



RESUMEN EJECUTIVO CONSULTORÍA “DESARROLLO URBANO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN VALDIVIA”

TAREA N° 2: Estudio de Vulnerabilidad y Riesgos Naturales

CONTENIDO:

Metodología general por tipo de amenaza

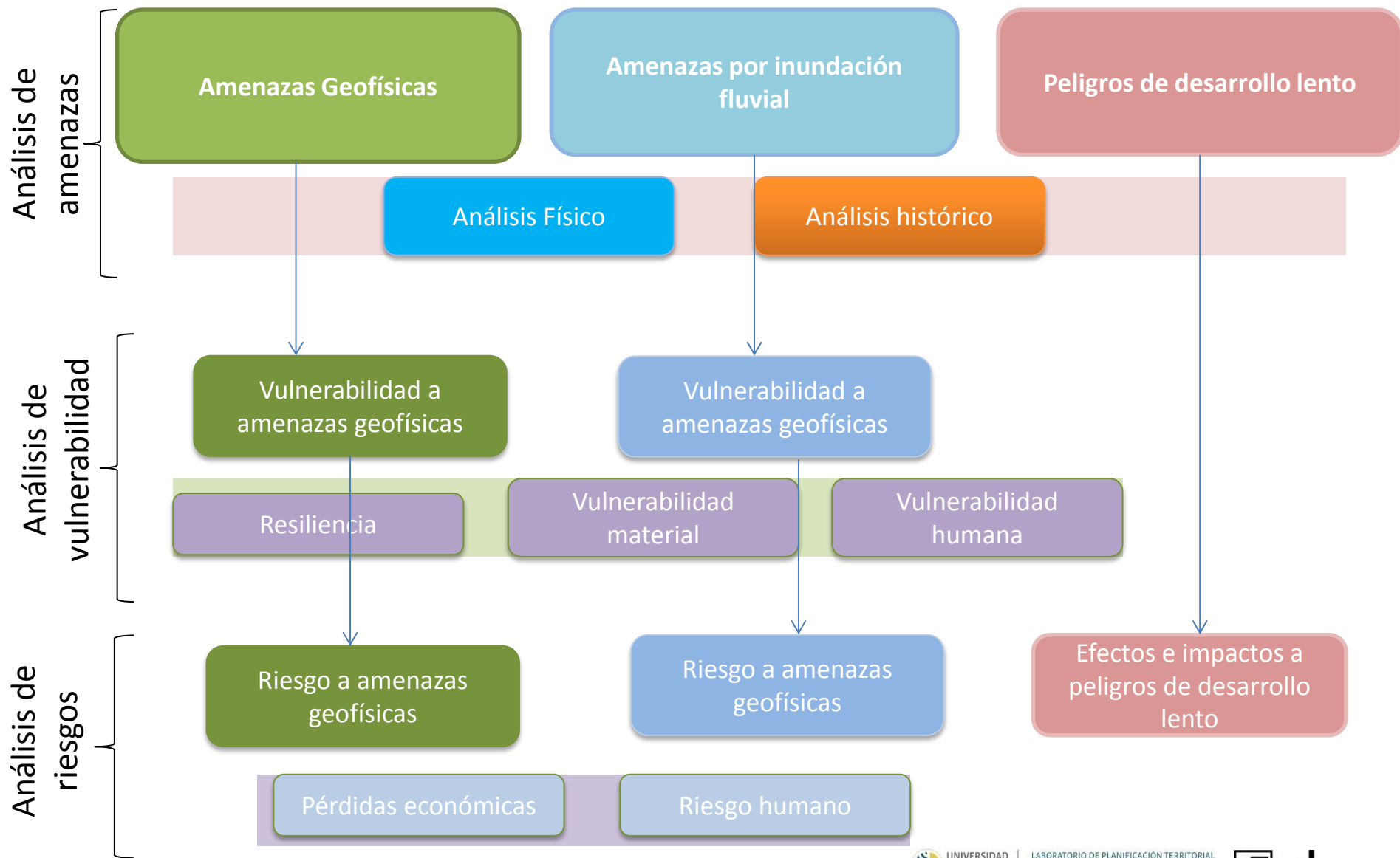
Amenaza y riesgo de tipo geofísico

Amenaza y riesgo de tipo hidrometeorológico

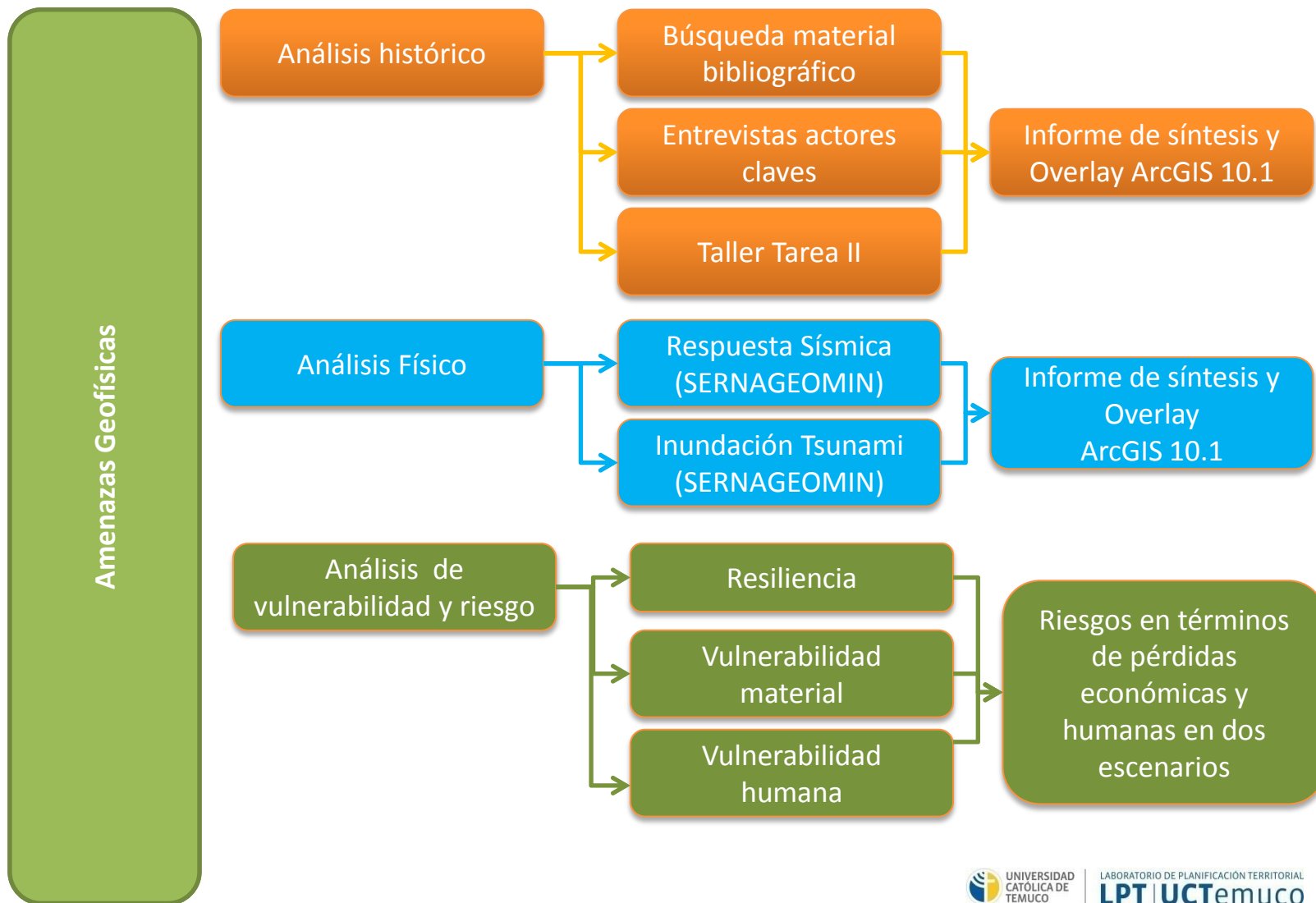
Peligros de desarrollo lento: efectos e impactos

