



# **Cambio climático y agua: caso Baja California Sur**

**IV ENCUENTRO UNIVERSITARIO DEL  
AGUA, UNAM**

**23-24 de Octubre, 2012, Ciudad de  
México**

**Dra. Antonina Ivanova Boncheva, UABCS,**

**Dr. Jobst Wurl, UABCS**

# CONTENIDO

I

Introducción: ciclo del agua y cambio climático

II

Sector hídrico y acción climática

III

Baja California Sur: región de alta vulnerabilidad

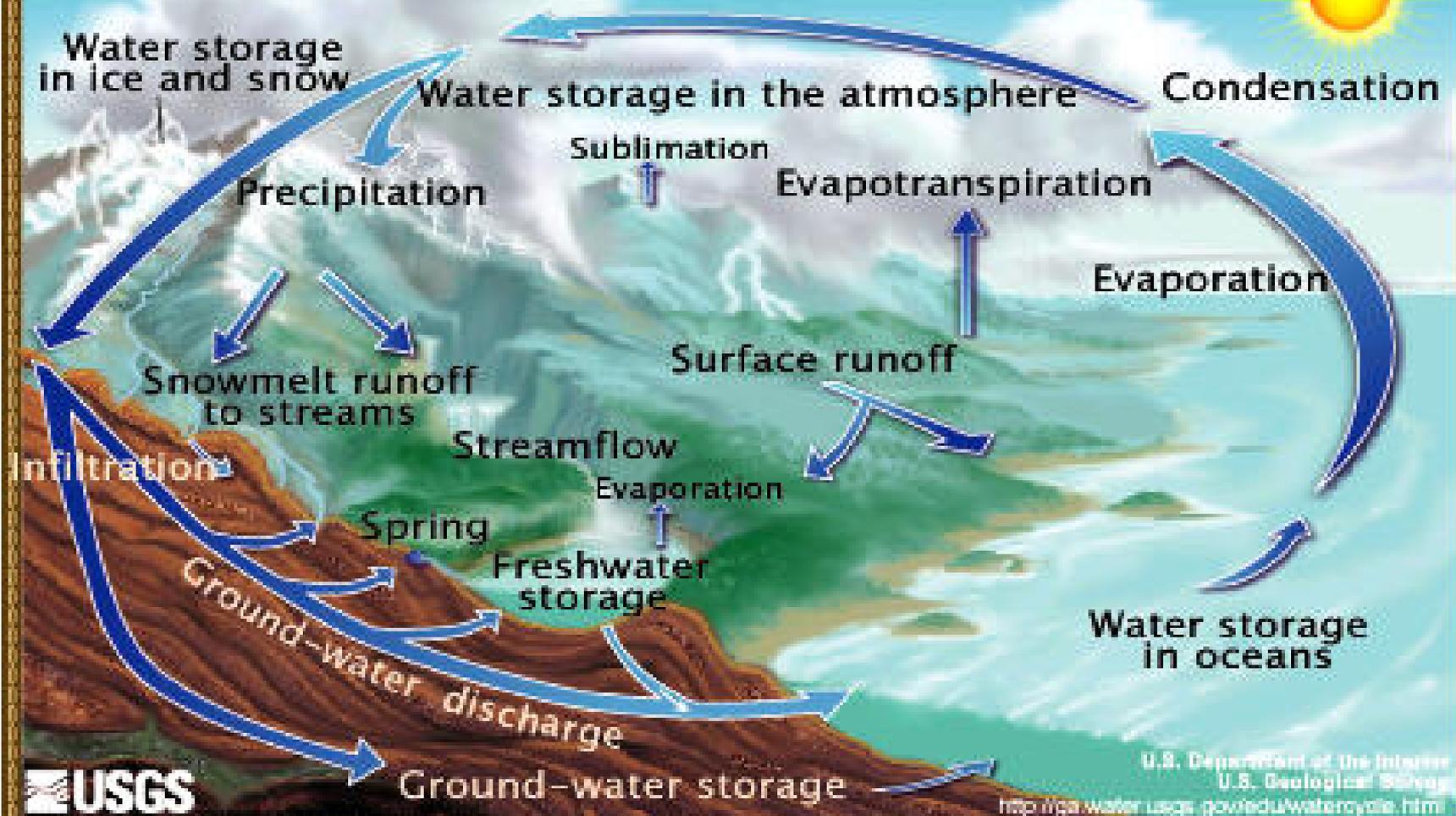
IV

Vulnerabilidad a inundaciones de la Ciudad de La Paz

V

Conclusión

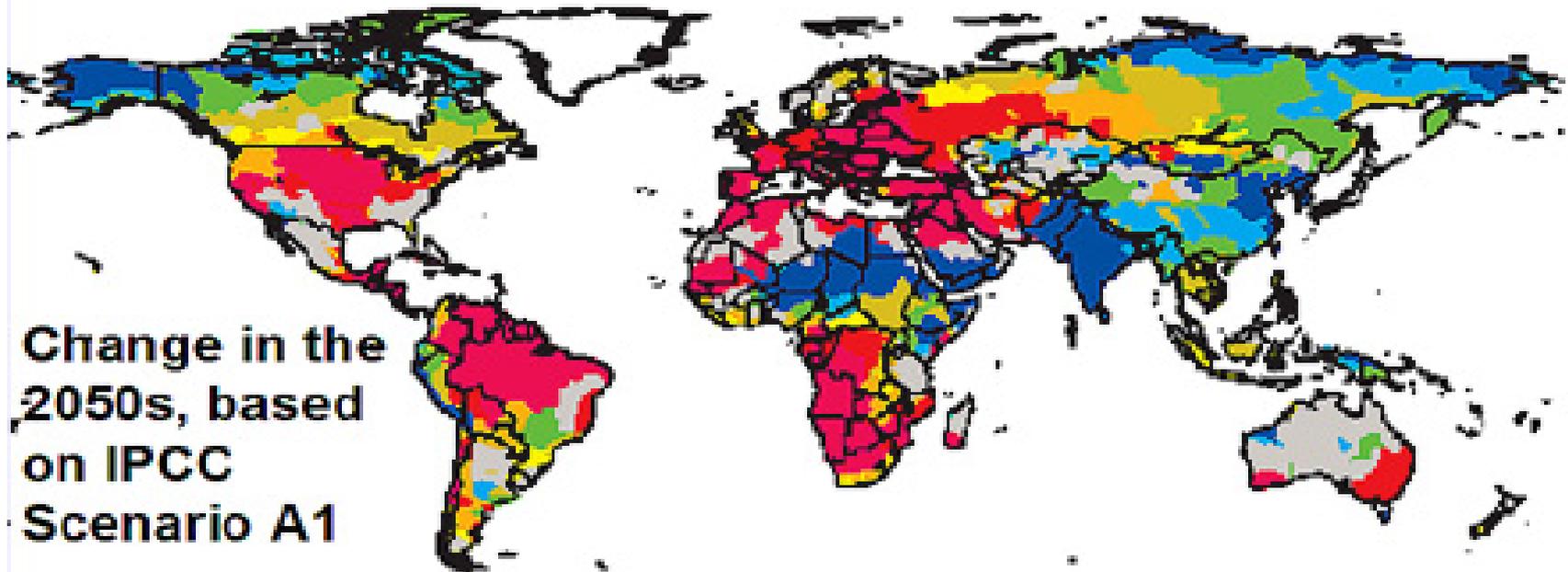
# The Water Cycle



U.S. Department of the Interior  
U.S. Geological Survey  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>

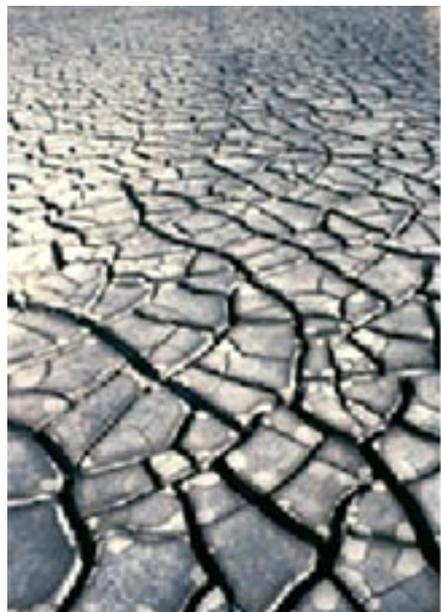
# Cambio climático & Agua –Panorama Global

