

Estudio Regional de los efectos del Cambio Climático en las Costas de América Latina y el Caribe (ALyC)



NACIONES UNIDAS





IH cantabria

INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

- 1. Objetivo**
- 2. Metodología general**
- 3. Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC**
- 4. Análisis de impactos**
- 5. Análisis de vulnerabilidad**
- 6. Determinación del riesgo**
- 7. Difusión de resultados**

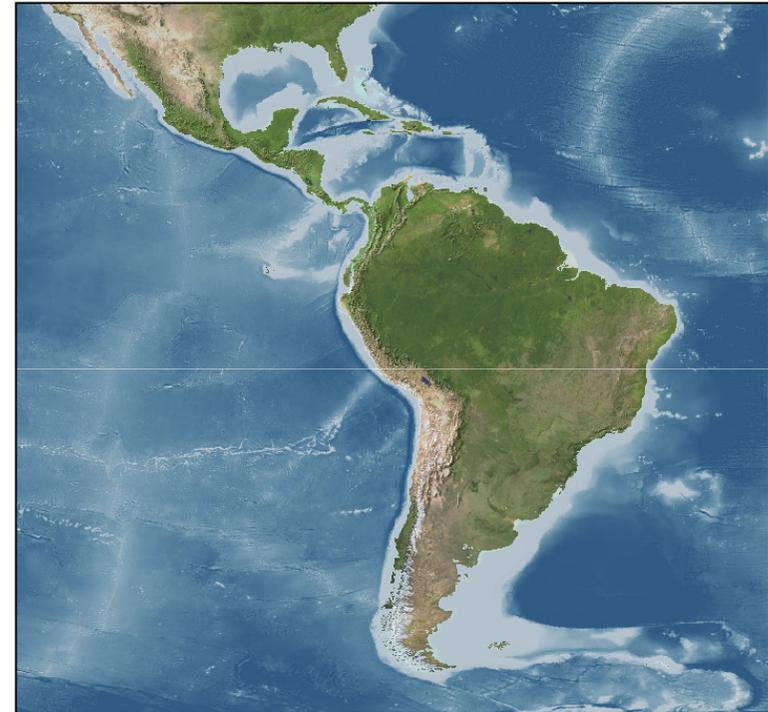
~72.400 kms

Ámbito de estudio:

América Latina y Caribe

Evaluar :

1. Dinámicas
2. Tendencias de las dinámicas
3. Vulnerabilidad frente a CC
4. Impactos en las costas asociados al CC
5. Riesgo asociado al CC



1. **Objetivo**
2. **Metodología general**
3. **Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC**
4. **Análisis de impactos**
5. **Análisis de vulnerabilidad**
6. **Determinación del riesgo**
7. **Difusión de resultados**

RIESGO:

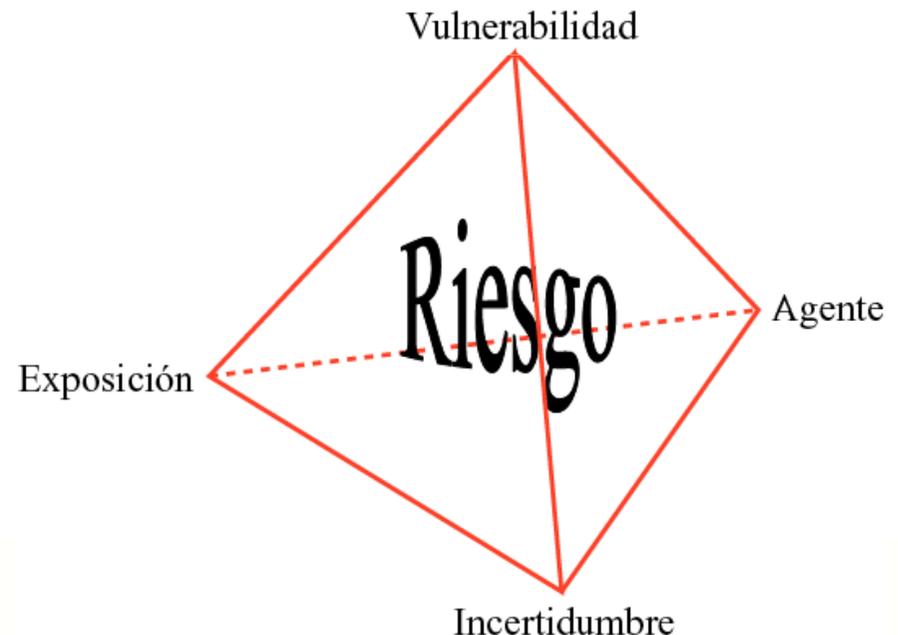
“La probabilidad de pérdidas catastróficas o las **pérdidas esperadas** debido a los efectos sufridos como consecuencia de la actuación de un **agente** sobre una **región** en un periodo de **tiempo** determinado.”

Agente (hazard): **evento**, fenómeno físico o humano, que puede **provocar daños**

Incertidumbre (likelihood): **Probabilidad** de que un **agente** se produzca con una magnitud dada en una región y en un intervalo de tiempo determinado.

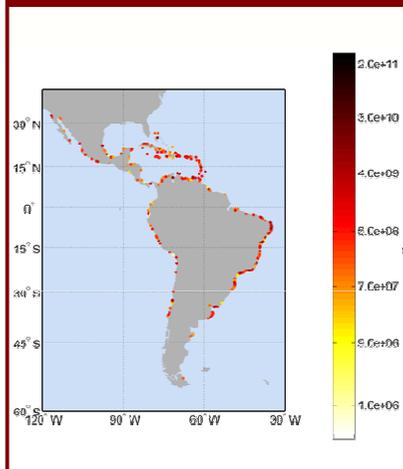
Exposición (exposure): **zona física** que se ve **afectada** ante un evento del **agente**.

Vulnerabilidad (vulnerability): **Características** de la región que condicionan la **sensibilidad** y la **resiliencia** de la zona a los impactos de los **agentes**.



Metodología desarrollada para la evaluación del Riesgo

Riesgo



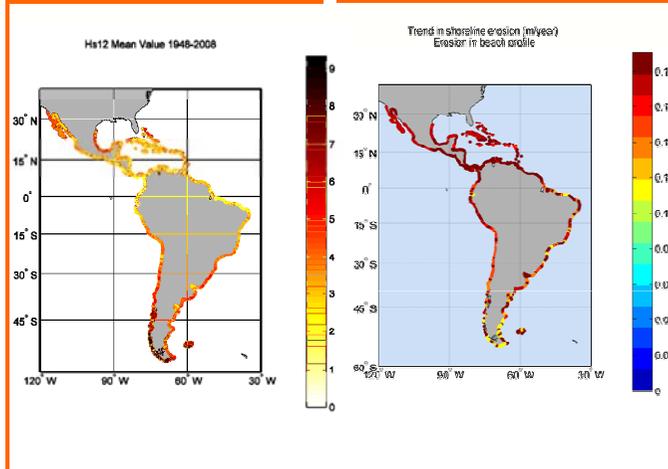
Escenarios

Extrapolación de tendencias
 Escenarios

Peligrosidad

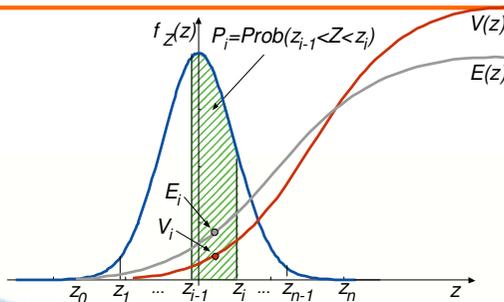
Dinámicas

Impactos



Incertidumbre

Tendencias debidas al cambio climático



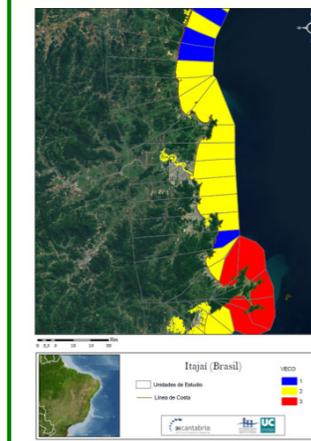
Exposición



Tipología costera de interés

Playas, puertos, corales, frente urbano, etc.

Vulnerabilidad



Funciones del tramo de costa

V física
 V ecológica
 V socioeconómica

Peligrosidad
(Dinámicas e
Impactos)

Exposición &
Vulnerabilidad

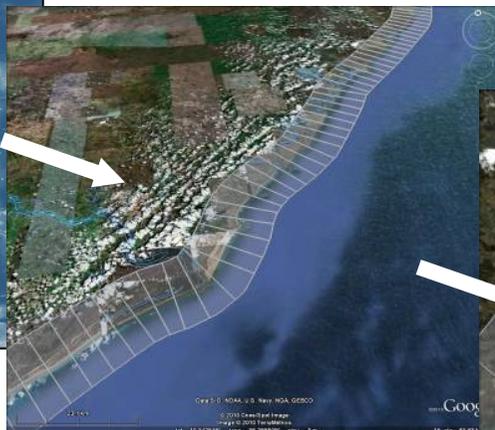
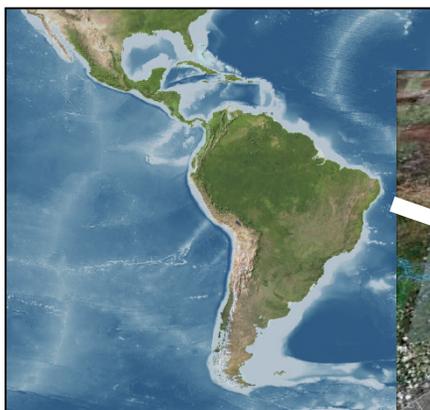
Riesgo

Escalas espaciales:

Presentación de resultados: ~50 kms

Evaluación de resultados: ~5 kms (unidad de estudio)

Vulnerabilidad: 90 m (Resolución del DTM)

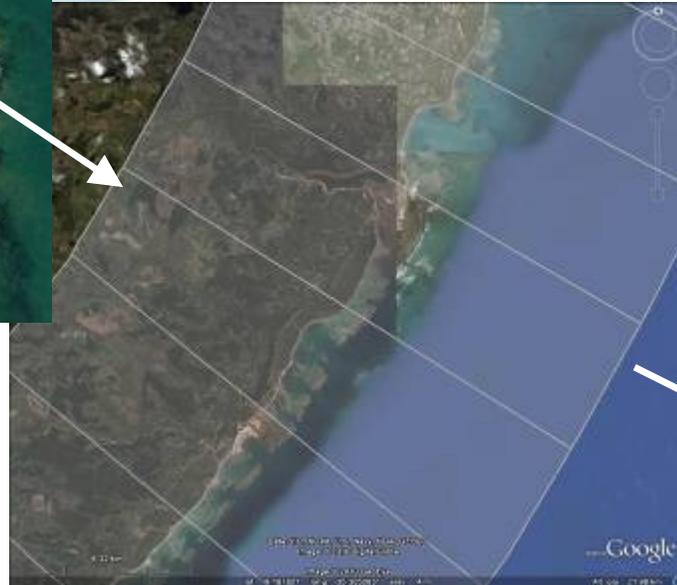


Integración

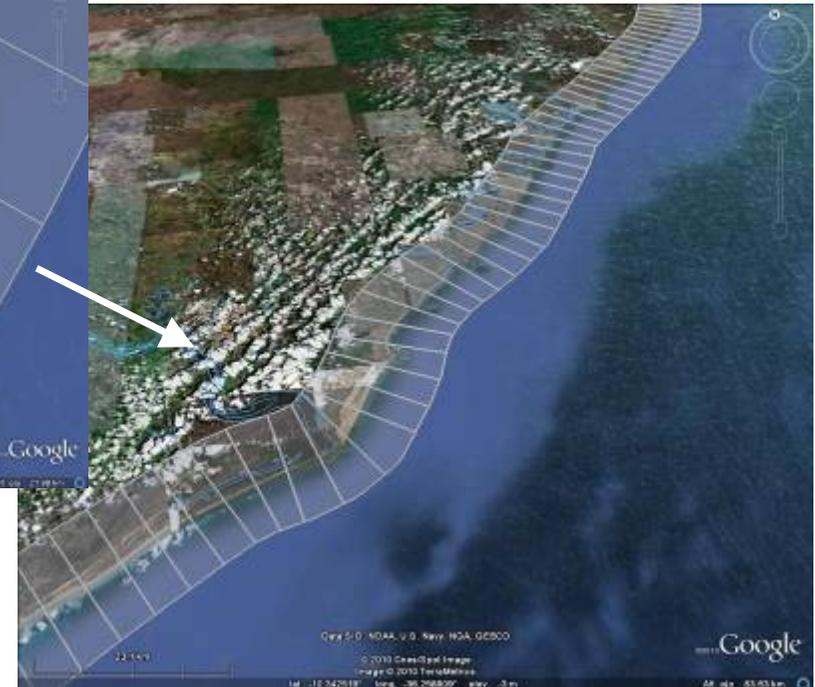
ESCALAS ESPACIALES DE LOS ESTUDIOS DE RIESGO



1. Cálculos a resolución de 90x90 m² (resolución del MDT)



2. Resultados de agentes, impactos y vulnerabilidad, a 5 kms



3. Agregación de resultados a 50 kms y países

**Peligrosidad
(Dinámicas & Impactos)**

Dinámicas

- Oleaje
- Marea meteorológica (Storm surge)
- Ascenso del Nivel del mar
- Temperatura superficial del mar
- Temperatura del aire en superficie
- Salinidad
- ...

Impactos

- Inundación costera
- Erosión de playas
- Actividad portuaria y fiabilidad de obras marítimas
- Blanqueo de coral
- Transporte sedimentario potencial (marino y eólico)
- ...

Exposición & Vulnerabilidad

- Distribución de la población
- Usos del suelo y superficie afectada
- Tipología de la costa (características de las playas, defensas costeras, infraestructuras portuarias, frente marítimo urbanizado, etc.)
- Clasificación y distribución de los ecosistemas
- Índices de vulnerabilidad ecológica
- Infraestructuras (Carreteras & Ferrocarriles)
- ...

Riesgo

- Inundación costera
- Erosión de playas (Afección al turismo y a la protección costera)
- Puertos (operatividad y fiabilidad)
- Blanqueo del coral
- ...

ACTUAL Y FUTURO



IH cantabria

INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

PELIGROSIDAD



1. **Objetivo**
2. **Metodología general**
3. **Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC**
4. **Análisis de impactos**
5. **Análisis de vulnerabilidad**
6. **Determinación del riesgo**
7. **Difusión de resultados**

PELIGROSIDAD



1. Objetivo
2. Metodología general
3. Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC
4. Análisis de impactos
5. Análisis de vulnerabilidad
6. Determinación del riesgo
7. Conclusiones

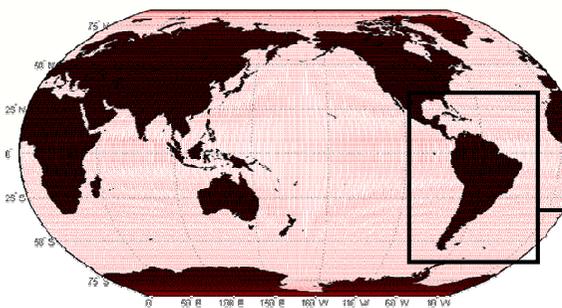
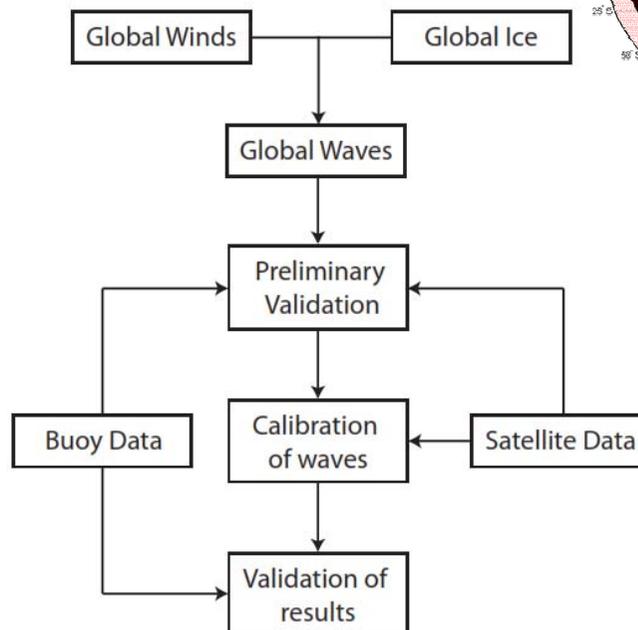
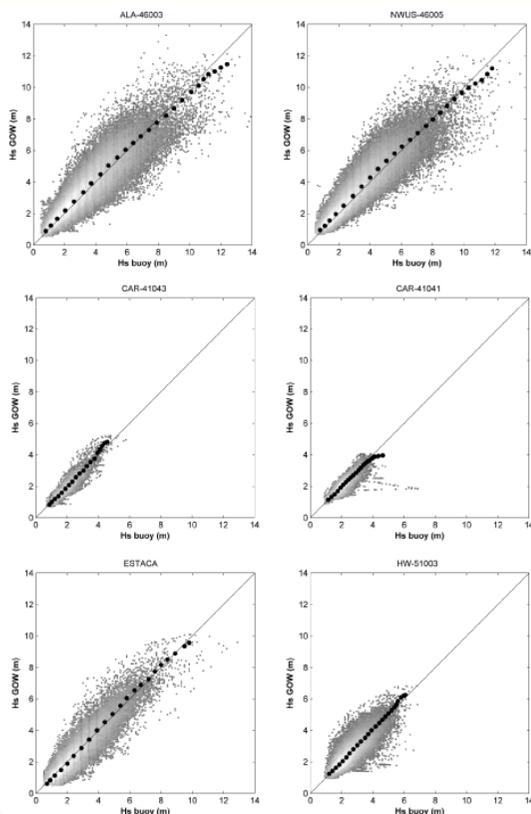
DINAMICAS. SITUACION ACTUAL