Adaptación y mitigación a riesgos para los escenarios de crecimiento urbano

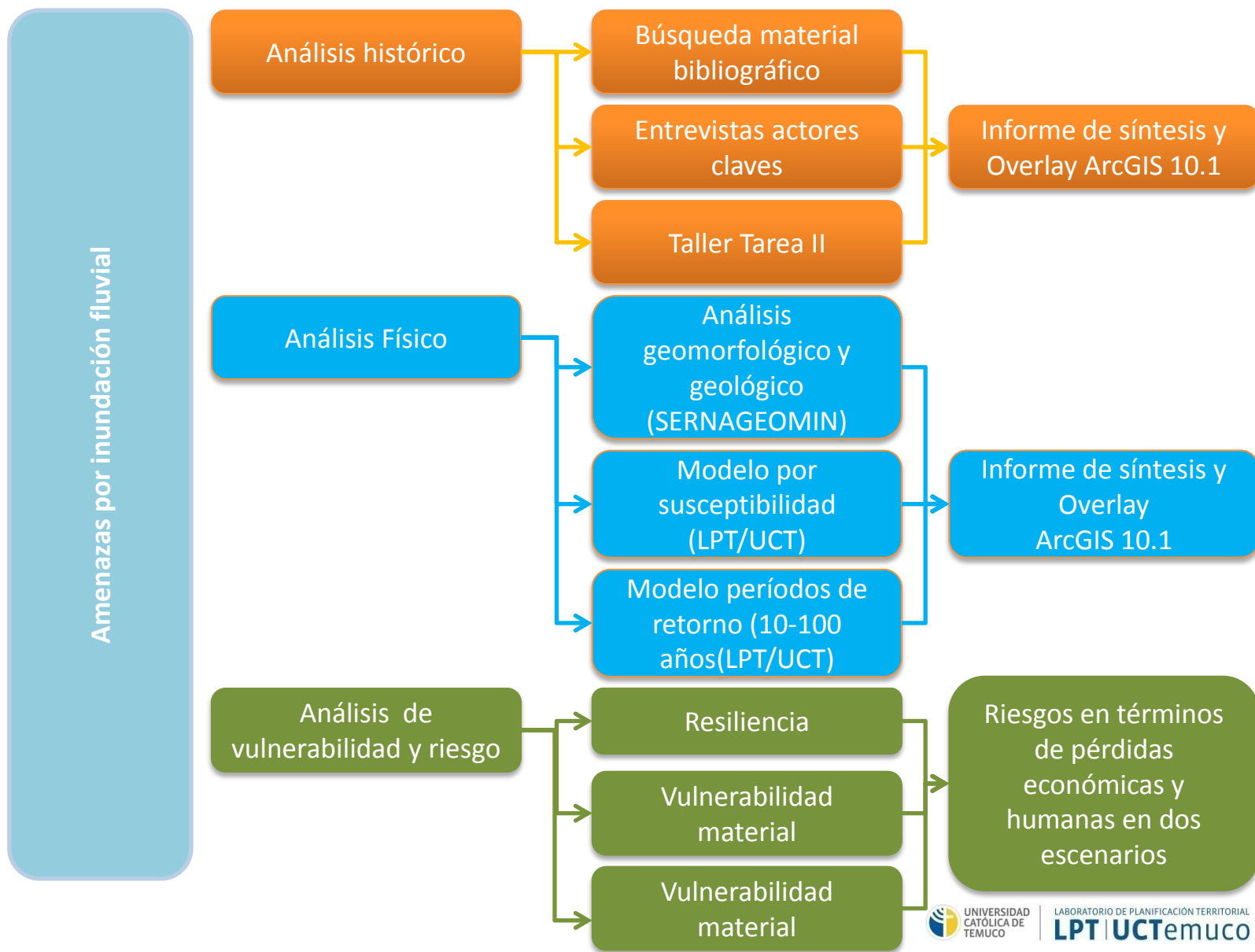
ESQUEMA METODOLÓGICO GENERAL



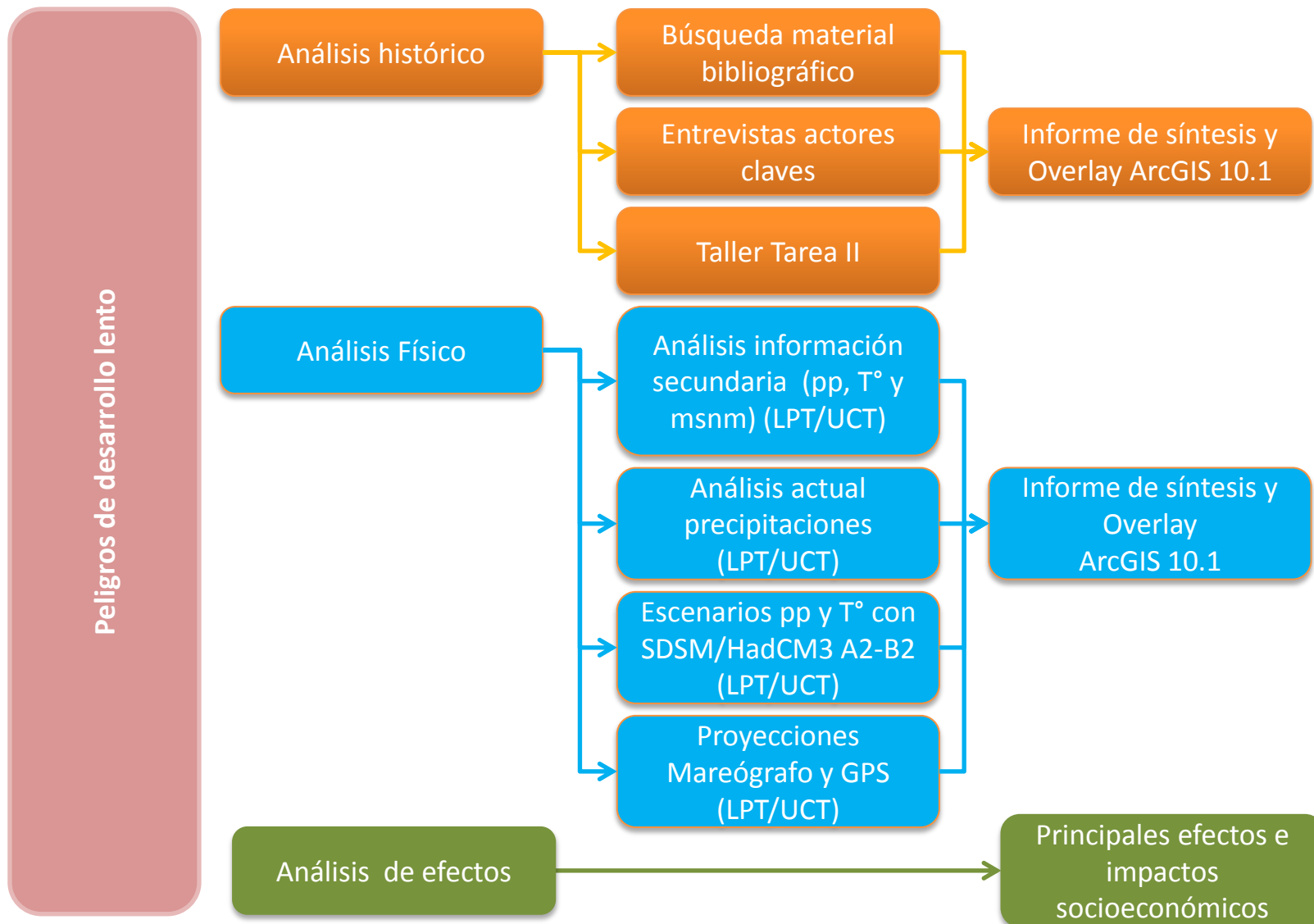
FLUJO METODOLÓGICO SIMPLIFICADO



FLUJO METODOLÓGICO SIMPLIFICADO



FLUJO METODOLÓGICO SIMPLIFICADO



ORDEN PRESENTACION:

Metodología general por tipo de amenaza

Amenaza y riesgo de tipo geofísico

Amenaza y riesgo de tipo hidrometeorológico

Peligros de desarrollo lento: efectos e impactos

Adaptación y mitigación a riesgos para los escenarios de crecimiento urbano

PRINCIPALES RESULTADOS

Análisis histórico



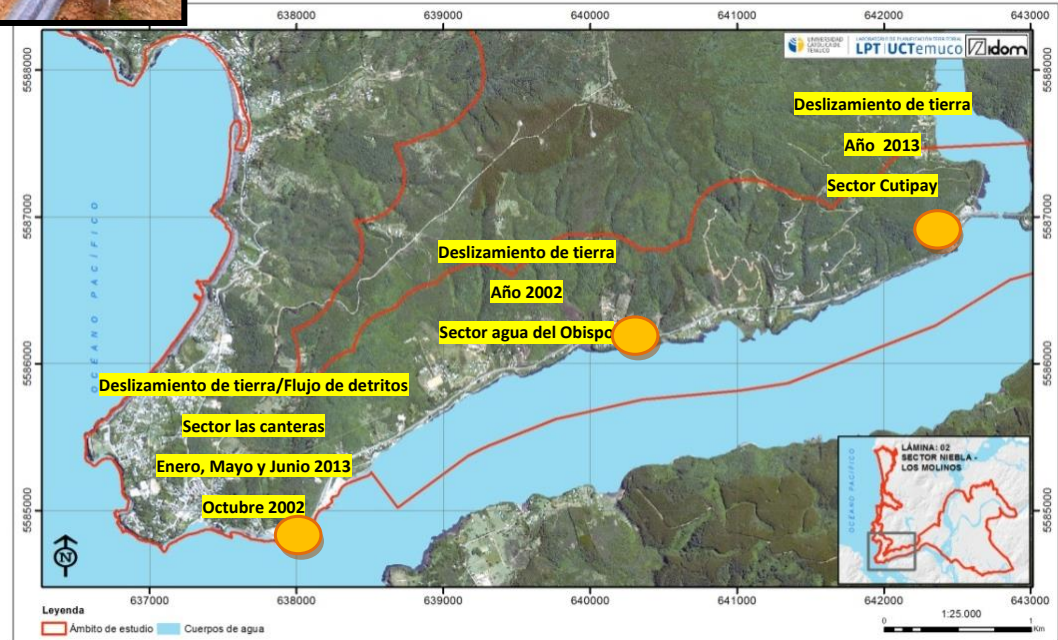
Terremoto y Tsunami 1960



Deslizamiento Enero y Mayo 2013

Principales eventos de deslizamientos y flujos.
Fuente: elaboración propia, 2014

Amenazas Geofísicas



PRINCIPALES RESULTADOS

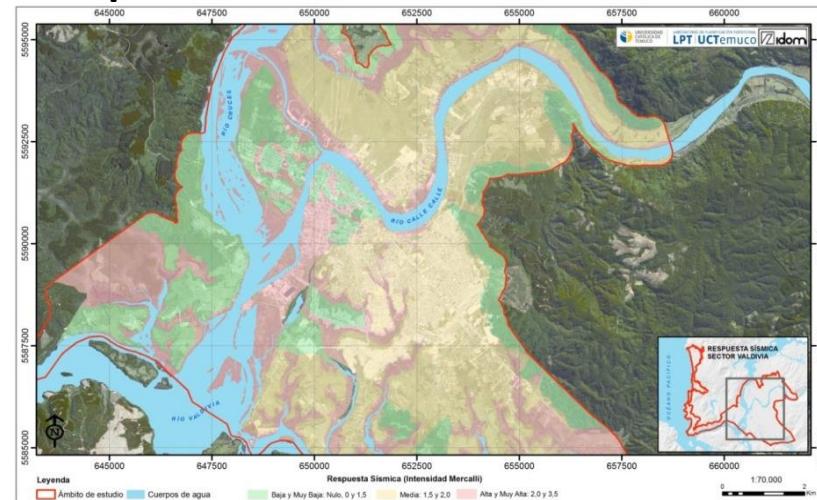
Análisis Físico



Figura: Destrucción muelle Schuster por efecto del terremoto 2010

Amenazas Geofísicas

Amplificación sísmica



Fuente: Sernageomin, 2002

Unidades Geológicas, rellenos artificiales

Las unidades de rellenos artificiales, humedales, vegas y depósitos fluviales presentan una mayor amplificación sísmica, se encuentran presentes en el centro de la ciudad y barrios históricos como son el sector las mulatas y barrios bajos.

Análisis Físico



Inestabilidad de laderas

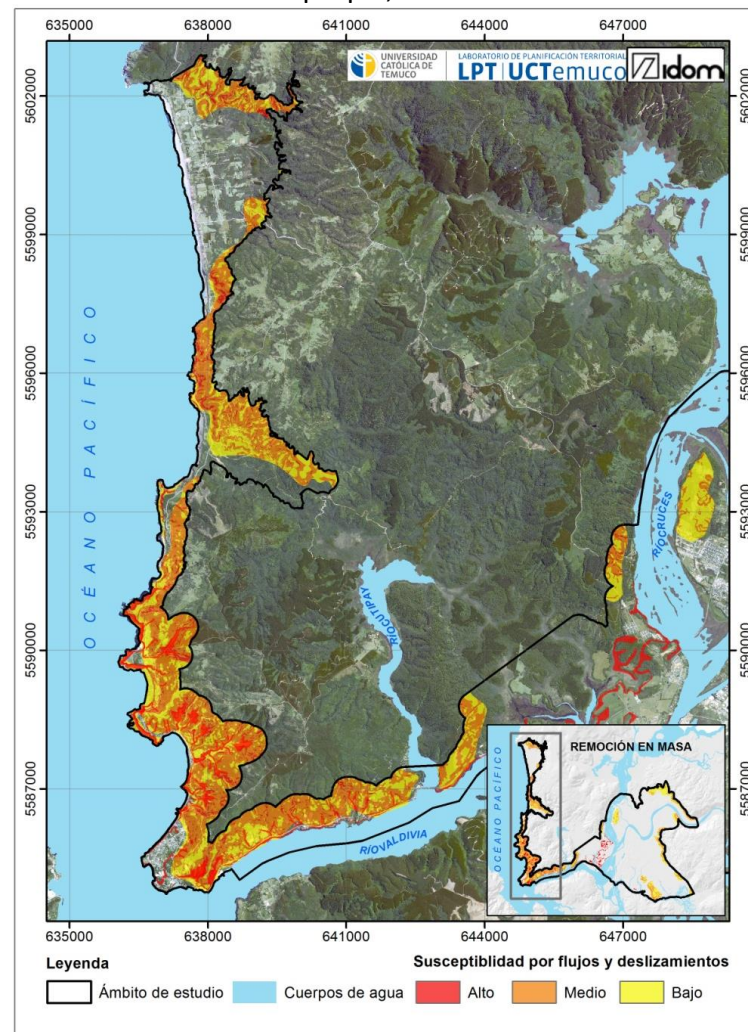
Características Geológicas y antrópicas

En el sector camino Valdivia – Niebla y Torremolinos, la conformación geológica, principalmente en roca metamórfica, las altas pendientes (>30°) y la baja cobertura vegetal producto de la intervención antrópica aumentan la inestabilidad de ladera, provocando la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos.