**Warming will lead to major changes in water availability across the globe, with consequences for droughts and floods**



**% change compared to 1961-1990**



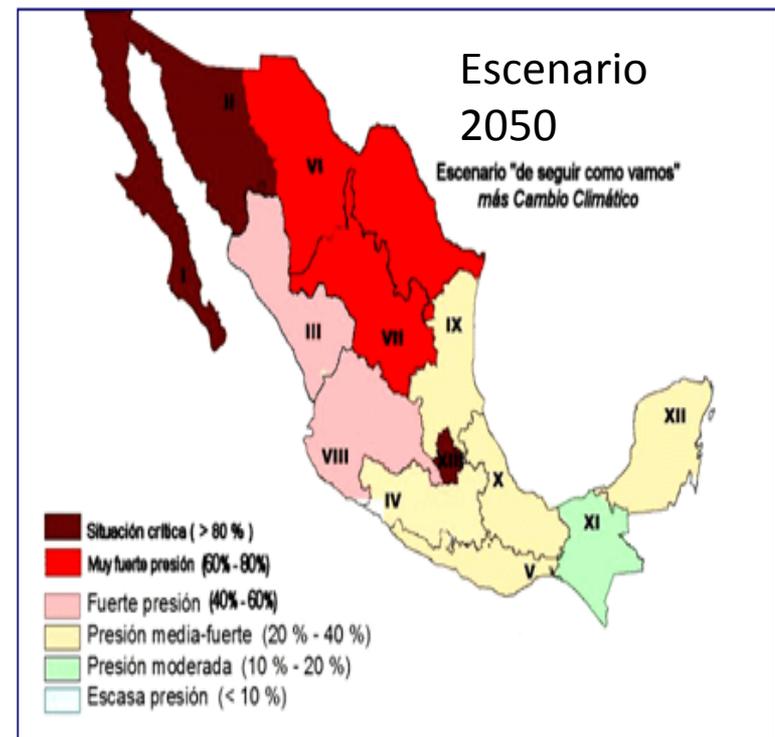
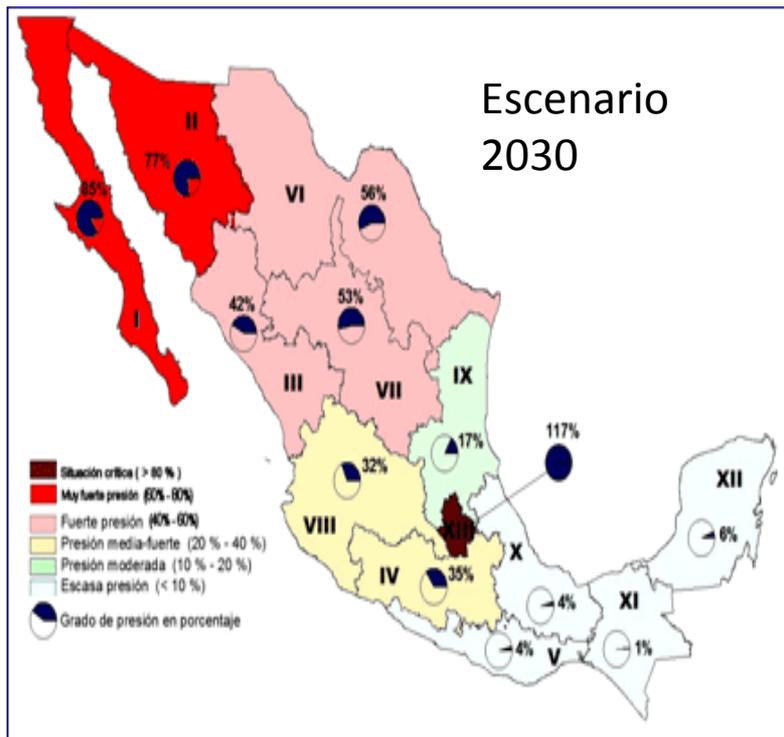


**RETO: SEGURIDAD DEL RECURSO HÍDRICO**

# Los Servicios Ambientales relacionados con el agua brindados por ecosistemas

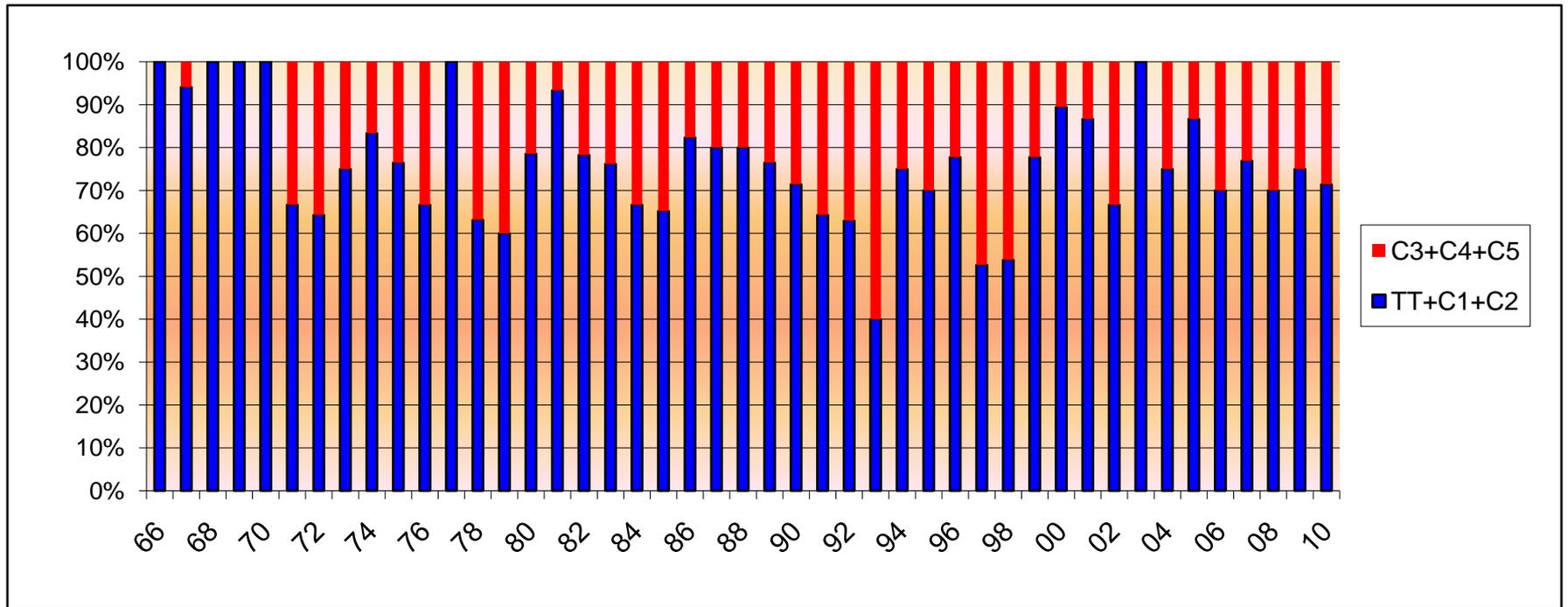
- **Regulación del clima-** regulando el régimen mundial de temperaturas y precipitación y otros procesos climáticos mediados por elementos bióticos y abióticos al nivel global y local
- **Regulación de perturbaciones-** brindando protección contra tormentas, control de inundaciones, resiliencia y recuperación luego de sequías, particularmente por el rol de humedales y bosques.
- **Regulación del ciclo hidrológico-** por la capacidad de regular flujos de agua, mitigando los efectos de extremos climáticos como sequías y huracanes.
- **Suministro de agua-** mediante la capacidad de captar, almacenar y regular los flujos de agua.
- **Control de erosión-** por producción y retención de suelo, y mantenimiento de la fertilidad.
- **Tratamiento de desechos líquidos-** por la recuperación y reciclaje de nutrientes móviles.
- **Control biológico** – por la eliminación y descomposición de contaminantes y toxinas

Escenario	Precipitación anual total	Temperatura media anual aumentará:
2020	disminuirá entre 0 y 15%	entre 0.8 y 1.0°C
2050	variará entre +20 y -20%	entre 1.5 y 2.0°C
2080	disminuirá entre 5 y 20%	entre 2 y 4°C



