



Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria

Departamento de Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD DE PIURA



Dr. Ing. Jorge D. Reyes Salazar

Propuesta de solución integral para el control de inundaciones en el Medio y Bajo Piura articulado con el drenaje pluvial de las ciudades de Piura y Castilla

Dr. Ing. Jorge Reyes Salazar
Universidad de Piura

Contenido

- Problemática en torno al río Piura
- Alternativas de solución
- Propuesta de solución integral

Problemática

- Estructuras en el cauce del río Piura
- Inundaciones en el Bajo Piura
- Drenaje pluvial urbano de Piura

Estructuras en el cauce del río Piura

- Presa Los Ejidos
- Puente Cáceres
- Puente Sánchez Cerro
- Puente Independencia
- Defensas ribereñas

Presa Los Ejidos



**Presa derivadora
Los Ejidos.
Colapso del
vertedero fijo
(FEN 1983).**

Estructuras en el río Piura

Puente Cáceres 1998

- Presa Los Ejidos
- **Puente Cáceres**
- Puente Sánchez Cerro
- Puente Independencia
- Defensas ribereñas



Riesgo de inundaciones en el tramo urbano

Estructuras en el río Piura

Puente Cáceres 2017



Inundaciones en el tramo urbano

Puente Sánchez Cerro



Puente Sánchez Cerro 2017



Desborde del río Piura en la ciudad.

