sit</a>	<a href="http://sit.mvotma.gub.uy/geonetwerk">http://sit.mvotma.gub.uy/geonetwerk</a>
	Servicio de Geomática	Intendencia de Montevideo	<a href="http://sig.montevideo.gub.uy/conten...">http://sig.montevideo.gub.uy/conten...</a>	<a href="http://geoweb.montevideo.gub.uy/geo...">http://geoweb.montevideo.gub.uy/geo...</a>
	Dirección de Ordenamiento Territorial	Intendencia de Rocha	<a href="http://www.rocha.gub.uy/portal/inde...">http://www.rocha.gub.uy/portal/inde...</a>	

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN
2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO
3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN
4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

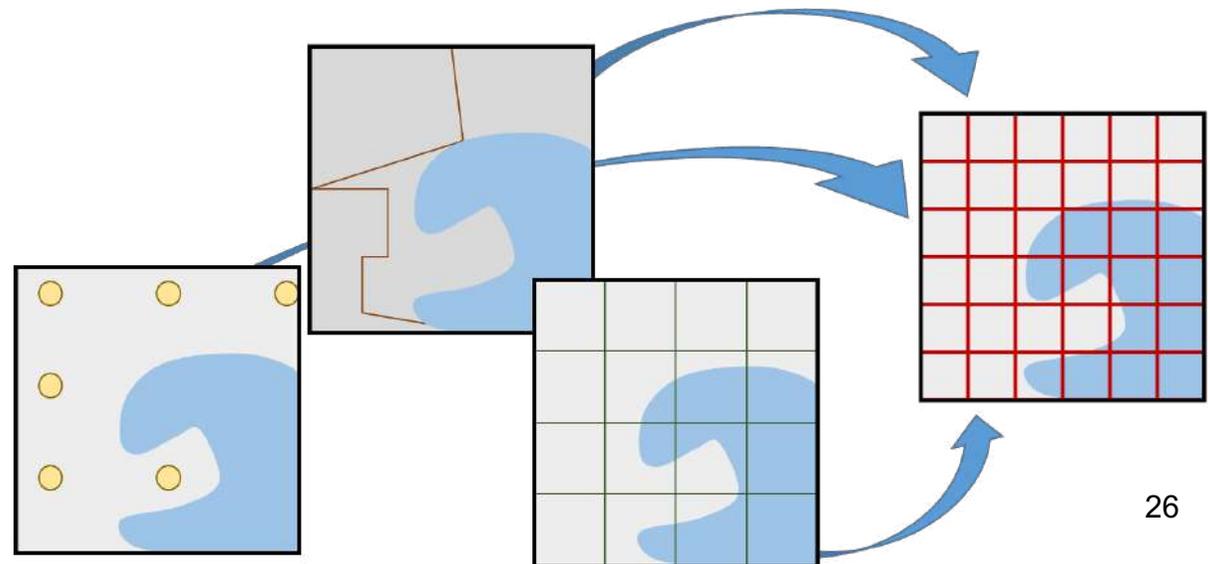
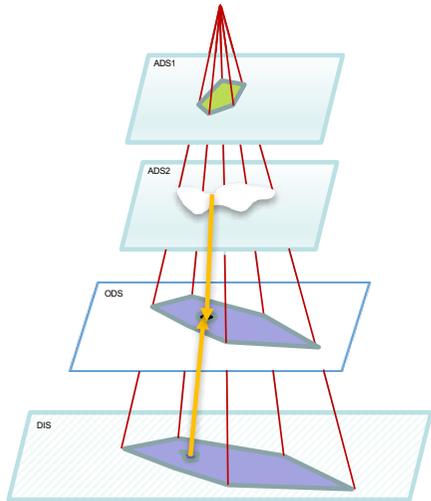
Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

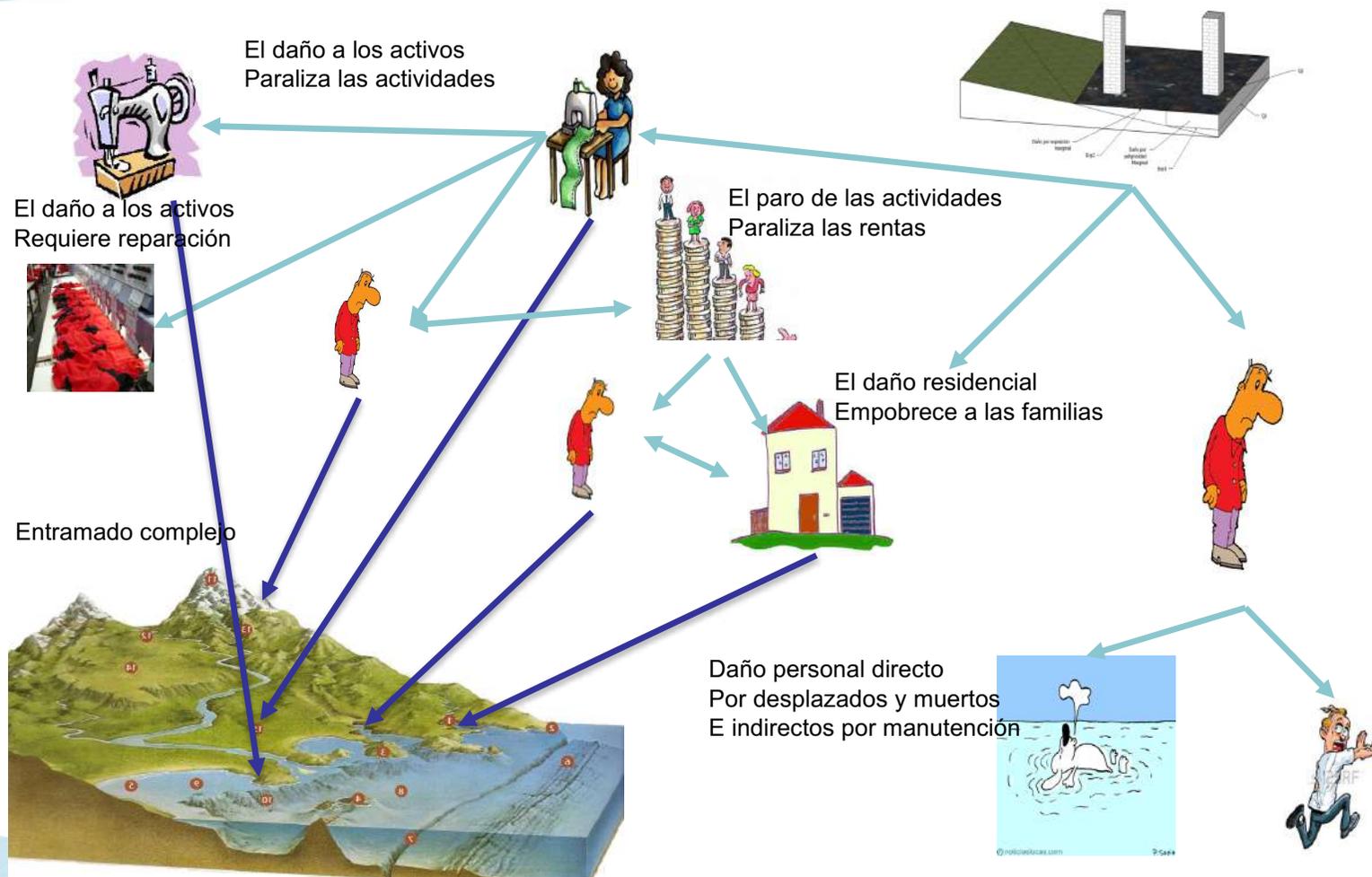
Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

## DIFERENTES ESCALAS EN EL PROYECTO

- Escala Agregada
- Escala objetivo del proyecto
- Indicador de agregación o desagregación
  - Cobertura de Suelo
  - Población



## EL PROBLEMA



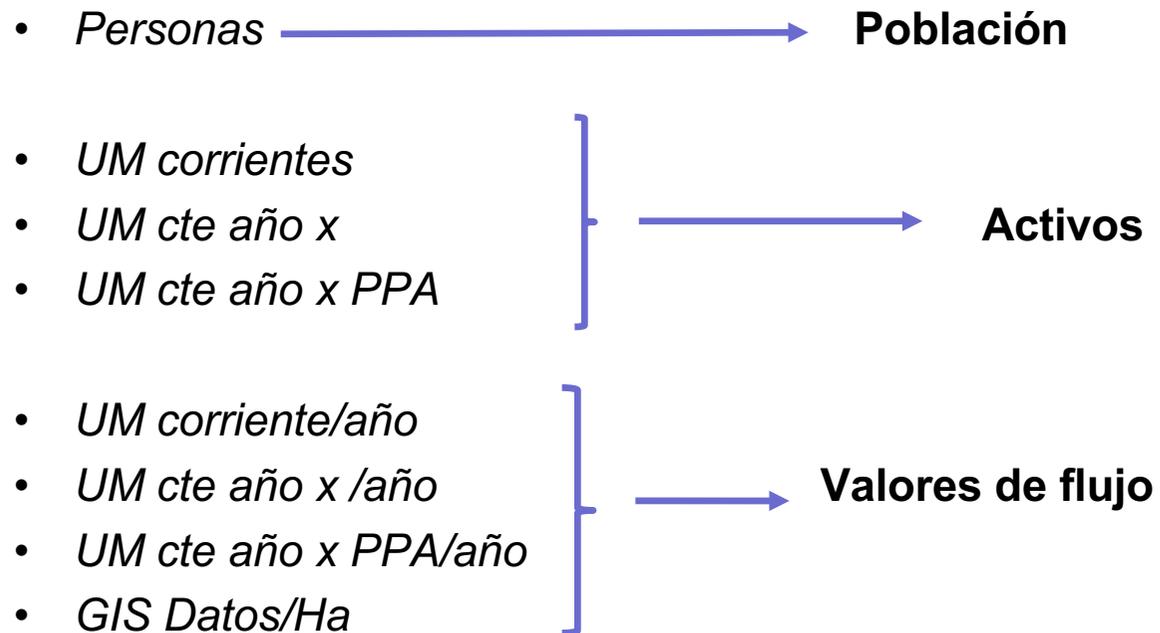
## DESAGREGACIÓN ESPACIAL PARA RESULTADOS

### Escala de datos disponible

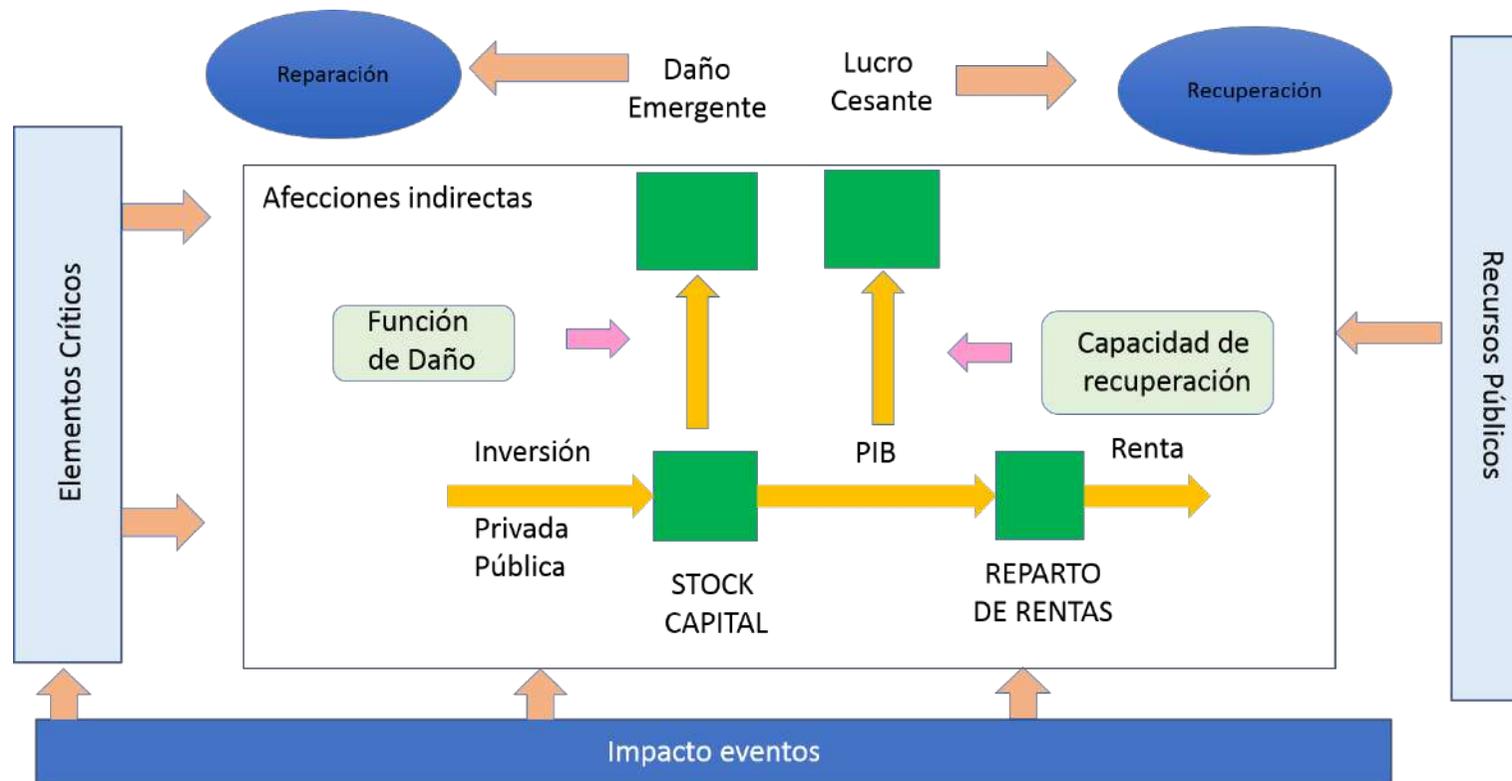
### Escala de datos deseada

DATOS	Atributo	Ud	Nacional	Regional	Local	Grid	Instrumento	Criterio	Corrección*	
Stock de Capital	Total	€					•Población	$K_{pc}=cte$		
	Sectorial	€						•Usos del suelo	$K_j/H_{ij}=cte$	
								•Empleo •VAB •Renta •Densidad de población	$K_j/Emp_j=cte$ $K_j/VAB_j=cte$ $K_j/D_j=cte$	$*K_{ij}/K^m$ $*Vab_{ij}/Vab^m$ $*\%Emp_{ij}/\%Emp^m_j$
PIB	Total	€/año					•Población	$PIB_{pc}=cte$	$*Pob_i/Pob^m$ $*d_i/d^m$	
								•Población	$PIB_{pc}=cte$	$*Y_i/Y^m$
VAB <sub>i</sub>	Total	€/año						•Población	$PIB_{pc}=cte$	$*Y_i/Y^m$
	Sectorial	€/año						•Usos del suelo •Empleo •Stock de capital •Densidad de población	$VAB_{ij}/H_{ij}=cte$ $VAB_j/Emp_j=cte$ $K_j/VAB_j=cte$ $K_j/D_j=cte$	

## UNIDADES DE MEDIDA



## ESQUEMA DEL PROCESO ANALÍTICO



## RETOS EN LA EXPOSICIÓN

- Caracterización espacial de máxima escala espacial
    - Fuentes satélites
    - Soporte Gis
  - Escala temporal de análisis
    - Observación de tendencias
    - Pronóstico de escenarios
    - Riesgos estacionales u horarios
  - Caracterización de los eventuales efectos distributivos:
    - Funcional: Pobres ricos
    - Espacial:
    - Temporal: Presente futuro
- } Para dar soporte a la Vulnerabilidad

## RETOS EN LA VULNERABILIDAD

- Funciones de daño:
  - Ampliar el catálogo
  - Atributos específicos “site sensitive”
  - Multiparámetro (cota y velocidad..., velocidad y frecuencia...)
  - Agregación espacial de la vulnerabilidad curvas
    - Promedios espaciales espacios complejos
    - Inclusión efectos no localizados (difusión red)
  - Combinación secuencial:
    - Efectos de acciones acumulativas
    - Efectos de varias acciones conjuntas
  - Interacción con la diversidad de marcos socioeconómicos complejos (¿Calibración?)
- Estabilidad del fenómeno:
  - Aprendizaje
  - Memoria
  - Preparación

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN
2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO
3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN
4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

## Caracterización de Vulnerabilidad

Exposición

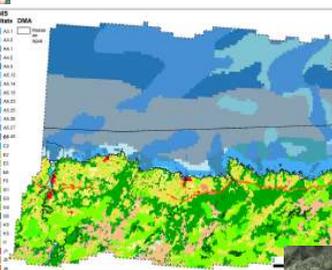
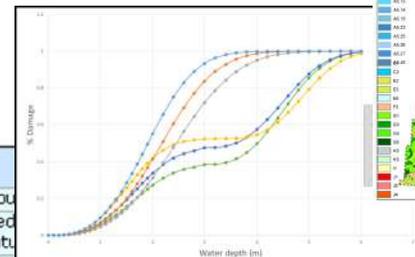
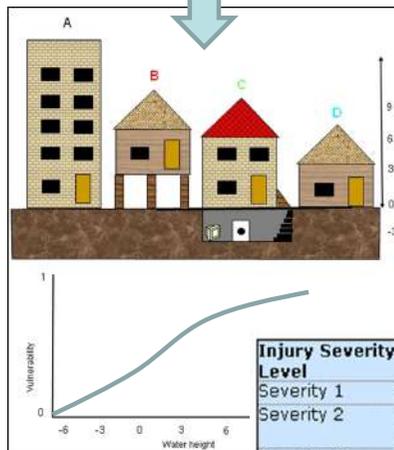
C.  
Residencial

Personas

C. Productivo

C. Natural

I. Críticas



Injury Severity Level	Description Of Injury
Severity 1	Requiring basic medical aid without
Severity 2	Requiring a greater degree of medical progress to a life threatening status
Severity 3	Pose an immediate life threatening condition if not treated expeditiously. The majority of these injuries are the result of structural collapse and subsequent entrapment or impairment of the occupants.
Severity 4	Instantaneously killed or mortally injured



Vulnerabilidad

C.  
Residencial

Personas

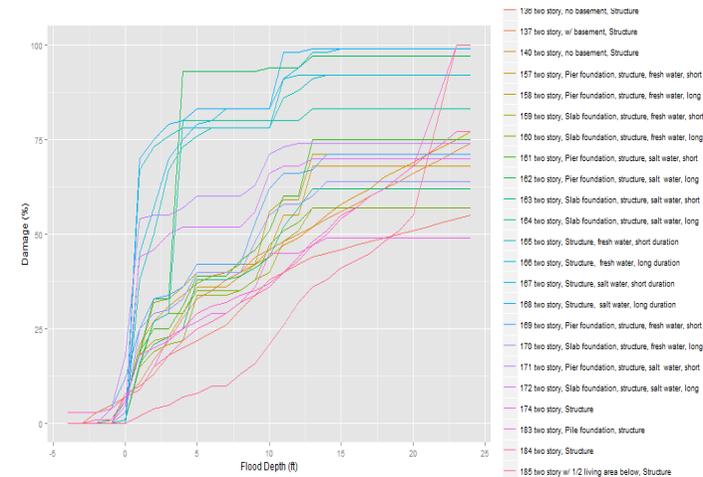
C. Productivo

C. Natural

I. Críticas

## DAÑOS EMERGENTES: ACTIVOS

- Funciones de daño: HAZUS
- Atributos de activos:
  - Uso
  - Contenido
  - Cimentación
  - Tipología
  - Móvil/Fijo
- Atributos de lugar:
  - Costa-Río
- Atributos de peligrosidad:
  - Duración
  - Salinidad
- Output % daño sufrido\*



- Manual multicolor
- Altamente detallado(incluye incluso limpieza...)
- Condicionada a datos específicos,...

\*Sin depreciación

Activos	Valor/m2	H=0.1	...	H=1	H=5	Peso
Residenciales	X	2%		50%	100%	45%
Infraestructuras	Y			40%	40%	15%
Zonas verdes	Z	30%		100%	100%	15%
Infr. Comercial	K + L	10%		60%	100%	25%

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

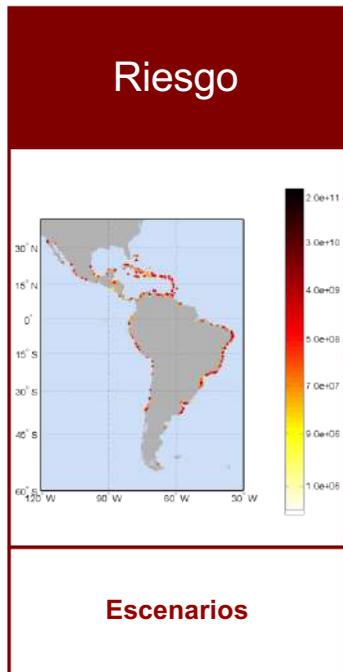
1. INTRODUCCIÓN
2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO
3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN
4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

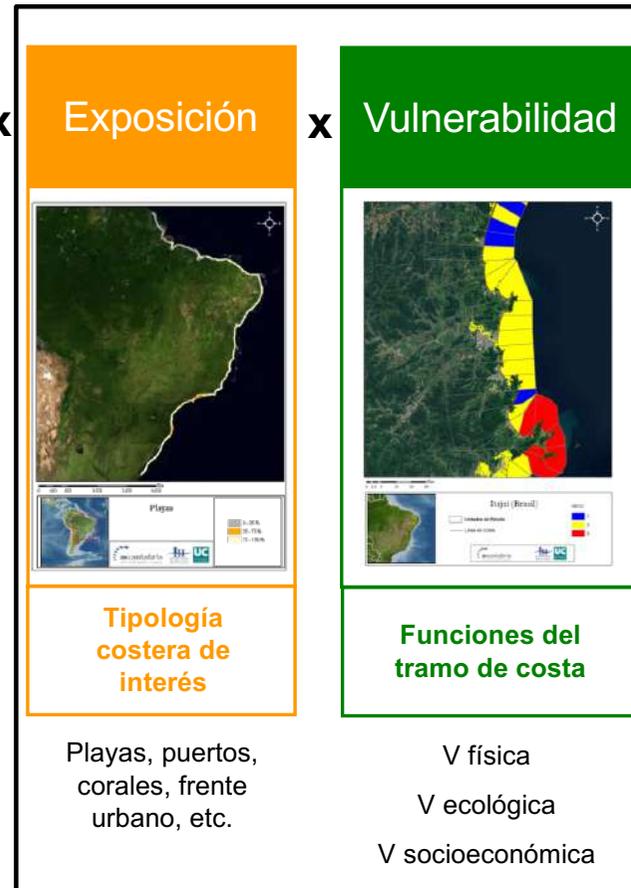
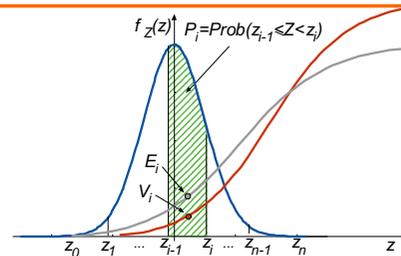
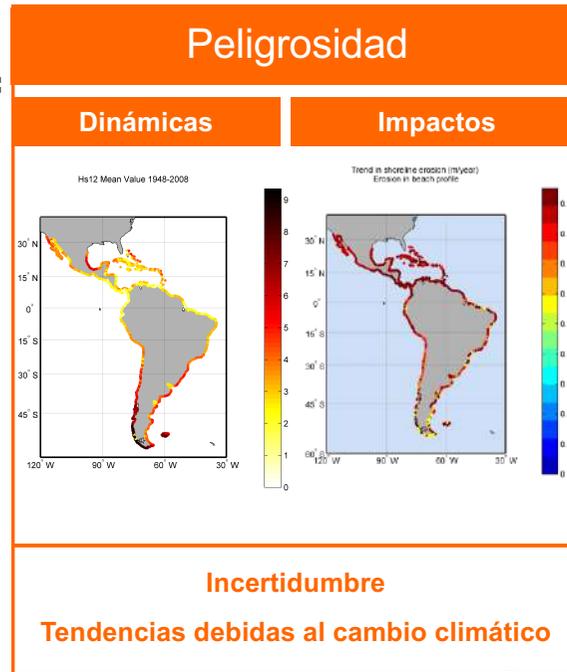
Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

# METODOLOGÍA *Riesgo*



Extrapolación de tendencias  
Escenarios



<b>2. Metodología de evaluación de la vulnerabilidad.....</b>	<b>25</b>
2.1. Introducción.....	25
2.2. Determinación de las unidades de estudio.....	27
2.3. Proceso de cálculo mediante SIG.....	29
2.3.1. Metodología.....	30
2.4. Información compilada a través de imágenes de satélite.....	41
2.5. Índices de vulnerabilidad planteados.....	42
2.5.1. Índice de vulnerabilidad ecológica, $V_{nm}^{ECO}$ .....	42
2.5.2. Vulnerabilidad socioeconómica, $V_{nm}^{SE}$ .....	55
<b>4. Análisis de la vulnerabilidad y la exposición en América Latina y el Caribe .....</b>	<b>87</b>
4.1. Análisis por países.....	87
4.1.1. Superficie total afectada.....	90
4.1.2. Población afectada.....	95
4.1.3. Infraestructuras (carreteras y ferrocarriles) afectadas.....	103
4.1.4. Ecosistemas afectados.....	111
4.1.5. Superficie de cultivos afectados.....	117
4.1.6. Superficie de ciudades afectadas.....	124
4.2. Análisis espacial.....	126
4.3. Características de las playas en América Latina y el Caribe.....	137
4.4. Análisis de la vulnerabilidad de las costas de América Latina y el Caribe frente al Cambio Climático.....	147
4.4.1 Cálculo de la vulnerabilidad de la costa ante inundación.....	147
4.4.2 Cálculo de la vulnerabilidad de las playas frente a la erosión.....	149
4.4.3 Cálculo de la vulnerabilidad de las infraestructuras portuarias.....	150
4.4.4. Vulnerabilidad de los arrecifes de coral.....	153
4.5. Área y población afectada en los deltas más importantes de América Latina y el Caribe.....	165
4.6. Conclusiones.....	169



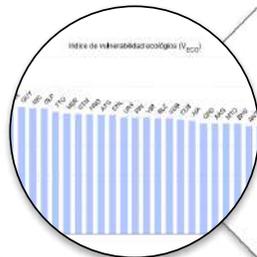
## Vulnerabilidad - C3A



1. Recopilación de información geoespacial



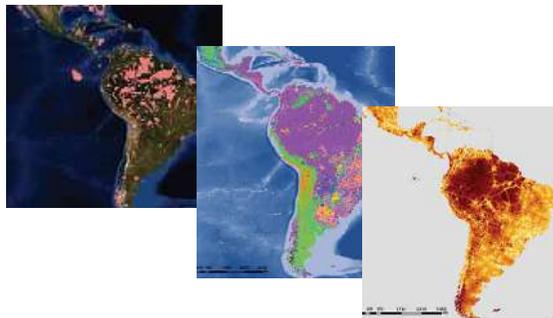
2. Análisis geo-espacial de la información



3. Determinación de índices y resultados



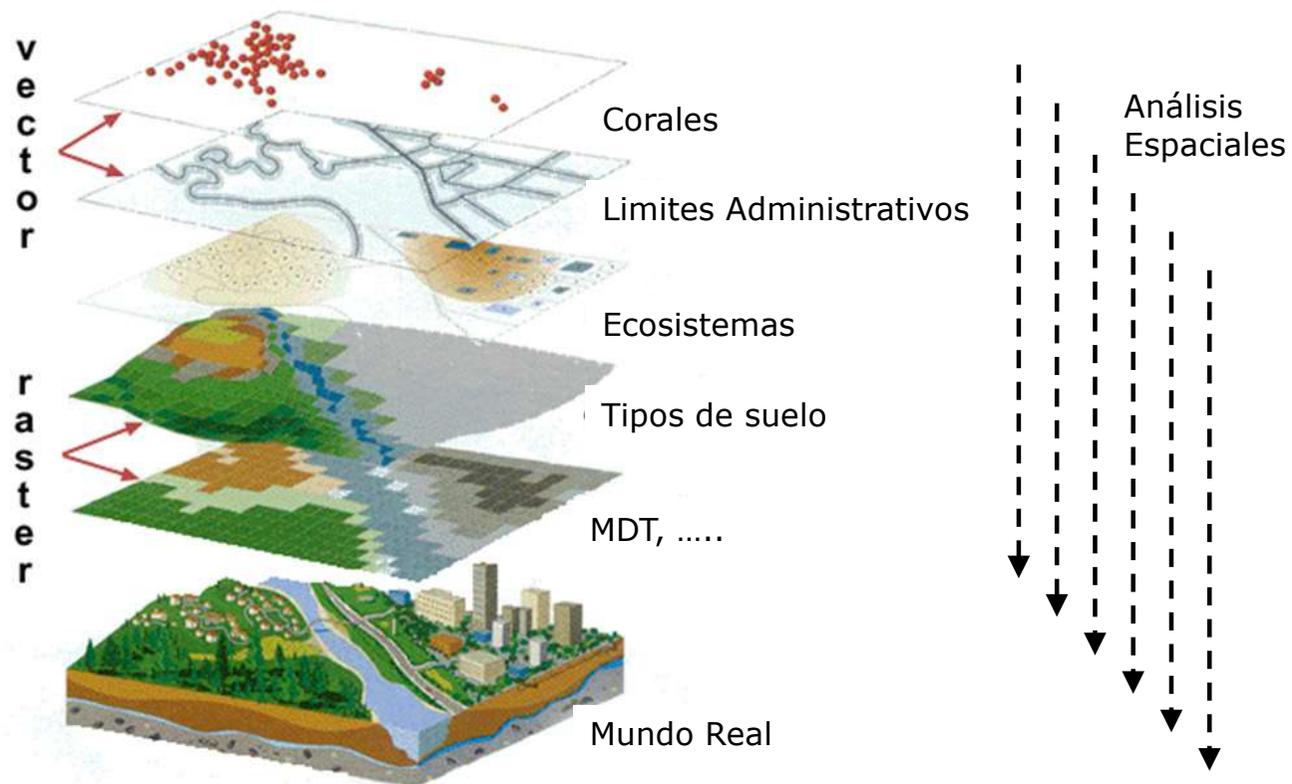
## 1. Recopilación de información



**CUADRO 2.23**  
RESUMEN DE BASES DE DATOS UTILIZADAS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD

Tipos de Datos	Vulnerabilidad/Exposición	Fuente
Usos del suelo	Socioeconómica	Land Cover
Tipos de suelo	Socioeconómica	Glob Cover
Áreas protegidas	Ecológica	WDPA y UNEP
Amenaza de los ecosistemas	Ecológica	WWF
Densidad de población	Socioeconómica	CIESIN
PIB	Socioeconómica	CIESIN
Estadísticas nacionales	Socioeconómica	CEPAL-STAT
Datos de turismo	Socioeconómica	WTO
Ranking de puertos en ALyC	Socioeconómica	CEPAL-Unidad de infraestructura
Producción agrícola y maderera	Socioeconómica	FAO
Carreteras	Socioeconómica	DCW
Ferrocarriles	Socioeconómica	DCW
Explotación agrícola y maderera	Socioeconómica	ONU
Accesibilidad a núcleos de población	Socioeconómica	ONU
Arrecifes de coral	Ecológica y Socioeconómica	WRI
Información sobre distintos aspectos de la configuración de la costa	Exposición	
Tipología de playas	Exposición	Elaboración propia IH Cantabria a partir de imágenes de satélite
Ciudades costeras	Exposición	
Obras marítimas	Exposición /Socioeconómica	
Desembocaduras	Exposición	

## Análisis de vulnerabilidad



La **Exposición** viene dada por la configuración de la costa:

- Tipo de playa (encajadas, rectilíneas y puntal)
- Longitud y anchura de playas
- Longitud de ciudad junto al mar
- Anchura de la desembocadura adyacente
- Longitud de diques de abrigo del puerto
- Área aprox. del puerto



Recogida de información a partir de  
imágenes de GE

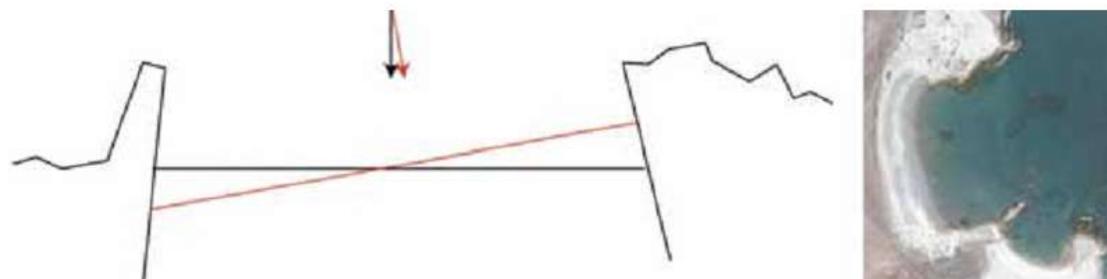


Información específica de las costas  
(generada para el proyecto)

**CUADRO 2.4**  
**RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE DE GOOGLE-EARTH**

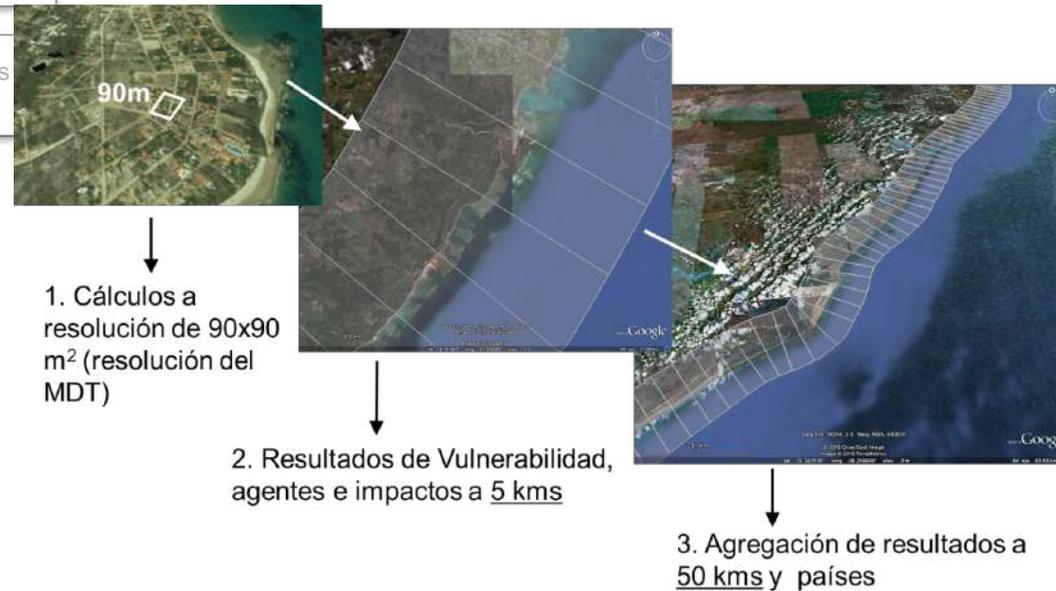
TRAMO J	Playa				Ciudad	Puerto		Desembocadura	
	Long playa (km)	Orientación Media (°)	Anchura Media (km)	Tipo playa (señalar la correcta)	Longitud de frente marítimo	Lx puerto (km)	Ly puerto (km)	Long diques puerto (km)	Anchura (km)
				Encajada x1    Encajada x2    Rectilínea    Puntual					

**FIGURA 2.82**  
**ESQUEMA DE LA MODIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE UNA PLAYA CONFINADA O ENCAJADA ANTE UN CAMBIO EN LA DIRECCIÓN DOMINANTE DEL OLEAJE (IZQUIERDA) Y EJEMPLO DE PLAYA ENCAJADA EN LA REGIÓN (DERECHA)**



## 2. Análisis Geo-espacial de información

-  1. Recopilación de información geoespacial
-  2. Análisis geo-espacial de la información
-  3. Determinación de índices resultados

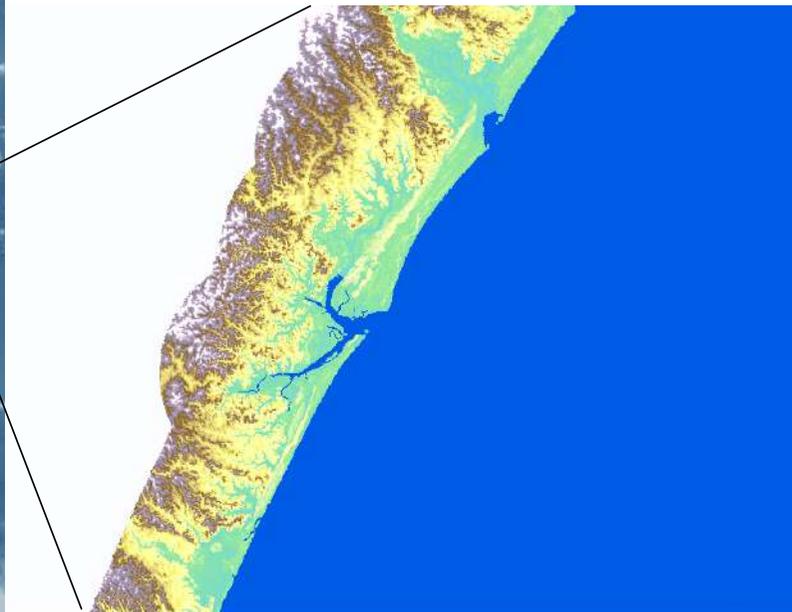


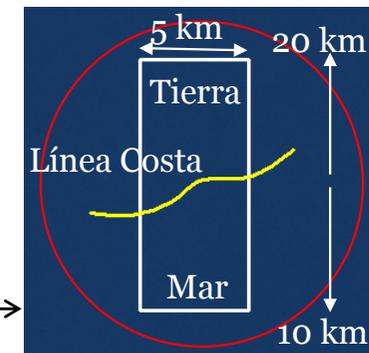
# METODOLOGÍA

*Vulnerabilidad*



Modelo Digital del Terreno



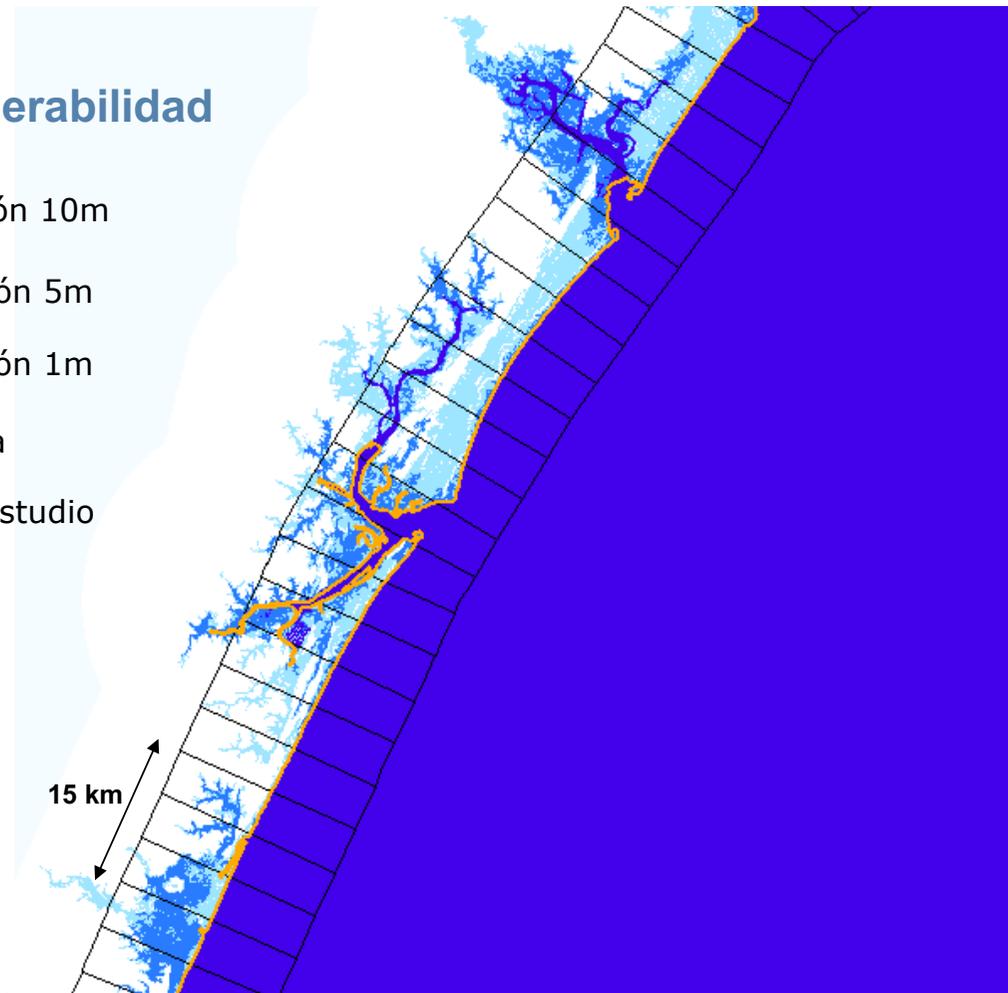


# EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD METODOLOGÍA

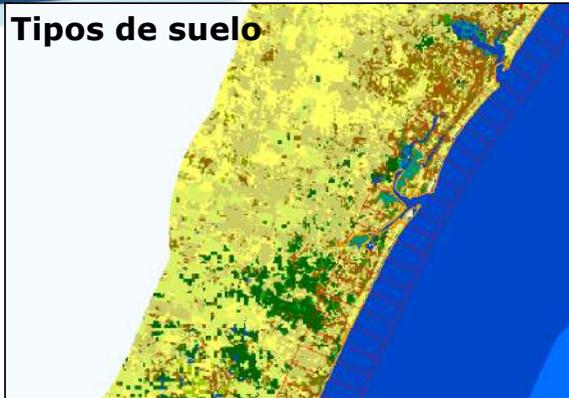


## Análisis de vulnerabilidad

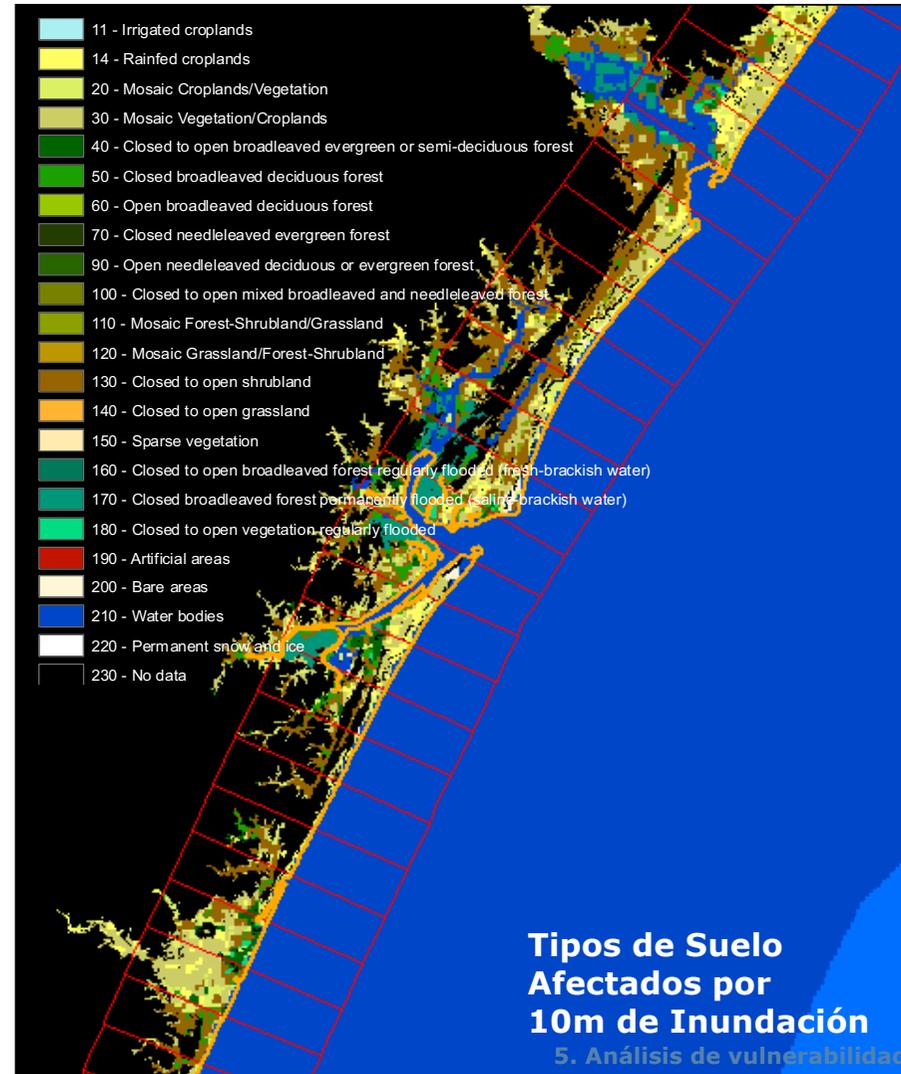
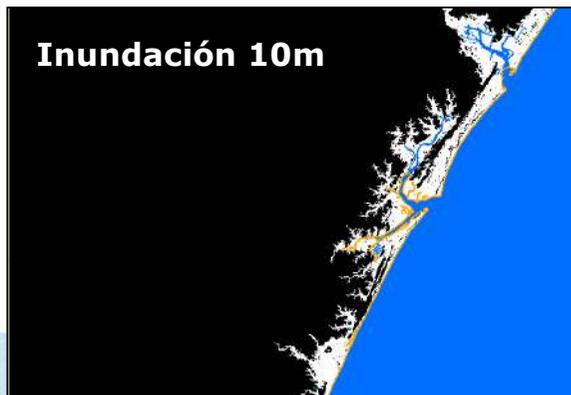
-  Cota Inundación 10m
-  Cota Inundación 5m
-  Cota Inundación 1m
-  Línea de Costa
-  Unidades de Estudio



**Tipos de suelo**



**Análisis de vulnerabilidad**



## Resultados e índices



**Vulnerabilidad**



Ecología

Socio-Económica

$$V_{nm} = f(V_{nm}^F, V_{nm}^{ECO}, V_{nm}^{SE}) = f(V_{nm}^{ECO}, V_{nm}^{SE}) = V_{nm}^{ECO} (D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE})$$

$D_{nm}^{ECO}$  es el valor de los ecosistemas ( $\$ m^{-2}año^{-1}$ )<sup>(1)</sup> que tiene la celda n,m;

$D_{nm}^{SE}$  es el valor de las actividades y usos ( $\$ m^{-2}año^{-1}$ ) que tiene la celda n,m

### Ecosistemas

- Sistema costero
- Sistema terrestre

### Sectores

- Infraestructuras costeras
- Industria
- Turismo / Recreativo
- Pesca/ Marisqueo/ Acuicultura
- Agricultura
- Urbano
- Servicios

# METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm} = V_{nm}^{ECO} (D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE})$$

Se propone un índice formado por indicadores de la magnitud del daño ambiental (grado de protección), de la sensibilidad y de la singularidad de los ecosistemas

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S) = (I_{nm}^P + I_{nm}^{SG}) I_{nm}^S$$

$(I_{nm}^P + I_{nm}^{SG}) I_{nm}^S$	Vulnerabilidad ecológica	$V_{nm}^{ECO}$
<b>&lt;4</b>	No vulnerable	1
$4 \leq (I_{nm}^P + I_{nm}^{SG}) I_{nm}^S < 8$	Vulnerable	2
<b><math>\geq 8</math></b>	Muy vulnerable	3

# METODOLOGÍA

*Vulnerabilidad*

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

El indicador **grado de protección** es una medida del valor ambiental de la unidad de estudio que cuantifica el daño ambiental. Su valoración se lleva a cabo considerando la existencia de alguna figura de protección de ámbito local, regional, nacional, y/o internacional (<http://www.wdpa.org/>; [http://www.unep-wcmc.org/protected\\_areas/protected\\_areas.htm](http://www.unep-wcmc.org/protected_areas/protected_areas.htm)) y asume que la protección de un determinado espacio es por sí misma un reconocimiento explícito del valor ambiental de los recursos que alberga.

Grado de protección	$I_{nm}^P$
No protegido	1
Protegido	2

# METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

El indicador de **singularidad** es una medida de la importancia relativa de los ecosistemas en relación con la superficie que ocupan en ALyC y en la unidad de estudio.

(%) del ecosistema en ALyC	Singularidad	Ecosistemas
≥10%	Poco singular	Matorral/pastizal, Bosque mixto
2-10 %	Moderadamente singular	Desierto, Bosque caducifolio, Arrecife de coral
≤2%	Muy singular	Zonas cubiertas de hielo, Playas/sistemas dunares, Bosque perenne, estuario, marisma, manglar

Singularidad de los ecosistemas inundados (% del área total inundada)	Singularidad	$I_{nm}^{SG}$
>10% Muy singular en ALyC	Muy singular	3
>20% Moderadamente singular en ALyC	Moderadamente singular	2
Resto de situaciones	Poco singular	1
No hay inundación	No singular	0

# METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

El indicador de **sensibilidad**, o tolerancia de un ecosistema, es una medida de los cambios en la biodiversidad estructural y principales características funcionales del ecosistema como respuesta al cambio de los agentes que pueden alterarlo (De Lange *et al.*, 2009).

En una escala de trabajo local (microescala), este indicador tendría en cuenta los rangos de tolerancia del ecosistema (umbrales de tolerancia).

En la macroescala (C3A) una aproximación de detalle de estas características resulta inabordable.

Por ejemplo, en C3A la sensibilidad de cada ecosistema se determina con base en su sensibilidad a los impactos considerados. La cuantificación de este indicador considera dos únicos criterios: *no sensible* y *sensible*.

# METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

	Impacto			
	Inundación (Aumento relativo del nivel del mar)	Erosión	$\Delta T_{agua}$	
<b>ECOSISTEMAS</b>	Estuarios	2	2	2
	Marismas de agua salada	2	2	2
	Manglares	2	2	2
	Deltas	2	2	2
	Costa rocosa	1	2	1
	Costa sedimentaria	1	2	1
	Arrecifes de coral	1 (*)	2	2
	Bosque	2	1	1
	Pastizal	2	1	1
	Matorral	2	1	1
	Desierto	2	1	1
	Zonas permanentemente cubiertas de hielo	2	1	2

$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S)$$

Para elaborar la tabla anterior, es necesario establecer la sensibilidad de los ecosistemas a la(s) variable(s) climática(s) relacionadas con el cambio climático.

En el caso de C3A, esto se ha realizado a partir de la revisión de la literatura científica y de los trabajos desarrollados por la UNEP (Programa ambiental de las Naciones Unidas) en el marco del World Conservation Monitoring Centre (Climate Change and Biodiversity: Ecosystems). El resultado de este trabajo de revisión es el listado de ecosistemas y variable(s) climática(s) sintetizado en el Documento “Vulnerabilidad”

Ecosistemas	Variable(s) climática(s)	Implicaciones para la biodiversidad
<b>Estuarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento relativo del nivel del mar (Magrin <i>et al.</i>, 2007)</li> <li>▪ Incremento altura ola (Jones <i>et al.</i>, 2001; Little, 2000)</li> <li>▪ Temperatura del agua (Jones <i>et al.</i>, 2001)</li> </ul>	<p>La dinámica de los estuarios está muy determinada por la amplitud de la marea, especialmente en estuarios de poca profundidad. Esta influencia se reduce en estuarios con una limitada conexión con el exterior.</p> <p>Aunque frente a la subida del nivel del mar los estuarios tienen la capacidad de migrar tierra adentro, cuando están respaldados por tierras agrícolas o urbanas, que impiden su migración natural, pueden perderse hábitats de estuario.</p> <p>Muchas especies son tolerantes a los cambios de temperatura del agua (adaptaciones fisiológicas). Sin embargo, cambios severos de la temperatura en áreas intermareales producirían una reducción estacional de la riqueza y abundancia de las especies bentónicas.</p>

# METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$$V_{nm} = V_{nm}^{ECO} \left( D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE} \right)$$

El objetivo de este indicador es proporcionar una valoración, en clave económica, tanto de los activos naturales como de las actividades humanas, que se van a ver afectados por las alteraciones en la costa derivadas del cambio climático.

$D^{ECO}$  representa el valor de los ecosistemas ( $\$ m^{-2}año^{-1}$ ) que existen en la celda  $(n,m)$  (Costanza et al, 1997; Proyecto VANE-MMAMRM; ...)

$D^{SE}$  es el valor de las actividades y usos ( $\$ m^{-2}año^{-1}$ ) de esa celda (PIB, densidad de población, ...)

# METODOLOGÍA

Vulnerabilidad

$D_{nm}^{ECO}$

	$D^{ECO}$ (\$ ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> ) (1)
Playas / Dunas	
Acantilados	
Deltas	
Estuarios	
Humedales / Manglares	
Coral	
Desierto	
Bosque tropical	
Reserva marina	

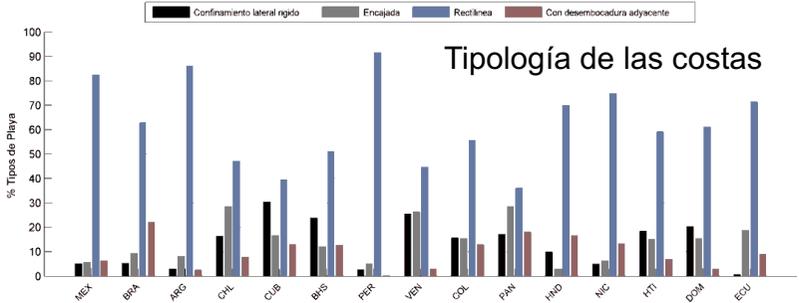
$D_{nm}^{SE}$

	$D^{SE}$ (\$ ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )	
U S O / A C T I V I D A D (j=1, ...N <sub>SE</sub> )	Infraestructura costeras	
	Industria	
	Turismo	
	Recreativo	
	Pesca/ Marisqueo/ Acuicultura	
	Agricultura	
	Urbano	
	Servicios (tte., saneamiento, ...)	