PRINCIPALES RESULTADOS

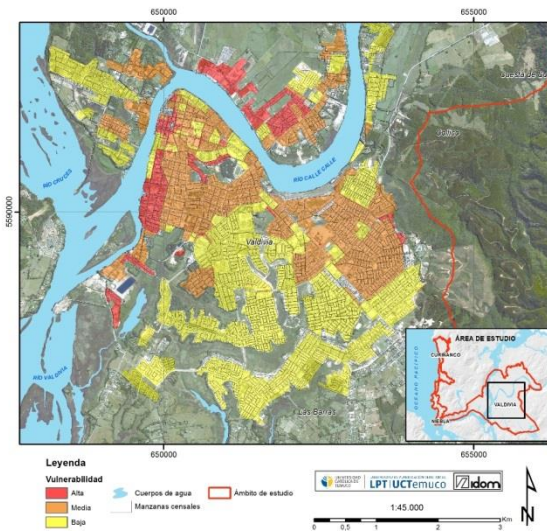
Modelo de inestabilidad de ladera.

Fuente: elaboración propia, 2014

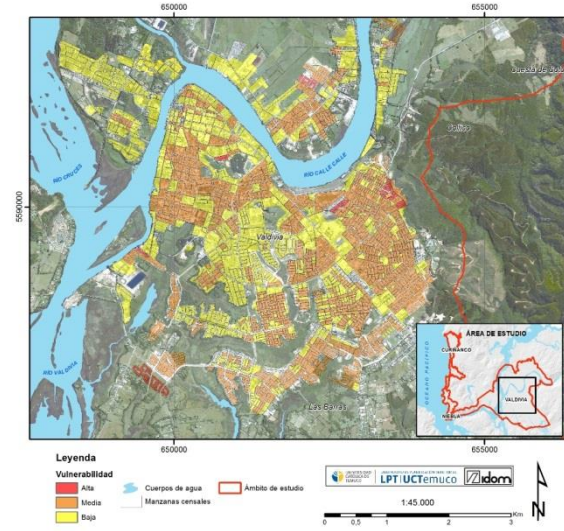


Análisis de Vulnerabilidad

V. Material



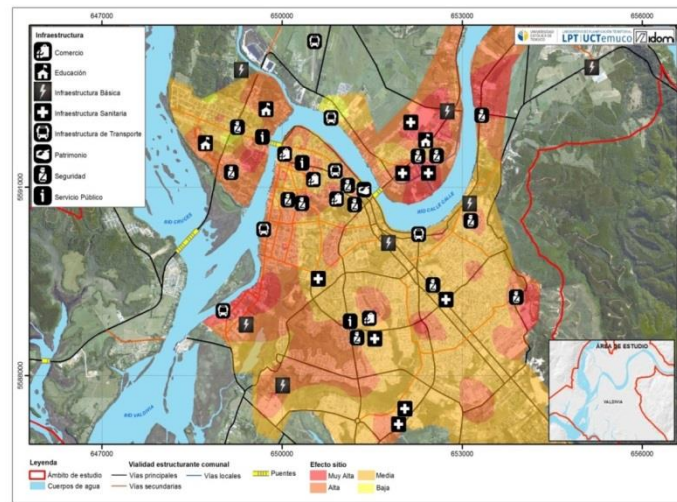
V. Humana



Modelos de vulnerabilidad
Fuente: elaboración propia, 2014

Vulnerabilidad de infraestructuras: resiliencia

Modelo de espacialización de infraestructura crítica/estratégica sobre efectos de sitio ante terremoto.
Fuente: elaboración propia, 2014



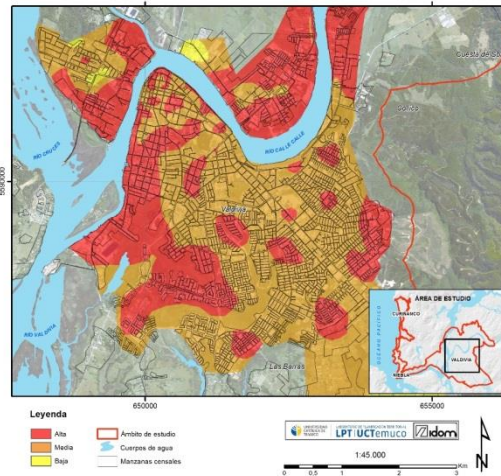
- Escuelas, Liceos y otros edificios públicos
- *Telecomunicaciones*
- *Infraestructura Eléctrica*
- Suministro de agua potable
- *Depósitos de combustibles y sustancias peligrosas*
- Infraestructuras de transporte
- *Terminales de bus y ferrocarril, muelles, aeródromo*
- Sedes de los principales servicios de emergencias, salud, y gobierno
- *Otras infraestructuras: Aguas servidas, vertederos y deposición de residuos*

PRINCIPALES RESULTADOS

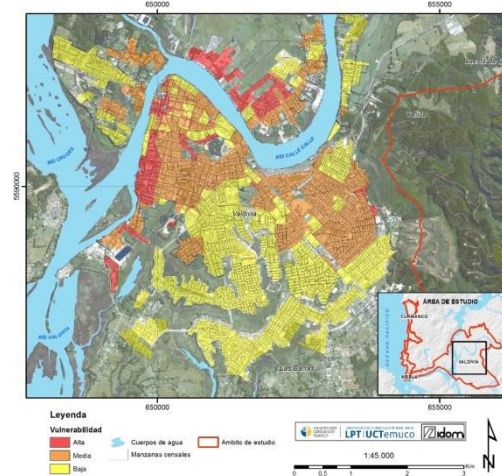
Análisis de Riesgo a terremoto

Amenazas Geofísicas

Efectos de sitio

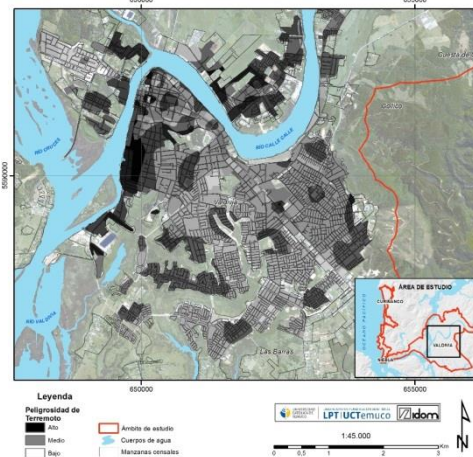


Vulnerabilidad material



Modelos de efectos de sitio, amplificación sísmica.
Fuente: Alvarado Coello, A, Tesis. UACH, 2013.

Modelo de vulnerabilidad
Fuente: elaboración propia, 2014



Riesgo: % de pérdidas materiales esperadas por zona

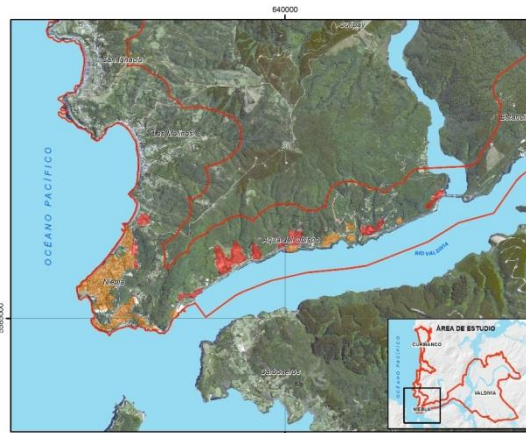
Modelo de Riesgo a terremoto
Fuente: elaboración propia, 2014

PRINCIPALES RESULTADOS

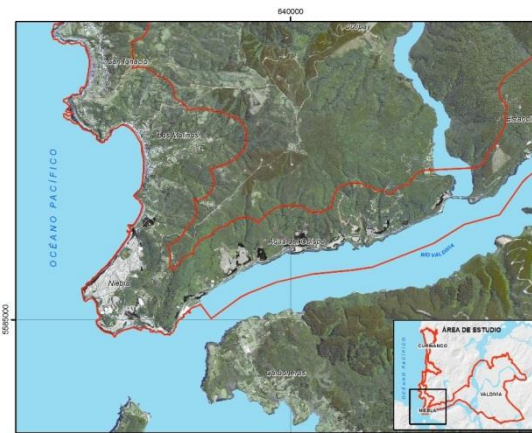
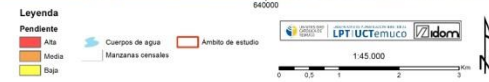
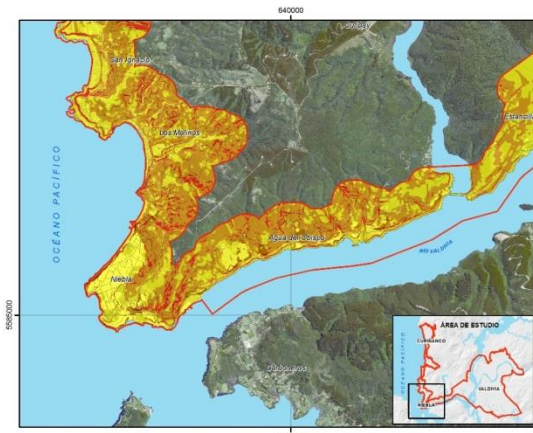
Amenazas Geofísicas

Remoción en masa

Vulnerabilidad



Peligro a remoción



Modelo de vulnerabilidad
Fuente: elaboración propia, 2014

Modelo de inestabilidad de ladera.
Fuente: elaboración propia, 2014

Riesgos

Modelo de Riesgo a remoción en masa.
Fuente: elaboración propia, 2014

ORDEN PRESENTACION:

