

VIII Seminario Internacional de Ingeniería y Operación Portuaria | 2018

Talcahuano

Puertos para el futuro



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE



INGENIERÍA CIVIL
OCEÁNICA



MAURICIO REYES GALLARDO
Ingeniero Civil – UTFSM – CHILE
Máster en Gestión de Desastres – BRI/GRIPS - JAPÓN
Máster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (c) – PUC -CHILE



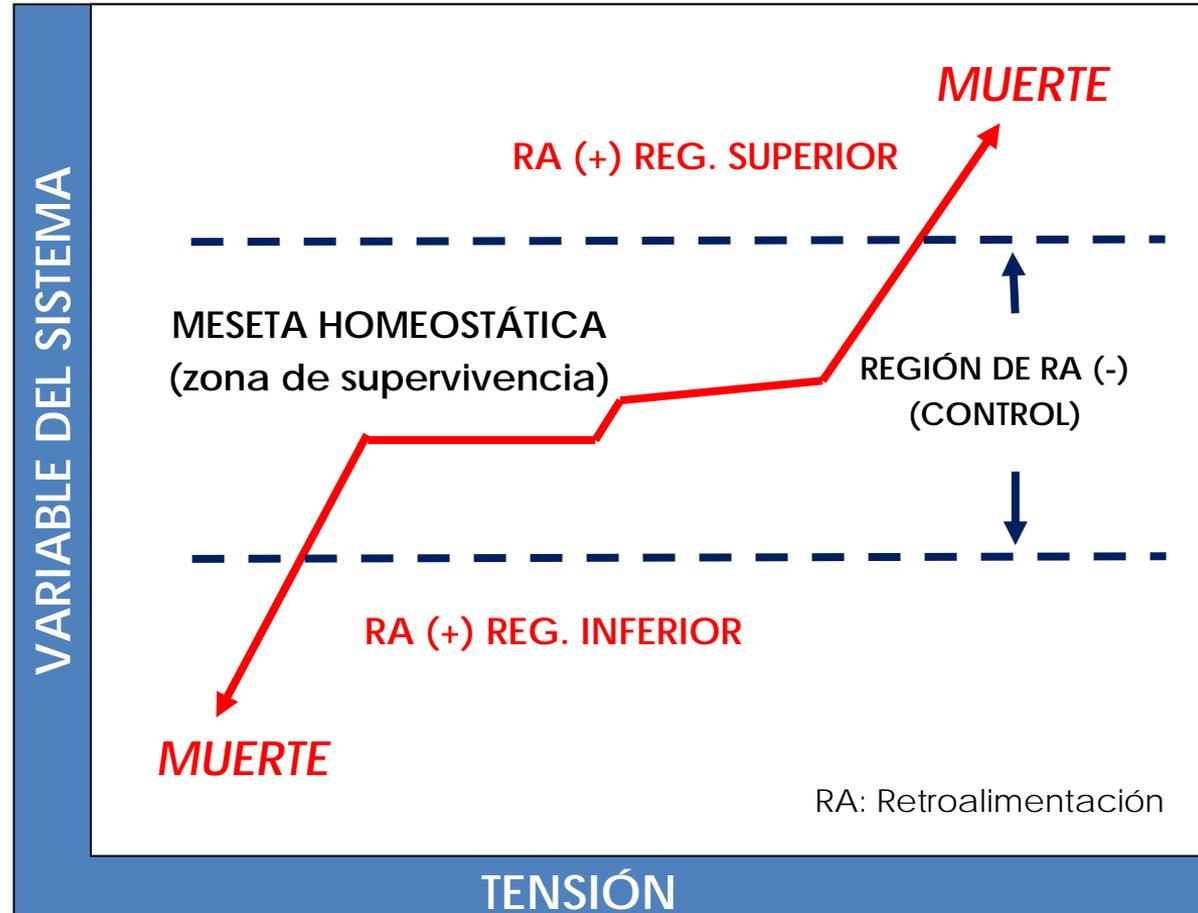
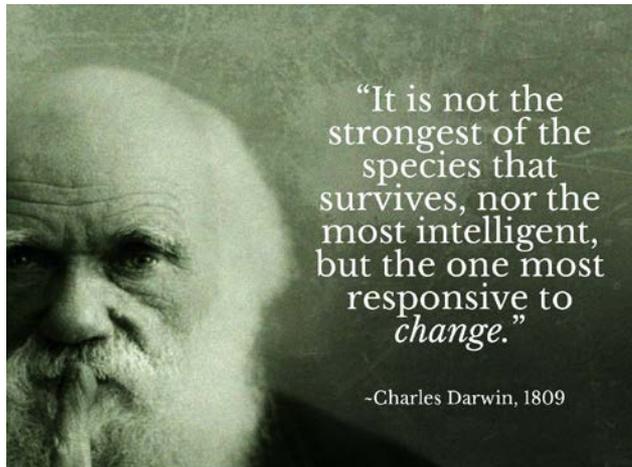
Análisis y discusión del riesgo de tsunami en la zona urbana de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar

SUPERVIVENCIA - ADAPTACIÓN

La consecuencia lógica de un desastre natural es la salida repentina (parcial o absoluta) desde la zona de supervivencia.

Si las forzantes o cambios de condiciones son permanentes, las alternativas (excluyentes) son **muerte o adaptación**.

“No es la más fuerte de las especies la que sobrevive, ni la más inteligente, sino que aquella que mejor responde al cambio”.
(Megginson, 1963)