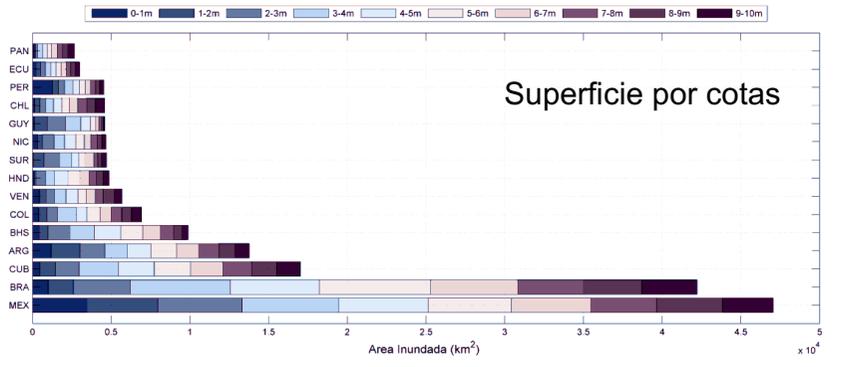
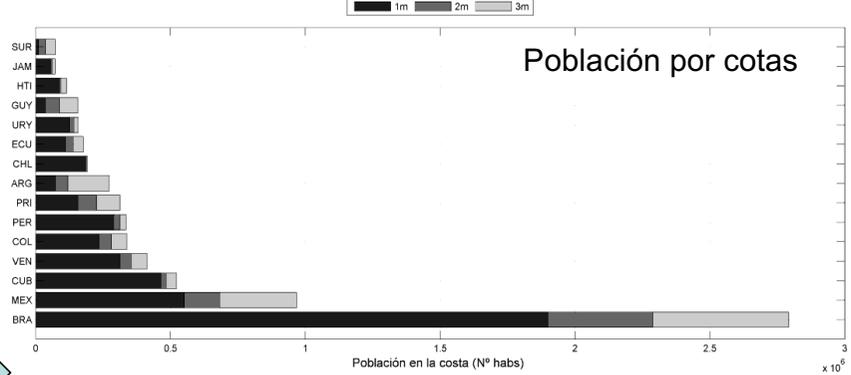
$D_{SEj}$  = calculado en función de la aportación de esa actividad  $j$  al PIB de cada país (pasandolo a unidades totales)

*p.e. para  $j$ =urbano  $D_{SEj} = f(\text{densidad de población})$*

# EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD



Análisis por países y en unidades de 50 km



**CUADRO 2.24**

**RESUMEN DE VARIABLES CONTEMPLADAS EN EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LA COSTA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE FRENTE A CAMBIO CLIMÁTICO, RESOLUCIÓN Y ESCALAS DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS**

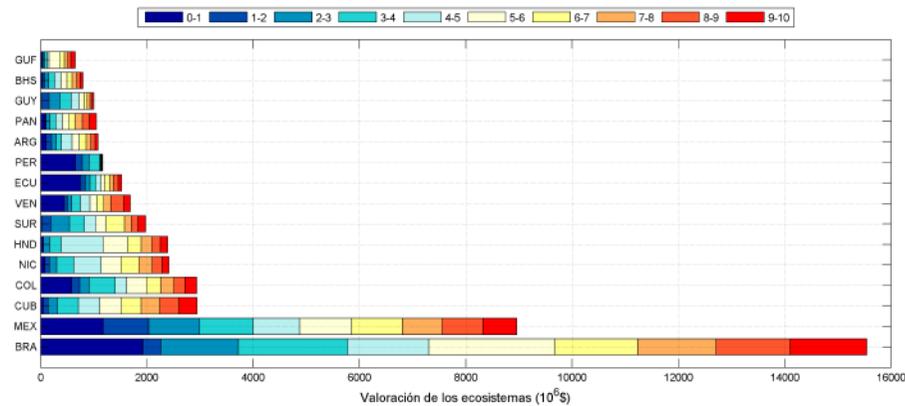
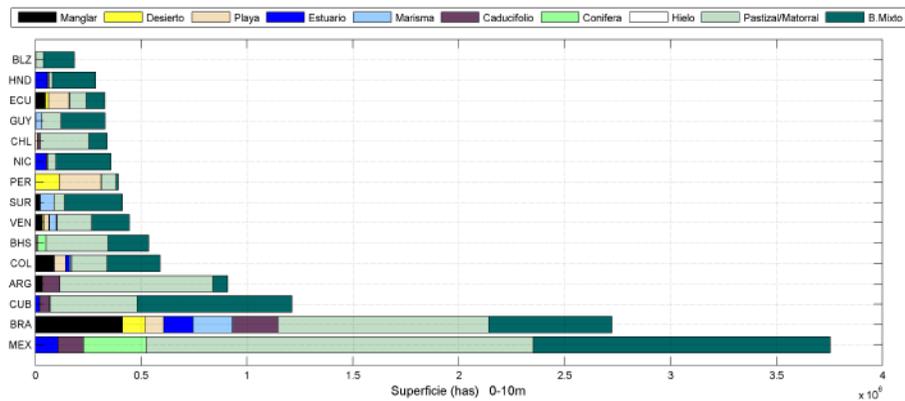
Variable analizada	Resolución	Escala de los resultados
Área de cada ecosistema	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Índice de vulnerabilidad ecológica ( $V_{ECO}$ )	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Valoración económica de los ecosistemas	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Población afectada	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Área afectada	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Longitud de playa	5 km	País y unidad de estudio
Longitud de ciudad en la costa	5 km	País y unidad de estudio
Longitud coincidente de playa y ciudad	5 km	País y unidad de estudio
Longitud de desembocadura	5 km	País y unidad de estudio
Longitud de diques de abrigo	5 km	País y unidad de estudio
Longitud de tipos de playa	5 km	País y unidad de estudio
Número de tramos según tipos de playa	País	País
Número de puertos registrados	País	País
Área de cultivos	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio
Área de trama urbana	0-10 m / 5 km	País y unidad de estudio

**CUADRO 2.42**  
**RELACIÓN DE ÁREAS DE CULTIVOS DISPERSOS (*MOSAIC CROPLANDS*)**  
**EN LA COSTA (RECOGIDAS EN LOS POLÍGONOS DE ESTUDIO) RESPECTO**  
**AL TOTAL DE CADA PAÍS**

País	Código ISO País	Área de cultivos en la costa (m <sup>2</sup> )	Área de cultivos en el país (m <sup>2</sup> )	Cultivo en costa respecto al total del país (%)
ATG	28	11 024 100	67 545 900	16,3
ARG	32	1 264 190 000	116 072 000 000	1,1
BHS	44	539 071 000	643 918 000	83,7
BRB	52	777 600	71 482 500	1,1
BRA	76	4 085 200 000	900 588 000 000	0,5
BLZ	84	25 563 600	582 973 000	4,4
VGB	92	2 705 400	15 122 700	17,9
CYM	136	2 438 100	5 475 600	44,5
CHL	152	78 351 300	13 787 600 000	0,6
COL	170	506 112 000	73 669 500 000	0,7
CRI	188	247 342 000	7 022 260 000	3,5
CUB	192	988 087 000	10 630 900 000	9,3
DMA	212	0	2 122 200	0,0
DOM	214	347 992 000	7 672 300 000	4,5

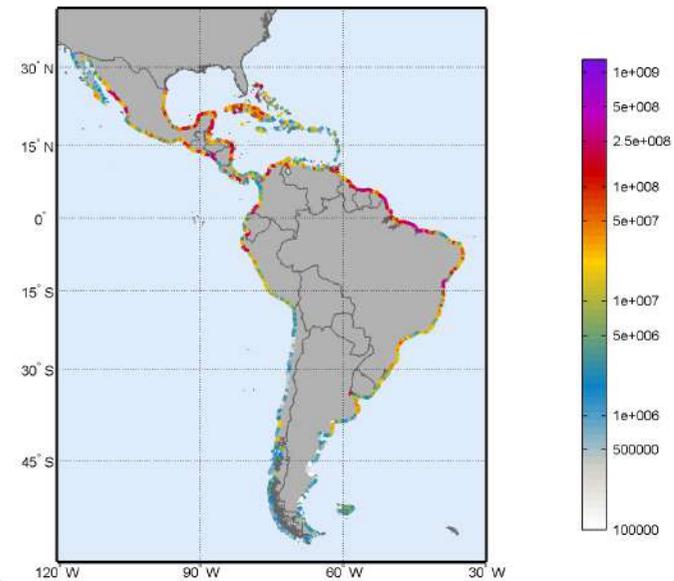
(continúa)

## Ej. Ecosistemas costeros



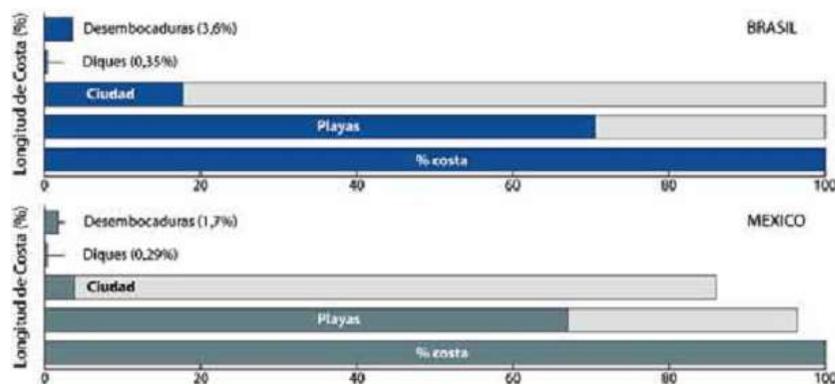
$$V_{nm}^{SE} = D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE} \quad (2.11)$$

Valoración económica de los ecosistemas hasta la cota 10 m



Criterio: Costanza et al. 1997

**FIGURA 2.24**  
LONGITUD DE COSTA DE BRASIL Y MÉXICO, DISTINGUIENDO LONGITUD DE PLAYAS, FRENTE MARÍTIMO (CIUDAD), DIQUES Y DESEMBOCADURAS  
(Porcentaje)



**CUADRO 2.45**  
CARACTERÍSTICAS DEL FRENTE COSTERO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. CLASIFICACIÓN POR PAÍS

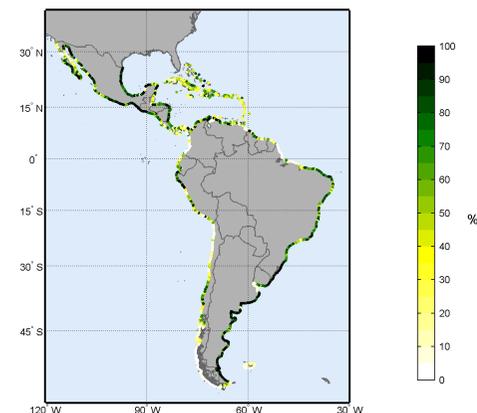
País	Longitud de playa (kms)	Longitud de Ciudad con frente marítimo (kms)	Longitud de Playa y Ciudad (kms)	Longitud de Diques (kms)	Nº de Polígonos	Longitud de Desembocaduras (kms)
MEX	7 378,30	422,64	322,16	31,79	2 201	191,78
BRA	5 758,81	1 449,66	1 387,57	28,85	1 631	293,24
ARG	3 439,81	197,66	149,92	3,4	1 247	15,84
CHL	2 078,11	250,09	158,39	7,45	2 341	15,31

**CUADRO 2.46**  
TIPOS DE PLAYAS. CLASIFICACIÓN POR PAÍS

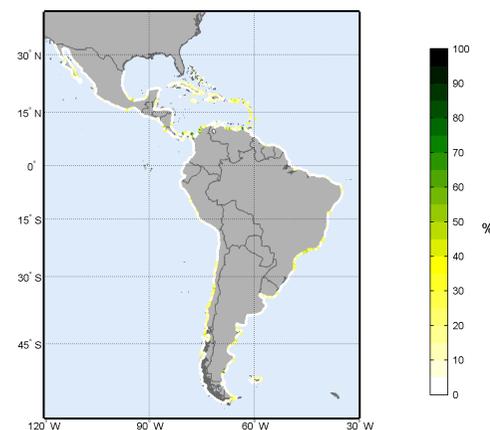
País	Longitud de playa (kms)	Longitud de playa por tipo (kms)				Nº de tramos con playa por tipos			
		x1	x2	Rectilínea	Puntal	x1	x2	Rectilínea	Puntal
MEX	7 378,3	381,3	416,2	6 101,5	479,3	104	142	1 370	125
BRA	5 758,8	308,1	552,6	3 617,3	1 280,9	76	172	784	304
ARG	3 439,8	102,9	279,6	2 967,3	90,0	39	126	857	32
CHL	2 078,1	340,8	595,4	979,4	162,6	131	356	288	64
CUB	2 048,9	623,1	340,0	814,5	271,3	224	156	265	103

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD Playas y Frente Costero

Porcentaje de playa sin efecto de desembocaduras (en unidades de 50 kms)



Porcentaje de playa encajadas (en unidades de 50 kms)



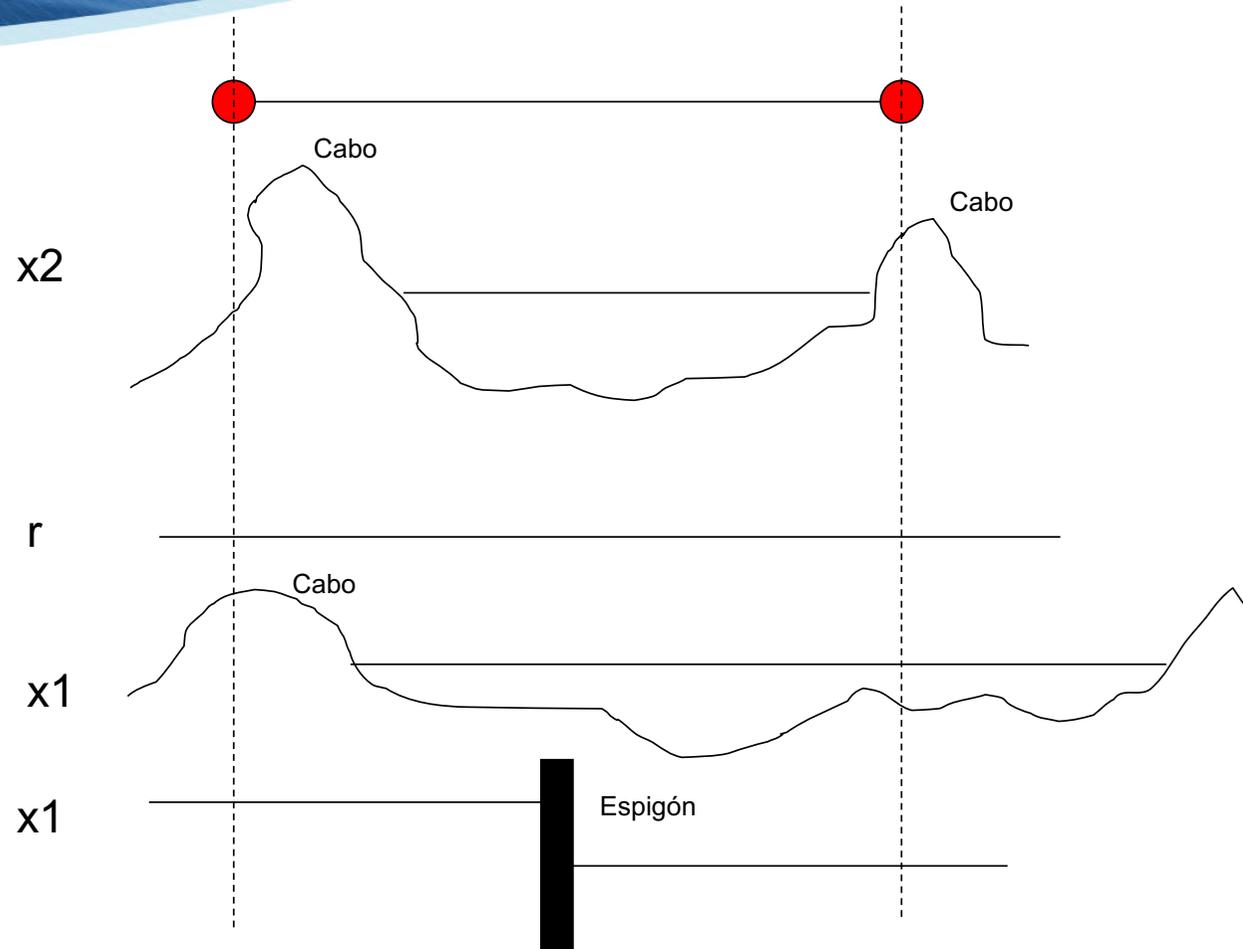
**Ejemplo de impacto: Funcionalidad en Playas.**

**Agentes: oleaje / dirección oleaje / subida nivel del mar**

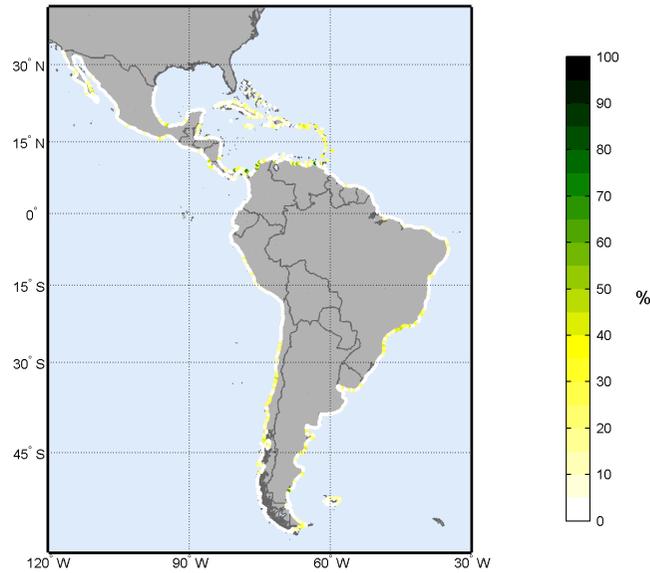
**Hs**  **$\theta$**  **NMM**

El retroceso en planta depende del tipo de playa: encajada, semiencajada, rectilínea

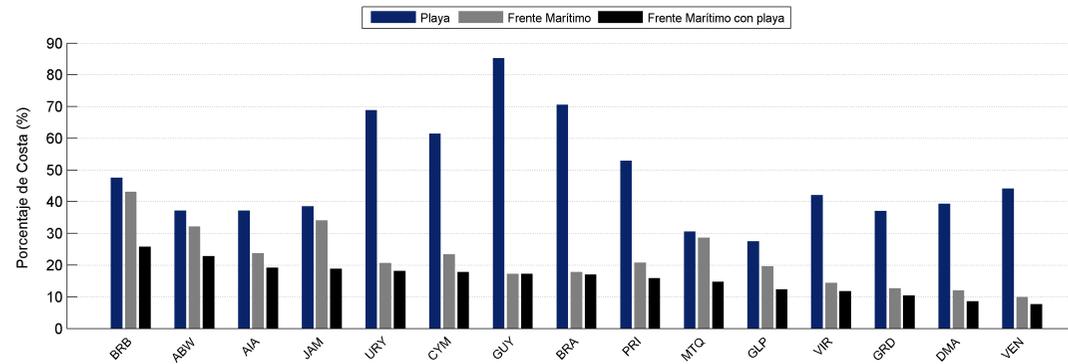
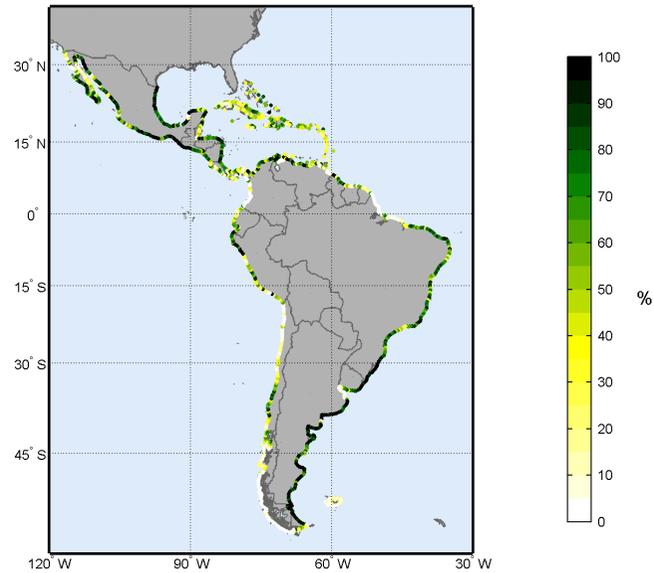




Porcentaje de playa encajadas (en unidades de 50 kms)



Porcentaje de playa sin efecto de desembocaduras (en unidades de 50 kms)

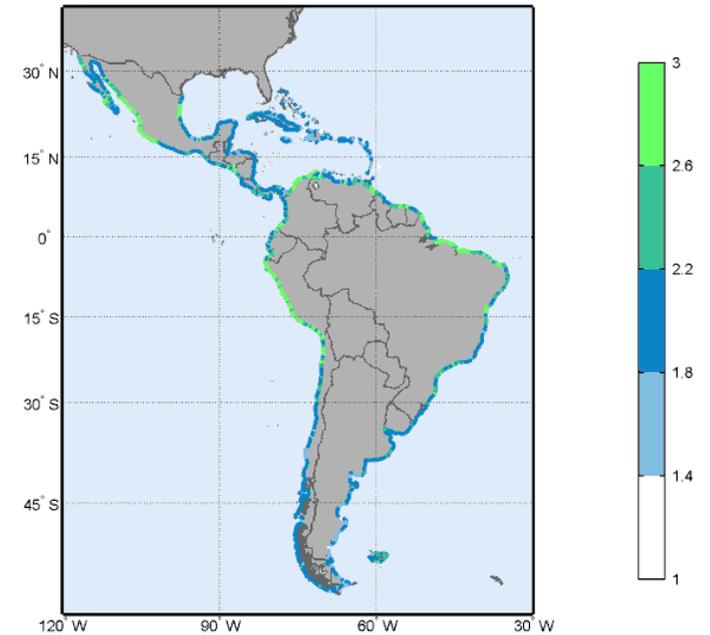


## Ecosistemas – Vulnerabilidad Ecológica

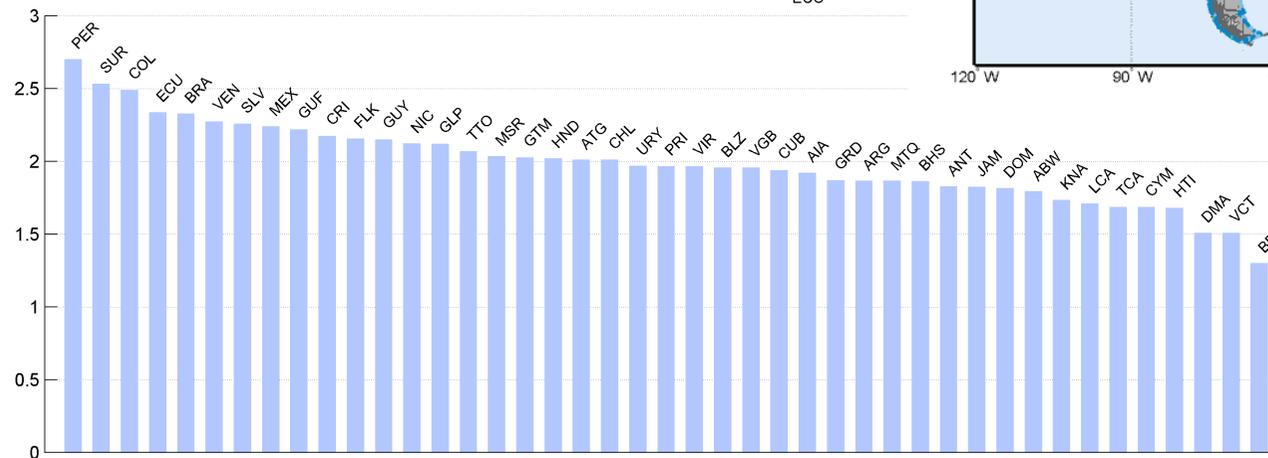
$$V_{nm}^{ECO} = f(I_{nm}^P, I_{nm}^{SG}, I_{nm}^S) \quad (2.8)$$

$$V_{nm}^{ECO} = (I_{nm}^P + I_{nm}^{SG})I_{nm}^S \quad (2.10)$$

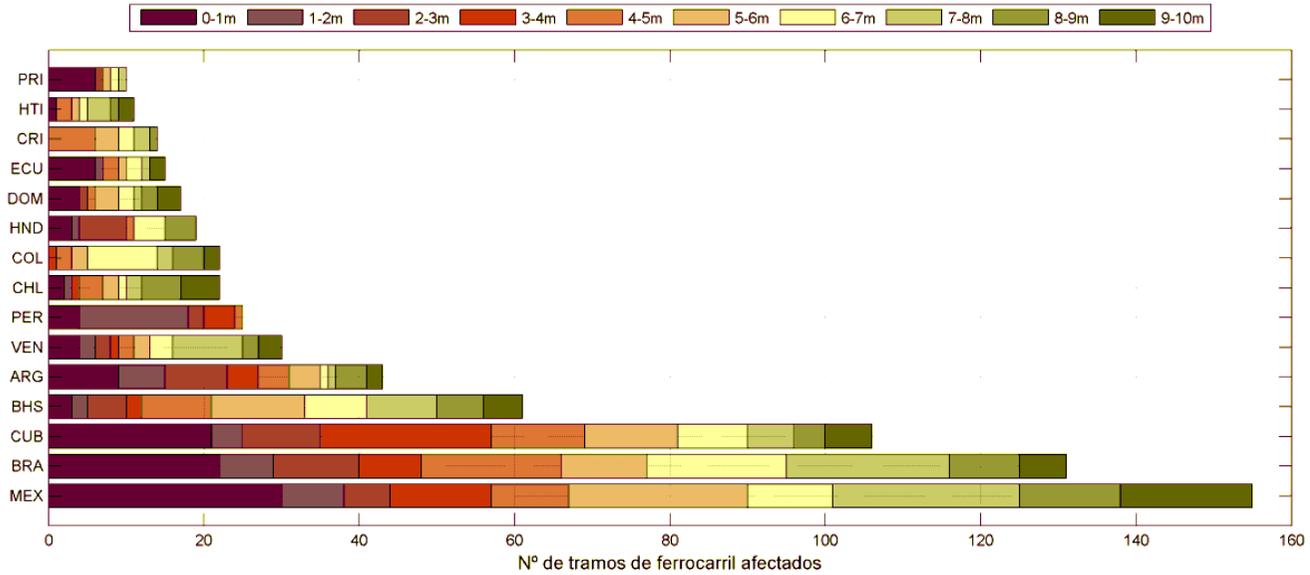
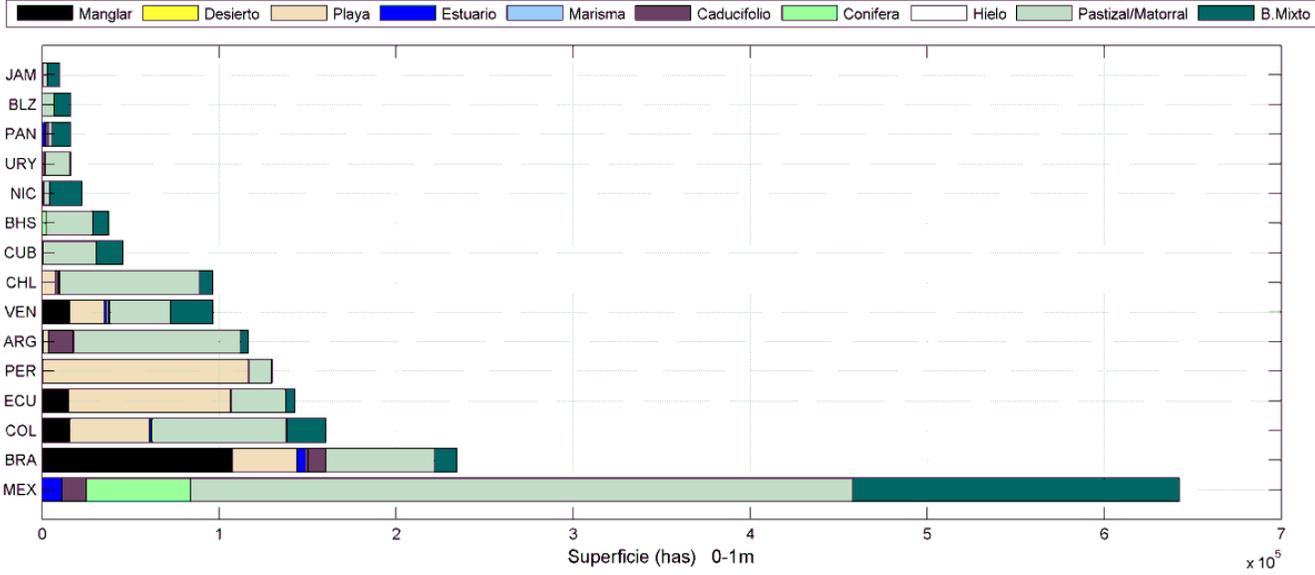
Indice de vulnerabilidad ecológica ( $V_{ECO}$ )



Indice de vulnerabilidad ecológica ( $V_{ECO}$ )



# EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD



## Variables analizadas



## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

### Dinámicas

- Nivel del mar
- Viento
- Temperatura del agua
- Temperatura del aire
- Oleaje
- Eventos extremos (nivel y oleaje)
- Sobrelevación del nivel
- ...
- Variabilidad climática

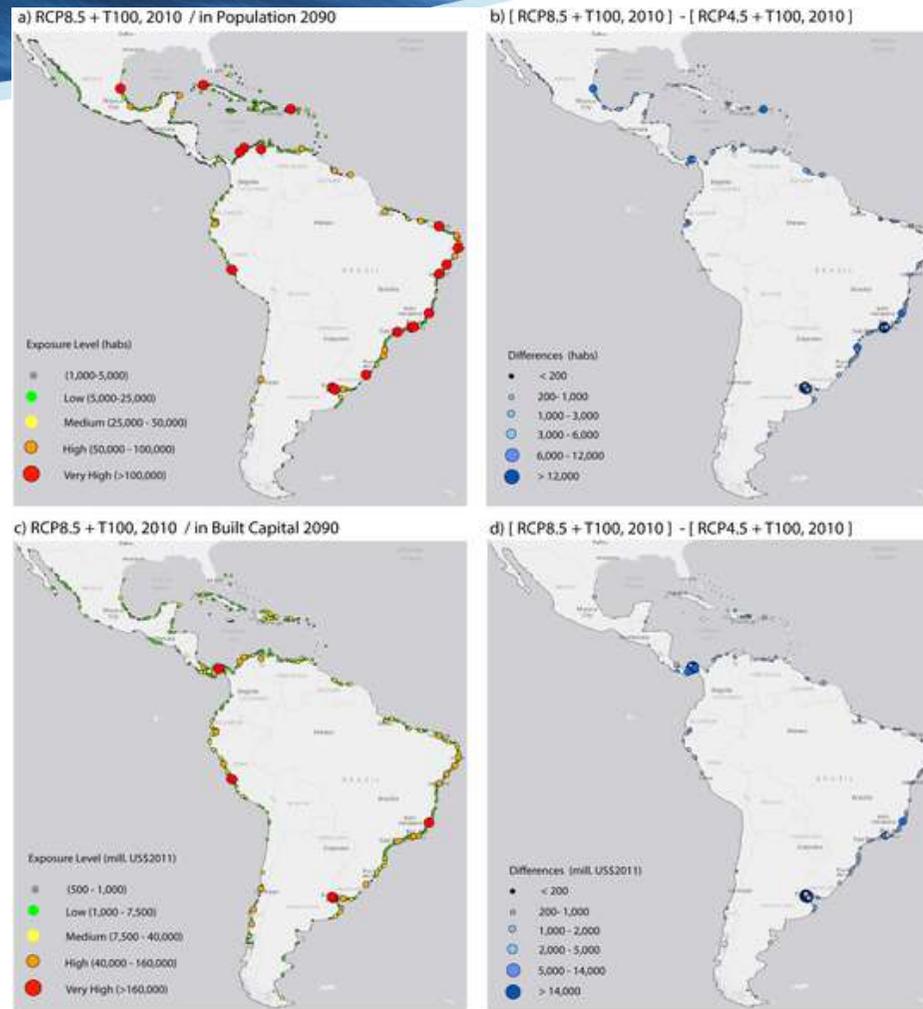
### Vulnerabilidad

- Superficie afectada
- Población
- Usos del suelo
- Ecosistemas
- Infraestructuras (carreteras, fcc)
- Puertos
- Cultivos
- ...
- Tipos de playas
- Ciudades con frente marítimos
- Obras marítimas
- ...



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
© 2010 Europa Technologies  
US Dept of State Geographer  
© 2010 Google

© 2009 Google



**Exposición de la población y de bienes (built capital) para futuros escenarios de rSLR y valores extremos 100-años.**



Reguero BG, Losada IJ, Díaz-Simal P, Méndez FJ, Beck MW (2015) Effects of Climate Change on Exposure to Coastal Flooding in Latin America and the Caribbean. PLoS ONE 10(7): e0133409. doi:10.1371/journal.pone.0133409  
<http://127.0.0.1:8081/plosone/article?id=info:doi/10.1371/journal.pone.0133409>

### ¿Qué necesitamos para calcular las consecuencias económicas?

La mayor parte de las evaluaciones económicas se hacen, de forma indirecta, a través de la proyección de la población.

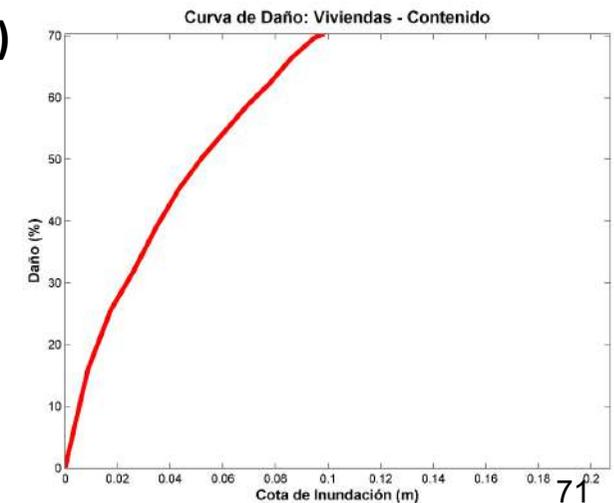
Se relaciona: población- PIB/per capita - VAB.

Es necesario contar con datos económicos desagregados espacialmente y de alta resolución.

La población es más fácil de proyectar (¿debate demográfico?)

Funciones de daño para pasar de exposición a daño

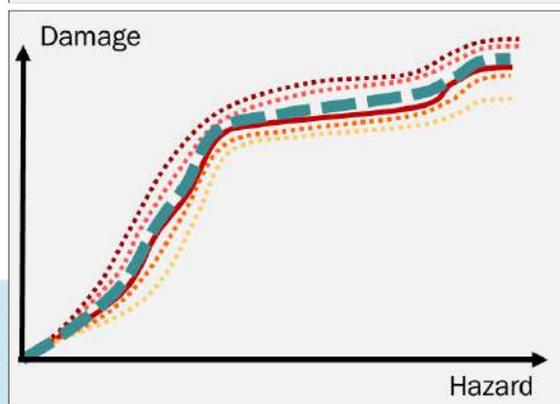
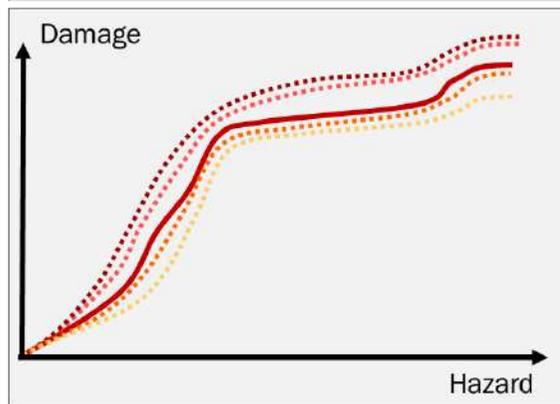
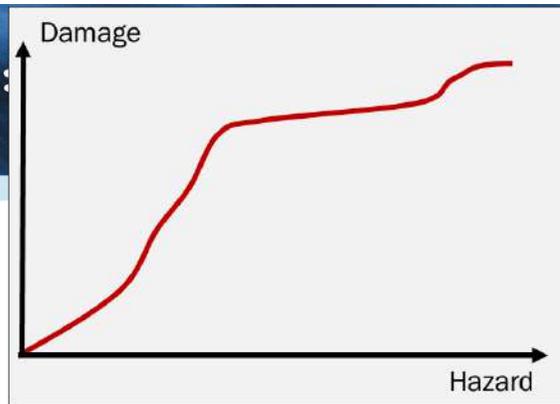
- Funciones de daño agregadas para evaluaciones globales
- Funciones de daño validadas y transparentes para análisis de alta resolución



# EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

## DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE DAÑO

### 3 PASOS



- Definición de las curvas de daño
  - Usando datos reales (caracterización física de los activos).
  - Usando curvas de daño estándar (Ej. HAZUS)
  - Adaptando curvas existentes con datos reales
- Predicción
  - Políticas en desarrollo
  - Inversiones previstas
  - Cambios estructurales/sociales previstos
- Calibración
  - Comparar las predicciones obtenidas con estudios similares existentes

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN
2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO
3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN
4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

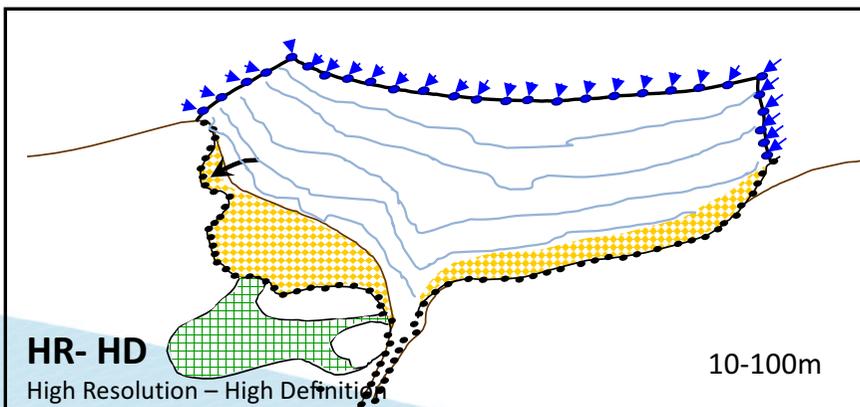
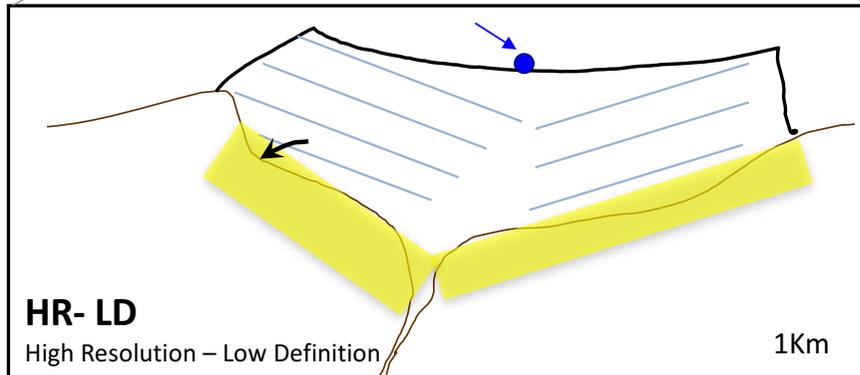
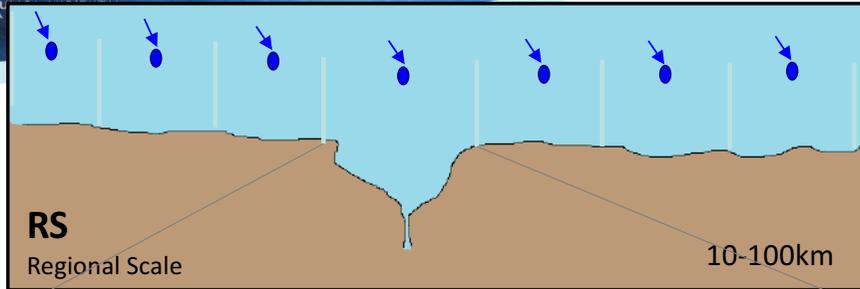
Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

¿Cómo evaluar exposición y vulnerabilidad a diferentes escalas?

EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD



**H**

•Índices univariados para cada amenaza a escala regional

Formulación analítica para downscaling de dinámicas  
• índices univariados para la amenaza

•Índices Multivariados para la amenaza  
•Modelos hidrodinámicos para olas y nivel  
Modelos morfodinamic.  
•Modelos de inundación

**E**

•Macro índices para cada amenaza y sector

•Macro índices para cada amenaza y sector

• MDT HR

**V**

•Macro índices para cada amenaza y sector

•Macro índices para cada amenaza y sector

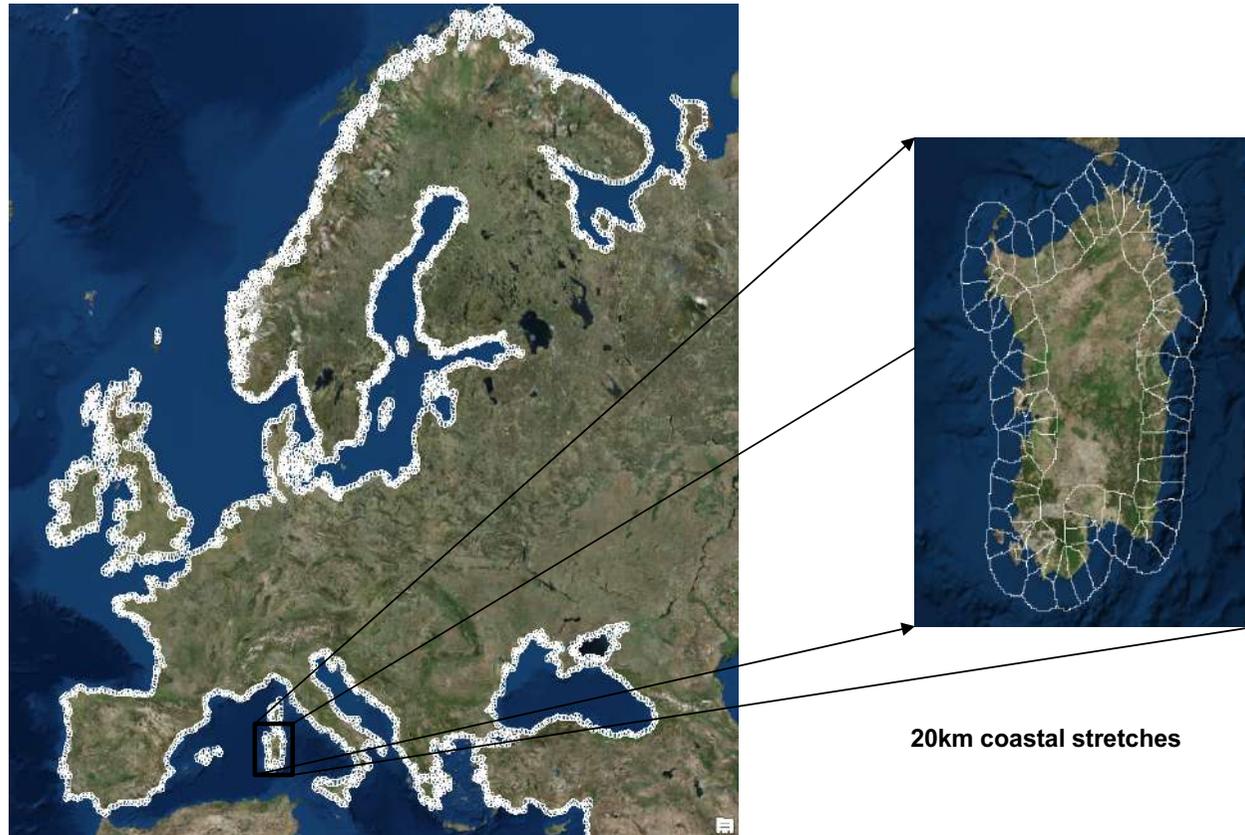
•Distribución espacial de la vulnerabilidad

Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística

Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística

•Evaluación numérica de daños  
•Simulaciones multimodelo/casos

## SEGMENTATION OF COASTAL STRETCHES

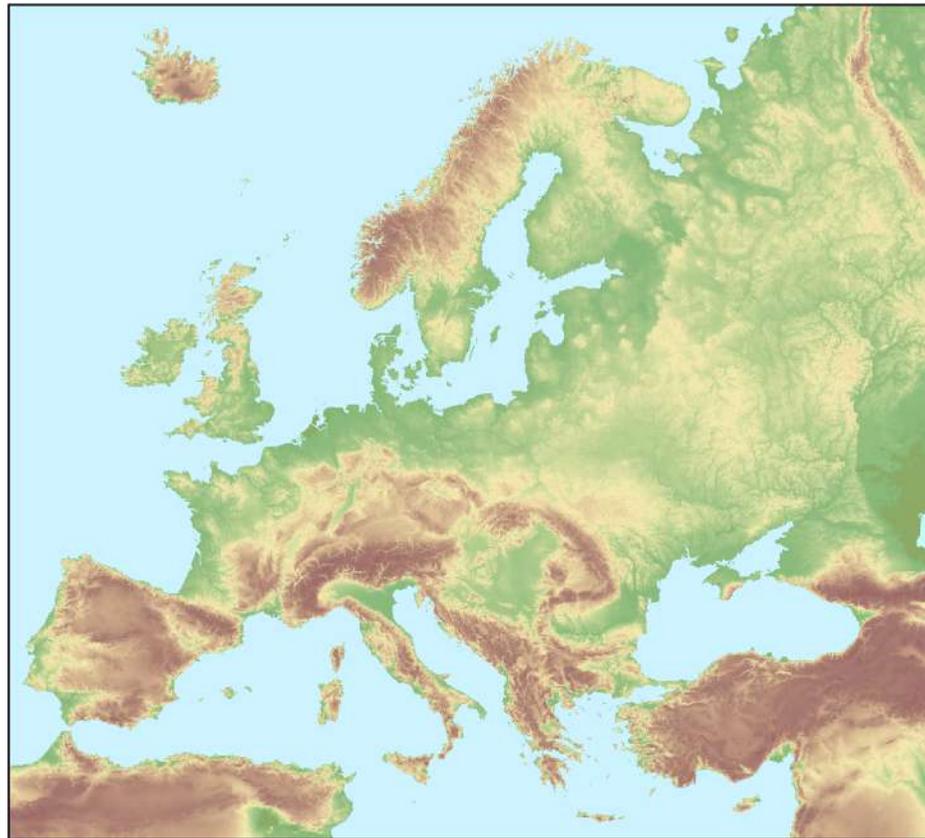


20km coastal stretches

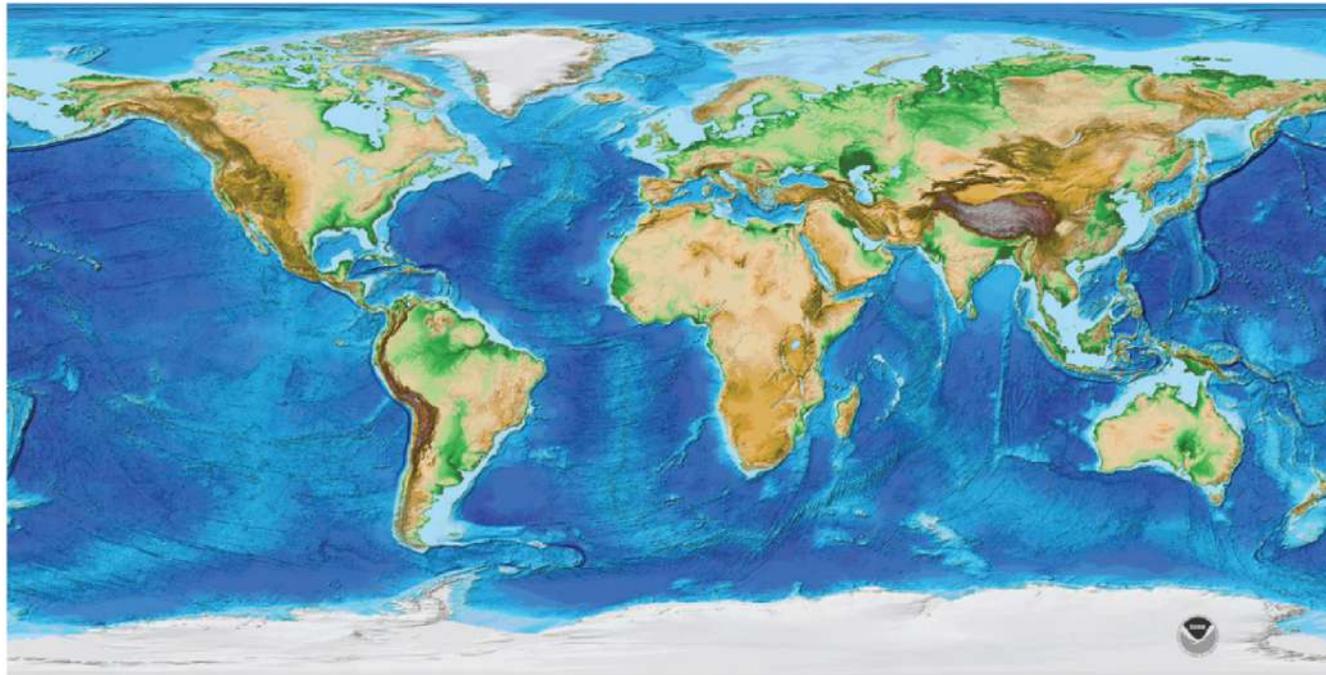
**GSHHS - Global Self-consistent Hierarchical High-resolution Shoreline;**  
(Wessel and Smith 1996)



**EU-DEM** - hybrid product based on SRTM and ASTER GDEM



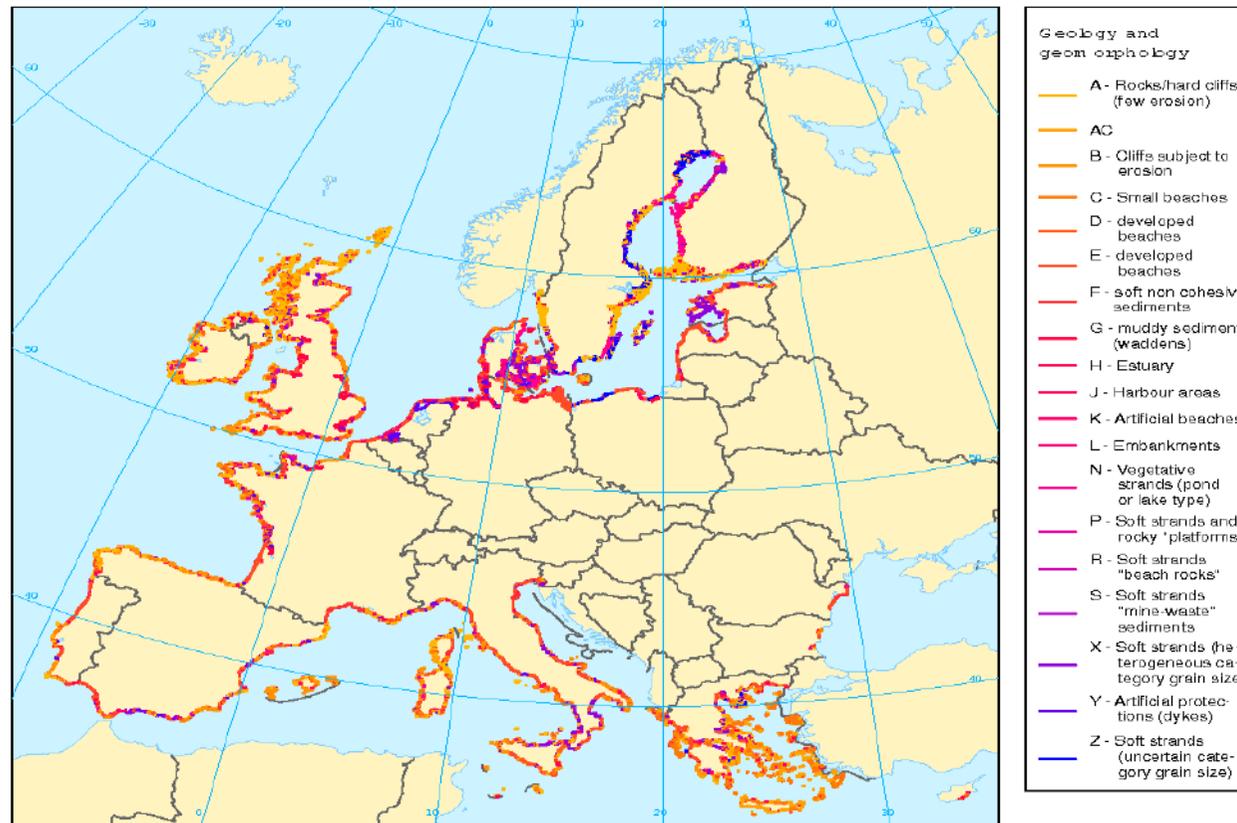
**ETOPO 1 – Ice Surface Global Relief Model**



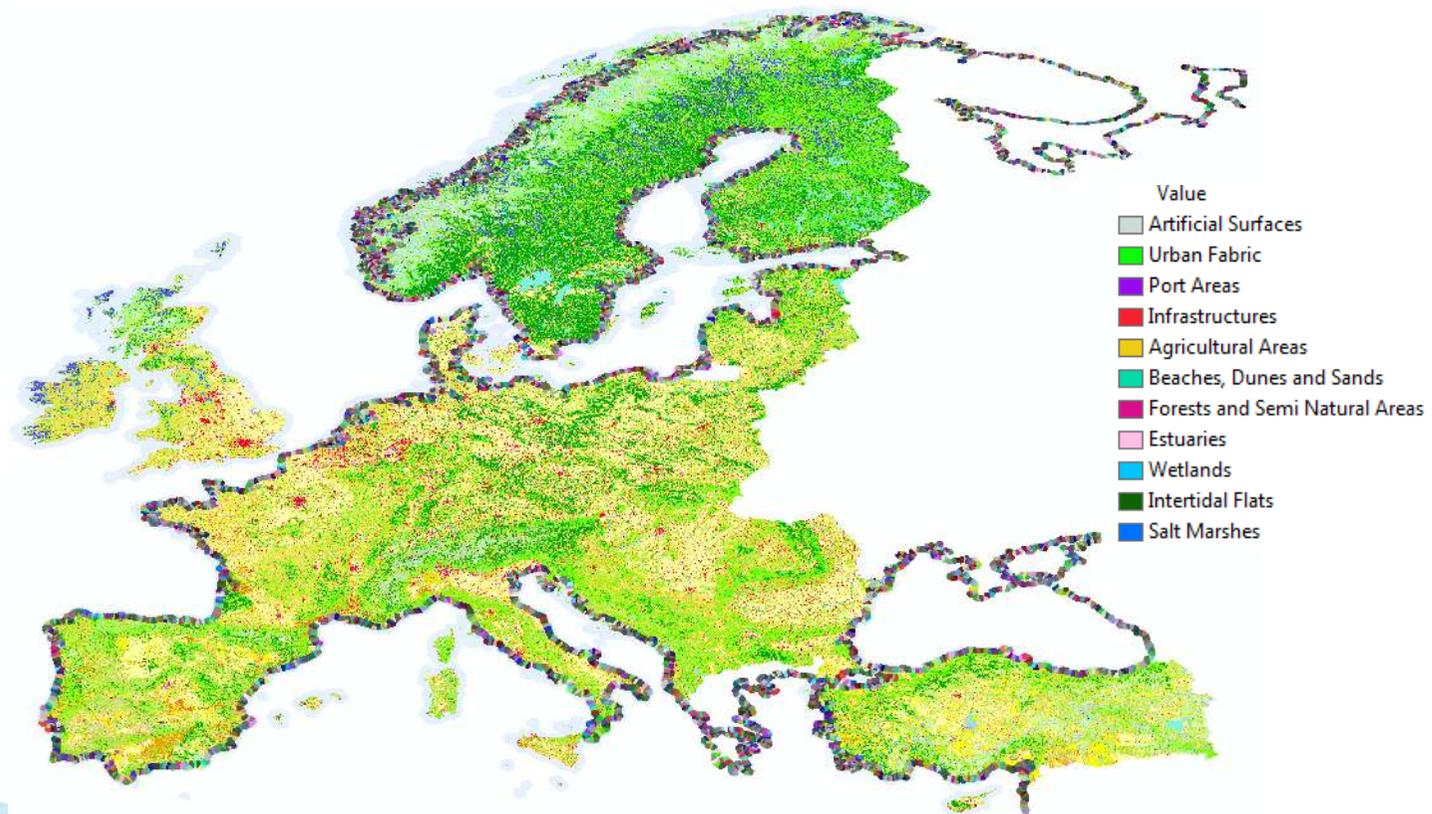
*Figure 1. Color, shaded-relief image of the ETOPO1 Ice Surface Global Relief Model.*



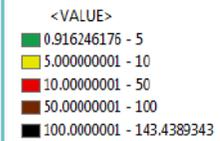
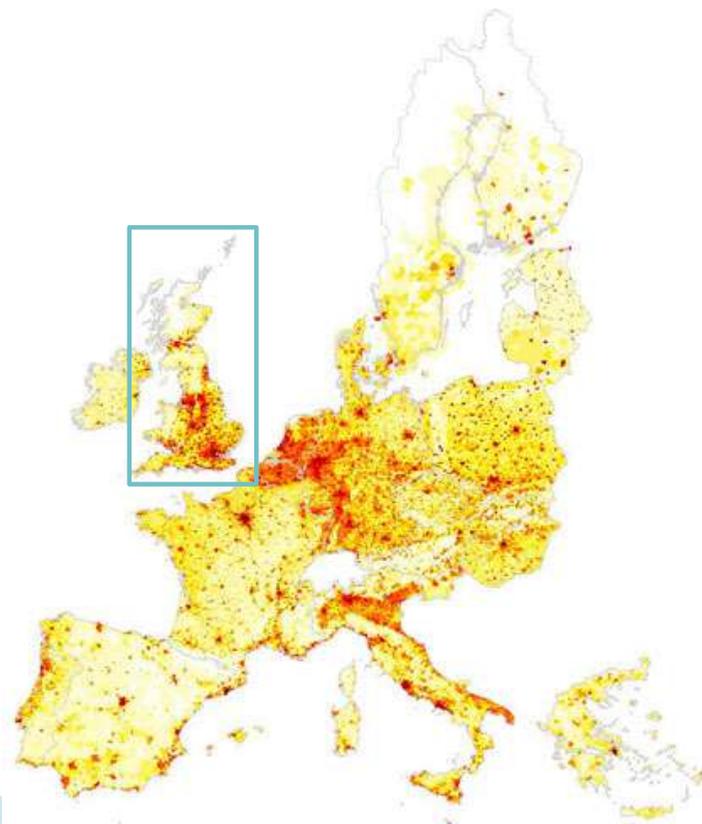
## EuroSION . Morpho - Sedimentological Code



Corine 2006. Land Cover Data

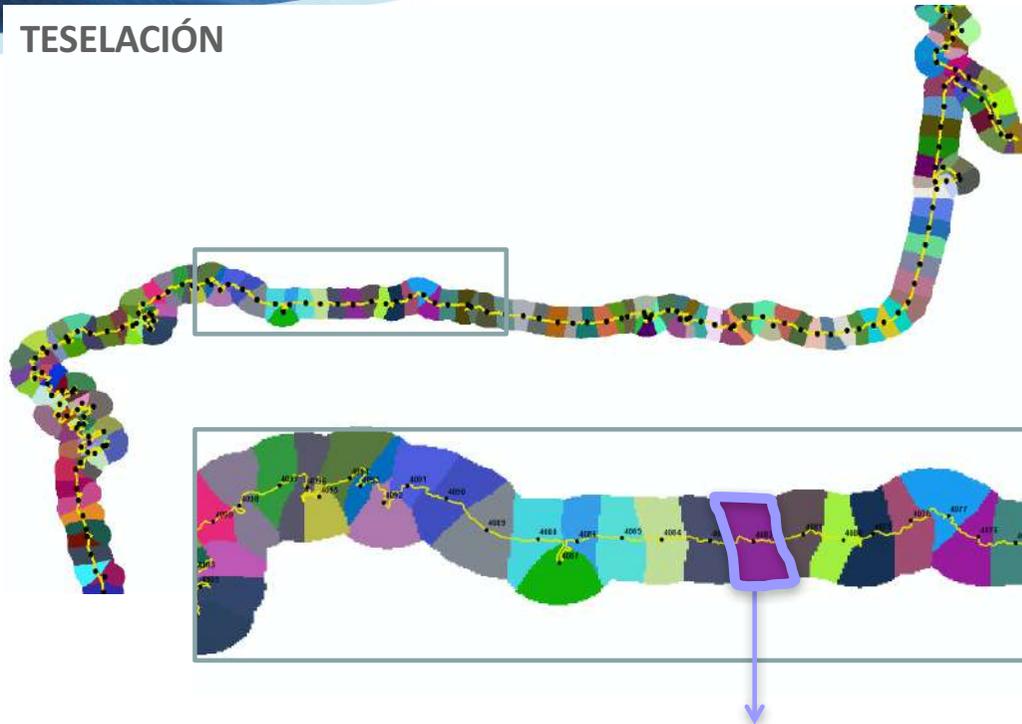


## European Population Map 2006 (v3)



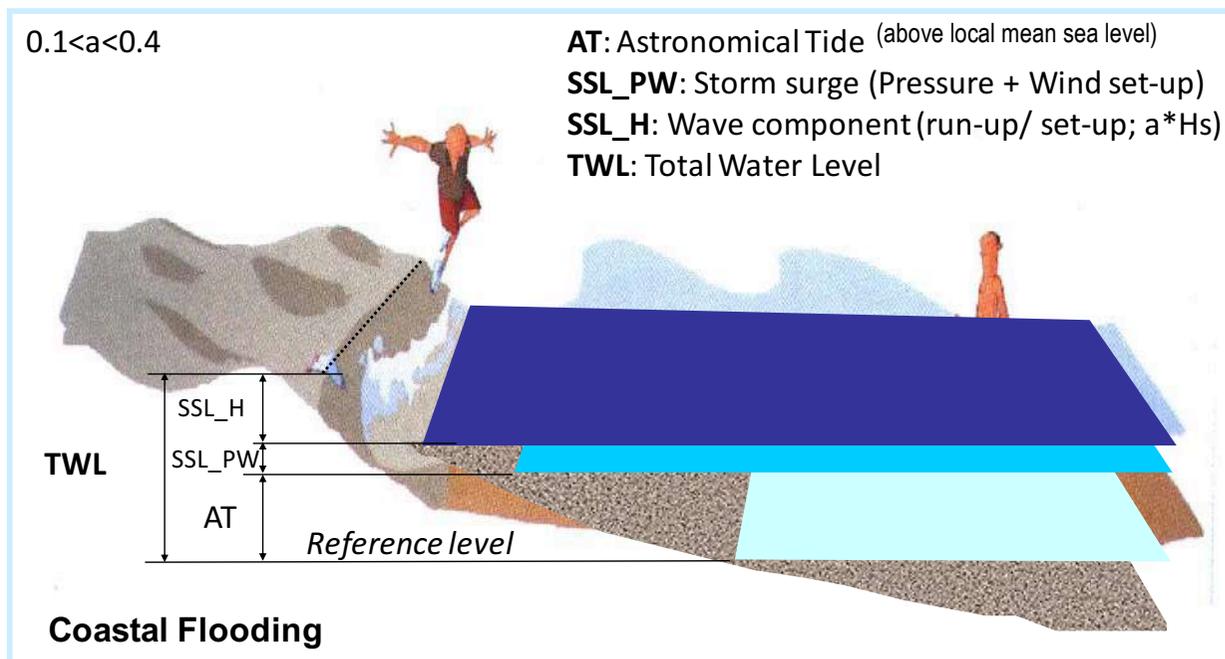
England - Population under 10 m height

TESELACIÓN



- Características de las dinámicas: GOW, GOS, GOT, TWL distribución de extremos ..
- Características del MDT: pendiente media, desviación estándar de la pendiente, área.
- Características de la batimetría: dirección media, pendiente media,....
- Población: densidad
- Usos del suelo (%)
- Tramos con erosión costera (%)

INUNDACIÓN → PELIGROSIDAD



→ Proxy of Nivel del Mar Total

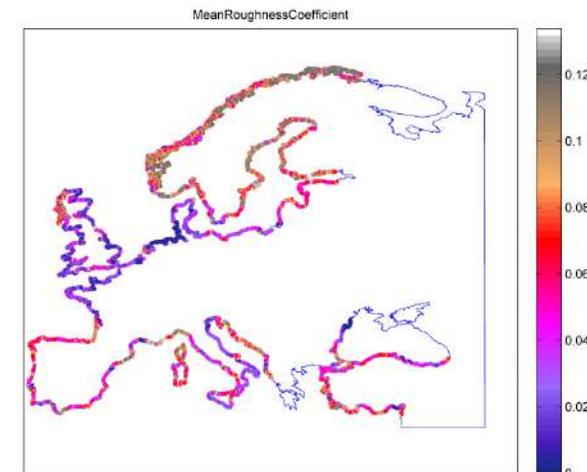
Construcción de series temporales

$$TWL = AT + SLS\_PW + SSL\_H = AT + SS + 0.2 \cdot H_s$$

## INUNDACIÓN (Histórica + proyectada)

- ✓ Distribución de extremos TWL
  - $\mu$ ,  $\sigma$ ,  $\xi$
- ✓ Qué componentes afectan más a la inundación?
  - $\alpha_{Gos}$ ,  $\alpha_{Got}$ ,  $\alpha_{SetUp}$
- ✓ Elementos topográficos relevantes
  - ✓ Pendiente media
- ✓ Rugosidad media (Manning n)

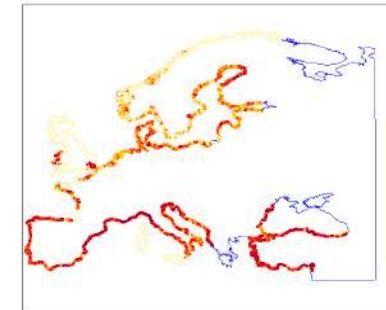
Coeficiente medio de Manning



## INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

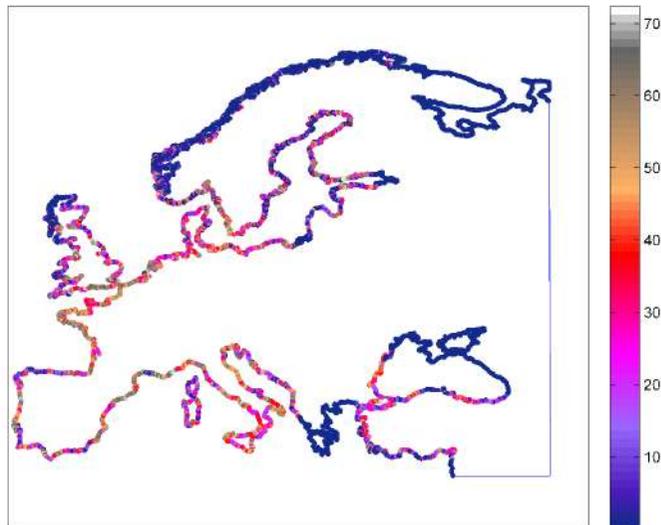
- ✓ Población
- ✓ Usos del suelo

Population below 10 m above MSL



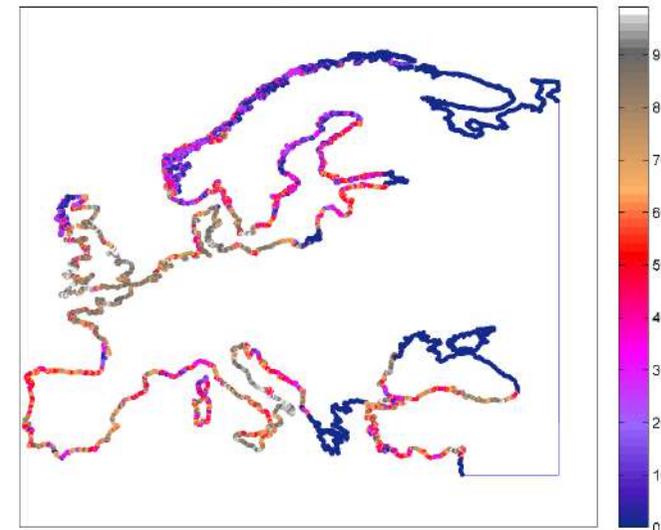
Urban areas (% in each tessella)