Metodología general por tipo de amenaza

Amenaza y riesgo de tipo geofísico

Amenaza y riesgo de tipo hidrometeorológico

Peligros de desarrollo lento: efectos e impactos

Adaptación y mitigación a riesgos para los escenarios de crecimiento urbano

PRINCIPALES RESULTADOS

Amenazas por inundación fluvial

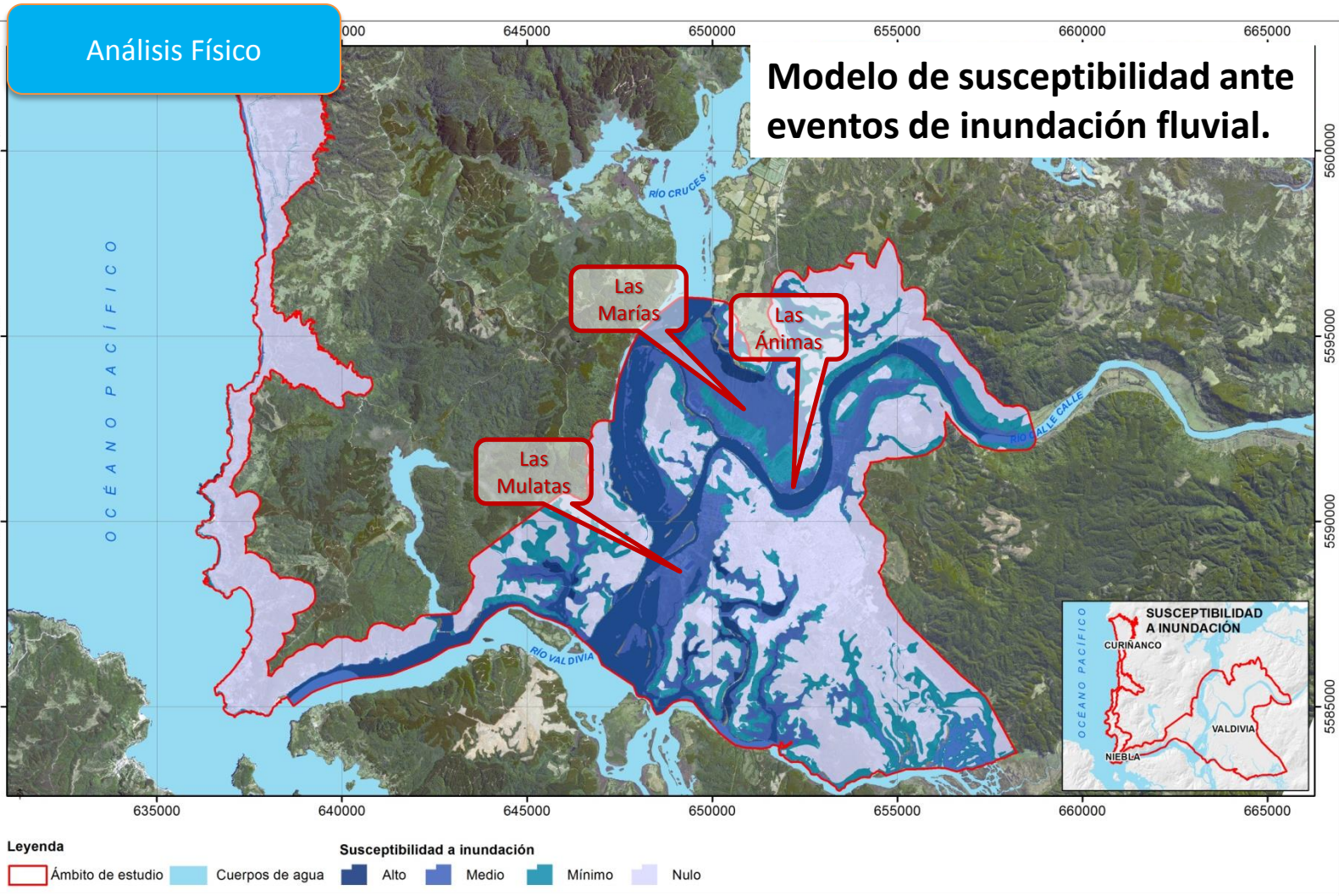
Análisis histórico

Imagen comparativa del centro de la ciudad de Valdivia año 1794-2013 donde se encontraba un extenso humedal y actual paleo-humedal el cual ha sido rellenado artificialmente (cubriéndose la depresión natural o hualve con una mezcla heterogénea de limo, arena) y donde se encuentra el comercio de Valdivia sin duda el esfuerzo en las obras de ingeniería para reutilizar esos espacios es alto, es necesario es destacar la alta fragilidad que presentan estos espacios y por ende justifica la mayor amplitud sísmica que presenta el centro de Valdivia y el anegamiento de las plantas bajas que han afectado a las instalaciones del Casino de juegos de Valdivia, supermercado Unimarc, el mall plaza Los Ríos, entre otros.



PRINCIPALES RESULTADOS

Amenazas por inundación fluvial

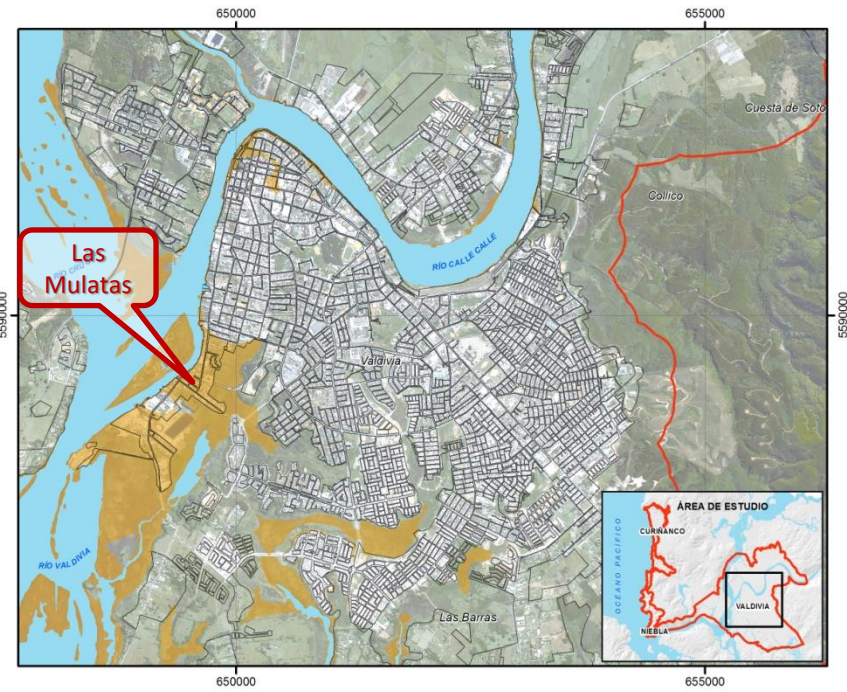
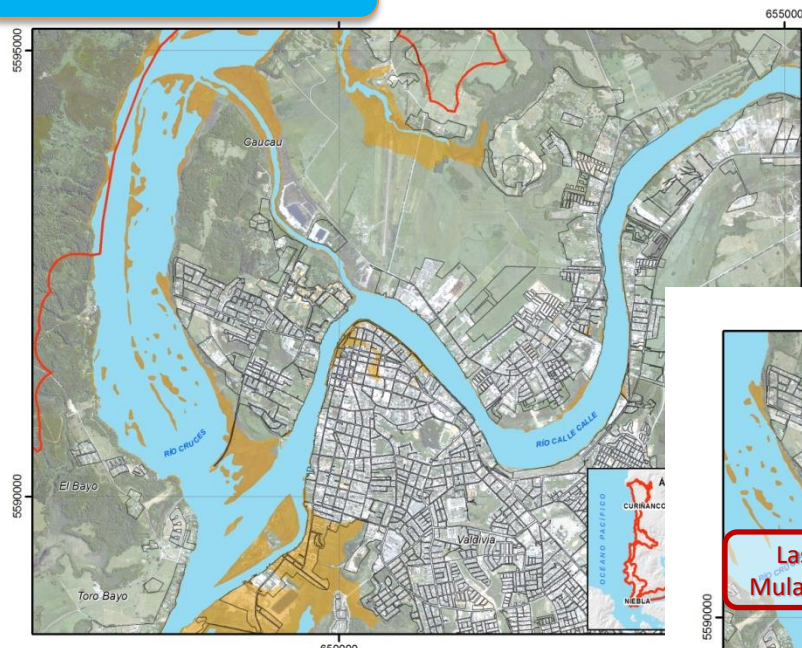


PRINCIPALES RESULTADOS

Amenazas por inundación fluvial

Análisis Físico

Modelo a 10 años ante eventos de inundación fluvial.



- Leyenda
- Am
 - Cu
 - Ma

- Leyenda
- Ámbito de estudio
 - Cuerpos de agua
 - Manzanas censales
 - Periodo retorno de inundación 10 años

UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE TEMUCO | LPT IUCTemuco | Idom

1:45.000

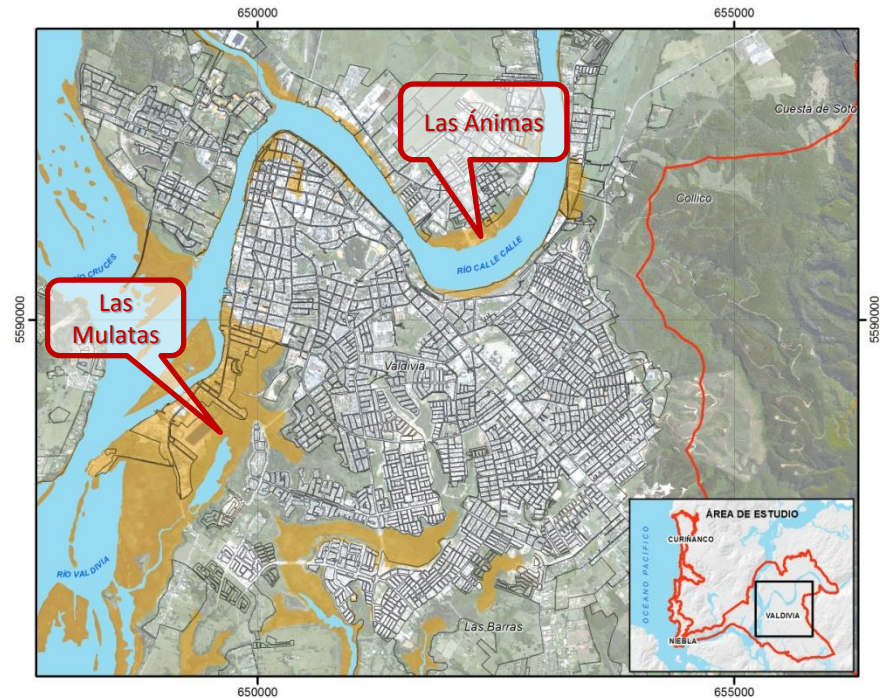
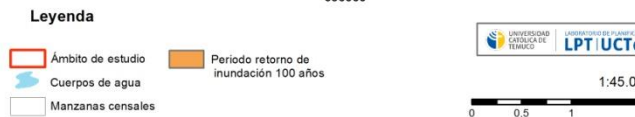
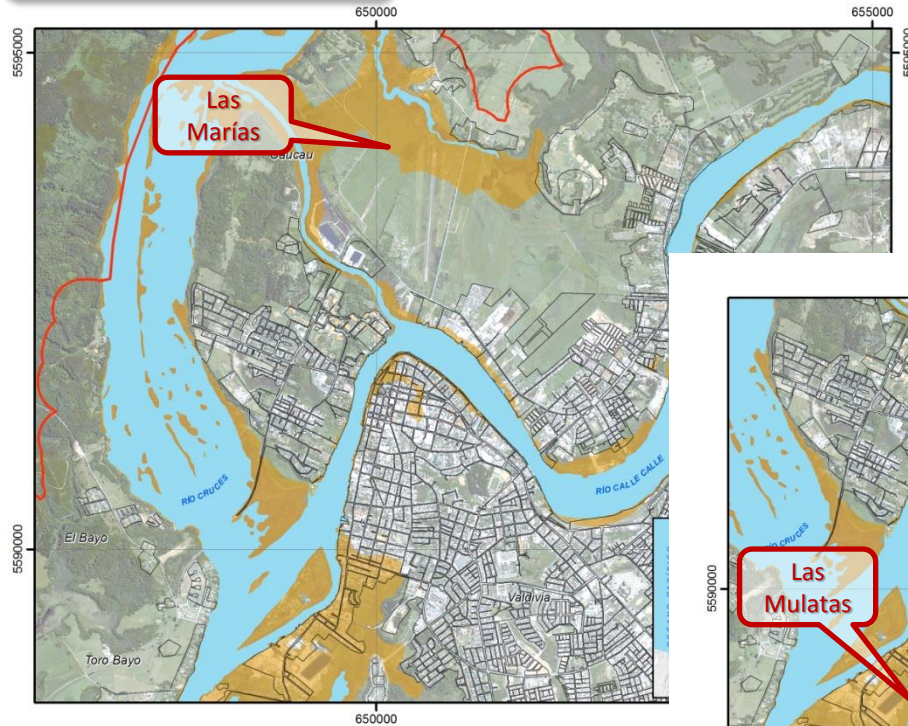
0 0,5 1 2 3 Km