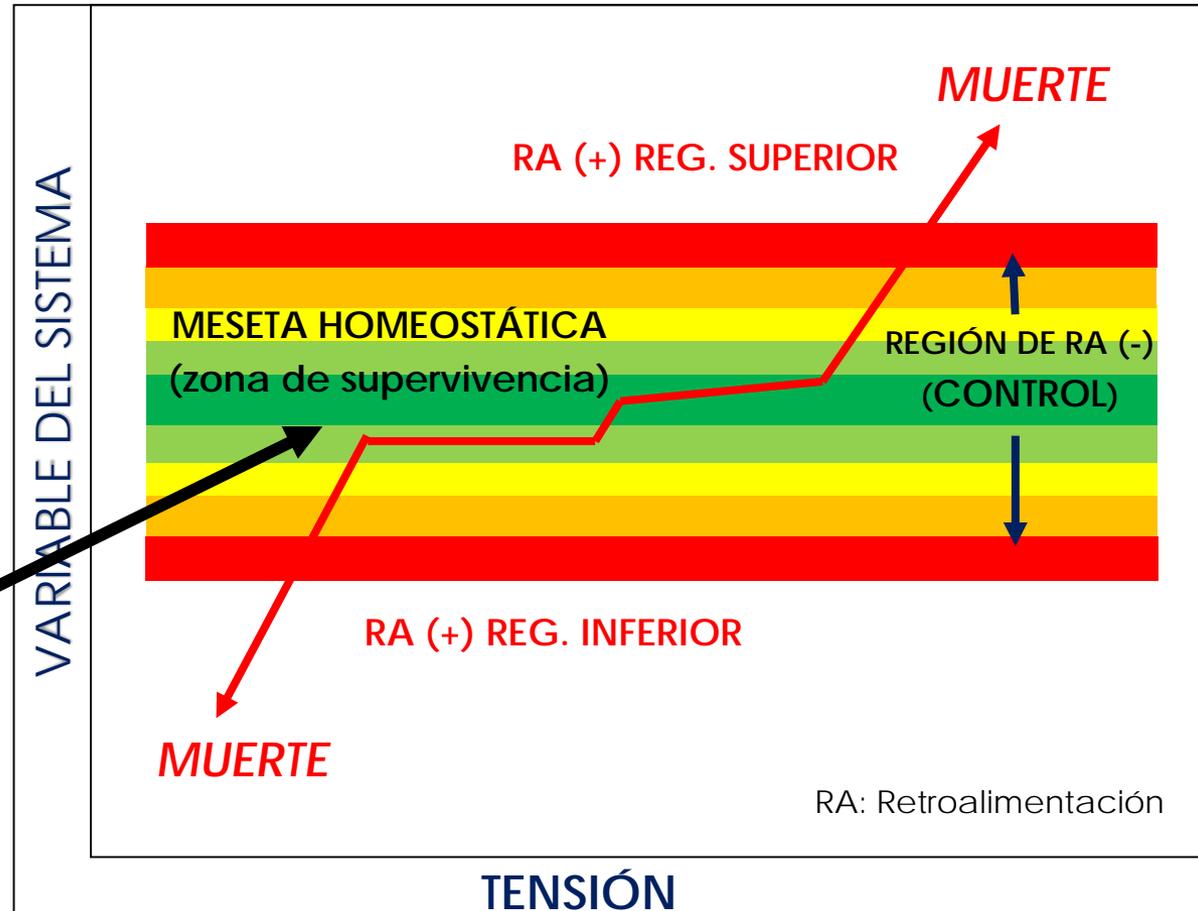
SUPERVIVENCIA – ADAPTACIÓN – CONTROL DE RIESGOS

Permanecer en la zona de supervivencia requiere de un sistema de control. En la naturaleza ese sistema es “automático”.

Mediante retroalimentación negativa el sistema “vuelve” a su zona de equilibrio.

En un sistema artificial ese mecanismo de control no necesariamente existe.

ZONA DONDE LAS ACCIONES SON EFECTIVAS



HACIA ABAJO O HACIA ARRIBA HAY INCREMENTO DEL RIESGO DE MUERTE.

SUPERVIVENCIA: CONTROLAR EL RIESGO

Controlar algo que es incierto requiere al menos un esfuerzo en reducir su incertidumbre. En ese sentido, conviene dilucidar su estructura e intentar medir (lo que se pueda) con respecto a cierto nivel de referencia.

$$R = P \times I(V, E(M))$$

R: Riesgo

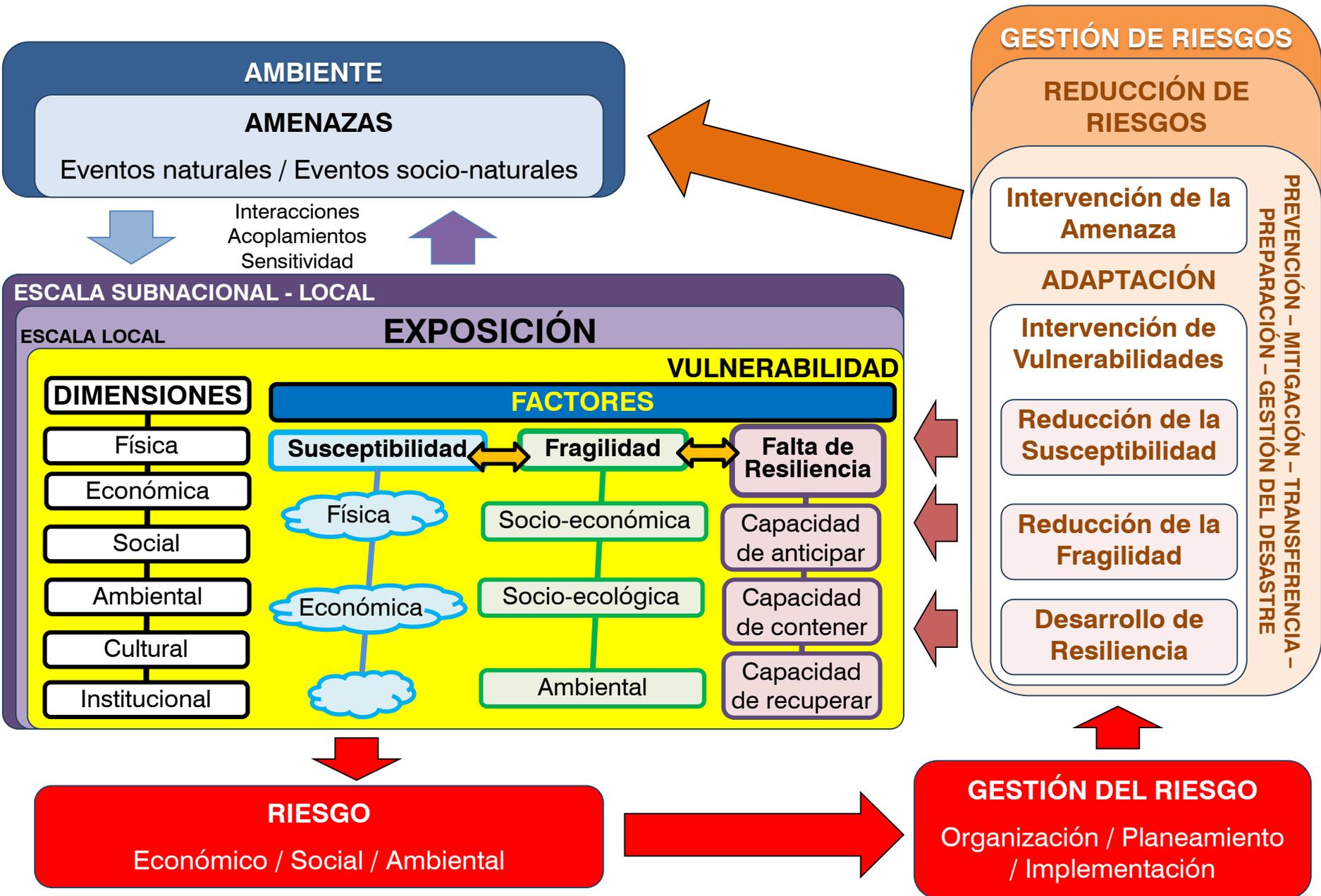
P: Probabilidad de ocurrencia del escenario de amenaza