CorineUrbanAreas

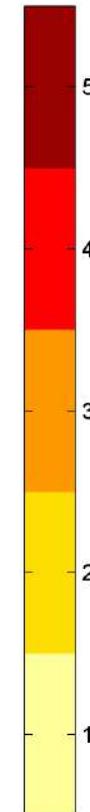
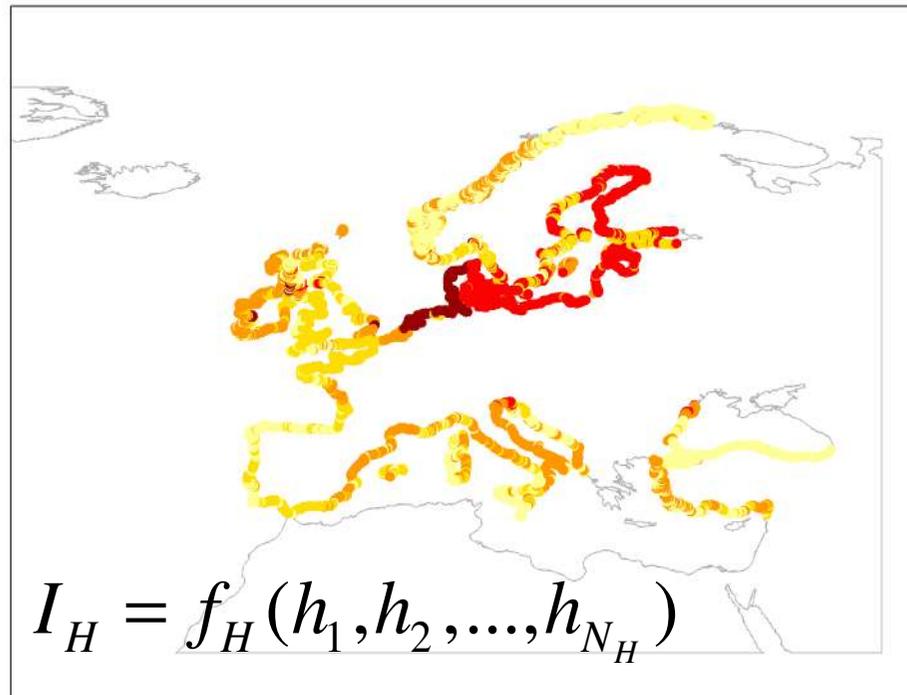


Agricultural areas (% in each tessella)

CorineAgriculturalAreas



Flooding Index Centroids



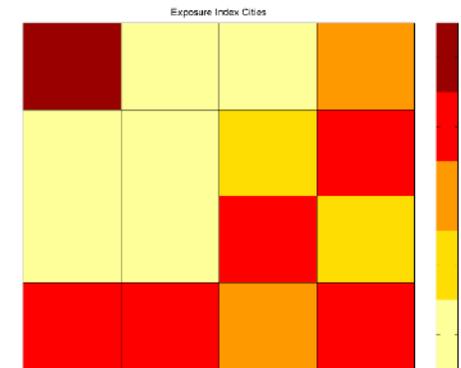
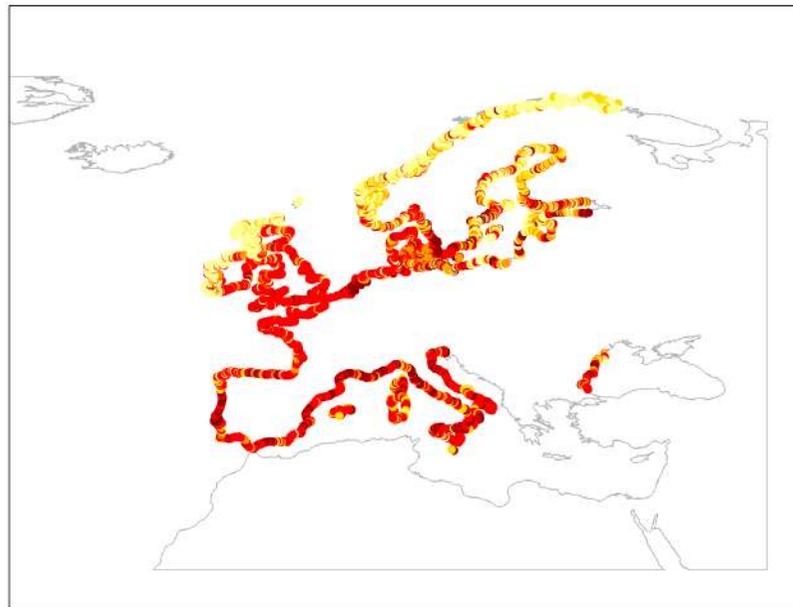
$$I_H = f_H(h_1, h_2, \dots, h_{N_H})$$

ÍNDICE DE AMENAZA PARA INUNDACIÓN

$$\text{FloodingIndex} = \text{Coeff}_{\text{manning}} \times \frac{\text{TWL}_{100\text{YRP}} \times (\alpha_{\text{GOS}} + \alpha_{\text{SETUP}})}{\text{Slope}_{\text{mdt}}}$$

$$I_E = f_E(e_1, e_2, \dots, e_{N_E})$$

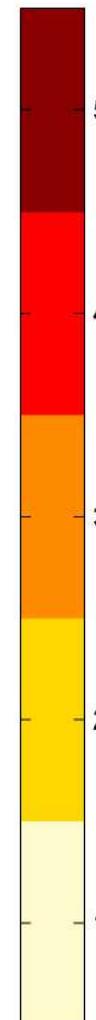
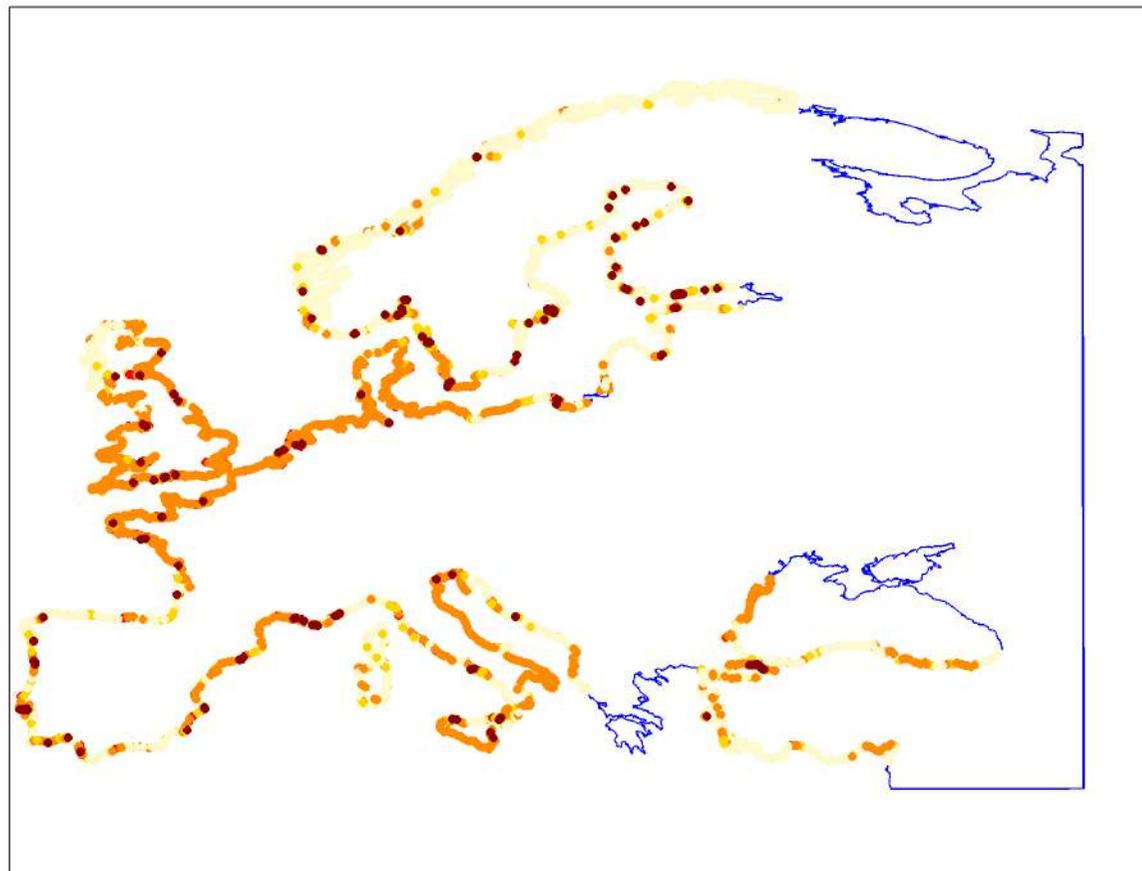
Cities Index Centroids



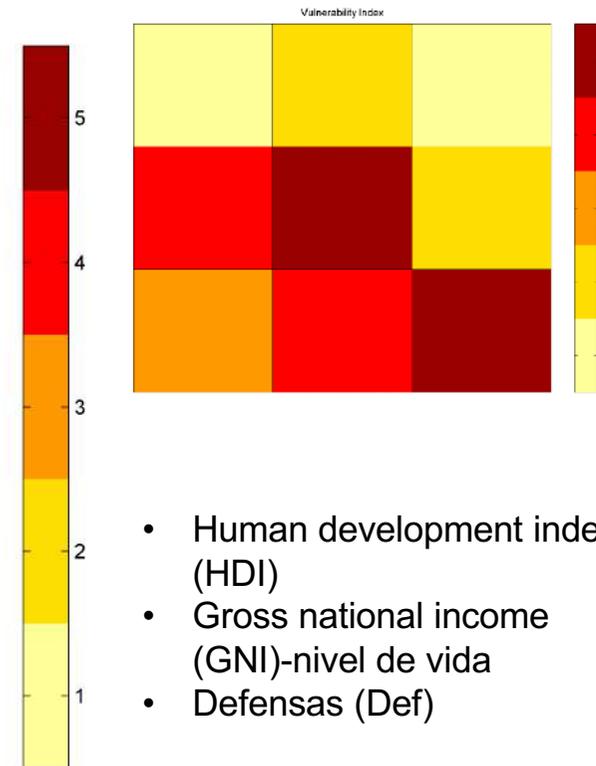
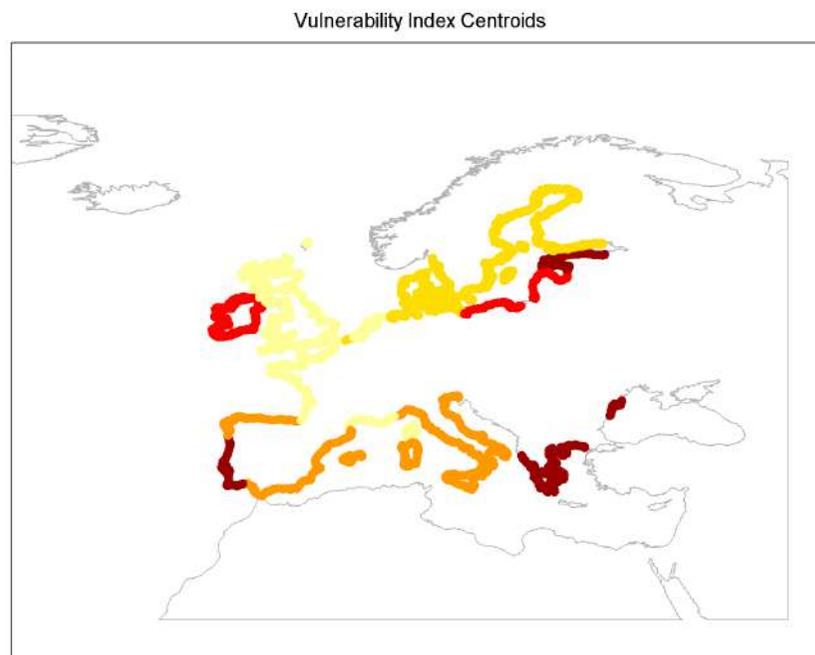
## ÍNDICE DE EXPOSICIÓN PARA CIUDADES

$$CitiesIndex = Population \times GDP \times (ArtificialSurfaces + UrbanAreas + Infrastructures)$$

## CLASIFICACIÓN SEGÚN INDICADORES SOCIOECONÓMICOS (CITY INDEX)



$$I_V = f_V(v_1, v_2, \dots, v_{N_V})$$



ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

## EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN
2. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO
3. BASES DE DATOS DE EXPOSICIÓN
4. DOWNSCALING Y OTROS RETOS
5. CURVAS DE VULNERABILIDAD
6. EJEMPLOS DE ANÁLISIS A DIFERENTES ESCALAS:

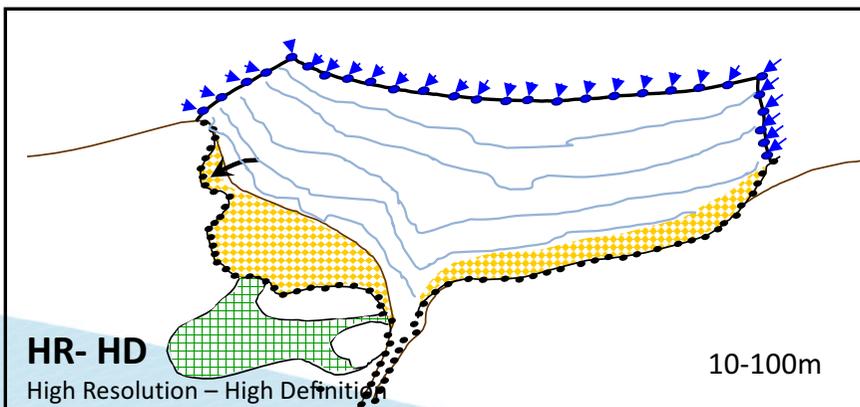
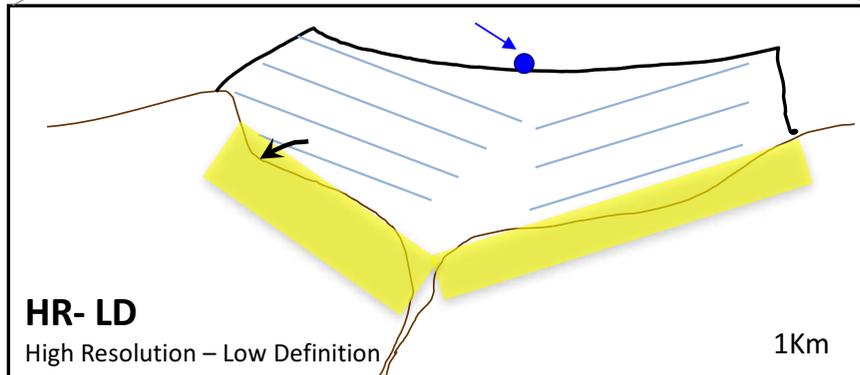
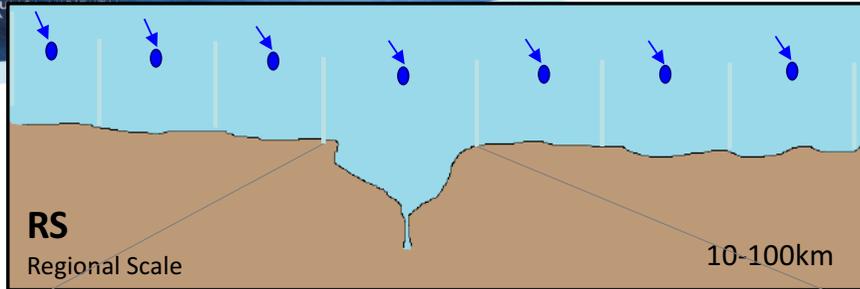
Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

¿Cómo evaluar exposición y vulnerabilidad a diferentes escalas?

EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD



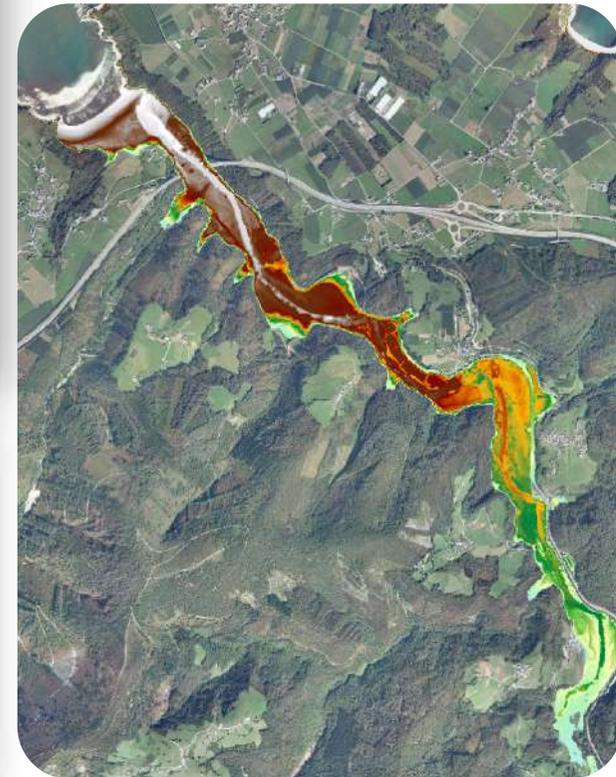
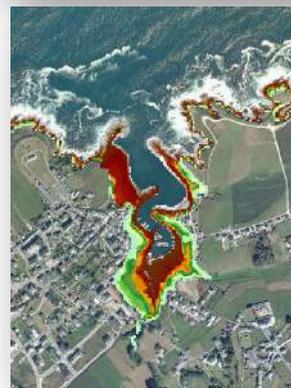
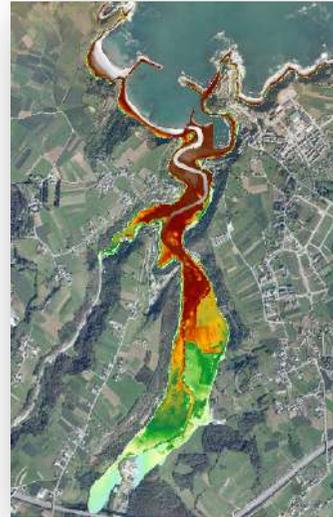
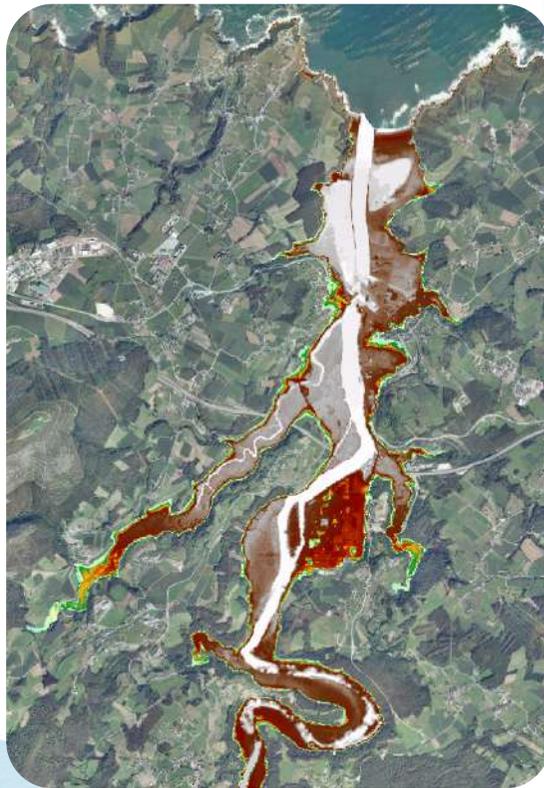
H	E	V	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índices univariados para cada amenaza a escala regional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macro índices para cada amenaza y sector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macro índices para cada amenaza y sector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulación analítica para downscaling de dinámicas</li> <li>• índices univariados para la amenaza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macro índices para cada amenaza y sector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macro índices para cada amenaza y sector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índices Multivariados para la amenaza</li> <li>• Modelos hidrodinámicos para olas y nivel</li> <li>Modelos morfodinámicos.</li> <li>• Modelos de inundación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MDT HR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución espacial de la vulnerabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación numérica de daños</li> <li>• Simulaciones multimodelo/casos</li> </ul>

# EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

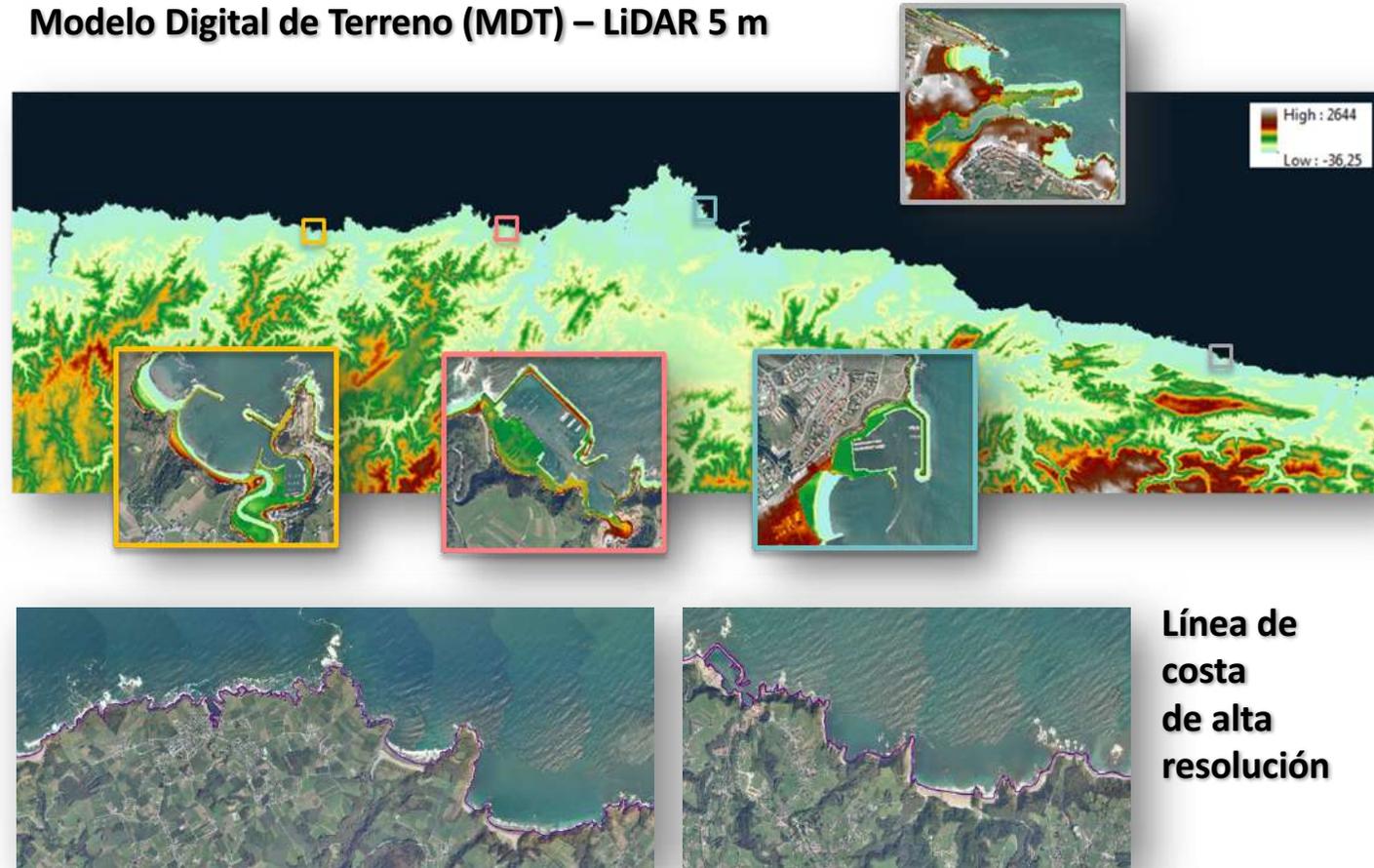




## Modelo Digital del Terreno – LiDAR 5 m

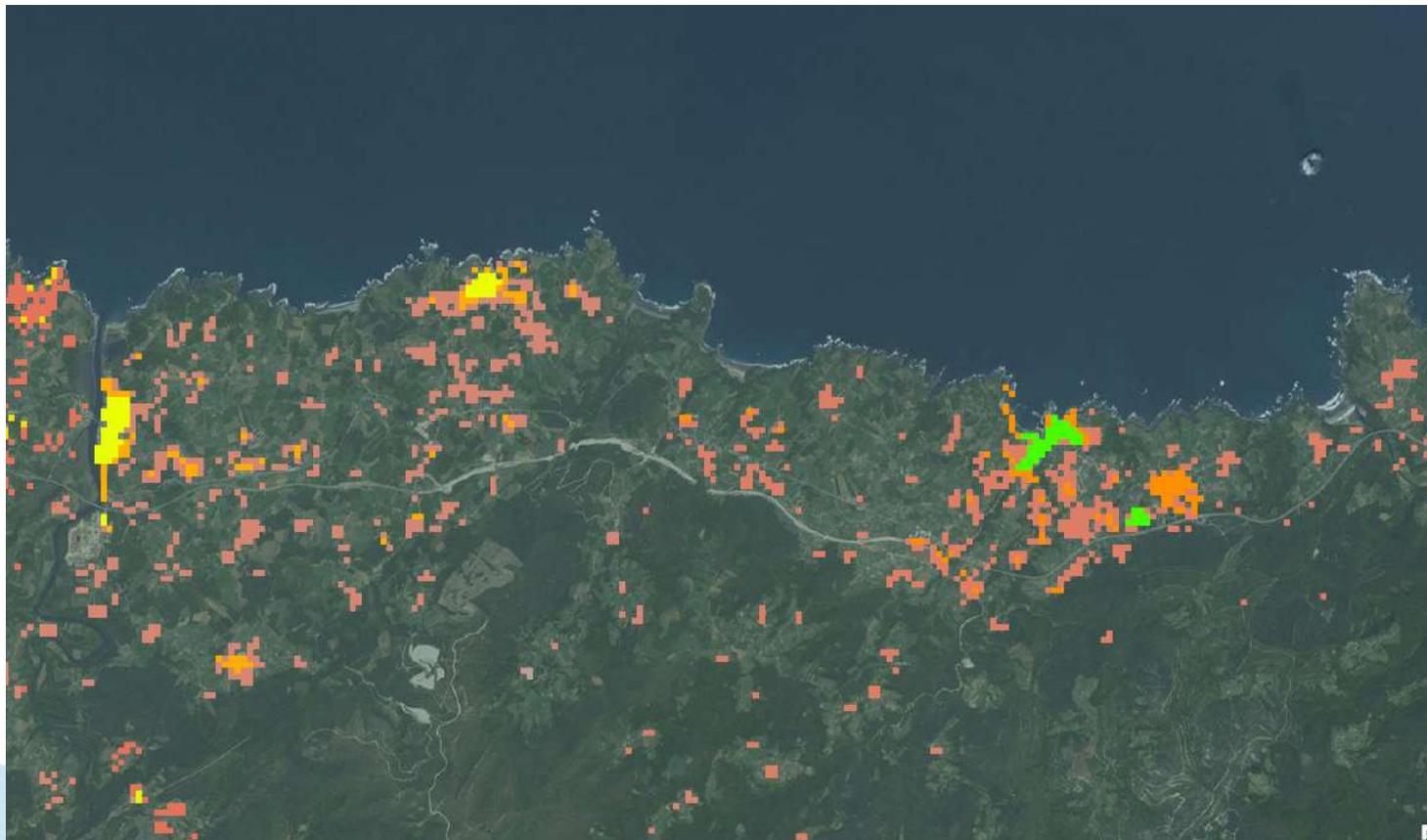


## Modelo Digital de Terreno (MDT) – LiDAR 5 m



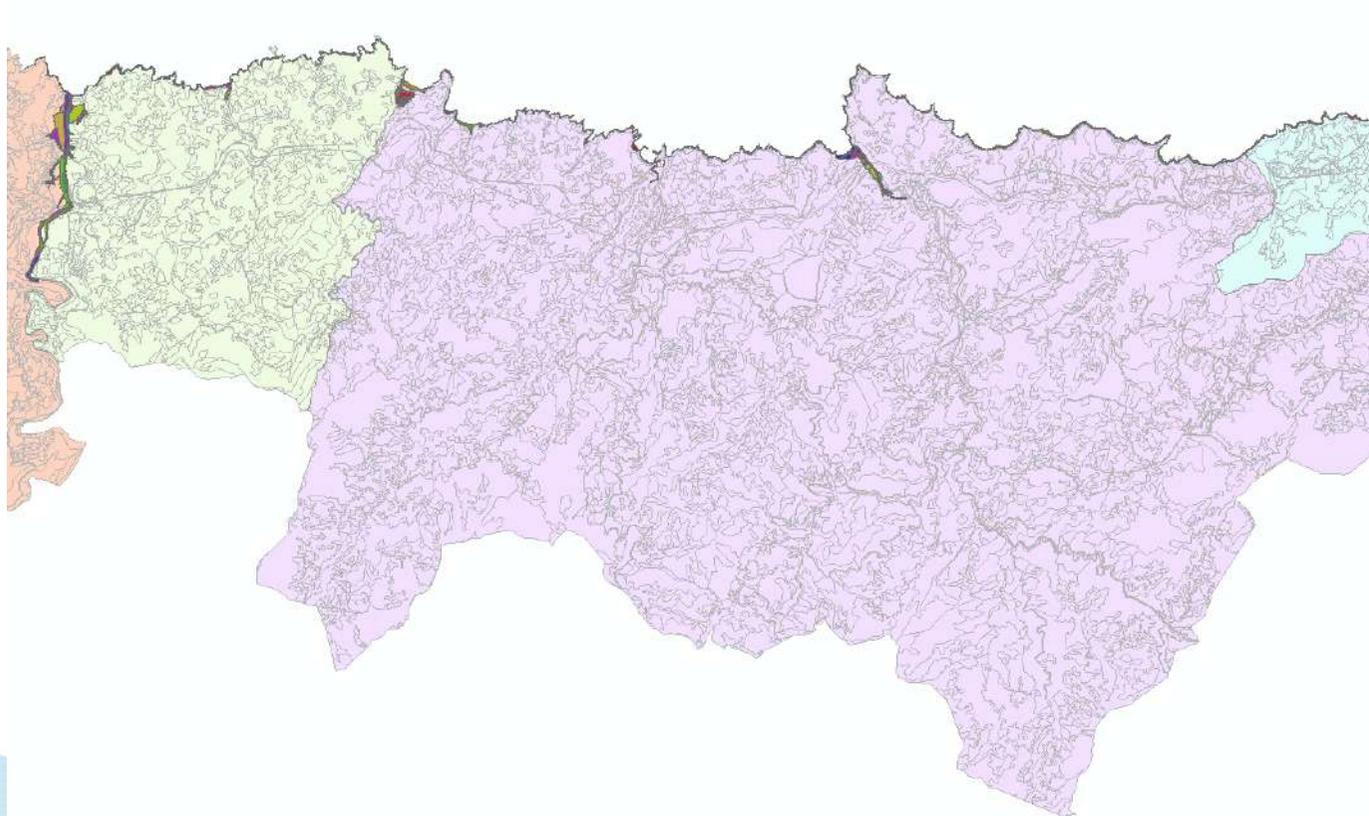
Base de datos de población – JRC (2006)

Resolución espacial = 1 Ha



## Base de datos de usos del suelo SIOSE

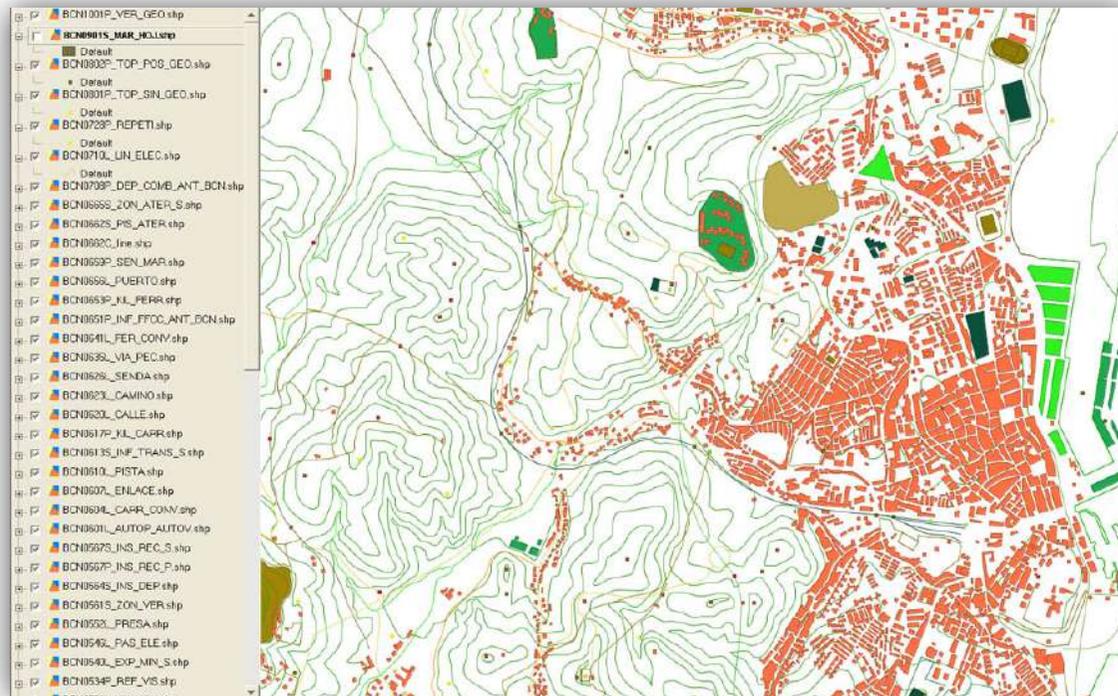
Agrícola, industrial, servicios, urbano...



## Base Cartográfica Numérica BCN25/BTN25

Base Cartográfica Numérica 1:25.000. Base de datos geográfica 2D de referencia a escala 1:25.000 que cubre toda España.

- Edificios
- Instalaciones industriales
- Infraestructuras críticas
- Redes de comunicación



## Indicadores Socioeconómicos

**Renta disponible ajustada neta por habitante** desagregada por concejos.

Año de referencia: 2010. En euros.

Fuente: SADEI

**Valor añadido bruto a precios básicos según sectores económicos** desagregado por concejos. En miles de euros.

Año de referencia: 2010.

Fuente: SADEI

**sadei**

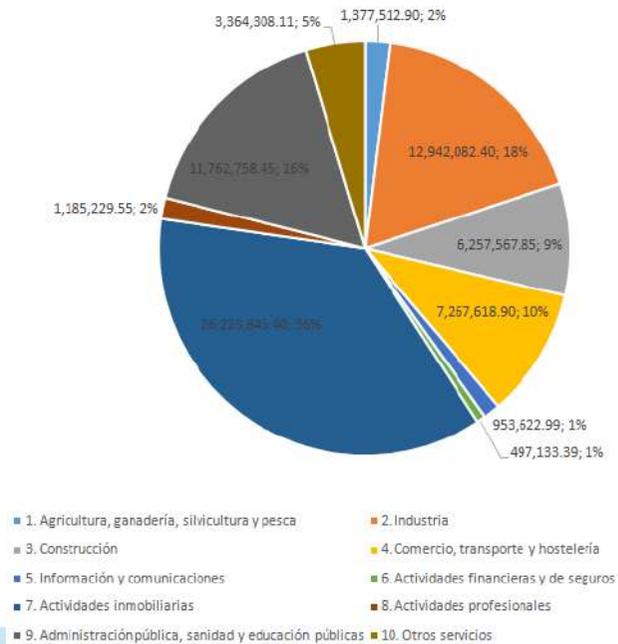
	Saldo de rentas primarias neto	Renta disponible neta	Renta disponible ajustada neta
<b>ASTURIAS</b>	<b>13,926</b>	<b>14,189</b>	<b>16,814</b>
1 Allande	11,428	12,525	14,744
2 Aller	10,380	14,553	16,854
3 Amieva	9,932	12,174	14,377
4 Avilés	14,481	14,120	16,910
5 Belmonte de Miranda	12,342	14,582	16,329
6 Bimenes	10,485	14,334	16,622
7 Boal	11,734	13,253	15,295
8 Cabrales	11,745	12,930	15,273
9 Cabranes	9,147	11,383	13,773
10 Candamo	11,110	12,871	15,174

	Valor añadido bruto a p.b.	Agricultura y pesca	Industria	Construcción	Servicios
<b>ASTURIAS</b>	<b>19,918,251</b>	<b>320,270</b>	<b>4,573,668</b>	<b>1,609,748</b>	<b>13,414,565</b>
1 Allende	21,475	6,990	725	2,271	11,489
2 Aller	120,062	3,199	32,390	12,471	72,002
3 Amieva	11,114	950	4,027	713	5,424
4 Avilés	1,507,048	9,522	465,307	110,331	921,888
5 Belmonte de Miranda	29,445	2,385	12,486	1,203	13,371
6 Bimenes	12,115	471	1,647	2,182	7,815
7 Boal	23,390	1,807	5,540	1,469	14,574
8 Cabrales	33,097	4,433	5,670	3,341	19,653
9 Cabranes	8,537	910	1,066	936	5,625
10 Candamo	16,124	2,045	289	3,876	9,914
11 Cangas del Narcea	212,877	11,366	47,547	28,195	125,789
12 Cangas de Onís	102,214	4,113	6,032	9,398	82,671
13 Caravia	7,643	258	399	757	6,229
14 Carreño	454,350	4,138	282,495	42,226	125,491
15 Caso	11,171	1,780	562	1,648	7,181

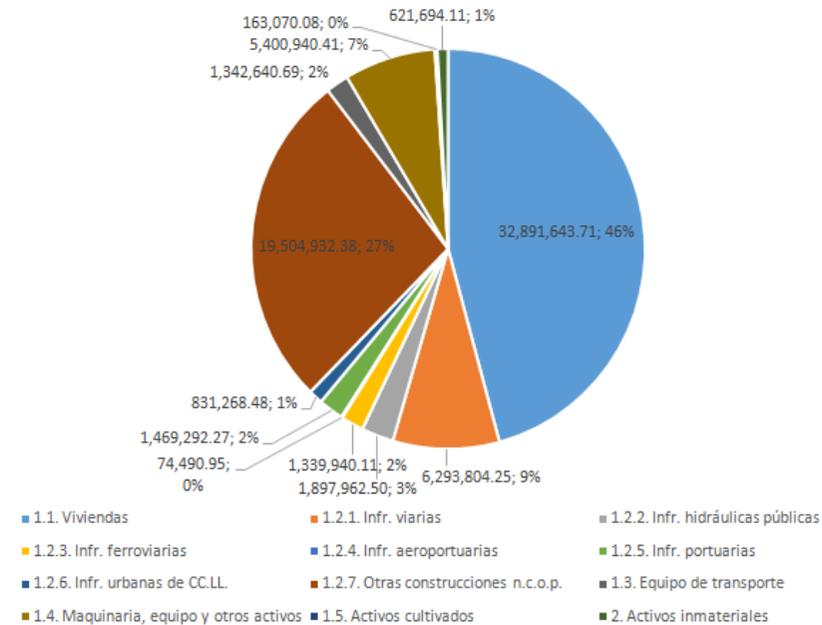
**Stock de capital neto** agregado a toda la provincia.  
Miles de euros constantes de 2006.  
Fuente: Fundación BBVA

Fundación **BBVA**

Stock de Capital Por Ramas de Actividad (Asturias, 2011)  
Miles de euros de 2006



Stock de Capital por Tipo de Activos (Asturias, 2011)  
Miles de Euros de 2006



### POBLACIÓN

➤ Las *proyecciones oficiales* pronostican un descenso continuado del 1% anual con un total acumulado para 2029 del 9% de la población actual

### FLUJO DE CAPITAL

#### **Valor Añadido Bruto (VAB)**

➤ La tasa de crecimiento interanual del VAB p.c. está en el entorno del 2% presentando crecimientos del 2.5% real en los años 80 y del 1.7% entre 2001 y 2011

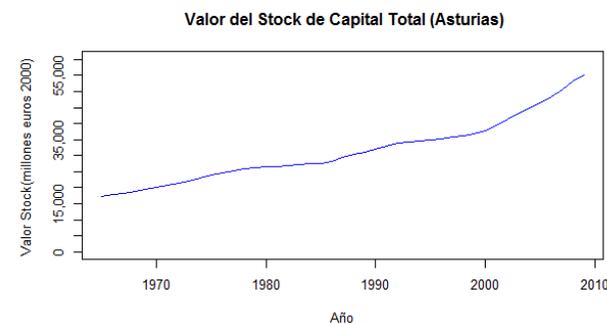
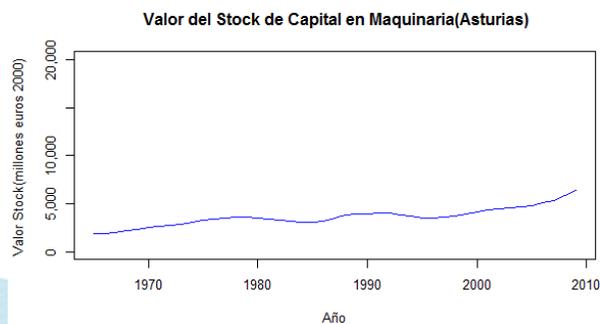
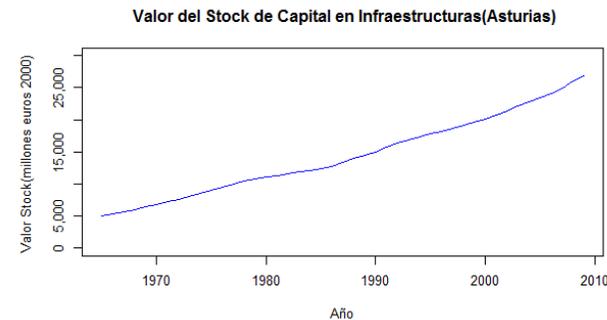
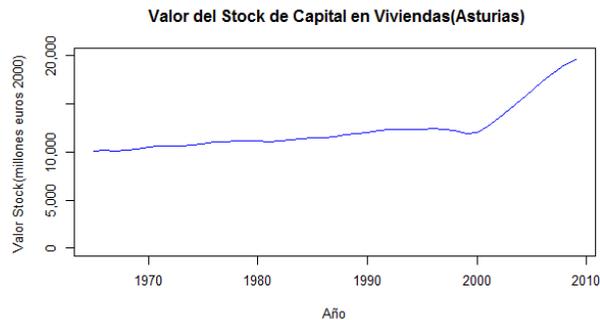
### Renta disponible por habitante

- Se observa un crecimiento interanual que oscila entre el 2% y el 3% en términos reales

### STOCK DE CAPITAL

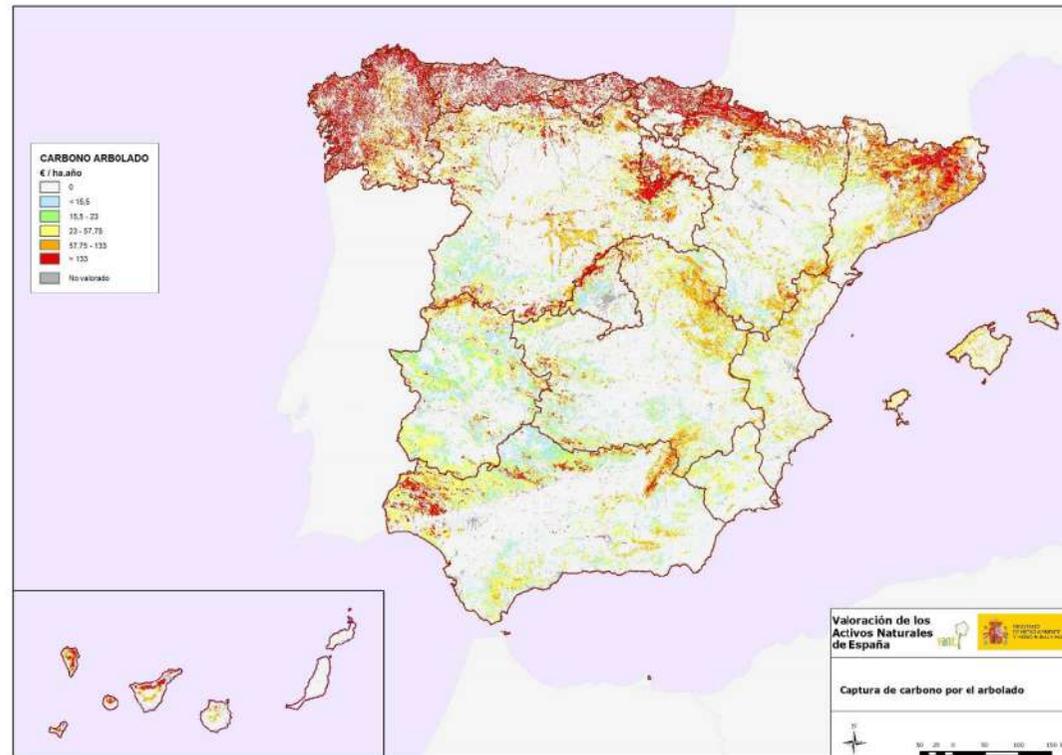
- El valor del stock de capital de vivienda ha sufrido una inflexión en el año 2000, entre un periodo de 35 años con un crecimiento del 0.4% anual acumulativo y un periodo de 15 años con un crecimiento promedio del 3.3% en términos reales
- El valor del stock de capital productivo en maquinaria ha venido creciendo a razón del 2.5% anual acumulativo real, con una tendencia sostenida continua.

- El valor del stock de infraestructuras ha venido creciendo a razón del 3.5% acumulativo
- En conjunto, se observa un crecimiento acumulado del stock de capital del orden del 2.4% anual acumulativo



## Valoración Servicios Ecosistémicos – VANE

VANE – Valoración de los Activos Naturales de España



**Identificación y delimitación de los hábitat amenazados**

- Clasificación de los hábitat europeos EUNIS (European Nature Information System)
- Cartografía de hábitat (Directiva 92/43/CE)

**Identificación y delimitación de las zonas protegidas**

- Lugares de Importancia Comunitaria
- Espacios Naturales Protegidos
- Zonas de Producción de Moluscos y otros invertebrados marinos



**Identificación, tipificación y caracterización de las masas de agua de transición y costeras**

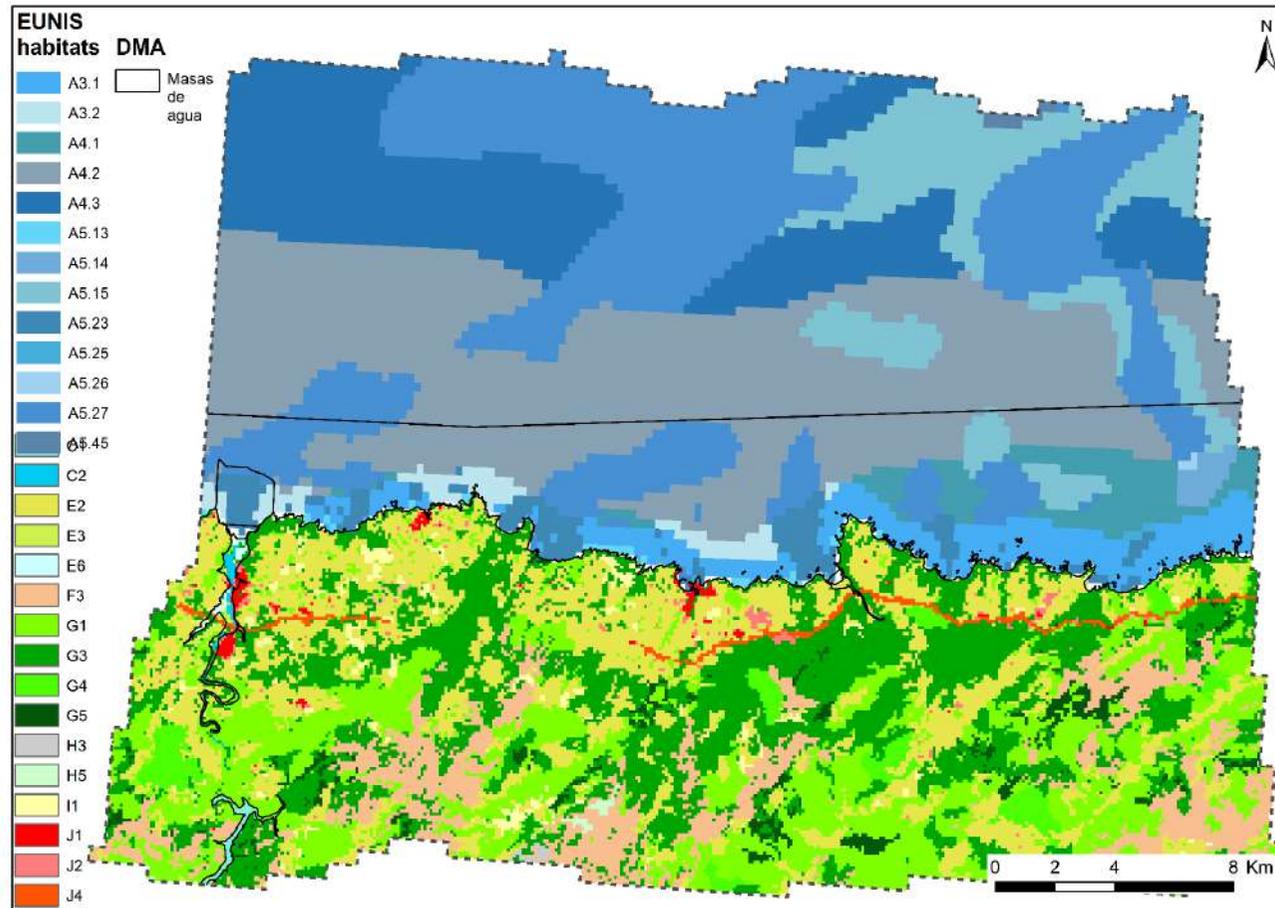
- Plan Hidrológico de la Demarcación del Cantábrico Occidental



- ✓ DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 7 de diciembre de 2004 por la que se aprueba, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica atlántica
- ✓ Decreto 38/1994, de 19 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los recursos naturales del Principado de Asturias
- ✓ Orden AAA/1416/2013, de 15 de julio, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español

## Cartografía EUNIS

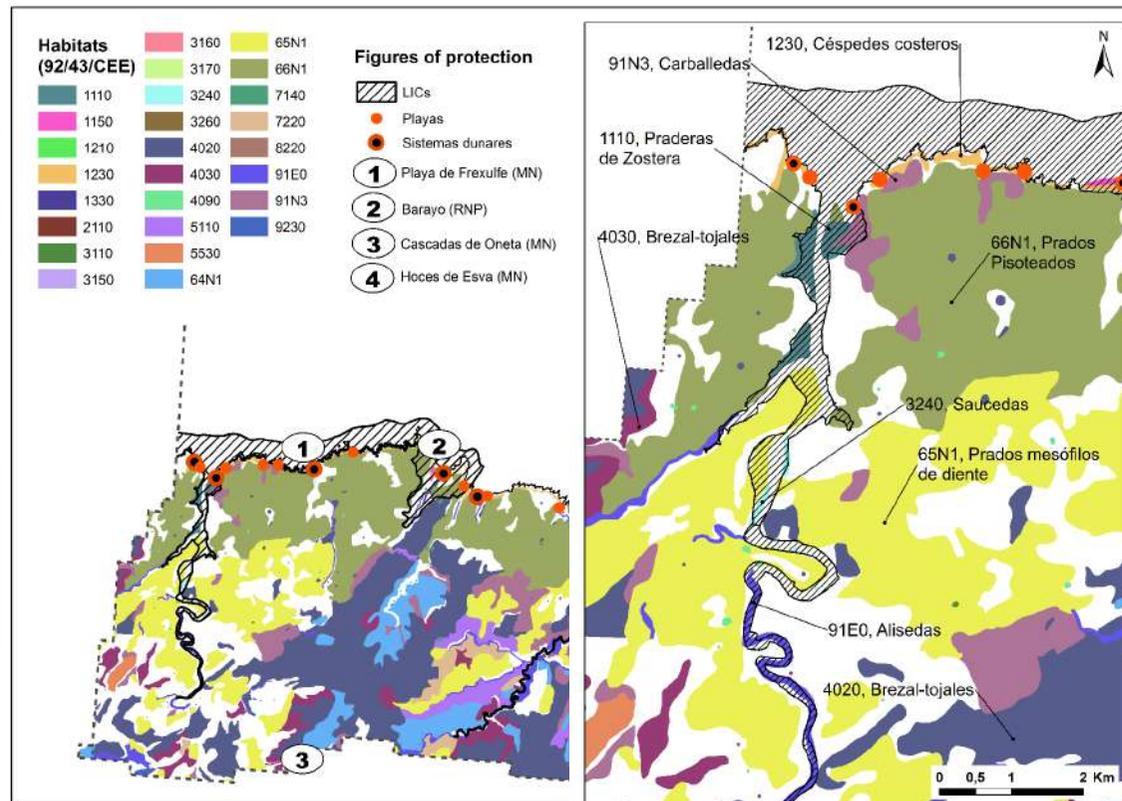
✓ Dominan las praderías



**CARTOGRAFÍA HÁBITATS**

**LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA**

**ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS**



## ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MOLUSCOS Y OTROS INVERTEBRADOS MARINOS



Las ZZPP se limitan a la zona costera (erizo de mar (*Paracentrotus lividus*, *Echinus esculentus*), erizo vióláceo (*Spaerechinus granularis*))

## OTROS RECURSOS MARINOS



### BOLETÍN OFICIAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

NÚM. 131 DE 7-VI-2013

1/2

#### I. PRINCIPADO DE ASTURIAS

- OTRAS DISPOSICIONES  
CONSEJERÍA DE AGROGANADERÍA Y RECURSOS AUTÓCTONOS

*RESOLUCIÓN de 30 de mayo de 2013, de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, por la que se autoriza la extracción de algas de fondo del género Gelidium ("ocle").*



### BOLETÍN OFICIAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

NÚM. 153 DE 3-VII-2014

1/1

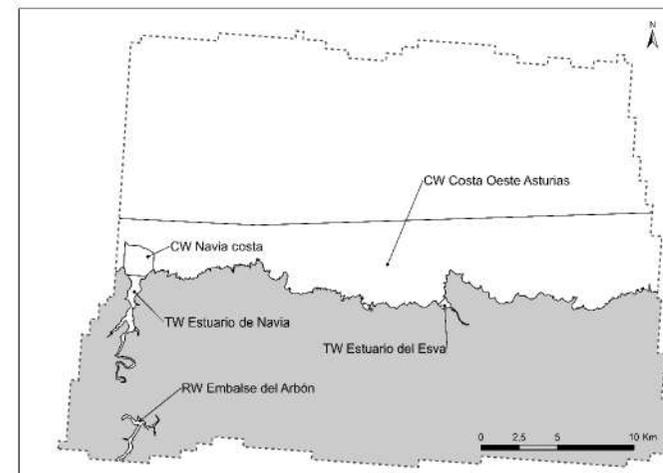
#### I. PRINCIPADO DE ASTURIAS

- OTRAS DISPOSICIONES  
CONSEJERÍA DE AGROGANADERÍA Y RECURSOS AUTÓCTONOS

*RESOLUCIÓN de 26 de junio de 2014, de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, por la que se modifican vedas, con carácter experimental, en determinados planes de explotación del percebe.*

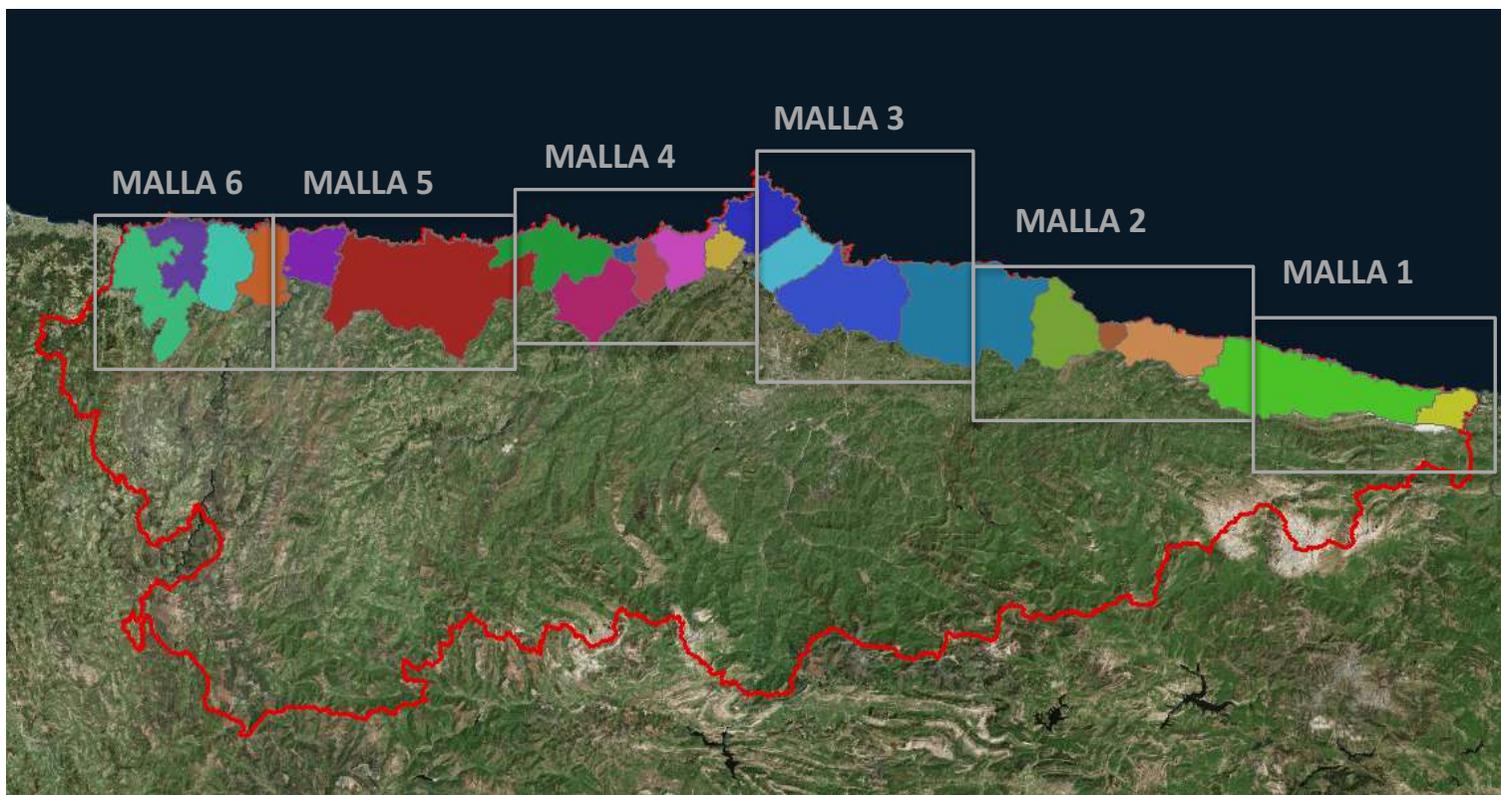


**MASAS DE AGUA**

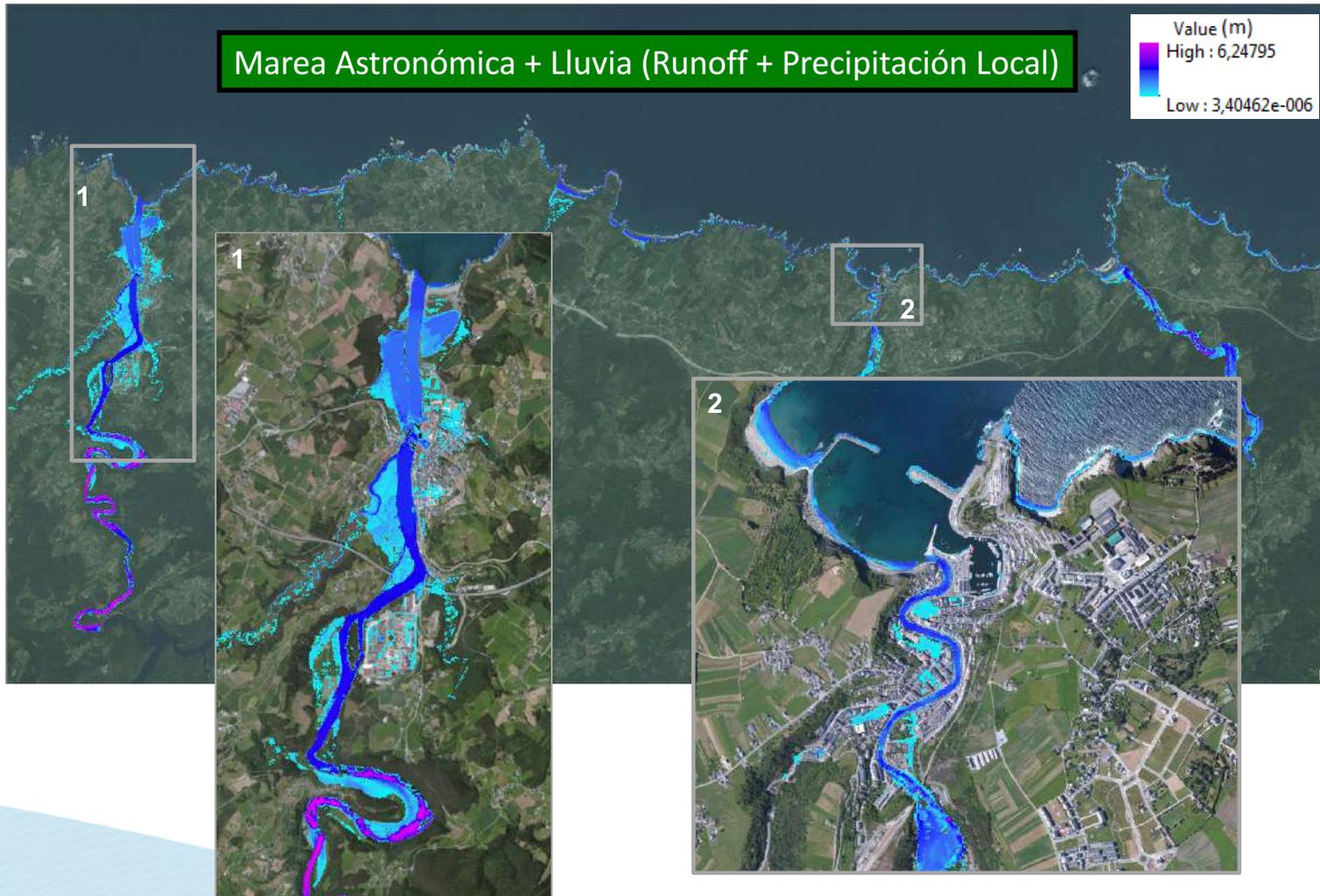
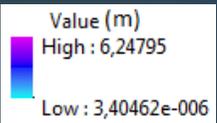