	DINÁMICAS	Impactos sobre	Fuente de información	Cobertura temporal	Tipo de datos
Variables meteo-oceanográficas	Nivel medio del mar	Erosión de las playas, inundación costera y actividad portuaria	Observaciones de satélite, registros de mareógrafos (UHSLC), CSIRO	1950-2009	Instrumental
	Temperatura superficial del mar	Blanqueo de coral	ERSSTv3 - NOAA	1950-2009	Instrumental
	Salinidad	-	Reanálisis NCEP-GODAS	1948-2008	Numérico
	Temperatura del aire en superficie	-	GISS-NASA y reanálisis atmosférico NCEP-NCAR	1948-2008	Numérico & Instrumental
	Viento	Transporte potencial de sedimentos	Reanálisis atmosférico NCEP-NCAR	1948-2008	Numérico
Variables costeras	Oleaje (media mensual, máxima mensual, Hs12, dirección del flujo medio de energía)	Coastal flooding, coastal erosion, port activity, potential sediment transport	Reanálisis GOW (IHC) Boyas (NOAA and OPPE) Datos de satélites	1948-2008	Numérico & Instrumental
	Marea meteorológica	Coastal flooding	Reanálisis GOS (IHC) Mareógrafos (UHSLC)	1948-2008	Numérico & Instrumental
	Marea astronómica	Coastal flooding	TPXO		Numérico
Eventos extremos	Oleaje	Coastal flooding and port design	Reanálisis GOW (IHC)	1948-2008	Numérico & Instrumental
	Marea Meteorológica	Coastal flooding	Reanálisis GOS (IHC) Mareógrafos (UHSLC)	1948-2008	Numérico & Instrumental
Huracanes	Viento	-	Derivados de registros de parámetros (NOAA)	1950-2008	Numérico
	Oleaje	Coastal flooding and port activity and design	Derivados de registros de parámetros (NOAA)	1950-2008	Numérico
	Marea meteorológica	Coastal flooding	Derivados de registros de parámetros (NOAA)	1950-2008	Numérico

Base de datos numérica (desde 1948) que incorpora identificación y filtrado de outliers y correcciones con datos de satélite
1.5°x1°

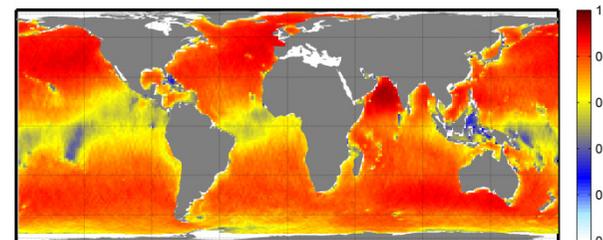
Validación preliminar en boyas



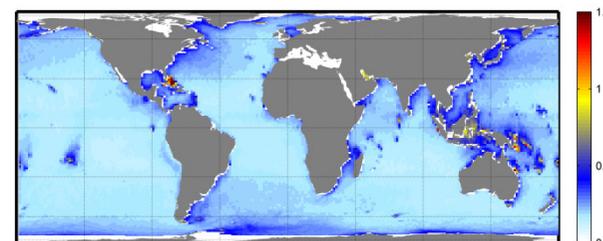
Caribe: 0.25x0.25
Atlántico y Pacífico: 0.5x0.5

Validación con satélite

Correlation Coefficient (Satellite vs GOW) 1992-2008



SI (Satellite vs GOW) 1992-2008



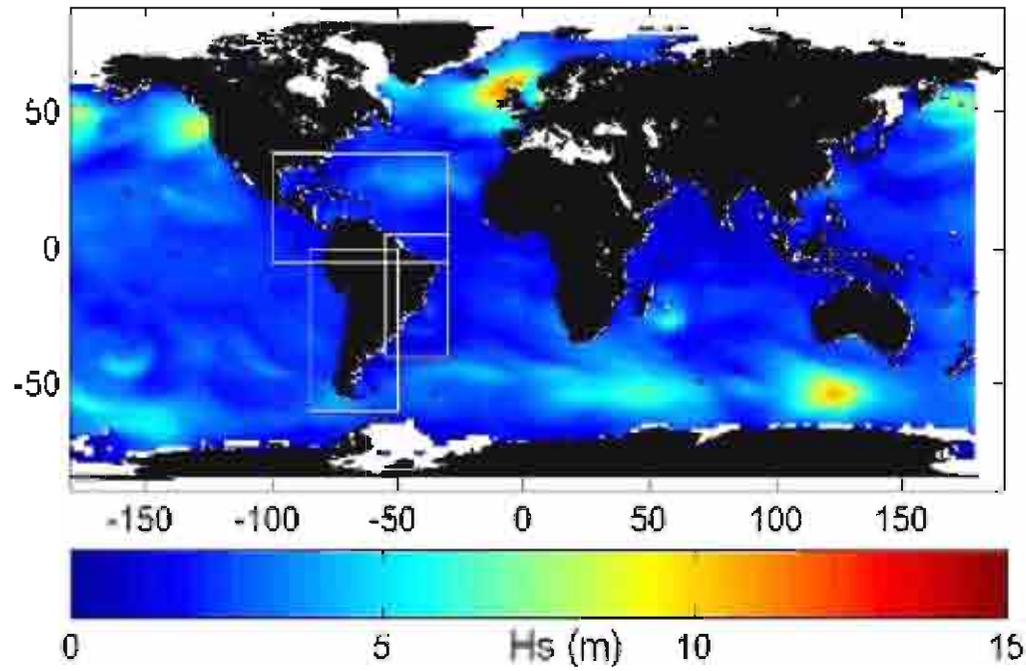
Minguez et al. 2011a. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. Directional Calibration of Wave Reanalysis Databases using Instrumental Data.

Minguez et al. 2011b. Regression Models for Outlier Identification (Hurricanes and Typhoons) in Wave Hindcast Databases. Submitted to JTECH.

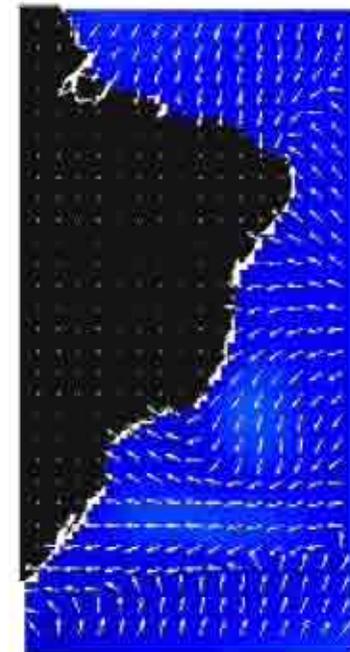
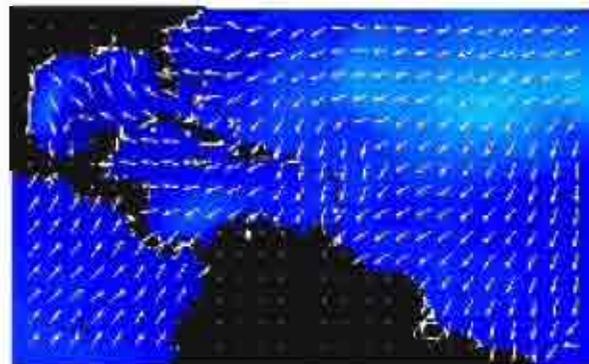
LONG-TERM ANALYSIS

DYNAMICS	Trend Analysis type	Technique
Sea Level Rise	Long term statistical trends	Trend-Eof & Local
Relative Sea Level Rise	Long term statistical trends	Trend-Eof & Local
Sea Surface Temperature	Long term statistical trends	Trend-Eof & Local
Salinity	Long term statistical trends	Trend-Eof & Local
Surface Air Temperature	Long term statistical trends	Trend-Eof & Local
Wind	Long term statistical trends	Local
Waves	Long term statistical trends	Local
Storm surge	Long term statistical trends	Local
Extreme in Waves	Time dependent extremes model	Extreme analysis
Extreme events in Storm surge	Time dependent extremes model	Extreme analysis
Hurricanes	Not analyzed	

GOW Date: 01/02/2008 Time: 00:00:00



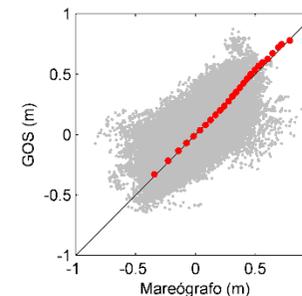
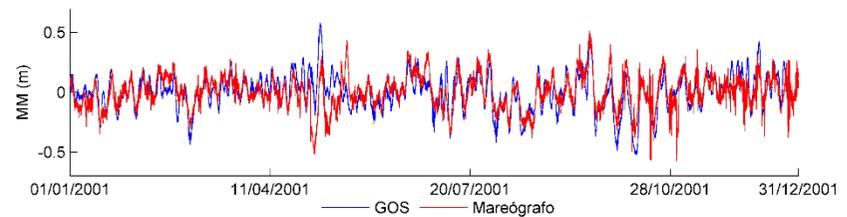
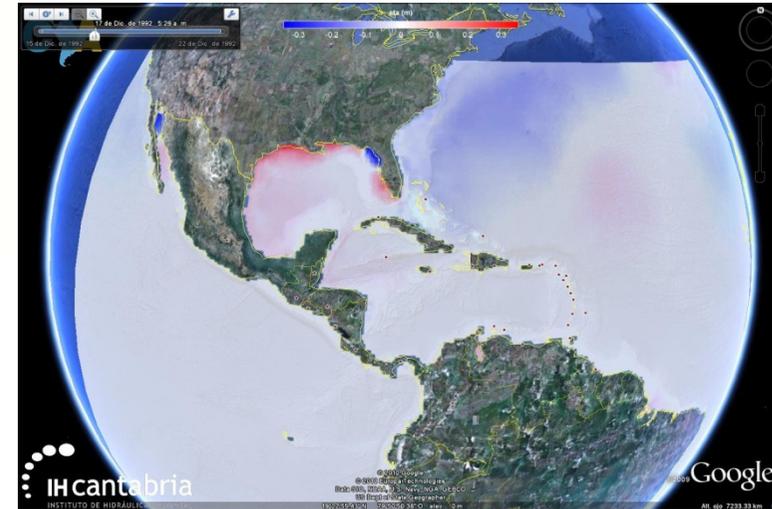
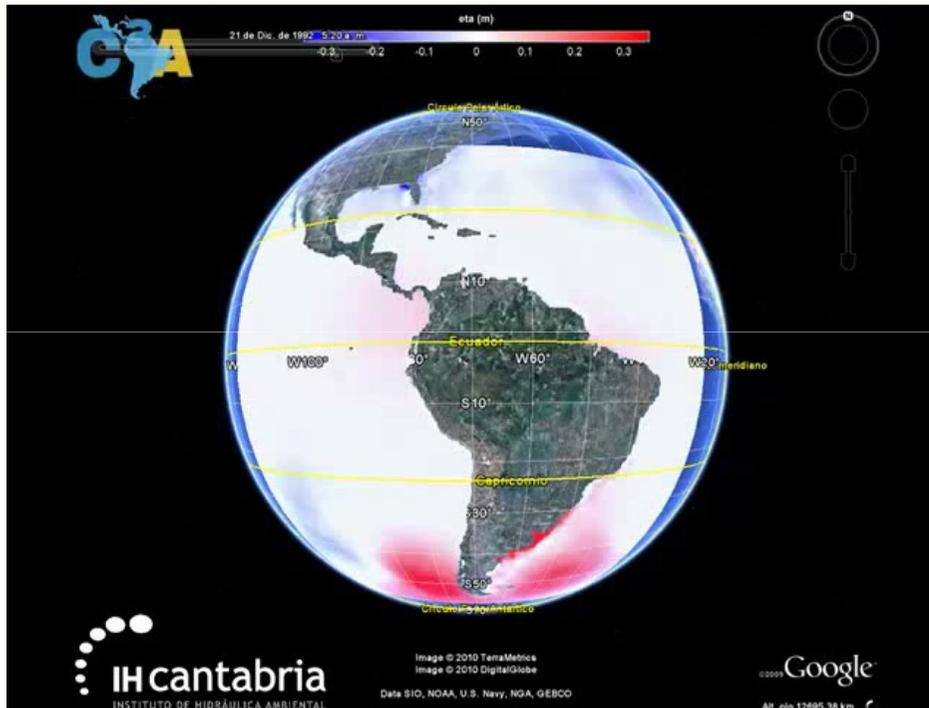
GOW



Reanálisis de marea met. (storm surge) GOS

BASES DE DATOS GENERADAS

Base de datos numérica (desde 1948)



R2 = 1.0310
BIAS = -0.0015
CORR = 0.6736
RMSE = 0.1162

ALyC: 0.25°x0.25°
Validación con mareógrafos

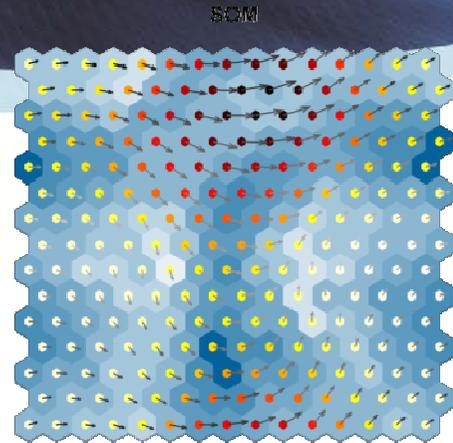
~1.500 puntos y 100 puertos

de:

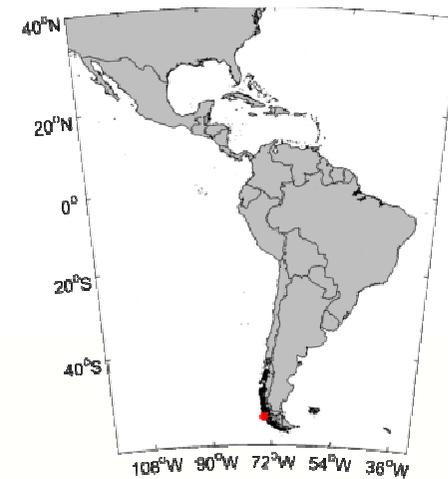
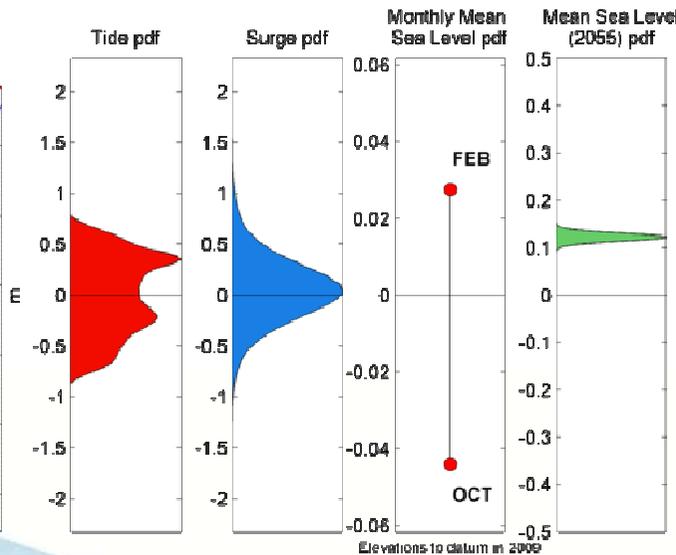
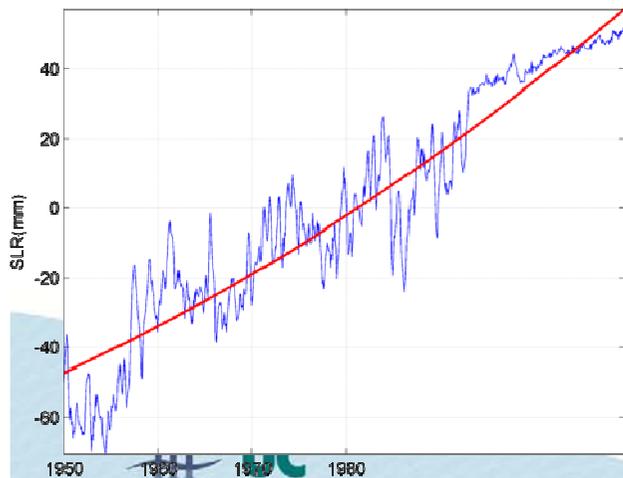
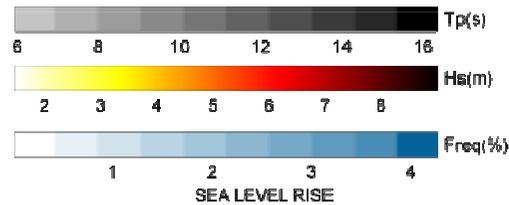
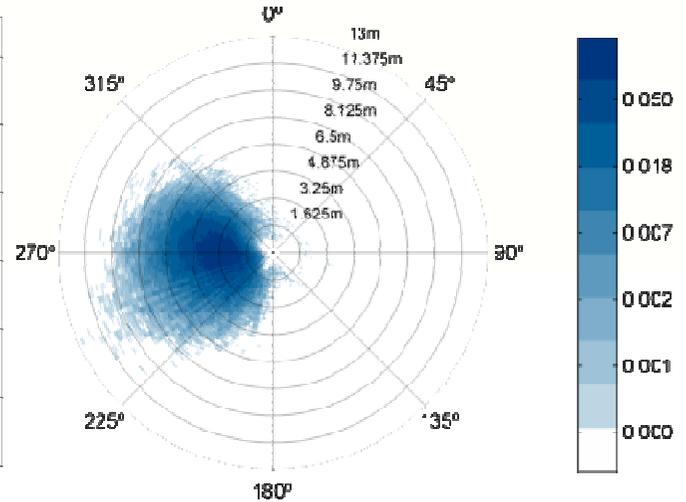
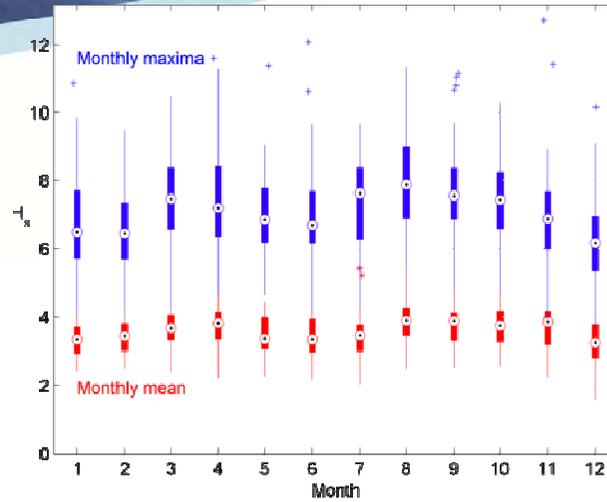
1. Marea Astronómica
2. Marea Meteorológica (desde 1948)
3. Oleaje (desde 1948)
 1. Descripción del Clima marítimo mediante estados de mar representativos (SOM)
 2. Estadística de régimen medio
 3. Estadística de régimen extremal
 4. Rosas de oleaje
 5. Persistencias de condiciones de oleaje
4. Tendencias