I: Nivel de impacto, dependiendo de la vulnerabilidad y exposición. Esta a su vez función de la magnitud.

MATRIZ DE RIESGO		NIVELES DE IMPACTO					
		DESPRECIABLE	MENOR	MODERADO	SERIO	SEVERO	
		1	2	3	4	5	
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	Muy baja probabilidad	1	BAJO - ACEPTABLE	BAJO - ACEPTABLE	BAJO - TOLERABLE	BAJO - TOLERABLE	MEDIO - TOLERABLE (BAJO CIERTAS CONDICIONES)
	Baja probabilidad	2	BAJO - ACEPTABLE	BAJO - TOLERABLE	MEDIO - TOLERABLE (BAJO CIERTAS CONDICIONES)	MEDIO - TOLERABLE (BAJO CIERTAS CONDICIONES)	ALTO - INTOLERABLE (INESTABLE)
	Probable	3	BAJO - TOLERABLE	MEDIO - TOLERABLE (BAJO CIERTAS CONDICIONES)	MEDIO - TOLERABLE (BAJO CIERTAS CONDICIONES)	ALTO - INTOLERABLE (INESTABLE)	ALTO - INTOLERABLE (CRITICO)
	Alta probabilidad	4	BAJO - TOLERABLE	MEDIO - TOLERABLE (BAJO CIERTAS CONDICIONES)	ALTO - INTOLERABLE (INESTABLE)	ALTO - INTOLERABLE (CRITICO)	ALTO - INTOLERABLE (CRITICO)
	Muy alta probabilidad	5	MEDIO - TOLERABLE (BAJO CIERTAS CONDICIONES)	ALTO - INTOLERABLE (INESTABLE)	ALTO - INTOLERABLE (CRITICO)	ALTO - INTOLERABLE (CRITICO)	ALTO - INTOLERABLE (CRITICO)