*High resolution flooding model*

Spatial flooding mesh distribution



**Marea Astronómica + Lluvia (Runoff + Precipitación Local)**



**STOCK DE CAPITAL VIVIENDA AFECTADO**

**METODOLOGÍA**

BASE DE DATOS:  
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL  
DE VIVIENDAS (IGN)

ESCENARIOS DE  
INUNDACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LAS  
VIVIENDAS AFECTADAS

**EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD**

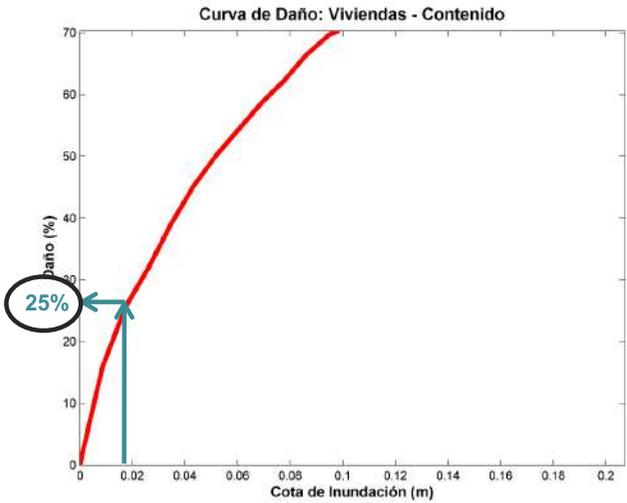
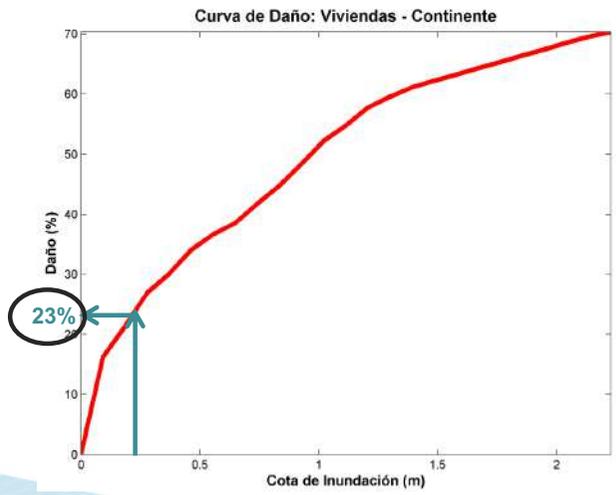
DETERMINACIÓN DE LA  
COTA DE INUNDACIÓN  
DE CADA VIVIENDA  
AFECTADA

DETERMINACIÓN DEL  
STOCK DE CAPITAL  
AFECTADO (€)

CORRECCIÓN POR  
RENTA SEGÚN CONCEJO

**MINORACIÓN DEL DAÑO (€)**

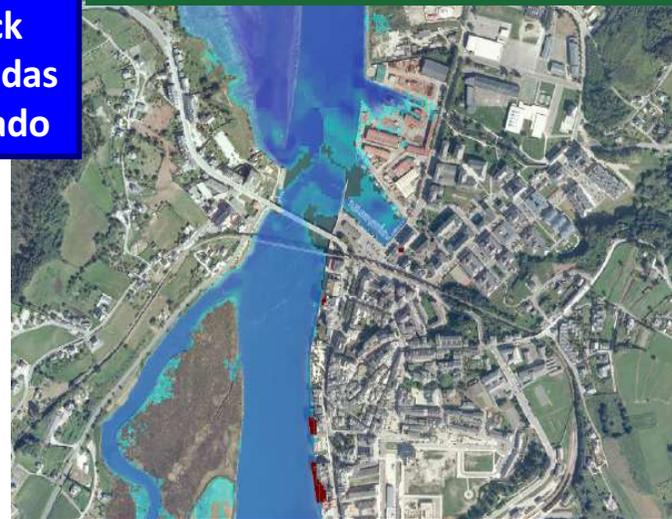
APLICACIÓN DE LAS  
CURVAS DE DAÑO (CASO:  
EVENTOS EXTREMOS)



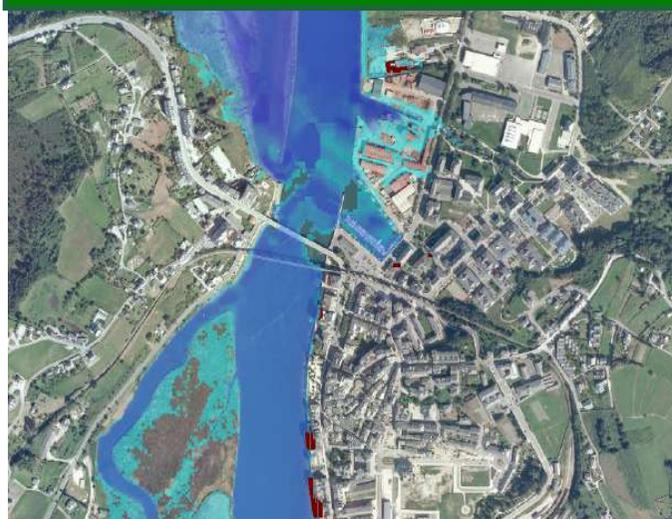


NAVIA  
Stock  
Viviendas  
afectado

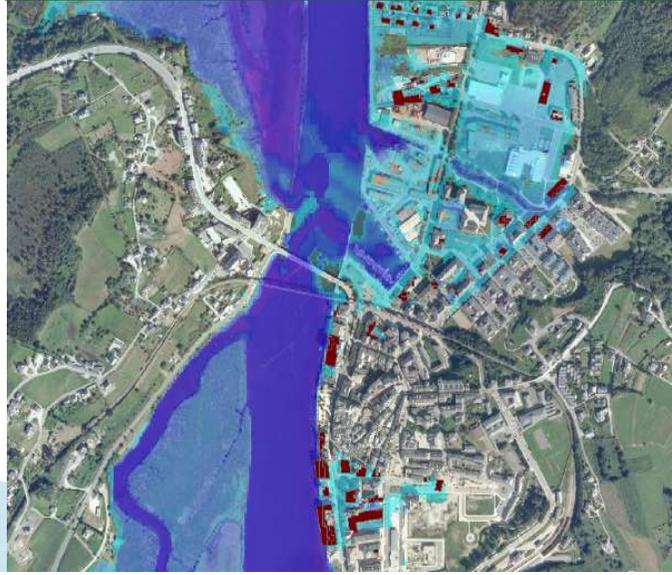
Escenario 1.- CLIMA PRESENTE Tr=100



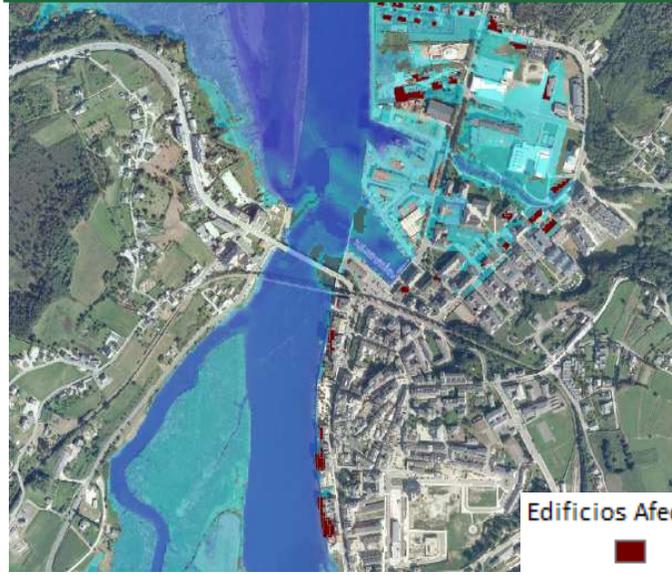
Escenario 4.- MEDIO PLAZO SLR=0.24 m + Tr=100



Escenario 9.- LARGO PLAZO SLR=1.5 m



Escenario 11.- LARGO PLAZO SLR=0.65 m + Tr=100



Edificios Afectados



# Información utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad y de la exposición

**TALLER:**

**Herramientas tecnológicas en Uruguay**

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))



**ANEXO III. 5**  
**IMPACTOS**



# Metodología de análisis de los impactos costeros de inundación y erosión

**TALLER:**

**Herramientas tecnológicas en Uruguay**

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))

## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

SUB-NACIONAL – Análisis forense

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

LOCAL – Análisis forense

## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

SUB-NACIONAL – Análisis forense

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

LOCAL – Análisis forense

## ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

**ALyC**

4.1 Inundación costera.....	22
4.1.1 Inundación por ascenso del nivel del mar.....	23
4.1.2 Determinación del nivel del mar total o cota de inundación.....	43
4.1.3 Cota de inundación (eventos de inundación temporales).....	44
4.1.4 Inundación por huracanes.....	60
4.1.5 Conclusiones del impacto producido por inundaciones costeras.....	63
4.2 Erosión en playas.....	65
4.2.1 Características de las playas en ALyC.....	65
4.2.2 Erosión y equilibrio dinámico en las playas.....	70
4.2.3 Erosión del perfil de equilibrio por subida del nivel del mar.....	72
4.2.4 Erosión del perfil de equilibrio por aumento de la altura de ola.....	79
4.2.5 Erosión en playas por cambios en la planta de equilibrio.....	82
4.2.6 Transporte potencial de sedimentos.....	86
4.2.7 Conclusiones generales de los impactos sobre las playas de la región.....	87



AlyC

## ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

ISOLÍNEAS DE NIVEL PARA LAS COTAS 1 Y 2 M EN EL DELTA  
DEL RÍO DE LA PLATA



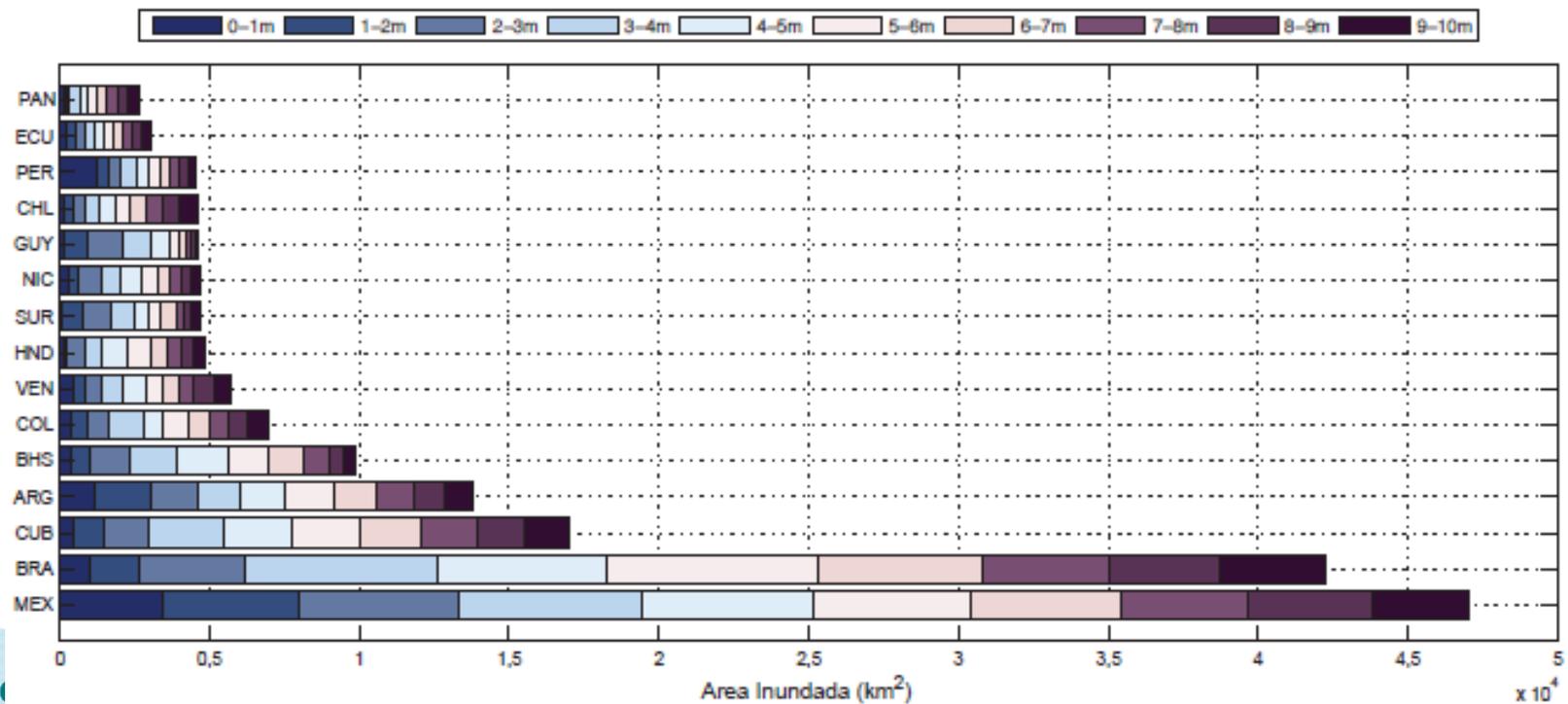
**INUNDACIÓN OBTENIDA  
CORTANDO TOPOGRAFÍA CON  
NIVEL (BATHTUB)**

**ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL**  
**BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN**

AlyC

DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE COSTA AFECTADA ENTRE LAS COTAS 0 Y 10 M EN LOS PAÍSES DE ALYC

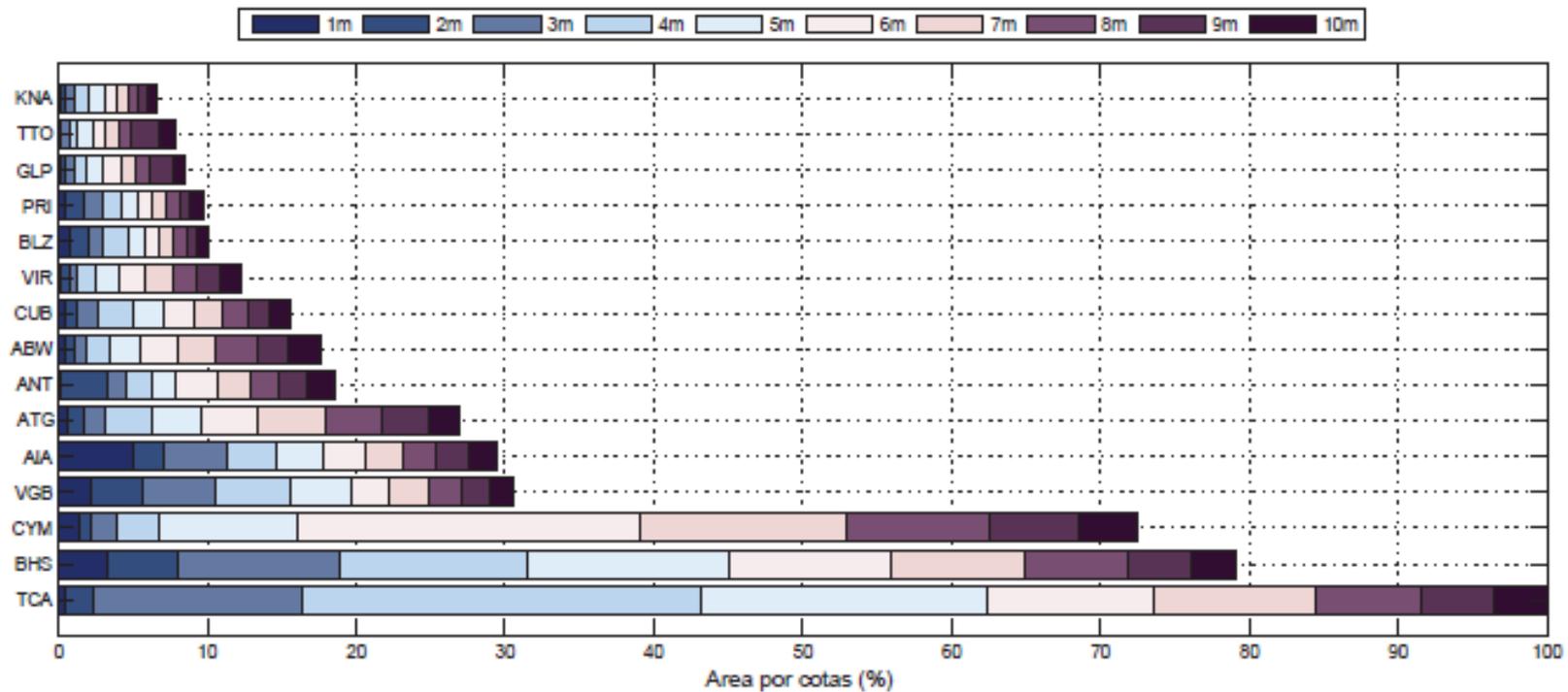
En km<sup>2</sup>



**ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL**  
**BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN**

AlyC

**DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE COSTA AFECTADA ENTRE LAS COTAS 0 Y 10 M EN LOS PAÍSES DE ALYC**  
**En % respecto al área total del país**



## ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

AlyC

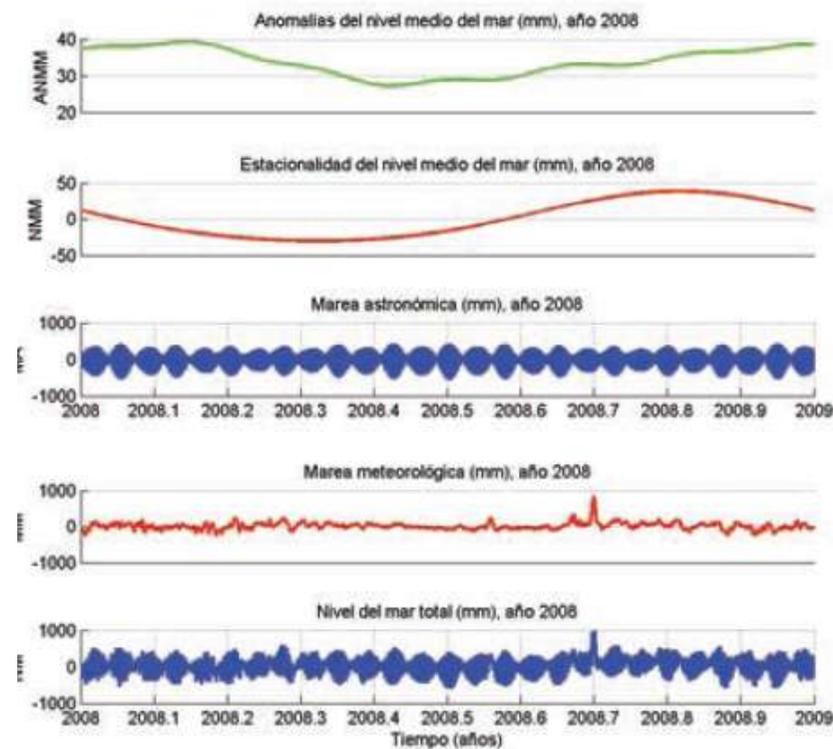
### CÁLCULO DE LA COTA DE INUNDACIÓN:

$$CI = SLR + MM + MA + Setup\ oleaje$$

donde

$$Setup\ oleaje = 0.17H_0$$

### Series temporales de los componentes de la CI en 2008



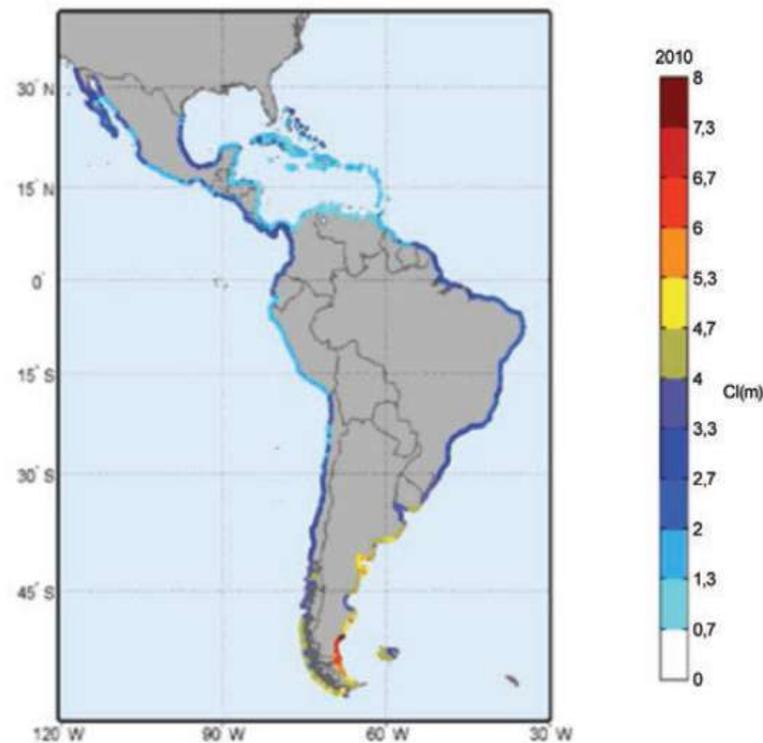
## ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

AlyC

### Cambios en los periodos de retorno de 50 y 500 años de la CI

### COTA DE INUNDACIÓN DE PERÍODO DE RETORNO 50 AÑOS EN 2010

(Metros)



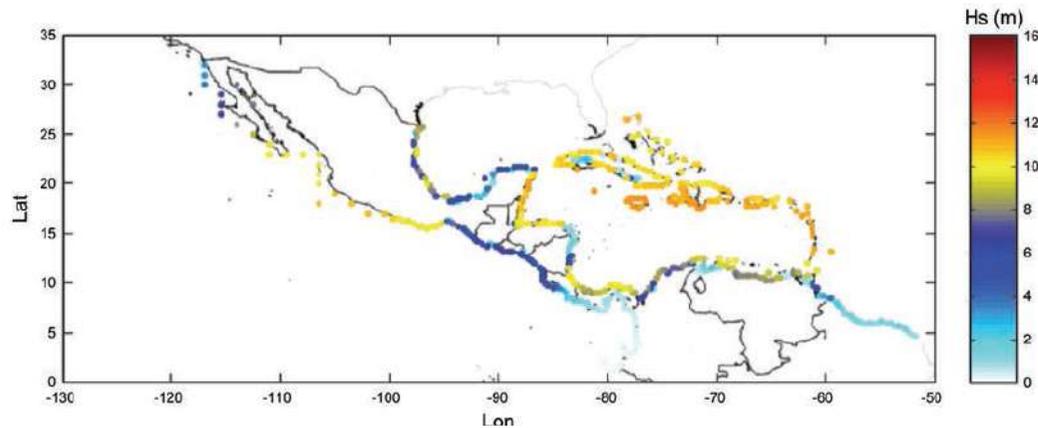
Unidad de estudio	Longitud	Latitud	Periodo de retorno de 50 y 500 años					
			2010	2040	2070	2010	2040	2070
Rio de Janeiro (BRA)	-43,23	-22,99	50	12,22	3,89	500	83,11	18,78
Santos (BRA)	-46,24	-23,93	50	11,99	3,76	500	81,91	18,22
Montevideo (URY)	-56,00	-34,86	50	24,07	11,71	500	237,64	112,97
Concepción (CHL)	-73,09	-36,83	50	23,89	11,98	500	204,55	88,57
Valparaíso (CHL)	-71,63	-32,96	50	23,12	11,24	500	180,93	71,05
Arica (CHL)	-70,45	-18,38	50	17,52	6,92	500	131,65	40,70
Chorrillos (PER)	-77,04	-12,09	50	7,73	2,27	500	34,56	6,08
Talara (PER)	-81,26	-4,63	50	16,93	6,75	500	111,02	32,04
Machala (ECU)	-80,28	-3,40	50	29,82	18,04	500	269,96	148,40
La Libertad (ECU)	-80,78	-2,36	50	15,52	5,96	500	98,68	26,76
Bahía Solano (COL)	-77,38	6,05	50	12,39	4,32	500	65,01	14,90
Los Santos (PAN)	-80,26	7,34	50	13,91	5,01	500	78,61	19,13
S. José (CRI)	-83,97	9,29	50	7,90	2,29	500	34,88	6,02
Managua (NIC)	-86,57	11,88	50	9,53	2,70	500	59,18	10,87
Acapulco (MEX)	-99,73	16,78	50	9,45	2,42	500	67,11	11,74
Ensenada (MEX)	-116,69	31,74	50	19,94	8,48	500	174,72	64,82
Cabo (MEX)	-109,85	22,98	50	30,18	17,81	500	333,41	218,64
Veracruz (MEX)	-96,02	19,05	50	45,25	40,89	500	448,38	401,60
Cancún (MEX)	-86,85	21,04	50	42,34	35,76	500	436,97	381,22
P. Plata (DOM)	-70,66	19,70	50	13,00	4,49	500	79,18	18,87
Bridgetown (BRB)	-59,56	13,20	50	19,30	8,54	500	131,26	43,48
Caracas (VEN)	-67,02	10,59	50	18,98	8,14	500	140,19	46,79
Georgetown (GUY)	-57,95	6,70	50	12,10	4,08	500	68,64	15,49
Fortaleza (BRA)	-38,49	-3,81	50	11,25	3,59	500	65,50	13,94
Maceio (BRA)	-35,60	-9,52	50	16,83	6,81	500	104,76	30,40
P. Segura (BRA)	-39,00	-16,28	50	11,68	3,74	500	70,05	15,19
P. Sta Cruz (ARG)	-68,26	-50,14	50	40,65	32,27	500	364,75	247,99
I. Taggart (CHL)	-75,58	-49,45	50	32,61	21,94	500	269,10	153,42

## ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

AlyC

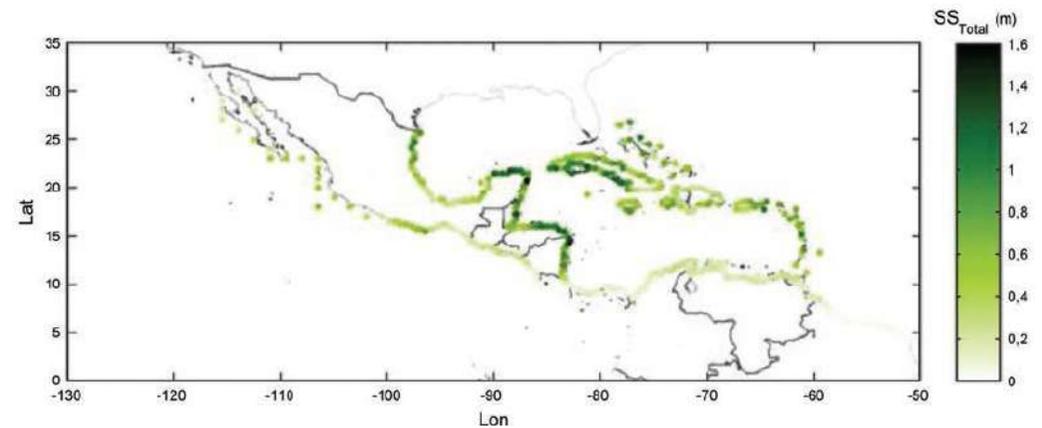
### HURACANES

Máximos históricos de altura de ola  
significante para los huracanes en el  
período 1955 a 2009



54 años de datos

Máximos históricos de marea meteorológica  
conjunta para los huracanes en el período  
1955 a 2009



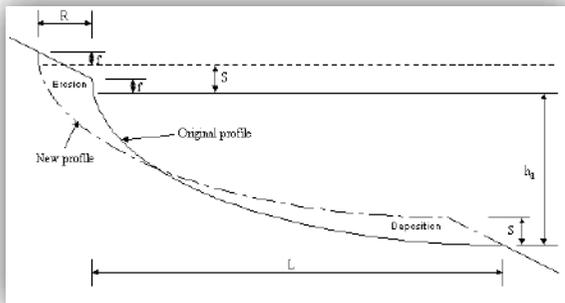
$$SS_{TOTAL} = SS_{PRESIÓN} + SS_{VIENTO}$$

ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL  
BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

AlyC

'REGLA DE BRUUN' (Bruun, 1983)

EFFECTOS DE LARGO PLAZO (Aumento del NMM)

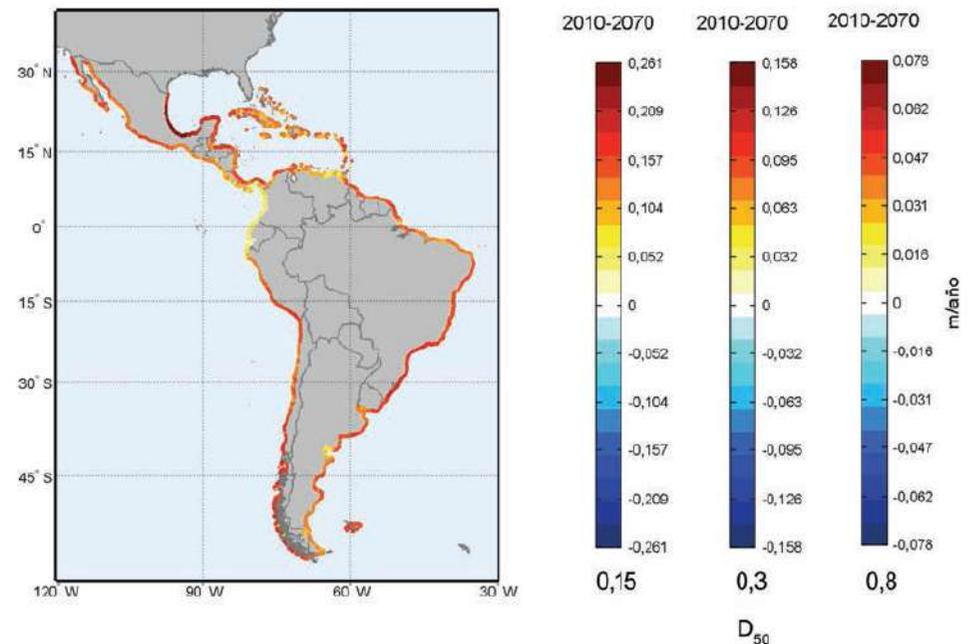


MODELO DE EQUILIBRIO  
BASADO EN EL  
PERFIL  
TRANSVERSAL

$$R = S \cdot \frac{L}{B + h^*}$$

S = aumento del nivel del mar  
L = longitud del perfil activo  
B = altura de la berma  
h\* = profundidad del perfil de equilibrio

Tendencia media de la erosión 2010-2070



ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL  
BAJA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

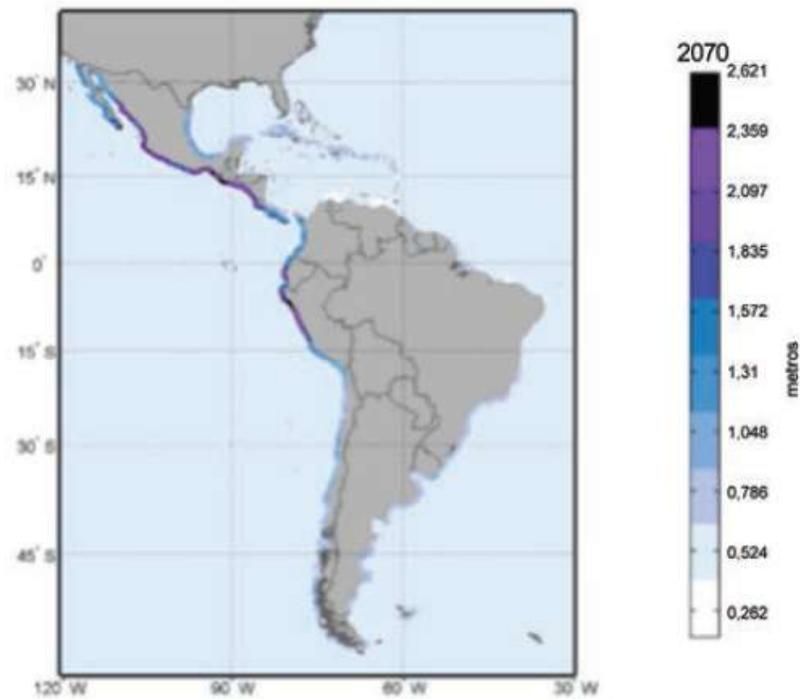
AlyC

Cambios en la erosión a 2070

a) Variación del valor medio



b) Incertidumbre asociada 95% confianza



## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

SUB-NACIONAL – Análisis forense

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

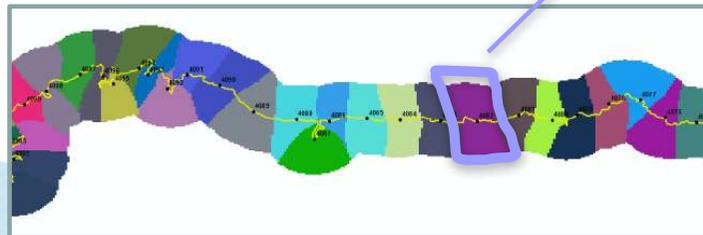
SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

LOCAL – Análisis forense

## ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL ALTA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

Europa

### SEGMENTACIÓN DE LA COSTA EUROPEA EN TESELAS



- Características de las dinámicas: GOW, GOS, GOT, TWL distribución de extremos ..
- Características del MDT: pendiente media, desviación estándar de la pendiente, área.
- Características de la batimetría: dirección media, pendiente media,....
- Población: densidad
- Usos del suelo (%)
- Tramos con erosión costera (%)

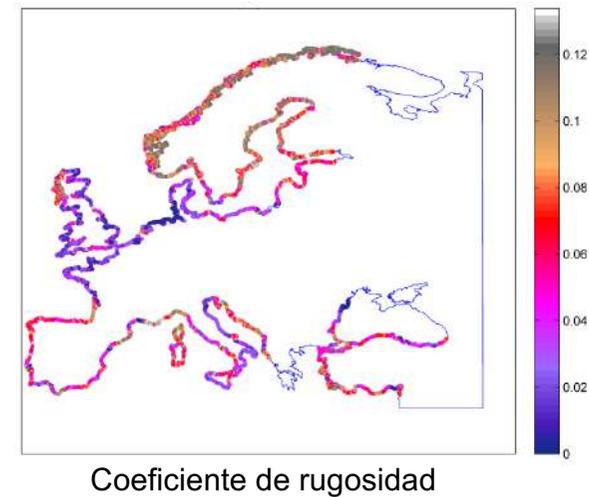
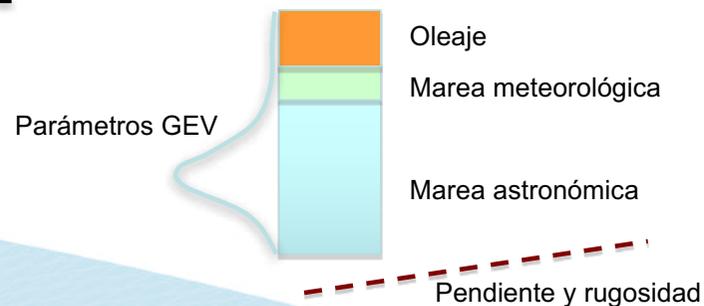
## ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL ALTA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

Europa

- Peligrosidad (**P**) y exposición (**E**) se integran en la definición de un **índice** para la caracterización de la inundación en cada segmento de la costa:

- P** {
- ✓ Parámetros de la distribución extremal CI
    - $\mu, \sigma, \xi$
  - ✓ Influencia de cada una de las dinámicas (oleaje, marea meteorológica, marea astronómica) en la inundación?
    - $\alpha_{Gos}, \alpha_{Got}, \alpha_{SetUp}$

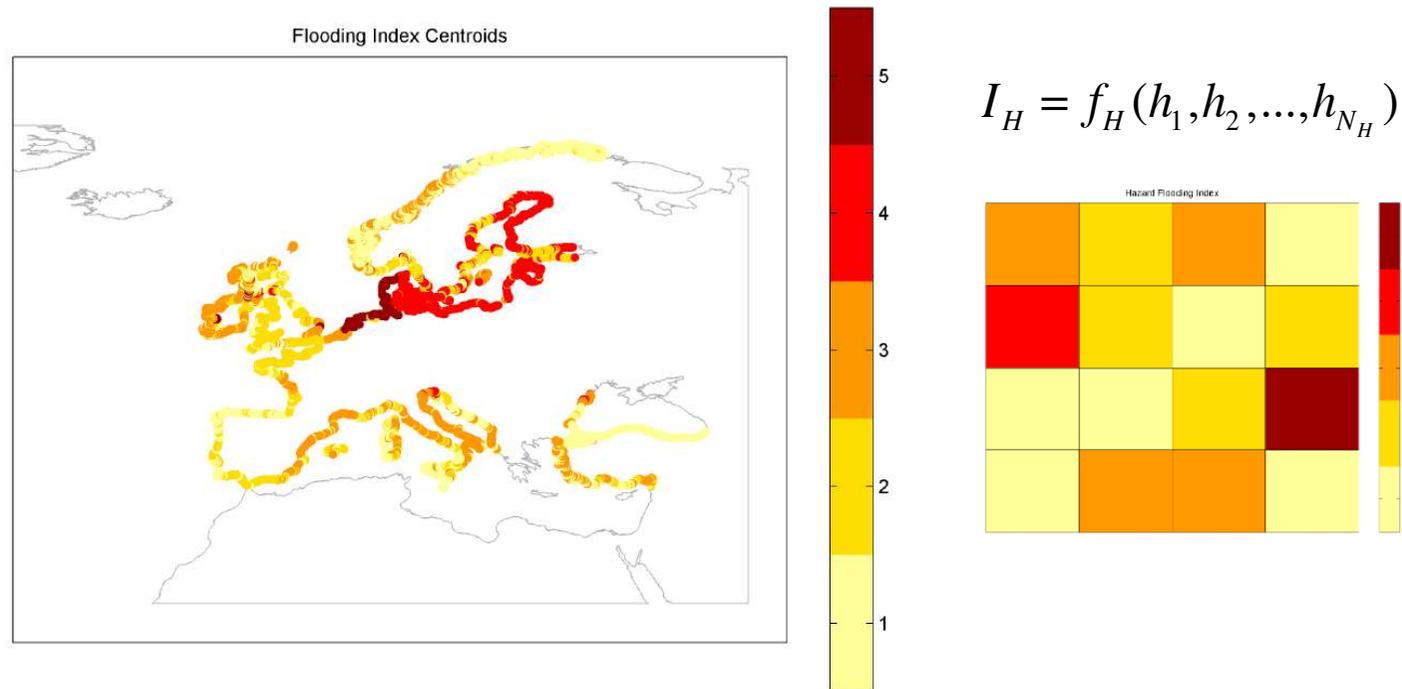
- E** {
- ✓ Características topográficas del terreno
  - ✓ Pendiente media
  - ✓ Rugosidad media (Coeficiente de Manning n) dependiendo del tipo de suelo (acantilado, estuarios, ...)



## ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL ALTA RESOLUCIÓN Y BAJA DEFINICIÓN

Europa

- **Índice de inundación** en cada segmento de la costa. Integra la **peligrosidad** (dinámicas) y la **exposición** (sensibilidad del receptor) en 5 niveles



$$\text{FloodingIndex} = \text{Coeff}_{\text{mannning}} \times \frac{\text{TWL}_{100\text{YRP}} \times (\alpha_{\text{GOS}} + \alpha_{\text{SETUP}})}{\text{Slope}_{\text{mdt}}}$$

## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

**NACIONAL** – Análisis probabilístico del impacto

SUB-NACIONAL – Análisis forense

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

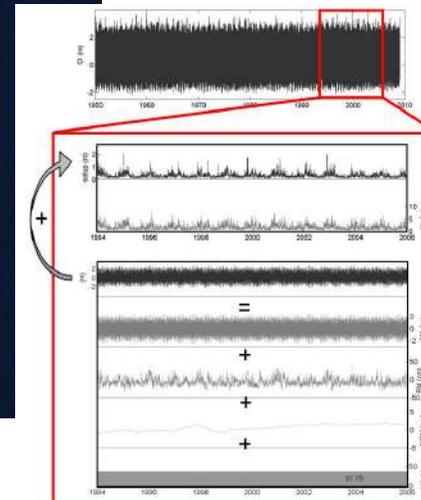
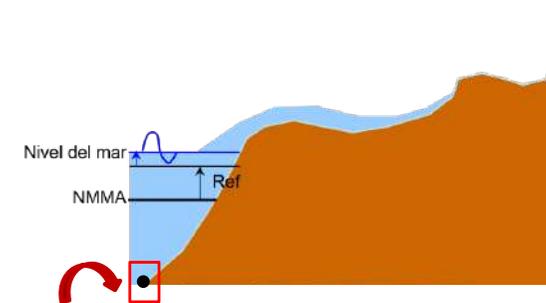
LOCAL – Análisis forense

España

ESCALA LOCAL – NACIONAL  
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL IMPACTO. CON DATOS DE REANÁLISIS

SEGMENTACIÓN DE LA COSTA

- Se trazan perfiles a lo largo de toda la costa cada 200 m.



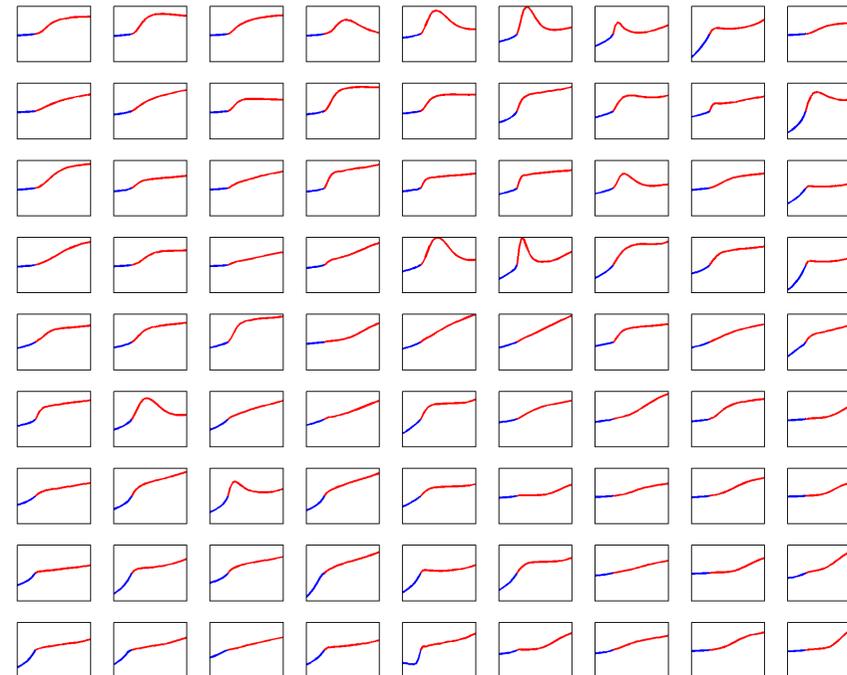
- Las dinámicas a pie de perfil se caracterizan mediante bases de datos horarias de más de 60 años (1948-2008) del proyecto C3E.

**ESCALA LOCAL – NACIONAL**  
**ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL IMPACTO. CON DATOS DE REANÁLISIS**

**CLASIFICACIÓN DE PERFILES ADIMENSIONALES**

- Se definen perfiles adimensionales que incorporan la información de la geometría real del perfil (dunas, cambios de pendientes, etc.) y de la dinámica actuante (Hs, Tp, Nivel).
- Los 5000000 perfiles se agrupan en 121 tipos, que serán los que finalmente se simularán con el modelo numérico.

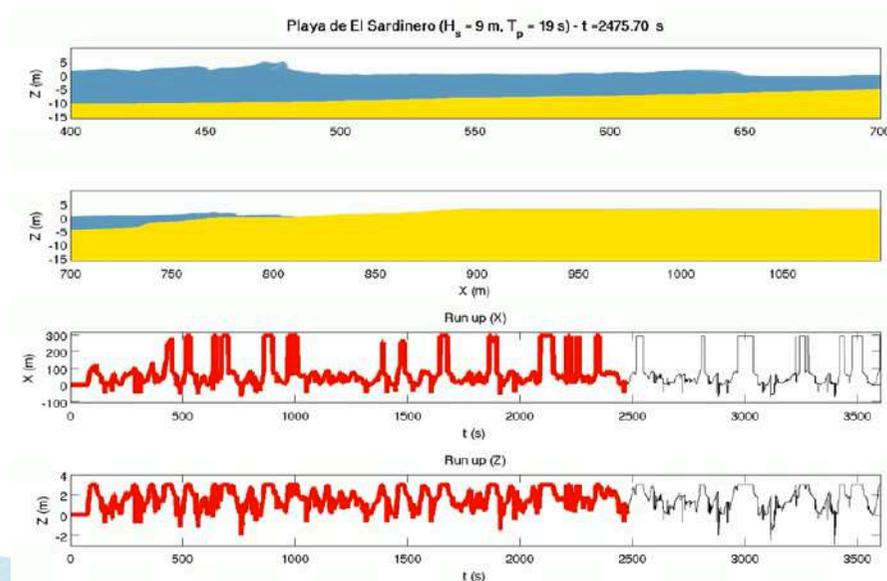
K-medias 11 x 11



ESCALA LOCAL – NACIONAL  
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL IMPACTO. CON DATOS DE REANÁLISIS

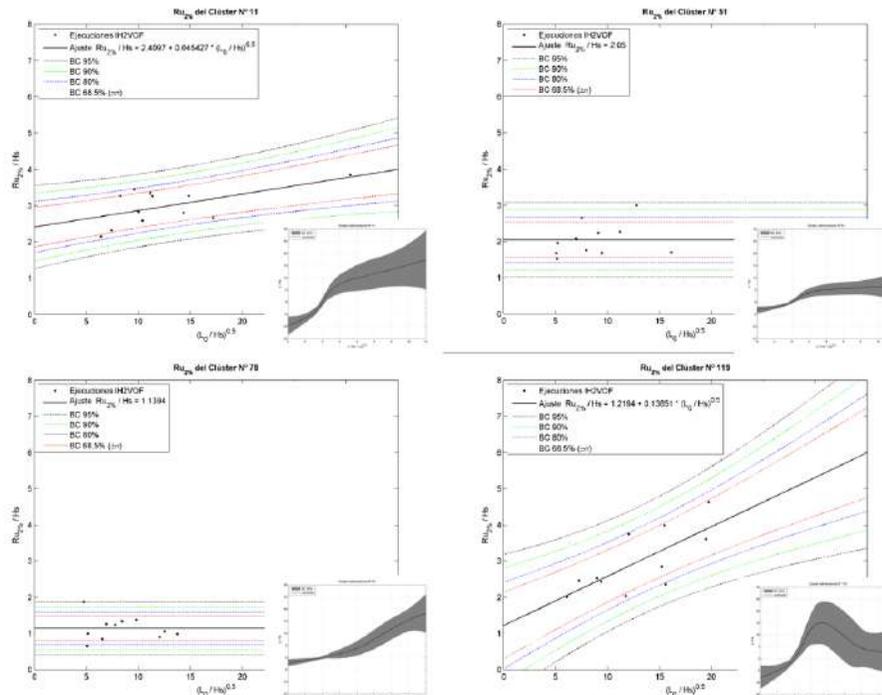
MODELADO NUMÉRICO

- En cada tipo de perfil se seleccionan los 10-15 estados de mar ( $H_s$ ,  $T_p$  y Nivel) más distintos entre sí y se determina su perfil real.
- Se realizan **1000** ejecuciones numéricas para sacar  $Ru_{2\%}$  e  $I_{2\%}$ .

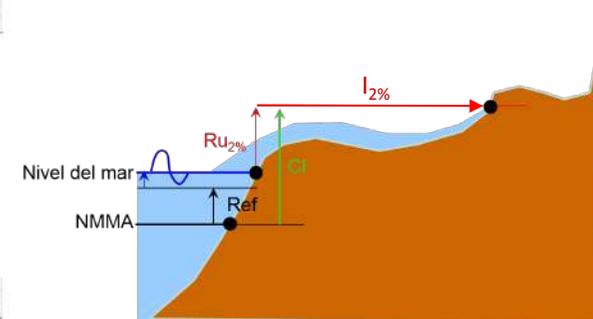


ESCALA LOCAL – NACIONAL  
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL IMPACTO. CON DATOS DE REANÁLISIS

GENERACIÓN DE FORMULACIONES SEMI-EMPÍRICAS



- Se genera una colección de fórmulas IH2VOF para  $Ru_{2\%}$  e  $I_{2\%}$  válidas para todas las dinámicas actuantes en las costas españolas y geometrías de perfil (salvo acantilados)

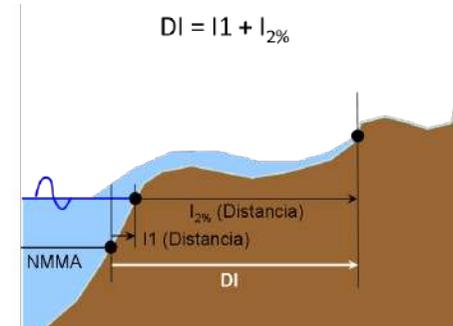
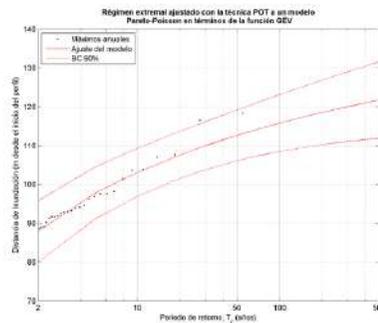
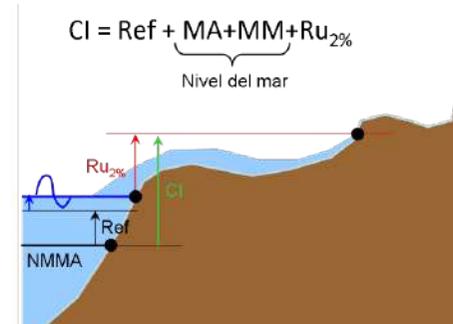
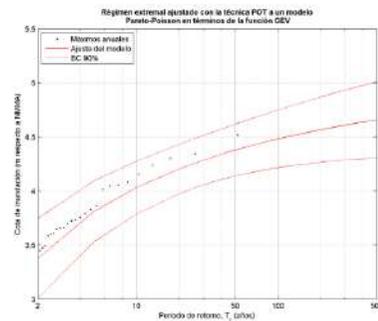


## ESCALA LOCAL – NACIONAL

### ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL IMPACTO. CON DATOS DE REANÁLISIS

#### ANÁLISIS EXTREMAL

- La formulación permite obtener series históricas de cota y distancia de inundación y ajustar el régimen extremal POT.



## ESCALA LOCAL – NACIONAL ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL IMPACTO. CON DATOS DE REANÁLISIS

### GENERACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN

- Se calcula la extensión de la inundación para distintos periodos de retorno ( $T_r$ ): 10, 50, 100 y 500 años.



## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

**SUB-NACIONAL – Análisis forense**

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

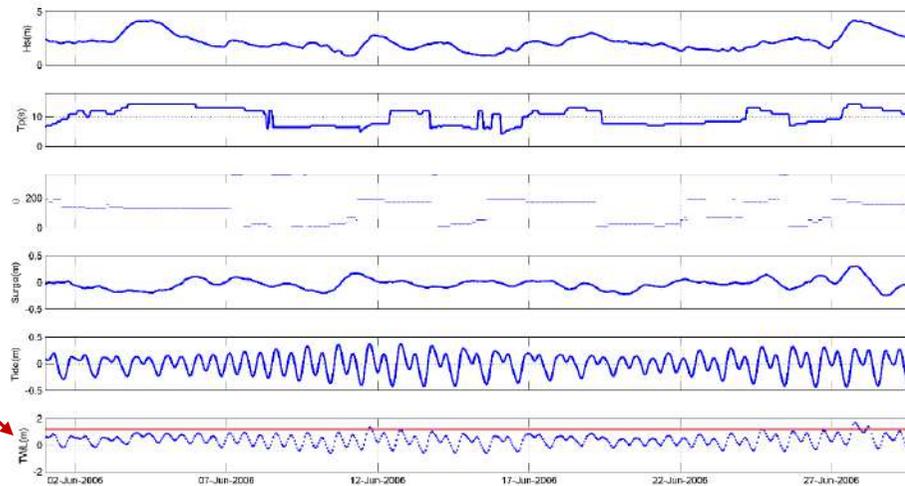
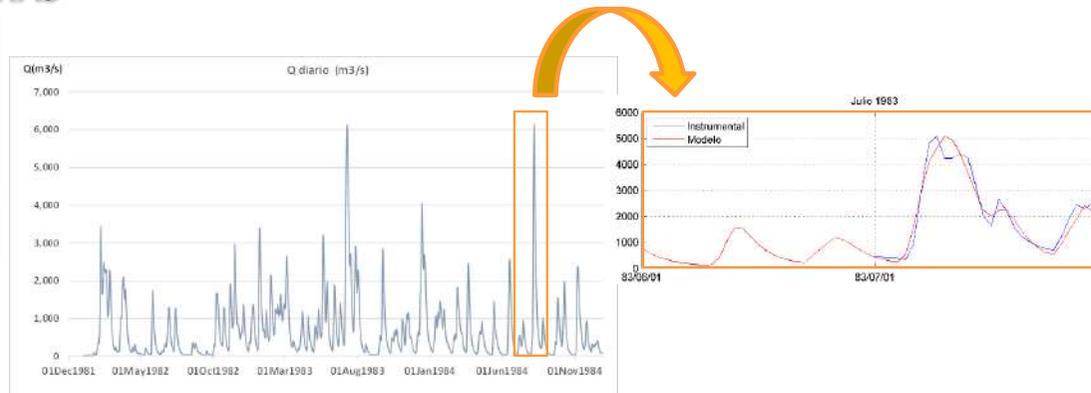
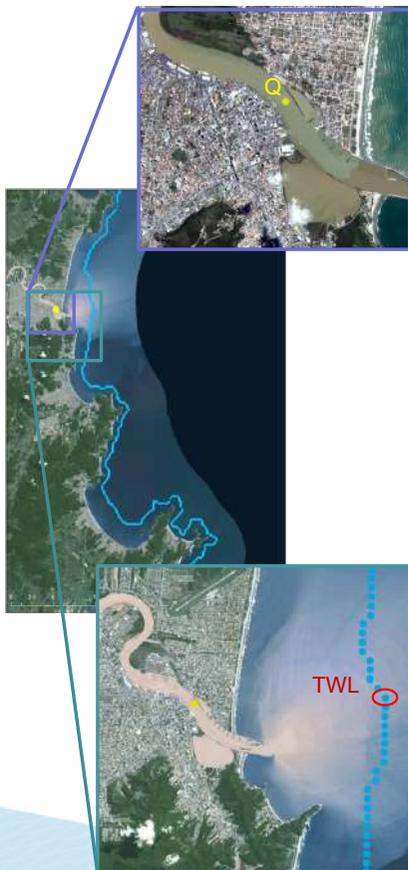
SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

LOCAL – Análisis forense

**ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL  
 ANÁLISIS FORENSE**

**Santa Catarina**

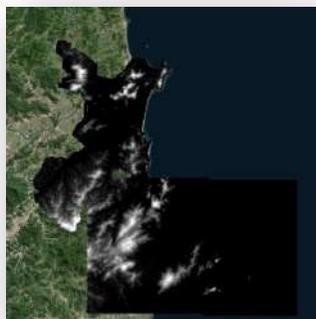
**DINÁMICAS GENERADORAS**



## ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL ANÁLISIS FORENSE

Santa Catarina

### EXPOSICIÓN



**MODELOS DIGITALES  
DE TERRENO (MDT)  
DE 1 m DE  
RESOLUCIÓN  
(UFSC)**



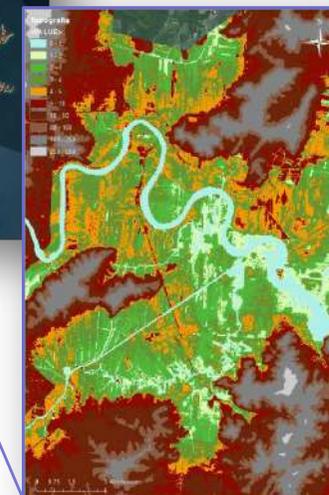
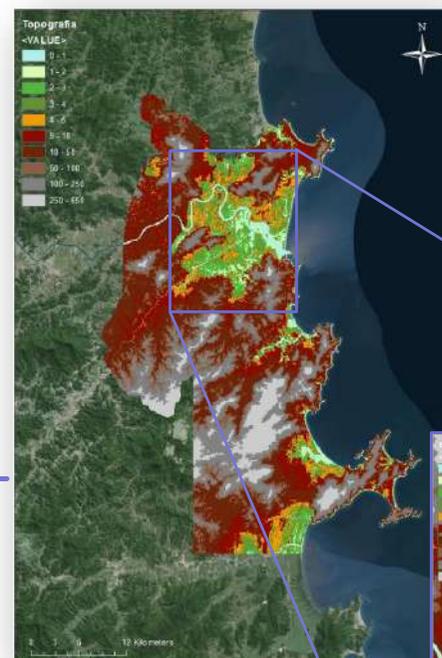
**LÍNEA DE COSTA DE ALTA RESOLUCIÓN  
(Elaboración propia)**



**MDT DE 30 METROS DE RESOLUCIÓN GDEM  
(NASA).**



**LIMPIEZA Y RECTIFICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA**

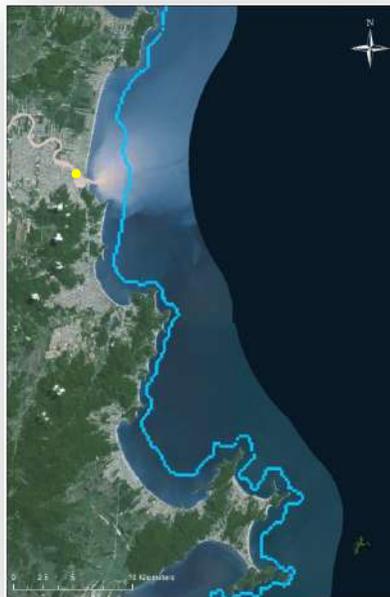


ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL  
ANÁLISIS FORENSE

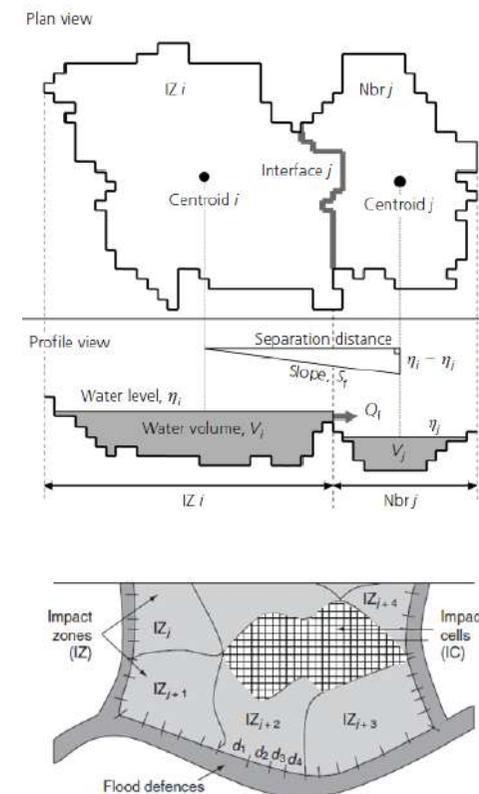
Santa Catarina

MODELADO DE INUNDACIÓN  
RFSM-EDA

(Rapid Flood Spreading Method - Explicit Diffusion wave with Acceleration term)



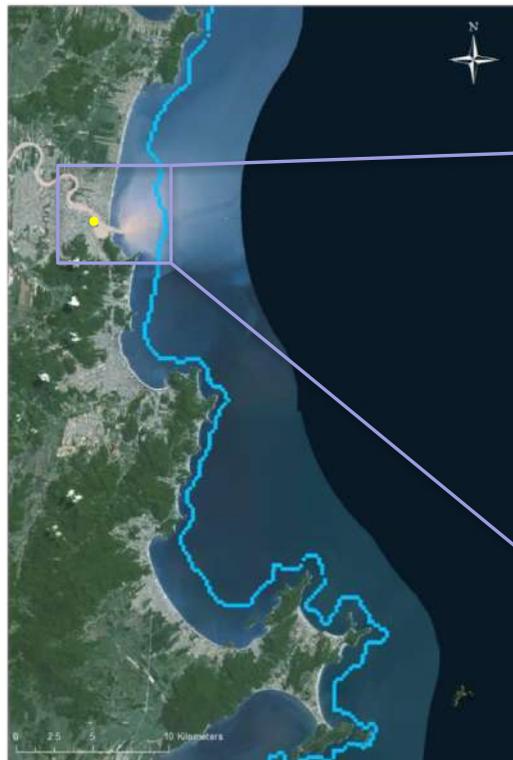
- ✓ Modelo 2D de almacenamiento de celdas (Gouldby et al., 2008)
- ✓ Basado en una aproximación difusiva de las SWE con inercia local
- ✓ Malla computacional formada por Impact Zones con sub-elemento topografía
- ✓ Proporciona la altura de columna de agua en cada celda y velocidades



## ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL ANÁLISIS FORENSE

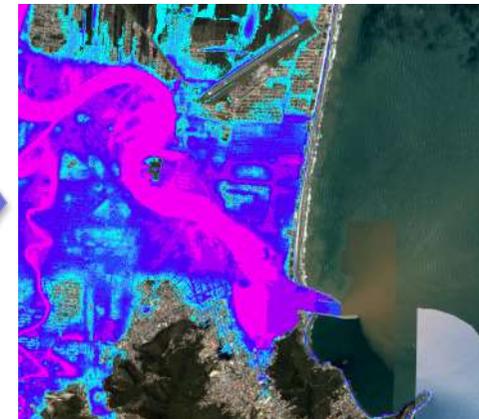
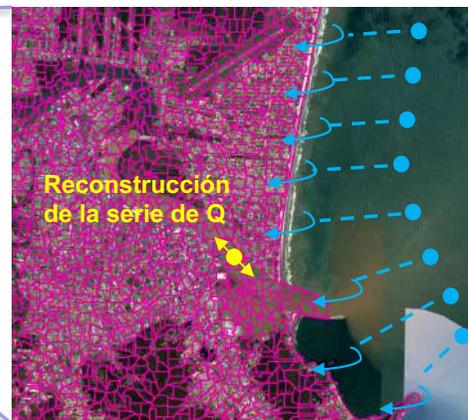
Santa Catarina

### MODELADO DE INUNDACIÓN



Para cada evento histórico y escenarios seleccionados:

Reconstrucción de  
las series de TWL

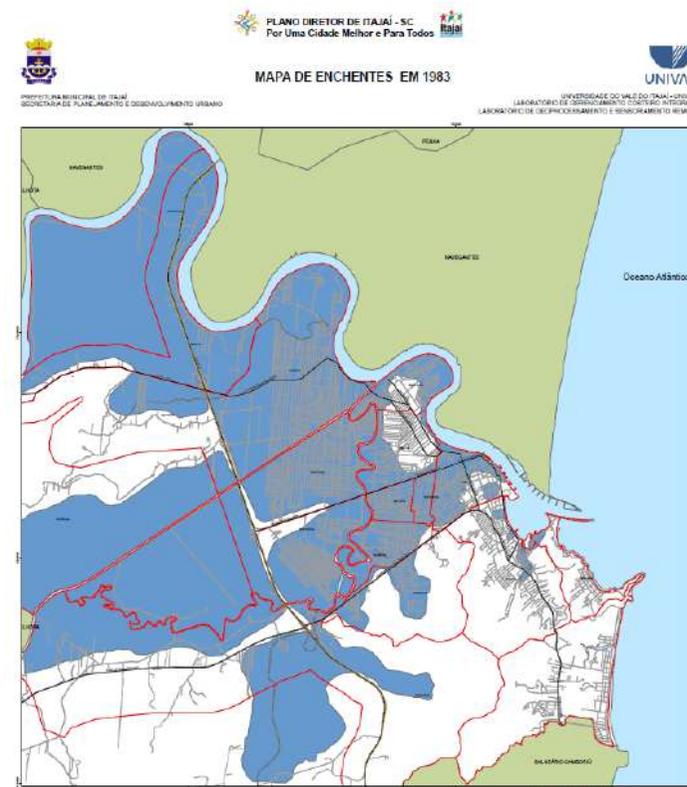
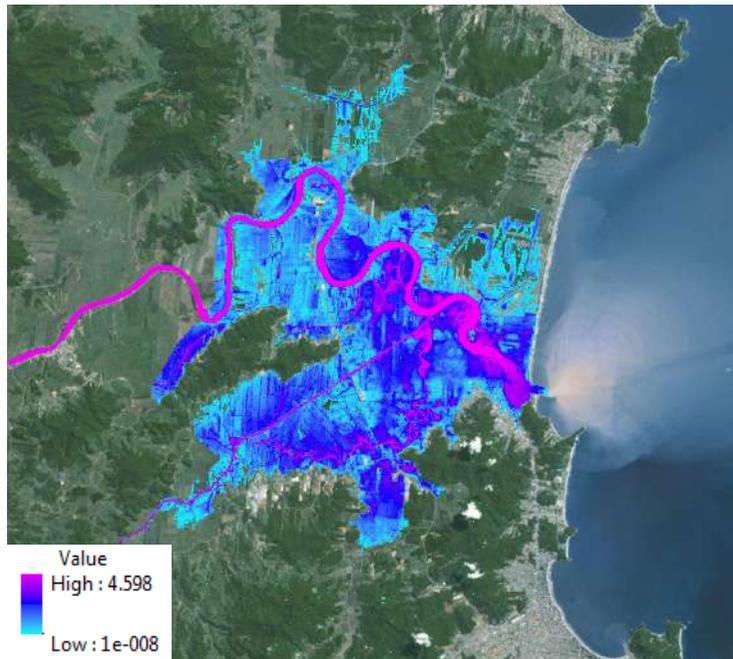


## ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL ANÁLISIS FORENSE

Santa Catarina

### RESULTADOS - VALIDACIÓN

#### EVENTO DE INUNDACIÓN DE JULIO 1983



## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

SUB-NACIONAL – Análisis forense

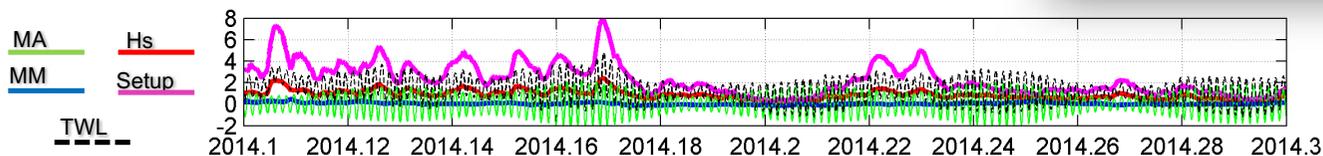
SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

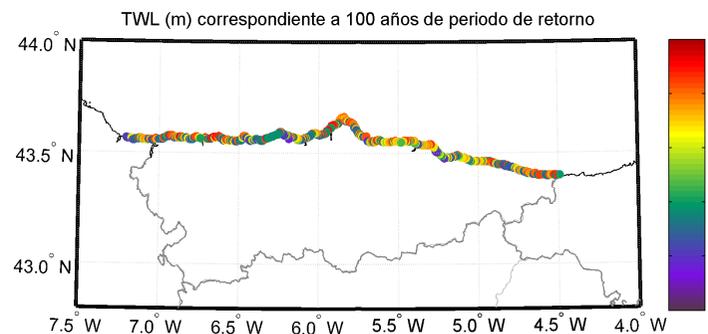
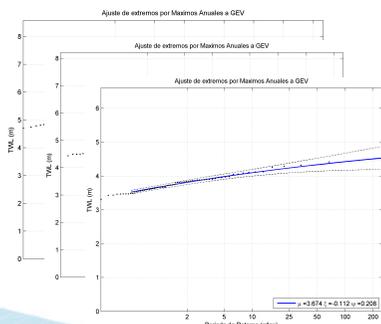
LOCAL – Análisis forense

**ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL**  
**ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS**

**DINÁMICAS GENERADORAS**



**Régimen  
Extremal  
(GEV)**



## ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS

### EXPOSICIÓN

Modelo Digital de Terreno (MDT) – LiDAR 5 m (IGN)



Digitalización de defensas costeras



Línea de costa de alta resolución

## ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL

### ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS

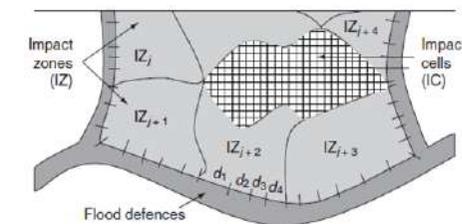
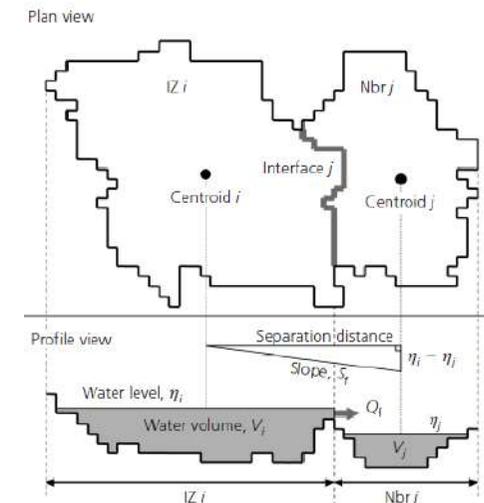
#### MODELADO DE INUNDACIÓN



#### RFSM-EDA

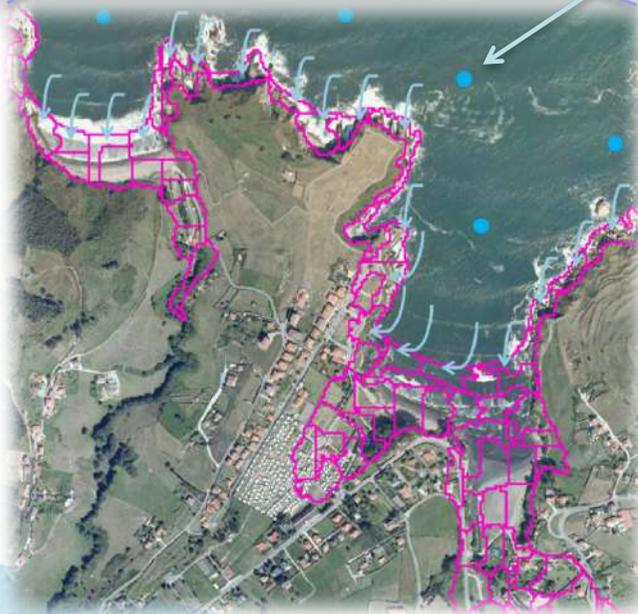
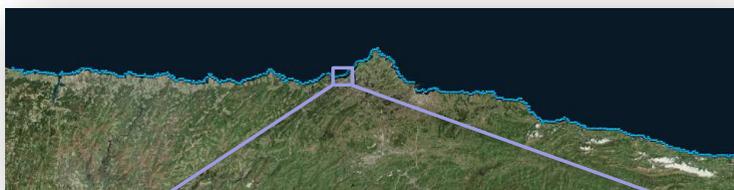
(Rapid Flood Spreading Method - Explicit Diffusion wave with Acceleration term)

- ✓ Modelo 2D de almacenamiento de celdas Basado en una aproximación difusiva de las SWE con inercia local
- ✓ Malla computacional formada por Impact Zones con sub-elemento topografía
- ✓ Proporciona la altura de columna de agua en cada celda y velocidades

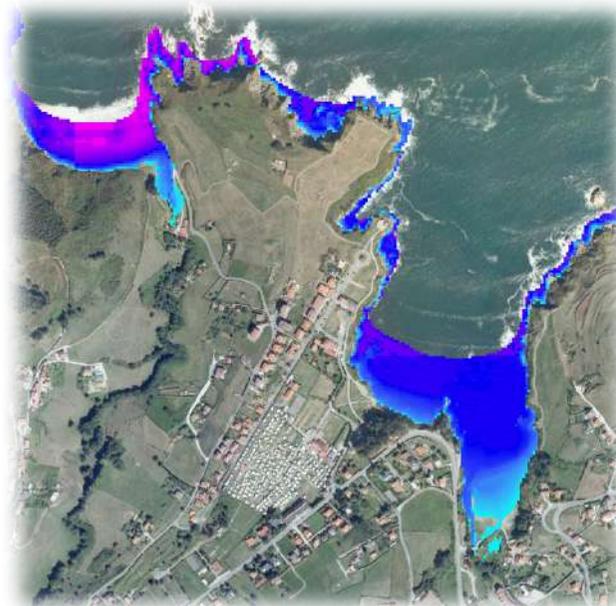
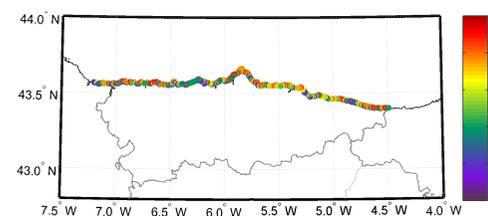


## ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS

### MODELADO DE INUNDACIÓN



Clima Presente: TWL – T = 100 años



ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL  
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS

CALIBRACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DEL OLEAJE A LA CI  
¿Qué valor dar al parámetro  $\alpha$  del set-up del oleaje??

$$CI = MM + MA + RU + SLR$$

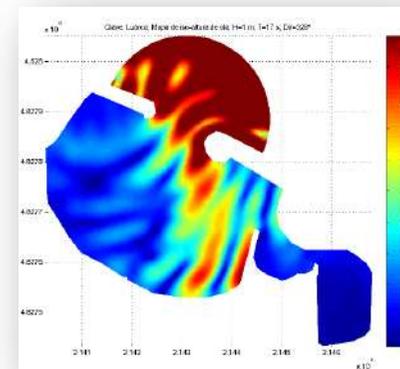
PARÁMETRO  
ALPHA

$$\propto \sqrt{H_S \cdot L_0}$$

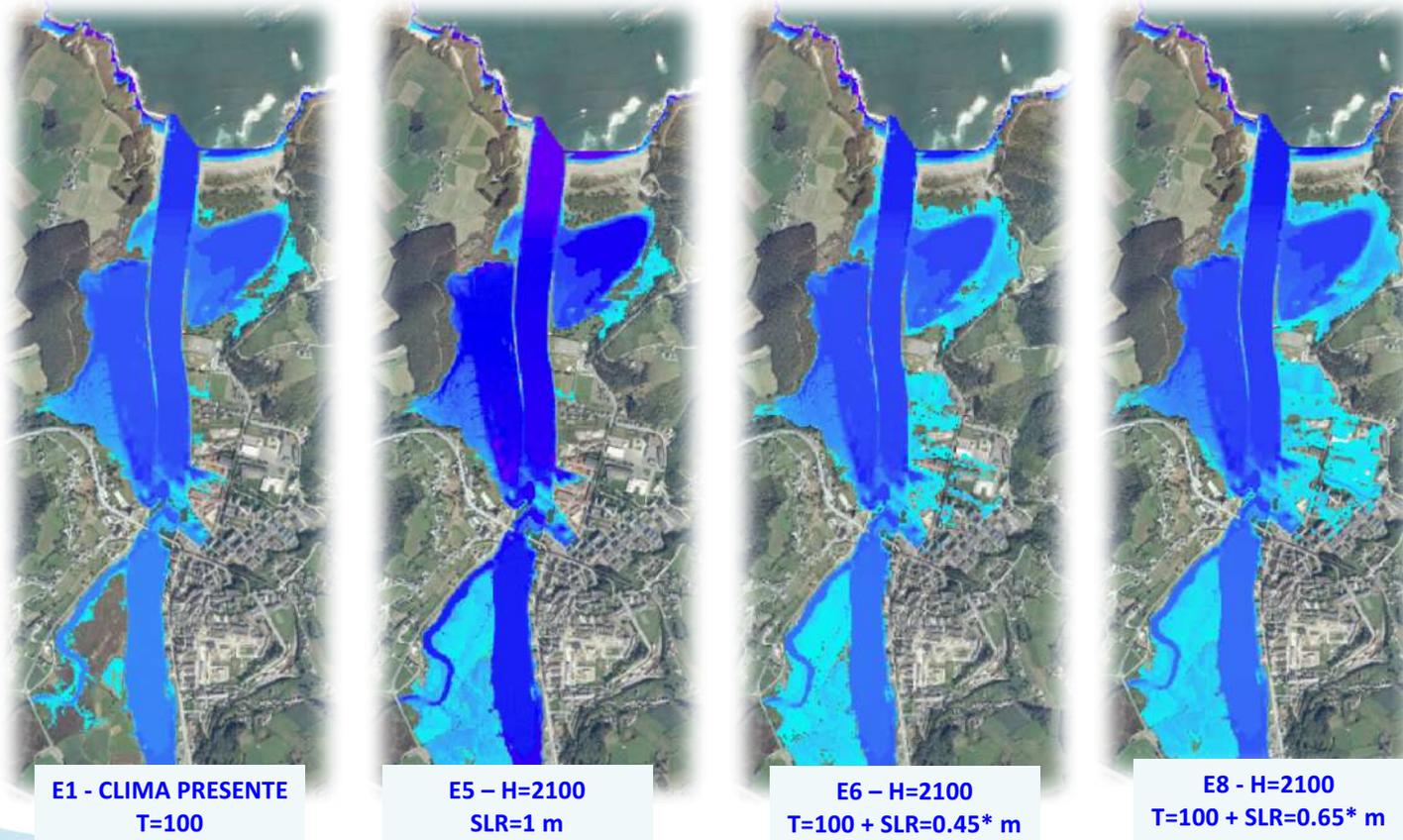
$\alpha = 0.04 \rightarrow$  Playas  
 $\alpha = 0.08 \rightarrow$  Puertos/Acantilados



EFFECTOS LOCALES EN PUERTOS



**ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL**  
**ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS**



## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

SUB-NACIONAL – Análisis forense

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

LOCAL – Análisis forense

ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL  
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE DEL IMPACTO

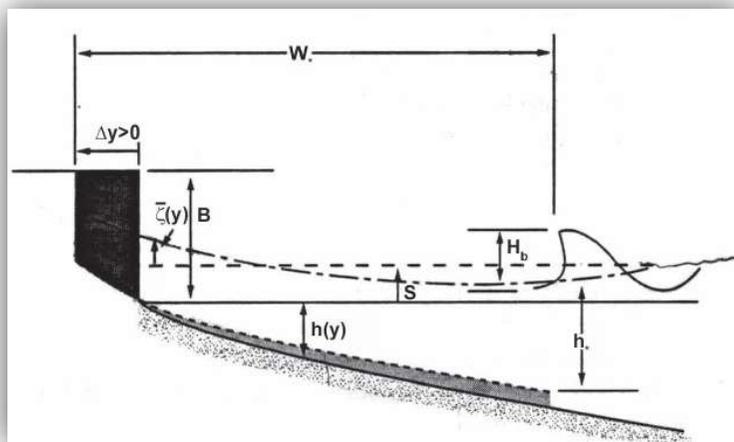
EFFECTOS DE LARGO PLAZO

Aumento del NMM

+

CORTO PLAZO

Oleaje + Nivel del mar (MM y MA)



- Aplicable a medio plazo
- Tendente a una posición de equilibrio
- Con capacidad para reproducir los movimientos de la línea de costa debidos a procesos transversales

$$\frac{dy(t)}{dt} = k(y_{eq}(t) - y(t))$$

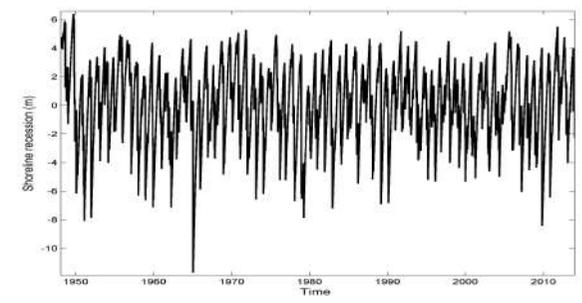
$$y_{eq}(t) = \Delta y_0 + \Delta y_{eq}(t)$$

$$\Delta y_{eq}(t) = -W^*(t) \left( \frac{0.106 H_b(t) + S(t) + T(t)}{B + 2.0 H_b(t) + CM} \right)$$

$$W^* = (h_b / A)^{3/2}$$

MODELO DE EQUILIBRIO BASADO EN EL PERFIL TRANSVERSAL

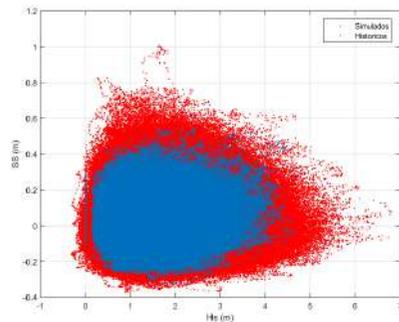
Ej. MODELO DE MILLER & DEAN (2004)



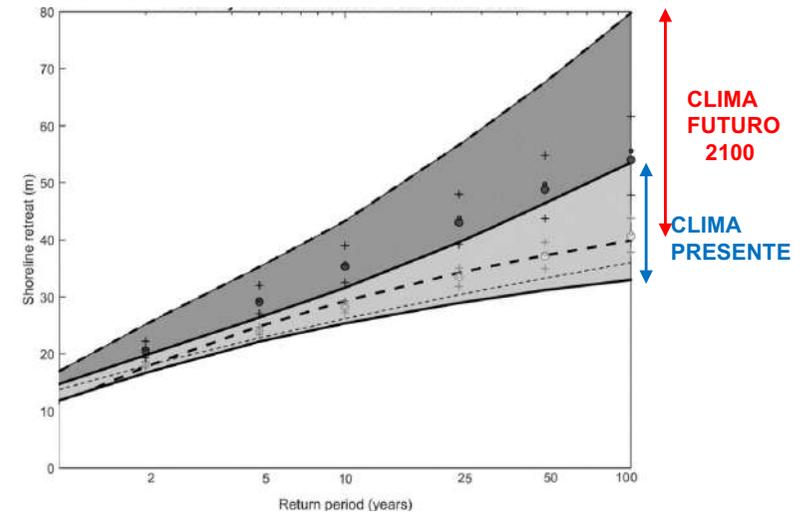
ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL  
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE DEL IMPACTO

ANÁLISIS PROBABILÍSTICO

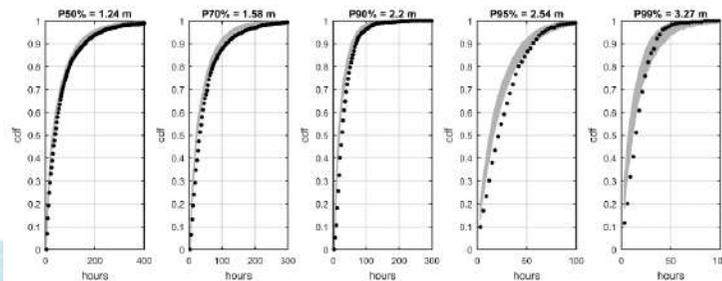
GENERADOR ESTOCÁSTICO DE SERIES MULTIVARIADAS DE OLEAJE Y NIVEL DEL MAR



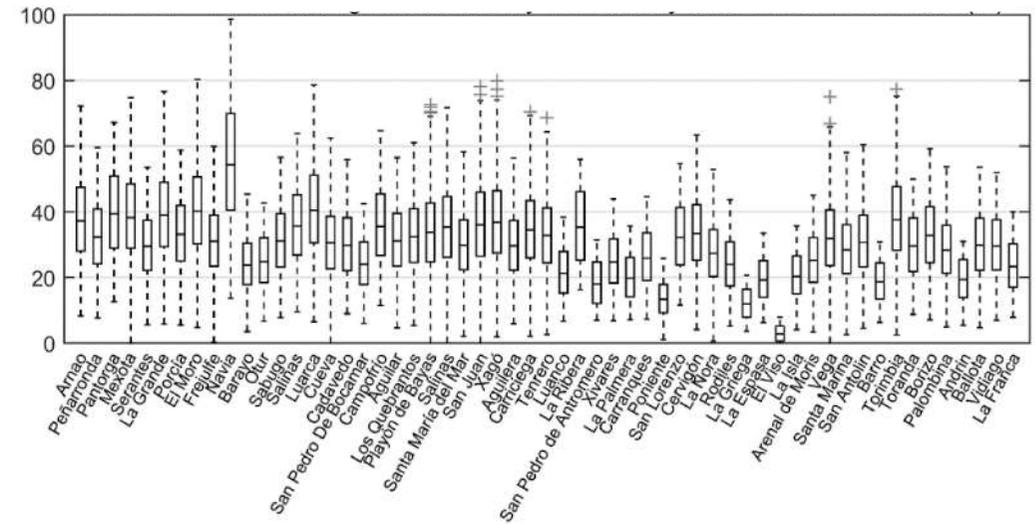
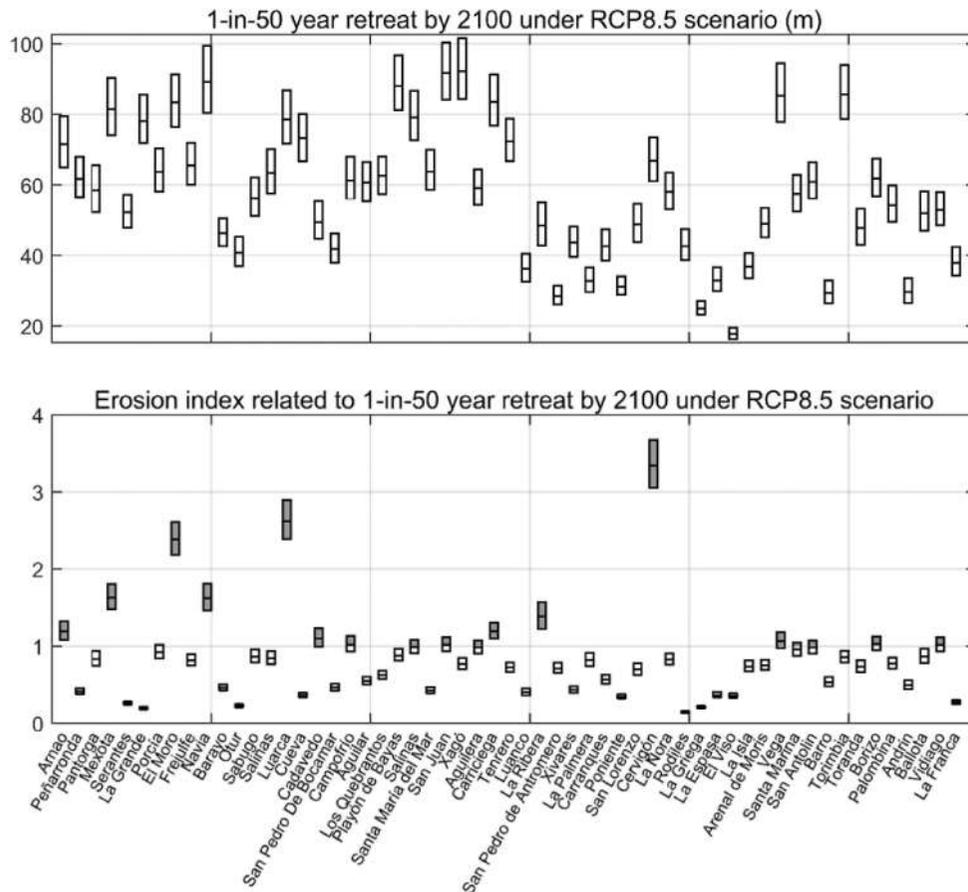
Retroceso línea de costa  
PERIODOS DE RETORNO



Persistencias



ESCALA LOCAL – SUB-NACIONAL  
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE DEL IMPACTO



La Regla de Bruun sobreestima un 10-40% estos valores de retroceso a fin de siglo

## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

SUB-NACIONAL – Análisis forense

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

LOCAL – Análisis forense

## ESCALA LOCAL ANÁLISIS FORENSE



## EROSIÓN

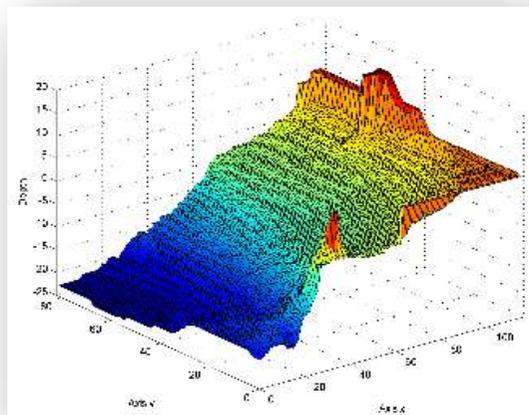
### Playa de El Sardinero



**ESCALA LOCAL  
ANÁLISIS FORENSE**

**OBTENCIÓN DE PERFILES TRANSVERSALES A LO LARGO DE LA PLAYA**

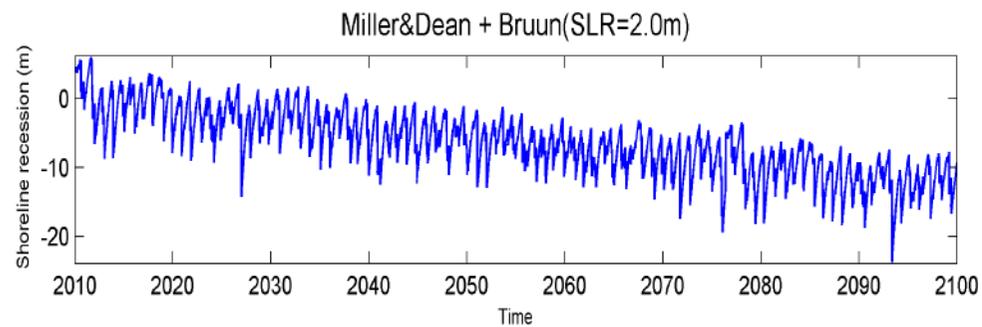
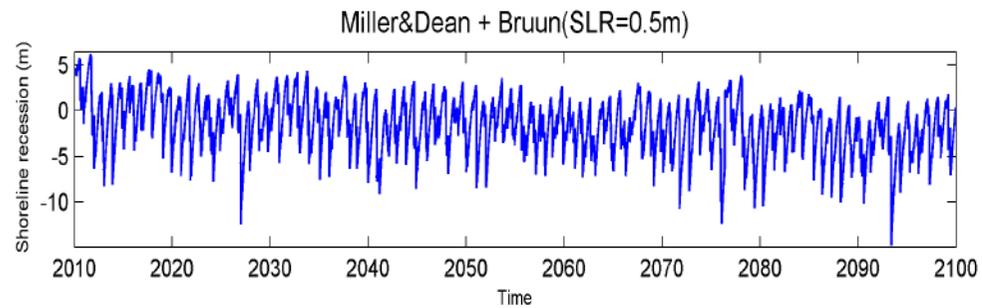
**Modelado de procesos con  
XBEACH (Roelvink, 2009)**



**Playa de El Sardinero**

**ESCALA LOCAL  
ANÁLISIS FORENSE**

**Modelado de la evolución de la línea de costa 2010-2100**

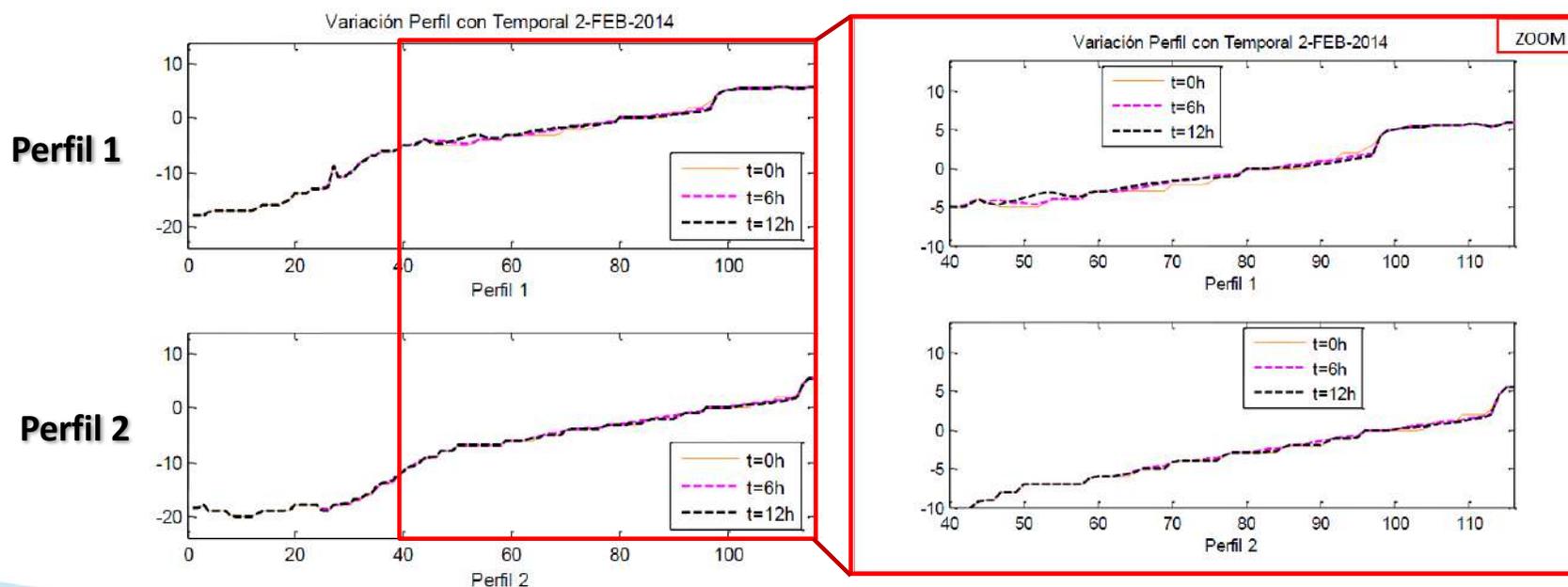


**Retrocesos asociados a periodos de retorno**

	Extreme			
	SLR 0,5	SLR 1,0	SLR 1,5	SLR 2,0
T=5	5.026	5.645	6.393	7.186
T=10	5.644	6.562	7.621	8.719
T=25	6.355	7.601	8.972	10.366
T=50	6.824	8.273	9.825	11.377

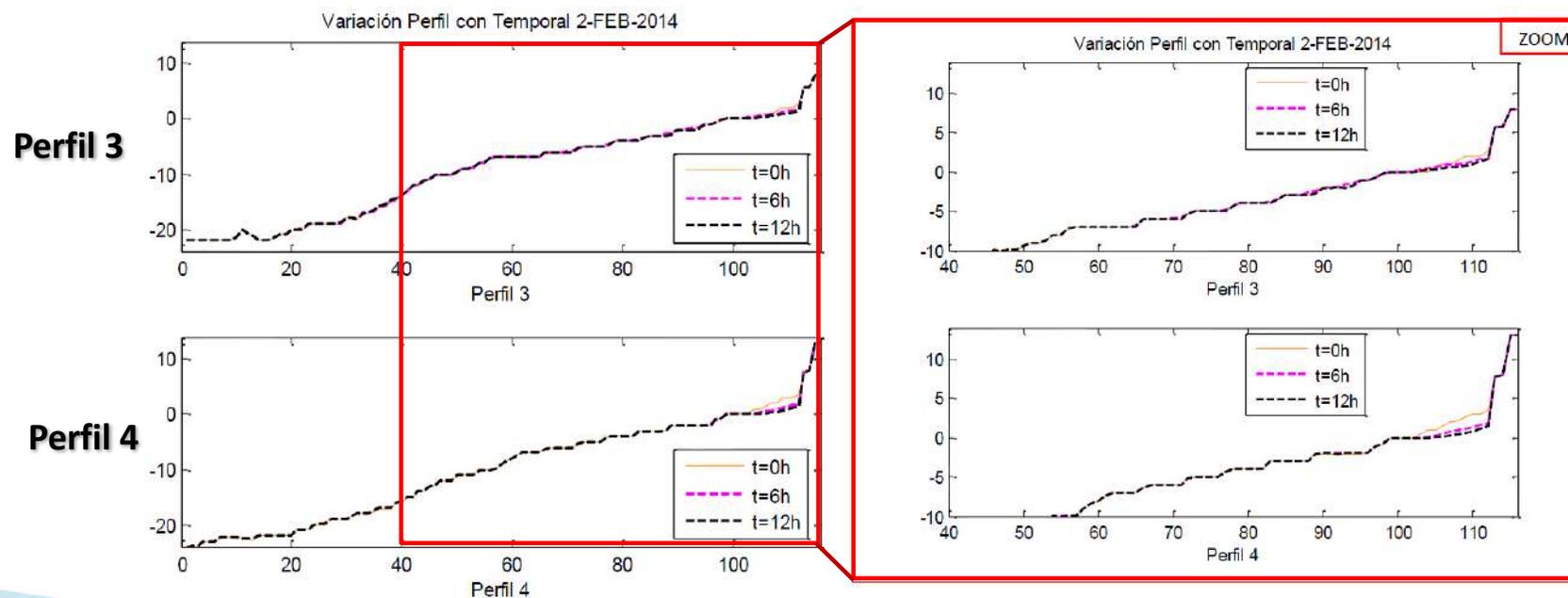
**ESCALA LOCAL**  
**ANÁLISIS FORENSE**

**EVOLUCIÓN DEL PERFIL DE PLAYA DURANTE EL TEMPORAL MARÍTIMO DEL 2 DE FEBRERO DE 2014**



**ESCALA LOCAL**  
**ANÁLISIS FORENSE**

**EVOLUCIÓN DEL PERFIL DE PLAYA DURANTE EL TEMPORAL MARÍTIMO DEL 2 DE FEBRERO DE 2014**



# Metodología de análisis de los impactos costeros de inundación y erosión

**TALLER:**

**Herramientas tecnológicas en Uruguay**

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))



**ANEXO III. 6**  
**RIESGOS Y CONSECUENCIAS**



# Metodología para la evaluación del riesgo socioeconómico

**TALLER:**

**Herramientas tecnológicas en Uruguay**

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))

## CÁLCULO DE RIESGOS Y CONSECUENCIAS

1. MARCO DEL ANÁLISIS
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. EVALUACIÓN DEL RIESGO Y SUS CONSECUENCIAS
5. EJEMPLOS DE CÁLCULOS A DIFERENTES ESCALAS:

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

## CÁLCULO DE RIESGOS Y CONSECUENCIAS

### 1. MARCO DEL ANÁLISIS

### 2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS

### 3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA

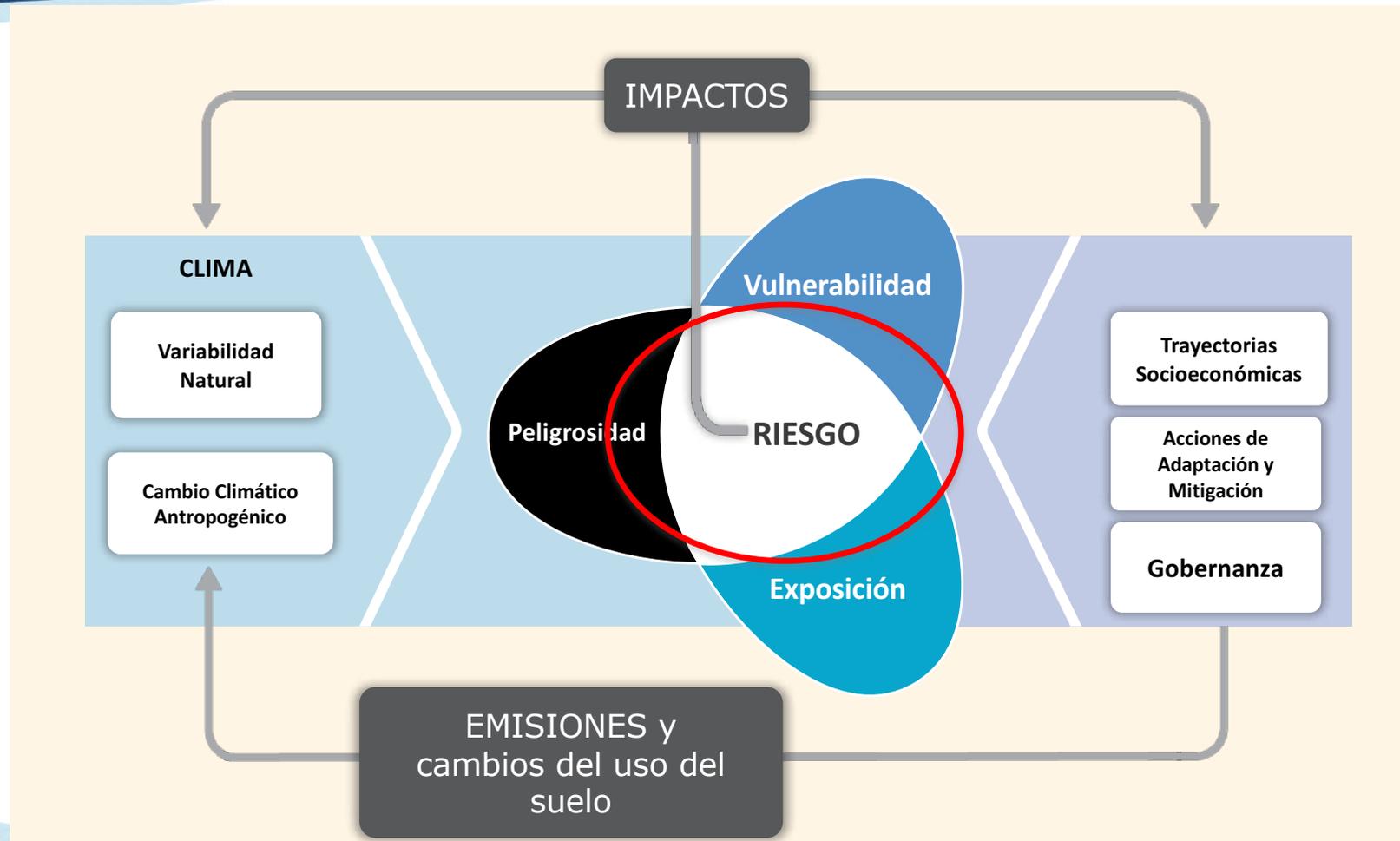
### 4. EVALUACIÓN DEL RIESGO Y SUS CONSECUENCIAS

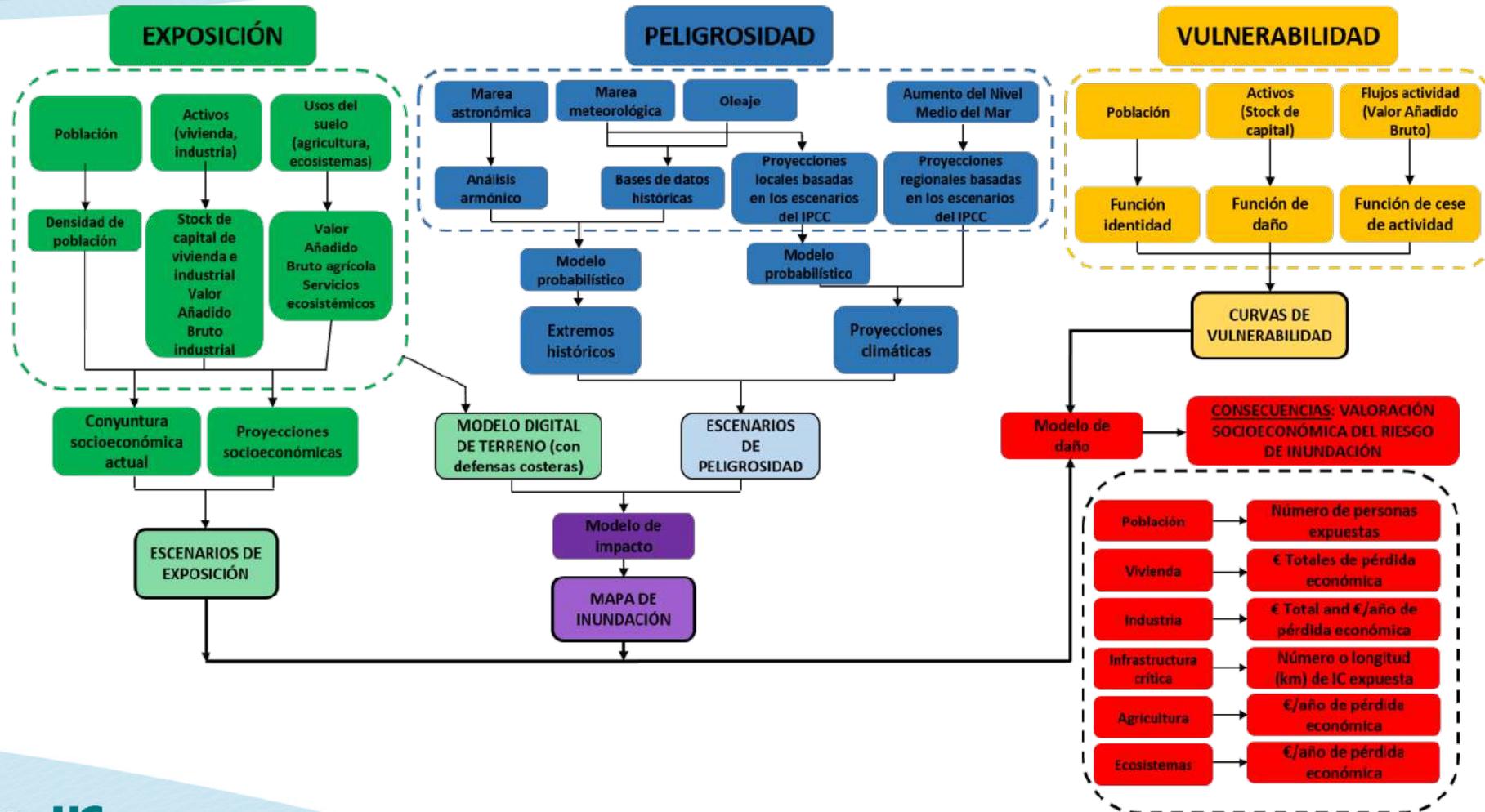
### 5. EJEMPLOS DE CÁLCULOS A DIFERENTES ESCALAS:

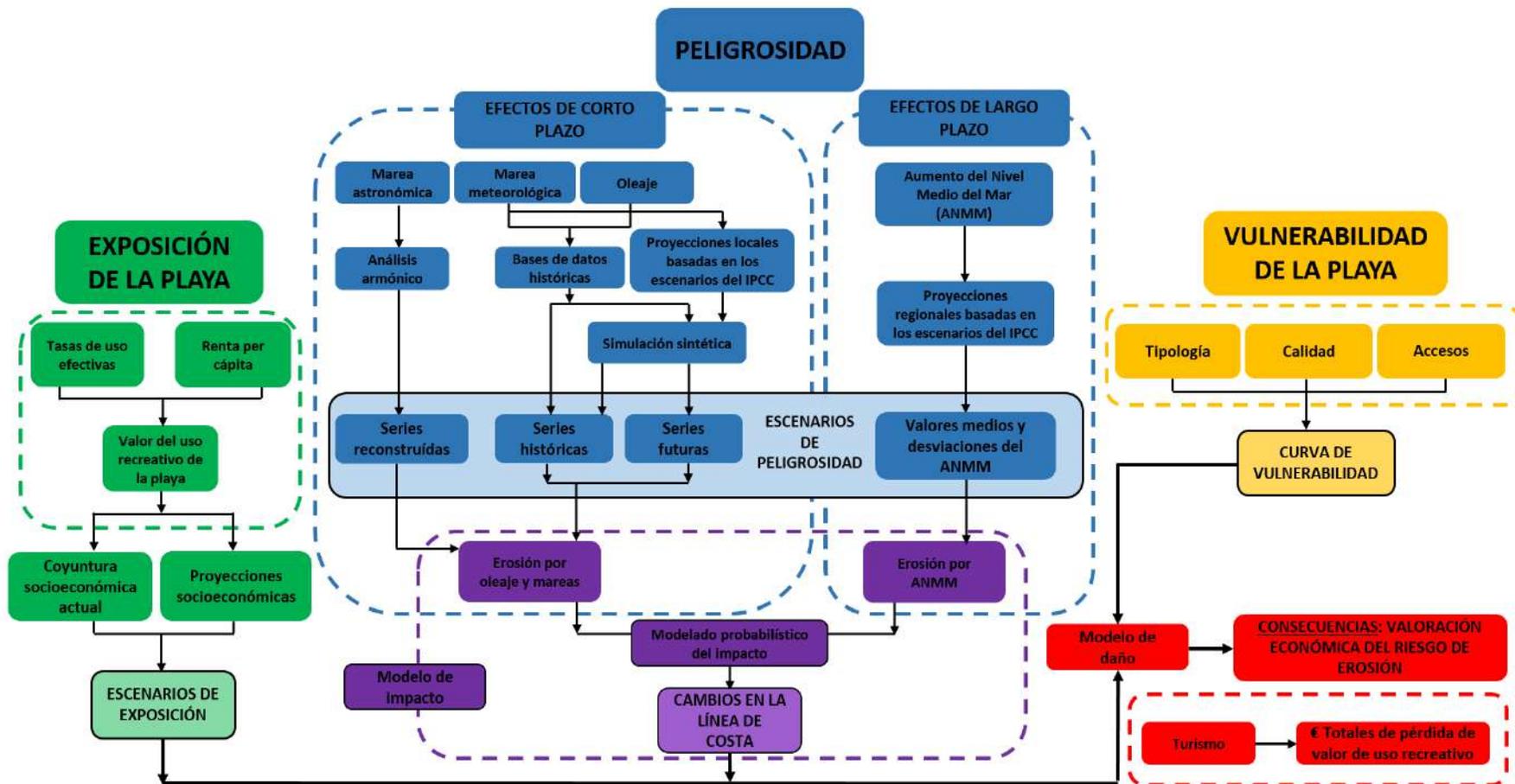
Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño







## CÁLCULO DE RIESGOS Y CONSECUENCIAS

1. MARCO DEL ANÁLISIS
2. CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS COSTERAS
3. EL PROBLEMA DE LA ESCALA GEOGRÁFICA
4. EVALUACIÓN DEL RIESGO Y SUS CONSECUENCIAS
5. EJEMPLOS DE CÁLCULOS A DIFERENTES ESCALAS:

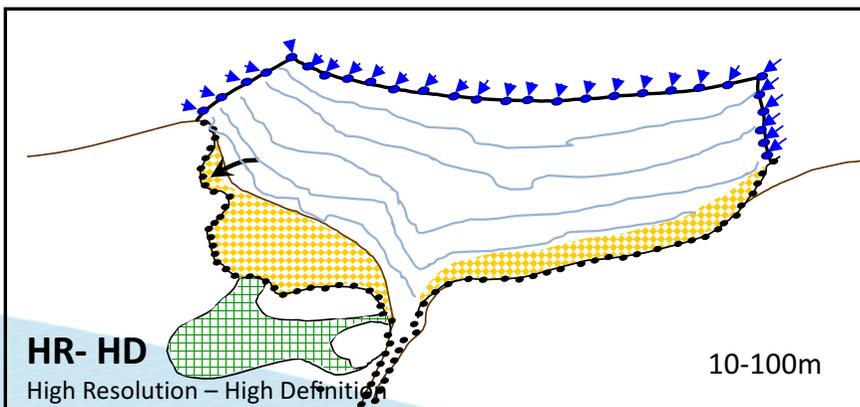
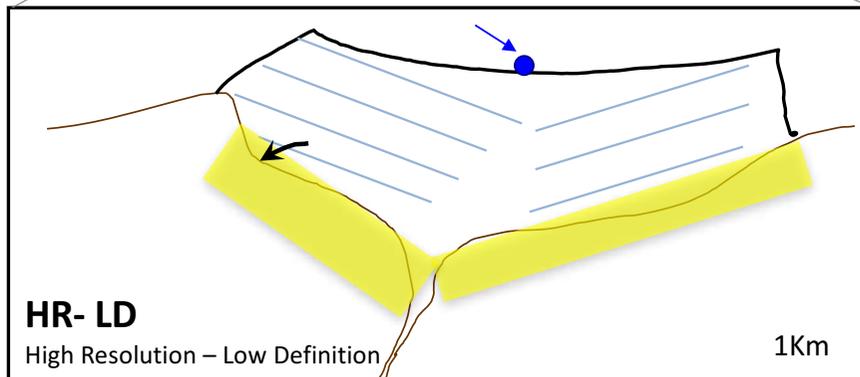
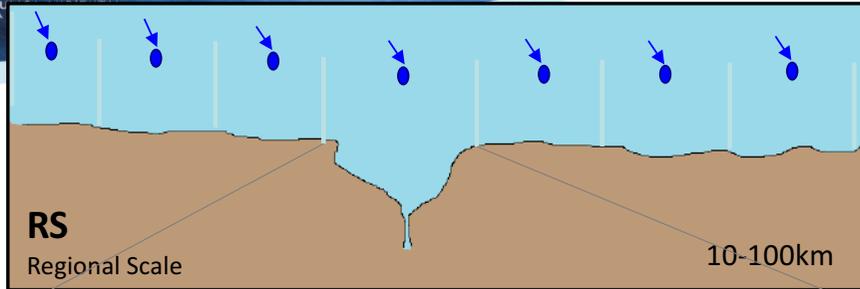
Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y alta definición. Funciones de daño

## ¿Cómo evaluar el riesgo a diferentes escalas?

## RIESGOS Y CONSECUENCIAS



H	E	V	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índices univariados para cada amenaza a escala regional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macro índices para cada amenaza y sector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macro índices para cada amenaza y sector</li> </ul>	Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación analítica para downscaling de dinámicas</li> <li>• Índices univariados para la amenaza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macro índices para cada amenaza y sector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macro índices para cada amenaza y sector</li> </ul>	Formulación analítica incluyendo H, E y V para cada amenaza y sector. Aprox.. estadística
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índices Multivariados para la amenaza</li> <li>• Modelos hidrodinámicos para olas y nivel</li> <li>• Modelos morfodinámicos</li> <li>• Modelos de inundación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MDT HR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución espacial de la vulnerabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación numérica de daños</li> <li>• Simulaciones multimodelo/casos</li> </ul>

## APLICACIONES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES

### 1. ESCALA REGIONAL - CONTINENTAL

Baja resolución y baja definición. Indicadores e índices

Alta resolución y baja definición. Indicadores e índices

### 2. ESCALA LOCAL

NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

**SUB-NACIONAL – Análisis forense**

SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico de las condiciones hidrodinámicas

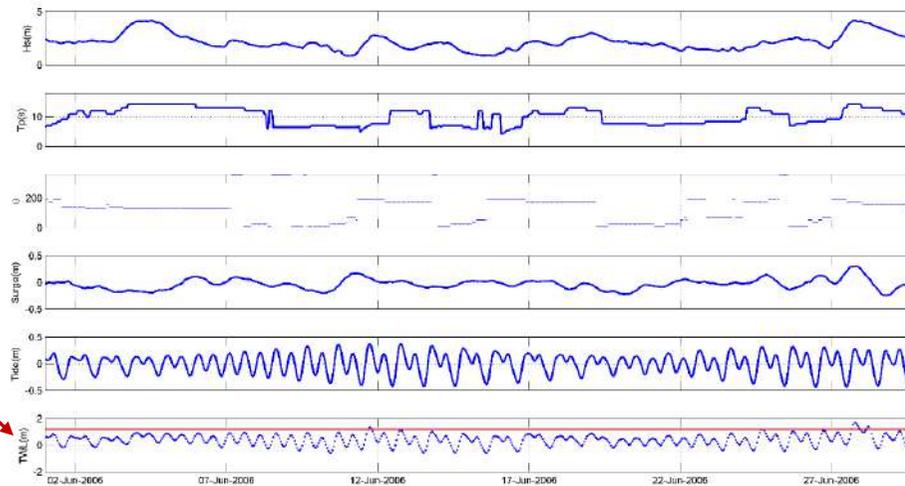
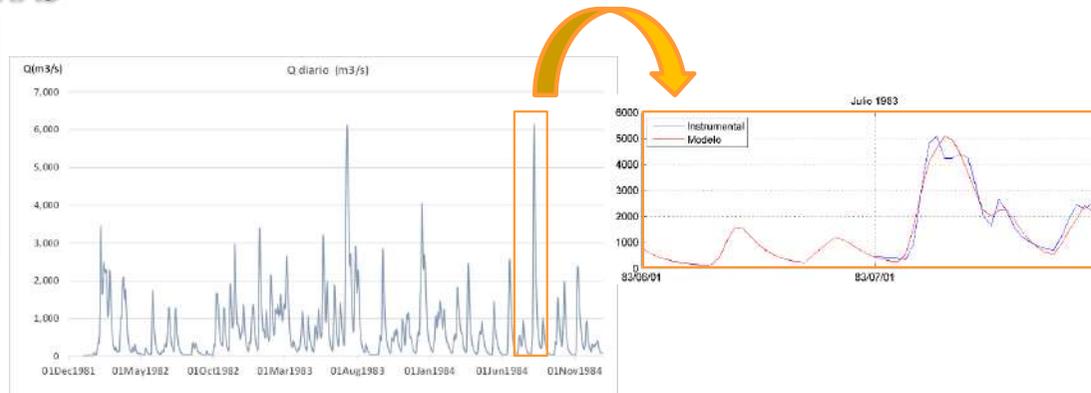
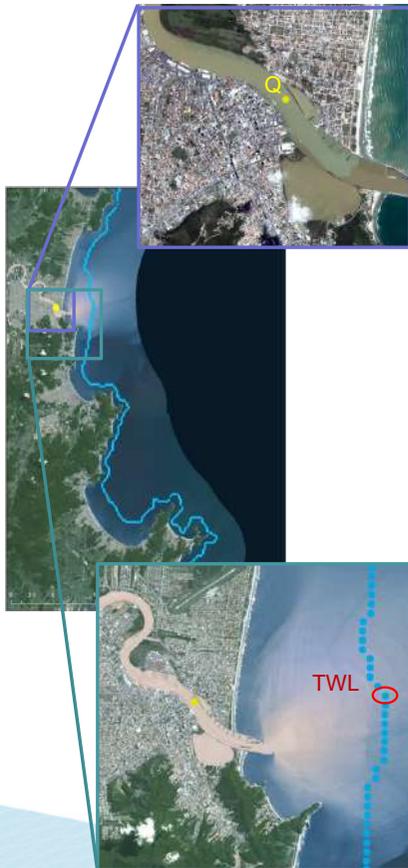
SUB-NACIONAL – Análisis probabilístico del impacto

LOCAL – Análisis forense

**ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL  
 ANÁLISIS FORENSE**

**Santa Catarina**

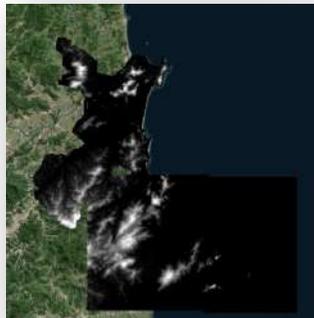
**DINÁMICAS GENERADORAS**



## ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL ANÁLISIS FORENSE

Santa Catarina

### EXPOSICIÓN



**MODELOS DIGITALES  
DE TERRENO (MDT)  
DE 1 m DE  
RESOLUCIÓN  
(UFSC)**



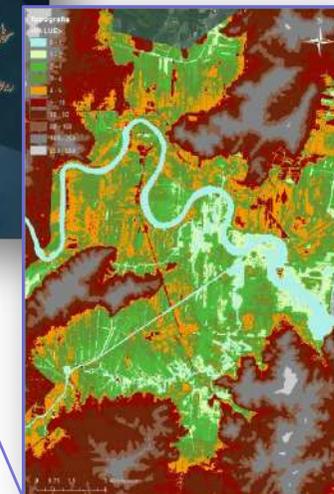
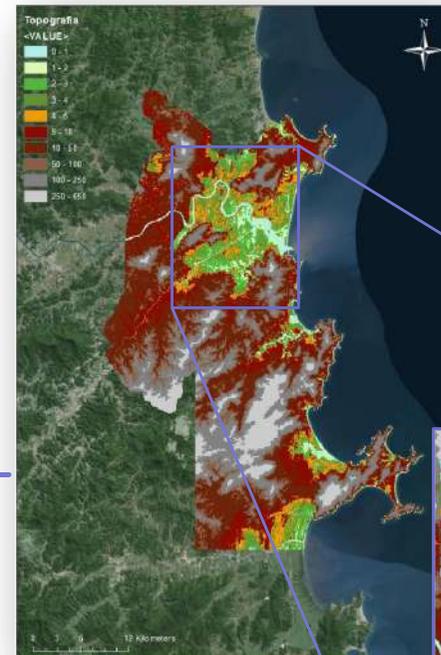
**LÍNEA DE COSTA DE ALTA RESOLUCIÓN  
(Elaboración propia)**