PRINCIPALES RESULTADOS

Modelo a 100 años ante eventos de inundación fluvial.

Amenazas por inundación fluvial

Análisis Físico

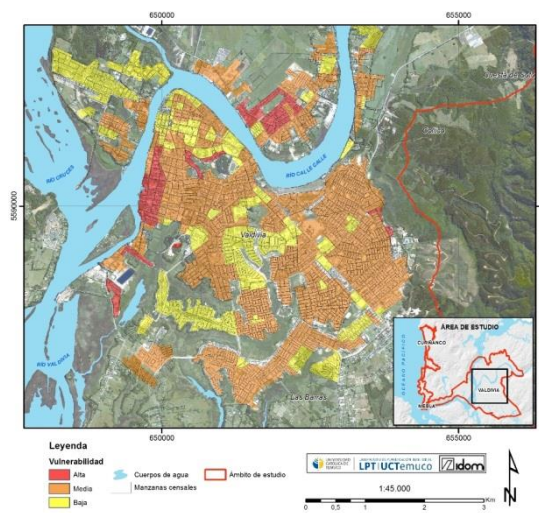


PRINCIPALES RESULTADOS

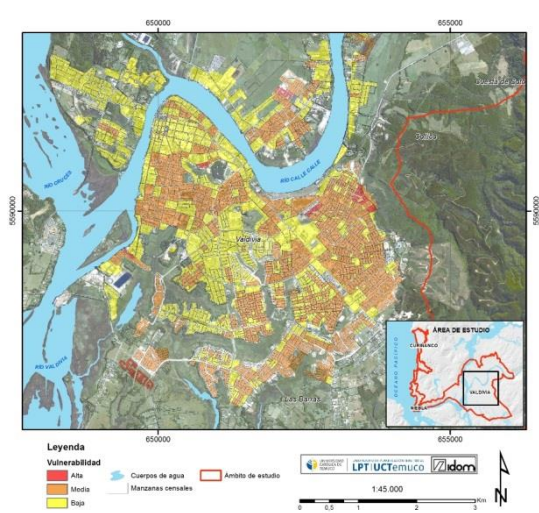
Amenazas por inundación fluvial

Vulnerabilidad y Riesgo

V. Material



V. Humana



Modelos de vulnerabilidad
Fuente:
elaboración propia, 2014

*Esquema de evacuación de aguas de lluvia.
Fuente:
elaboración propia, 2014*



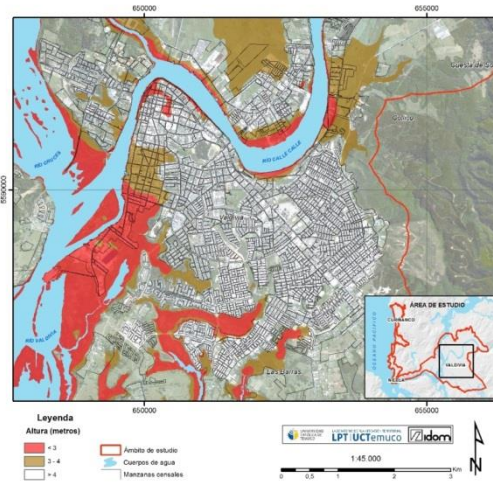
Vulnerabilidad de infraestructuras: resiliencia

PRINCIPALES RESULTADOS

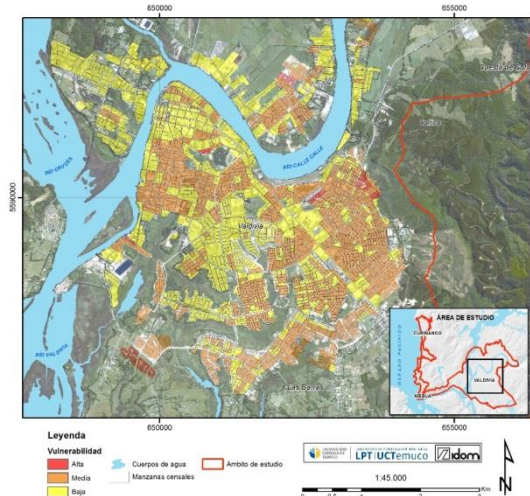
Amenazas por inundación fluvial

Vulnerabilidad y Riesgo

Amenaza de inundación

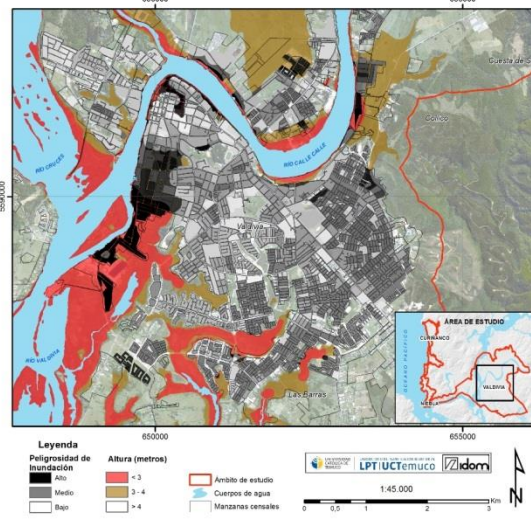


Vulnerabilidad humana



Modelos de inundación fluvial.
Fuente: elaboración propia.

Modelo de vulnerabilidad
Fuente: elaboración propia, 2014



Riesgo: % de pérdidas materiales esperadas por zona

Modelo de Riesgo a inundación fluvial
Fuente: elaboración propia, 2014

ORDEN PRESENTACION:

Metodología general por tipo de amenaza

Amenaza y riesgo de tipo geofísico

Amenaza y riesgo de tipo hidrometeorológico

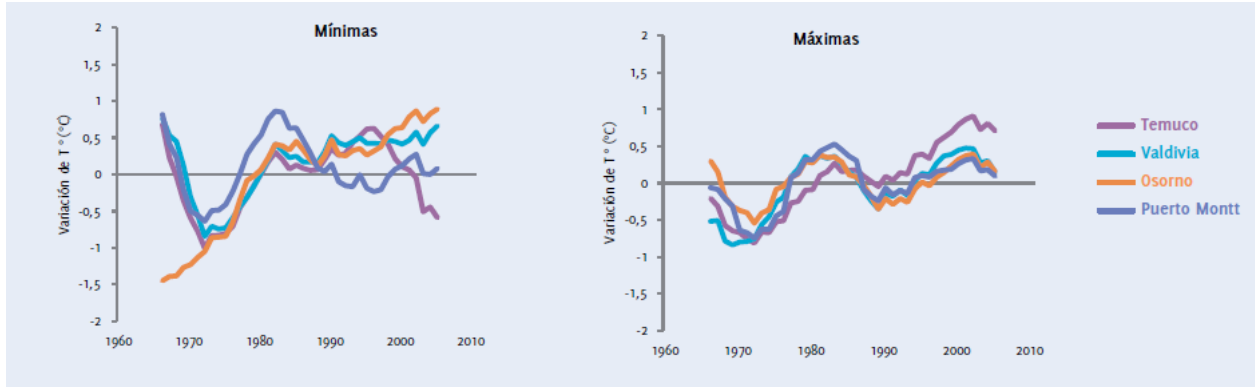
Peligros de desarrollo lento: efectos e impactos

Adaptación y mitigación a riesgos para los escenarios de crecimiento urbano

Análisis Físico: tendencias

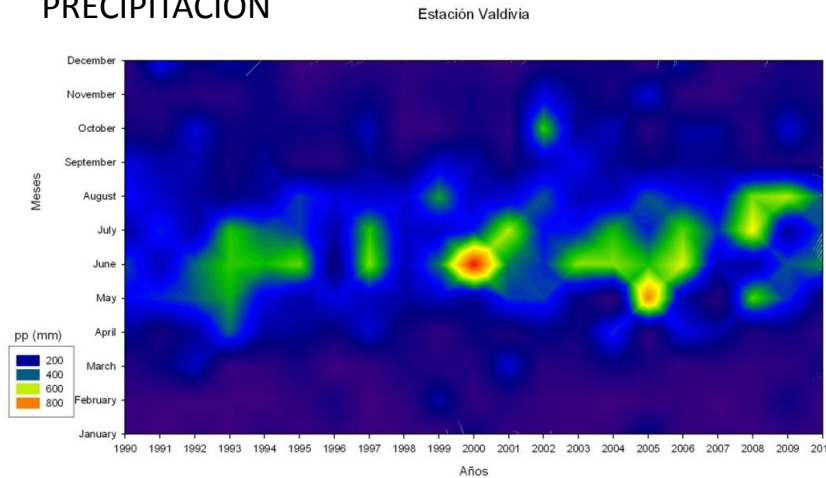
Análisis de evolución de temperaturas, precipitaciones, subida de nivel del mar vinculado a escenarios de CC. Fuentes: MMA 2012, IEMA, CEPAL 2012