# Número de ciclones que se han generado en el Pacífico Noreste 1966-2009

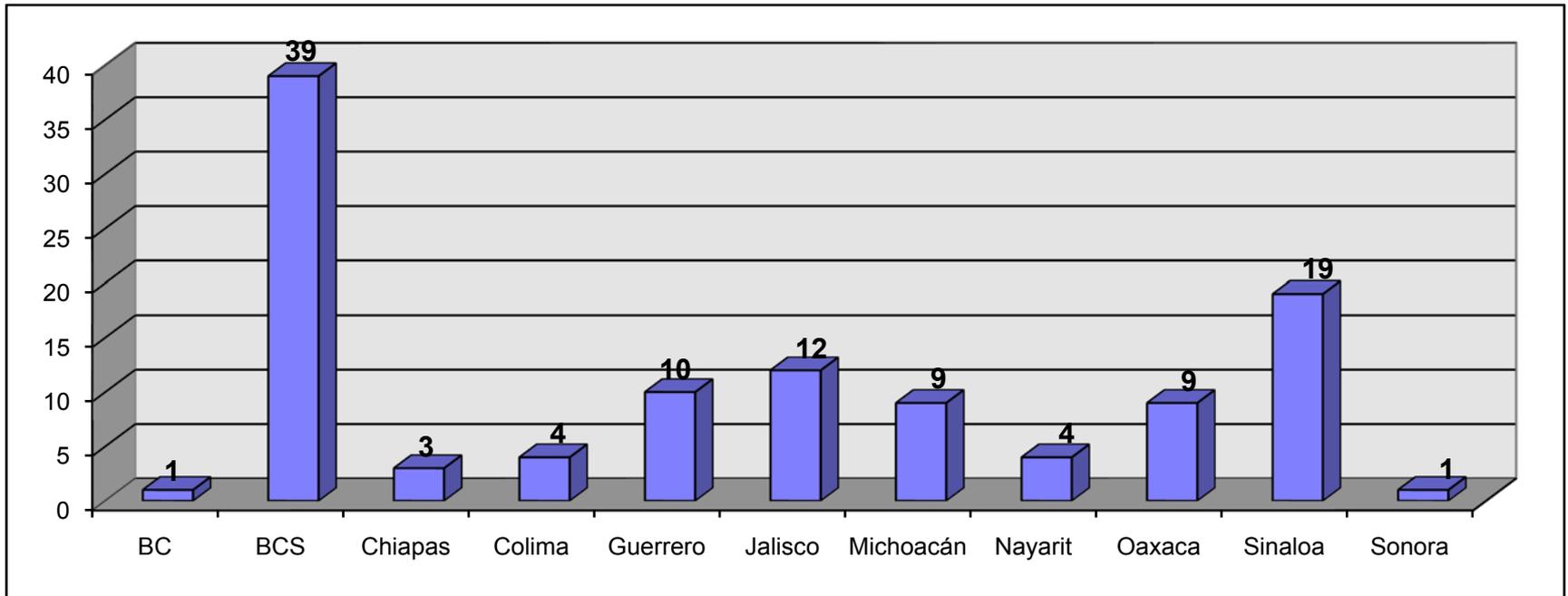
## Baja-Alta intensidad



# Impacto a Baja California Sur

Número de huracanes que han tocado tierra en México por estado  
(1966-2010)

(Se considera el estado donde impacta por primera vez)





**La precipitación media anual en BCS es de 180 mm, la más reducido en toda la República Mexicana.**

**Sin embargo, la medida mas representativa en una zona árida no es el valor medio, sino la moda (el valor mas frecuente) y en el estado ésta es de 100 mm por año.**

**Aproximadamente el 90% del agua de lluvia se evapora o se va al mar, así que poco menos de 10 mm. queda para recargar los acuíferos.**

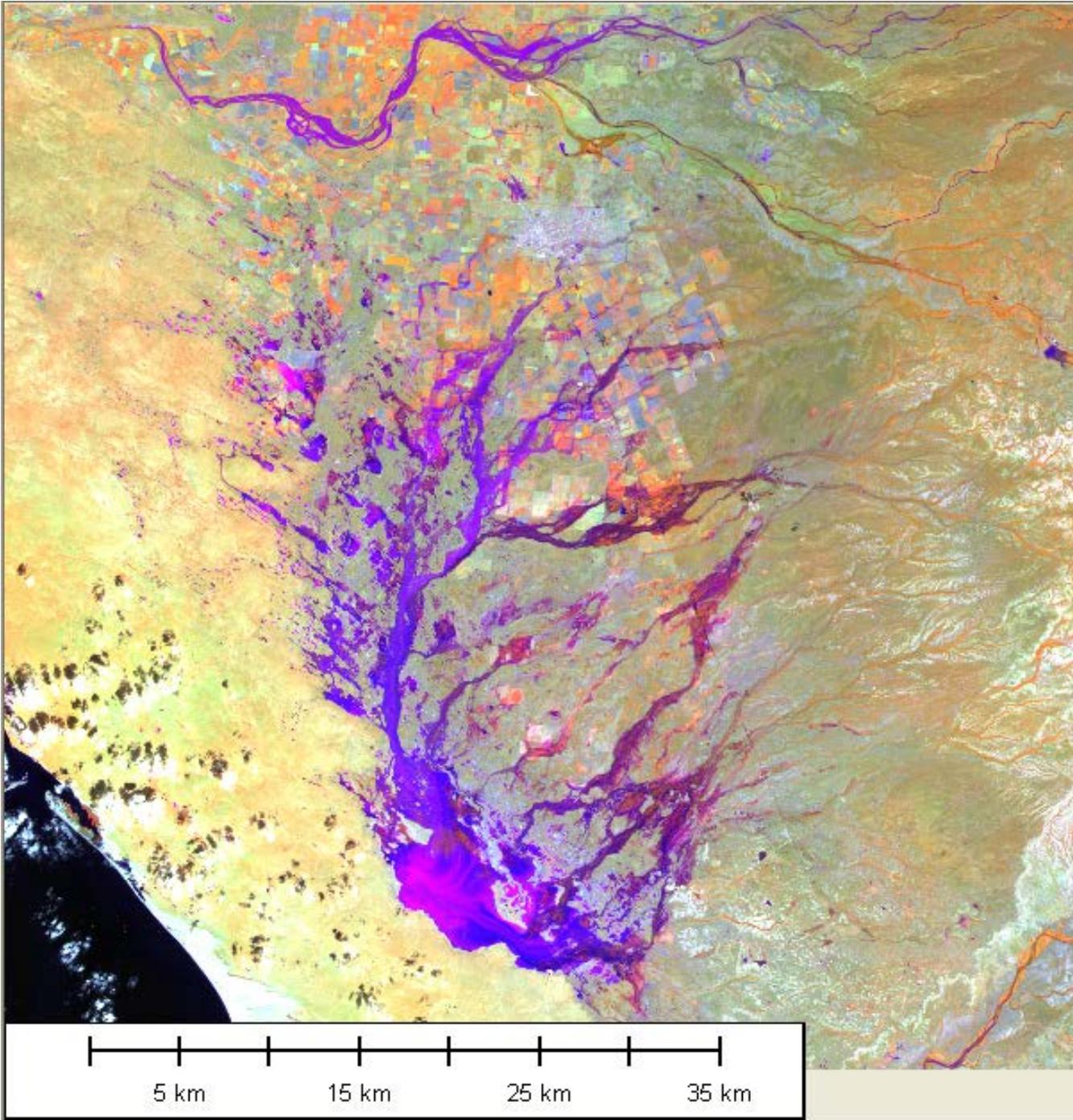
**Presa Santa Inés después del  
huracán Juliett**





**- Presa de la Buena Mujer después del huracán Juliett**



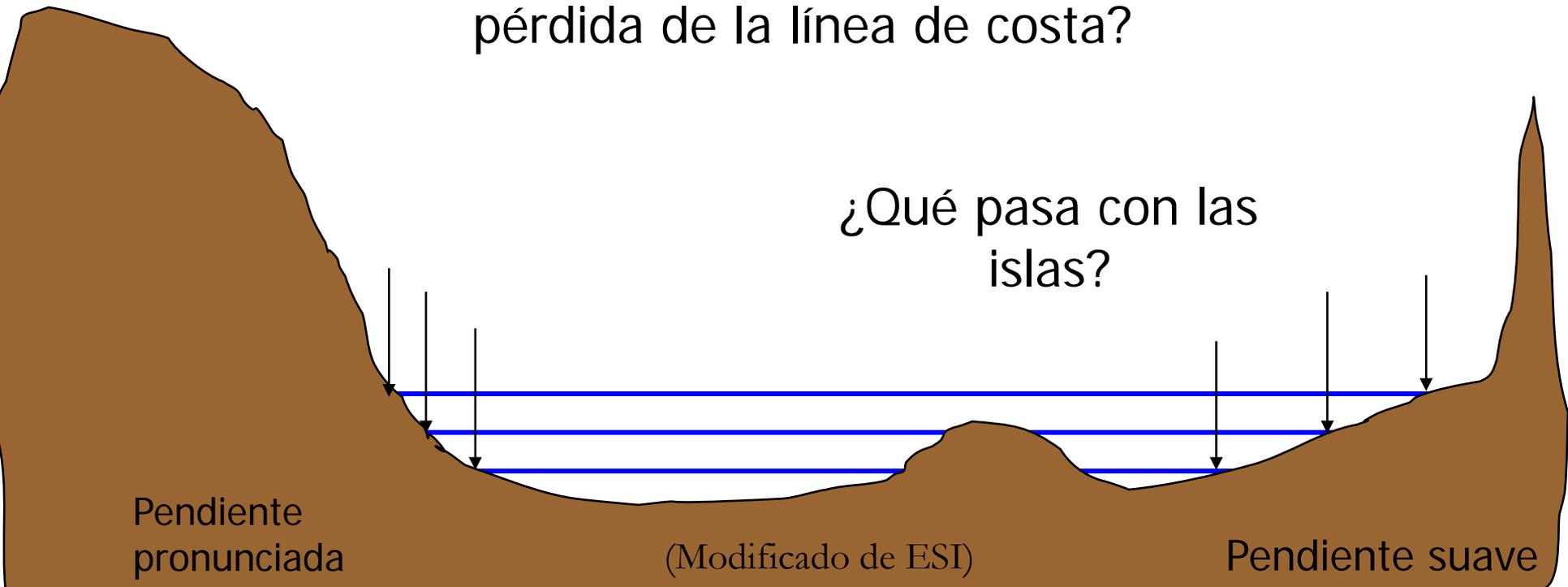


- Imagen Landsat de las inundaciones en las cuencas Las Bramonas y Santa Cruz después del huracán Norberto 12/10/2008

# Cuando el mar se eleva ...

¿De que manera la pendiente influye en la pérdida de la línea de costa?