**MDT DE 30 METROS DE RESOLUCIÓN GDEM  
(NASA).**



**LIMPIEZA Y RECTIFICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA**

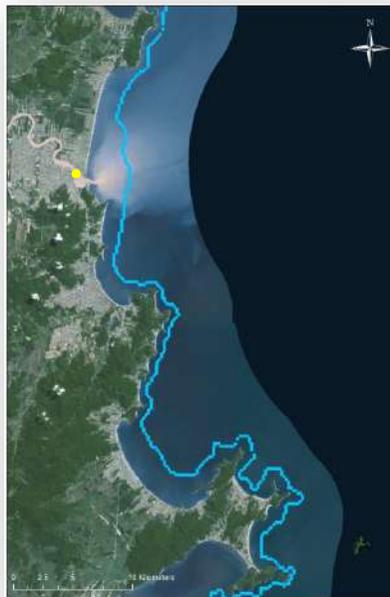


ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL  
ANÁLISIS FORENSE

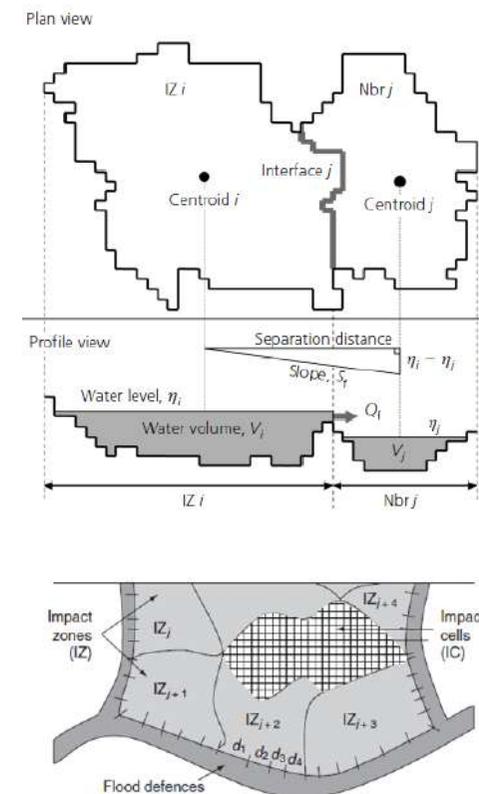
Santa Catarina

MODELADO DE INUNDACIÓN  
RFSM-EDA

(Rapid Flood Spreading Method - Explicit Diffusion wave with Acceleration term)



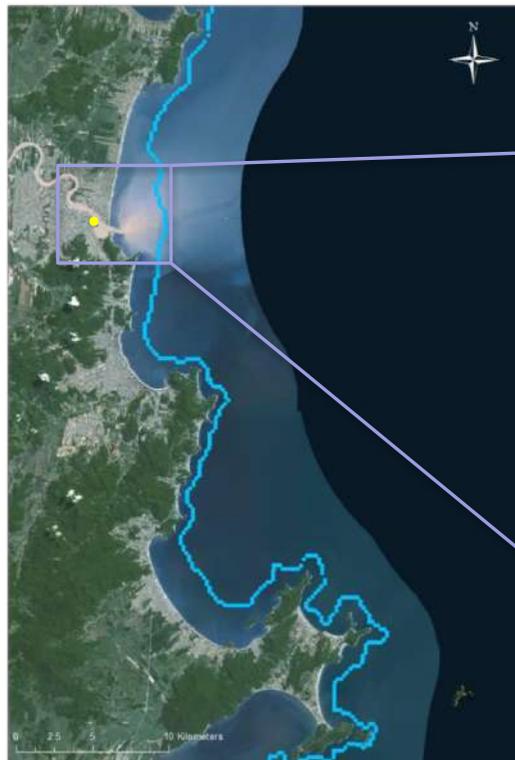
- ✓ Modelo 2D de almacenamiento de celdas (Gouldby et al., 2008)
- ✓ Basado en una aproximación difusiva de las SWE con inercia local
- ✓ Malla computacional formada por Impact Zones con sub-elemento topografía
- ✓ Proporciona la altura de columna de agua en cada celda y velocidades



## ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL ANÁLISIS FORENSE

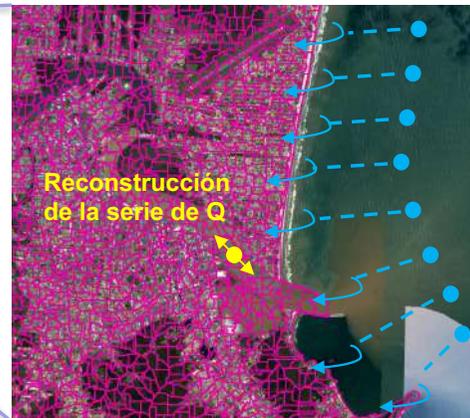
Santa Catarina

### MODELADO DE INUNDACIÓN

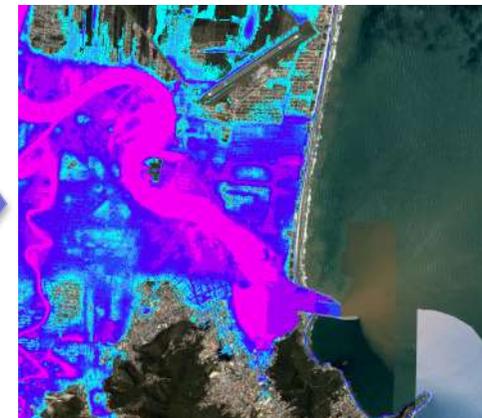


Para cada evento histórico y escenarios seleccionados:

Reconstrucción de  
las series de TWL



Reconstrucción  
de la serie de Q

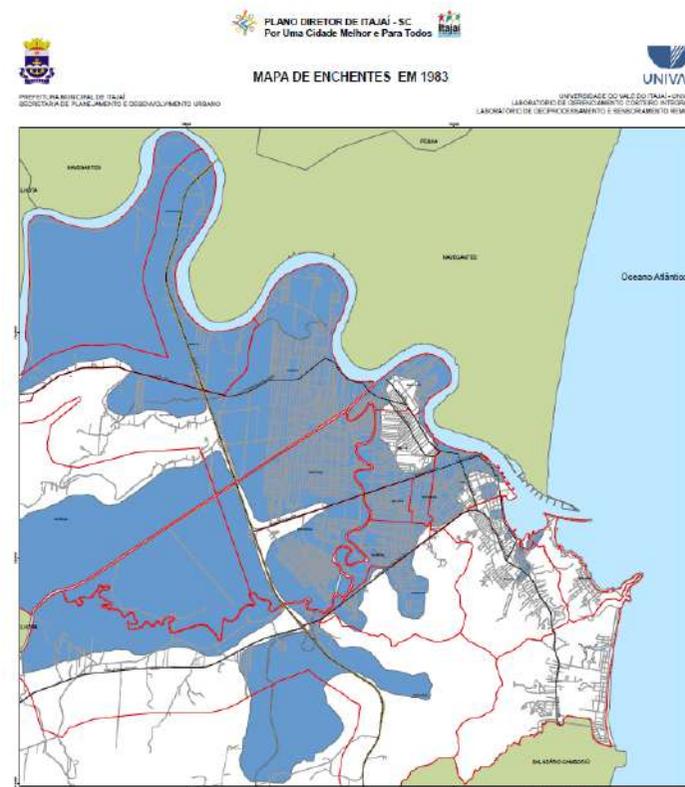
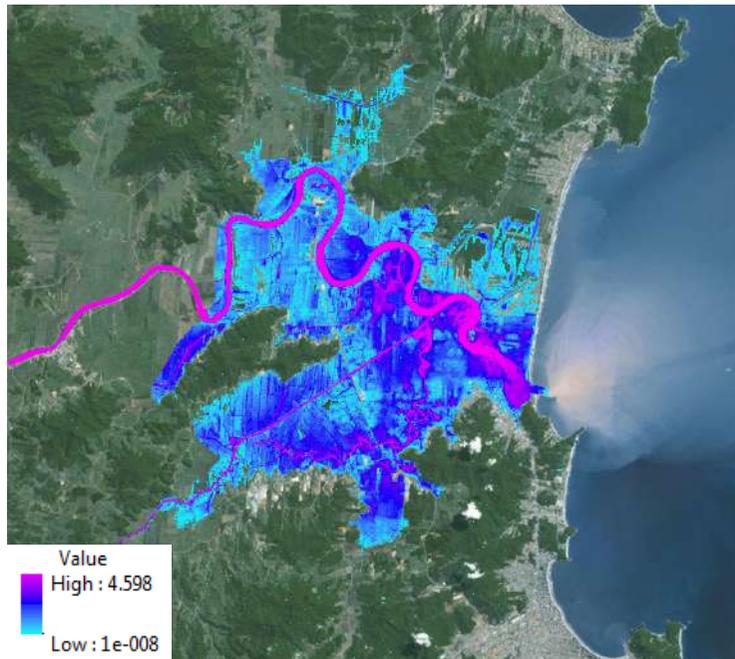


## ESCALA LOCAL- SUB-NACIONAL ANÁLISIS FORENSE

Santa Catarina

### RESULTADOS - VALIDACIÓN

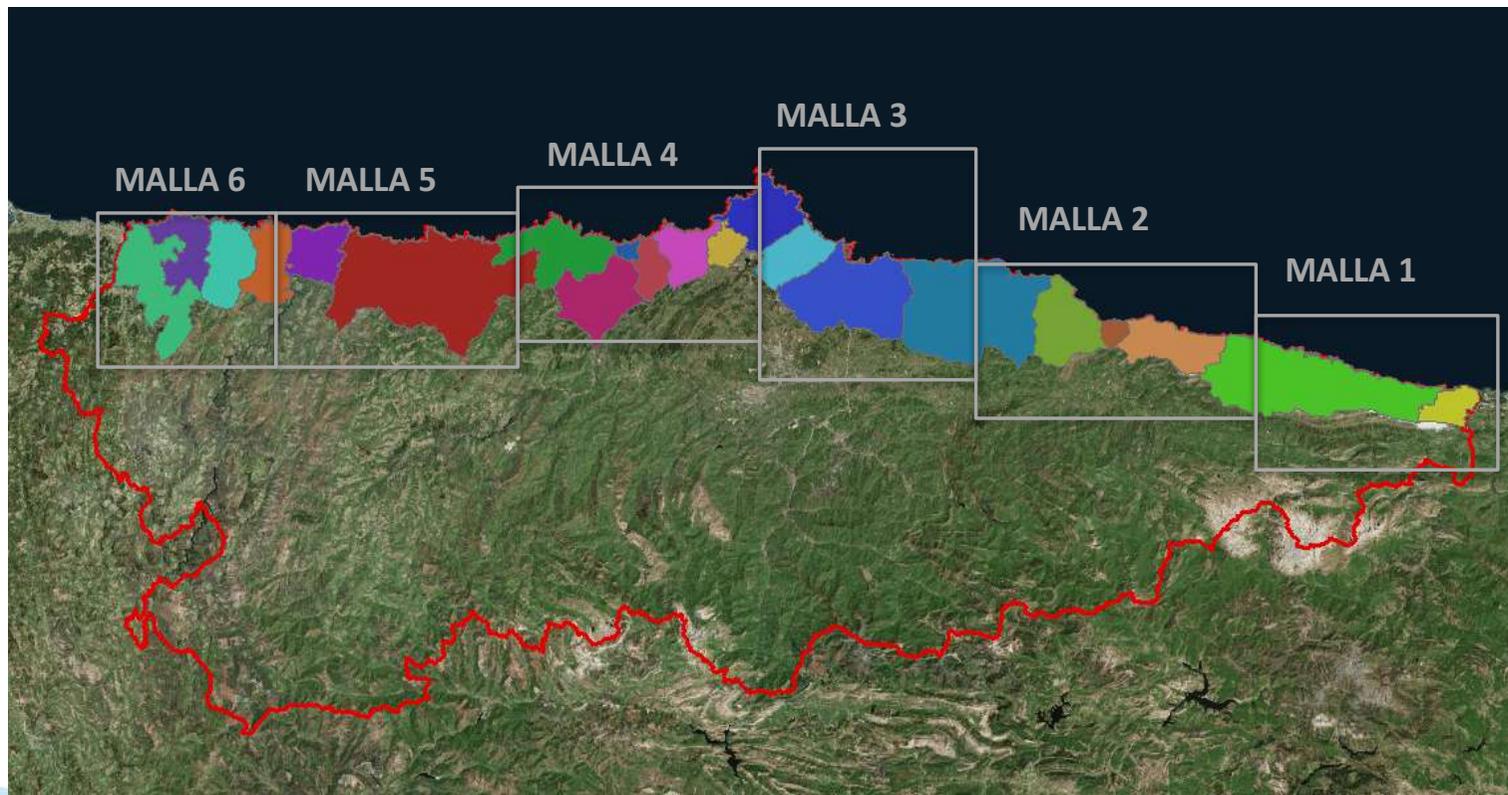
#### EVENTO DE INUNDACIÓN DE JULIO 1983



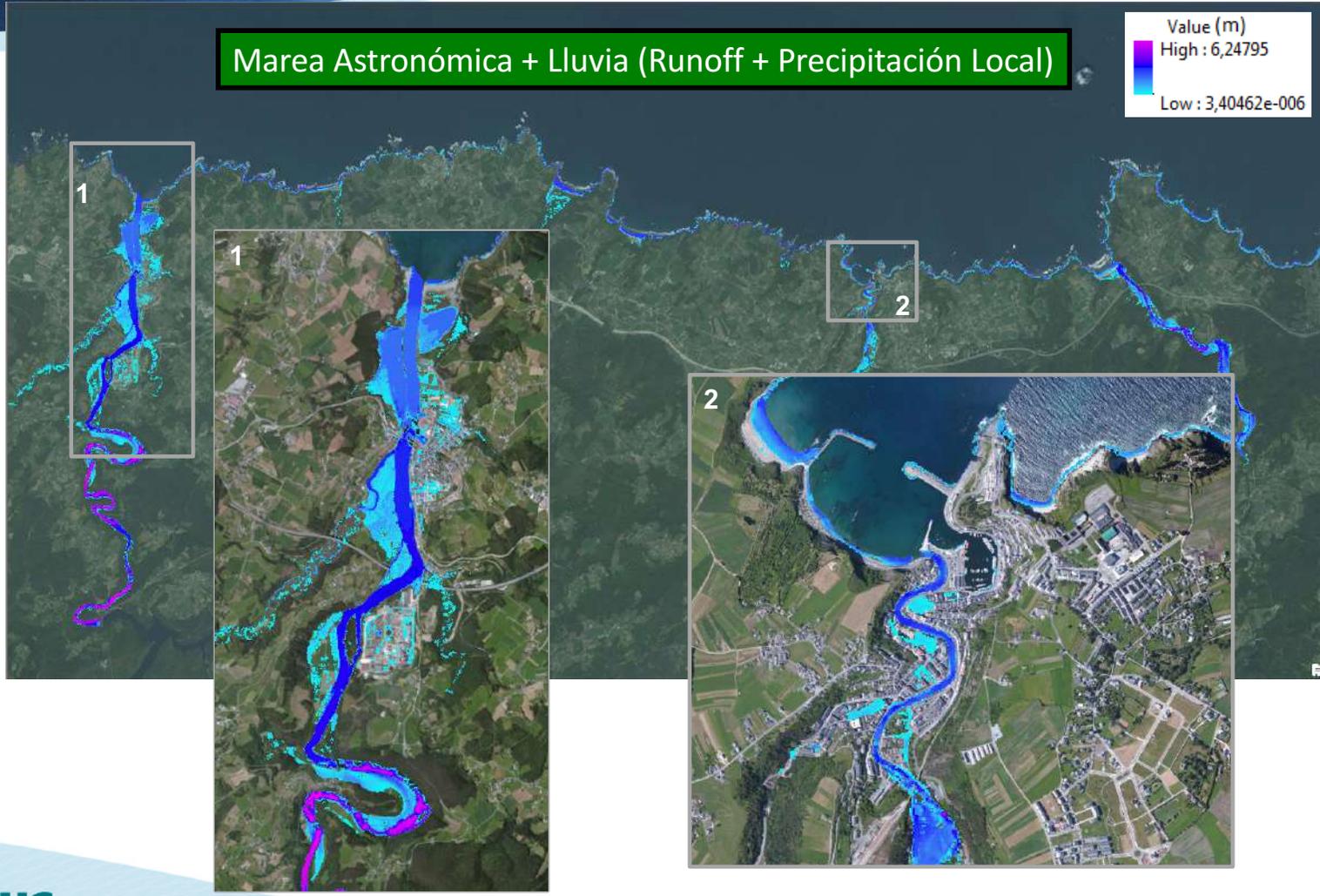
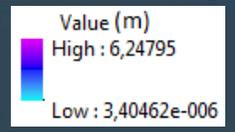




## Distribución espacial de las mallas del modelo



Marea Astronómica + Lluvia (Runoff + Precipitación Local)



Ejercicios de sensibilidad

AÑO HORIZONTE	TIPO DE INUNDACIÓN	ESCENARIOS CLIMÁTICOS	ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS	ESCENARIOS DE RIESGO
Actual	CI	T1	S0	Escenario1
		T2	S0	Escenario2
2050	CI	T1+SLR1	S1	Escenario3
		T2+SLR1	S1	Escenario4
2100	SLR	SLR4	S2	Escenario5
	CI	T1+SLR2	S2	Escenario6
		T2+SLR2	S2	Escenario7
		T1+SLR3	S2	Escenario8
		T2+SLR3	S2	Escenario9

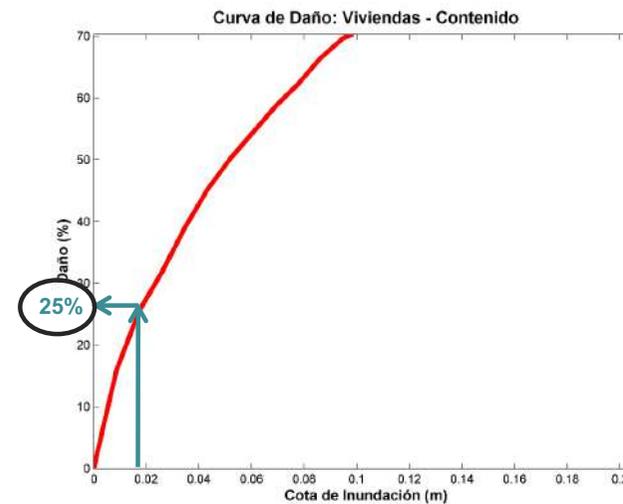
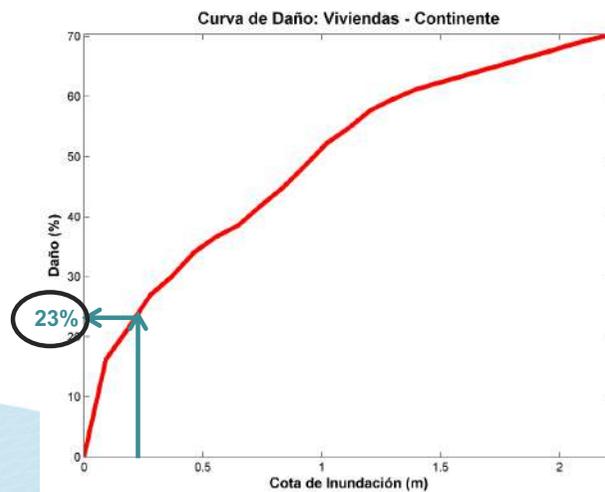
Donde se combinan:

AÑO HORIZONTE	INUNDACIÓN PERMANENTE – SLR (m)			EVENTOS EXTREMOS – CI (T= Período de Retorno)	
	RCP4.5	RCP8.5	High++		
2050	SLR1=0.24		-	T1=100	T2=500
2100	SLR2=0.45	SLR3=0.65	SLR4=1	T1=100	T2=500

AÑO HORIZONTE	POBLACIÓN/ GDP
Actual	S0
2050	S1= proyecciones oficiales de población y crecimiento tendencial para stock y flujos)
2100	S2= crecimiento tendencial para stock y flujos)



## Aplicación de curvas de daño



**La inundación o cualquier otro tipo de impacto afecta a distintos sectores**

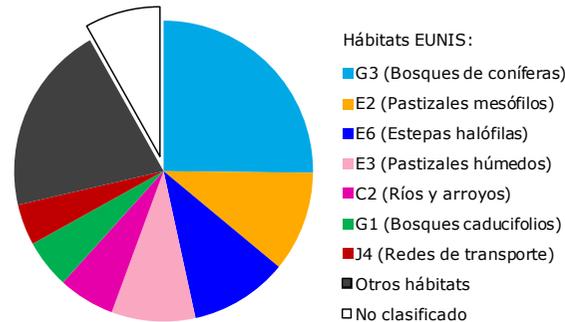
## APROXIMACIÓN MULTISECTORIAL



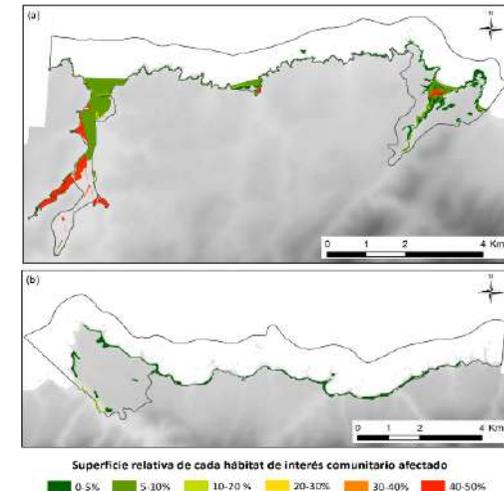


En el ZEC Peñarronda-Barayo se identifican hábitats en zonas estuarinas con casi el 50% de su superficie afectada.

Proporción del área afectada por inundación debida al aumento del NMM

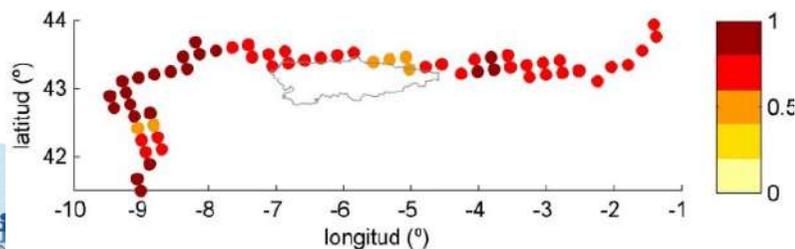


Superficie relativa inundada por aumento del NMM en cada hábitat de interés comunitario



El aumento de 1 m del NMM afectará a un total de 30 hectáreas de hábitats EUNIS, la mayor parte correspondiente a bosques de coníferas.

Probabilidad de ocurrencia de *Gelidium corneum* por cambios en la Temperatura Superficial del Mar para el escenario RCP8.5 a fin de siglo

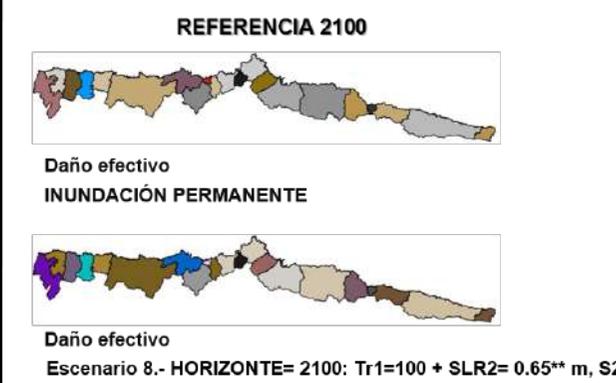
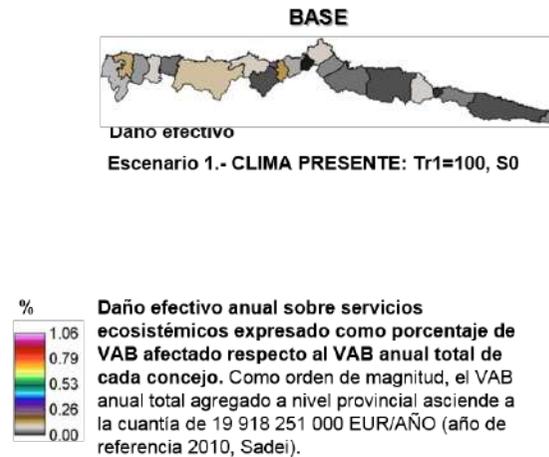


Los cambios en la distribución de *Gelidium corneum* muestran en la zona oeste de Cabo Peñas un aumento de probabilidad de ocurrencia de hasta el 50% para el escenario más pesimista.

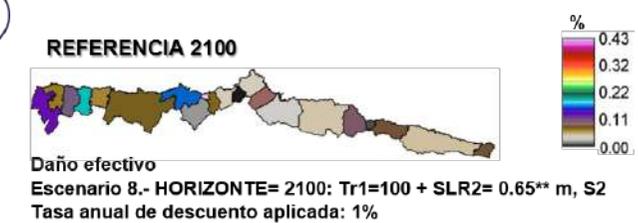
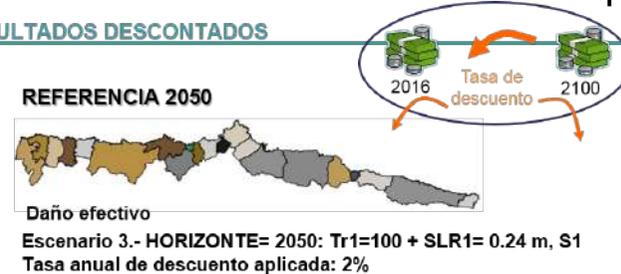


Si no se actúa al respecto, **Gijón alcanzará pérdidas de servicios ecosistémicos de hasta 5 millones de euros anuales.** Muros de Nalón, Coaña, Cudillero sufrirán daños anuales por valor del 1%, 0.42% y 0.38% de su VAB, respectivamente.

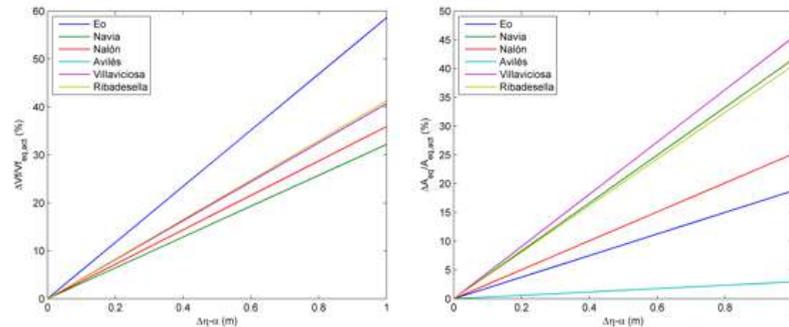
**RESULTADOS SIN DESCONTAR**



**RESULTADOS DESCONTADOS**



**EFFECTO DEL AUMENTO DEL PRISMA DE MAREA SOBRE LOS BAJOS INTERIORES (IZQUIERDA) Y LA DESEMBOCADURA (DERECHA)**



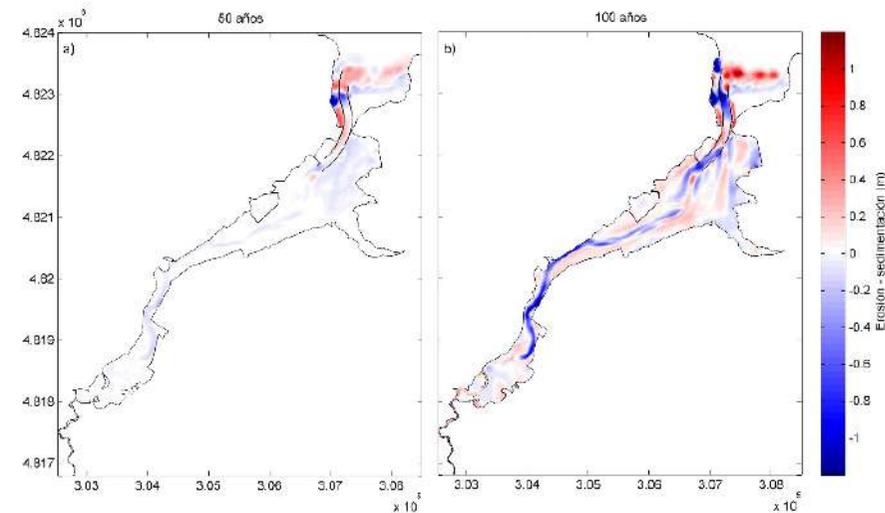
En los bajos interiores se generará un déficit sedimentario.

**Ranking:** Eo, Ribadesella, Villaviciosa, Avilés, Nalón y Navia.

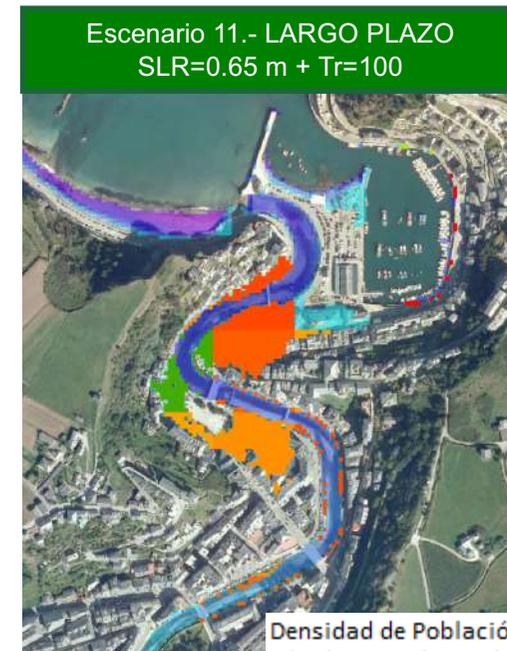
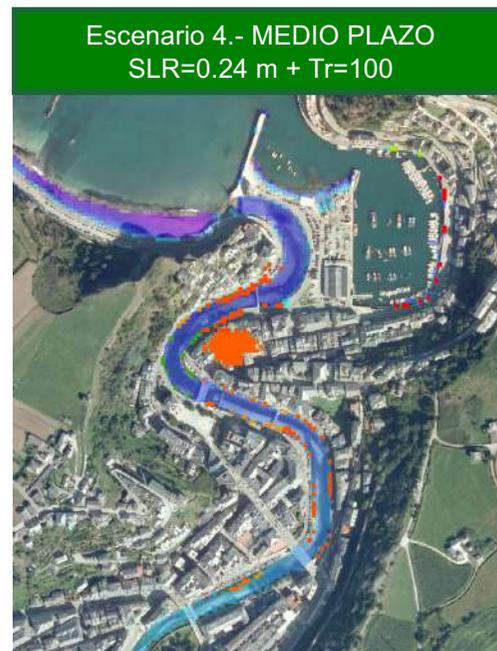
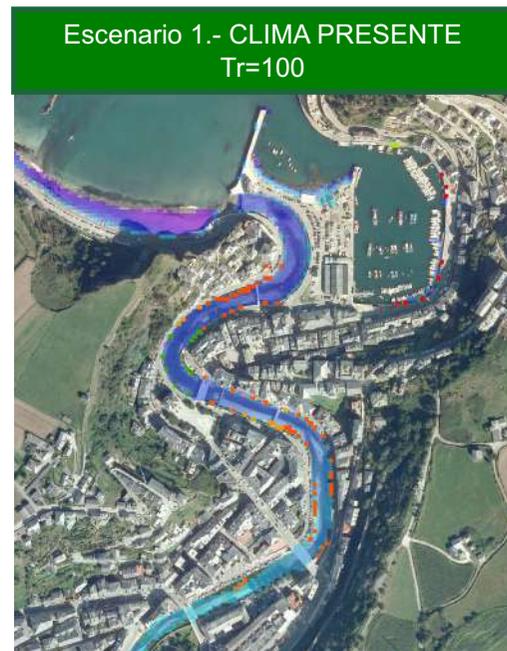
En la desembocadura se producirá un incremento gradual en el área de la sección crítica hasta el equilibrio. **Ranking:** Villaviciosa, Navia, Ribadesella, Nalón, Eo y Avilés.

Los resultados obtenidos en Villaviciosa muestran a final de siglo **sedimentación en los bajos interiores con un aumento medio de cota de 18-25 cm**, un aumento del área de la desembocadura en torno al **34%** (lo que se traduce en incrementos medios de calado de 1.3 m) y un aumento de volumen del bajo exterior del **75%** y de los canales mareales del **18%**.

**MAPA DE EROSIÓN/SEDIMENTACIÓN DEBIDO AL AUMENTO DEL NMM A 2050 Y 2100 AÑOS EN VILLAVICIOSA**



**INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS Y SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR  
A MEDIO Y LARGO PLAZO.  
EJEMPLO: LUARCA**



Densidad de Población  
(Habitantes/25 m<sup>2</sup>)

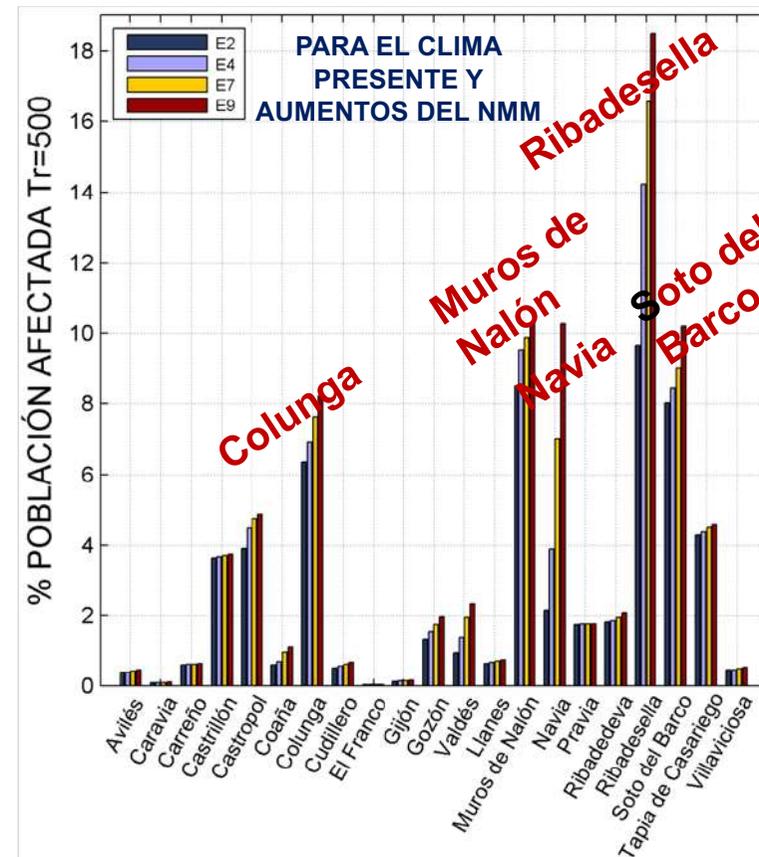




A final de siglo y sin adaptación, **más de 10.500 personas se verán afectadas**, el 1% de la población de Asturias, de los cuales el 0.65% vive en zonas que quedarán anegadas en 2100.

Para el escenario más pesimista y ante la inacción, se ha estimado **en Ribadesella un 18% de población afectada por inundación**. Muros de Nalón, Navia y Soto del Barco estarán en el entorno del 10%.

**% POBLACIÓN AFECTADA PARA EL EVENTO DE  $T_r=500$  RESPECTO AL TOTAL DE CADA CONCEJO.**



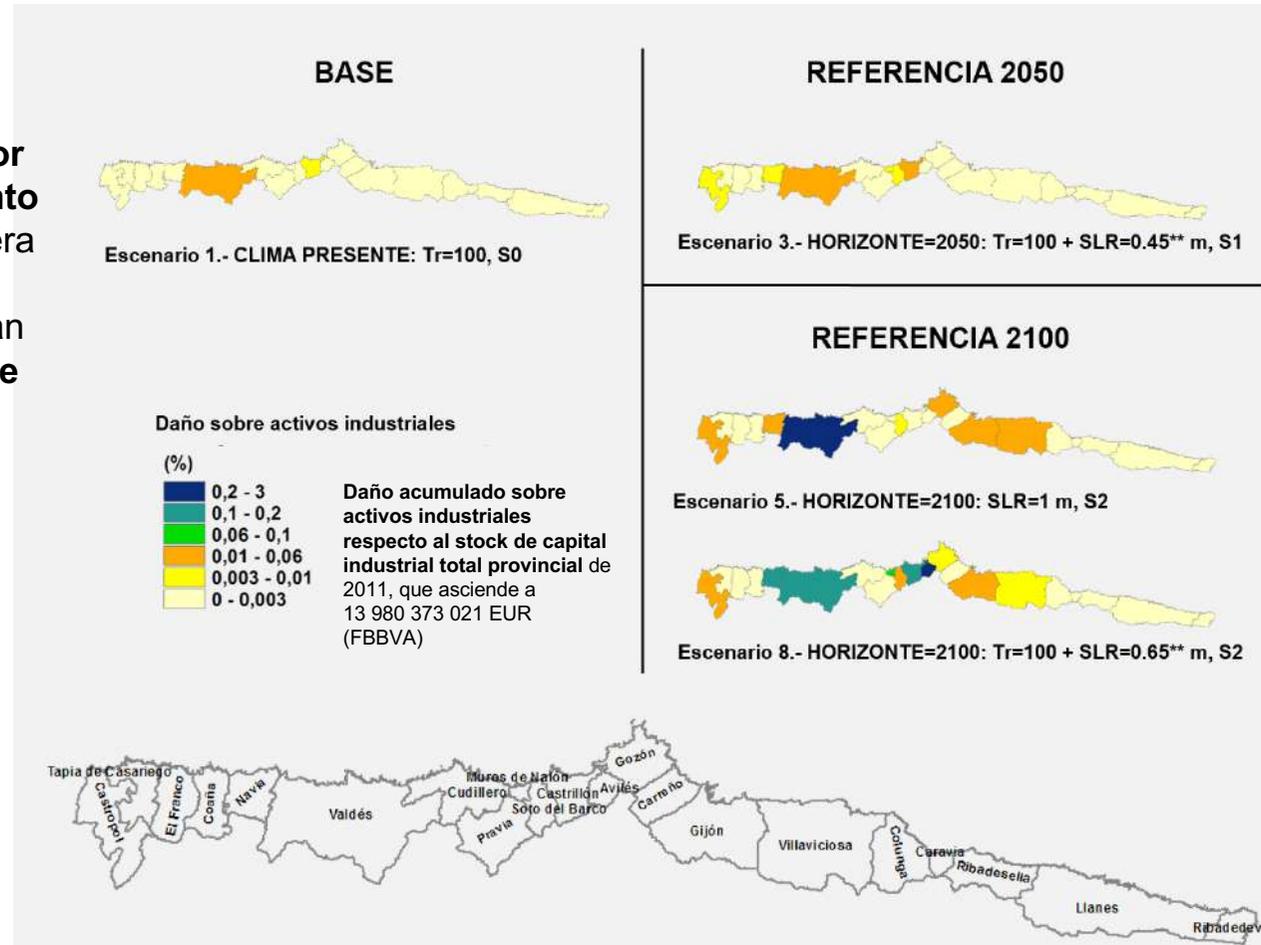


En las zonas comprometidas por efectos irreversibles del aumento del nivel medio del mar se genera en la actualidad un **VAB de 133 millones de euros/año** y albergan **activos industriales por valor de más de 72 millones de euros.**

**Ranking para  $Tr=100 + SLR=0.65^* m$  a 2100 (E8):**

- Avilés**
- Navia**
- Castrillón**
- Valdés**
- Muros de Nalón**

\*: valor medio en Asturias modificado localmente



Ante la inacción, los daños por inundación sobre el stock de capital industrial en Avilés superarán los 42 millones de euros acumulados a fin de siglo.



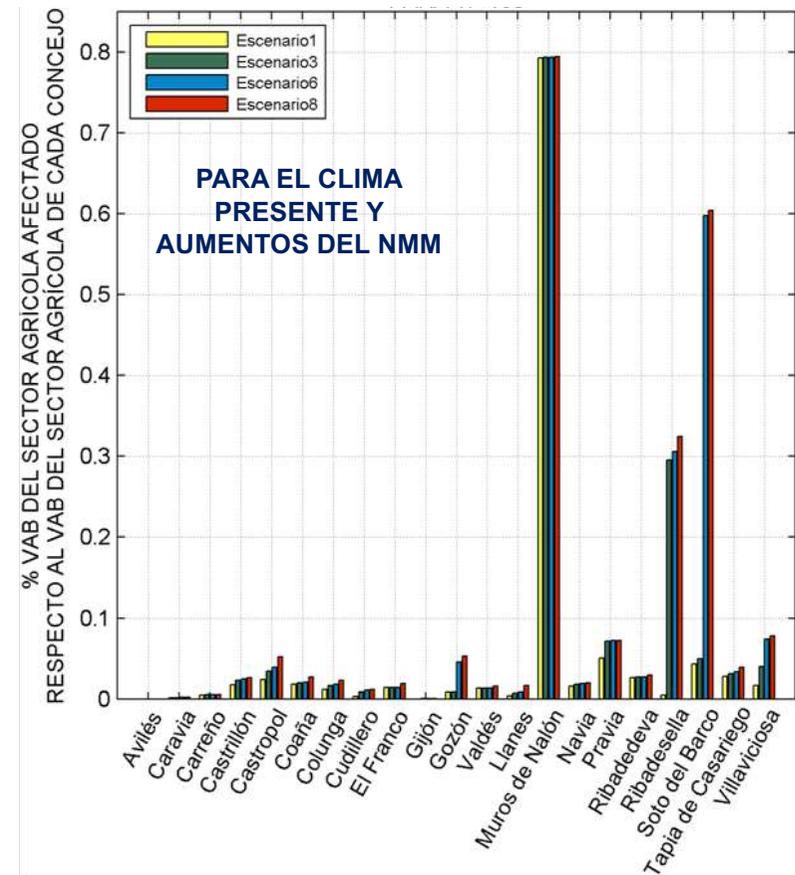
**% VAB DEL SECTOR AGRÍCOLA AFECTADO PARA Tr=100 RESPECTO AL VAB AGRÍCOLA TOTAL DE CADA CONCEJO**

**Soto del Barco sufrirá un incremento anual del 0.5% de daños efectivos a fin de siglo sobre su producción agrícola (35 mill EUR/año en 2011, FBBVA) por efecto del aumento del NMM.**

**Muros de Nalón alcanza daños anuales por valor del 0.8% de su VAB agrícola (17.2 mill EUR/año en 2011, FBBVA) en todos los escenarios ensayados.**

**Ranking para Tr=100 + SLR=0.65\* m a 2100 (E8):**

**Muros de Nalón  
Soto del Barco  
Ribadesella  
Villaviciosa  
Pravia**



## METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

### 1. MARCO DEL ANÁLISIS

### 2. IMPACTO DE INUNDACIÓN

Introducción

Aproximaciones existentes

Metodología y herramientas

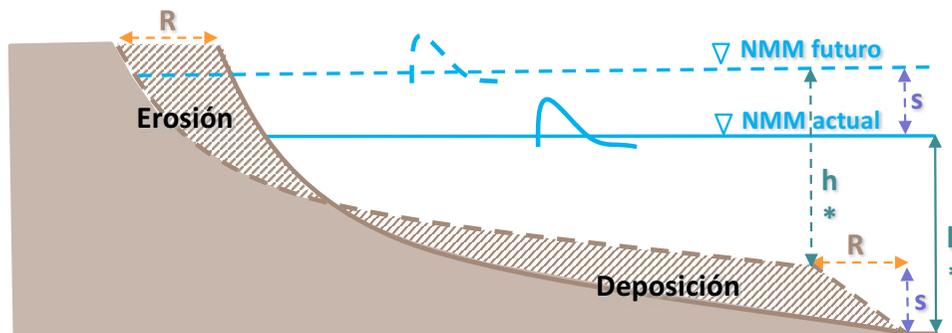
### 3. IMPACTO DE EROSIÓN

Introducción

Aproximaciones existentes

Metodología y herramientas

## ¿POR QUÉ ES NECESARIO ANALIZAR EL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EROSIÓN COSTERA?



**R: Retroceso**

**s: diferencia entre el NMM actual y el NMM futuro**

**h\*: profundidad de cierre del perfil de playa**

No obstante, no es suficiente con tener en cuenta el incremento del NMM, sino que se requiere el análisis de la **acción combinada del aumento del NMM con eventos extremos (oleaje, MM y MA).**

Una subida del NMM provocará un retroceso erosivo de las playas con una reducción de la superficie útil total o un retranqueo de las mismas (en el caso de playas sin influencia antropogénica).



## DINÁMICAS GENERADORAS DE LA EROSIÓN COSTERA

La acción conjunta de los distintos procesos de la dinámica marina sobre los sedimentos de una playa da lugar al transporte de arena y, consecuentemente, a una variación del fondo.

### 2 HIPÓTESIS SIMPLIFICADORAS:

#### 1. TRIDIMENSIONALIDAD DE LOS PROCESOS LITORALES

Procesos longitudinales (planta)

Procesos transversales (perfil)



#### 2. FORMULACIONES ESPECÍFICAS SEGÚN ESCALA TEMPORAL

Combinación de efectos del oleaje y del nivel del mar (MM y MA)

CAMBIOS A CORTO Y MEDIO PLAZO

Aumento del Nivel Medio del Mar

CAMBIOS A LARGO Y MEDIO PLAZO

## METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

### 1. MARCO DEL ANÁLISIS

### 2. IMPACTO DE INUNDACIÓN

Introducción

Aproximaciones existentes

Metodología y herramientas

### 3. IMPACTO DE EROSIÓN

Introducción

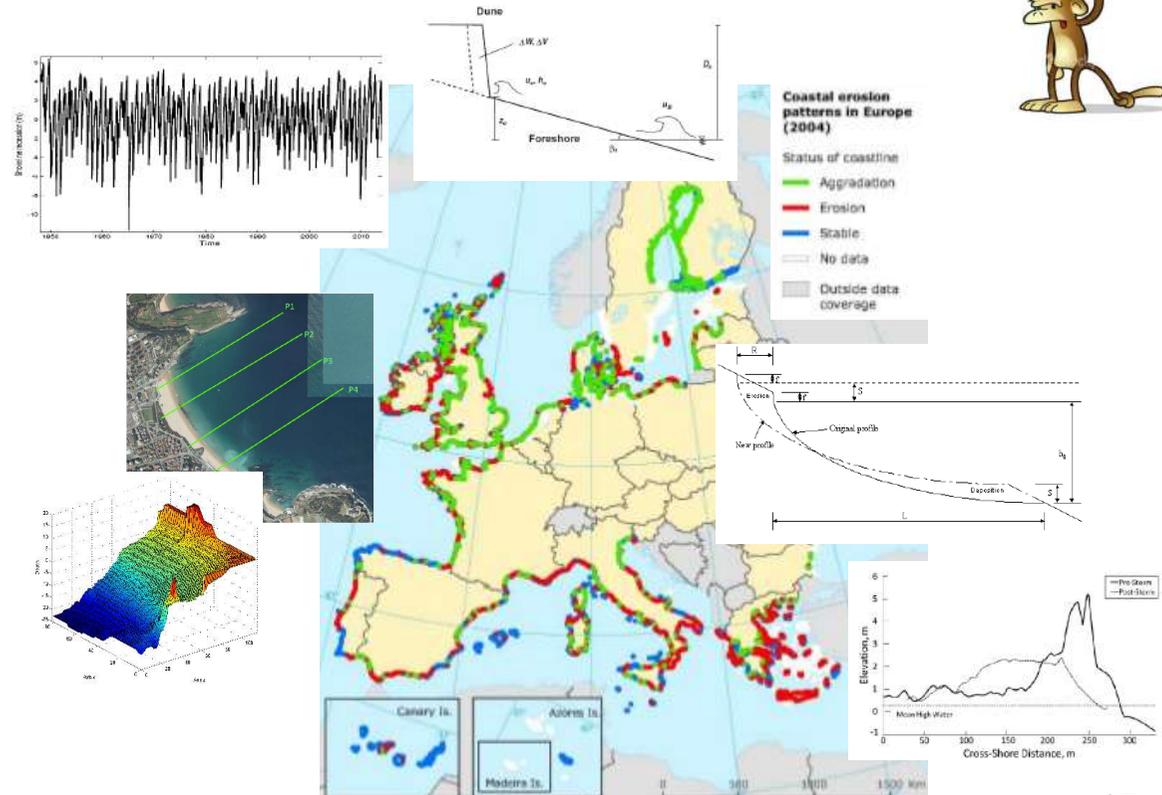
Aproximaciones existentes

Metodología y herramientas

## DIFERENTES APROXIMACIONES PARA EL MISMO PROBLEMA

La elección de la estrategia depende de:

- I. La region de studio:
  - Escala espacial
- II. La escala temporal de interés:
  - Efectos de corto plazo
  - Efectos de largo plazo
  - Efectos de corto + largo plazo
- III. Tipo de análisis requerido:
  - Determinista
  - Probabilístico
- IV. Presupuesto – Tiempo



## DIFERENTES APROXIMACIONES PARA EL MISMO PROBLEMA

### SEGÚN EL TIPO DE ANÁLISIS

ANÁLISIS DETERMINISTA



Una única simulación donde el resultado es un único valor



Desde la Regla de Bruun hasta los más sofisticados modelos de procesos

- X Mucha incertidumbre
- X Poca representatividad de los resultados

ANÁLISIS PROBABILÍSTICO



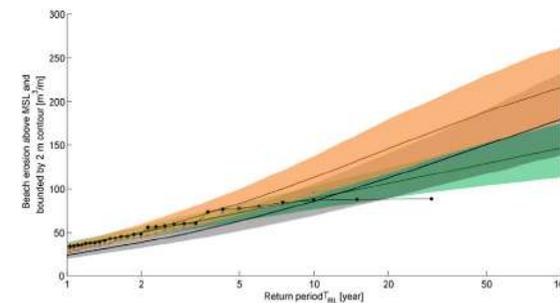
Múltiples simulaciones donde el resultado es una combinación de muchos valores



Requiere de modelos eficientes con bajo coste computacional

Fundamental para la gestión de riesgos

- Acotamos la incertidumbre
- Resultados representativos



## METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

### 1. MARCO DEL ANÁLISIS

### 2. IMPACTO DE INUNDACIÓN

Introducción

Aproximaciones existentes

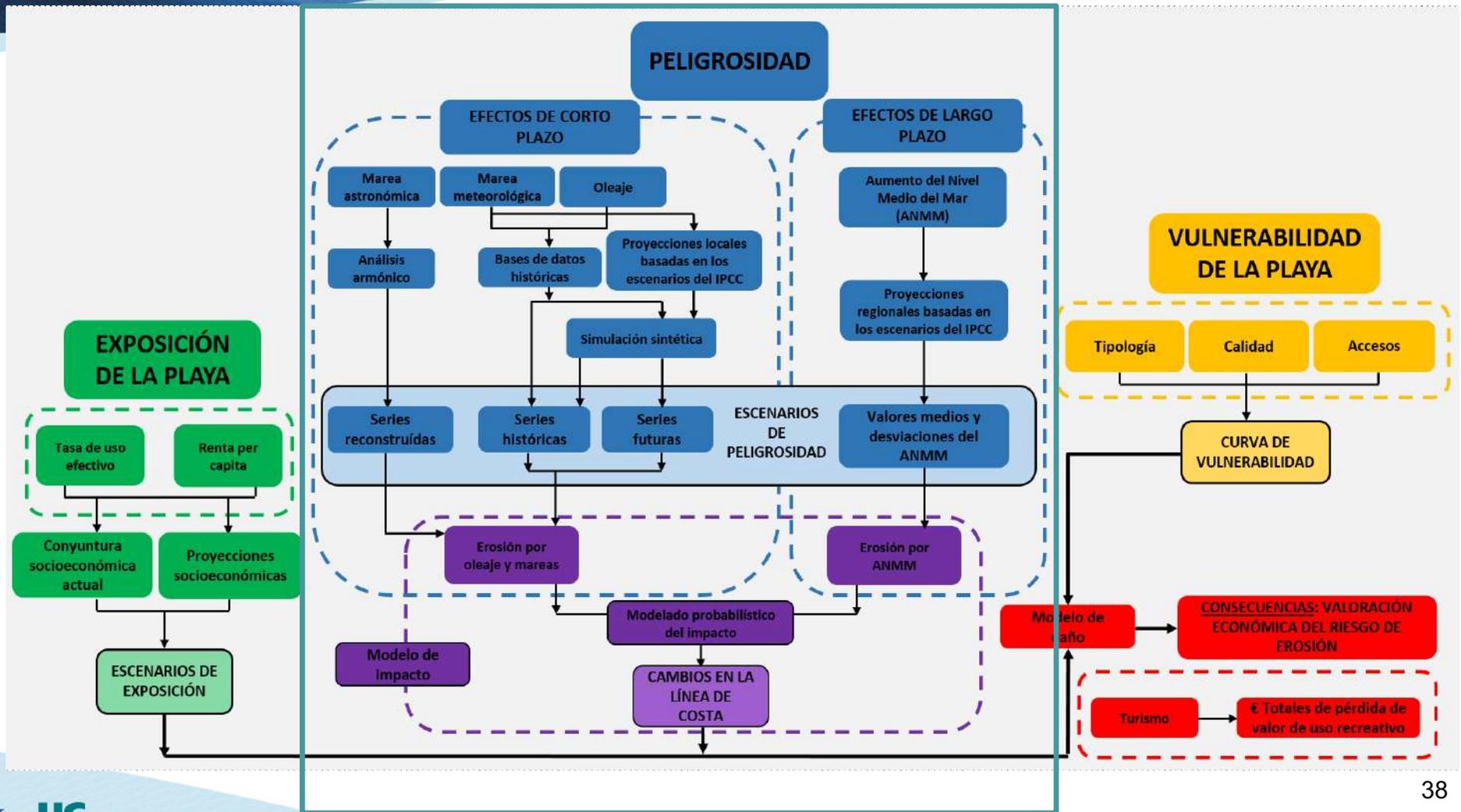
Metodología y herramientas

### 3. IMPACTO DE EROSIÓN

Introducción

Aproximaciones existentes

Metodología y herramientas



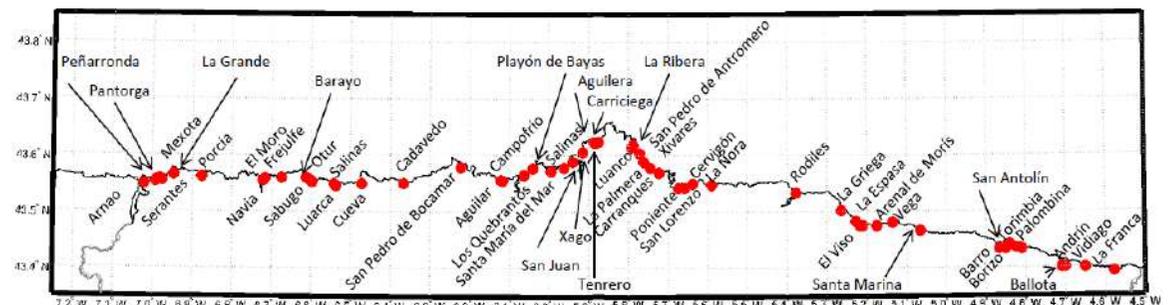
## ANÁLISIS DE LA EROSIÓN: 57 PLAYAS DEL LITORAL ASTURIANO

El estudio de la erosión de playas es un problema complicado y específico de cada playa.

Entre otros factores influyen: las características físicas del sedimento, las condiciones locales del oleaje y la batimetría, la orientación y la configuración de la costa.