TEMPERATURA

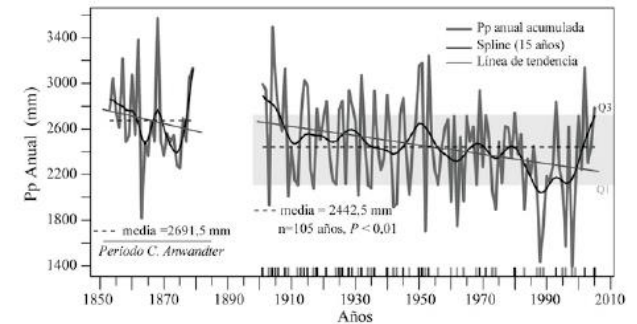


Valdivia muestra una tendencia clara al aumento de las temperaturas máximas y una disminución de las temperaturas mínimas

PRECIPITACIÓN



González & Muñoz 2013



Valdivia muestra una tendencia hacia una disminución en las precipitaciones, y una concentración de éstas en los meses de Julio y Agosto

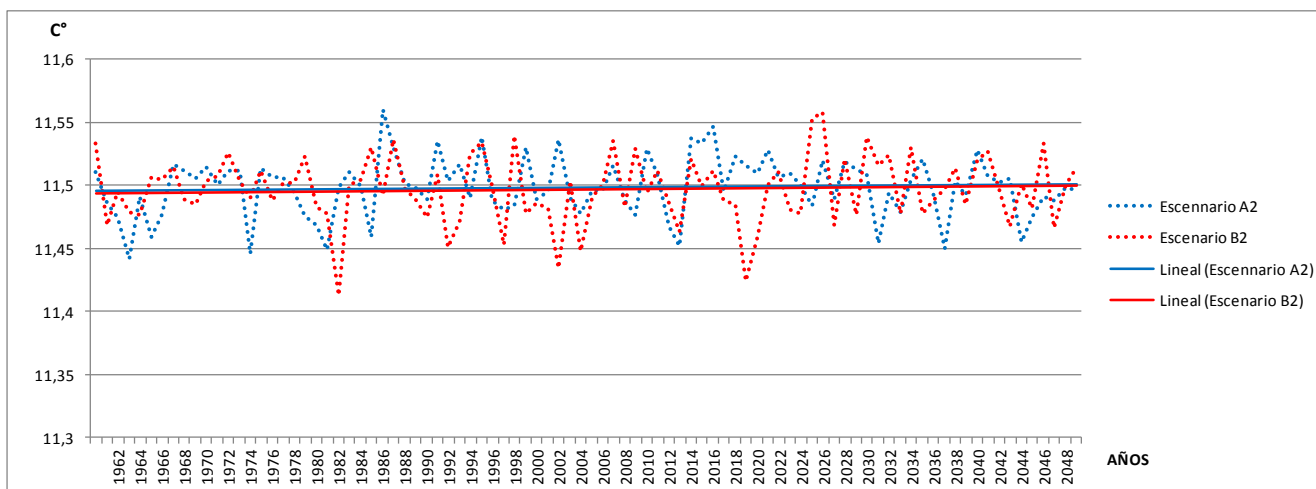
PRINCIPALES RESULTADOS

Peligros de desarrollo lento

Análisis Físico: escenarios

TEMPERATURA °C			
ESCENARIO A2		ESCENARIO B2	
Período (2014-2030)	Período (2031-2050)	Período (2014-2030)	Período (2031-2050)
11,51°	11,51°	11,49°	11,50°

El análisis no arroja cambios significativos de temperatura en Valdivia en los dos escenarios considerados (A2 y B2)



Modelo de escenario de temperaturas. Fuente: elaboración propia

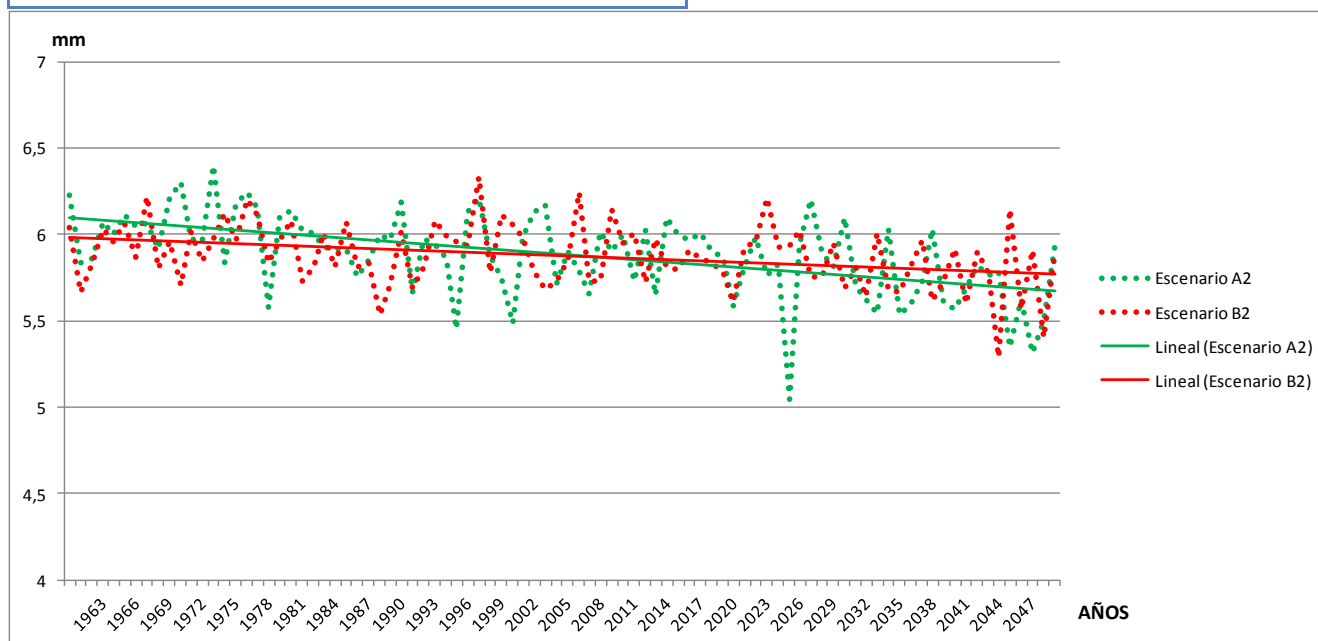
PRINCIPALES RESULTADOS

Peligros de desarrollo lento

Análisis Físico: escenarios

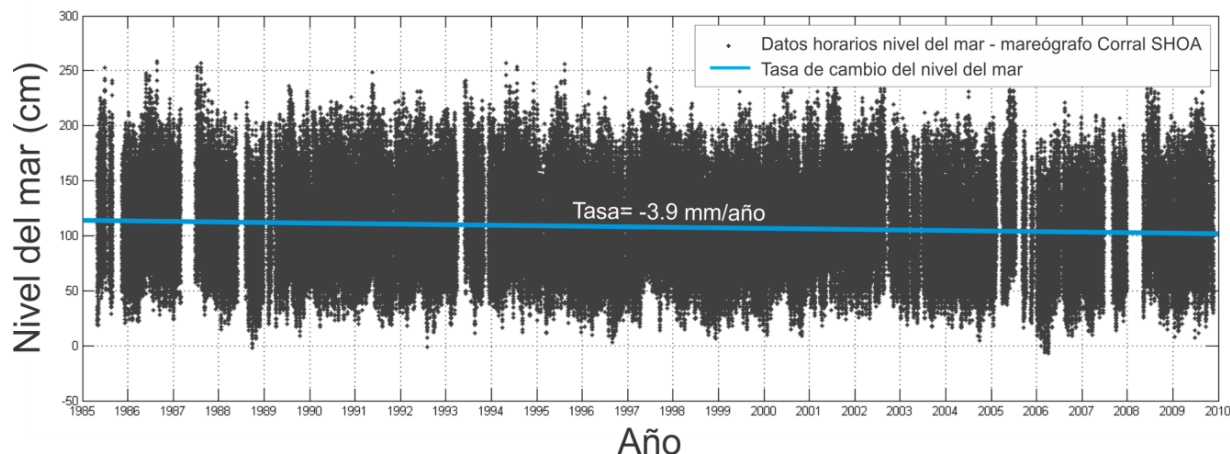
PRECIPITACIONES			
ESCENARIO A2		ESCENARIO B2	
Período (2014-2030)	Período (2031-2050)	Período (2014-2030)	Período (2031-2050)
5,8mm	5,6mm	5,8mm	5,7mm

El análisis arroja un descenso de precipitaciones en Valdivia en los dos escenarios considerado (A2 y B2)



Modelo de escenario de temperaturas. Fuente: elaboración propia

Análisis Físico: tendencias y escenarios de cambio en el nivel del mar



Modelo de tendencias nivel del mar. Fuente: elaboración propia

Peligros de desarrollo lento

ESCENARIO A2

Año	Δ NM	Año	Δ NM	Año	Δ NM
2014	0.00	2027	2.88	2040	7.15
2015	0.25	2028	3.28	2041	7.55
2016	0.50	2029	3.67	2042	7.85
2017	0.76	2030	4.00	2043	8.25
2018	1.01	2031	4.27	2044	8.65
2019	1.24	2032	4.51	2045	9.05
2020	1.45	2033	4.73	2046	9.35
2021	1.62	2034	4.97	2047	9.75
2022	1.76	2035	5.25	2048	10.15
2023	1.90	2036	5.55	2049	10.45
2024	2.06	2037	5.95	2050	10.85
2025	2.25	2038	6.35		
2026	2.53	2039	6.75		

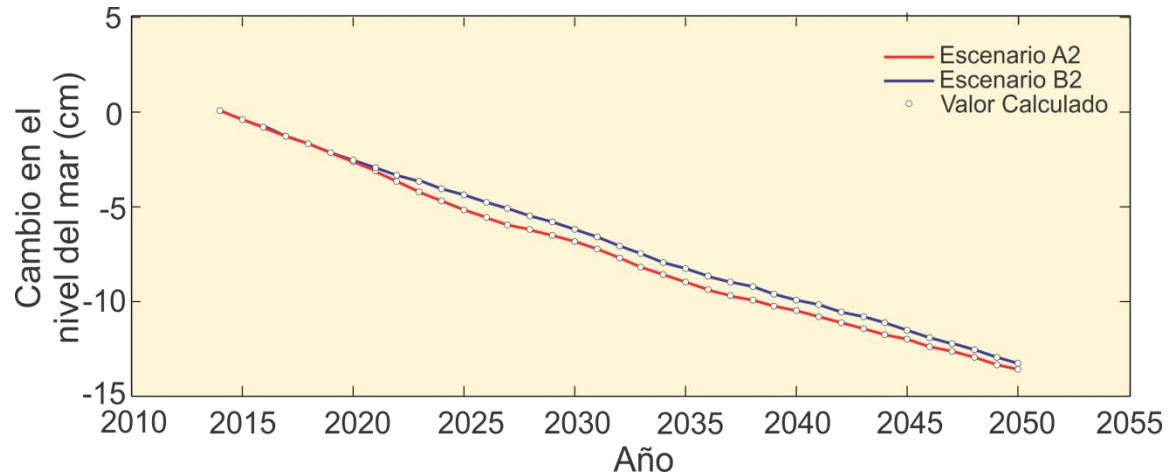
ESCENARIO B2

Año	Δ NM	Año	Δ NM	Año	Δ NM
2014	0.00	2027	3.70	2040	7.75
2015	0.25	2028	4.03	2041	8.15
2016	0.50	2029	4.35	2042	8.45
2017	0.74	2030	4.65	2043	8.85
2018	0.98	2031	4.92	2044	9.25
2019	1.23	2032	5.17	2045	9.55
2020	1.50	2033	5.45	2046	9.85
2021	1.79	2034	5.65	2047	10.15
2022	2.09	2035	5.95	2048	10.55
2023	2.41	2036	6.25	2049	10.85
2024	2.73	2037	6.65	2050	11.15
2025	3.05	2038	7.05		
2026	3.37	2039	7.35		