Ranking puertos CEPAL

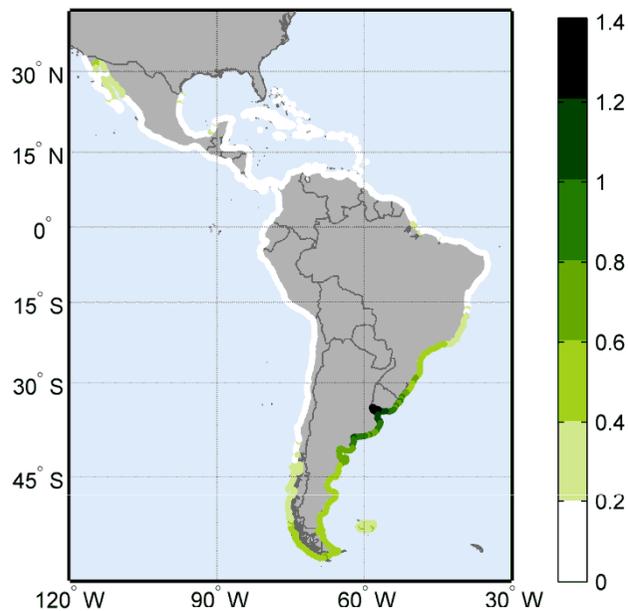


WAVE CLIMATE DESCRIPTION

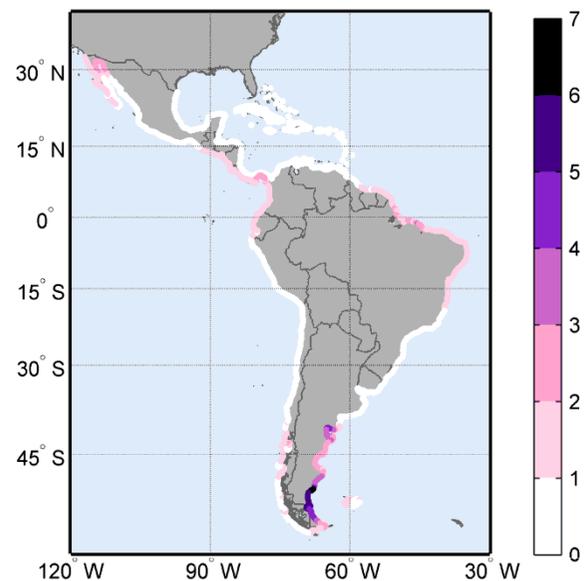


Atlas de dinámicas

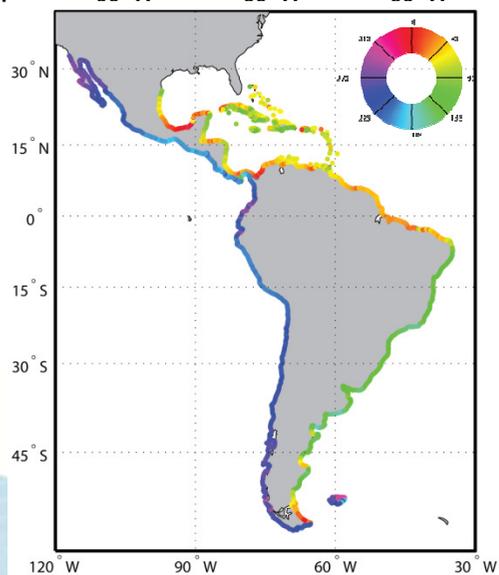
Surge tide - Mean Quantile 0.99 from 1948 to 2008



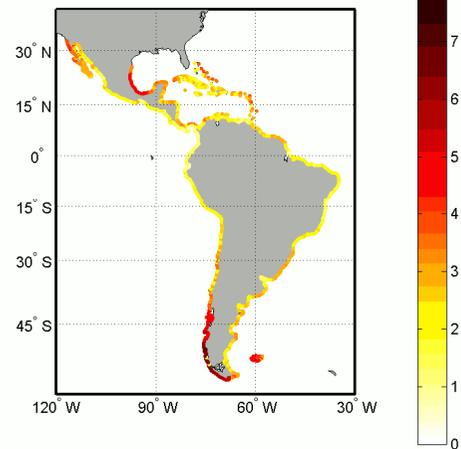
Highest Astronomical Tide from 1948 to 2008



Dirección del Flujo medio de energía del oleaje



Hs Max Value
 JANUARY



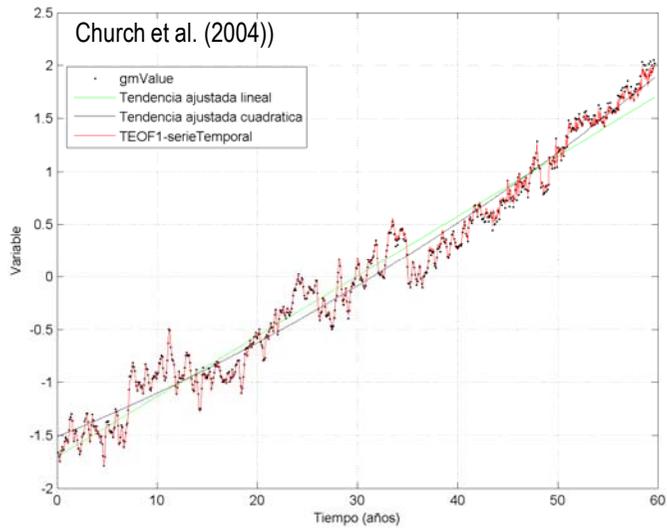
PELIGROSIDAD



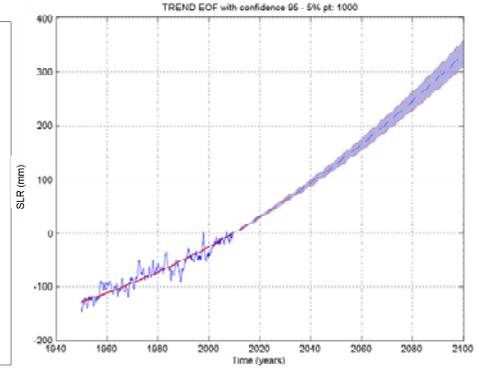
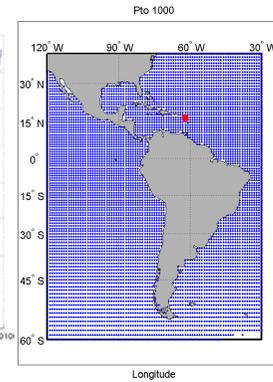
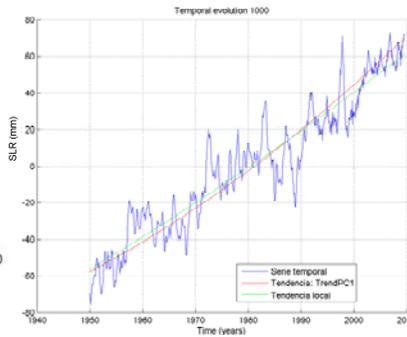
1. Objetivo
2. Metodología general
3. Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC
4. Análisis de impactos
5. Análisis de vulnerabilidad
6. Determinación del riesgo
7. Conclusiones

DINAMICAS. TENDENCIAS

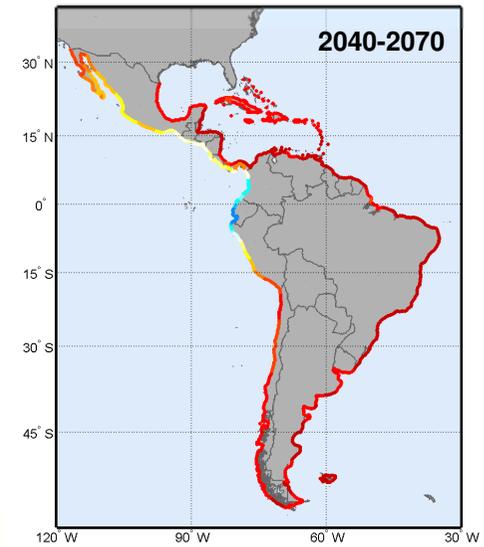
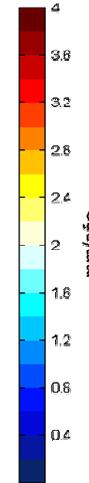
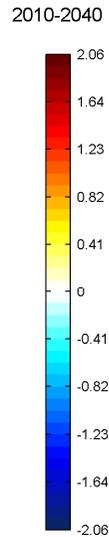
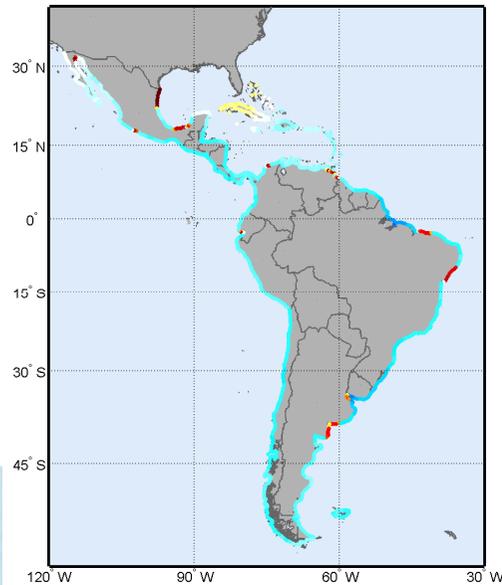
ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR



Nivel medio global



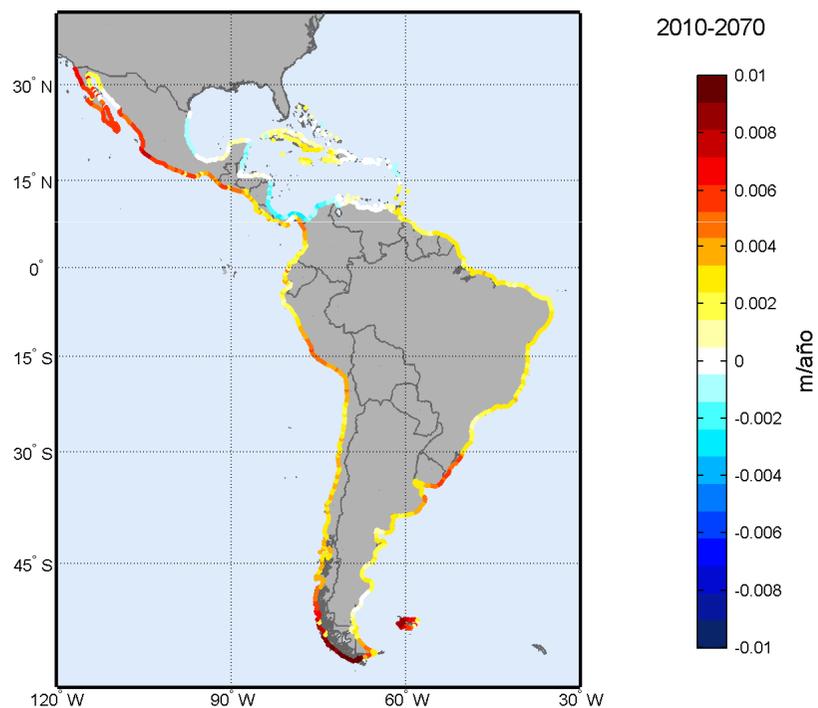
Subsidencia (mm/yr)



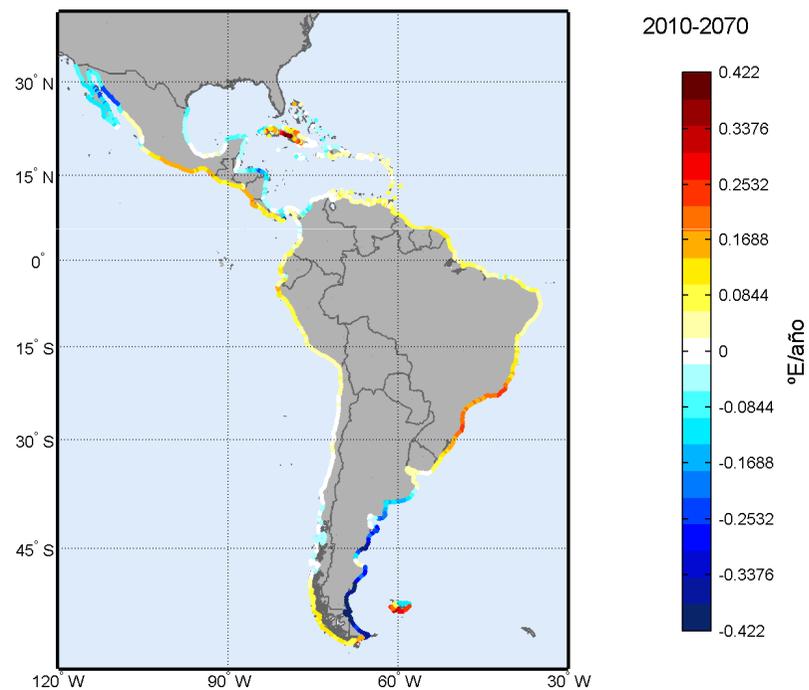
Tendencia media de SLR (mm/yr)

Peltier, W.R., 2000. ICE4G (VM2) Glacial Isostatic Adjustment Corrections, in Sea Level Rise; History and Consequences, Douglas, B.C., Kearney, M.S., and S.P. Leatherman (Eds.), Academic Press, San Diego.

Tendencias en la altura media anual



Tendencias en la dirección del flujo medio de energía





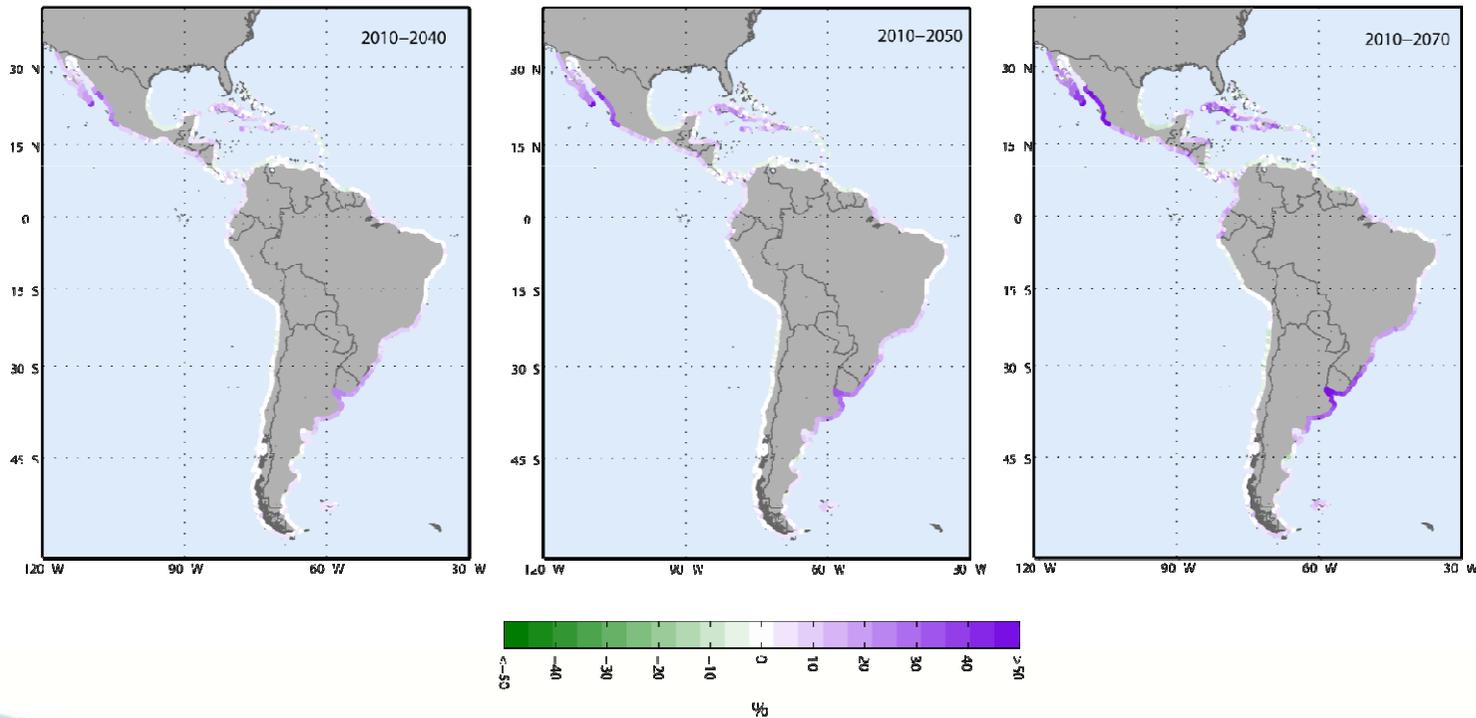
IH cantabria

INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

En términos relativos,
estas tendencias significan:

$$dHs_{12}/Hs_{12}$$

	dHs ₁₂ /Hs ₁₂ (%)		
	2040	2050	2070
Rio Janeiro (BRA)	7.32	9.76	14.64
Santos (BRA)	8.54	11.39	17.09
Montevideo (URY)	20.18	26.91	40.36
Machala (ECU)	10.01	13.35	20.02
Ensenada (MEX)	12.29	16.39	24.58
Cancun (MEX)	7.76	10.34	15.52
Caracas (VEN)	-1.74	-2.32	-3.49
P.Sta Cruz (ARG)	-2.81	-3.74	-5.61

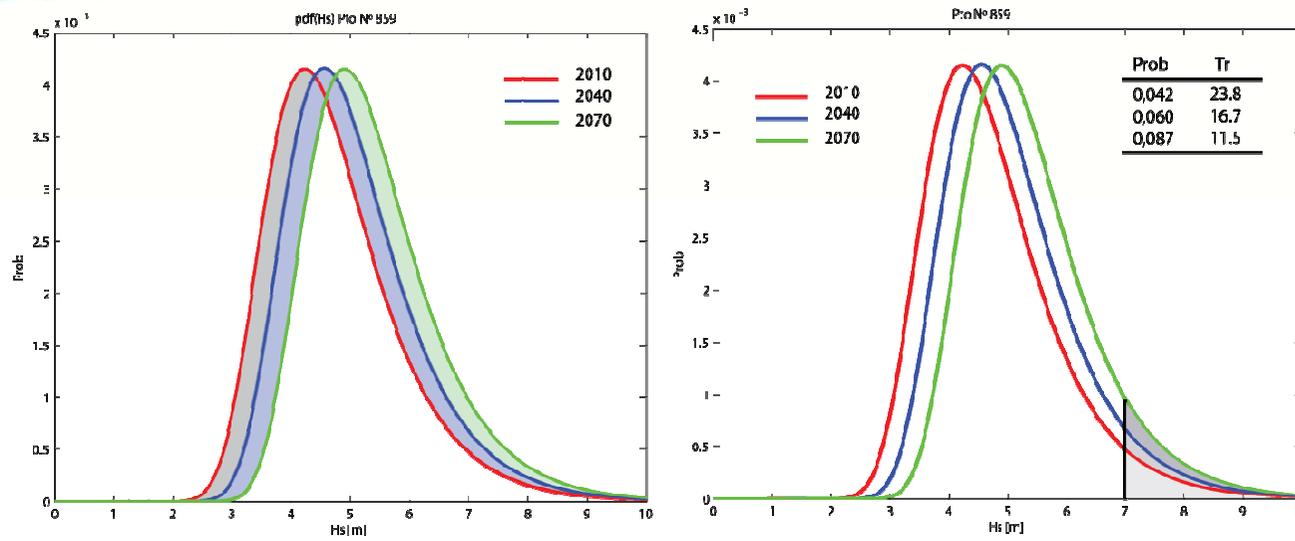


Hs₁₂ está relacionada con el perfil de equilibrio de las playas.
Cambios en la Hs₁₂ significan erosión costera.