### PLAYAS DE ESTUDIO

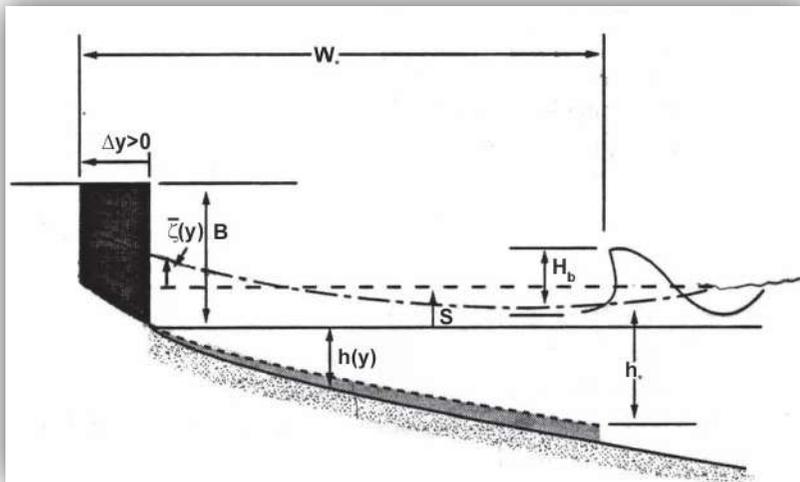


### CRITERIOS DE SELECCIÓN:

- ✓ Longitud: igual o mayor a 200 metros
- ✓ Tipología de sedimento: arena
- ✓ Hipótesis: todas las playas son encajadas

## MODELO DE EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

Miller & Dean (2004)



PARÁMETRO DE  
EROSIÓN - ACRECIÓN

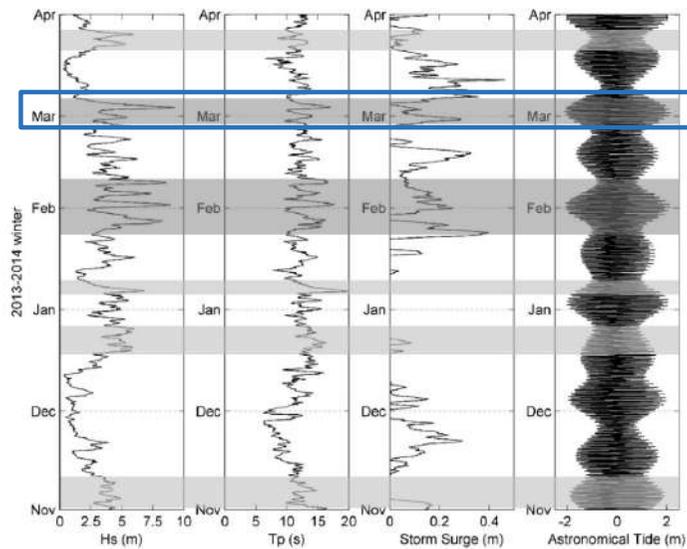
$$\frac{dy(t)}{dt} = k(y_{eq}(t) - y(t))$$

$$y_{eq}(t) = \Delta y_0 + \Delta y_{eq}(t)$$

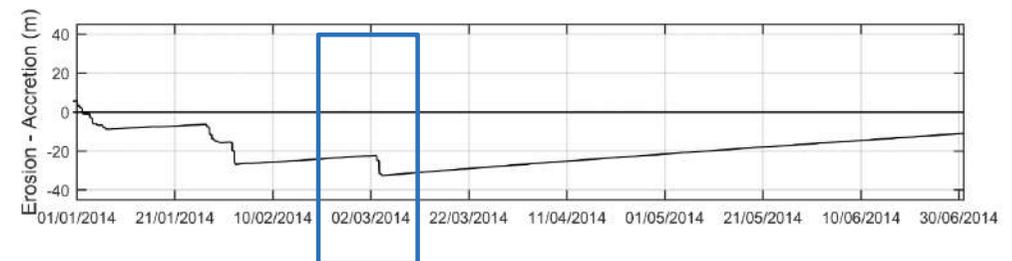
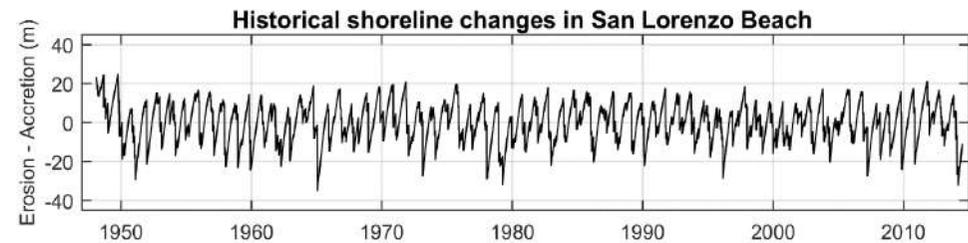
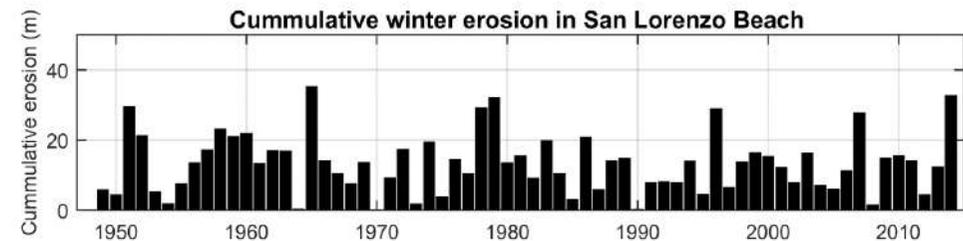
$$\Delta y_{eq}(t) = -W^*(t) \left( \frac{0.106H_b(t) + SS(t) + AT(t)}{B + 2H_b(t)} \right)$$

- Aplicable a medio plazo
- Tendente a una posición de equilibrio
- Con capacidad para reproducir los movimientos de la línea de costa debidos a procesos transversales

## CALIBRACIÓN DE LAS CONSTANTES DE EROSIÓN - ACRECIÓN



- Bases de datos de reanálisis de oleaje (DOW, Camus et al. 2013) y MM (GOS, Cid et al., 2014) horarias de > 60 años
- Reconstrucción horaria de MA



**27 m de retroceso (~ 40% del  
 ancho medio de playa seca,  
 R=15 años)**



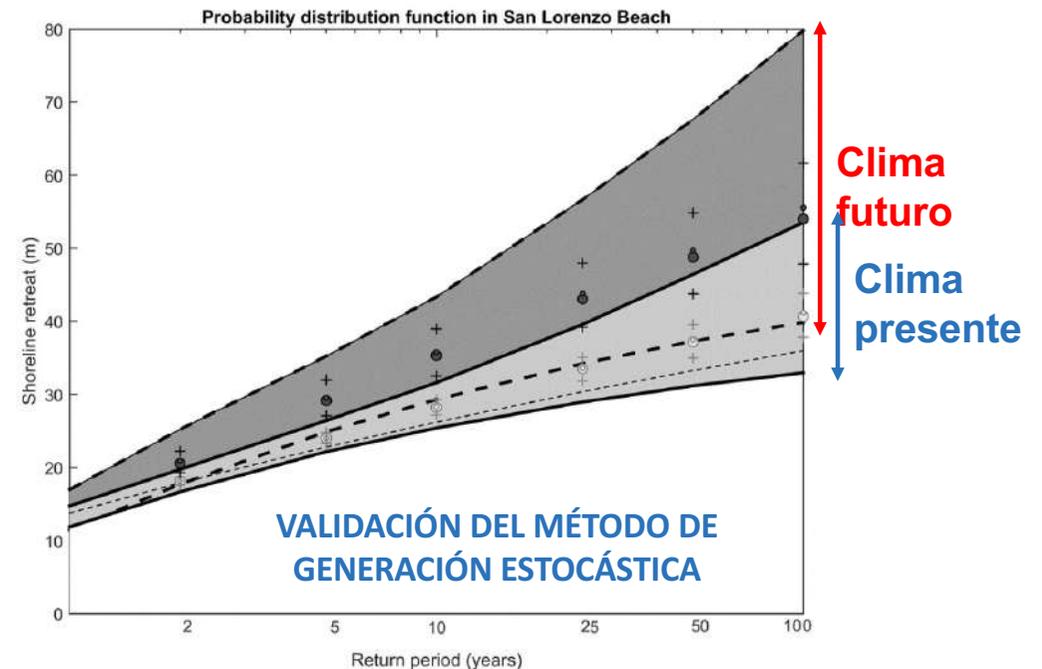
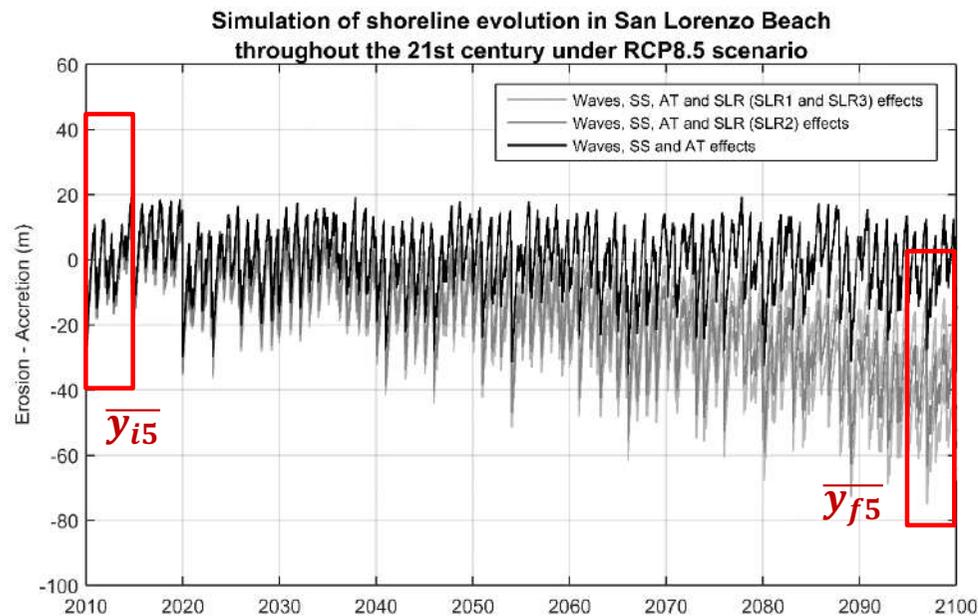
## CONTRIBUCIÓN DEL SLR A LA EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

System	Beach	Bruun effect		Basin infilling effect		Ebb tidal delta effect		Total potential SLR-driven beach retreat (m)
		(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	
Navia	Navia	<b>41.76±13.29</b>	47.38±0.88%	<b>27.40±8.73</b>	31.09±0.58%	<b>18.98±7.20</b>	21.53±1.45%	<b>88.15±26.93</b>
Nalón	Los Quebrantos	<b>36.01±11.58</b>	52.52±0.04%	<b>31.60±10.16</b>	46.08±0.03%	<b>0.96±0.27</b>	1.39±0.07%	<b>68.57±22.02</b>
Avilés	San Juan	<b>40.12±12.91</b>	56.40±0.09%	<b>30.55±9.83</b>	42.94±0.08%	<b>0.47±0.24</b>	0.66±0.17%	<b>71.14±22.98</b>
Villaviciosa	Rodiles	<b>24.87±2.22</b>	76.92±0.44%	<b>4.39±1.45</b>	13.59±0.08%	<b>3.07±1.14</b>	9.49±0.52%	<b>32.33±10.81</b>
Ribadesella	Santa Marina	<b>31.83±11.18</b>	90.91±0.15%	<b>2.80±0.98</b>	8.01±0.01%	<b>0.38±0.21</b>	1.08±0.16%	<b>35.01±12.30</b>



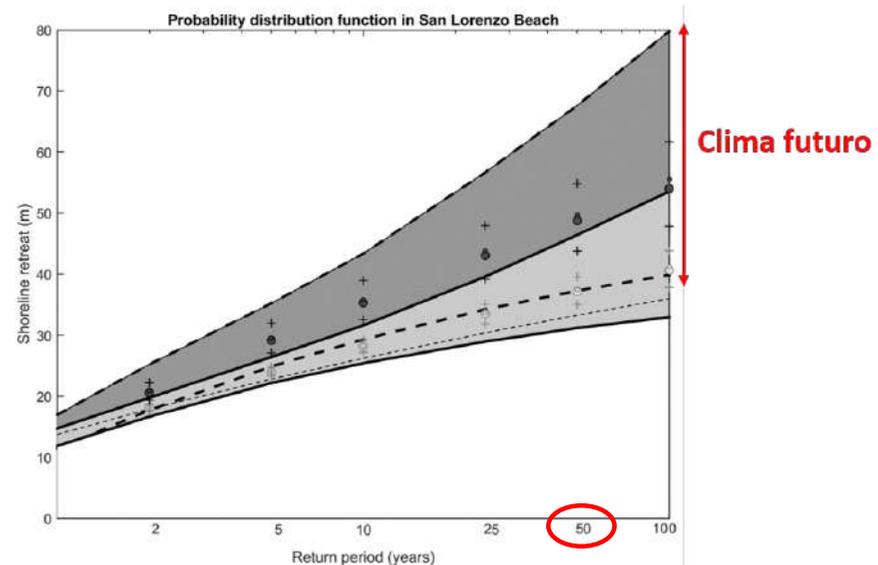
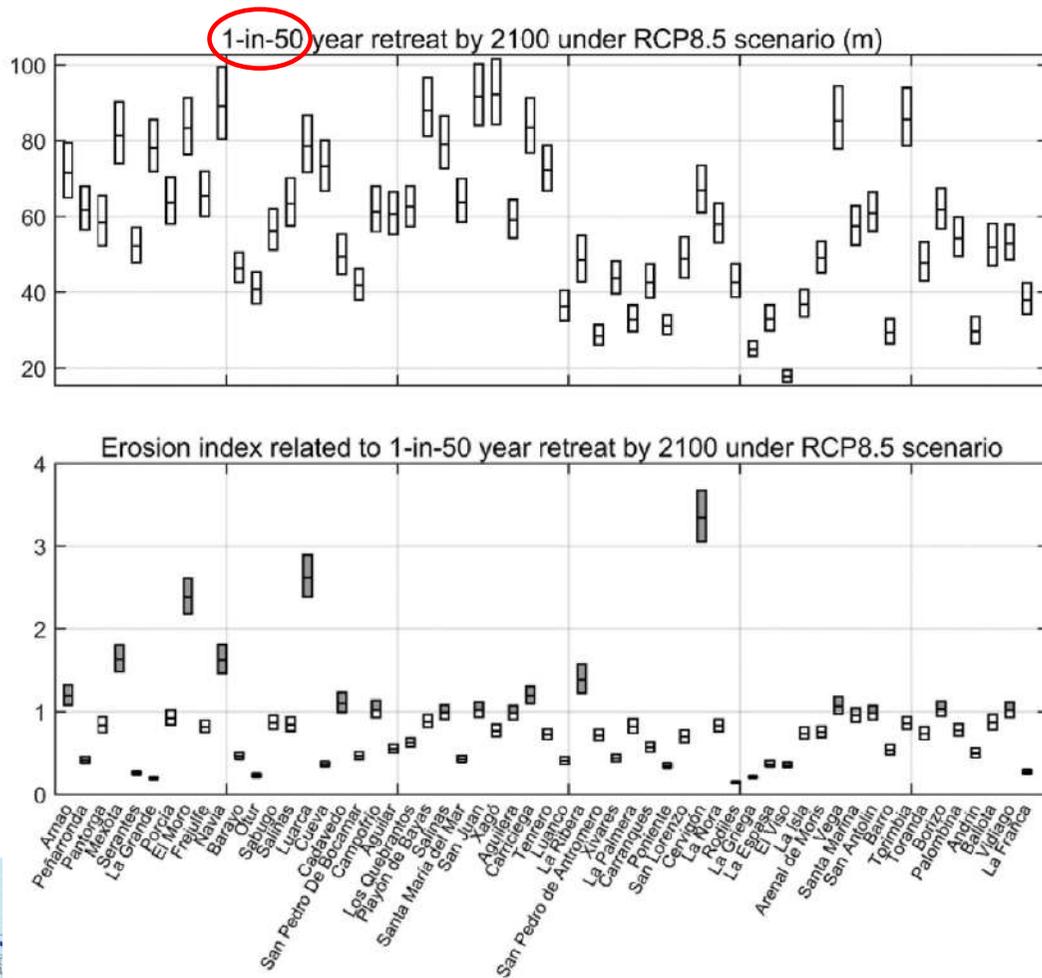
## ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LA EROSIÓN

1000 series sintéticas de Hs y MM x 3 niveles de SLR = 3000 series de evolución de línea de costa en cada playa  
(horarias de 2010 a 2100)



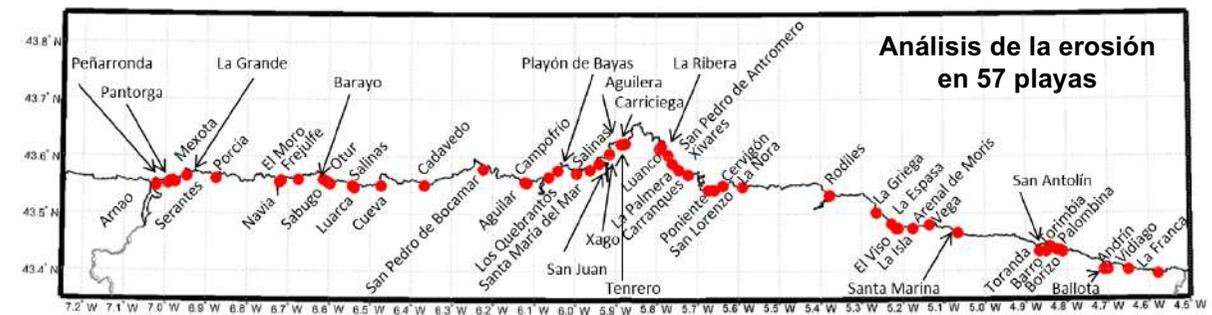
$$R_{2100} = \overline{y_{f5}} - \overline{y_{i5}}$$

## ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LA EROSIÓN

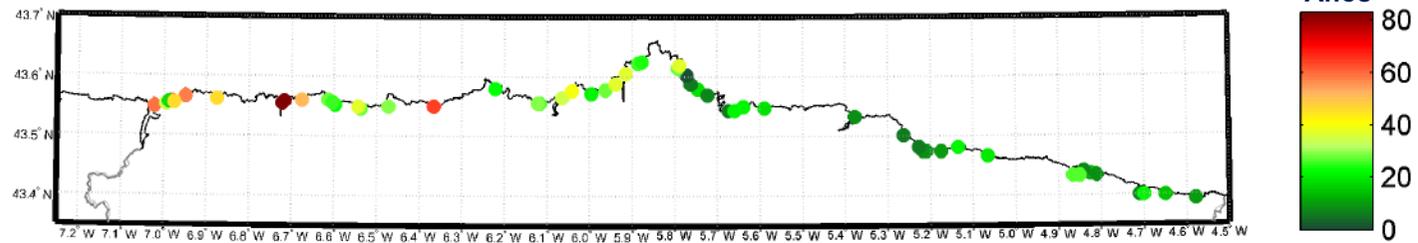


$$\text{Índice de erosión} = \frac{\text{Retroceso}}{\text{Ancho de playa}}$$

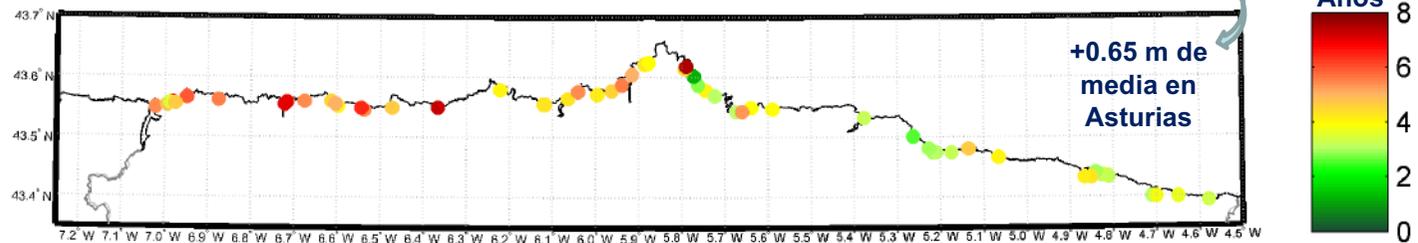
**Salinas el 4/3/14**



**PERIODOS DE RETORNO DEL RETROCESO DE PLAYA OCASIONADO POR EL TEMPORAL DEL 2 DE FEBRERO DE 2014**

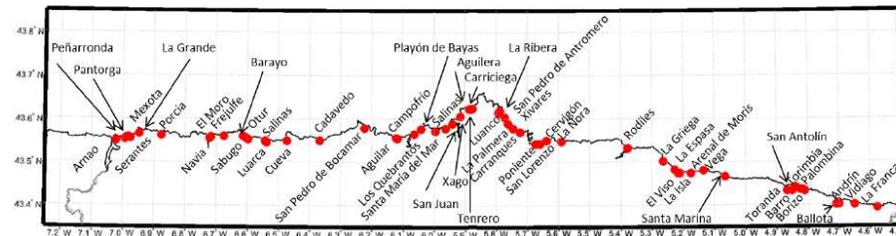


**PERIODOS DE RETORNO QUE TENDRÁ UN RETROCESO COMO EL OCASIONADO POR EL TEMPORAL DE FEBRERO DE 2014 EN 2100 BAJO EL AUMENTO DEL NMM DEL RCP8.5**

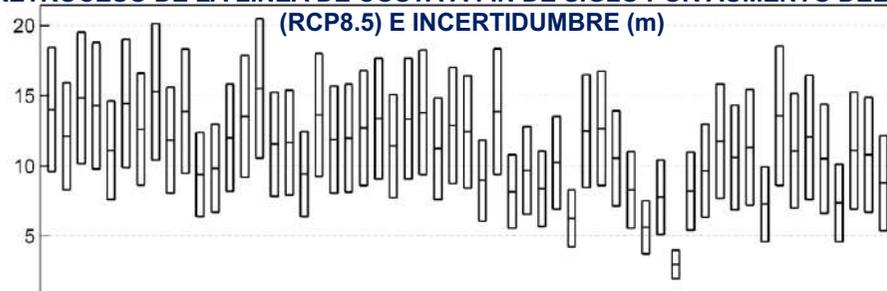




Salinas en verano



**RETROCESO DE LA LÍNEA DE COSTA A FIN DE SIGLO POR AUMENTO DEL NMM (RCP8.5) E INCERTIDUMBRE (m)**

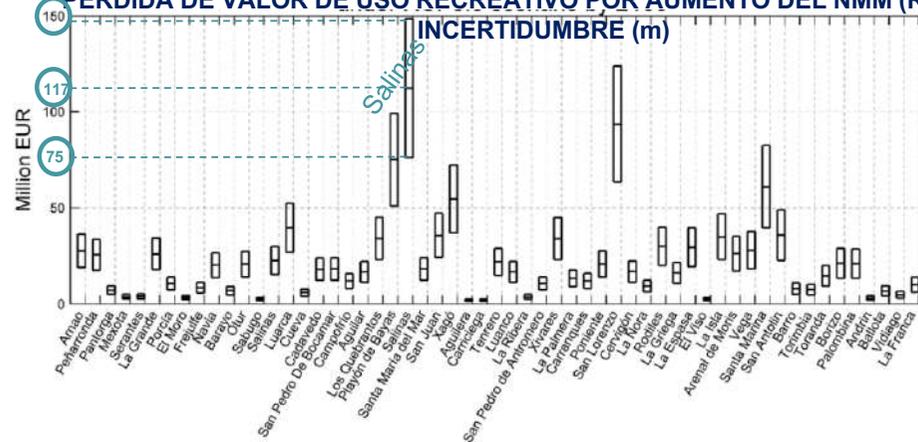


Ranking de pérdidas de valor de uso recreativo:  
para SLR=0.65\* m a 2100

- Salinas**
- San Lorenzo**
- Playón de Bayas**
- San Antolín**
- Xagó**

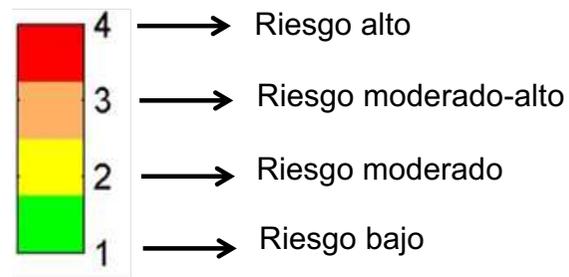
\*: valor medio en Asturias modificado localmente

**PÉRDIDA DE VALOR DE USO RECREATIVO POR AUMENTO DEL NMM (RCP8.5) E INCERTIDUMBRE (m)**

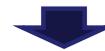


## **DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL RIESGO**

**RANGOS DE CADA VARIABLE SOCIOECONÓMICA REESCALADOS:**



**UMBRALES DEFINIDOS POR LOS VALORES MÁXIMOS ALCANZADOS EN ESCENARIO BASE**

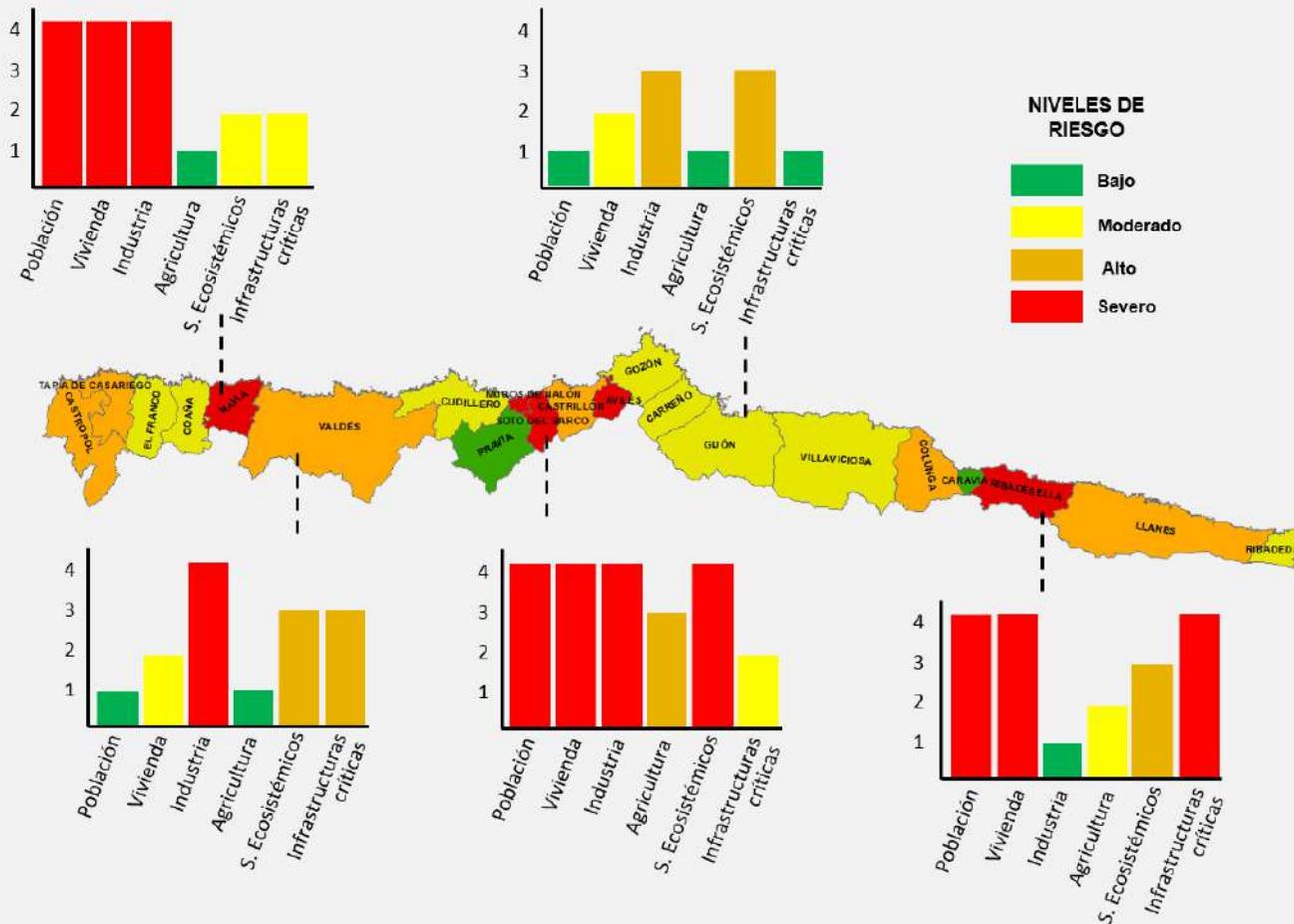


**OBJETIVO:** Mantener el riesgo actual

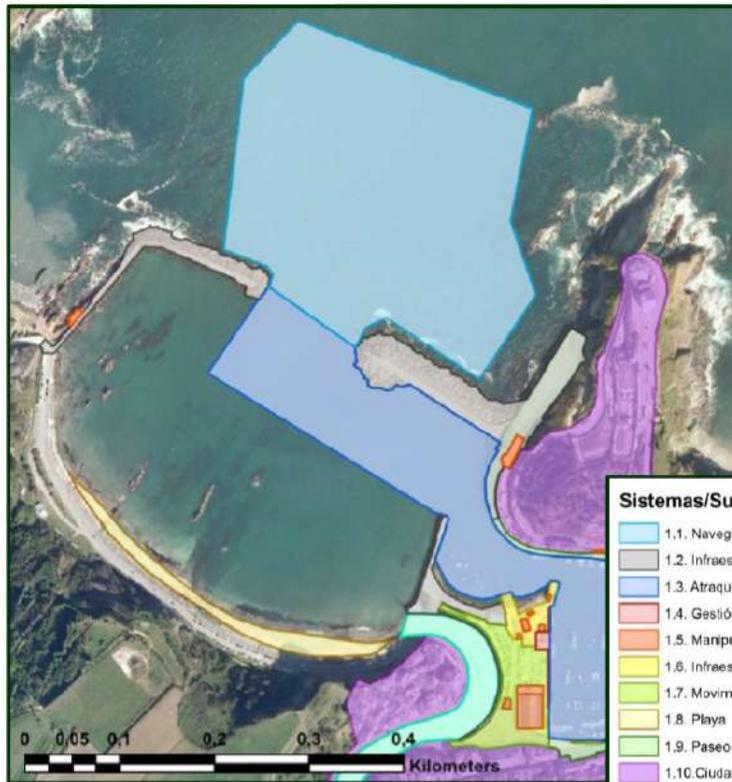
**RIESGO AGREGADO Y PONDERADO:** Población (30%), Stocks de capital (30%), VAB (20%) e infraestructuras críticas (20%)

**RIESGO INTEGRADO  
PARA  $Tr=100 + SLR=0.65^* m$   
(RCP8.5) a 2100**

\*: valor medio en Asturias modificado localmente

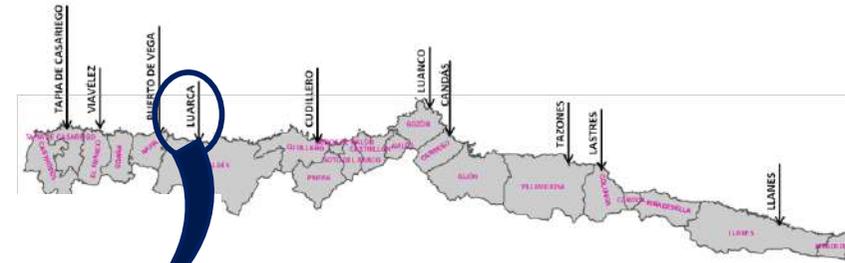


**LOS PUERTOS COMO SISTEMAS DE SUBSISTEMAS  
EJEMPLO: LUARCA**



**Sistemas/Subsistemas del Puerto de Luarca**

	1.1. Navegación exterior y zona de espera
	1.2. Infraestructuras de protección
	1.3. Atraque y navegación interior
	1.4. Gestión de carga
	1.5. Manipulación de mercancías
	1.6. Infraestructura auxiliar
	1.7. Movimiento interior de vehículos. Aparcamiento.
	1.8. Playa
	1.9. Paseo Marítimo
	1.10. Ciudad
	1.11. Río



INUNDACIÓN

OPERATIVIDAD

FIABILIDAD

PLAYA

Impacto Potencial	Drivers que lo ocasionan	Sistemas y subsistemas del puerto afectados												
		Navegación exterior y zona de espera	Infraestructura de protección	Atracción y navegación interior	Gestión de la carga	Manipulación y gestión de mercancías	Infraestructura auxiliar, varadero	Movimiento interior de vehículos.	Aparcamiento	Sistema Playa	Paseo Marítimo	Sistema Río	Acceso y redes de conexión	Sistema Ciudad
Degradación, fallo e inestabilidad de las estructuras (fiabilidad)	- Aumento del nivel del mar - Aumento de los extremos de oleaje	X	X	X	X									
Disminución de la operatividad del puerto	- Aumento de la altura de ola - Cambios en la dirección y velocidad del viento - Intensidad y frecuencia de los temporales - Niebla	X		X	X	X	X	X						
Inundaciones	- Cambios en los extremos de oleaje - Aumento del nivel del mar - Intensidad y frecuencia de los temporales		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rebase sobre las estructuras	- Aumento del nivel del mar - Cambios en los extremos de oleaje - Viento		X							X	X	X		
Visibilidad	- Niebla - Precipitaciones	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X
Calado	- Aumento del nivel del mar - Cambios en el oleaje (alturas de ola)	X		X								X		
Retranqueo de la línea de costa	- Aumento del nivel del mar - Cambios en el oleaje (intensidad y dirección)									X		X		
Agitación	- Aumento del nivel del mar - Cambios en el oleaje (alturas de ola) - Viento	X		X										
Cambio de las corrientes	- Aumento del nivel del mar - Cambios en el oleaje	X		X						X				
Aumento del viento	- Viento	X		X	X	X	X	X	X	X				
Contaminación	- Precipitaciones - Temperatura atmosférica					X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aumento de escorrentías	- Precipitaciones					X	X	X		X	X	X	X	X
Cambio en el transporte de sedimentos	- Aumento del caudal del Río - Aumento del nivel del mar - Cambios en el oleaje			X						X		X		

**RIESGO**

=

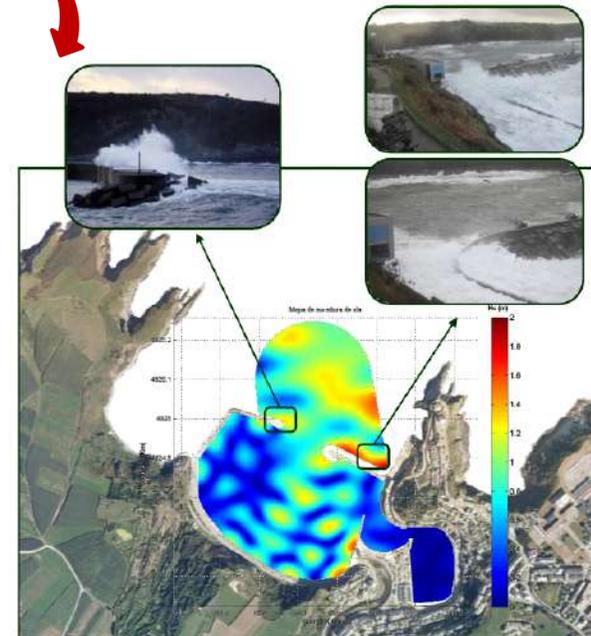
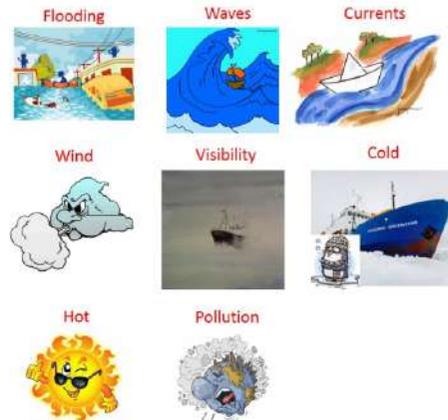
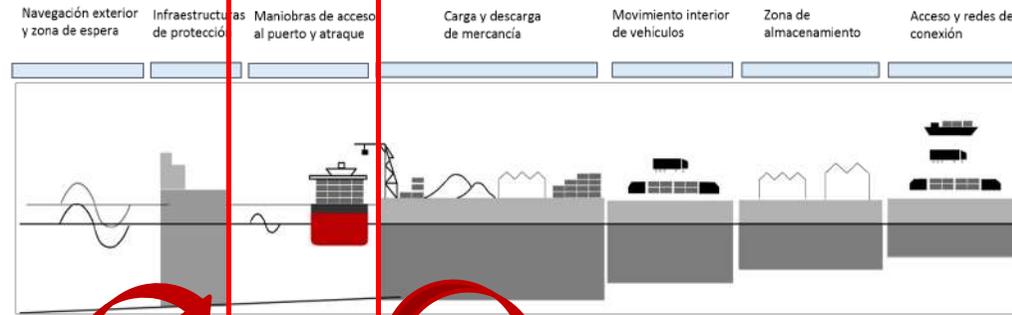
**PELIGROSIDAD**

×

**EXPOSICIÓN**

×

**VULNERABILIDAD**



**RIESGO**

=

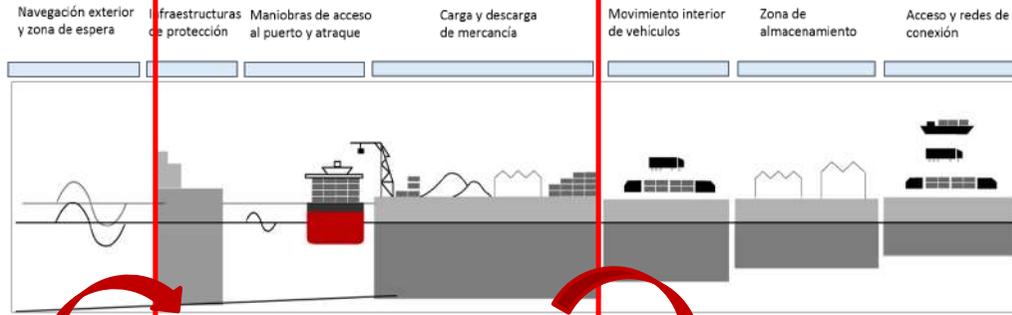
**PELIGROSIDAD**

×

**EXPOSICIÓN**

×

**VULNERABILIDAD**



**REBASE**

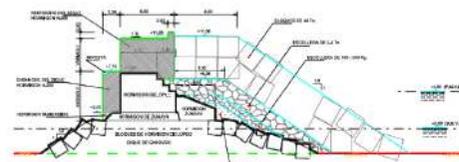
**SLR=0.65\* m (RCP8.5) a 2100**

\*: valor medio en Asturias modificado localmente

**DIQUE DE LA ENCORONADA**



**DIQUE CANOUCO**



**RIESGO**

=

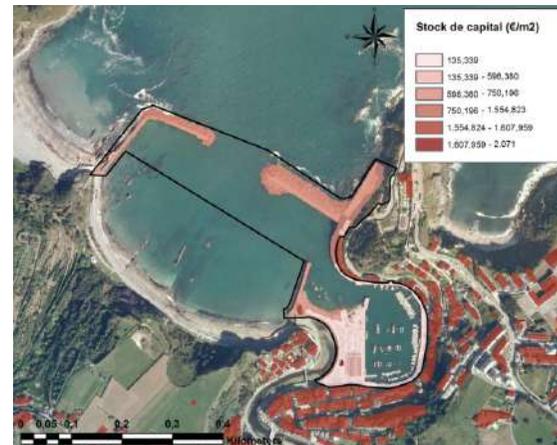
**PELIGROSIDAD**

×

**EXPOSICIÓN**

×

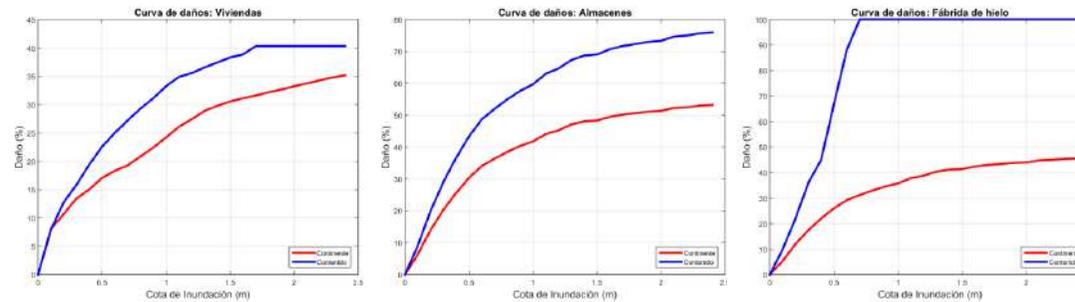
**VULNERABILIDAD**





**CURVAS DE DAÑO PARA ACTIVOS**

Cota Inundación vs %Daño

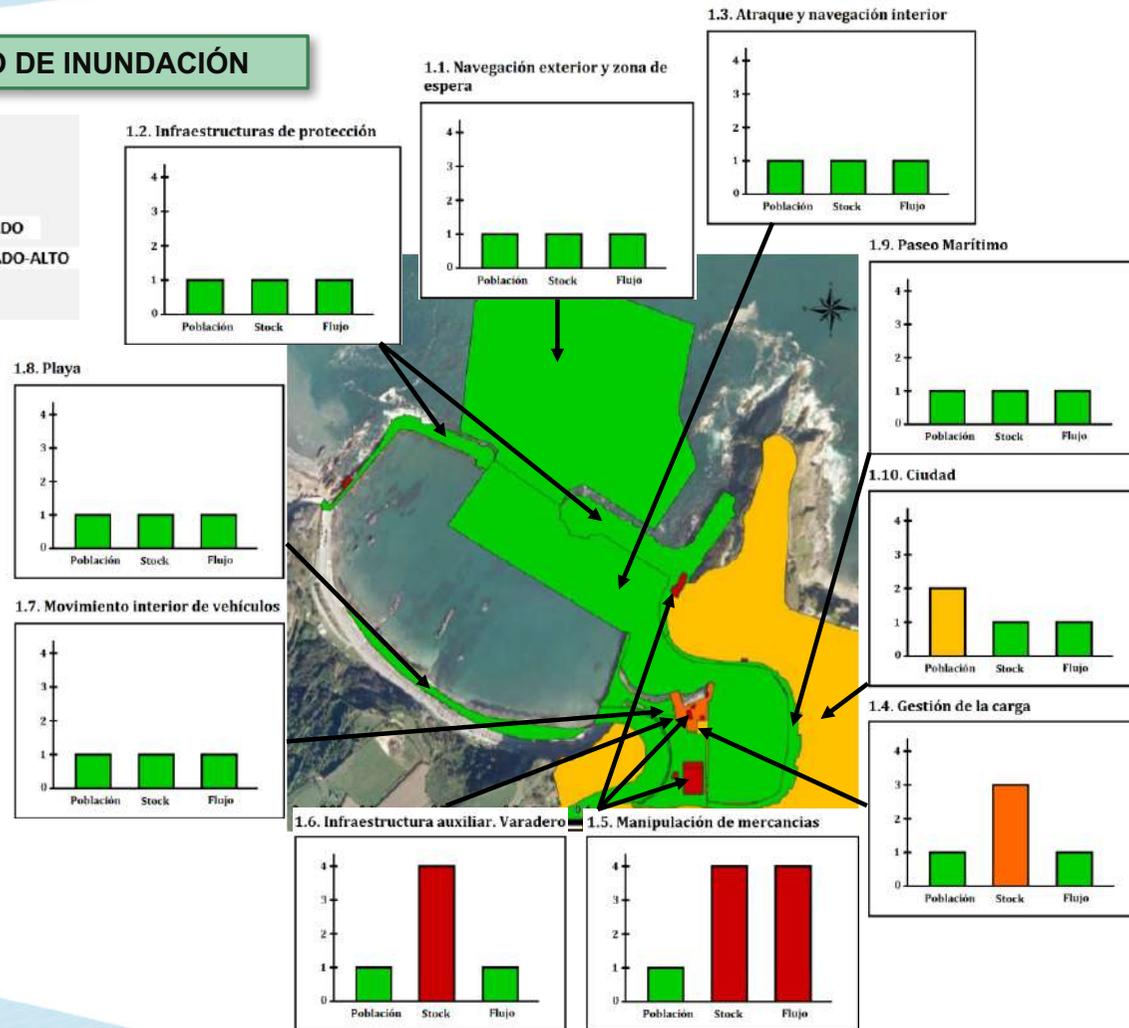


**CURVAS DE INTERRUPCIÓN DE OPERACIÓN**

Cota Inundación vs Días de pérdida de operación

COTA DE INUNDACIÓN	PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN (DÍAS)	TIPO DE INUNDACIÓN
CI < 0.5 m	2	Evento Extremo
0.5 m < CI < 1 m	5	Evento Extremo
1 m < CI < 1.5 m	10	Evento Extremo
CI > 1.5 m	15	Evento Extremo
CI > 0 m	365	Inundación Permanente

**RIESGO DE INUNDACIÓN**



**RIESGO INTEGRADO PARA SLR=0.65\* m (RCP8.5) a 2100**

\*: valor medio en Asturias modificado localmente

# Metodología para la evaluación del riesgo socioeconómico

**TALLER:**

**Herramientas tecnológicas en Uruguay**

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))



**ANEXO III. 7**  
**ADAPTACIÓN**



# Estrategia de adaptación al cambio climático

## TALLER:

## Herramientas tecnológicas en Uruguay

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))



# La adaptación ya está ocurriendo

# La adaptación ya está ocurriendo



# ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA COSTA ESPAÑOLA

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1. ANTECEDENTES .....	7
2. OBJETIVOS PRINCIPALES.....	11
3. PRINCIPIOS ORIENTADORES .....	12
<b>PRIMERA PARTE: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>14</b>

<b>SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS ESPECÍFICOS, DIRECTRICES GENERALES Y MEDIDAS .....</b>	
1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA .....	74
2. DIRECTRICES GENERALES .....	77
2.1. Introducción.....	77
2.2. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático .....	77
2.3. Factores de cambio considerados .....	80
2.4. Determinación de escenarios y proyecciones .....	80
2.5. Impactos incluidos .....	81
2.6. Niveles de riesgo y de consecuencias .....	82
2.7. Definición de nivel de riesgo aceptable y desarrollo de las medidas de adaptación.....	83
3. MEDIDAS PROPUESTAS .....	85
<b>TERCERA PARTE: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO .....</b>	<b>98</b>
1. ANÁLISIS COSTE-EFICACIA DE LAS MEDIDAS .....	98
2. FUENTES DE FINANCIACIÓN Y CALENDARIO .....	99
3. SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA.....	100
3.1. Objetivo del programa de seguimiento .....	100
3.2. Indicadores de seguimiento general.....	101
3.3. Indicadores de seguimiento ambiental .....	104
4. COORDINACIÓN.....	108
5. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.....	109
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>110</b>

## OBJETIVOS GENERALES

- Incrementar la resiliencia de la costa española al cambio climático y a la variabilidad climática.
- Integrar la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de la costa española.

**RESILIENCIA**: Capacidad de los sistemas sociales, económicos y naturales de hacer frente a un evento, tendencia o perturbación, respondiendo o reorganizándose de manera que se mantengan sus funciones esenciales, identidad y estructura, manteniendo también su capacidad de adaptarse, aprender y transformarse (IPCC, 2014)

**SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS ESPECÍFICOS, DIRECTRICES GENERALES Y MEDIDAS .....**

<b>1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA .....</b>	<b>74</b>
2. DIRECTRICES GENERALES .....	77
2.1. Introducción.....	77
2.2. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático .....	77
2.3. Factores de cambio considerados .....	80
2.4. Determinación de escenarios y proyecciones .....	80
2.5. Impactos incluidos .....	81
2.6. Niveles de riesgo y de consecuencias .....	82
2.7. Definición de nivel de riesgo aceptable y desarrollo de las medidas de adaptación.....	83
3. MEDIDAS PROPUESTAS .....	85

**TERCERA PARTE: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO .....**

<b>1. ANÁLISIS COSTE-EFICACIA DE LAS MEDIDAS .....</b>	<b>98</b>
2. FUENTES DE FINANCIACIÓN Y CALENDARIO .....	99
3. SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA.....	100
3.1. Objetivo del programa de seguimiento .....	100
3.2. Indicadores de seguimiento general.....	101
3.3. Indicadores de seguimiento ambiental .....	104
4. COORDINACIÓN.....	108
5. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.....	109

**REFERENCIAS..... 110**

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

Los objetivos específicos se estructuran en 6 grandes bloques:

1. Diagnóstico
2. Participación
3. Capacitación y Concienciación
4. Medidas de Adaptación y Coordinación
5. Seguimiento y Evaluación
6. Investigación

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

### Diagnóstico

D1. Establecer una metodología, común y consensuada por expertos, de análisis y evaluación de los impactos y la vulnerabilidad frente al cambio climático y los eventos extremos en la costa española para identificar los riesgos y consecuencias negativas asociadas

D2. Elaborar diagnósticos periódicos de la vulnerabilidad y los riesgos en las costas españolas frente al cambio climático aplicando la metodología anterior de una manera coordinada, homogénea e integrada que permitan reducir las incertidumbres.

D3. Identificar las zonas más vulnerables de la costa española distinguiendo las distintas unidades de gestión (playas y dunas, acantilados, aguas y ambientes de transición, masas de agua costeras, etc) que forman parte de los sistemas naturales y los sistemas y sectores socioeconómicos principales

D4. Sentar las bases metodológicas para la ayuda a la planificación y toma de decisiones en un marco de incertidumbre.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

### Participación

P1. Promover la movilización y la participación de los actores, con competencia e intereses estratégicos en la costa, en las diferentes fases del ciclo de la adaptación.

P2. Incorporar nuevos mecanismos de participación o explotar los existentes para facilitar la participación de los actores más relevantes en las zonas costeras

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

### Capacitación y concienciación

C1. Contribuir a que los diferentes actores implicados en la costa tomen conciencia de las implicaciones a medio y largo plazo de los efectos del cambio climático en la costa.

C2. Contribuir a que los diferentes sectores públicos y privados con competencia e intereses estratégicos en la costa, cuenten con el conocimiento, herramientas, formación y capacidades necesarias para gestionar los riesgos derivados del cambio climático de manera informada.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

### Medidas de adaptación y coordinación

- A1. Contribuir a incrementar la resiliencia de los sistemas naturales, principalmente de los ecosistemas costeros y marinos, con especial atención a especies endémicas, amenazadas y protegidas ante los efectos del cambio climático tomando las medidas necesarias para permitir su adaptación.
- A2. Promover medidas de adaptación en los sistemas socioeconómicos ubicados en la costa que contribuyan a favorecer su resiliencia frente a los eventos extremos y el cambio climático.
- A3. Promover medidas de adaptación de cualquier tipología que consideren actuaciones sobre la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad para reducir el riesgo y sus consecuencias, priorizando, cuando sea posible, aquellas basadas en sistemas naturales frente a las artificiales, también conocidas como infraestructuras verdes, frente a las artificiales.
- A4. Identificar, planificar, proyectar e implementar aquellas opciones de adaptación propias del dominio público marítimo terrestre con criterios de eficiencia y sostenibilidad y de su posible integración con medidas a tomar por otras administraciones.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

### Medidas de adaptación y coordinación

A5. Proponer metodologías para la evaluación de los costes y beneficios, tangibles e intangibles, de la adaptación que permitan comparar y priorizar de manera homogénea las inversiones necesarias.

A6. Garantizar que las actuaciones planificadas en la costa cuenten con la información y la metodología necesaria para que su diseño, construcción/implementación y operación/explotación sean acordes con los objetivos temporales de reducción de riesgo establecidos.

A7. Promover marcos regulatorios y normativos que contribuyen a incrementar la capacidad adaptativa de los sectores con intereses en la costa y contribuir al cumplimiento de los objetivos de las Directivas y Recomendaciones con implicación en la sostenibilidad de las zonas costeras..

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

### Medidas de adaptación y coordinación

A8. Promover la integración de la adaptación al cambio climático en todos los planes y programas de los sectores sectores y administraciones más directamente implicados en las zonas costeras

A9. Promover la solidaridad interterritorial para apoyar las necesarias adaptaciones en las costas españolas

A10. Fomentar la gestión integrada entre todas las administraciones involucradas,, garantizando, entre otras cosas, que se controle la urbanización adicional y la explotación de zonas no urbanas y que al mismo tiempo se respeten las características naturales del entorno costero.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

### Seguimiento y evaluación

- S1. Incorporar un sistema de seguimiento y evaluación de los impactos del cambio climático en la costa española acoplado al sistema de indicadores del PNACC.
- S2. Elaborar un conjunto de indicadores específico para el seguimiento de las medidas de adaptación implementadas.
- S3. En el caso de que se produjeran problemas derivados de una adaptación incorrecta, introducir planes de actuación para hacer frente a los mismos.
- S4. Evitar actuaciones en la costa que reduzcan o anulen la eficiencia de medidas de adaptación implementadas o que no respeten los principios de resiliencia y sostenibilidad de la costa necesarios para afrontar los efectos del cambio climático.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA

### Investigación

I1. Promover y favorecer iniciativas que fomenten la investigación en materia de cambio climático, especialmente en aquellas líneas que contribuyan a incrementar nuestro conocimiento sobre los principales factores climáticos que afectan a la costa y sobre la evaluación de impactos en los sistemas costeros naturales y socioeconómicos, tanto observados como proyectados.

También de aquellas conducentes a la optimización, implantación y seguimiento de medidas de adaptación sostenibles desde un punto de vista ambiental y económico o al desarrollo de nuevas soluciones..

<b>SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS ESPECÍFICOS, DIRECTRICES GENERALES Y MEDIDAS .....</b>	
1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA .....	74
<b>2. DIRECTRICES GENERALES .....</b>	<b>77</b>
2.1. Introducción.....	77
2.2. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático .....	77
2.3. Factores de cambio considerados .....	80
2.4. Determinación de escenarios y proyecciones .....	80
2.5. Impactos incluidos .....	81
2.6. Niveles de riesgo y de consecuencias .....	82
2.7. Definición de nivel de riesgo aceptable y desarrollo de las medidas de adaptación.....	83
3. MEDIDAS PROPUESTAS .....	85
<b>TERCERA PARTE: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO .....</b>	<b>98</b>
1. ANÁLISIS COSTE-EFICACIA DE LAS MEDIDAS .....	98
2. FUENTES DE FINANCIACIÓN Y CALENDARIO .....	99
3. SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA.....	100
3.1. Objetivo del programa de seguimiento .....	100
3.2. Indicadores de seguimiento general.....	101
3.3. Indicadores de seguimiento ambiental .....	104
4. COORDINACIÓN.....	108
5. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.....	109
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>110</b>

SISTEMAS	SUBSISTEMAS	INDICADORES CARACTERÍSTICOS
NATURALES	Acantilados	km. Longitud de acantilado con problemas de desprendimientos km. Longitud de acantilado con problemas de erosión los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Costas bajas rocosas	km. Longitud de costa baja rocosa con problemas de desprendimientos los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Playas	Nº total de playas km. Longitud de playas afectadas por erosión m. retroceso medio anual m. cambio en la cota de inundación m. retroceso máximo proyectado m <sup>3</sup> cambio en transporte potencial los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Dunas	km. Longitud de dunas afectadas por erosión m. retroceso medio anual m. retroceso máximo proyectado (gr/cm s). Variación del transporte potencial de arena los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Humedales y marismas	m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva inundada/año m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva desecada/año número de masas de agua superficial y subterránea con problemas de intrusión salina km. variación de la extensión de la cuña salina los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Albuferas	m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva inundada/año m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva desecada/año número de masas de agua superficial y subterránea con problemas de intrusión salina km. variación de la extensión de la cuña salina los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Deltas	m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva inundada/año m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva desecada/año número de masas de agua superficial y subterránea con problemas de intrusión salina km. Variación de la extensión de la cuña salina los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Estuarios	m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva inundada/año m <sup>2</sup> /año. Superficie nueva desecada/año número de masas de agua superficial y subterránea con problemas de intrusión salina km. variación de la extensión de la cuña salina m <sup>3</sup> variación del volumen arena en los bajos interiores o llanuras mareales m <sup>2</sup> variación de la sección de equilibrio de la boca de la desembocadura m <sup>3</sup> variación del volumen de equilibrio del volumen del bajo exterior Variación del número adimensional de la estratificación los anteriores pero diferenciando los correspondientes a espacios protegidos
	Praderas de macroalgas	Nº de praderas m <sup>2</sup> . Superficie ocupada con seguimiento trianual
	Praderas de posidonia y otras hábitats relevantes de la zona costera	Nº de praderas o de hábitats m <sup>2</sup> . Superficie ocupada con seguimiento trianual

## SISTEMAS CONSIDERADOS

<b>SOCIOECONÓMICOS</b>	Población		Número de habitantes en área inundable	
	Áreas urbanas		Km <sup>2</sup> Área urbana y urbana concentrada afectada por la inundación (Km <sup>2</sup> ) / Superficie total inundada	
	Infraestructuras	Transporte Energía Saneamiento Comunicación Puertos Obras de protección	Km de infraestructura del transporte /Superficie total inundada (Km <sup>2</sup> )	
			Número de Infraestructuras críticas energéticas afectadas	
			Número de Infraestructuras críticas de saneamiento afectadas	
			Número de Infraestructuras críticas de comunicación afectadas	
			Número de puertos que pierden operatividad por efecto del cambio climático	
			Día de pérdidas de operatividad del puerto	
			(m <sup>3</sup> /m s)Variación de la tasa de rebase sobre obras de protección	
	Variación del índice de estabilidad de las obras de protección			
Número y porcentaje de obras de protección que pierden su funcionalidad por efecto del cambio climático				
Sector turismo		m <sup>2</sup> de superficie de playa perdida por inundación o erosión		
Sector industria		Reducción potencial de usuarios por pérdida de superficie de playa		
Sector agricultura, ganadería....		Km <sup>2</sup> Área industrial afectada por la inundación (Km <sup>2</sup> ) / Superficie total inundada		
		Km <sup>2</sup> Área agrícola y ganadera afectada por la inundación (Km <sup>2</sup> ) / Superficie total inundada		

## FACTORES DE CAMBIO Y PROYECCIONES

FACTORES CLIMÁTICOS	INDICADOR (1)	TENDENCIAS (2)	PROYECCIONES (3)
Nivel del mar	Nivel del mar relativo local	Series históricas	Valores recomendados por el IPCC modificados y regionalizados
Tormentas (ciclones extratropicales)	Intensidad, frecuencia, trayectoria	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Viento	Intensidad, dirección	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Olas	Intensidad dirección	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC
Niveles del mar extremos	Nivel del mar total	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o calculados a partir de las series históricas de marea meteorológica y contribución del oleaje y proyecciones de nivel medio del mar regionalizadas
Temperatura del mar en superficie	Temperatura del mar medida en superficie	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o los recomendados por el IPCC
Aportaciones de agua dulce superficial y subterránea	Caudales y nivel freático	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o inferidos a partir de proyecciones de precipitaciones
Aumento de la concentración de CO <sub>2</sub> en el mar	Concentración de CO <sub>2</sub> , pH	Series históricas	Valores regionalizados si están disponibles o recomendados por el IPCC

## IMPACTOS CONSIDERADOS Y FACTORES ASOCIADOS

IMPACTOS	FACTORES INCLUIDOS
Inundación permanente y sus consecuencias	Nivel medio del mar
Inundación temporal y sus consecuencias	Nivel medio del mar, marea meteorológica y contribución del oleaje (run-up/set-up)
Erosión costera e impacto en sistemas dunares	Nivel medio del mar, niveles extremos, oleaje (cambio en altura y dirección), viento
Intrusión salina y cambios en el nivel freático	Nivel medio del mar, inundación por eventos extremos, precipitación, caudal
Cambios en humedales y marismas	Nivel medio del mar, caudal del río, nivel freático
Cambios en la operatividad y estabilidad en obras de protección de la costa	Nivel medio del mar, niveles extremos, oleaje (intensidad y dirección)
Cambios en la estratificación y circulación	Nivel medio del mar, caudales, salinidad, temperatura
Migración y mortalidad de especies costeras y de aguas de transición	Temperatura, nivel medio del mar, eventos extremos
Modificaciones en la calidad del agua y salinidad	Salinidad, temperatura, escorrentía, caudal, nivel freático eventos extremos
Alteración de las aportaciones sedimentarias de los ríos	Precipitación, caudal, escorrentía
Alteraciones de la circulación y aportaciones de nutrientes	Escorrentía, salinidad, caudal, temperatura
Cambios del pH del agua	Cambios en ph por absorción de CO <sub>2</sub>

## NIVELES DE RIESGO EN AUSENCIA DE ADAPTACIÓN

NIVEL DE RIESGO EN AUSENCIA DE ADAPTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>BAJO</b>	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados sea < 10%
<b>MEDIO</b>	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 10% y un 25%
<b>ALTO</b>	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 25% y un 60%
<b>MUY ALTO</b>	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados esté entre un 60 % y un 90%
<b>EXTREMO</b>	Se define como sistemas, áreas o sectores en la costa en los que el aumento del nivel de riesgo con respecto al año base para un impacto o varios impactos agregados sea > 90%

## NIVELES DE CONSECUENCIAS EN AUSENCIA DE ADAPTACIÓN

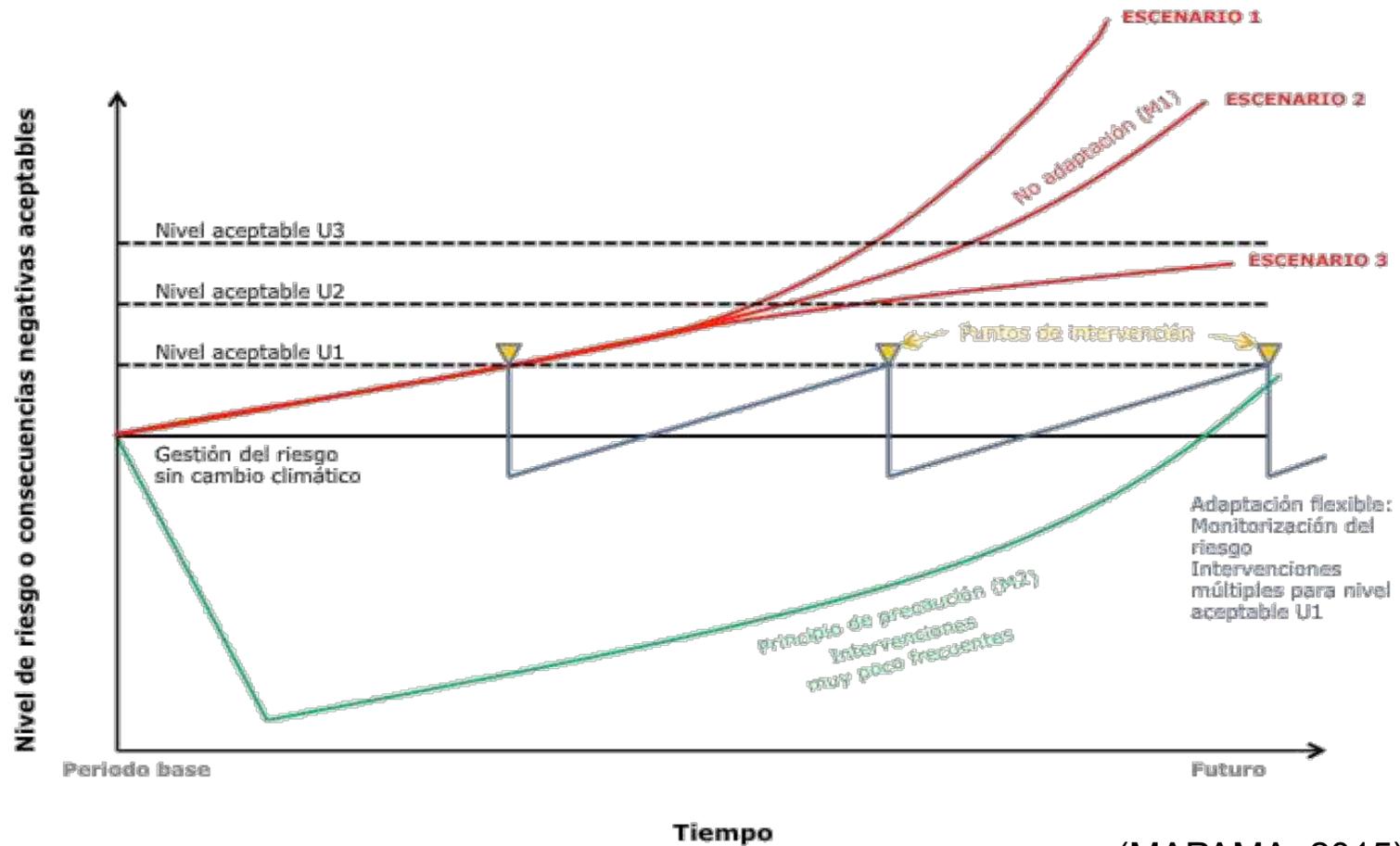
NIVEL DE CONSECUENCIAS EN AUSENCIA DE ADAPTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
PEQUEÑAS	<p>En sistemas naturales: Sin daños en el estado/integridad del sistema. Daños o cambios menores en la funcionalidad/servicios aportados por el sistema, recuperables de manera natural en corto plazo.</p> <p>En sistemas socioeconómicos: Sin daños sobre el estado/integridad del sistema o pérdidas económicas o de funcionalidad despreciables de muy corto plazo y fácilmente asumibles.</p>
MODERADAS	<p>En sistemas naturales: Sin daños o daños menores temporales sobre el estado/integridad del sistema o reducciones en la funcionalidad/servicios aportados por el sistema recuperable de forma natural.</p> <p>En sistemas socioeconómicos: Sin daño o daños menores temporales sobre la integridad del sistema o pérdidas de funcionalidad/servicio o económicas que pueden ser restauradas.</p>
SEVERAS	<p>En sistemas naturales: Daños directos en el estado/integridad del sistema e importante pérdida de funcionalidad/servicios que no pueden restaurarse al 100% o requieren la intervención del hombre para su recuperación. En sistemas socioeconómicos: Daños directos e importantes en la estado/integridad del sistema e importante pérdida temporal o permanente parcialmente, de funcionalidad/servicio de los sistemas que conlleva elevadas pérdidas económicas y afección sobre la actividad de la población. La recuperación no es factible al 100% salvo con importantes costes económicos no asumibles en algunos casos.</p>
IRREVERSIBLES	<p>En sistemas naturales: Pérdida permanente y no recuperable de hábitat, ecosistema o servicios ecosistémicos principales por mortalidad o por desaparición permanente de las condiciones naturales para su existencia.</p> <p>En sistemas socioeconómicos: Pérdida de vidas humanas y pérdida del estado/integridad del sistema con cese definitivo de funcionalidad /servicios o pérdidas económicas que no permiten su recuperación en las condiciones presentes.</p>

## **NIVEL DE RIESGO ACEPTABLE Y DESARROLLO DE MEDIDAS**

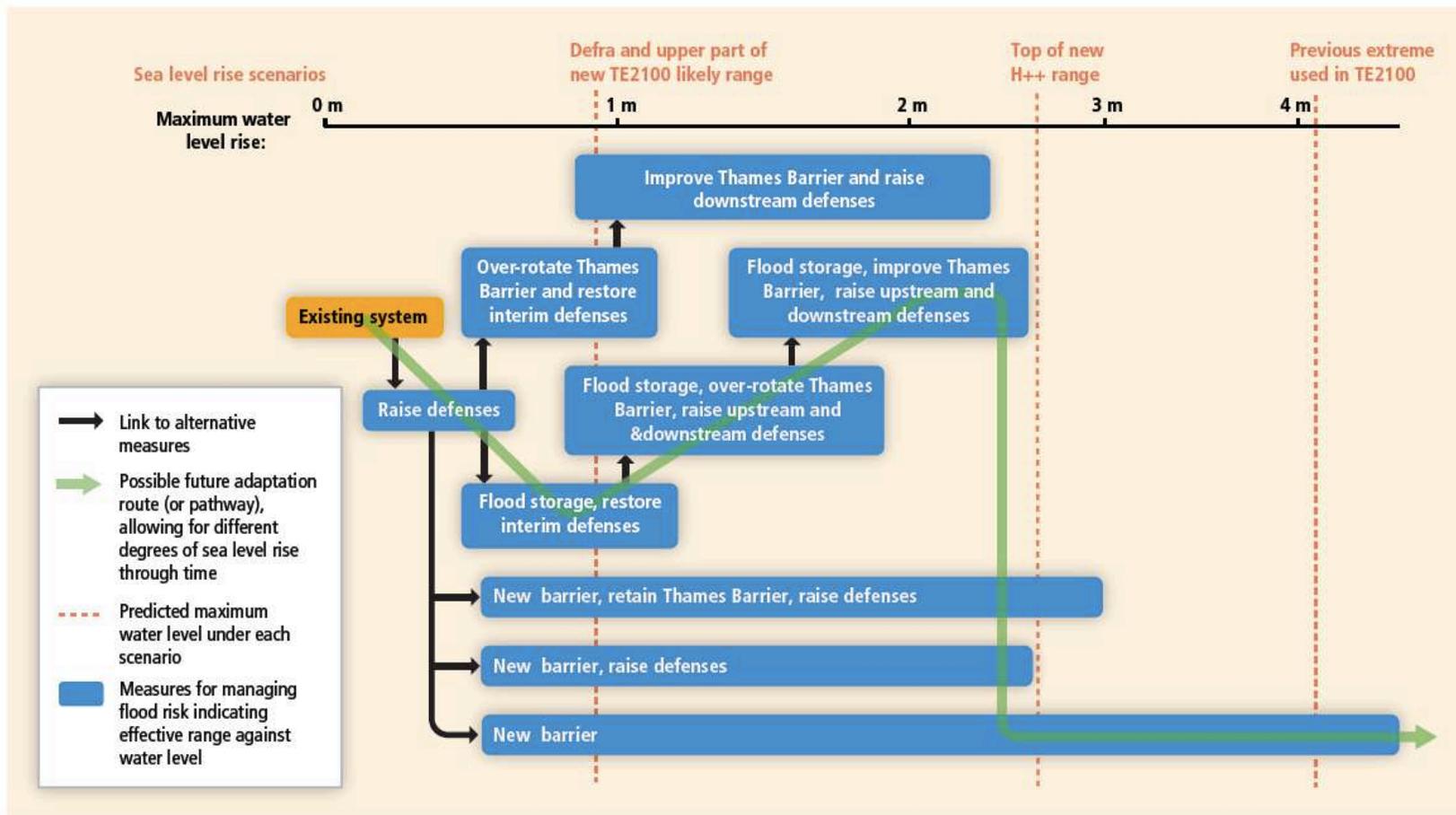
La Estrategia opta por mantener como riesgo aceptable, el nivel de riesgo del periodo base que se fija en el intervalo 2010-2014.