¿Qué pasa con las islas?

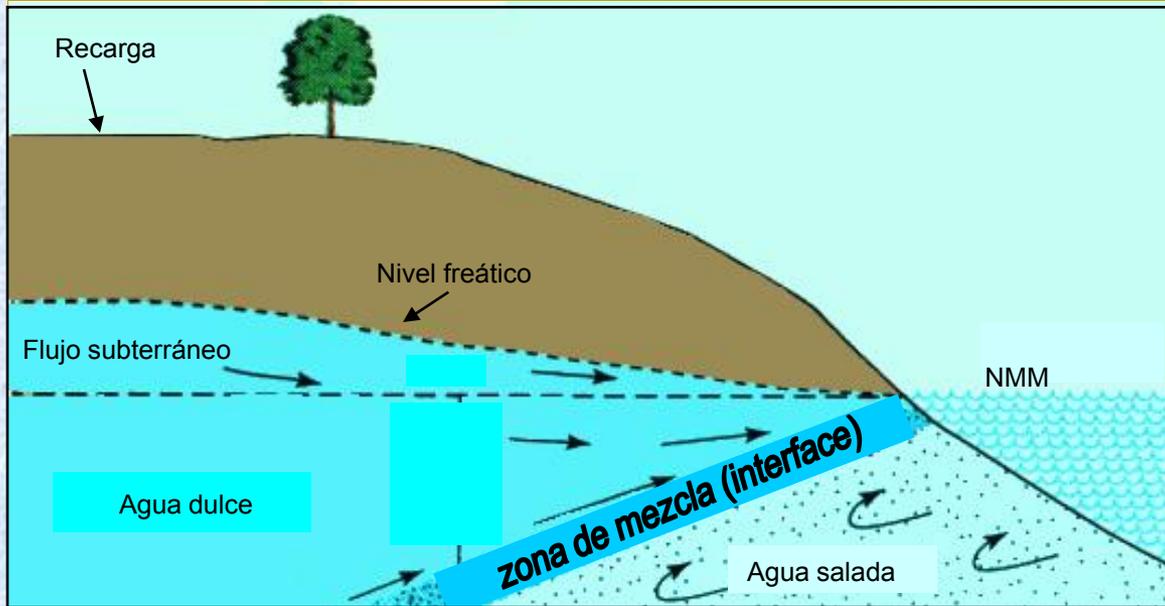


Pendiente pronunciada

(Modificado de ESI)

Pendiente suave

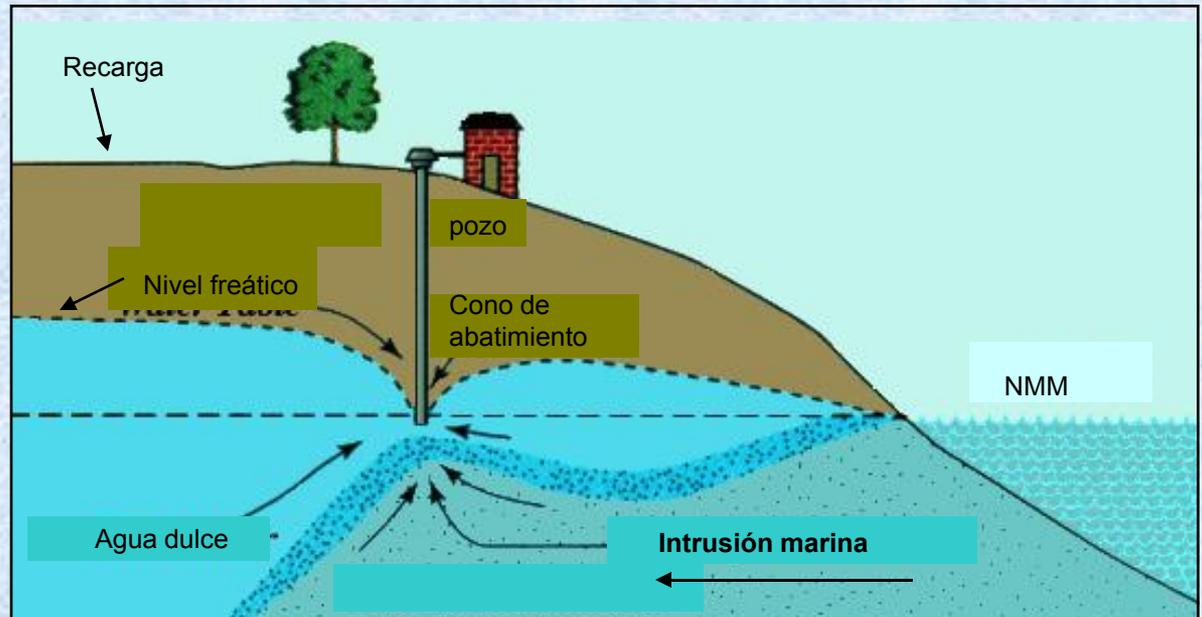
# Acuífero en zona costera e intrusión marina



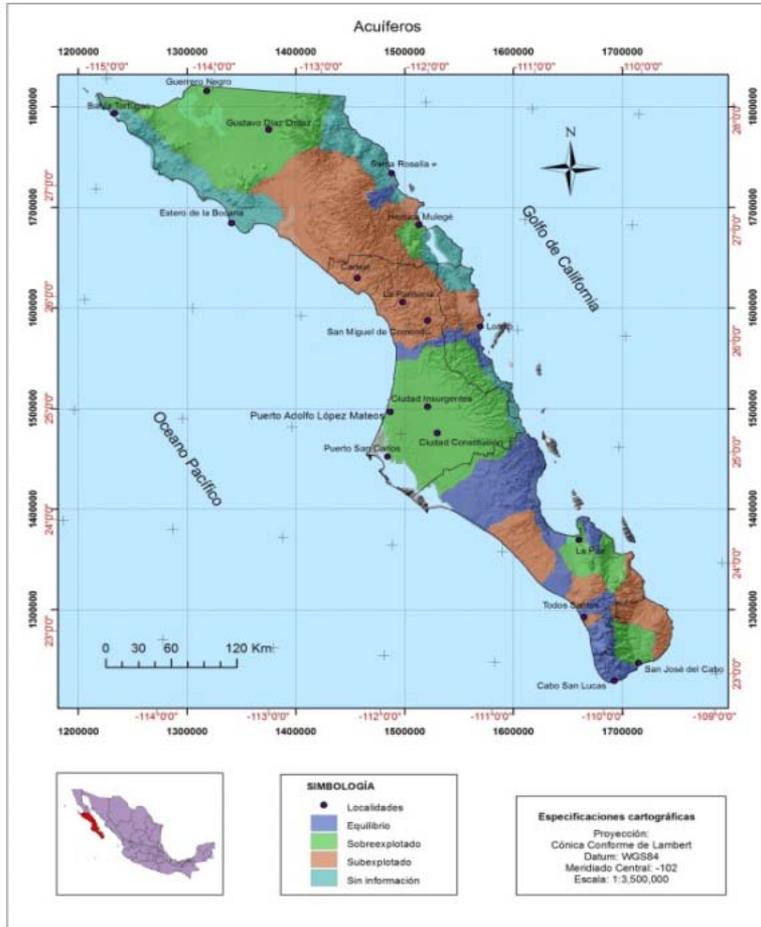
**Sistema en equilibrio**



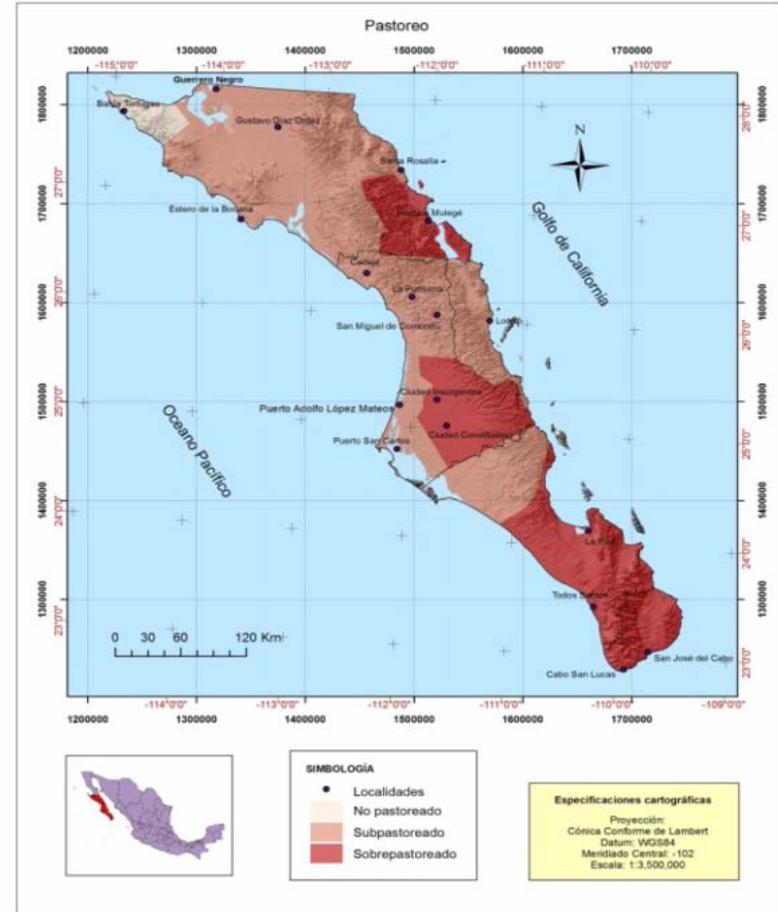
**Sistema en explotación**  
(se produce la intrusión marina)