Ejemplo:

Variación de la función de densidad de probabilidad en La Libertad (MEX):



Análisis comparativo de los extremos en 5 puntos:

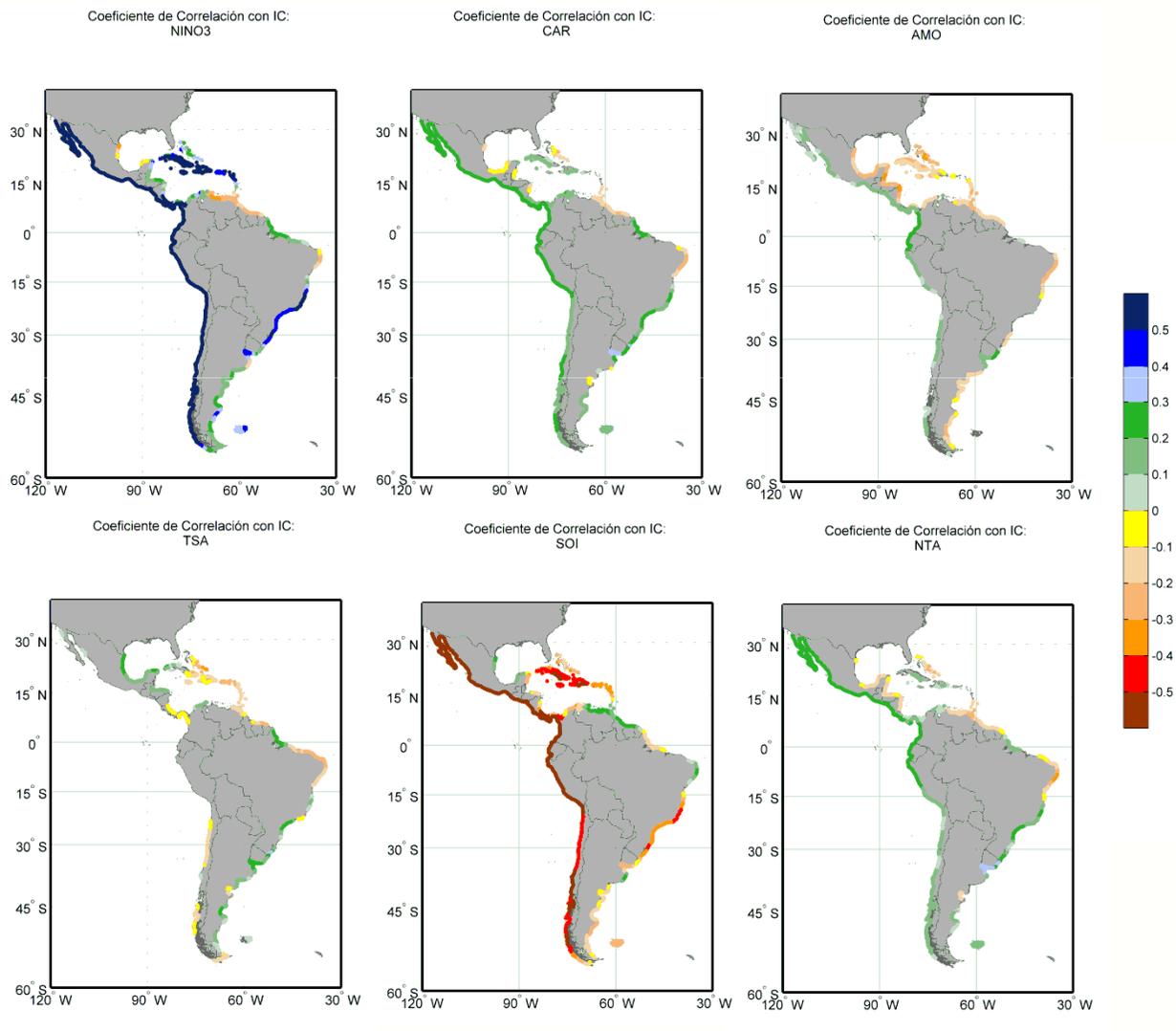
- Barbados
- Montevideo
- Sao Paulo
- La Libertad
- Baja California

	Tr (Hs Tr=50 años) [años]				Tr (Hs Tr=100 años) [años]				Tr (Hs Tr=500 años) [años]			
	2010	2025	2055	2085	2010	2025	2055	2085	2010	2025	2055	2085
Barbados	50	47	42	37	100	94	82	72	500	461	391	333
Montevideo	50	46	38	32	100	92	79	66	500	470	415	364
Sao Paulo	50	29	11	5	100	56	20	8	500	247	70	24
La Libertad	50	29	10	4	100	56	18	6	500	267	79	24
Baja California	50	41	27	18	100	82	55	36	500	408	272	181

Análisis basado en un análisis de extremos GEV de máximos mensual

Correlación con el nivel del mar

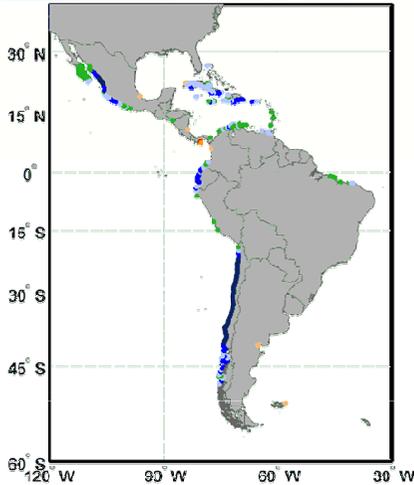
Alta
 correlación del
 nivel del mar
 con el
 fenómeno
 ENSO



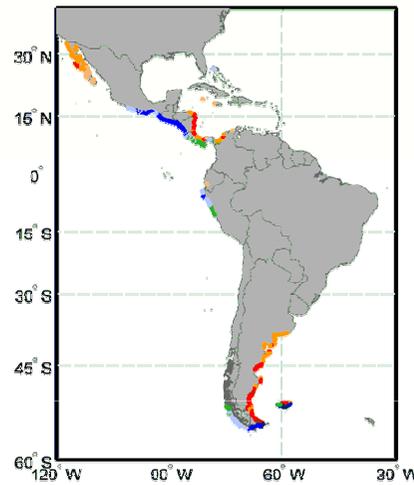
Correlación con la dirección del flujo medio de energía

Influencia sobre las dinámicas de diferentes índices climáticos

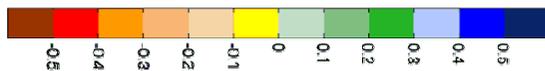
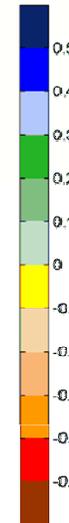
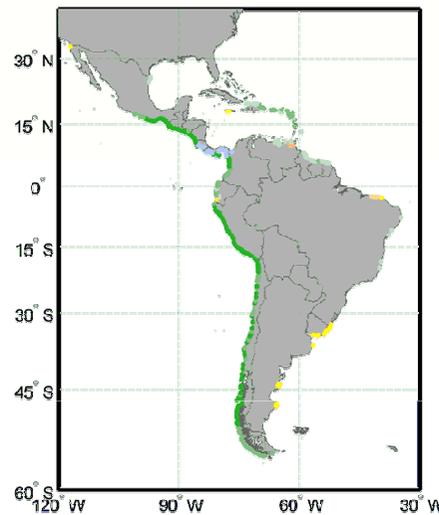
Coefficiente de Correlación con IC:
NINO3



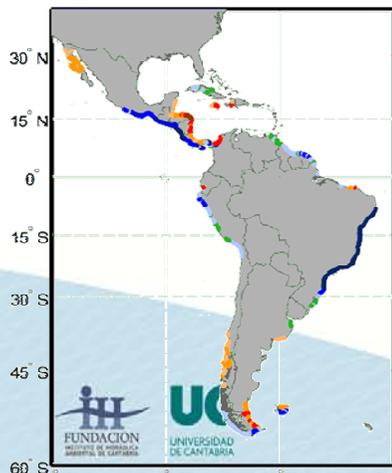
Coefficiente de Correlación con IC:
SAM



Coefficiente de Correlación con IC:
SOI



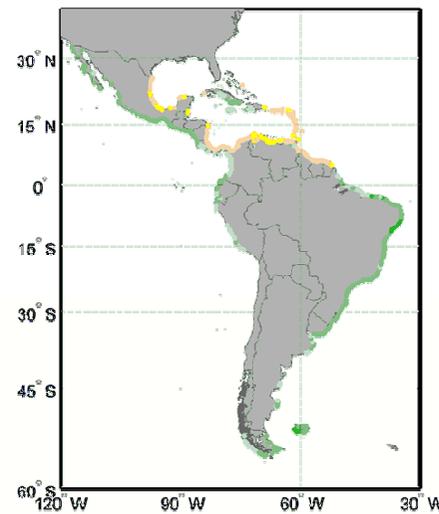
Coefficiente de Correlación con IC:
TSA



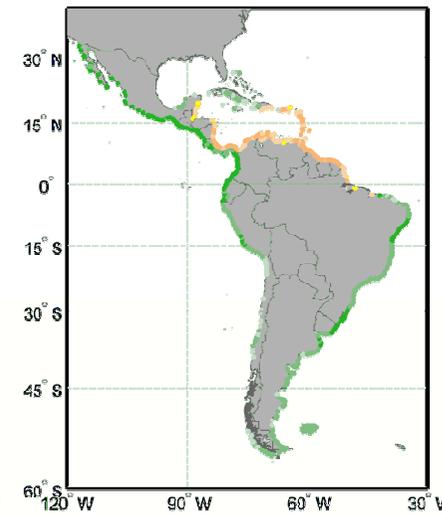
Coefficiente de Correlación con IC:
NTA



Coefficiente de Correlación con IC:
CAR



Coefficiente de Correlación con IC:
NTA



PELIGROSIDAD



1. Objetivo
2. Metodología general
3. Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC
4. Análisis de impactos
5. Análisis de vulnerabilidad
6. Determinación del riesgo
7. Conclusiones

IMPACTOS

IMPACTO	Variables implicadas	Técnica de análisis de los cambios de largo plazo
Inundación permanente	Subida del nivel del mar (SLR)	Tendencias estadísticas de largo plazo
Inundación temporal	Storm surge, subida del nivel del mar, marea astronómica, setup del oleaje y estacionalidad del nivel del mar	Tendencias estadísticas de largo plazo
Erosión de playas	Hs12, subida del nivel del mar, dirección del flujo medio de energía	Tendencias estadísticas de largo plazo
Actividad portuaria	Rebase y condiciones de oleaje	Tendencias estadísticas de largo plazo
Seguridad de obras marítimas	Alturas de ola extremas	Modelos de extremos no estacionarios
Blanqueo de coral	Temperatura superficial del mar	Tendencias estadísticas de largo plazo
Transporte potencial sedimentario	Oleaje y viento	Tendencias basadas en perturbaciones

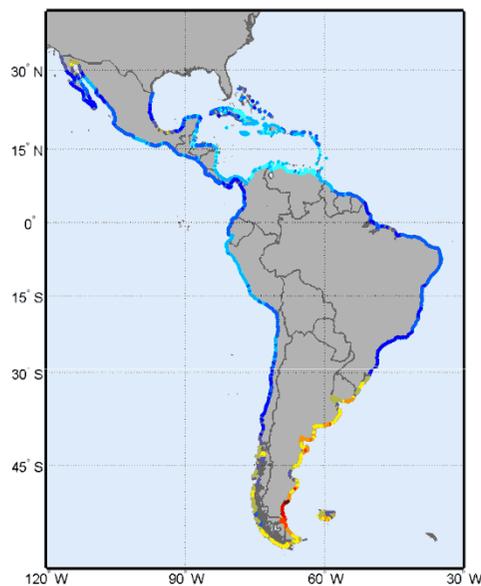
Situaciones consideradas para los impactos

Escenario	Año objetivo	Método	Dinámicas consideradas	
A	2040	Tendencias estadísticas	Todas las analizadas	
B	2050	Tendencias estadísticas	Todas las analizadas	
C	2070	Tendencias estadísticas	Todas las analizadas	
D	2100	IPCC escenario ¹	SLR=0.5 m	
E	2100	IPCC escenario ²	SLR = 1 m	
F	F1	2010	Niño98	SLR
	F2	2100	Niño98 + IPCC escenario	SLR _N + 1 m
G	G1	2010	Niña89	SLR
	G2	2100	Niña89 + IPCC escenario	SLR _N + 1 m
H	H1	2010	Huracanes	Nivel de inundación
	H2	2100	Huracanes + IPCC escenario	Nivel de inundación + 1 m

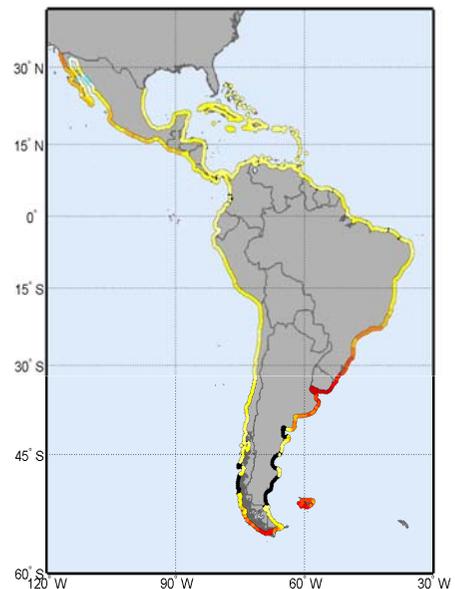
- 1) Considerando 0.5 m como valor medio del escenario IPCC A1F1 en 2100
- 2) Considerando 1 m como el nivel más alto de los intervalos de confianza de los escenarios IPCC AR4 y según Vermeer and Rahmstorf 2009

$$\text{Cota de inundación (t)} = \text{Nivel medio} + \text{Marea astronómica} + \text{Storm Surge} + \text{Set-up oleaje}$$

Periodo de retorno: 500 años

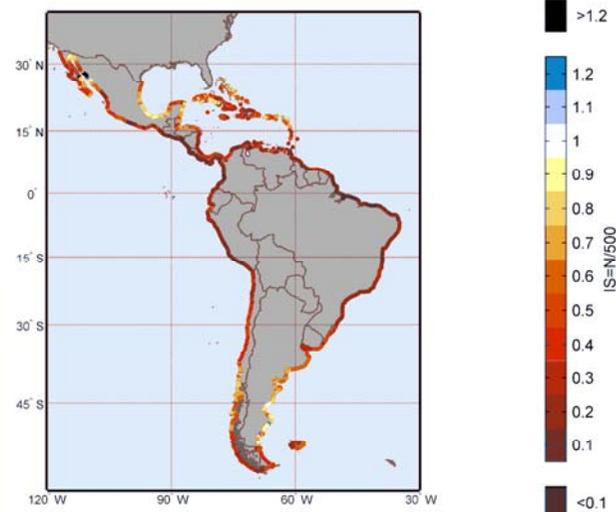
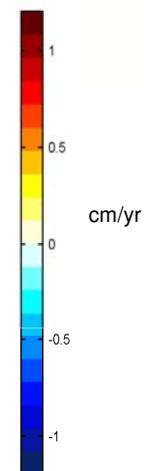


β_{LT} [cm/year] (CI) Anual



Series temporales horarias del reanálisis GOS (IHC)

2010-2040



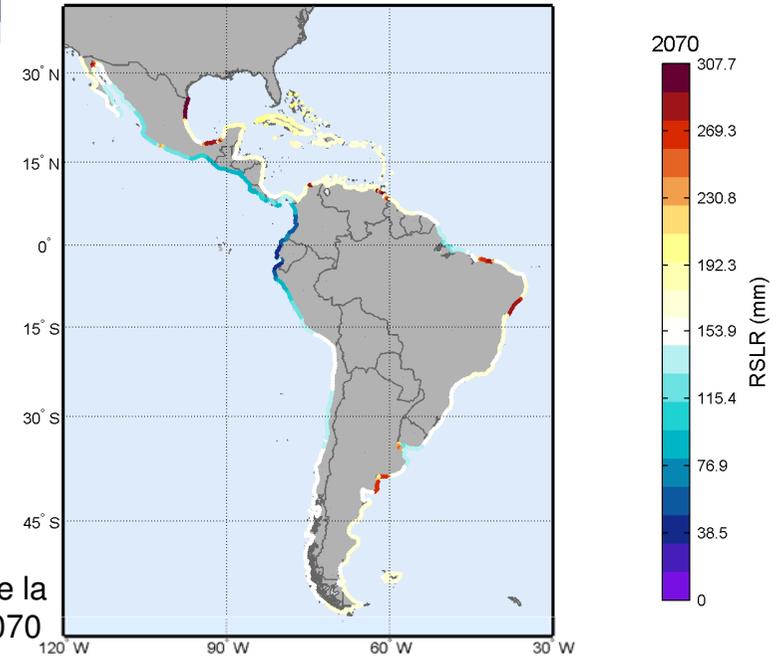
Cambio en el periodo de retorno

	2010	2040	2070
Rio Janeiro (BRA)	500	83.1	18.8
Montevideo (URY)	500	237.6	113.0
Valparaiso (CHL)	500	180.9	71.1
Veracruz (MEX)	500	448.4	401.6
Cancun (MEX)	500	437.0	381.2
Caracas (VEN)	500	140.2	46.8