La Estrategia opta por una aproximación para el desarrollo de las medidas de adaptación, basada en una adaptación flexible que vincula la monitorización del riesgo y sus consecuencias, con intervenciones múltiples a lo largo del tiempo.

- La eficiencia será aún mayor, si las medidas de adaptación implementadas son funcionales para un amplio rango de escenarios mediante pequeñas intervenciones adicionales a lo largo del tiempo.
- Favorece la selección e implementación de las mismas en un marco de menor incertidumbre; permite obtener el máximo beneficio de la evolución del conocimiento y capacidad técnica; se beneficia de la monitorización de la evolución de los elementos que componen el riesgo; favorece la introducción de medidas de adaptación más flexibles ante la evolución de los diferentes escenarios, con un mayor ratio de coste-eficacia y facilita un mejor ajuste al contexto económico existente y al esperable durante las próximas décadas.



(MAPAMA, 2015)



**Figure 5-6** | Adaptation measures and pathways considered in the TE2100 project. The boxes show the measures and the range of sea level rise over which the measures are effective. The black arrows link to alternative measures that may be applied once a measure is no longer effective. The red lines show the various 21st century sea level rise scenarios used in the analysis including a conservative estimate of about 0.9 m by the UK Department for Environment Food and Rural Affairs (Defra), a high-level scenario of 2.6 m (H+) and an extreme scenario of over 4 meters (H++). The fat green line shows a possible future adaptation route (or pathway), allowing for different degrees of sea level rise through time (adapted from Lowe et al., 2009).

**SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS ESPECÍFICOS, DIRECTRICES GENERALES Y MEDIDAS .....**

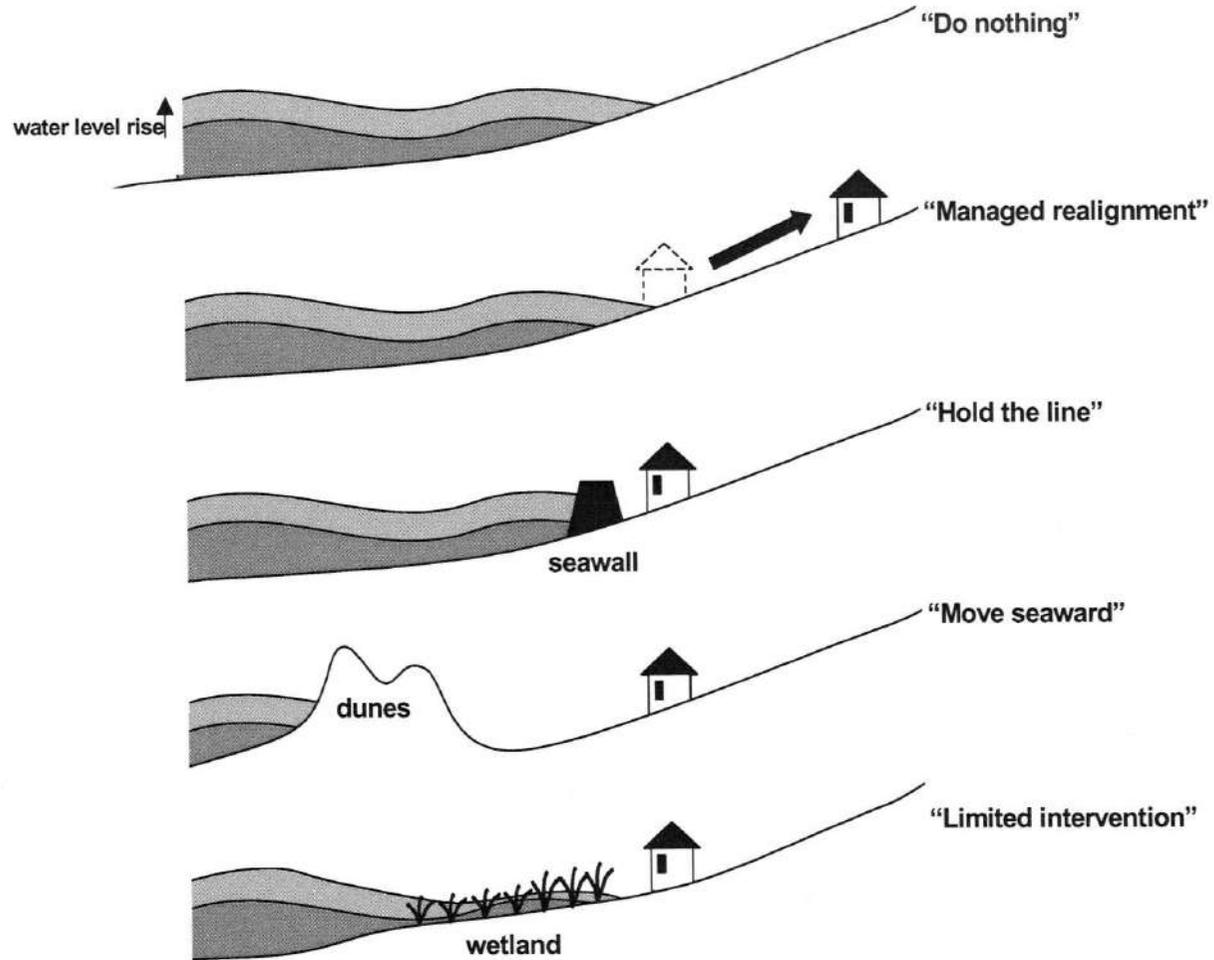
- 1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA ..... 74
- 2. DIRECTRICES GENERALES ..... 77
  - 2.1. Introducción..... 77
  - 2.2. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático ..... 77
  - 2.3. Factores de cambio considerados ..... 80
  - 2.4. Determinación de escenarios y proyecciones ..... 80
  - 2.5. Impactos incluidos ..... 81
  - 2.6. Niveles de riesgo y de consecuencias ..... 82
  - 2.7. Definición de nivel de riesgo aceptable y desarrollo de las medidas de adaptación..... 83
- 3. MEDIDAS PROPUESTAS ..... 85**

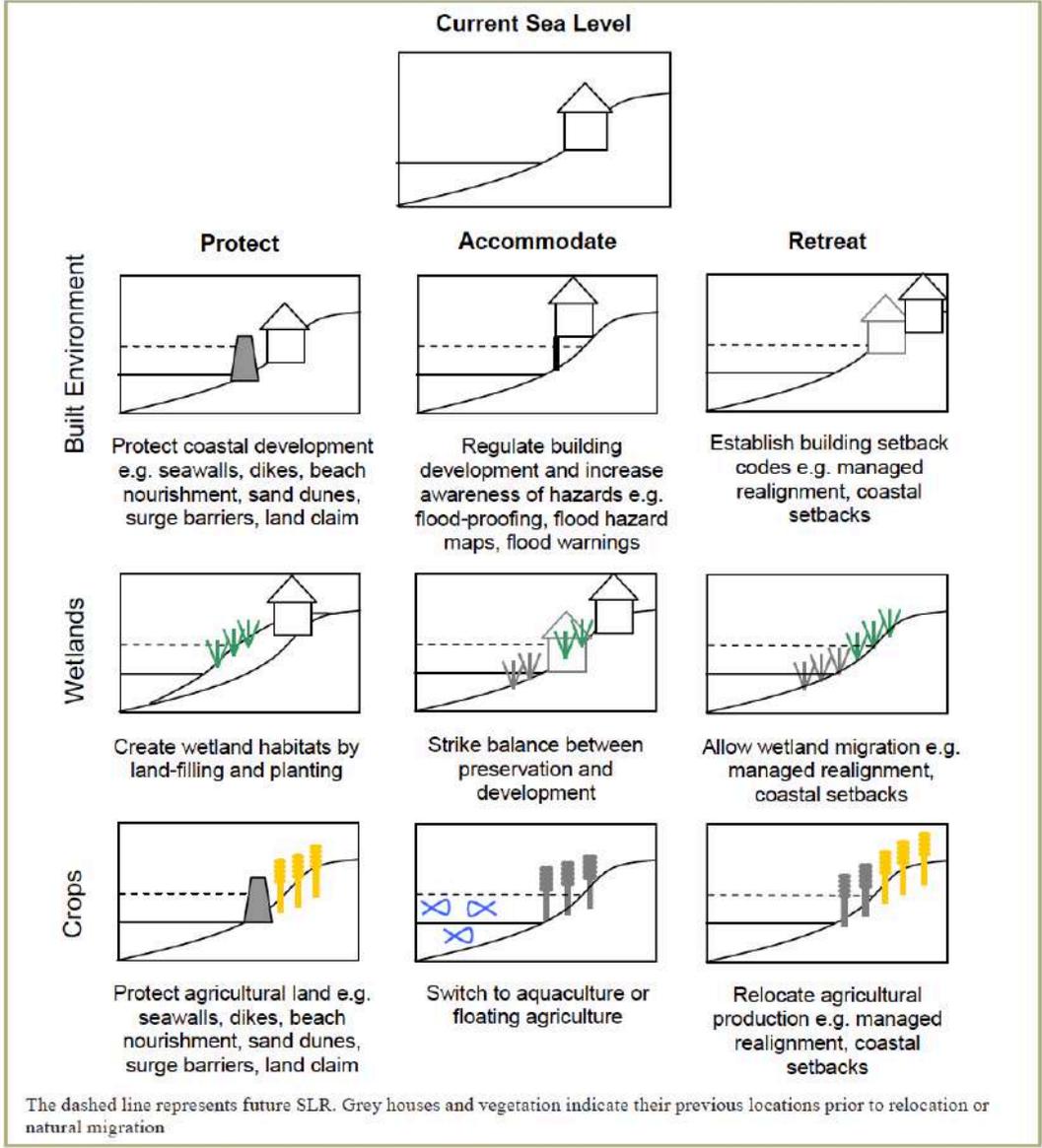
**TERCERA PARTE: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO ..... 98**

- 1. ANÁLISIS COSTE-EFICACIA DE LAS MEDIDAS ..... 98
- 2. FUENTES DE FINANCIACIÓN Y CALENDARIO ..... 99
- 3. SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA..... 100
  - 3.1. Objetivo del programa de seguimiento ..... 100
  - 3.2. Indicadores de seguimiento general..... 101
  - 3.3. Indicadores de seguimiento ambiental ..... 104
- 4. COORDINACIÓN..... 108
- 5. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS..... 109

**REFERENCIAS..... 110**

OPCIONES DE ADAPTACIÓN: CATEGORÍAS		EJEMPLOS APLICABLES A LA COSTA ESPAÑOLA
Estructurales Físicas	Ingeniería	Obras de protección; regeneración de playas y dunas, adaptación de infraestructuras y equipamientos situadas en la costa, códigos de edificación
	Tecnología	Elaboración de diagnósticos con técnicas y datos de última generación, sistemas de alerta temprana, monitorización estandarizada de indicadores de cambio climático y sus impactos, introducción de cultivos con tolerancia a aguas salobres
	Basadas en ecosistemas	Restauración y conservación de humedales y marismas, incremento de la diversidad biológica, soluciones basadas en los servicios prestados por los ecosistemas costeros
	Servicios	Adaptación de infraestructuras asociadas a las provisión de servicios básicos a nivel municipal (agua, electricidad, transporte, comunicaciones)
Sociales	Educación	Concienciación e integración en programas educativos, formación y capacitación técnica, creación de plataformas de intercambio de información y buenas prácticas, creación de redes de cooperación e investigación, celebración de eventos, talleres, conferencias específicas
	Información	Elaboración de mapas de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo; generación de bases de datos de alta resolución de indicadores fundamentales; sistemas de alerta y respuesta temprana; monitorización sistemática de la costa; elaboración de nuevas proyecciones de alta resolución para la costa española; desarrollo de nuevos escenarios
	Comportamiento	Acomodación; protocolos de evacuación; retroceso; relocalización; diversificación de actividades en zonas costeras; cambios en prácticas agrícolas y ganaderas
Institucionales	Economía	Incentivos financieros incluido impuestos y subvenciones; seguros; evaluación económica de los servicios prestados por ecosistemas
	Leyes y regulaciones	Planificación territorial; códigos de construcción y edificación; gestión del agua; protección civil; gestión de concesiones; áreas protegidas
	Políticas y programas gubernamentales	Planes sectoriales; planes de adaptación multinivel (de local a internacional); programas de gestión de riesgos; gestión integrada de zonas costeras; gestión de cuencas hidrográficas; directivas;



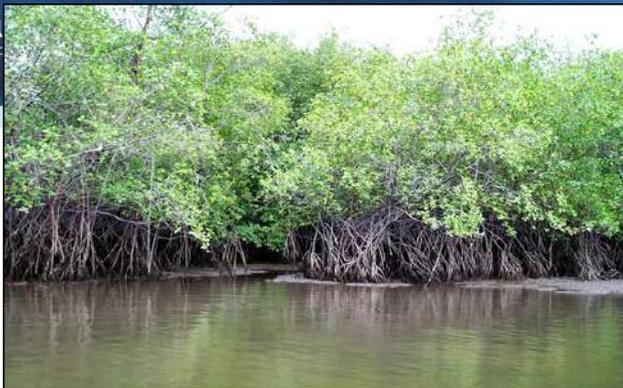


Source: Drawn by the authors based on IPCC CZMS (1990)

CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA
1	Diagnóstico y análisis de riesgos	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	A5, A6, A9, D1, D2, D3, D4, C1, C2, I1
2	Monitorización sistemática de la costa	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	A9, D1, D2, D3, D4, C1, C2, S1, S2, S3, S4, I1
3	Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación	Tecnología Información Comportamiento	Acomodación	A2, A3, A11, C1, C2,
4	Regeneración de playas y sistemas dunares	Ingeniería Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
5	Creación de playas y dunas artificiales	Ingeniería	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
6	Conservación y restauración de humedales y marismas	Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
7	Gestión de sedimentos	Ingeniería Ecosistemas	Protección	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
8	Construcción de nuevas estructuras de protección (muros, paseos)	Ingeniería	Protección	A2, A3, A4, A6, A10, A11
9	Construcción de nuevas estructuras o elementos artificiales para mantener la línea de costa (diques exentos, espigones, geotextiles, etc.)	Ingeniería	Protección	A2, A3, A4, A6, A10, A11
10	Adecuación funcional y estructural de las infraestructuras y edificaciones existentes	Ingeniería	Acomodación	A2, A3, A4, A6, A7, A10, A11
11	Normativa y códigos de adecuación	Ingeniería Leyes y regulación	Acomodación	A7, A8
12	Introducción de seguros y primas específicas	Economía	Acomodación	A5, A7, A8
13	Realineación de estructuras existentes en la línea de costa	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
14	Realineación de estructuras existentes en estuarios y desembocaduras	Ingeniería Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A6, A10, A11
15	Adquisición de terrenos	Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A10, A11
16	Cambios en el uso del suelo	Comportamiento Leyes y regulación	Acomodación	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A10, A11
17	Favorecer la migración hacia el interior de humedales y marismas y creación de nuevas áreas intermareales	Ecosistemas Leyes y regulación Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A7, A8, A9, A10, A11
18	Capacitación y concienciación	Educación Información	Otras	A11, A12, D2, D3, D4, P1, P2, C1,

19	Reducción de barreras y limitaciones	Información Información Educación Leyes y regulaciones Políticas y programas gubernamentales	Otras	D1, D2, D4, P1, P2, C1, C2, A9, A11, A12, A13
20	Integración en la toma de decisiones	Leyes y regulaciones Políticas y programas gubernamentales Información Economía	Otras	C2, A7, A8, A9, A11, A12, S1, S4, A13
21	Investigación	Información	Otras	D1, D4, A, 5, I1, A13
22	Evaluación de servicios prestados por ecosistemas costeros	Economía Información	Otras	D1, D2, D4, C1, C2, A1, A4, A5, A6, A9, A10, A12, S2, I1
23	Relocalización	Comportamiento	Retroceso	A1, A2, A3, A4, A8, A10, A11
24	Gestión de concesiones	Políticas y programas de la administración	Acomodación Retroceso	A1, A2, A3, A4, A8, A10, A11
25	Áreas protegidas	Políticas y programas de la administración	Otras	A1, A3, A4, A8, A10, A11
26	Gestión integrada de zonas costeras	Políticas y programas de la administración	Todas	TODAS

CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	COMENTARIOS
1	Diagnóstico y análisis de riesgos	Tecnología Información	Protección Acomodación Retraceso	<p>La realización del diagnóstico actual y la evolución temporal de riesgo debido a los efectos del cambio climático y de los eventos extremos en las costas españolas se dirige principalmente a evaluar los principales impactos que éstos pueden producir, tanto en los sistemas naturales como en los sistemas socioeconómicos localizados en la costa, muy especialmente en aquellos sectores estratégicos para la sociedad española y en las infraestructuras. El diagnóstico incluirá, al menos, los impactos de inundación y erosión en los sistemas costeros y preferentemente todos los recogidos en la tabla 9.</p> <p>El diagnóstico se formulará mediante una metodología en términos de riesgo considerando, por tanto, la peligrosidad de los factores climáticos inductores de cambios, de acuerdo con la tabla 9 así como la exposición y vulnerabilidad de los receptores de los impactos. Además de los riesgos y consecuencias para el periodo temporal fijado como línea de base, el diagnóstico establecerá los riesgos y consecuencias proyectadas para medio y largo plazo sobre la base de las proyecciones de la peligrosidad, vulnerabilidad y exposición que se puedan obtener con base en la información científico-técnica disponible, acotando las incertidumbres y formulando el diagnóstico en términos útiles para la toma de decisiones incluida su valoración económica.</p> <p>Para aquellas zonas del litoral español en las que el nivel de riesgo de cambio climático obtenido en el diagnóstico general alcance la categoría de "Muy Alto", se harán diagnósticos específicos de alta resolución con modelos de impacto más complejos y bases de datos de alta resolución que contribuyan a reducir aún más las posibles incertidumbres en el establecimiento de las consecuencias y permitan un mejor análisis del plan de adaptación.</p> <p>Los diagnósticos realizados cubrirán todo el dominio público marítimo-terrestre del litoral español al que se añadirá una franja adicional del territorio donde los procesos costeros sean dominantes con el fin caracterizar adecuadamente los riesgos en la costa española.</p> <p>Los diagnósticos se repetirán con la periodicidad quinquenal, con el fin de hacer un seguimiento de la evolución de los mismos así como de incorporar las últimas bases de datos y las mejoras en el conocimiento científico-técnico. El diagnóstico incluirá una categorización de los riesgos y de las consecuencias utilizando los criterios establecidos en las tablas 10 y 11.</p>
2	Monitorización sistemática de la costa	Tecnología Información	Protección Acomodación Retraceso	<p>Dadas las incertidumbres asociadas a las proyecciones y posible evolución de los riesgos climáticos en la zona costera, la Estrategia promoverá la puesta en marcha de un plan de monitorización de la costa española en la que se determinarán los parámetros e indicadores, las técnicas, la frecuencia y el tipo de análisis de los datos que es necesario realizar para seguir la evolución de las proyecciones realizadas y mejorar los nuevos diagnósticos que se vayan realizando con el paso del tiempo y adecuando, de una manera flexible, las medidas de adaptación a las necesidades reales.</p> <p>Esta monitorización será complementaria con la llevada a cabo por otras instituciones o agencias de la AGE como OPPE, AEMET o IEO y se centrará fundamentalmente en la monitorización de los impactos en la costa. Se promoverá el uso de tecnologías basada en la teledetección.</p>



ECOSISTEMAS SALUDABLES Y FUNCIONALES	
A1	Restauración y protección de humedales
A2	Áreas protegidas y acuerdos de conservación marina
A3	Tasas de servicios ecosistémicos y ambientales



## Protection and wetland restoration

### OBJECTIVE:

To reduce coastal erosion and flooding by creating new habitats and generating environmental benefits by holding the shoreline

### CHARACTERISTICS:

Highly efficient  
Natural adaptive capacity  
Marshes and mangrove forest are the main restore wetlands



Reducción de la exposición de la costa	
<b>B1</b>	Regeneración de playas
<b>B2</b>	Restauración de dunas y creación de dunas artificiales
<b>B3</b>	Estabilización de la costa con soluciones naturales
<b>B4</b>	Malecones
<b>B5</b>	Diques
<b>B6</b>	Retroceso
<b>B7</b>	Acomodación a la inundación



## Regeneración de playas

### OBJETIVO:

Evitar la erosión costera + mejorar la protección frente a inundación

### CARACTERÍSTICAS:

Medida ingenieril (blanda)

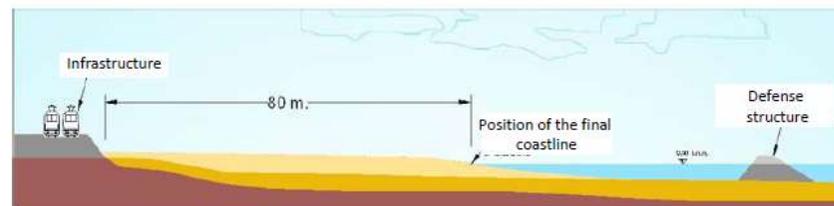
Normalmente combinada con la creación o restauración de dunas

Efectiva ante condiciones medias. Los eventos extremos requieren sedimento adicional

PROFILE OF THE BEACH BEFORE CHARGING



PROFILE OF THE BEACH AFTER CHARGING



Caso de partida:

ESCENARIO 3: +0.24 m y  $Tr=100$



ESCENARIO 6: +0.45 m y  $Tr=100$



**Protect by increasing flood defense**

2 tipos de infra  
críticas afectadas

ESCENARIO 8: +0.65 m y  $Tr=100$



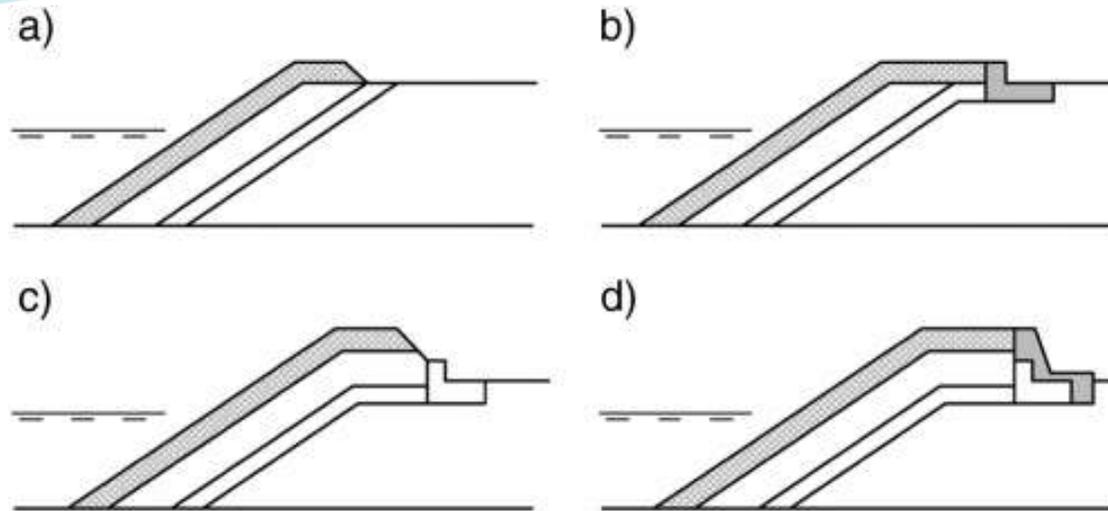


Fig. 1 Concepts of upgrading in which an increase in crest level is acceptable.

Hans F. Burcharth , Thomas Lykke Andersen , Javier L. Lara

**Upgrade of coastal defence structures against increased loadings caused by climate change: A first methodological approach**

Coastal Engineering, Volume 87, 2014, 112 - 121

<http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.12.006>

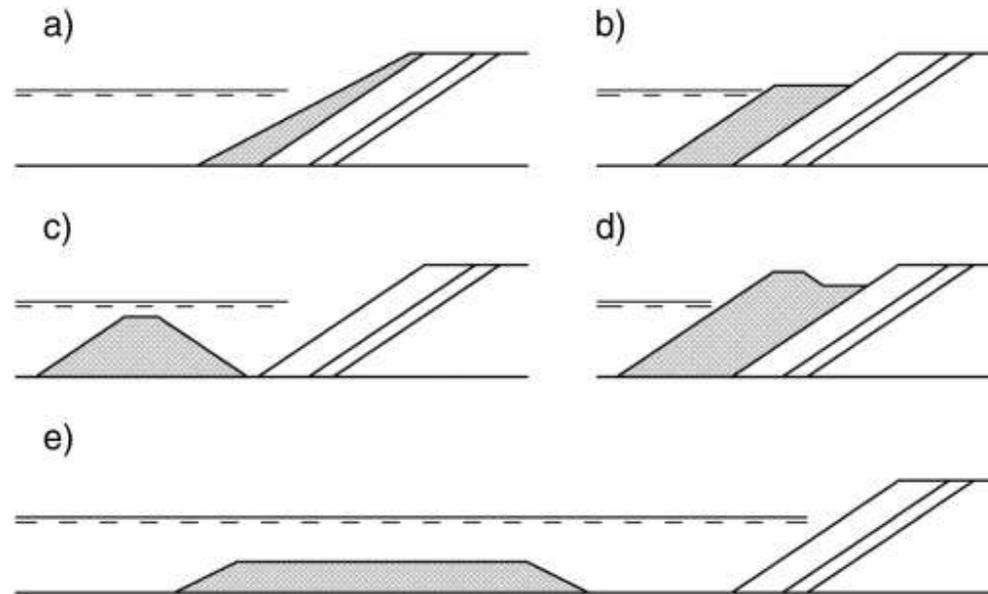


Fig. 2 Concepts of upgrading in which an increase in crest level is not acceptable.

Hans F. Burcharth , Thomas Lykke Andersen , Javier L. Lara

**Upgrade of coastal defence structures against increased loadings caused by climate change: A first methodological approach**

Coastal Engineering, Volume 87, 2014, 112 - 121

<http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.12.006>

**Figure 4.28: The process of managed realignment**



**Prior to Realignment**

Coast defences present  
Little intertidal habitat



**Managed Realignment**

Coastal defences breached  
Creation of intertidal habitat

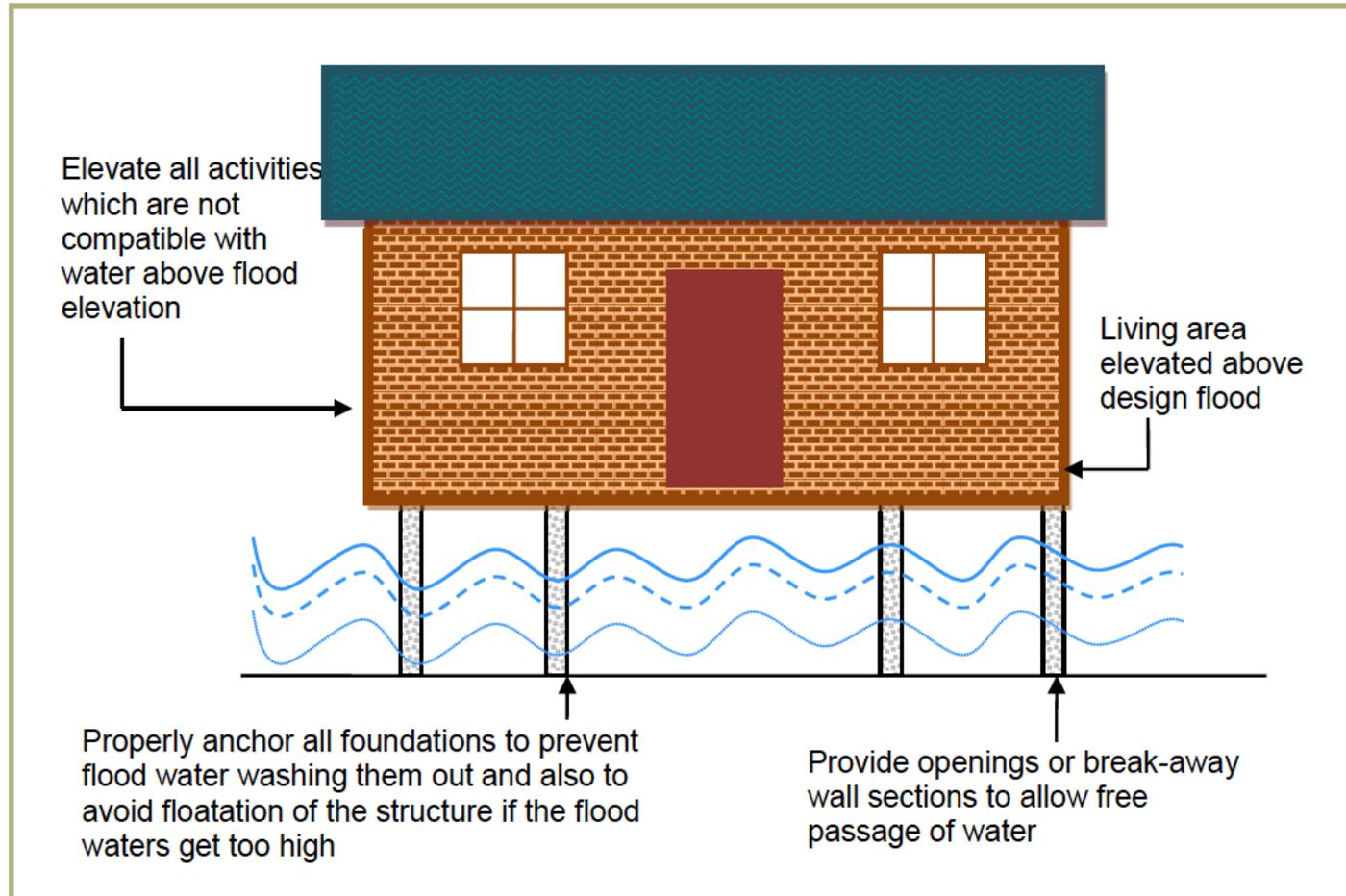
Source: Adapted from ComCoast, 2006

**Medida:** (retreat, coastal realignment)

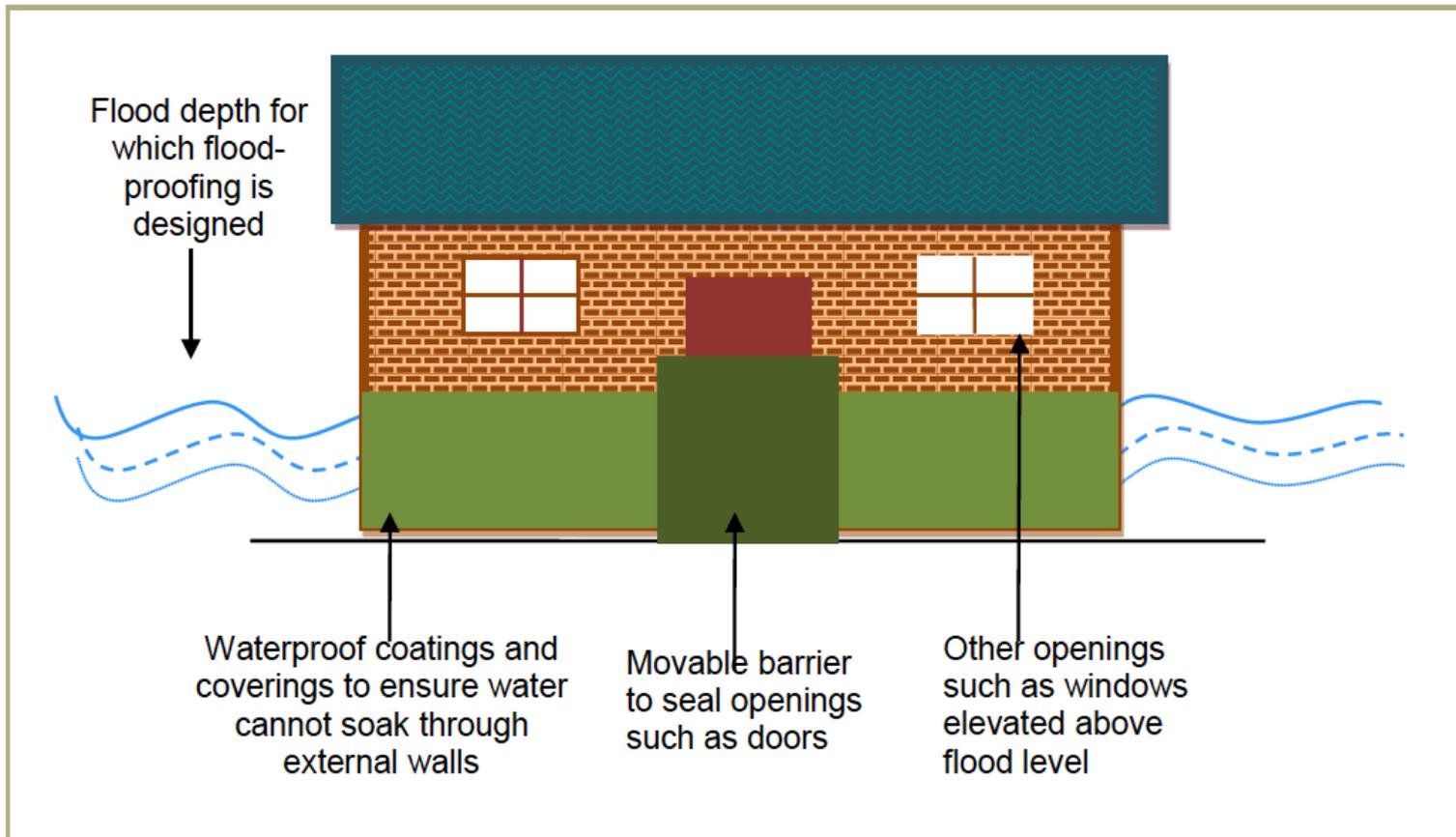


**NAVIA**

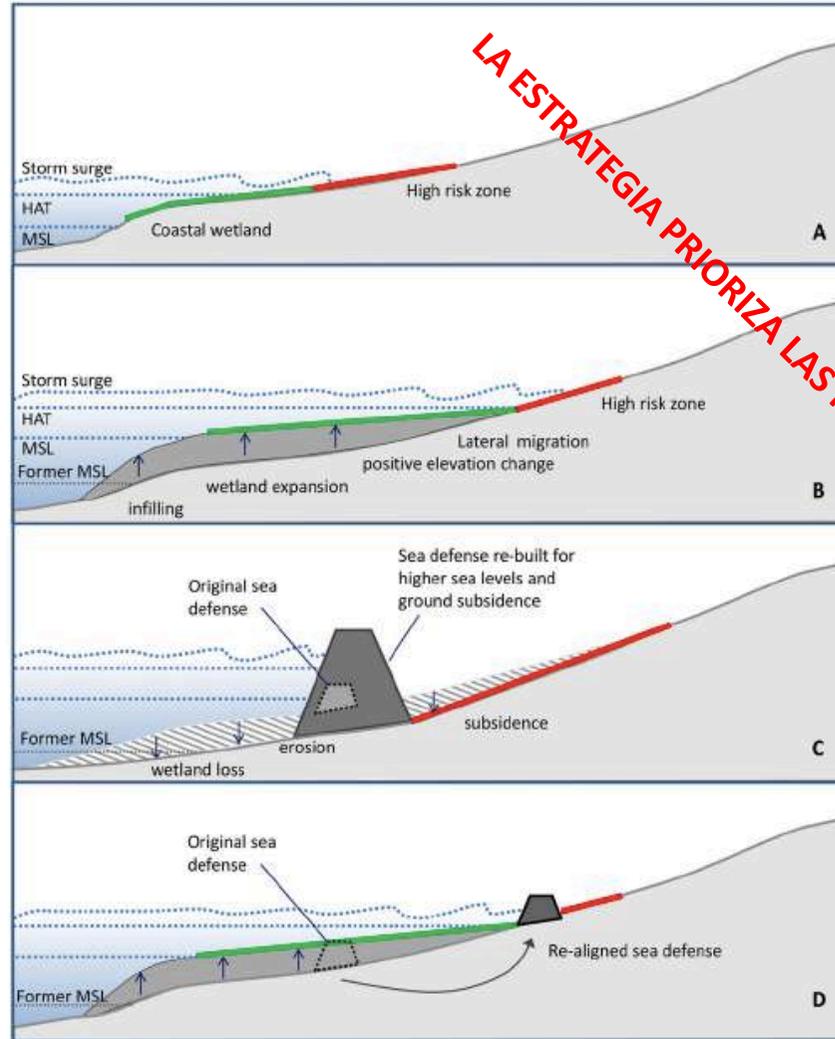
Figure 4.21: Basic wet flood-proofing measures for a residential structure



**Figure 4.22: Basic dry flood-proofing measures for a residential structure**



M.D. Spalding *et al.* (2014)



LA ESTRATEGIA PRIORIZA LAS INFRAESTRUCTURAS VERDES

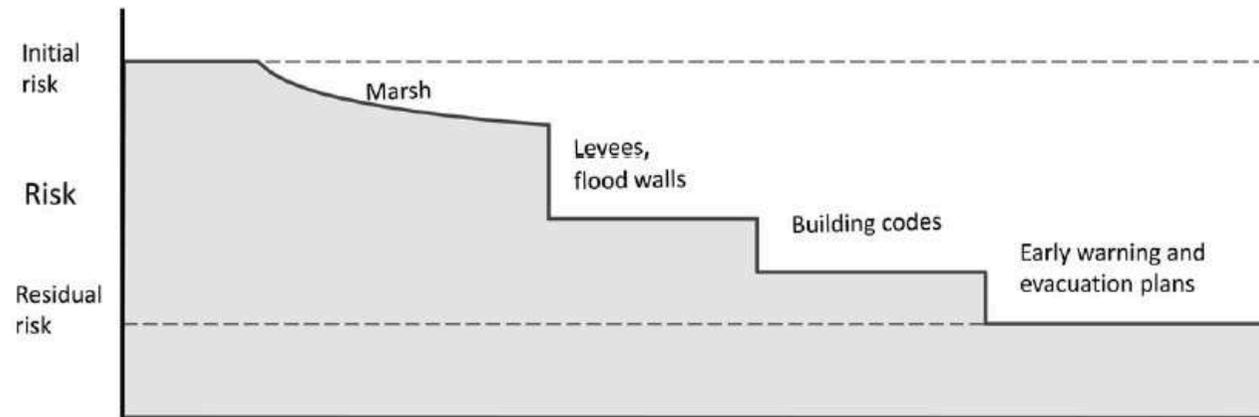
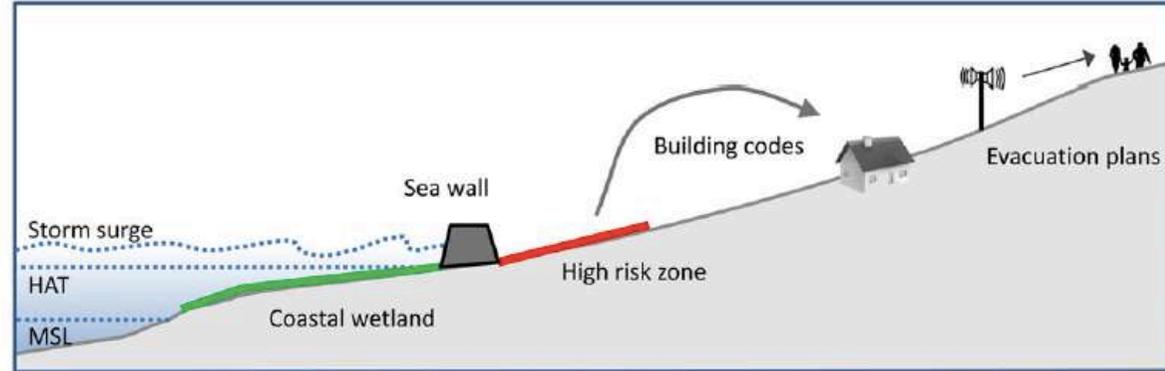
**Figure 1** Graphic representation of how elevation of coastal marshes might be expected to vary in response to increases in relative sea level. (A) Contemporary natural shoreline. (B) Natural shoreline following sea-level rise in locations where growth and sediment supply allow some degree of positive elevation change, as well as lateral (landwards) migration. (C) Hard engineering solutions “holding the line” of contemporary coastlines through increasingly large interventions. (D) Hybrid interventions (see Figure 2), where space is allowed for the maintenance of natural coastal defenses.

**Table 1 | Potential and limitations of conventional compared with ecosystem-based coastal defence**

Affected variable	Conventional coastal engineering	Ecosystem-based coastal defence
Natural habitat	Degradation or destruction	Conservation or restoration
Sediment accumulation (after sea-level rise)	Disturbed or stopped by embankments, groynes, dams, and so on.	Sustained (if enough sediment is available)
Land subsidence	Exacerbated by wetland reclamation, soil drainage, groundwater and gas extraction	Counterbalanced by sediment trapping, but continues behind ecosystems
Storm surge propagation through an estuary or delta	Wetland reclamation reduces water storage and friction, enhancing inland storm surges	Wetland restoration enlarges water storage and friction, lowering inland storm surges
Long-term sustainability	Low: regular maintenance is needed at high cost	High: ecosystems are self-maintaining (if enough sediment is available)
Cost-benefit appraisal	Moderate to high	Mostly high due to added benefits
Water quality of estuary, delta and coastal sea	May degrade by organic matter accumulation and toxic algal growth in closed-off estuaries	Improved and sustained by nutrient and contaminant cycling in restored wetlands
Climate mitigation through carbon sequestration	None	Mangroves and marshes are important carbon sinks
Fisheries and aquaculture production	Reduced: less habitat for young fish, shellfish and crustaceans due to wetland reclamation	Improved: more habitat for young fish, shellfish and crustaceans due to wetland and reef restoration
Human recreation potential	Negative perception of artificial landscape	Positive perception of natural landscape
Required space	Moderate	High, therefore, not applicable for cities on the coast
Difficulty of creating the defence structure	Moderate	Relatively high due to natural dynamics and variability
Existing implementation and experience	Substantial, but many failures in the past	Limited so far. More research is urgently needed
Social and political acceptance	Widely accepted	So far, only accepted in certain areas (Europe and United States)
Health hazards (other than flooding)	None	Wetlands with stagnant water may facilitate breeding of mosquitoes that could spread disease

Temmerman et al. (2013)

## LA ESTRATEGIA PRIORIZA LAS INTERVENCIONES MÚLTIPLES Y ACUMULATIVAS



Cumulative interventions

**Figure 2** Ecosystems can form an important part of risk reduction, which is typically achieved through a combination of environmental, engineered, social, cultural, and legal approaches as illustrated in the upper figure. Cumulative interventions (lower figure) cannot remove risk, but rather reduce it to an acceptable level of residual risk.

**Table 4.2: Current degree of experience in the application of adaptation technologies**

Technology	Developed country			Developing country			Comments
	Low	Med	High	Low	Med	High	
Beach nourishment			✓		✓		Rapid growth in application
Artificial dunes & dune rehabilitation			✓	✓			
Seawalls			✓			✓	Developing country approaches are often ad-hoc
Sea dikes			✓			✓	East Asian countries have a long legacy of dike construction
Surge barriers		✓		✓			A more specialised technology which is likely to see more widespread application
Closure dams			✓			✓	
Land claim			✓			✓	Most common in areas of high population density
Flood-proofing		✓			✓		Growing application worldwide
Wetland restoration			✓	✓			
Floating agricultural systems	✓					✓	Application only occurs in a few delta environments (e.g. Bangladesh)
Flood hazard mapping			✓			✓	Rapid growth in application
Flood warnings			✓			✓	Rapid growth in application
Managed realignment			✓	✓			Applied in areas of historic land claim – mainly in NW Europe and USA to date
Coastal setbacks			✓			✓	Rapid growth in application

**Table 4.1: Complementary and competing adaptation technologies**

	Coastal Setbacks	Managed Realignment	Floating Agricultural Systems	Flood Warnings	Flood Hazard Mapping	Wetland Restoration	Flood Proofing	Land Claim	Storm Surge Barriers	Sea Dikes	Seawalls	Artificial Dunes and Dune Rehabilitation
Beach Nourishment		a				b						
Artificial Dunes & Dune Rehabilitation		a				b						
Seawalls		a						c				
Sea Dikes		a						c				
Storm Surge Barriers												
Land Claim												
Flood Proofing												
Wetland restoration												
Flood Hazard Mapping												
Flood Warnings												
Floating Agricultural Systems												
Managed Realignment												

	Complementary
	Competing

- a Complementary when these features are realigned landward of their present location.
- b Wetlands and sandy beaches are rarely coincident.
- c When used to protect claimed land.

<b>SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS ESPECÍFICOS, DIRECTRICES GENERALES Y MEDIDAS .....</b>	
1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA .....	74
2. DIRECTRICES GENERALES .....	77
2.1. Introducción.....	77
2.2. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático .....	77
2.3. Factores de cambio considerados .....	80
2.4. Determinación de escenarios y proyecciones .....	80
2.5. Impactos incluidos .....	81
2.6. Niveles de riesgo y de consecuencias .....	82
2.7. Definición de nivel de riesgo aceptable y desarrollo de las medidas de adaptación.....	83
3. MEDIDAS PROPUESTAS .....	85
<b>TERCERA PARTE: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO .....</b>	<b>98</b>
1. ANÁLISIS COSTE-EFICACIA DE LAS MEDIDAS .....	98
2. FUENTES DE FINANCIACIÓN Y CALENDARIO .....	99
3. SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA.....	100
3.1. Objetivo del programa de seguimiento .....	100
3.2. Indicadores de seguimiento general.....	101
3.3. Indicadores de seguimiento ambiental .....	104
4. COORDINACIÓN.....	108
5. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.....	109
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>110</b>

Se utilizará un marco de toma de decisiones que tenga en cuenta, entre otros:

- las consecuencias de no actuar en el horizonte de medio plazo
- la factibilidad de alcanzar los objetivos de adaptación marcados en un horizonte temporal dado mediante el uso de una de las opciones de adaptación o varias de forma combinada;
- los beneficios adicionales o co-beneficios que ofrece cada opción;
- la viabilidad técnico-económica;
- los posibles impactos ambientales y la aceptación social.

Para ello se utilizarán técnicas de análisis de coste-beneficio, multicriterio o equivalente.

<b>SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS ESPECÍFICOS, DIRECTRICES GENERALES Y MEDIDAS .....</b>	
1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ESTRATEGIA .....	74
2. DIRECTRICES GENERALES .....	77
2.1. Introducción.....	77
2.2. Sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático .....	77
2.3. Factores de cambio considerados .....	80
2.4. Determinación de escenarios y proyecciones .....	80
2.5. Impactos incluidos .....	81
2.6. Niveles de riesgo y de consecuencias .....	82
2.7. Definición de nivel de riesgo aceptable y desarrollo de las medidas de adaptación.....	83
3. MEDIDAS PROPUESTAS .....	85
<b>TERCERA PARTE: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO .....</b>	<b>98</b>
1. ANÁLISIS COSTE-EFICACIA DE LAS MEDIDAS .....	98
2. FUENTES DE FINANCIACIÓN Y CALENDARIO .....	99
3. SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA.....	100
3.1. Objetivo del programa de seguimiento .....	100
3.2. Indicadores de seguimiento general.....	101
3.3. Indicadores de seguimiento ambiental .....	104
4. COORDINACIÓN.....	108
5. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.....	109
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>110</b>

CÓDIGO	OPCIÓN	CATEGORÍA (1)	CATEGORÍA (2)	INDICADORES DE SEGUIMIENTO
1	Diagnóstico y análisis de riesgos	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	- Número de diagnósticos globales realizados - Número de diagnósticos de alta resolución realizados
2	Monitorización sistemática de la costa	Tecnología Información	Protección Acomodación Retroceso	- km de costa cubiertos con monitorización sistemática
3	Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación	Tecnología Información Comportamiento	Acomodación	- Número de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación implementados - km de costa con sistema de alerta temprana y protocolo de evacuación - Número de personas asociadas a sistemas de alerta temprana - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
4	Regeneración de playas y sistemas dunares	Ingeniería Ecosistemas	Protección	- Número de playas regeneradas - ml de playas regeneradas - m2 de playa regenerada - Número de sistemas dunares regenerados - m3 de arena destinados a regeneración de playas - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
5	Creación de playas y dunas artificiales	Ingeniería	Protección	- Número de playas regeneradas - ml de playas regeneradas - m2 de playa regenerada - Número de sistemas dunares regenerados - m3 de arena destinados a regeneración de playas - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
6	Conservación y restauración de humedales y marismas	Ecosistemas	Protección	- número de actuaciones de restauración de humedales y marismas - incremento de superficie de humedales y marismas en conservación o restauradas - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
7	Gestión de sedimentos	Ingeniería Ecosistemas	Protección	- número de actuaciones de gestión de sedimentos - m3 de transporte de arena restaurado - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
8	Construcción de nuevas estructuras de protección (muros, paseos)	Ingeniería	Protección	- Número de estructuras de defensa construidas - ml de línea de costa protegida mediante nuevas estructuras - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
9	Construcción de nuevas estructuras o elementos artificiales para mantener la línea de costa (diques, espigones, geotextiles, etc.)	Ingeniería	Protección	- Número de estructuras de defensa construidas - ml de línea de costa protegida mediante nuevas estructuras - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)
10	Adecuación funcional y estructural de las infraestructuras y	Ingeniería	Acomodación	- Número de infraestructuras intervenidas - % de reducción de riesgo o de consecuencias (*)

# Estrategia de adaptación al cambio climático

## TALLER:

## Herramientas tecnológicas en Uruguay

Lunes 20 al jueves 23 de noviembre de 2017  
Centro de Formación de la Cooperación Española en Uruguay AECID

Iñigo J. Losada ([losadai@unican.es](mailto:losadai@unican.es))



**ANEXO IV.  
SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE TAREAS  
Y CRONOGRAMA.**



Montevideo, 8 de diciembre de 2017

Se presenta en esta nota el Plan de Trabajo y Cronograma de las Actividades que llevará a cabo el IMFIA en el marco del 'Proyecto Herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación cambio climático en la zona costera de Uruguay'.

Todas las actividades se plantean en el marco de la colaboración con el IH-Cantabria como especialista en el área. Se definen 5 Actividades de las cuales la Actividad 1 resulta en la mayor carga de trabajo en la medida que se desarrollarán productos en el IMFIA que servirán de insumo a IH-Cantabria. Se presenta un cronograma detallado de dicha Actividad 1. Las actividades 2 a 5 tienen carácter de seguimiento del proyecto y el cronograma de las mismas queda sujeto al cronograma general del proyecto según lo defina IH-Cantabria y su contraparte nacional.

#### **Actividad 1. Base de datos históricos de dinámicas atmosférica, marítima y fluvial**

El objetivo de esta tarea es desarrollar una base de datos meteo-oceánica homogénea a lo largo de toda la costa y zona marítima de Uruguay. Para ello se generarán las bases de datos históricos de más de 30 años (1985-2016) de las variables climáticas relevantes para el estudio de riesgos costeros relativos a erosión e inundación, a saber: viento de superficie, oleaje, nivel de mar, corriente integrada en vertical y caudales fluviales.

Las principales características metodológicas de esta actividad fueron definidas en conjunto con IH-Cantabria en el taller lanzamiento del Proyecto realizado en Montevideo durante la semana del 20 al 24 de Noviembre de 2017.

##### Acciones de la Actividad 1:

A.1.1 Vientos: Se calibrarán estadísticamente los vientos del reanálisis global CSFR utilizando datos medidos in situ y satelitales durante los últimos años.

A.1.2 Oleaje: Se actualizará el hindcast de oleaje realizado para la costa uruguaya en base al modelo numérico WWIII ajustado con datos históricos en toda la costa uruguaya e incorporando los niveles del modelo de marea. El modelo será calibrado y validado con datos medidos in situ y satelitales.

A.1.3 Niveles: Se generará un hindcast de marea meteorológica y astronómica en toda la costa uruguaya en base al modelo numérico bidimensional TELEMAR, implementado en el IMFIA, calibrado y validado con datos medidos in situ, haciendo énfasis en la representación de los eventos extremos.

A.1.4 Corrientes: Se generarán series históricas de corrientes integradas en vertical en toda la costa uruguaya en base al modelo numérico de marea TELEMAR descrito previamente.

A.1.5 Caudales fluviales: Se actualizarán las series de caudales costeros generadas en estudios previos a partir de los registros instrumentales de precipitación disponibles a lo largo de la costa uruguaya.

### Entregables de la Actividad 1:

E.1.1 Informe técnico conteniendo la metodología aplicada.

E.1.2 Base de Datos generadas con las series temporales en puntos definidos a lo largo de la costa atlántica y del Río de la Plata.

### Cronograma de la Actividad 1:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Tarea	27/11-3/12	4/12-10/12	11/12-17-12	18-12-24/12	25/12-31/12	1/1-7/1	8/1-14/1	15/1-21/1	22/1/28/1	29/1-4/2	5/2-11/2	12/2-18/2	19/2-25/2	26/2-4/3	5/3-11/3	12/3-18/3	19/3-25/3	26/3-1/4	2/4-8/4	9/4-15/4	16/4-22/4	23/4-29/4	30/4-6/5	7/5-13/5	14/5-20/5	21/5-27/5	28/5-3/6	
Ajuste final batimetrías																												
Verificación y corrección de viento																												
Corrección C.C. Mar del Plata																												
Calibración y verificación TELEMAR																												
Calibración y verificación WWIII																												
Hindcast TELEMAR																												
Hindcast WWIII																												
Cálculo caudales fluviales																												
Postprocesamiento de datos																												
Entrega análisis Vientos																												
Entrega hindcast Niveles																												
Entrega parcial Oleaje																												
Entrega hindcast Oleaje																												
Entrega hindcast Caudales																												

### **Actividad 2. Análisis de variabilidad y proyección de efectos del cambio climático en la dinámica atmosférica, marítima y fluvial.**

El objetivo de esta tarea es participar en la caracterización, para cada una de las variables indicadas en la Actividad 1, de la variabilidad y los cambios esperables bajo distintos escenarios de cambio climático, que realizará IH-Cantabria.

### **Actividad 3. Estudio de alta resolución de la dinámica en seis sitios de interés.**

El objetivo de esta actividad es proveer al IH-Cantabria la caracterización de la dinámica costera en seis sitios de interés a mayor resolución espacial que la utilizada en la Actividad 1. Los detalles metodológicos y plazos serán acordados con IH-Cantabria y su contraparte nacional.

**Actividad 4. Participación en reuniones de coordinación de trabajo interinstitucional.**

Para efectivizar las interacciones con IH-Cantabria, así como para facilitar la transferencia tecnológica a diversas instituciones del país, se participará activamente de reuniones de seguimiento (teleconferencias y talleres presenciales).

**Actividad 5. Generación de capacidades en las instituciones nacionales para explotar la información generada.**

Esta actividad se implementará por medio del fortalecimiento de recursos humanos locales a través de instancias de capacitación sobre las metodologías e instrumentos aplicados, en colaboración con IH-Cantabria y Facultad de Ciencias.

Acciones de la Actividad 5:

A.5.1 Dictado de un curso de capacitación dirigidos a técnicos de perfil especializado (MVOTMA, academia, etc.).

A.5.2 Realización de dos talleres de capacitación dirigidos a técnicos vinculados a la gestión local, pertenecientes a las Intendencias costeras (Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado, Rocha). Se realizarán dos talleres, uno para las intendencias de la zona Este y otro para las intendencias de la zona Oeste.

**Sr. Jukka Uosukainen**  
**Director**  
**Centro y Red de Tecnología del Clima**

**Referencia:** *“Development of technology tools for the assessment of impacts, vulnerability and adaptation to climate change in the coastal zones of Uruguay”*

Montevideo, 22 de marzo de 2018

Tengo el agrado de dirigirme a usted con el propósito de solicitar una actualización en el cronograma del referido proyecto.

A los efectos de obtener los mejores resultados posibles del modelo que será aplicado en la zona costera de Uruguay, el Instituto Hidráulico de Cantabria (IH-Cantabria) nos ha transmitido la importancia de que el país pueda proveer de un Modelo Digital de Terreno (MDT) de alta resolución. Uruguay, a través de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), ha estado trabajando en el desarrollo de un MDT actualizado de alta resolución para todo el país desde el año pasado. Ante la posibilidad de poder aplicar este nuevo desarrollo en los escenarios de incremento del nivel medio del mar, la IDE se comprometió a proveer al proyecto el MDT de la zona costera del país a fines del mes de mayo del corriente año.

Por otra parte, en el proceso de generación de capacidades nacionales, nos hemos enfocado en lograr una participación activa de las instituciones capaces de generar información complementaria al proyecto y que puedan interactuar técnica y científicamente con el proceso de transferencia tecnológica, en particular a través del Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería y del Instituto de Física de la Facultad de Ciencias, ambos de la Universidad de la República (UdelaR). El IMFIA ha estado trabajando con las bases de datos disponibles para adecuarlas conforme a los requerimientos del IH-Cantabria. Esta actividad, desarrollada por investigadores de Uruguay, incluye el desarrollo de cinco acciones que finalizarán a fines de mayo del corriente año (se adjunta documento).

La referida participación de los Institutos de UdelaR son financiadas por medio de apoyos complementarios a los del CTCN, siendo que la participación del Instituto de Física provendrá del proyecto *“Fortalecer Capacidades de Uruguay para la Adaptación al Cambio Climático en la Zona Costera”* con financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo y la participación del IMFIA provendrá del proyecto *“Integrating adaptation into cities, infrastructure and local planning in Uruguay”* financiado por el Programa Preparatorio del Fondo Verde del Clima, este último que fuera aprobado recién en enero de este año. En base a estos insumos adicionales, el IH-Cantabria ha propuesto un cronograma actualizado de actividades (se adjunta documento).

En base a los antecedentes presentados es que expresamos el interés de Uruguay en solicitar una extensión del plazo de ejecución del proyecto hasta marzo de 2019 a los efectos de aprovechar la oportunidad de mejorar los resultados al disponer de la mejor información de base y la participación de científicos nacionales, dada la relevancia de estos resultados para los tomadores de decisión en la zona costera.

Sin otro particular, saluda a usted muy atentamente.



**Ignacio Lorenzo**  
Director de la División de Cambio Climático  
Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente  
Entidad Nacional Designada de Uruguay ante el CTCN