# ACUÍFEROS



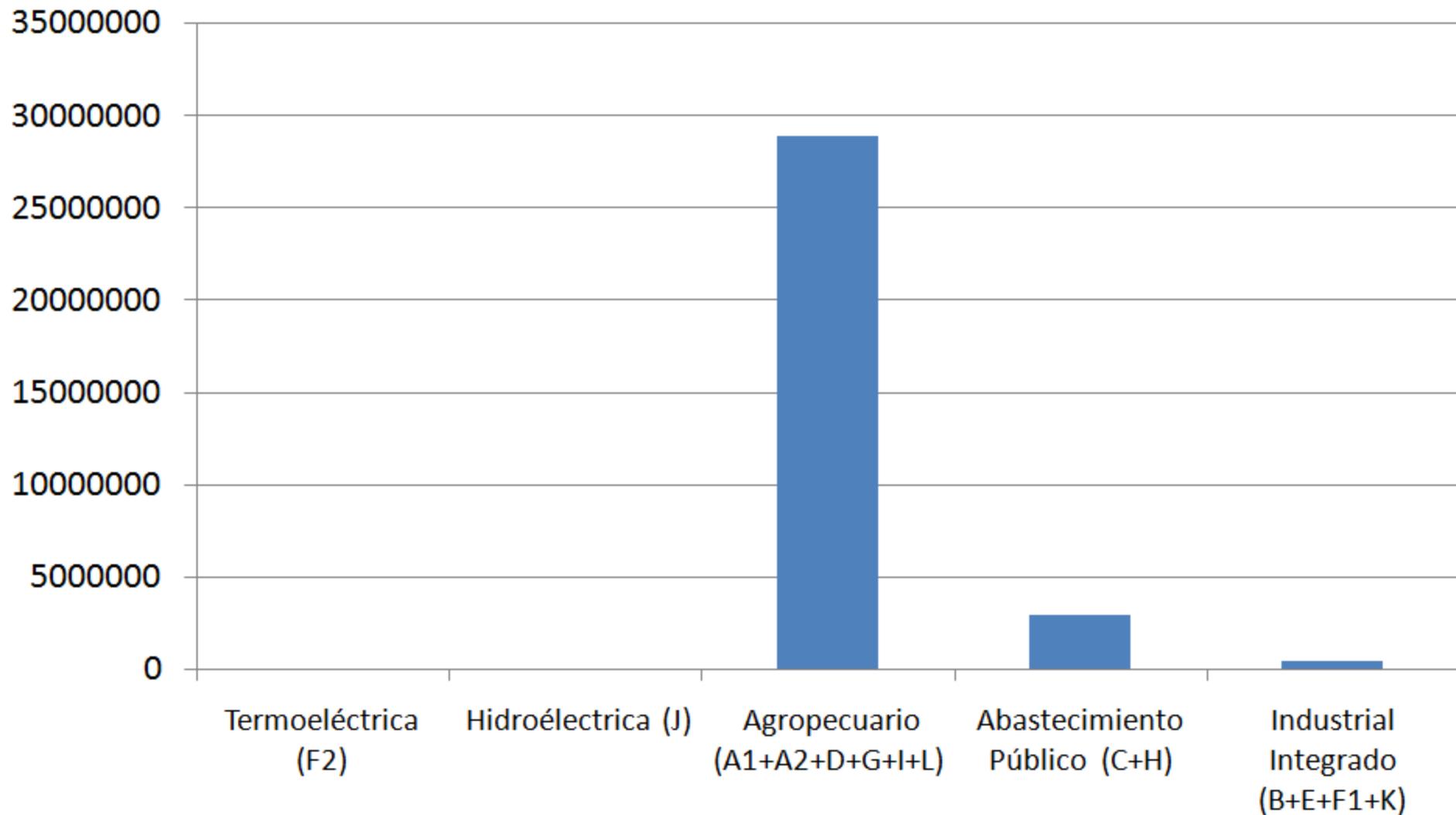
# PASTOREO



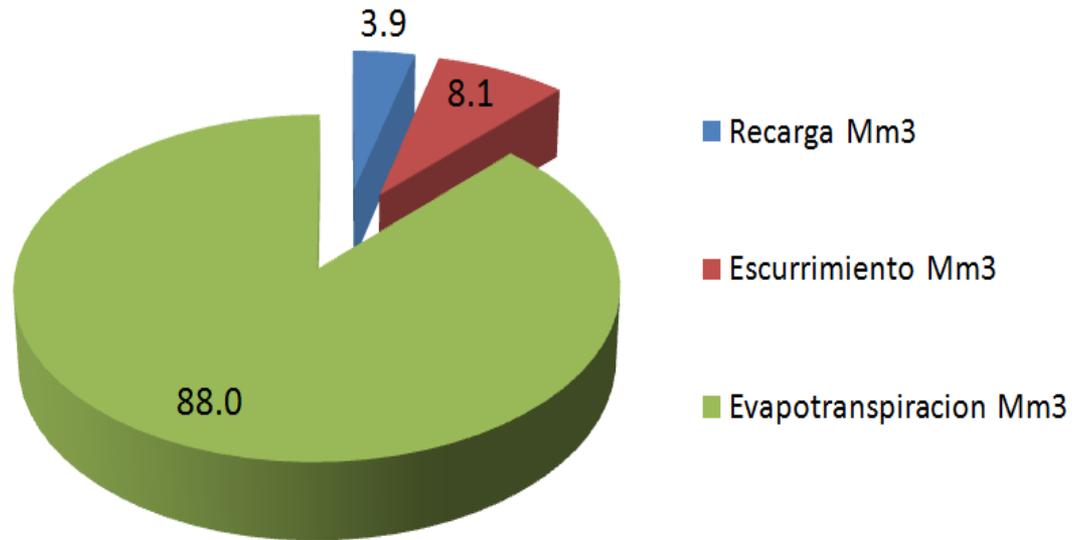
# DESERTIFICACIÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR.

- Por las condiciones climáticas y por el incremento de actividades económicas, Baja California Sur es una de las entidades del país con mayor susceptibilidad a sufrir procesos de desertificación.
- El noroeste del país es una de las regiones con mayores cambios ante el CC.
- Para las próximas décadas se prevé disminución en las precipitaciones, y aumento en la temperatura en una magnitud de alrededor de 3 a 3.5 °C.

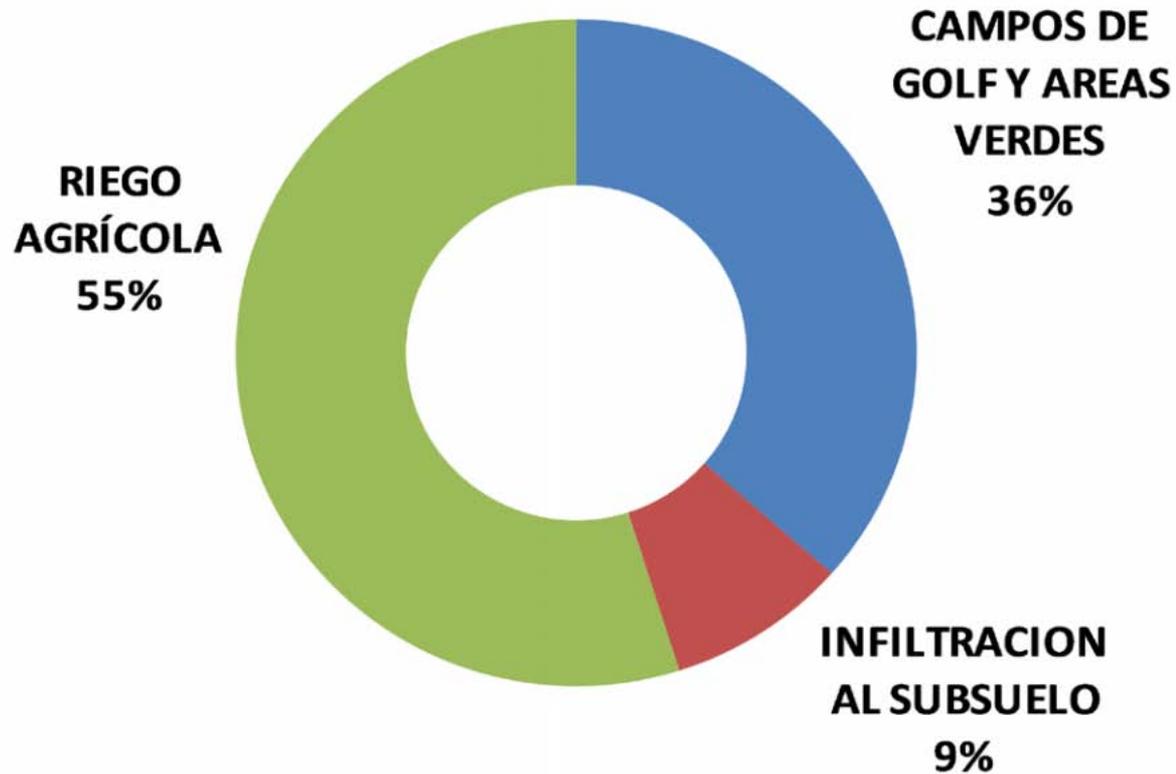
# Uso del agua superficial en BCS en 2008 según CONAGUA