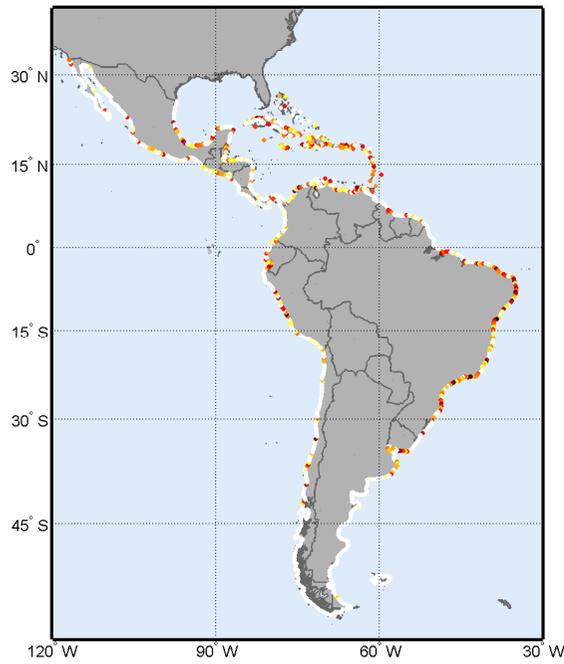
Los periodos de retorno disminuyen



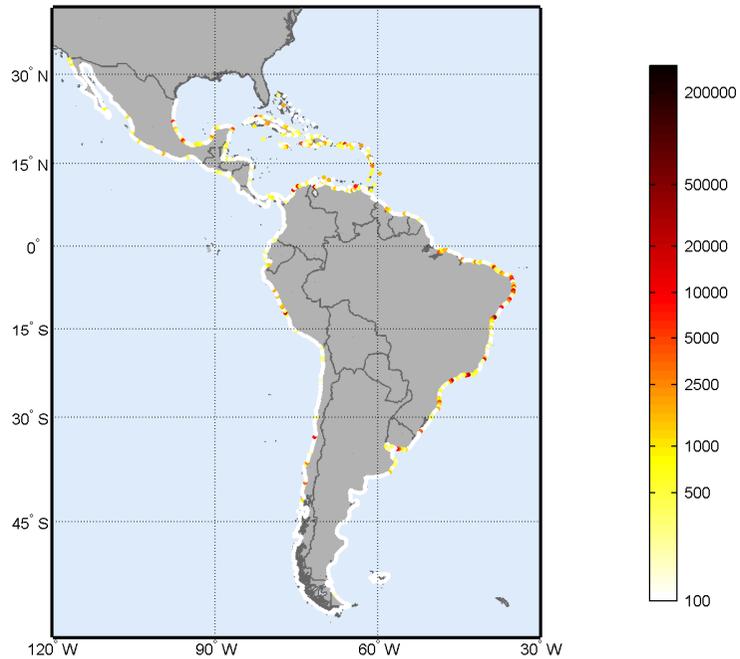
Ascenso relativo del nivel del mar para 2070 (SLR y subsidencia)



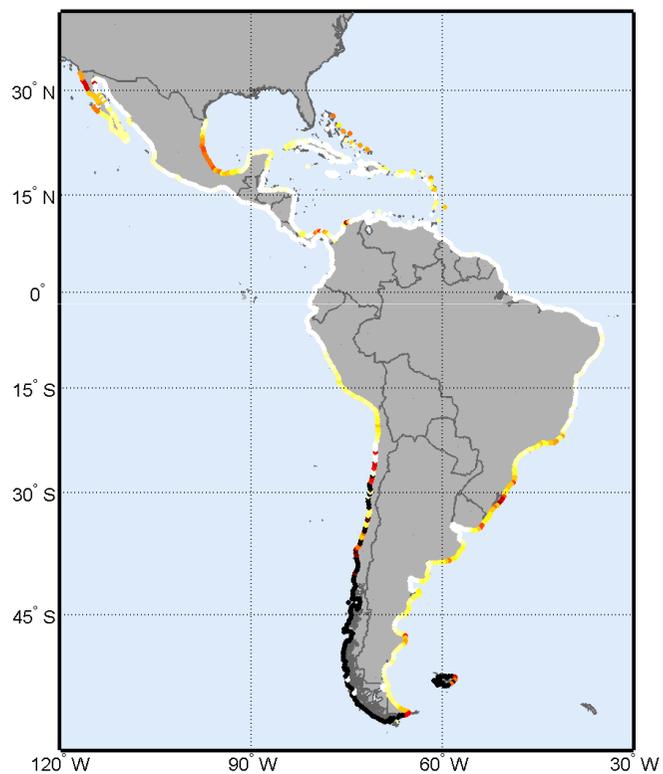
Población afectada por un aumento del nivel del mar de 1 m



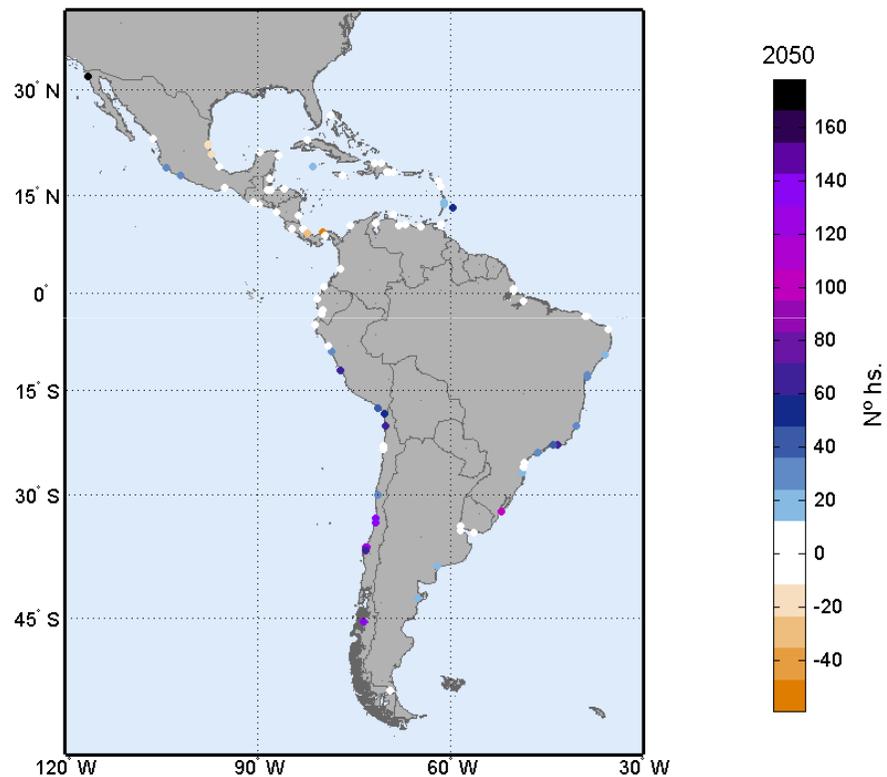
Población afectada por el valor de la tendencia del nivel del mar en 2070



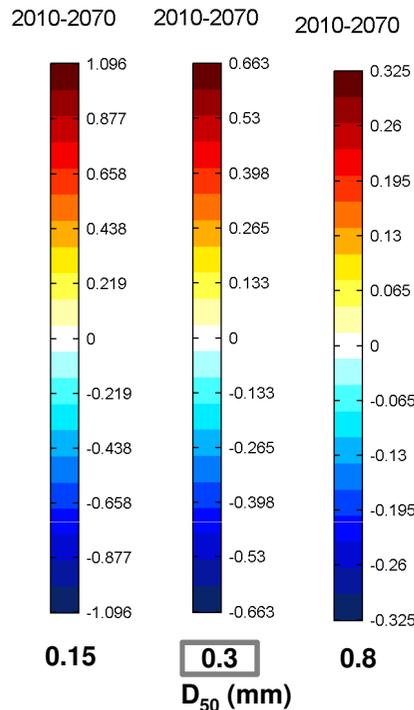
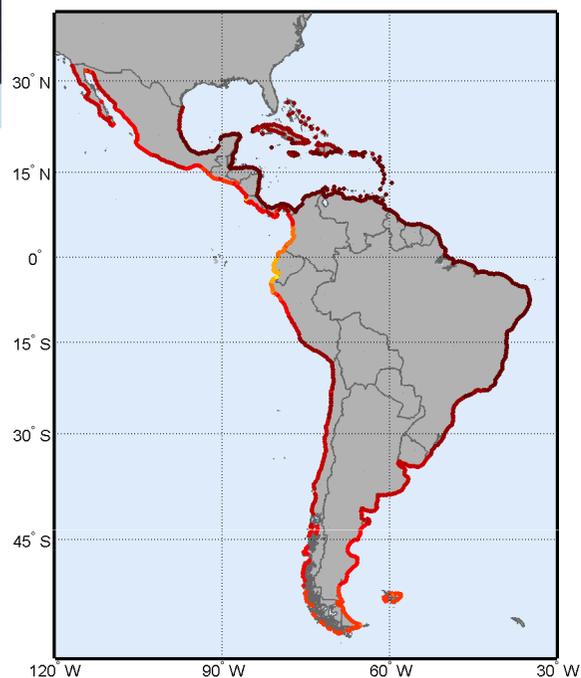
Porcentaje de horas al año en que se supera 3 m de altura de ola significativa (2010)



Aumento en nº horas de parada en 2050



EROSIÓN DE PLAYAS

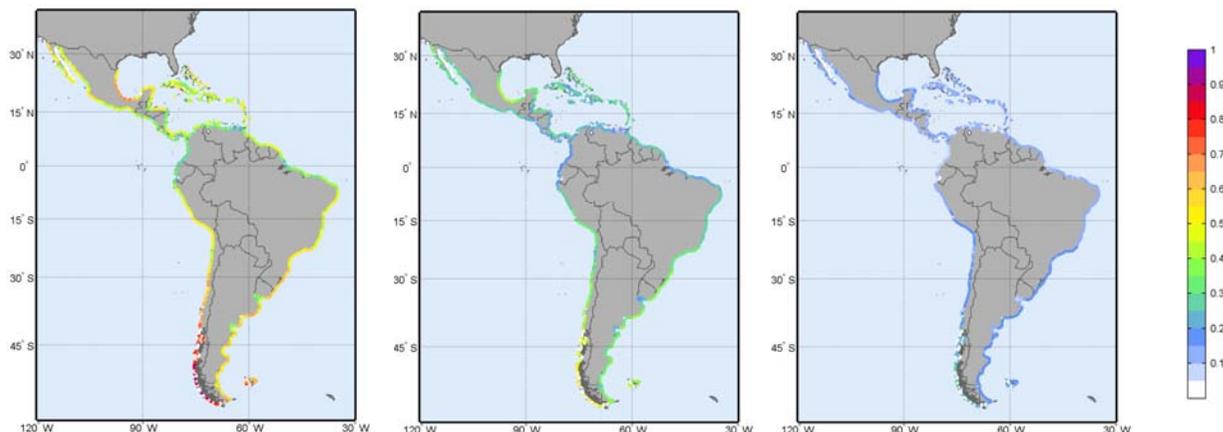


m/yr

	Valor medio de erosión (m)		
	2040	2050	2070
Rio Janeiro (BRA)	18.7	24.9	37.4
Santos (BRA)	19.0	25.3	37.9
Montevideo (URY)	19.6	26.1	39.1
La Libertad (ECU)	13.9	18.5	27.8
Acapulco (MEX)	19.5	26.0	39.0
Ensenada (MEX)	11.1	14.8	22.1
Cancun (MEX)	15.3	20.4	30.6
Fortaleza (BRA)	15.5	20.6	30.9

¿Cuál es la probabilidad de erosión >25 m con un aumento del nivel del mar de 1m? (Dependiendo de la variación de Hs12)

Erosión de playas por subida del NMM de 1 m | D₅₀=0.15 mm Erosión de playas por subida del NMM de 1 m | D₅₀=0.3 mm Erosión de playas por subida del NMM de 1 m | D₅₀=0.8 mm



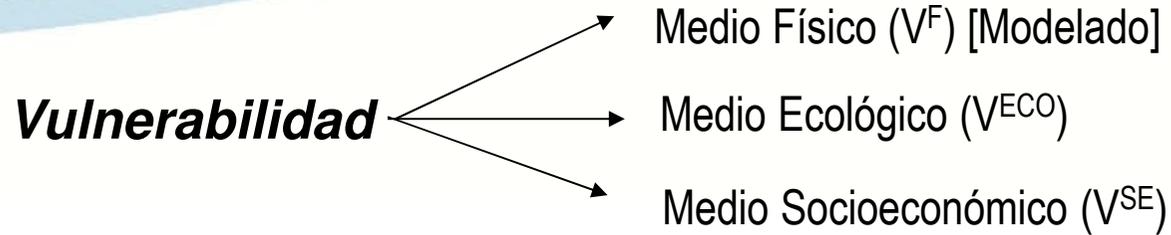


IH cantabria

INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

1. **Objetivo**
2. **Metodología general**
3. **Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC**
4. **Análisis de impactos**
5. **Análisis de vulnerabilidad**
6. **Determinación del riesgo**
7. **Difusión de resultados**

¿Cómo determinar la Vulnerabilidad?



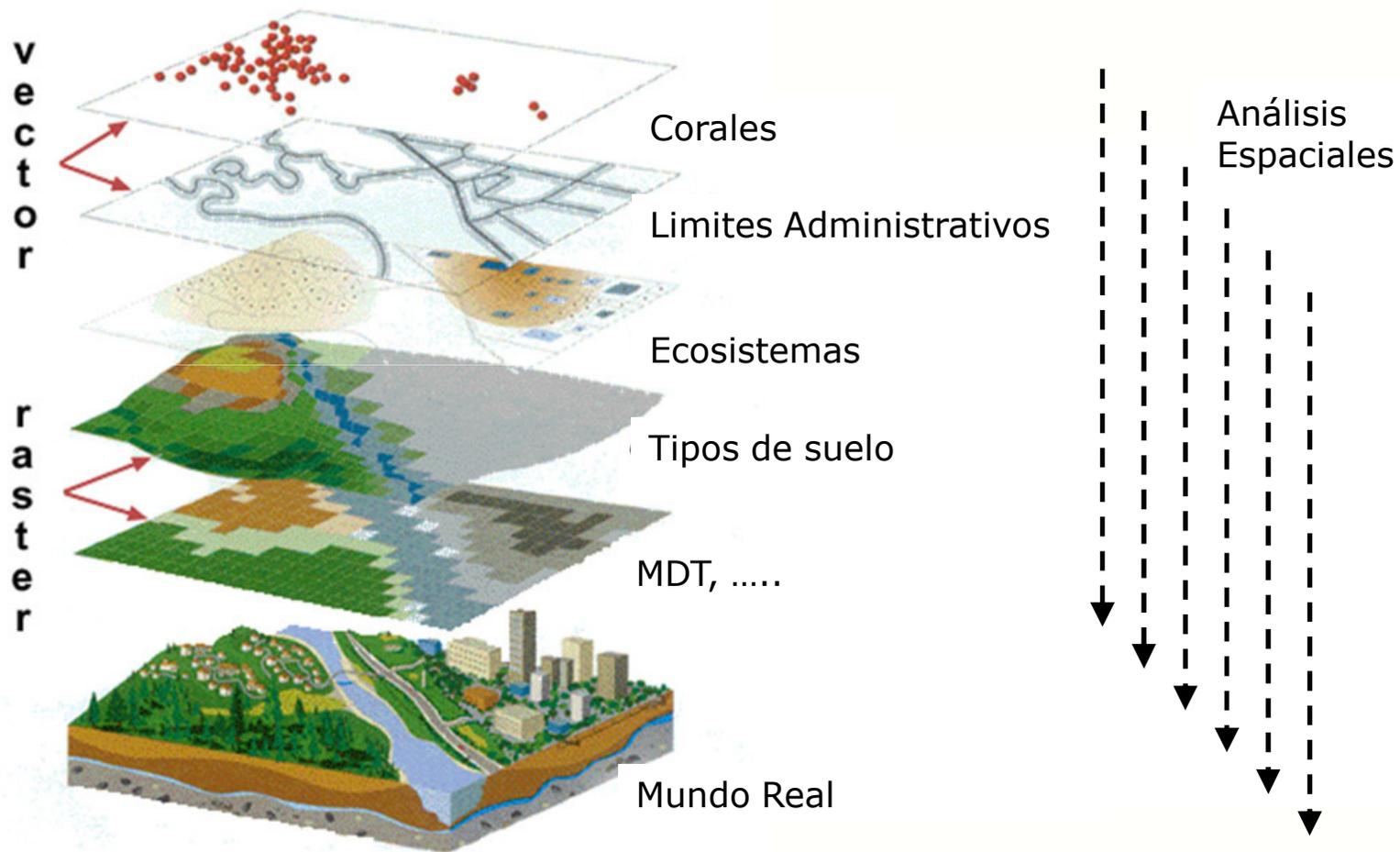
$$V_{nm} = f(V_{nm}^F, V_{nm}^{ECO}, V_{nm}^{SE}) = f(V_{nm}^{ECO}, V_{nm}^{SE}) = I_{nm}^{SI} (D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE})$$

Ecológica

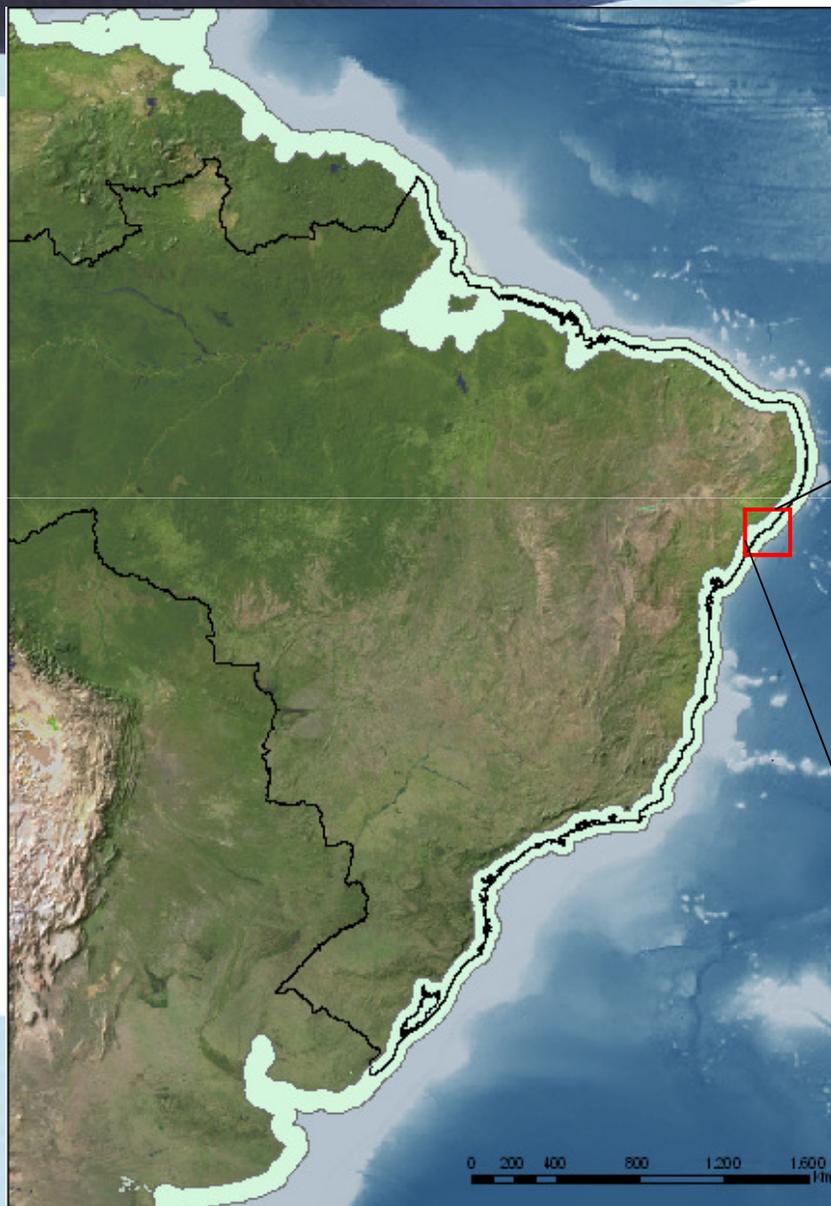
Socio-Económica

$$V_{nm}^{ECO} = I_{nm}^{SI}$$

$$V_{nm}^{SE} = D_{nm}^{ECO} + D_{nm}^{SE} \left\{ \begin{array}{l} D_{nm}^{ECO} \text{ es el valor de los ecosistemas } (\$ \text{ m}^{-2}\text{año}^{-1})^{(1)} \text{ que tiene la celda n,m;} \\ D_{nm}^{SE} \text{ es el valor de las actividades y usos } ((\$ \text{ m}^{-2}\text{año}^{-1}) \text{ que tiene la celda n,m} \end{array} \right.$$