PRINCIPALES RESULTADOS

Análisis Físico: escenarios, considerando procesos orogénicos y cambios en el nivel del mar

El análisis arroja un descenso del nivel del mar, efecto de la ascensión de la costa



Fuente: elaboración propia

Peligros de desarrollo lento

ESCENARIO A2

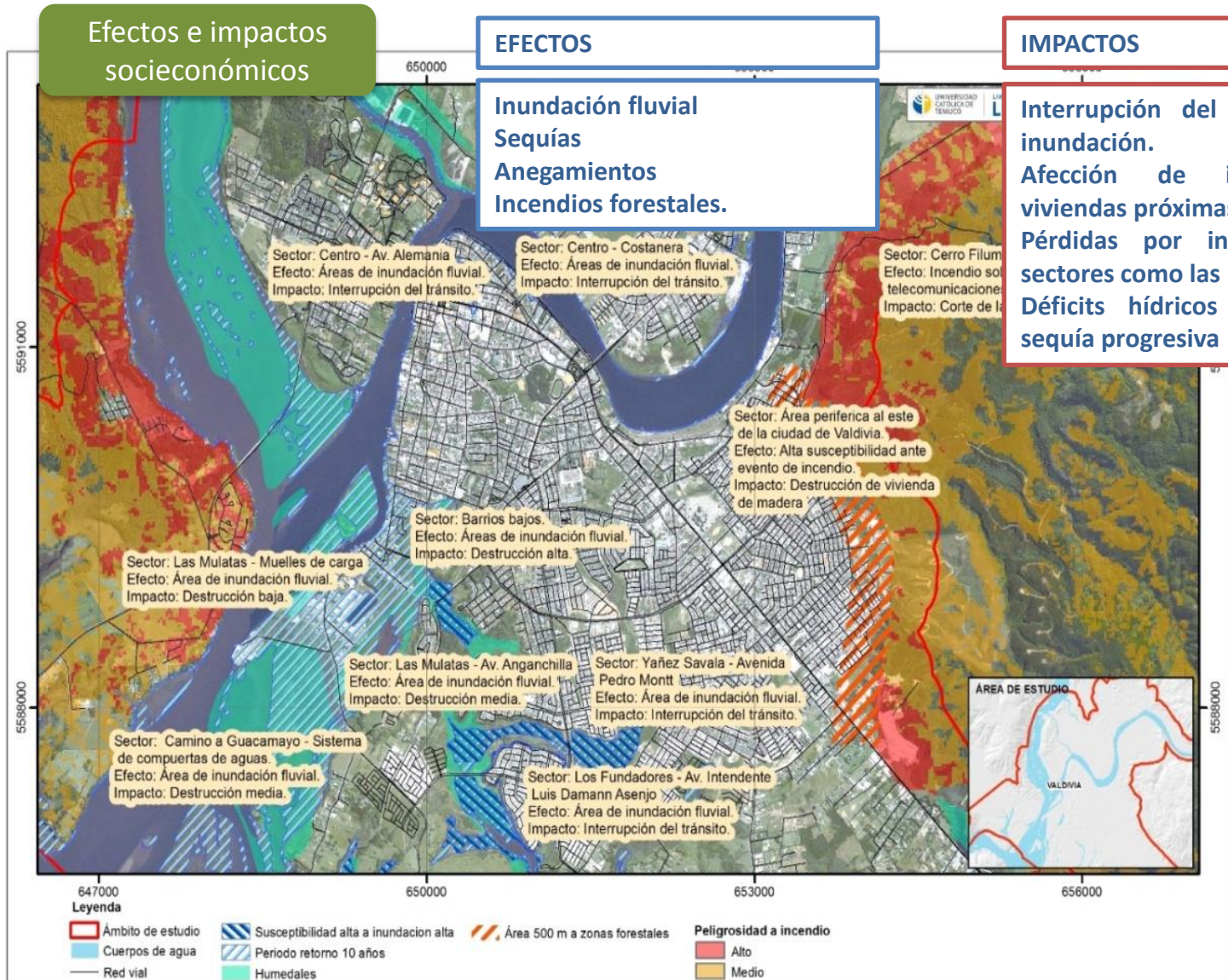
Año	Δ NM	Año	Δ NM	Año	Δ NM
2014	0	2027	-5.96	2040	-10.53
2015	-0.43	2028	-6.24	2041	-10.81
2016	-0.86	2029	-6.53	2042	-11.19
2017	-1.28	2030	-6.88	2043	-11.47
2018	-1.71	2031	-7.29	2044	-11.75
2019	-2.16	2032	-7.73	2045	-12.03
2020	-2.63	2033	-8.19	2046	-12.41
2021	-3.14	2034	-8.63	2047	-12.69
2022	-3.68	2035	-9.03	2048	-12.97
2023	-4.22	2036	-9.41	2049	-13.35
2024	-4.74	2037	-9.69	2050	-13.63
2025	-5.23	2038	-9.97		
2026	-5.63	2039	-10.25		

ESCENARIO B2

Año	Δ NM	Año	Δ NM	Año	Δ NM
2014	0	2027	-5.14	2040	-9.93
2015	-0.43	2028	-5.49	2041	-10.21
2016	-0.86	2029	-5.85	2042	-10.59
2017	-1.3	2030	-6.23	2043	-10.87
2018	-1.74	2031	-6.64	2044	-11.15
2019	-2.17	2032	-7.07	2045	-11.53
2020	-2.58	2033	-7.47	2046	-11.91
2021	-2.97	2034	-7.95	2047	-12.29
2022	-3.35	2035	-8.33	2048	-12.57
2023	-3.71	2036	-8.71	2049	-12.95
2024	-4.07	2037	-8.99	2050	-13.33
2025	-4.43	2038	-9.27		
2026	-4.79	2039	-9.65		

PRINCIPALES RESULTADOS

Peligros de desarrollo lento



ORDEN PRESENTACION:

Metodología general por tipo de amenaza

Amenaza y riesgo de tipo geofísico

Amenaza y riesgo de tipo hidrometeorológico

Peligros de desarrollo lento: efectos e impactos

Adaptación y mitigación a riesgos para los escenarios de crecimiento urbano

Estrategias de mitigación y preparación

En el caso de terremotos y posteriores tsunamis, los humedales actúan como franja de amortiguación ante eventos de tipo tsunamigénicos, así como también disminuyen el impacto de inundaciones fluviales.

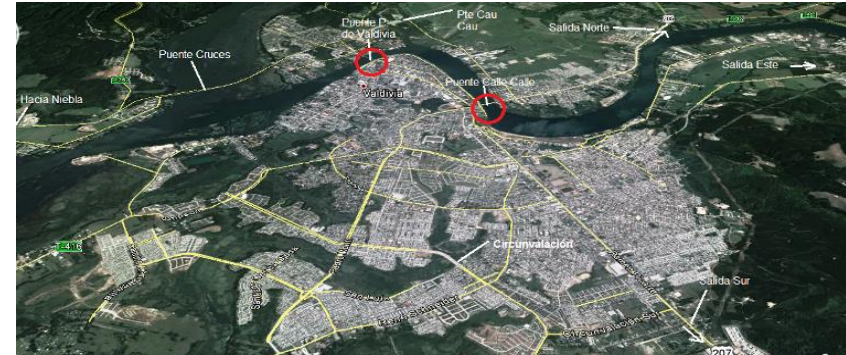
La distribución de zonas húmedas que se encuentran en el borde de la ciudad de Valdivia se explica por la dinámica tectónica y el Tsunami de 1960; ésta presentaría un proceso de subsidencia tectónica reciente, que ha provocado un drenaje imperfecto, que se manifiesta también hacia el interior.



1. Conservar y relevar el Rol de Humedales

Estrategias de mitigación y preparación

Carretera de Valdivia a Niebla, vulnerable por su posición junto a laderas con gran susceptibilidad a sufrir procesos de remoción en masa.



Los Puentes Calle Calle, Pedro de Valdivia y Cruces

2. Alternativas y mejora de infraestructuras críticas para evitar el aislamiento

INFRAESTRUCTURA	RESPUESTA	
Respuesta de infraestructura de transportes	CRÍTICA	
Respuesta de infraestructura de telecomunicaciones	BUENA	
Respuesta de infraestructura eléctrica	MEDIA	
Respuesta de infraestructura de abastecimiento de aguas	BUENA	
Respuesta de infraestructura de depuración de aguas	MEDIA	
Respuesta de otras infraestructuras y servicios públicos	Edificios de seguridad	MEDIA
	Edificios de salud	BUENA
	Edificios de gobierno	MEDIA
Productos peligrosos o bencineras expuestos a situaciones de amenaza.	NO	
Las principales infraestructuras y servicios se mantendrían operativas ante un evento de riesgo, con la excepción de un evento sísmico de gran intensidad.	SÍ	
Servicios y protocolos de emergencias	Alerta Temprana	SÍ
	Existencia de planes de emergencias	NO EXISTE UN PLAN FORMALIZADO
	Existencia de coordinación entre servicios de emergencia	SÍ
	Grado de información de riesgos y protocolos de emergencia entre la población	MEDIA
	Severidad y calidad de esta información	MEDIA

3. Adecuada coordinación y respuesta de infraestructuras y cuerpos de emergencia implicados

Estrategias de mitigación y preparación

	Estrategias de mitigación	
	Escenario tendencial	Escenario óptimo
Amenaza Geofísica: terremoto	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de puentes: Cau Cau, Santa Elvira, Las Mulatas • Mejora acceso norte • Mejora aeródromo • Aplicación norma antisísmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Microzonificación sísmica e identificación de zonas por tipo constructivo admisible, en planeamiento urbanístico • Promoción y financiación para “rehabilitación sísmica” de edificios vulnerables • Desincentivo a la construcción y rehabilitación en las áreas de amplificación sísmica
Amenaza Geofísica: remoción en masa	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora del acceso a Corral por la parte sur de la Bahía 	<ul style="list-style-type: none"> • Desclasificación urbanística de viviendas ilegales construidas en zonas de peligro de deslizamiento • Obras civiles de contención de taludes en puntos críticos carretera de Niebla
Amenaza hidrometeorológica:	<ul style="list-style-type: none"> • Calificación y protección de los humedales en el planeamiento urbanístico (Parque Catrico, etc.) • Plan de Aguas de Lluvia de la DOA • Obras de mejora de infraestructuras en la costanera (muelles...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas buffer de protección de los humedales, y fiscalización activa para su preservación y mantenimiento • Fomento de los pavimentos drenantes (celosías, etc.) • Fomento de instalación de cubiertas verdes, y sistemas de captación doméstica de aguas de lluvia. • Obras de interconexión entre humedales, entre aguas arriba y aguas debajo de la ciudad
Amenaza de incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de emergencias de incendios forestales: bomberos, torres de vigilancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de áreas buffer y cortafuegos entre zonas urbanas y plantaciones forestales