# Situación actual del sector hídrico



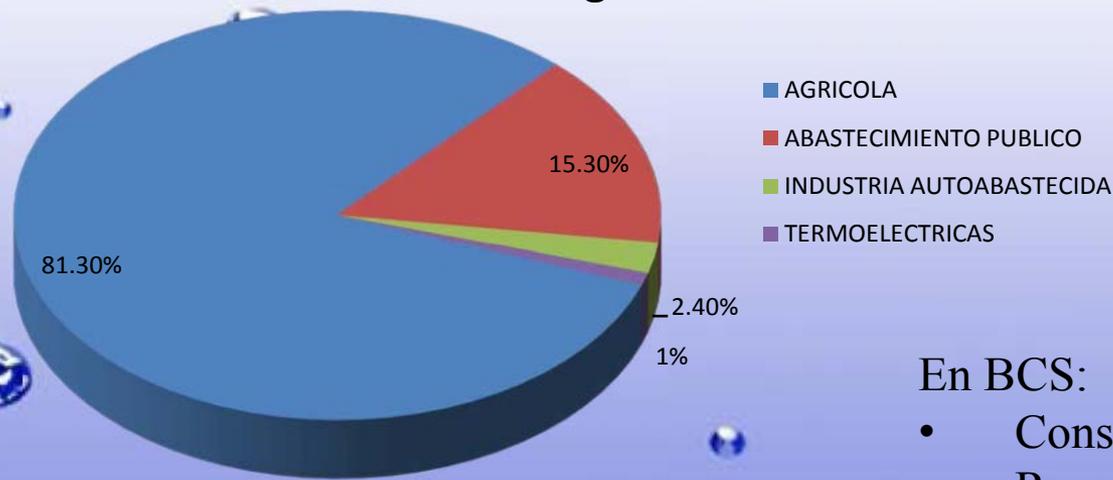
# Uso de las aguas tratadas



# El Agua

es un activo *ecosocial*; dotado de una triple función: el mantenimiento de la vida, el desarrollo de las actividades de interés general y, en ciertos casos el negocio. (Arrojo; 2010)

## Usos consuntivos del agua 2008



### En BCS:

- Consumo: millones de 411 m<sup>3</sup> al año
- Recarga promedio estimada de 373 Mm<sup>3</sup>

# Agua virtual

Agua virtual: 1990s (J.A. Allan): agua que contienen los productos, es decir el agua que se necesita para producir un bien.

Intercambio mundial de agua virtual: 1 625 m<sup>3</sup> por año:

- 80% por productos agrícolas
- 20% productos industriales

agua virtual en los productos agrícolas, agroindustriales e industriales	
un kg cítricos	1,000 litros
un kg de cereales	1,500 litros
un kg de algodón	3,644 litros
un tomate	13 litros
un kg de legumbres, raíces y tuberculos	1,000 litros
un kg de queso	5,300 litros
un kg de carne de res	16,000 litros

***El comercio del agua virtual genera un importante ahorro de agua en los países importadores y un posible deterioro en los exportadores, que hacen un uso intensivo o a nivel de la sobreexplotación. (FAO 2011)***

# Los estudios de vulnerabilidad se han desarrollado en 5 sectores de la Ciudad de La Paz.

1. Infraestructura Educativa
  - Desarrollo y refugio
2. Infraestructura Municipal (edificio municipales)
  - Gestión y ordenamiento
3. Infraestructura de Transporte
  - Movilidad y desarrollo
4. Sectores Productivos: Agricultura e Industria
  - Sectores de importancia económica y de sostenibilidad
5. Sectores Marginales de la Población
  - Población más frágil y dependiente

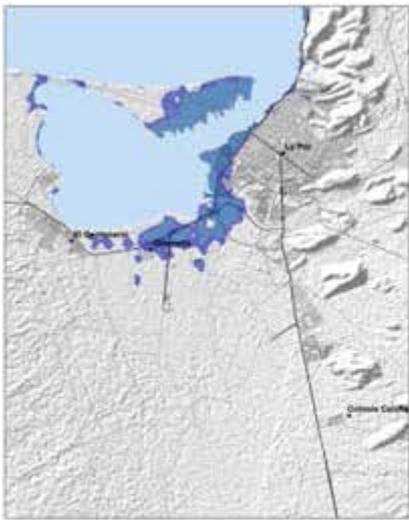
*\*\* Áreas urbanizada actuales y futuras*