SUPERVIVENCIA: CONTROLAR LA VULNERABILIDAD

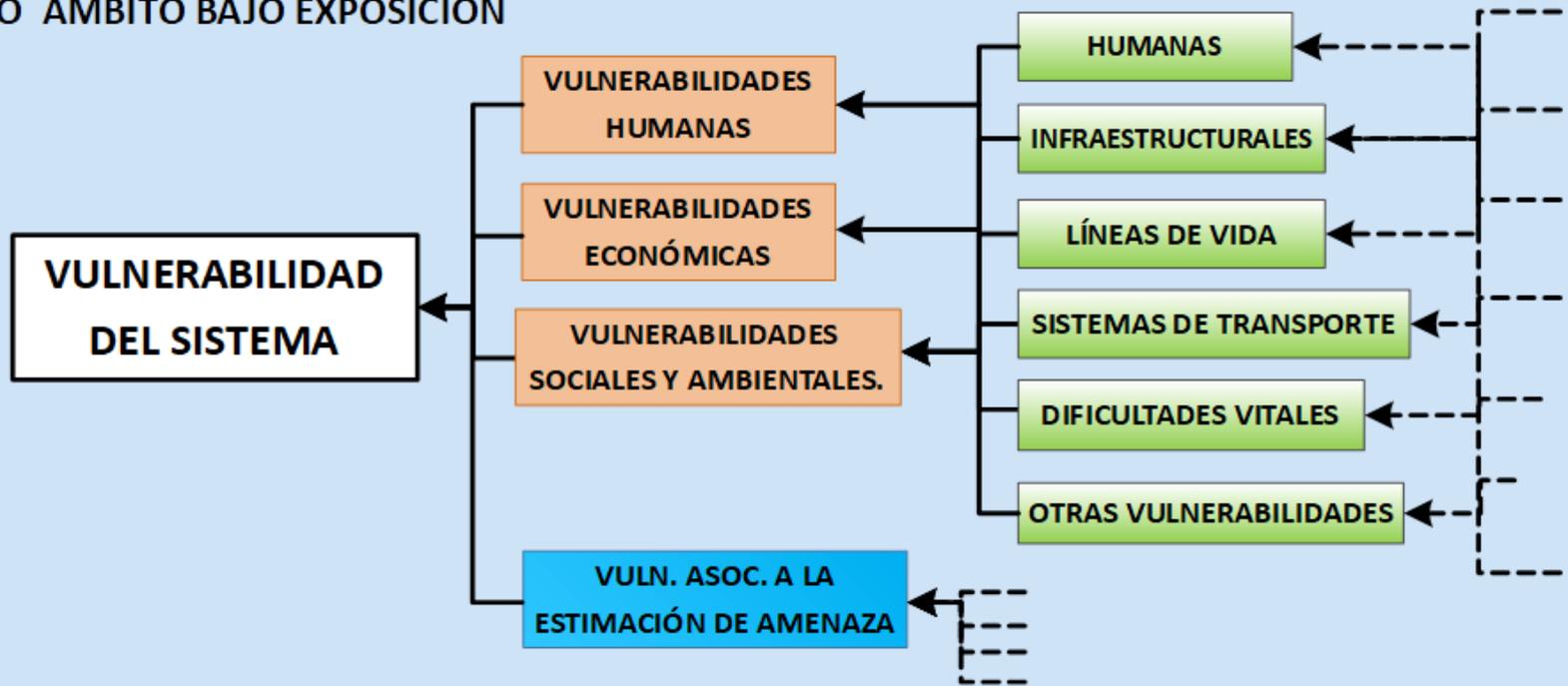




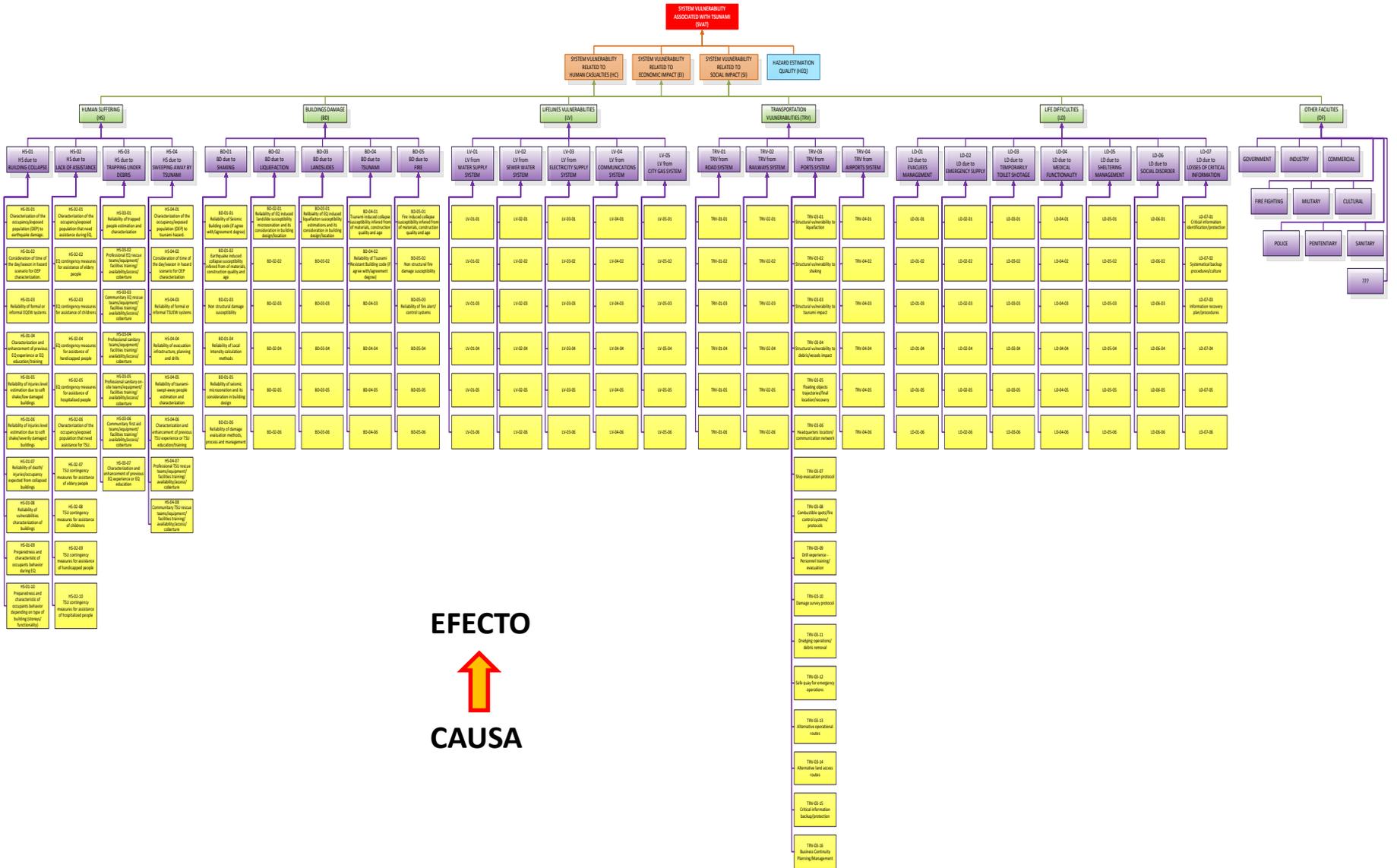
(Adaptado de Cardona, 2011)

COBERTURA DE AMENAZA

ZONA O ÁMBITO BAJO EXPOSICIÓN



“Descomponer para entender”