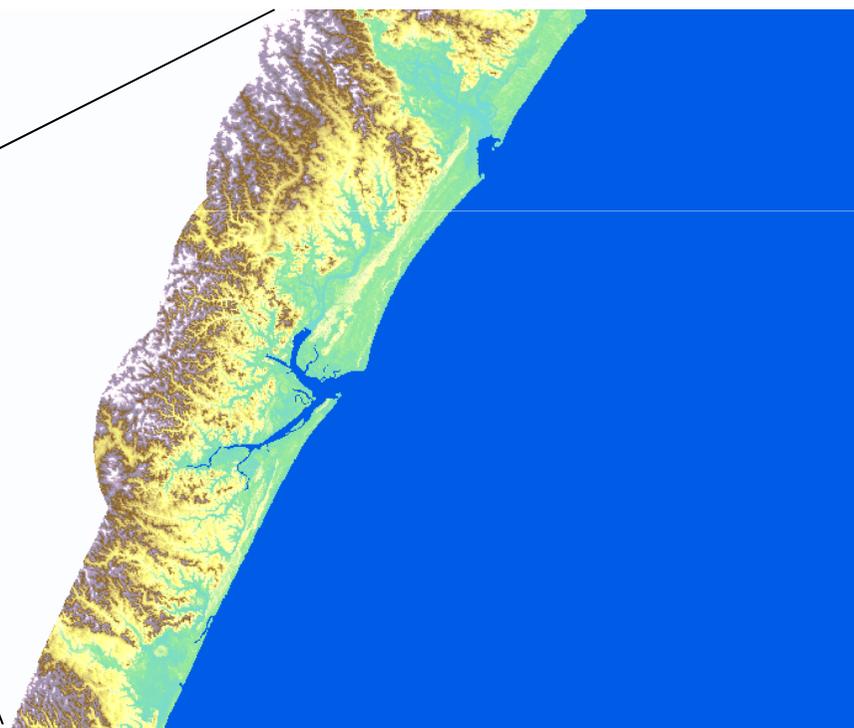
SECTOR	TIPO DE DATOS	FUENTE DE INFORMACIÓN
Socioeconómica	Usos del suelo	Land Cover
Socioeconómica	Tipos de suelo	Glob Cover
Ecológica	Áreas protegidas	WDPA y UNEP
Ecologic	Ecosystem types	UNEP-WCMC and RAMSAR Sites
Ecológica	Amenaza de los ecosistemas	WWF
Socioeconómica	Densidad de población	CIESIN
Socioeconómica	PIB	CIESIN & World Bank
Socioeconómica	Estadísticas nacionales	CEPAL-STAT
Socioeconómica	Ranking de puertos en ALyC	CEPAL
Socio-economic	Roads	Digital Chart of the World
Socio-economic	Railways	Digital Chart of the World
Socioeconómica	Producción y explotación agrícola y mederera	FAO & ONU
Socioeconómica	Accesibilidad a núcleos de población	ONU
Ecológica y Socioeconómica	Arrecifes de coral	WRI
Configuración física	Configuración costera	IHC
Configuración física	Tipologías de playas	IHC
Configuración física	Ciudades con frente marítimo	IHC
Configuración física & socioeconómica	Principales obras de defensa portuarias	IHC
Configuración física	Desembocaduras	IHC



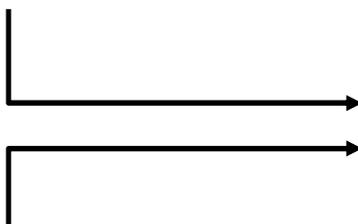
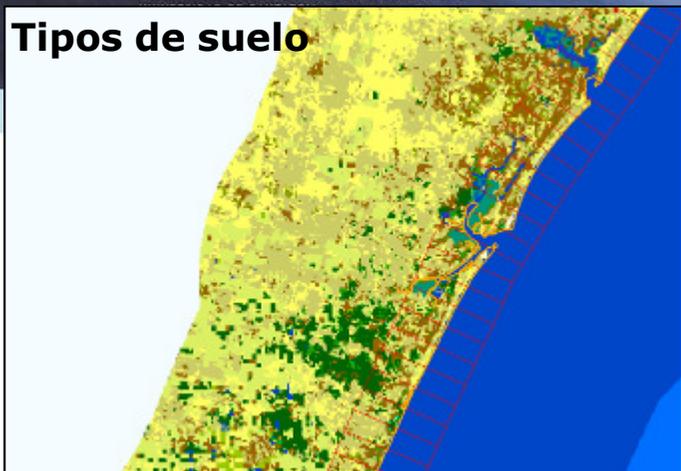
- Cota Inundación 10m
- Cota Inundación 5m
- Cota Inundación 1m
- Línea de Costa
- Unidades de Estudio

15 km

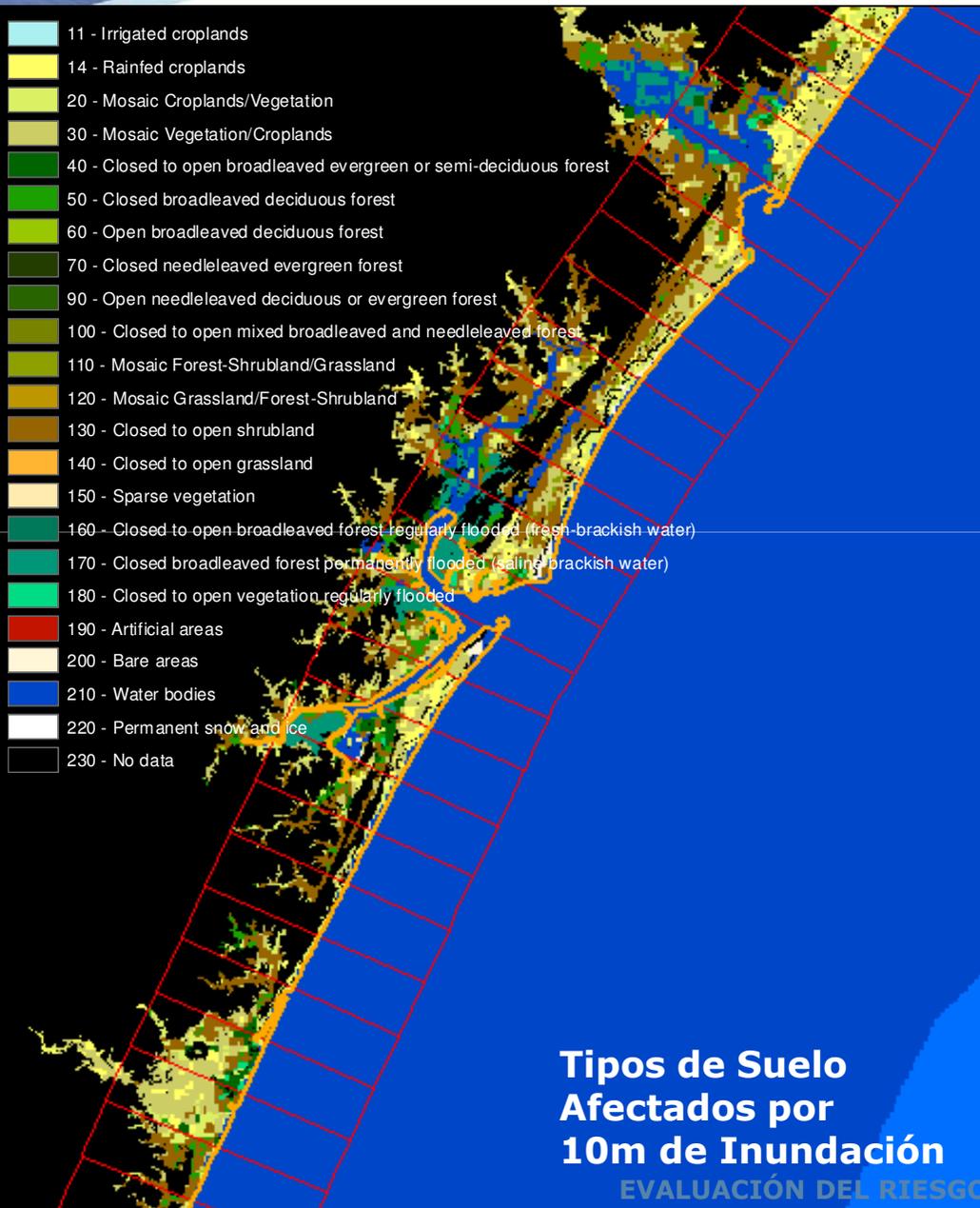
Modelo Digital del Terreno



Tipos de suelo



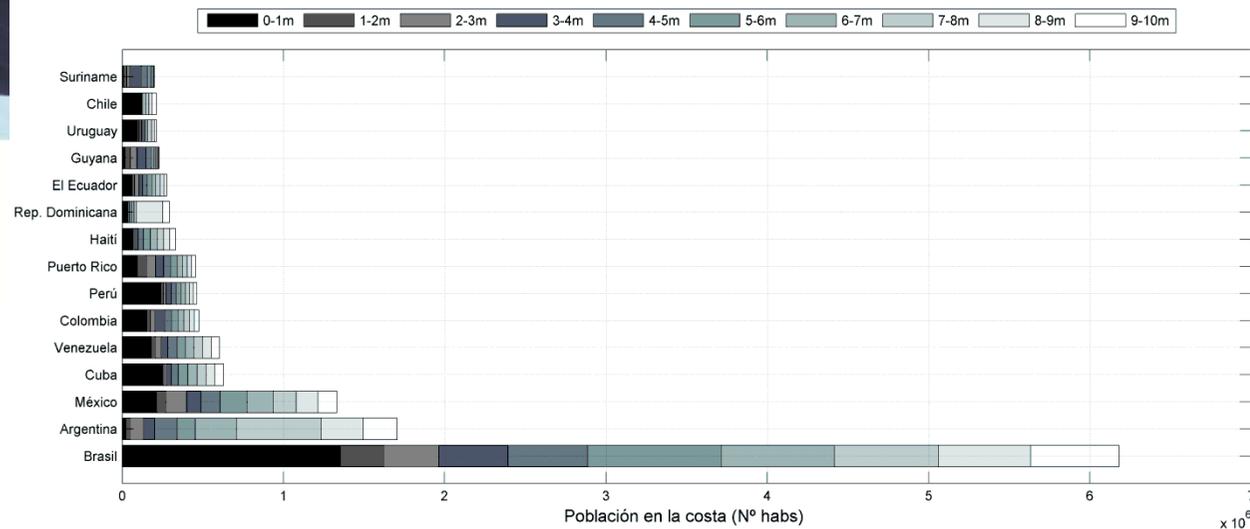
Inundación 10m



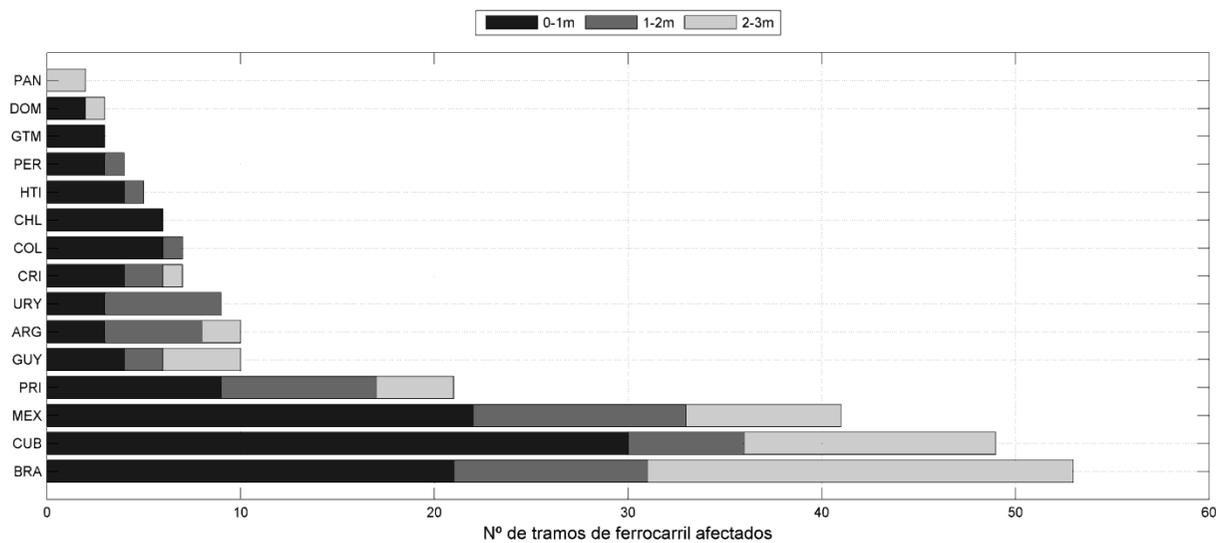
- 11 - Irrigated croplands
- 14 - Rainfed croplands
- 20 - Mosaic Croplands/Vegetation
- 30 - Mosaic Vegetation/Croplands
- 40 - Closed to open broadleaved evergreen or semi-deciduous forest
- 50 - Closed broadleaved deciduous forest
- 60 - Open broadleaved deciduous forest
- 70 - Closed needleleaved evergreen forest
- 90 - Open needleleaved deciduous or evergreen forest
- 100 - Closed to open mixed broadleaved and needleleaved forest
- 110 - Mosaic Forest-Shrubland/Grassland
- 120 - Mosaic Grassland/Forest-Shrubland
- 130 - Closed to open shrubland
- 140 - Closed to open grassland
- 150 - Sparse vegetation
- 160 - Closed to open broadleaved forest regularly flooded (fresh-brackish water)
- 170 - Closed broadleaved forest permanently flooded (saline-brackish water)
- 180 - Closed to open vegetation regularly flooded
- 190 - Artificial areas
- 200 - Bare areas
- 210 - Water bodies
- 220 - Permanent snow and ice
- 230 - No data

Tipos de Suelo Afectados por 10m de Inundación

EVALUACIÓN DEL RIESGO

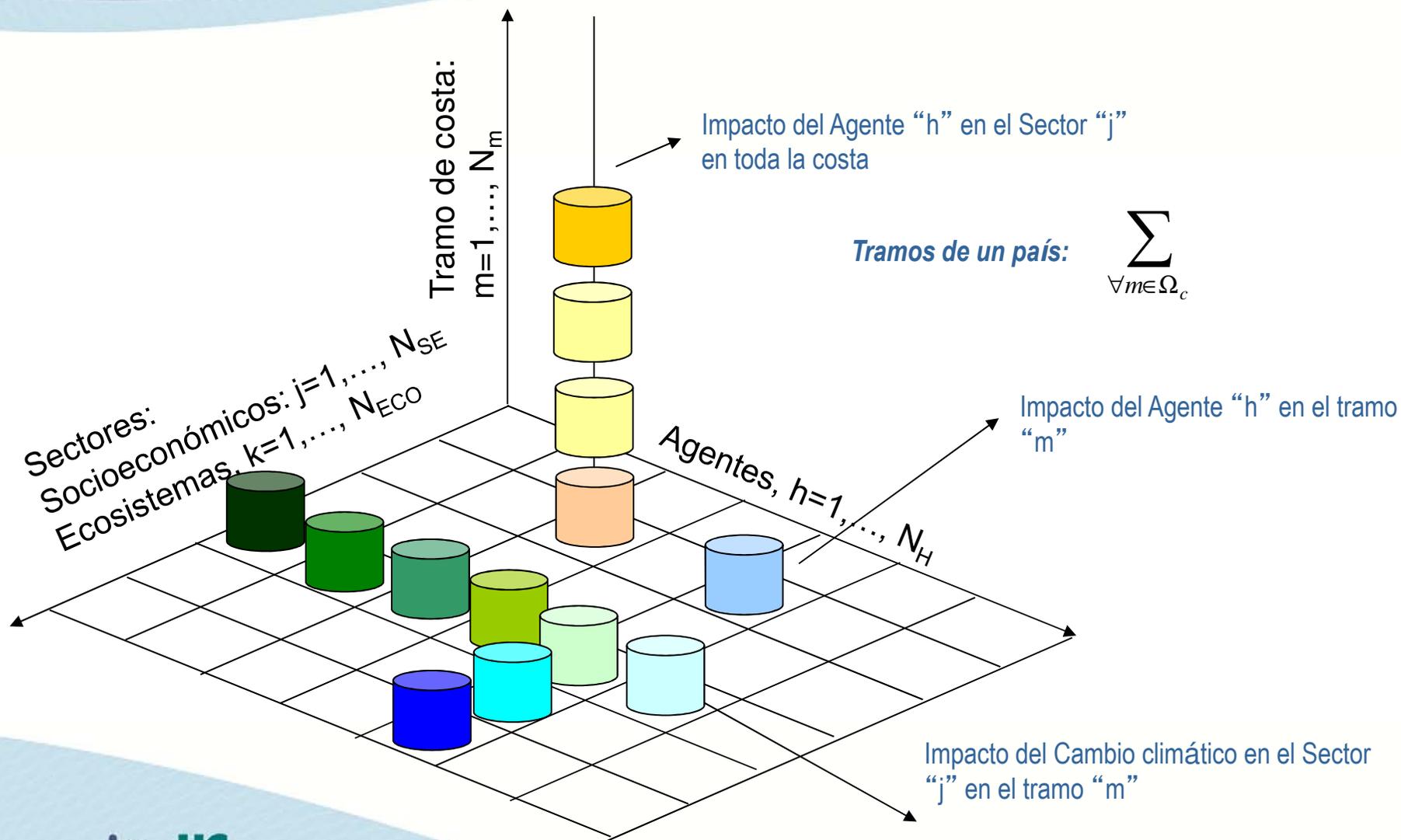


Distribución de la población



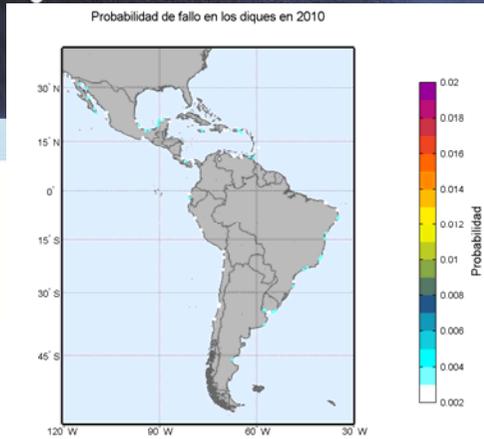
Ferrocarriles (en número de unidades de estudio afectadas)