4. Propuestas de mitigación por amenaza (proyectos, etc.)

Estrategias de mitigación y preparación

5. inclusión en planeamiento urbanístico: restricciones

MATRIZ DE RESTRICCIONES POR AMENAZA

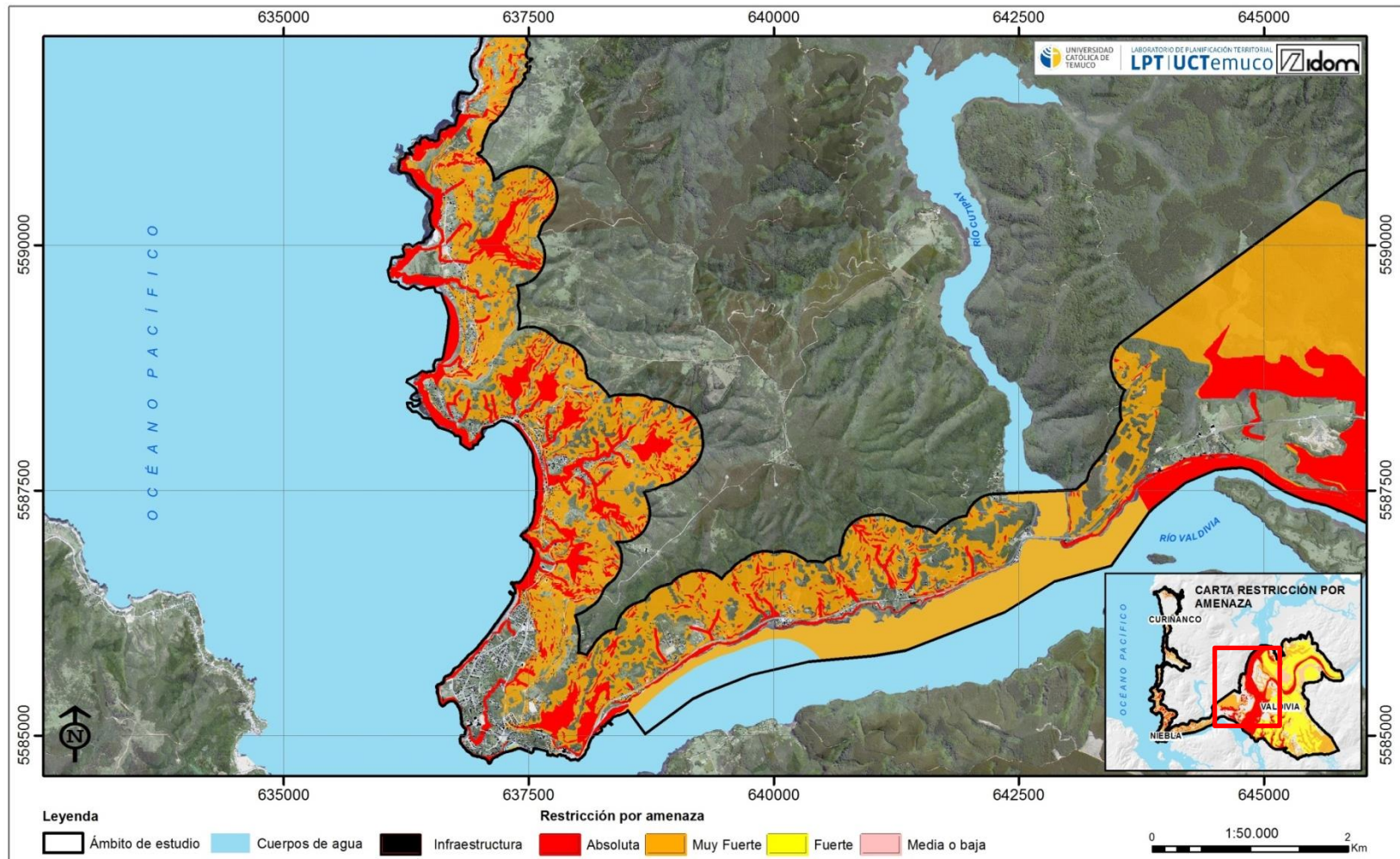
N°	Categorías	Tipo de amenaza	Situación actual	Recomendación o estrategia	OBSERVACIONES
1	Restricción absoluta (Amenaza sísmica + Inundación o deslizamiento)	Inundación histórica por Tsunami	Zonas construidas	¿Erradicación?	
			Zonas no construidas	No edificables	
		Frecuencia de Inundación (10 años) y sismicidad (alta y muy alta)	Zonas construidas	¿Erradicación?	
			Zonas no construidas	No edificables	
		Deslizamientos pendientes >35°	Zonas construidas	¿Erradicación?	
			Zonas no construidas	No edificables	
		Flujos: Esteros y Quebradas	Zonas construidas	¿Erradicación?	
			Zonas no construidas	No edificables	
2	Restricción Muy Fuerte	Susceptibilidad máxima de inundación	Construida	Mitigación	
			No construida	No edificable	
		Sismicidad (alta y muy alta)	Construida	Protocolos de emergencia	
			No construida	No edificable o con medidas extraordinarias	
		Deslizamientos pendientes 15° - 35°	Zonas construidas	¿Erradicación?	
			Zonas no construidas	No edificables	
		Flujos: Zona de amortiguación	Zonas construidas	¿Erradicación?	
			Zonas no construidas	No edificable o con medidas extraordinarias	
3	Restricción Fuerte	Sismicidad (media)	Construida	Protocolos de emergencia	
			No construida	Edificable o con medidas extraordinarias (estructurales y funcionales)	
4	Restricción Media o Baja	Anegamiento	Construida	Mitigación (pavimento, drenajes, etc)	
			No construida	Zona esponja (no edificable)	
5	Restricción débil o sin restricción	Amenaza débil o inexistente de inundación, sismicidad o deslizamiento	Construida	Densificación	Ubicación preferente de los edificios destinados a servicios y equipamientos sociales o de emergencia
			No construida	Edificables sin limitaciones	

Esta categoría responde a las áreas que no se vieron afectas por algún tipo de restricción antes mencionada



CARTA DE RESTRICCIÓN POR AMENAZA SECTOR NIEBLA

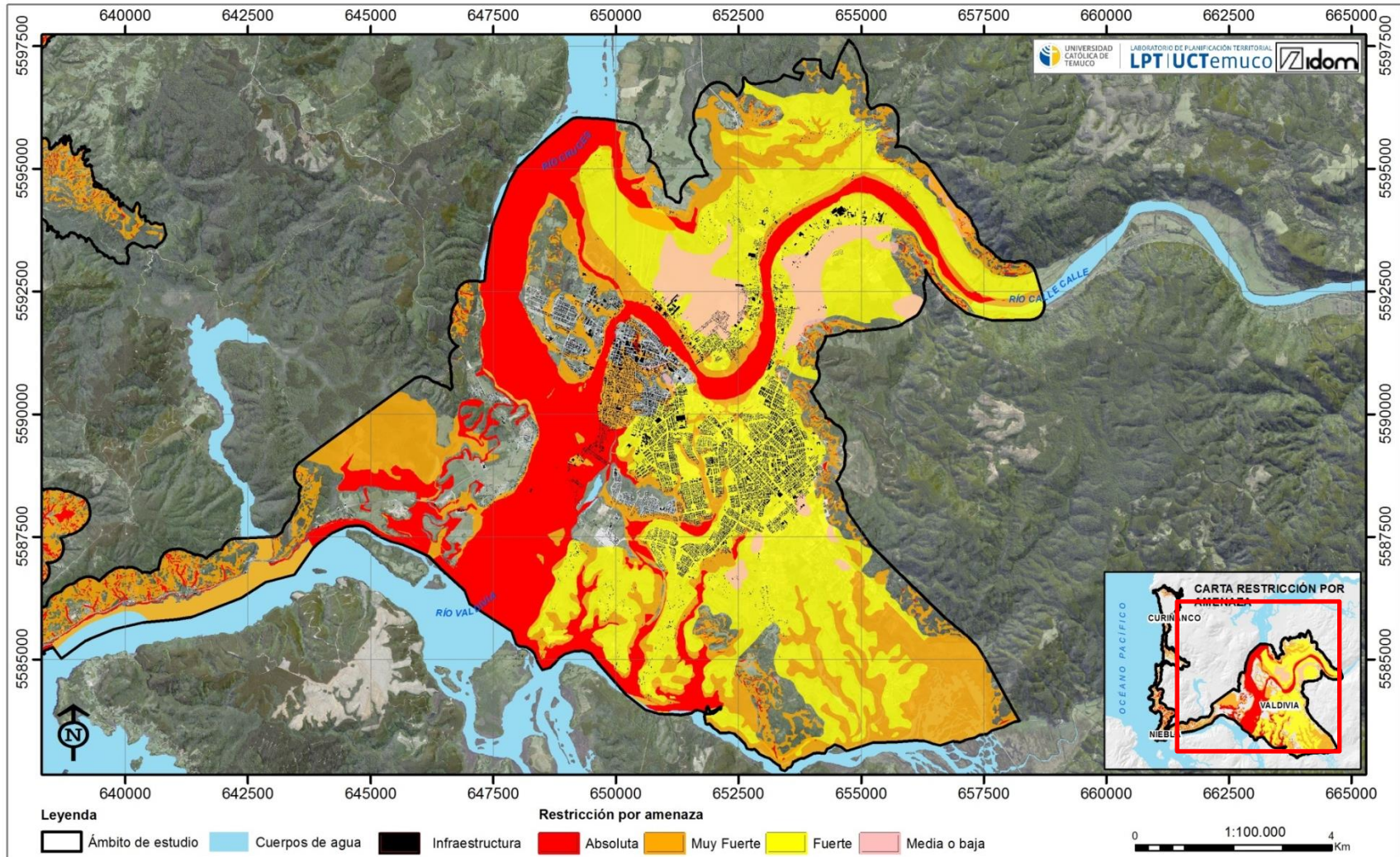
5. inclusión en planeamiento urbanístico



Estrategias de mitigación y preparación

CARTA DE RESTRICCIÓN POR AMENAZA SECTOR VALDIVIA

5. inclusión en planeamiento urbanístico



Ver síntesis de recomendaciones