EFFECTO
 ↑
 CAUSA



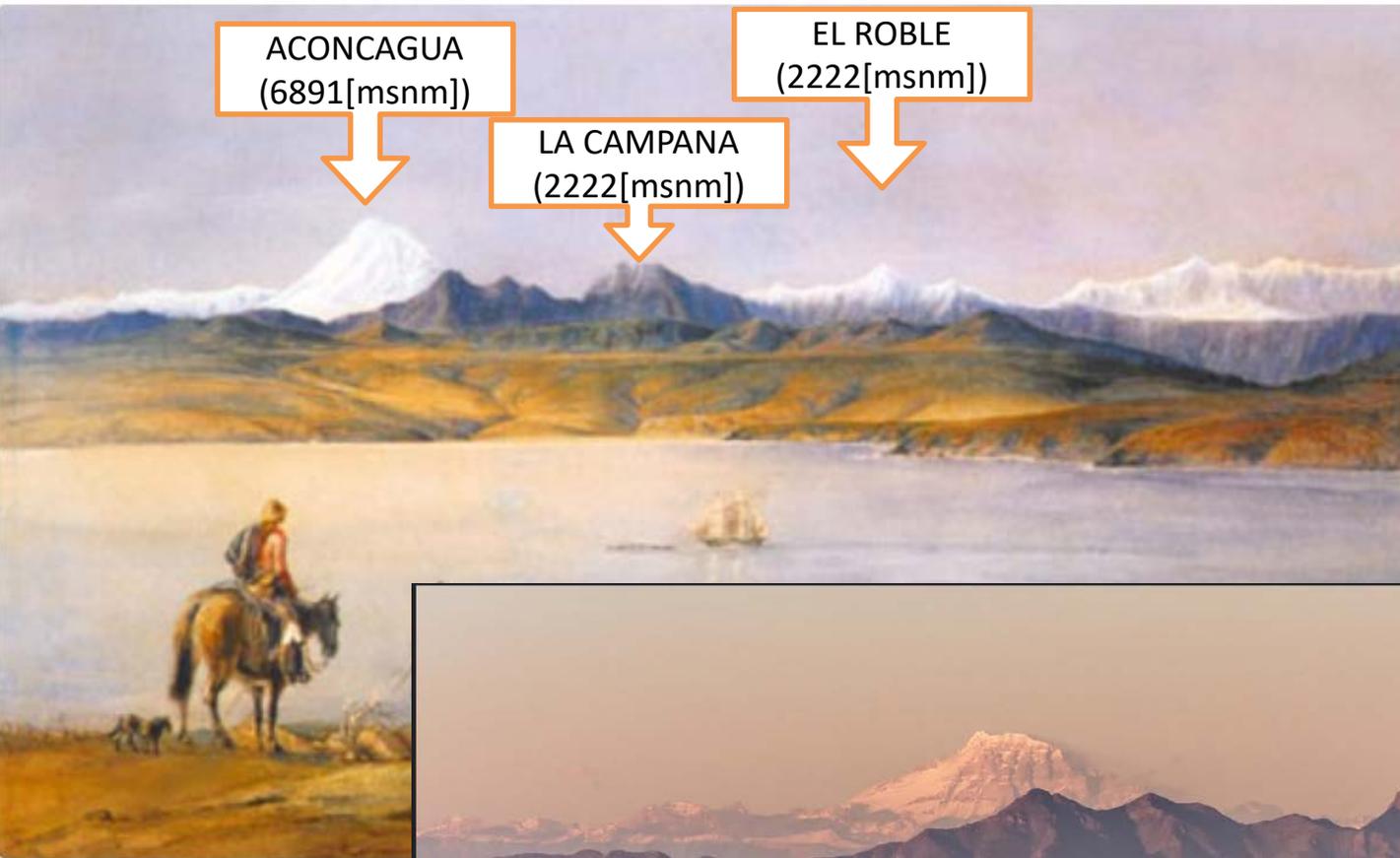
BAHÍA DE VALPARAÍSO



ACONCAGUA
(6891[msnm])

EL ROBLE
(2222[msnm])

LA CAMPANA
(2222[msnm])





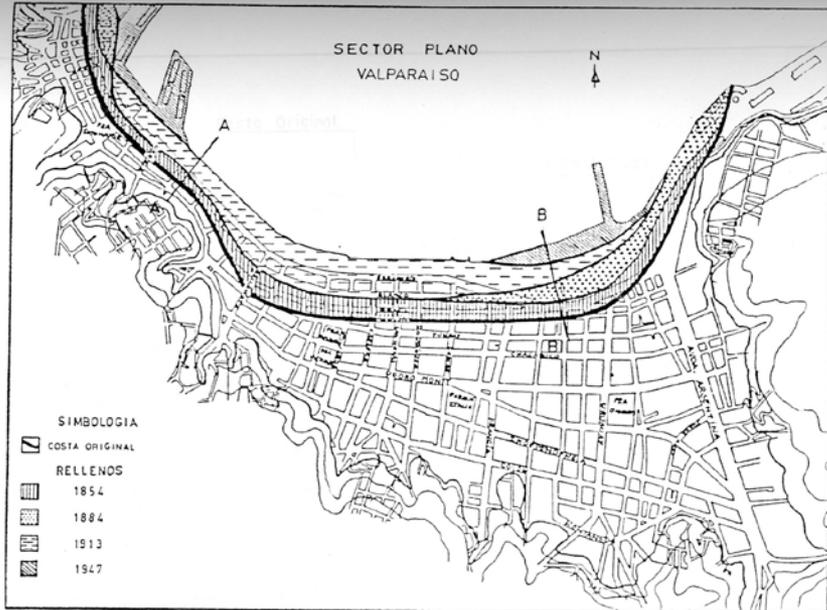


FIG. 3.1 Evolución de Depositación de Rellenos en el Sector Plano de Valparaíso. (Ref 15)

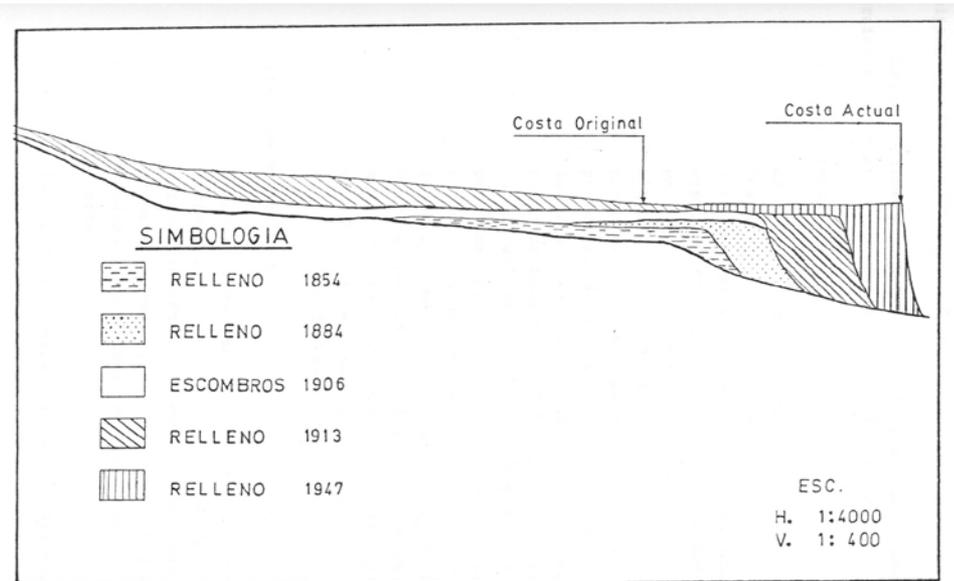


FIG. 3.3 Corte B-B

VINA DEL MAR: “Descubierta” el 24-sept-1855

Laguna costera y
filtraciones...

tan improbos trabajos.

Lo que se vé claro, al través de las ingenuas informaciones de los diarios locales de la época, es que Viña del Mar era tan desconocida entonces para los porteños, como si se tratase de una localidad situada a cien leguas. Varios días después de la inauguración de este trozo del ferrocarril, “El Mercurio” publicaba en su edición del lunes 24 de Septiembre del año ya dicho de 1855:

“Hasta ayer ha seguido el entusiasmo de la población por hacerse transportar en los trenes al paseo de la Viña del Mar.