# Nivel de Sensibilidad por Semáforo

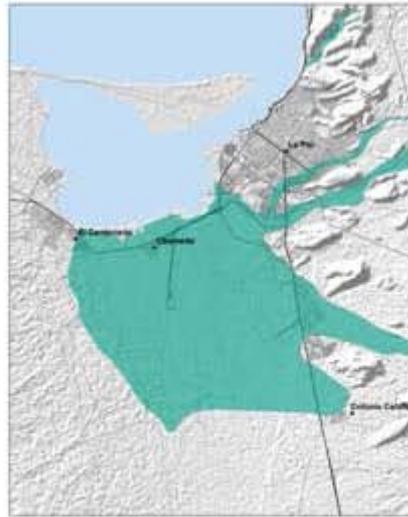


Percent	Sensitivity	Color
>30%	High	Red
15-29%	Medium	Yellow
<15%	Low	Green

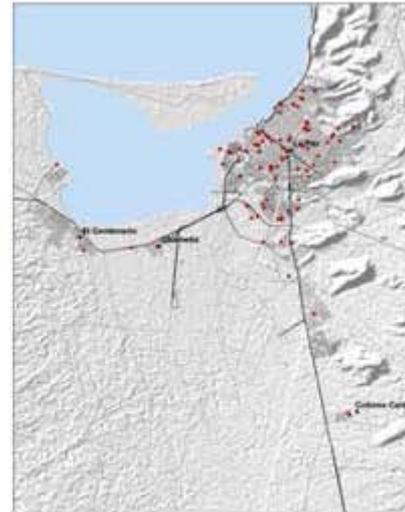
# Proceso de Vulnerabilidad Combinado



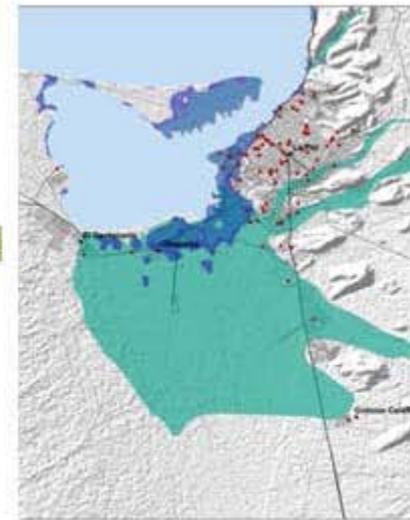
Sea Level Rise



100 yr floodplain



Schools



Combined Vulnerability



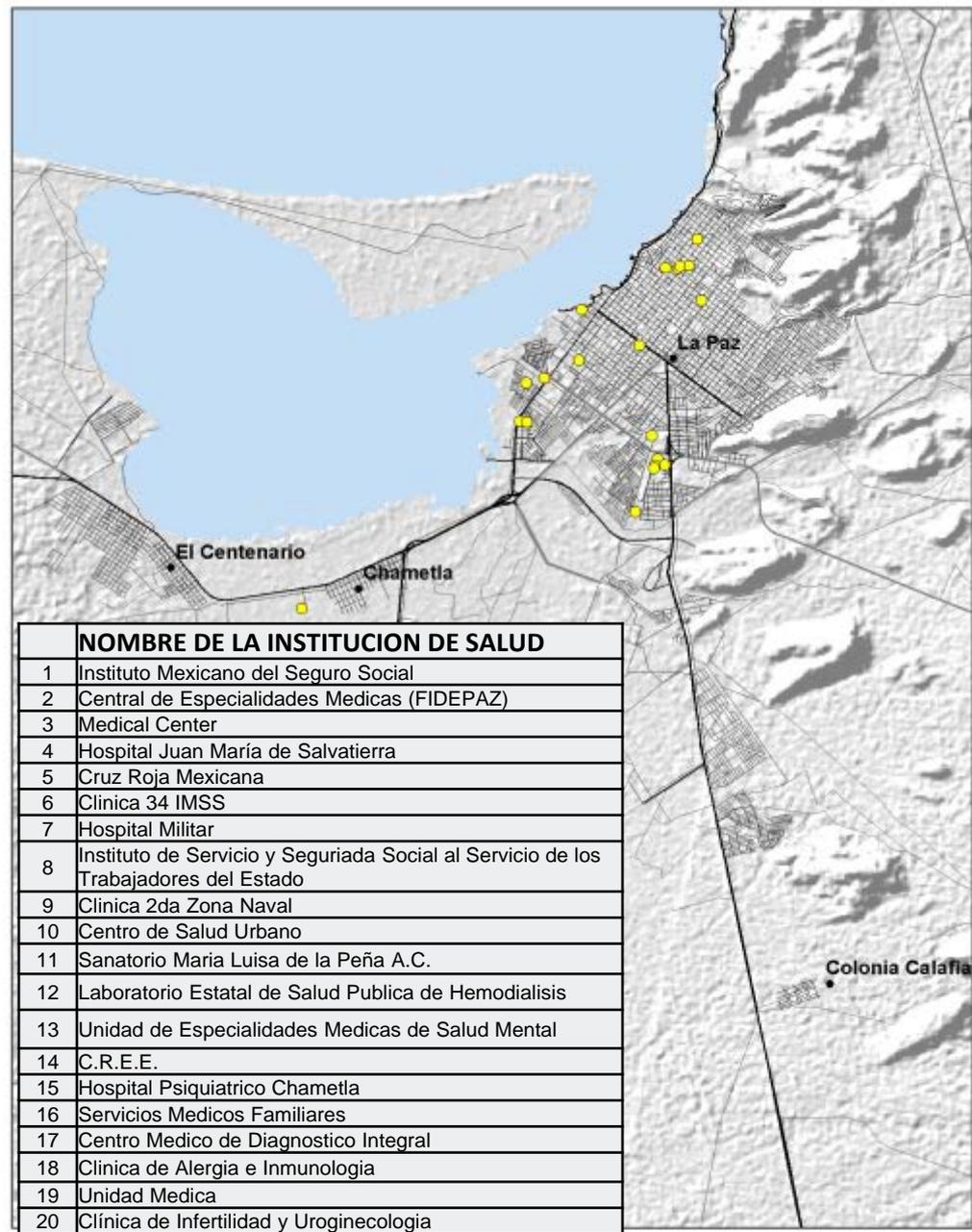






# Instalaciones Médicas

Nivel	Total
1 – más importante	8
2 – medio importante	7
3 – menos importante	5



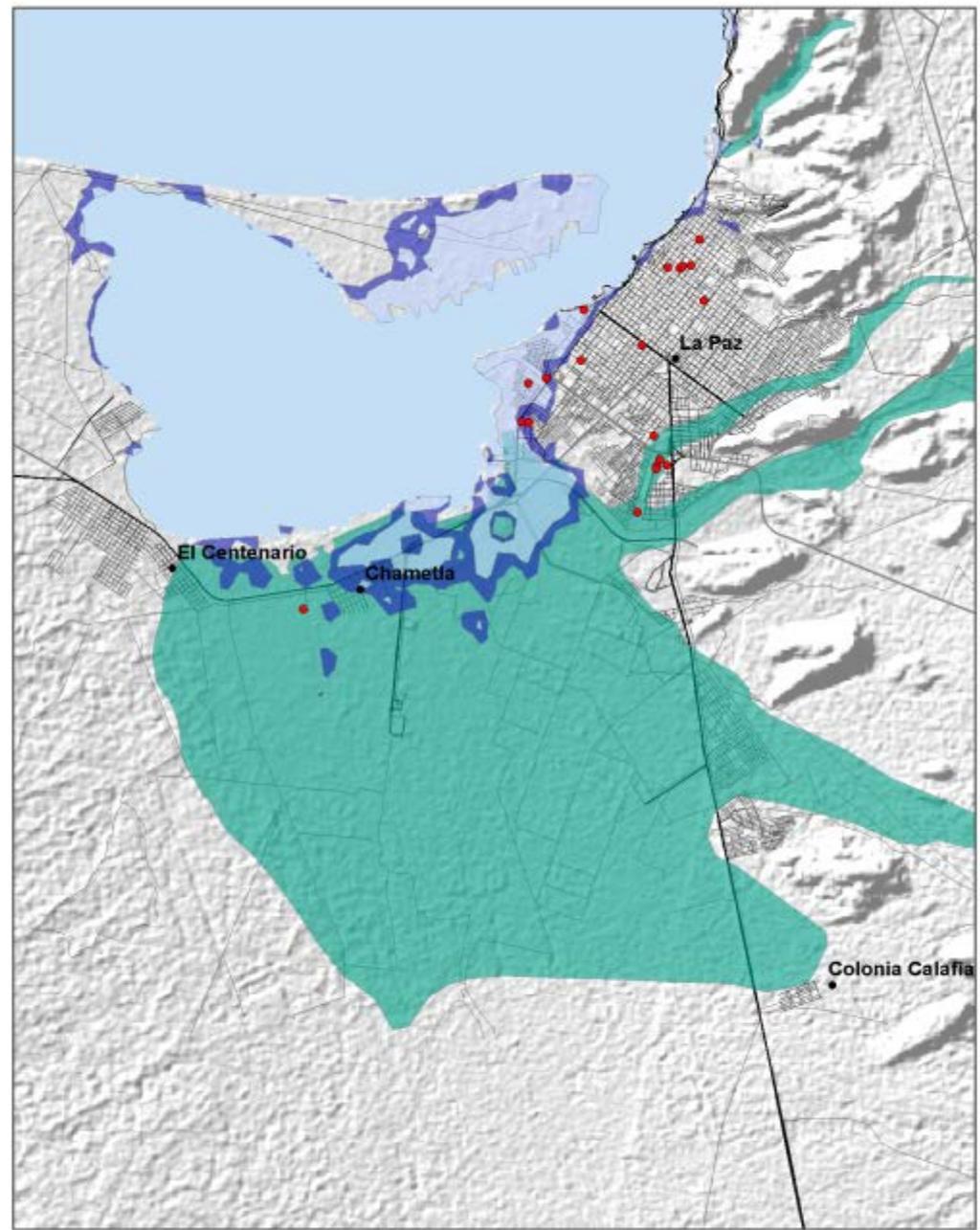
- Vias Principales
- Vias Secundarias
- Calles Locales
- Calles Rurales
- Médicos



# Instalaciones Médicas

## INSTITUCIONES DE SALUD INUNDADAS BAJO DIFERENTES ESCENARIOS

+0.5M AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR	+1.0M AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR
2	5
10%	25%