1. Objetivo
2. Metodología general
3. Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC
4. Análisis de impactos
5. Análisis de vulnerabilidad
6. **Determinación del riesgo**
7. Difusión de resultados



Riesgo en infraestructuras portuarias (diques)

Peligrosidad

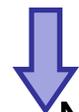


Exposición

Vulnerabilidad



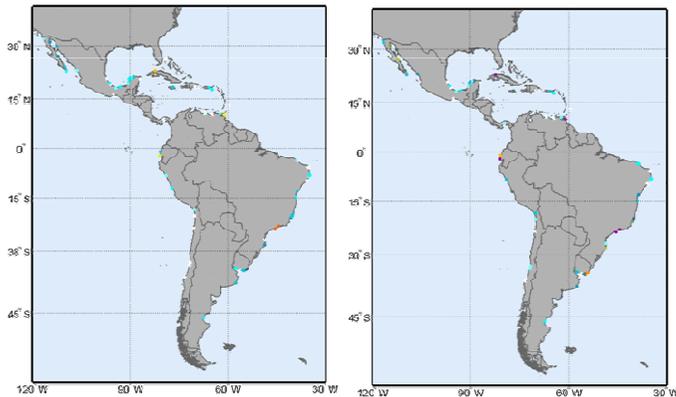
Diques de abrigo de los puertos



Nivel de riesgo

Probabilidad de fallo en los diques en 2040

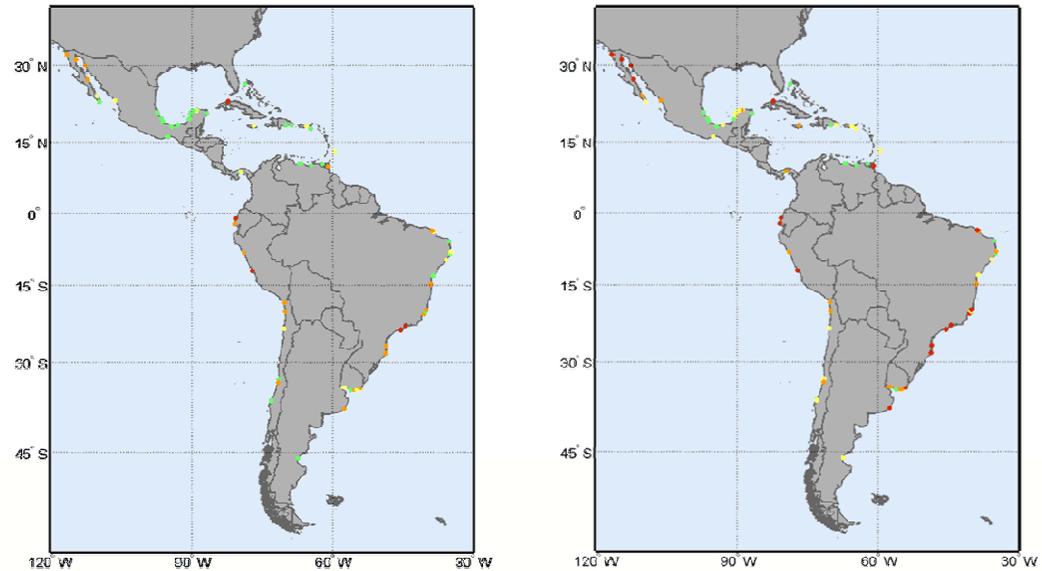
Probabilidad de fallo en los diques en 2070



Probabilidad de fallo

Riesgo de fiabilidad en los diques en 2040 respecto a 2010

Riesgo de fiabilidad en los diques en 2070 respecto a 2010



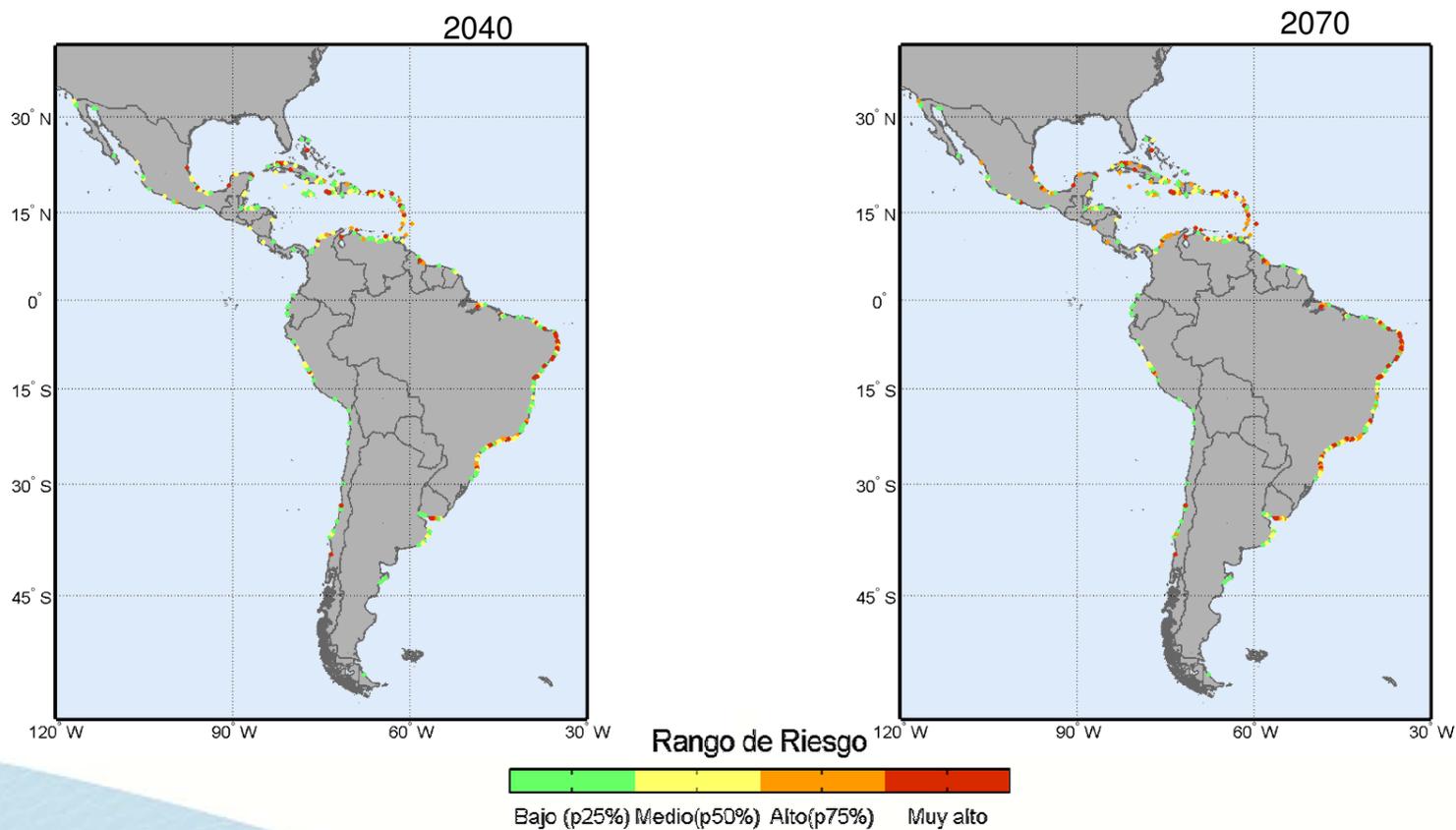
Rango de Riesgo



Riesgo en playas

Recurso: playas tratadas como obras marítimas que “defienden” una población adyacente

Valoración: en términos de personas afectadas (hasta cota 10m)



(SLR) of 1 m or more by 2100
Nicholls, 2010

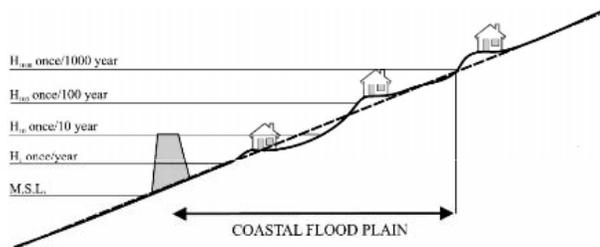
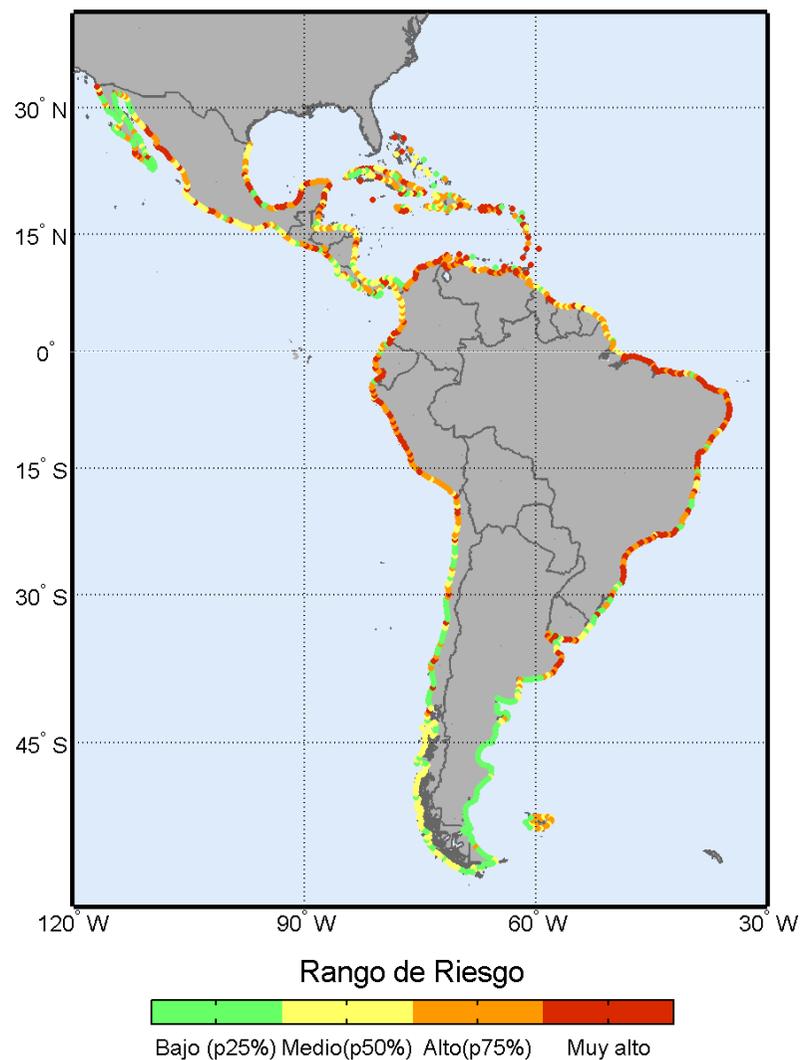
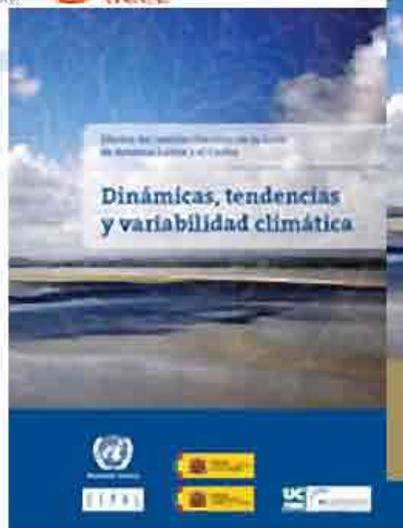


Fig. 2. The coastal flood plain, including different storm surge levels and corresponding risk zones.

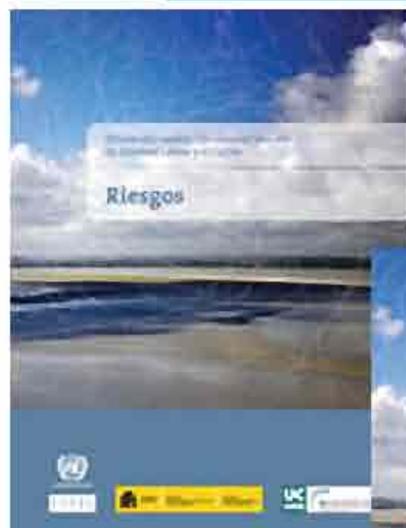
Riesgo por inundación de 1 m de ascenso del Nivel del Mar



1. **Objetivo**
2. **Metodología general**
3. **Dinámicas y tendencias en las costas de ALyC**
4. **Análisis de impactos**
5. **Análisis de vulnerabilidad**
6. **Determinación del riesgo**
7. **Difusión de resultados**



ESQUEMA Y DOCUMENTOS DEL PROYECTO



Cambio Climático en las costas de ALyC

Documento 1:
Agentes costeros
 • Dinámicas
 • Tendencias
 • Variabilidad climática en la costa

Documento 2:
Vulnerabilidad

Documento 3:
Impacto

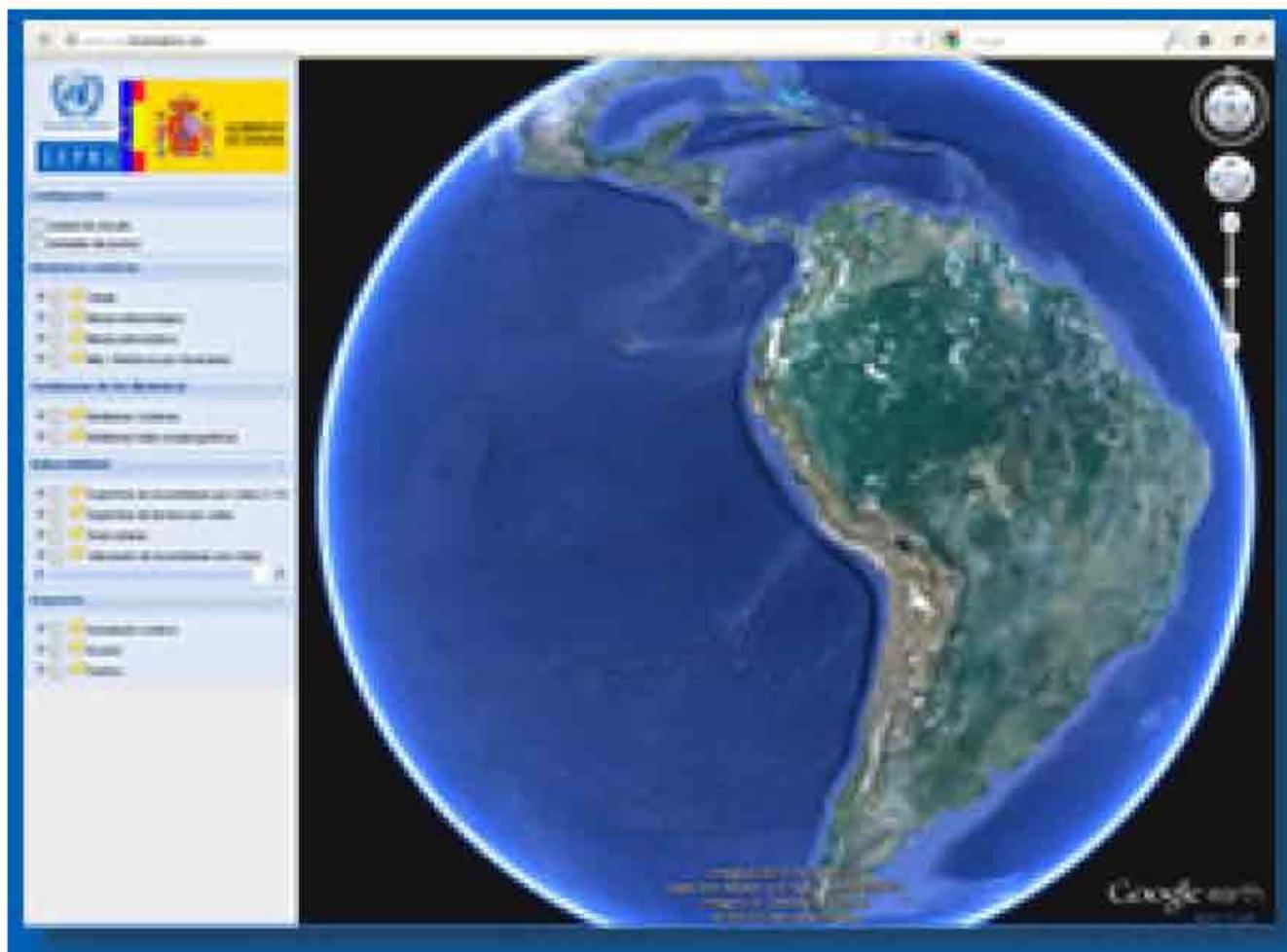
Documento 4:
Riesgos

Documentos auxiliares

Efectos teóricos del cambio climático en las costas.