FUENTE: Facebook/Río Piura

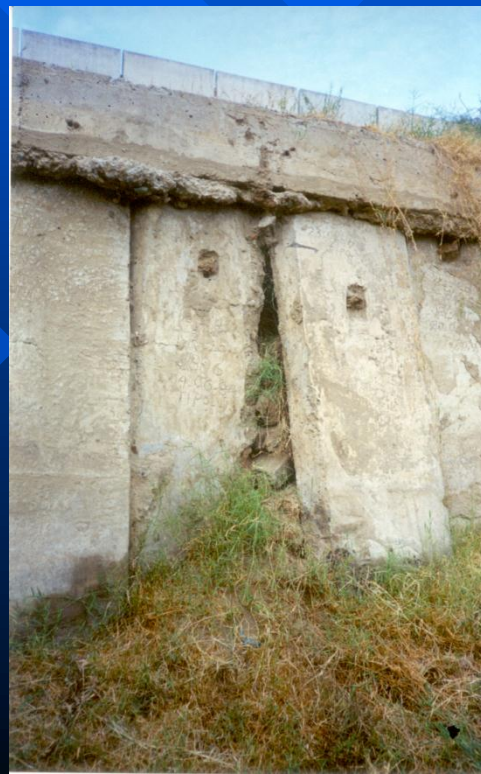
Opinión

Inundaciones en el tramo urbano

Puente Independencia



Defensas ribereñas en mal estado

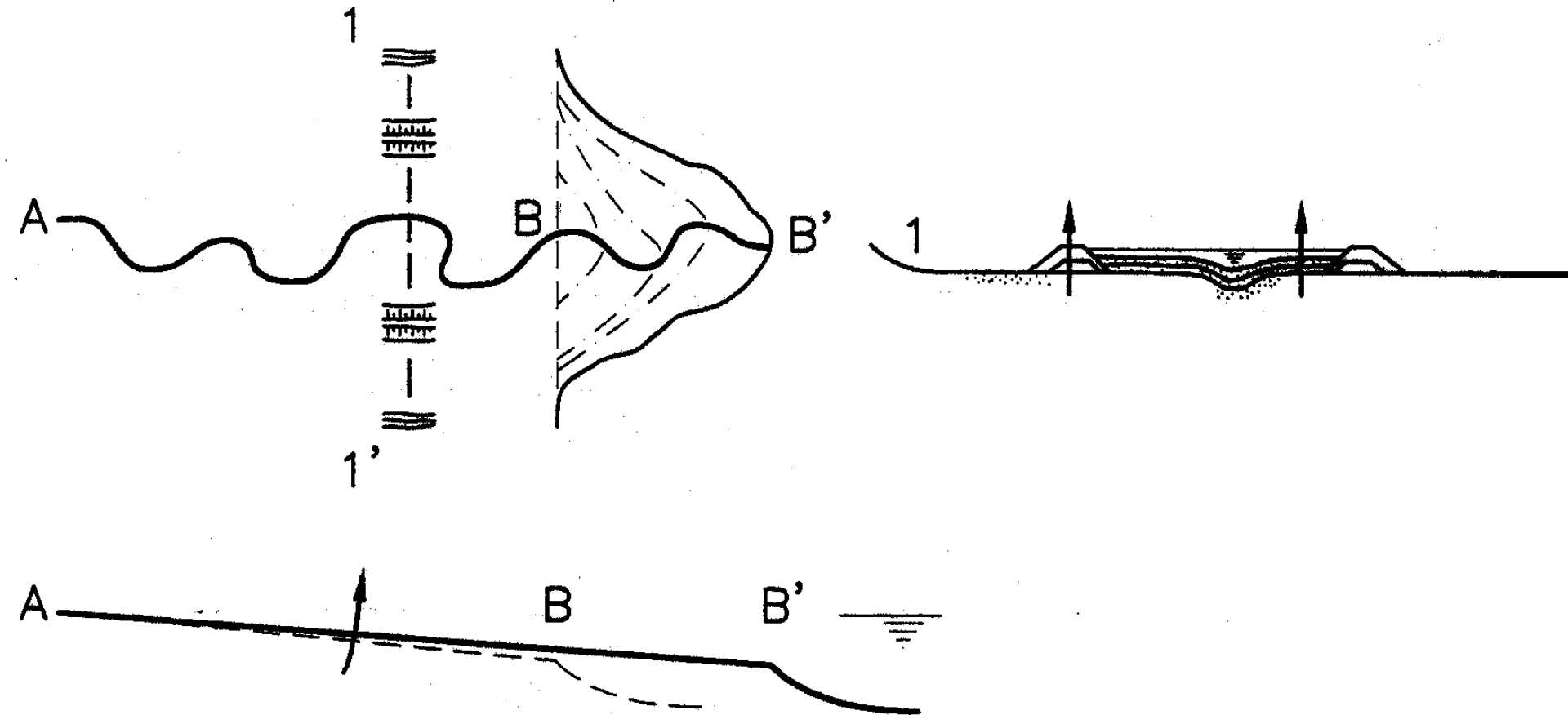


Problemática

- Estructuras en el cauce del río Piura
- **Inundaciones en el Bajo Piura**
- Drenaje pluvial urbano de Piura