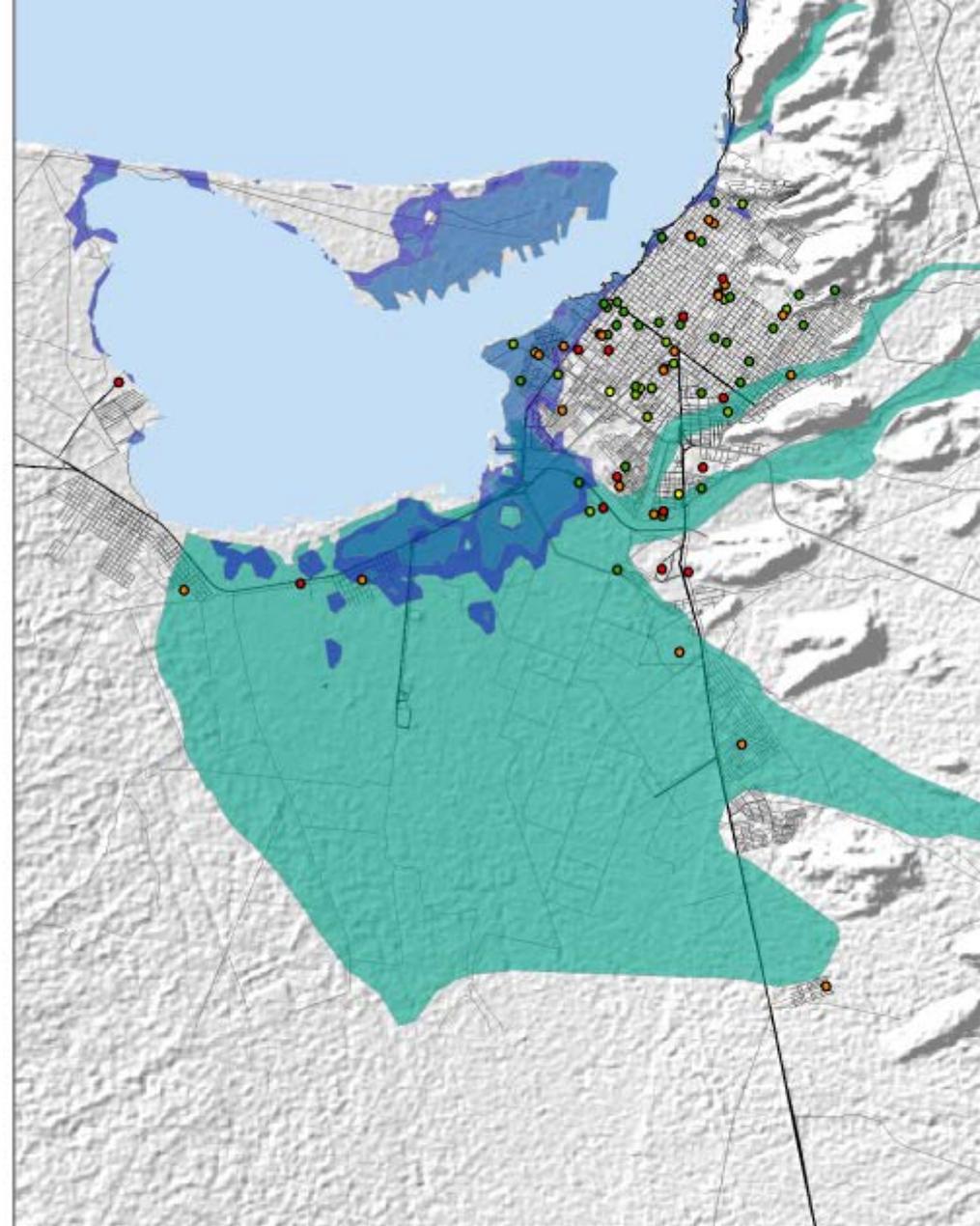
# Instalaciones Médicas

## Llanura de Inundación - 100 años

Instalaciones Médicas	Nivel	Número Inundado	%	Sensibilidad
	1	2	25	Yellow
	2	2	28.57	Red
	3	0	0	Green

# Centros Educativos

Escuela	# de Instituciones	# de Estudiantes
Educación Especial	5	1,788
Educación Primaria	32	9,440
Educación Secundaria	23	10,841
Educación Media Superior	16	10,841
Educación Superior	13	15,919
TOTAL	89	48,829



# Centros Educativos

## Aumento del Nivel del Mar

Nivel	# de inundado (0.5 m)	% inundado (0.5 m)	# de inundado (1 m)	% inundado (1 m)	Total inundado	Total % inundado	Sensibilidad
Educación Especial	1	20	0	0	1	20	Alta
Educación Primaria	1	3.13	1	3.13	2	6.25	Alta
Educ. Secundaria	3	13.04	1	4.35	4	17.39	Alta
Educ. Media Superior	2	12.5	1	6.25	3	18.75	Alta
Educación Superior	0	0	0	0	0	0	Alta

## Aumento del Nivel del Mar

Nivel	# de estudiantes Inundado (0.5 m)	# de estudiantes Inundado (1 m)	Total # de estudiantes Inundado	% de estudiantes inundado	Sensibilidad
Educación Especial	20	0	20	1.11	Alta
Educación Primaria	312	342	654	6.93	Alta
Educación Secundaria	584	83	667	6.15	Alta
Educ. Media Superior	710	288	998	9.91	Alta
Educación Superior	0	0	0	0	Alta

# Centros Educativos

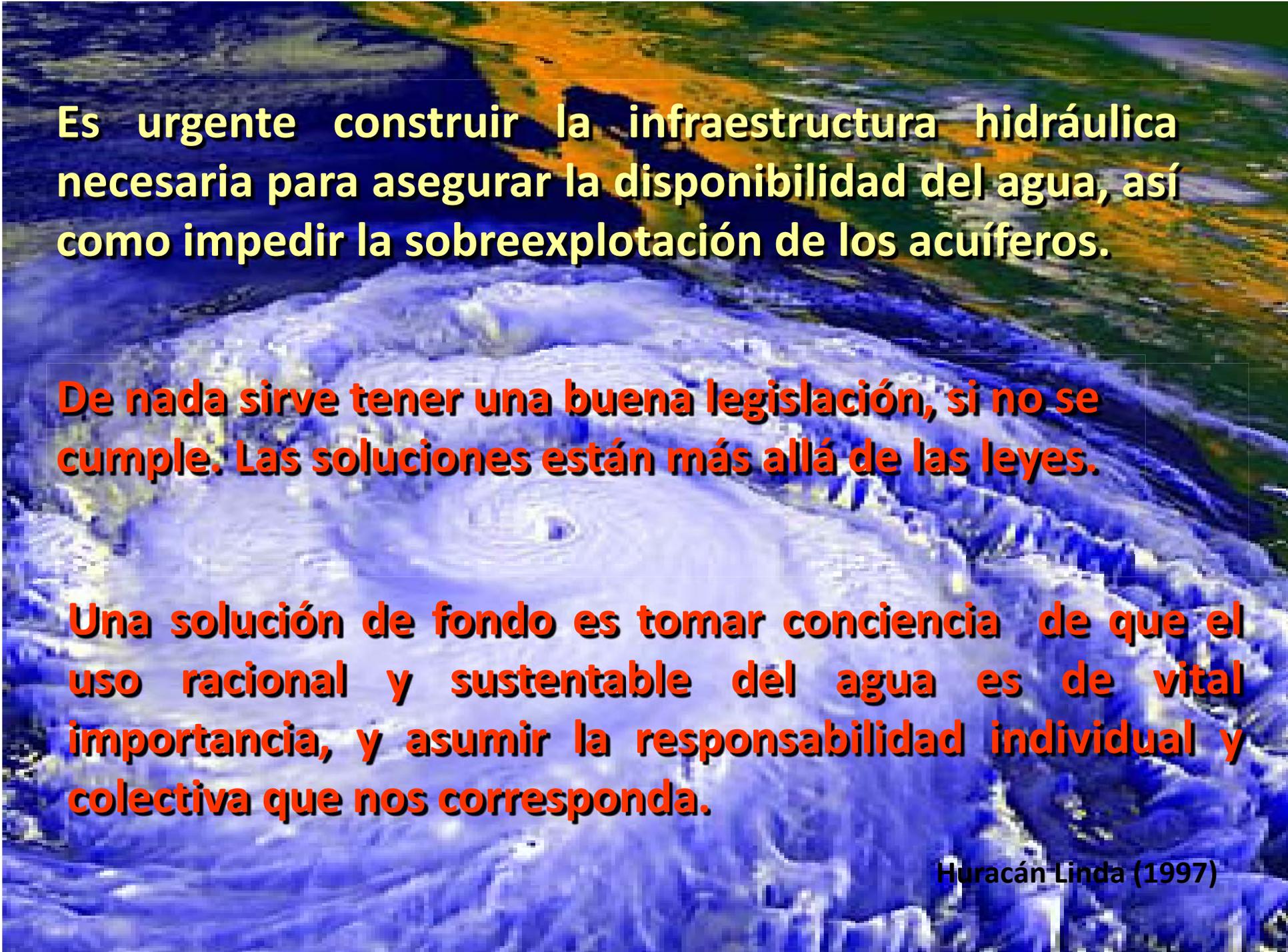
## Vulnerabilidad Combinada (Llanura de Inundación)

Escuelas	Nivel	# de instituciones inundados	% inundado	Sensibilidad	# de estudiantes Inundados	% estuaintes Inundado	Sensibilidad
	Educación Especial	1	20	Alta	101	5.65	Baja
	Educación Primaria	3	9.38	Baja	1,138	12.06	Baja
	Educación Secundaria	6	26.09	Alta	3,886	35.85	Alta
	Educación Media Superior	3	18.75	Alta	2,636	26.17	Alta
	Educación Superior	3	23.08	Alta	1,120	7.04	Baja

# REFLEXIONES FINALES

- Las condiciones climáticas y de aislamiento convierten la región en altamente vulnerable a la desertificación y a los efectos del cambio climático.
- La escasez de agua, la pobre cobertura vegetal, la fragilidad ante la erosión, el aislamiento geográfico y la dispersión de la población rural, son factores limitantes para el desarrollo productivo extensivo, dispendioso y desordenado.
- Nuevos modelos de desarrollo

El agua superficial va tener mayor importancia en el futuro debido a su alto volumen y porque todavía no se aprovecha de manera adecuada. Además, los modelos del cambio climático indican precipitaciones más extremos, por ejemplo más intensivas y por eso una mayor afectación del estado por inundaciones.

An aerial photograph showing a large reservoir in the foreground, with a river delta extending into the sea. The water in the reservoir is a deep blue, while the sea is a lighter blue. The land is green and brown, indicating a mix of vegetation and urban or agricultural areas.

**Es urgente construir la infraestructura hidráulica necesaria para asegurar la disponibilidad del agua, así como impedir la sobreexplotación de los acuíferos.**

**De nada sirve tener una buena legislación, si no se cumple. Las soluciones están más allá de las leyes.**

**Una solución de fondo es tomar conciencia de que el uso racional y sustentable del agua es de vital importancia, y asumir la responsabilidad individual y colectiva que nos corresponda.**

Huracán Linda (1997)