Guía metodológica

Visor web de resultados



RESULTADOS

Resultados:

1. Numéricos → 5 kms
2. Gráficos → aprox. 50 kms

Hojas de datos



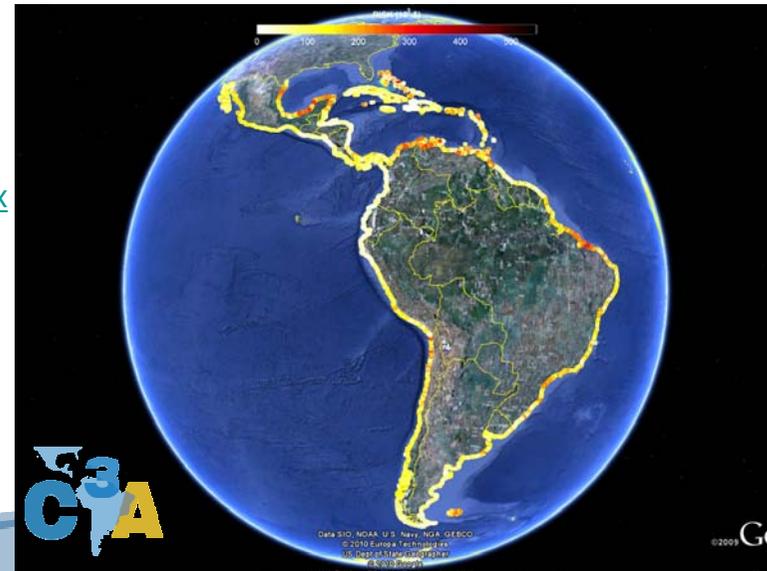
Visor geo-referenciado



cepal.org → División Desarrollo Sostenible → Cambio Climático

<http://www.eclac.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/dmaah/noticias/paginas/5/48025/P48025.xml&xsl=/dmaah/tpl/p18f-st.xsl&base=/dmaah/tpl/top-bottom.xsl>

www.c3a.ihcantabria.com



Variables analizadas



Dinámicas

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

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

11°43'13.54" S 75°57'32.74" O elev. 0 m

Alt. 0

C3A

c3a.ihcantabria.com



Configuración

- Unidad de estudio
- Unidades de puntos

Dinámicas costeras

- Oleaje
- Marea meteorológica
- Marea astronómica
- Máx. Históricos por Huracanes

Tendencias de las dinámicas

- Dinámicas costeras
- Dinámicas meto-oceanográficas

Vulnerabilidad

- Superficie de ecosistemas por cotas (1-10)
- Superficie de terreno por cotas
- Área urbana
- Valoración de ecosistemas por cotas

Impactos

- Inundación costera
- Erosión
- Puertos



© 2012 Cnes/Spot Image

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Google earth.
Condiciones del servicio



C3A

c3a.ihcantabria.com



Configuración

- Unidad de estudio
- Unidades de puntos

Dinámicas costeras

Tendencias de las dinámicas

- Dinámicas costeras
 - Hs media anual
 - Hs 12
 - Dirección flujo medio de energía
- Dinámicas meto-oceanográficas
 - Nivel medio del mar
 - Nivel medio del mar relativo
 - Temperatura superficial del agua de

Vulnerabilidad



Image U.S. Geological Survey
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2012 Cnes/Spot Image

Google earth
Condiciones del servicio



C3A

c3a.ihcantabria.com



Configuración

- Unidad de estudio
- Unidades de puntos

Dinámicas costeras

- Oleaje
- Marea meteorológica
- Marea astronómica
- Máx. Históricos por Huracanes

Tendencias de las dinámicas

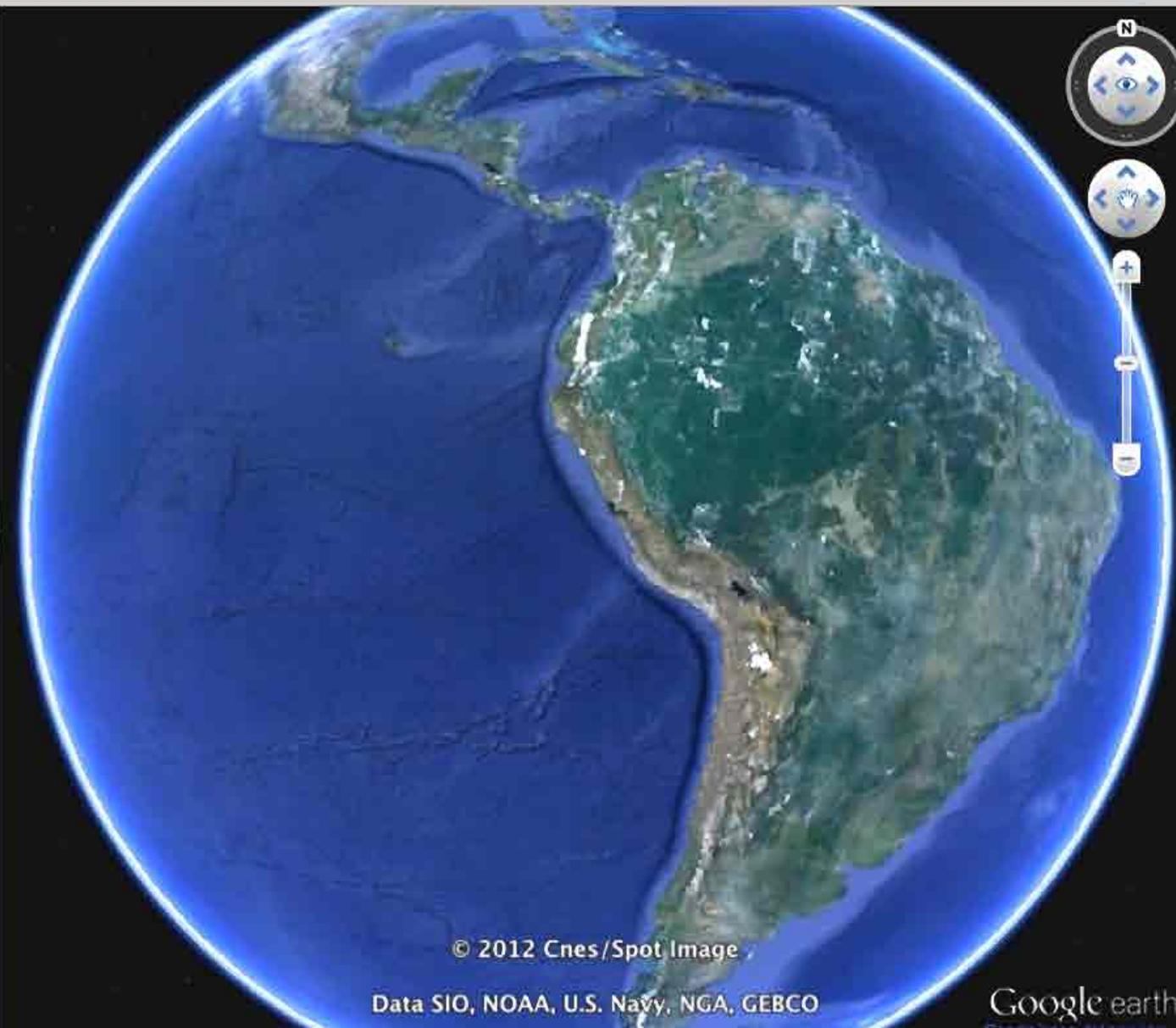
- Dinámicas costeras
- Dinámicas meto-oceanográficas

Vulnerabilidad

- Superficie de ecosistemas por cotas (1-10)
- Superficie de terreno por cotas
- Área urbana
- Valoración de ecosistemas por cotas

Impactos

- Inundación costera
- Erosión
- Puertos



© 2012 Cnes/Spot Image

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Google earth.
Condiciones del servicio

   GOBIERNO DE ESPAÑA
CEPAL

Configuración

- Unidad de estudio
- Unidades de puntos

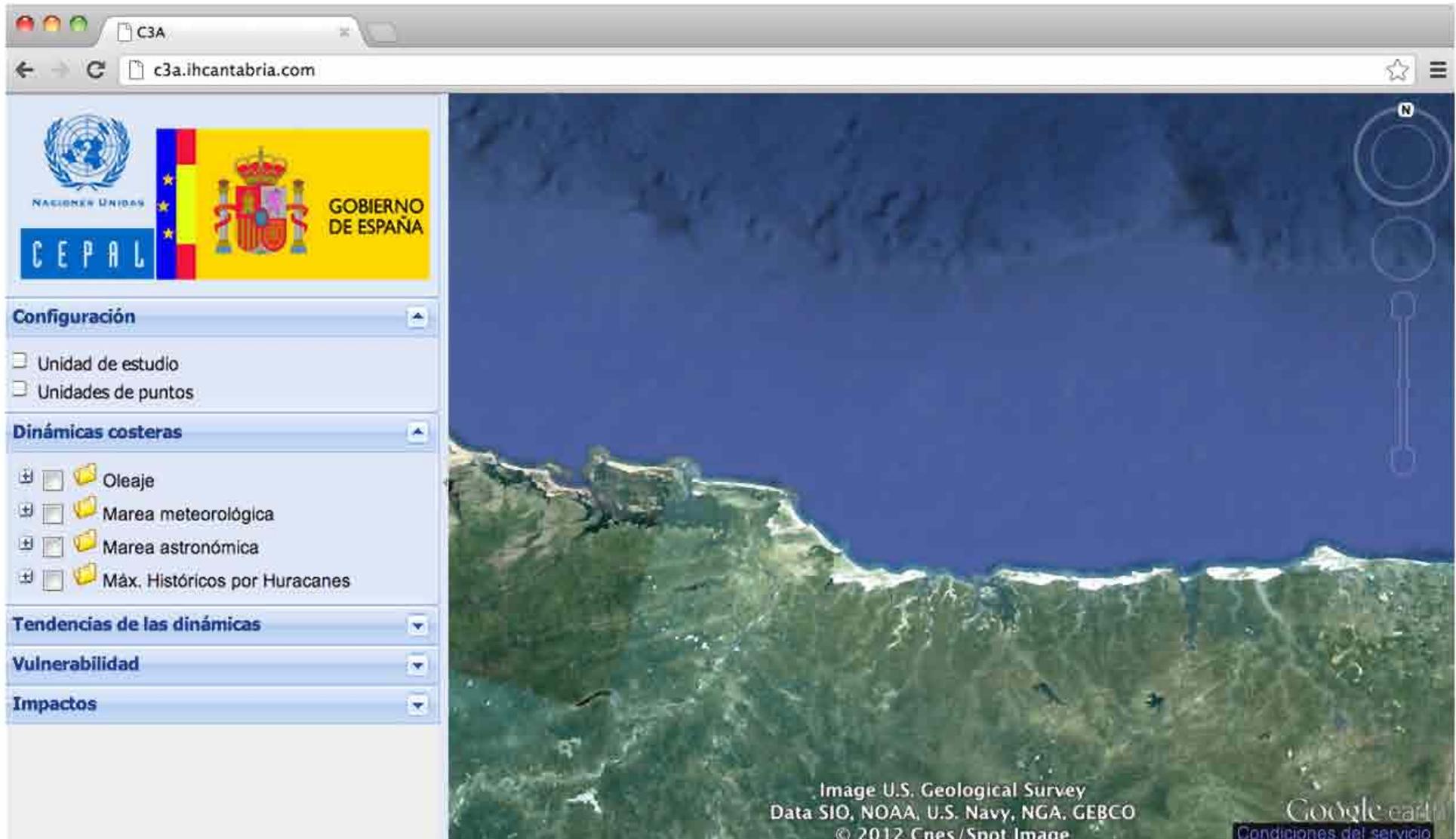
Dinámicas costeras

Tendencias de las dinámicas

Vulnerabilidad

Impactos





C3A

c3a.ihcantabria.com

NACIONES UNIDAS
GOBIERNO DE ESPAÑA

CEPAL

Configuración

- Unidad de estudio
- Unidades de puntos

Dinámicas costeras

- Oleaje
- Marea meteorológica
- Marea astronómica
- Máx. Históricos por Huracanes

Tendencias de las dinámicas

Vulnerabilidad

Impactos

Image U.S. Geological Survey
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2012 Cnes/Spot Image

Google earth
Condiciones del servicio

Menú e información

Configuración [v]

Dinámicas costeras [v]

Tendencias de las dinámicas [v]

Vulnerabilidad [v]

Impactos [▲]

- Inundación costera
 - Ascenso del NMM
 - Extremos de inundación (cota de inur)
- Erosión
 - Por cambios en el NMM
 - Por cambios en la direccionalidad del
 - Tasa de cambio en el transporte de s
- Puertos
 - Índice de Seguridad de las obras mar
 - Operatividad Portuaria
 - Variación (%) del peso de las piezas n

Configuración [v]

Dinámicas costeras [v]

Tendencias de las dinámicas [v]

Vulnerabilidad [▲]

- Superficie de ecosistemas por cotas (1-1)
 - z = 1m
 - z = 2m
 - z = 3m
 - z = 4m
 - z = 5m
 - z = 6m
 - z = 7m
 - z = 8m
 - z = 9m
 - z = 10m
- Superficie de terreno por cotas
- Área urbana
- Valoración de ecosistemas por cotas

Impactos [v]

Configuración [v]

Dinámicas costeras [▲]

- Oleaje
 - Altura de ola significativa media estac
 - Altura de ola significativa máxima est
 - Dirección media del Flujo de Energia
 - Altura de ola significativa superada 12
 - Extremos de oleaje
- Marea meteorológica
 - Extremos
 - Cuantil 0,9 de Marea Meteorológica
 - Cuantil 0.99 de Marea Meteorológica
- Marea astronómica
- Máx. Históricos por Huracanes
 - Presión mínima por huracanes
 - Velocidad máxima por huracanes
 - Marea meteorológica máxima por hur
 - Altura de ola significativa máxima por l

Tendencias de las dinámicas [v]

Vulnerabilidad [v]

Configuración [v]

Dinámicas costeras [▲]

Tendencias de las dinámicas [v]

- Dinámicas costeras
 - Hs media anual
 - Hs 12
 - Dirección flujo medio de energia
- Dinámicas meto-oceanográficas
 - Nivel medio del mar
 - Nivel medio del mar relativo
 - Temperatura superficial del agua

Vulnerabilidad [v]

Impactos [v]

C3A

http://www.c3a.ihcantabria.com/ Google

Apple wordreference Google Maps windguru red Vigia google alertas YouTube Wikipedia traductor Noticias Populares

NACIONES UNIDAS
GOBIERNO DE ESPAÑA

CEPRAL

Configuración

Unidad de estudio
 Unidades de puntos

Dinámicas costeras

Oleaje
 Marea meteorológica
 Marea astronómica
 Máx. Históricos por Huracanes

Tendencias de las dinámicas

Dinámicas costeras
 Dinámicas meto-oceanográficas

Vulnerabilidad

Superficie de ecosistemas por cotas (1-10)
 Superficie de terreno por cotas
 Área urbana
 Valoración de ecosistemas por cotas

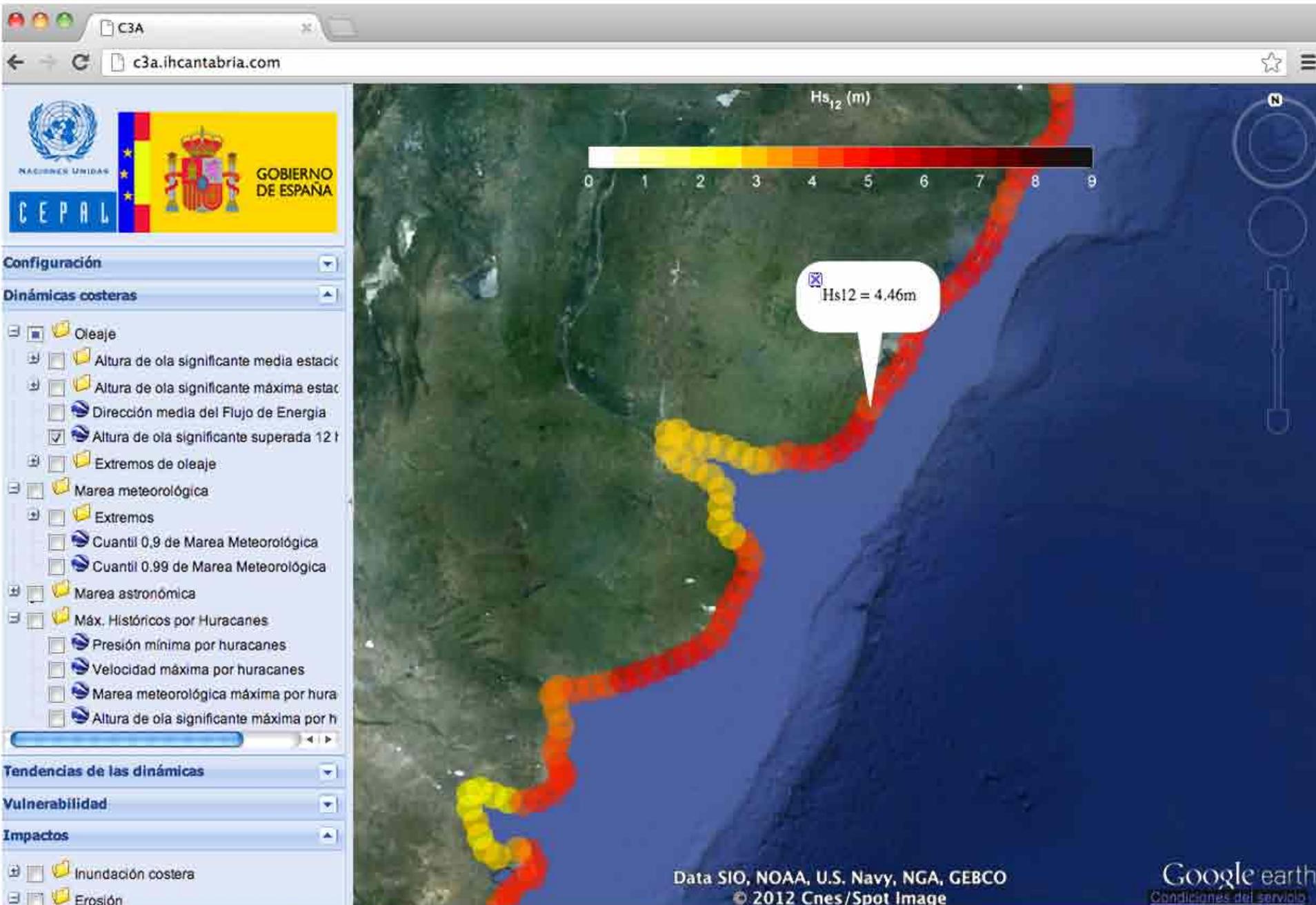
Impactos

Inundación costera
 Erosión
 Puertos

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2012 Cnes/Spot Image

Image U.S. Geological Survey

Google Earth



Estudio Regional de los efectos del Cambio Climático en las Costas de América Latina y el Caribe (ALyC)