Como cierros de potreros hay filas en línea recta de sauces de Castilla, cuyo follaje transparente contrasta de un modo agradable al ojo, con el verde, franco y compacto del álamo que se alza tupido en vecindad de los corrales y ramadas de la hacienda, situados en el centro de la cuenca.

En el invierno las creces, y en el verano las filtraciones del estero, mantienen llena una laguna oblonga en la vecindad de la playa, que desde la línea férrea parece más bien un brazo de mar.



(Viña Mackenna, ca. 1880)

Viña del Mar





AMENAZA:

MAGNITUD: Terremoto 9Mw o mayor. Tsunami de campo cercano destructivo (Carvajal, 2015).

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA: **MÁXIMA** (si no es máxima, que alguien lo firme y se haga responsable 😊)

EXPOSICIÓN: Toda la zona costera bajo cota 10[msnmm], aproximadamente. Eso equivale a todo el “plan” de Valparaíso y Viña del Mar



VULNERABILIDAD:

HUMANA:

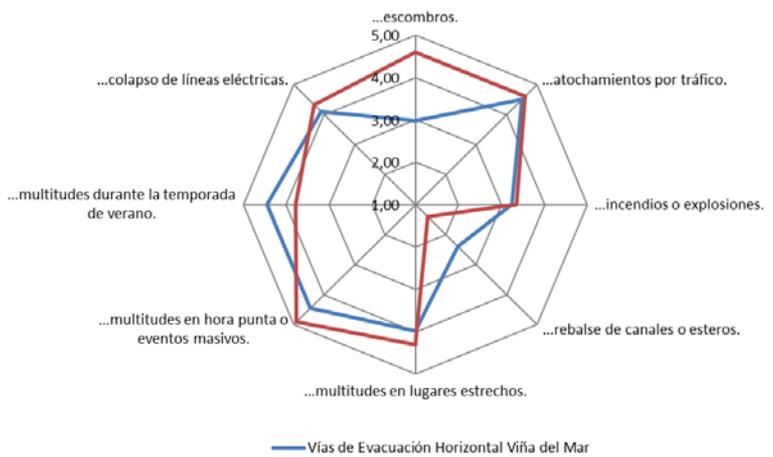
- Cualquier estimación de impacto humano requiere conocer cuantitativa y cualitativamente la población expuesta en función del escenario. **NO HAY DATOS PRECISOS NI SENSIBILIZADOS EN EL TIEMPO O ESPACIO, O RESPECTO A OTRAS VULNERABILIDADES. EL COMPORTAMIENTO HUMANO AGREGA MÁS INCERTIDUMBRE.**
- Diversidad de culturas: alta vulnerabilidad para los turistas extranjeros especialmente. Similarmente respecto a estudiantes que habitan en pensiones u hostales.
- Las vías de evacuación horizontal presentan vulnerabilidades importantes (tiempo, estructuras circundantes, obstáculos y bloqueos).
- **NO HAY** INFRAESTRUCTURA DISEÑADA PARA EVACUACIÓN VERTICAL
- No hay entrenamiento comunitario para rescate.
- No hay educación formal para este tipo de emergencia. **NO HAY.**

(Lobos, Flore, Sánchez, Lues,. 2015)

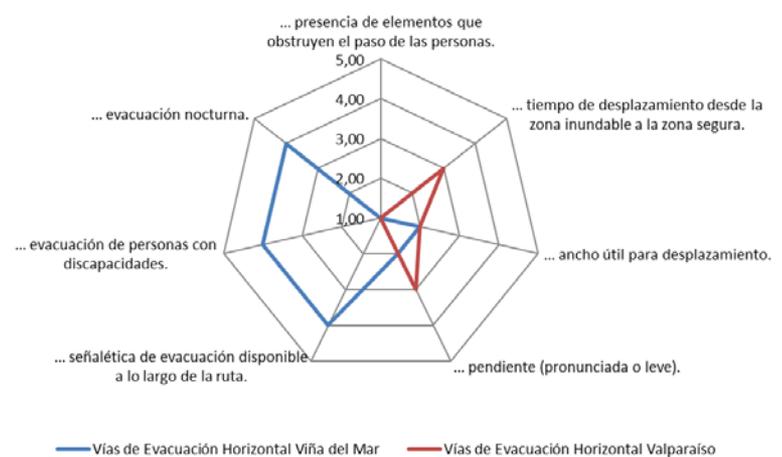
(Galeno. 2016)



Susceptibilidad de ser bloqueo por...



Confiabilidad de la ruta de evacuación en términos de...



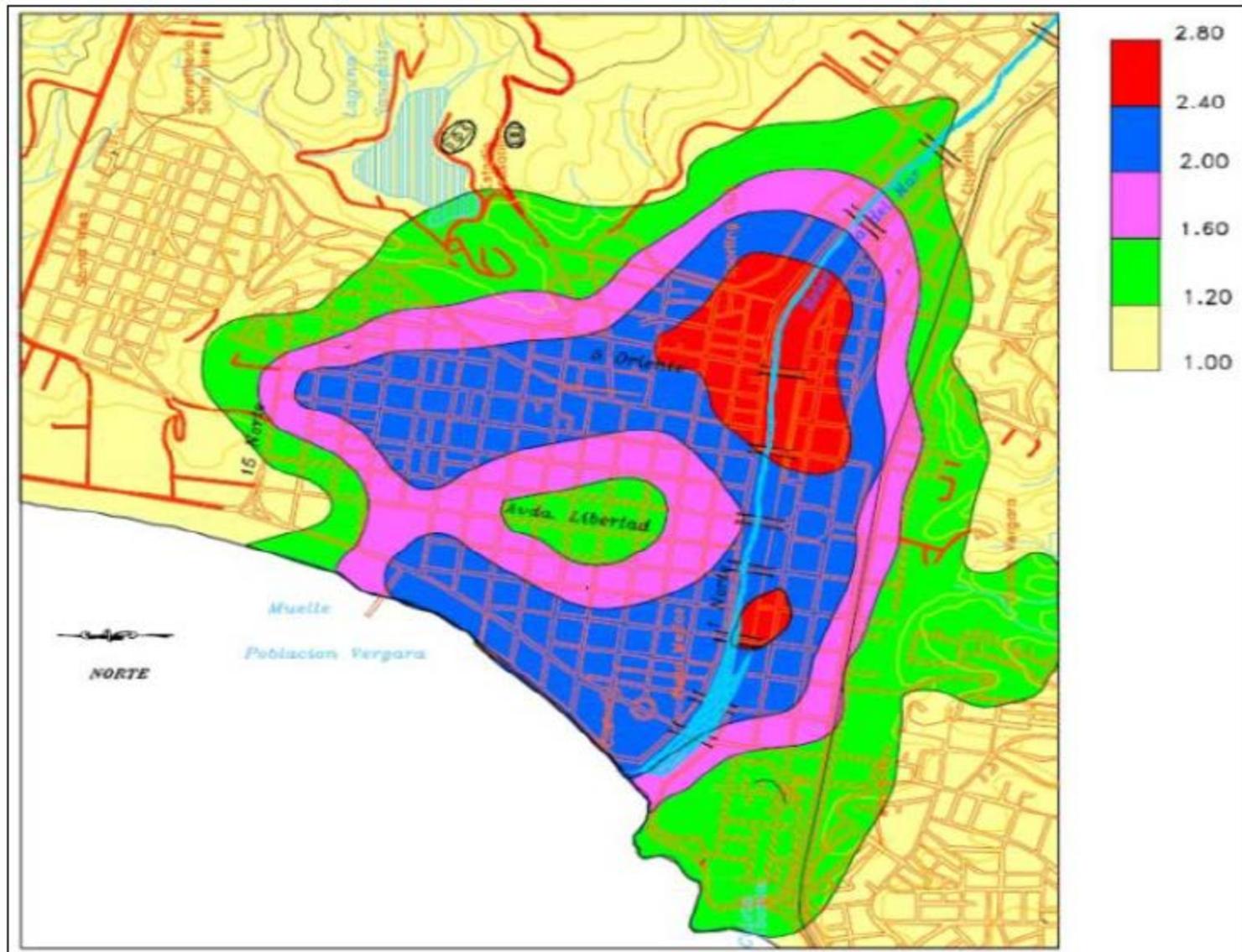
VULNERABILIDAD:

INFRAESTRUCTURAL:

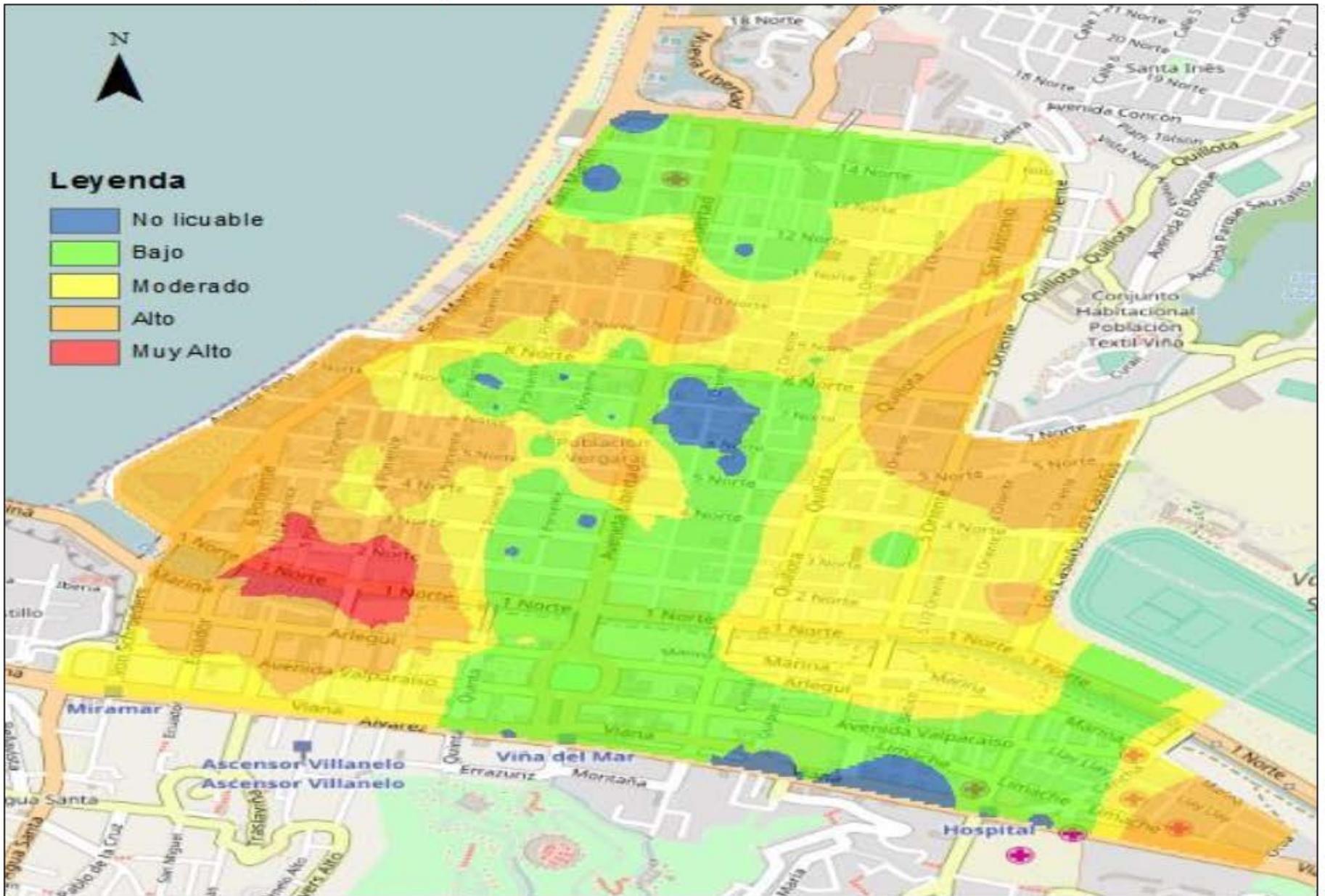
- La edad de la infraestructura es clave (especialmente para inf. Patrimonial).
- Precisión y alcances del estudio geotécnico (desde el 27F 2010 la norma mejoró)
- Conectividad interna puede ser muy vulnerable (puentes y esteros soterrados)
- Socavación de suelos por tsunami (rellenos “irregulares”)
- Riesgo de licuación de suelos (existen estudios para **8,8Mw**)
- **¡¡LAS PLAYAS COMO INFRAESTRUCTURA NATURAL!!**



(Galeno. 2016)



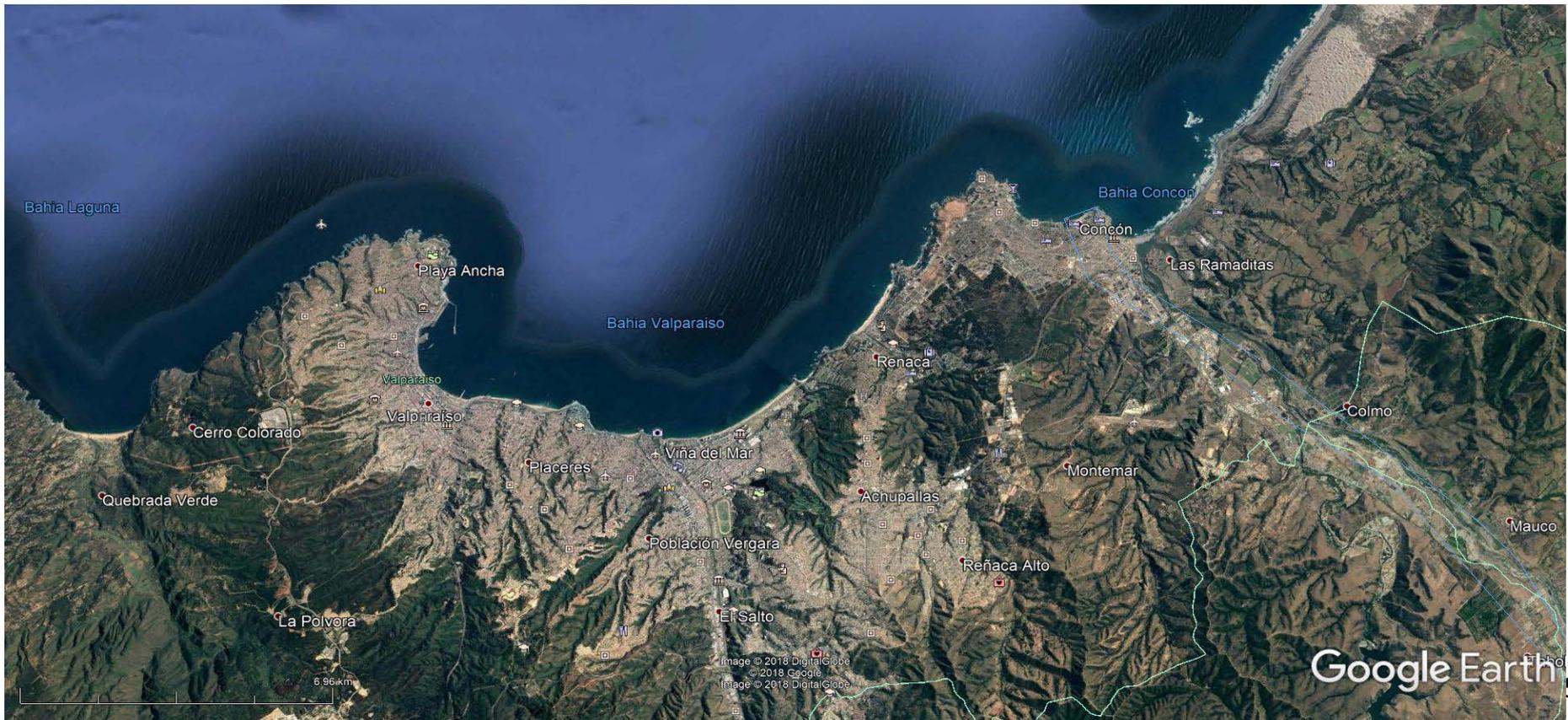
Fuente: Pérez, P. (2000).



VULNERABILIDAD:

LÍNEAS DE VIDA:

- El año 1985 (7,8 Richter) hubo grandes fallas en el sistema AP.
- AS: trazado vulnerable por LQF y por inundación.
- Cableado aéreo.
- Sistemas concesionados o de administración privada puede que reduzcan las vulnerabilidades, si el mercado lo promueve.
- Redes de gas.



VULNERABILIDAD:

SISTEMAS DE TRANSPORTE:

- **Altamente sensible por la antigüedad de la infraestructura y riesgos geotécnicos.**
- **NO HAY PLANES DE CONTINUIDAD DE NEGOCIOS PORTUARIOS IMPLEMENTADOS (ni operación normal, ni operación en emergencia).**
- **No existen protocolos de evacuación de buques. La evacuación de buques en caso de tsunami no necesariamente es una hipótesis de diseño portuario.**
- **EXCESO DE AUTOMÓVILES (y otros proyectiles eventualmente inflamables).**
- Efectos colaterales graves (ambientales, infraestructurales, INCENDIOS)
- Carreteras con buen estándar, pero con vulnerabilidades específicas (túneles, viaductos, cortes, rellenos)
- Sistema ferroviario con vulnerabilidades importantes (inundable, puentes y túneles de notable edad, catenarias frágiles)

VULNERABILIDAD:

DIFICULTADES VITALES:

- Poco se puede decir si no hay estimaciones precisas de impactos humanos (camas hospitalarias, baños químicos, bolsas para cadáveres, viviendas de emergencia, re-emplazamientos, etc).
- Caos social: **VULNERABILIDAD SOCIAL**

OTRAS VULNERABILIDADES:

- **Patrimonial (museos en infraestructura vulnerable o en zona expuesta).**
- **Cuarteles de policía y bomberos en zona expuesta**
- Planes de Continuidad en instituciones estratégicas (municipios, empresas, etc.)
- Respaldos de información crítica.
- Institucionalidad expuesta.
- Muchas otras más...

CONCLUSIÓN:

Aunque duela, hay que imaginarse el peor escenario y analizar críticamente nuestras vulnerabilidades, para definir prioridades de acción.

Una pregunta final... ¿Y el escenario multiamenaza?

Siempre puede ser peor. Nuestro trabajo es que no nos pille tan desprevenidos.

Megala pragmata, oligô chronô

**(es un problema político. Hay que hacer conversar a
TODOS los stakeholders)**