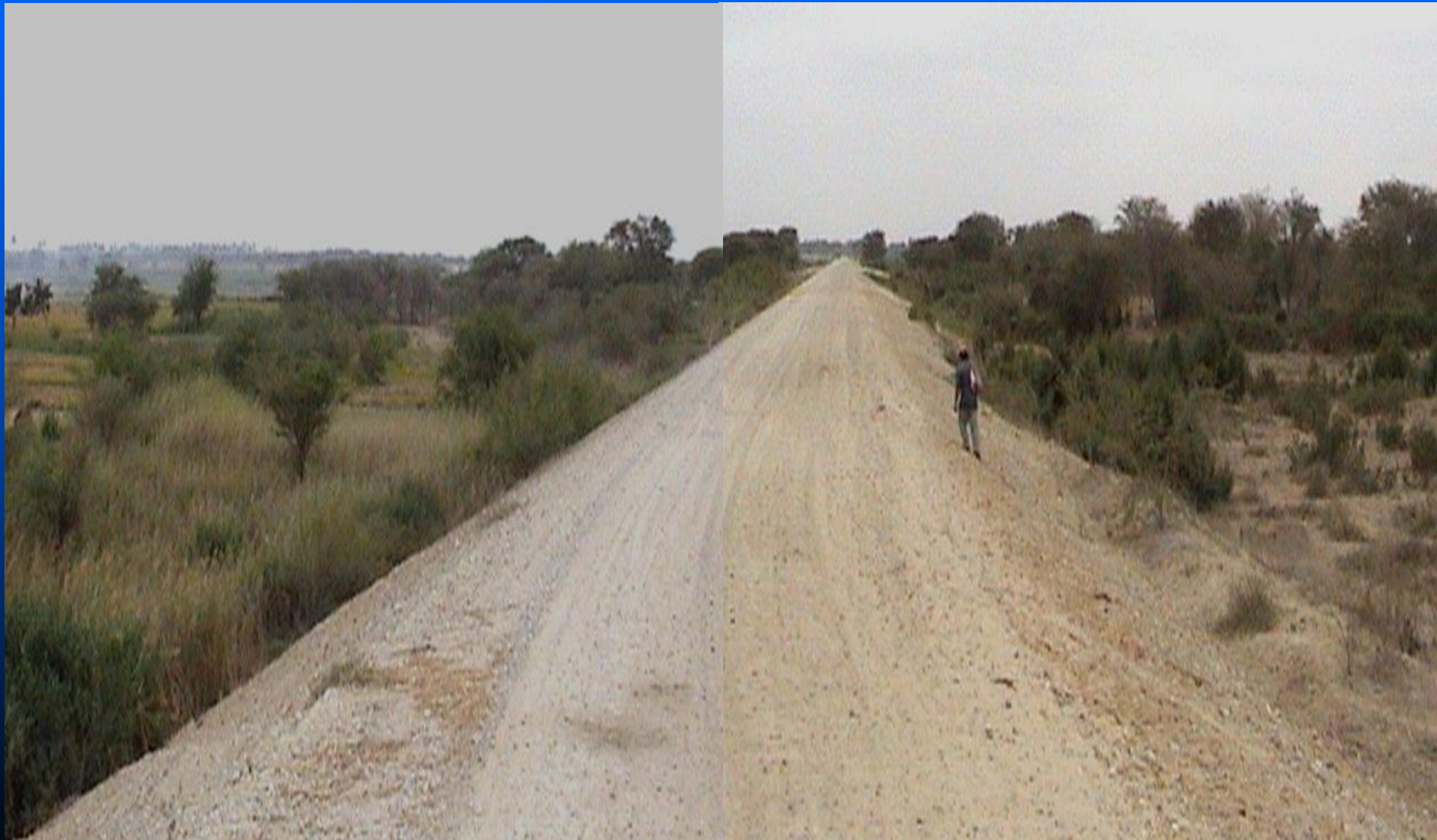
Inundaciones en el Bajo Piura

Proceso de sedimentación por construcción de diques en cauce meándrico



Inundaciones en el Bajo Piura

El nivel del fondo dentro de los diques
está más alto que fuera de ellos



Diques Bajo Piura

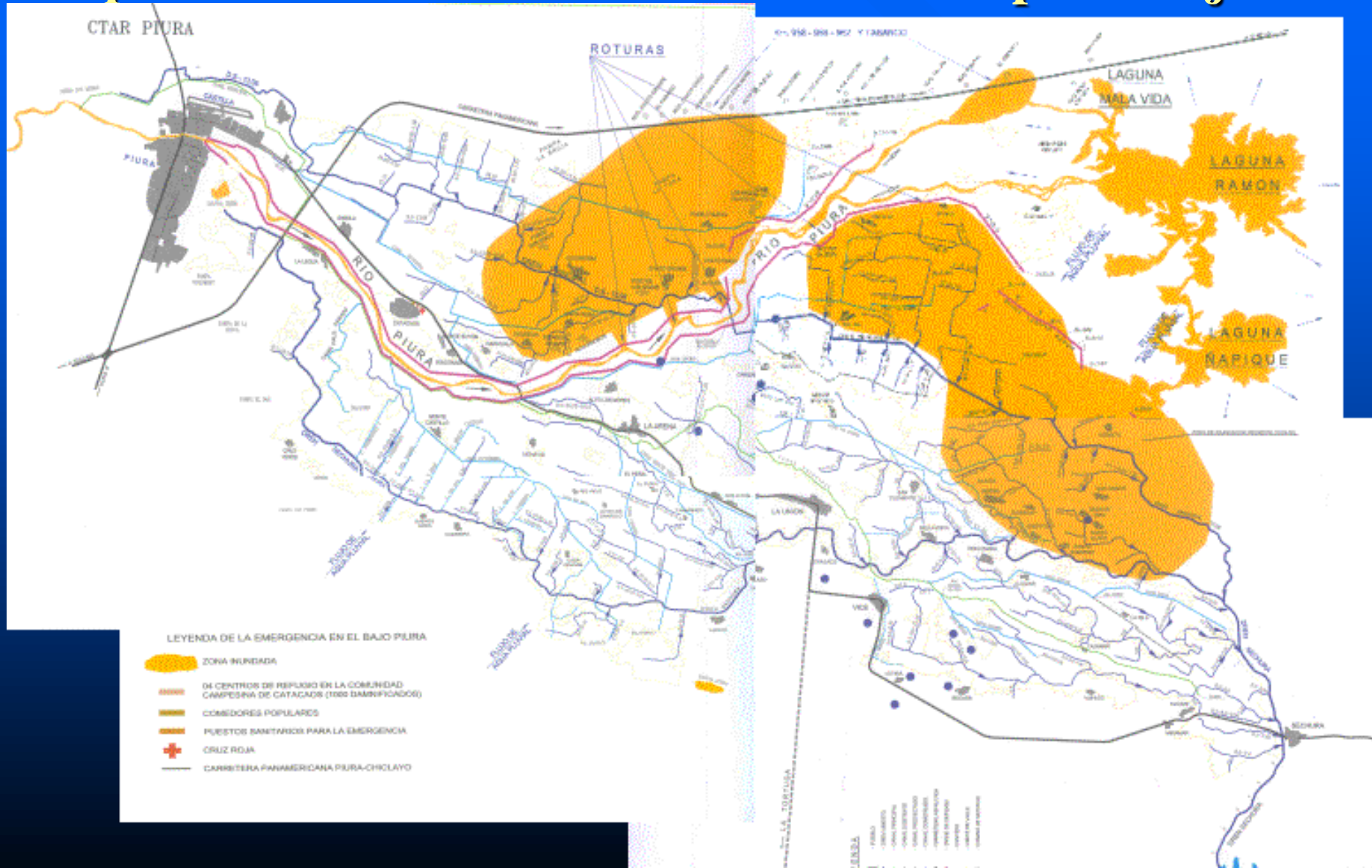


Ing. Juan Silva
Proyecto Chira Piura



Inundaciones en el Bajo Piura

Los diques están diseñados para avenidas de 1700 m³/s, por tanto no evitan inundaciones en la parte baja



Problemática

- Estructuras en el cauce del río Piura
- Inundaciones en el Bajo Piura
- **Drenaje pluvial urbano de Piura**



PIURA

HOY
NOTICIAS

URBANIZACIÓN IGNACIO MERINO BAJO EL AGUA

Análisis de la inundación 2017





Centro de Piura, 1940



1940: Extraordinaria fotografía de las lluvias en Piura de 1940 ,tomada desde la esquina del Jr. Huancavelica mirando a la Plaza de Armas,donde observamos un cartel promocionando una película .Fotografía cortesía de nuestra amiga Sra. Margarita Desulovich De Falshaw.

Centro de Piura, 2017



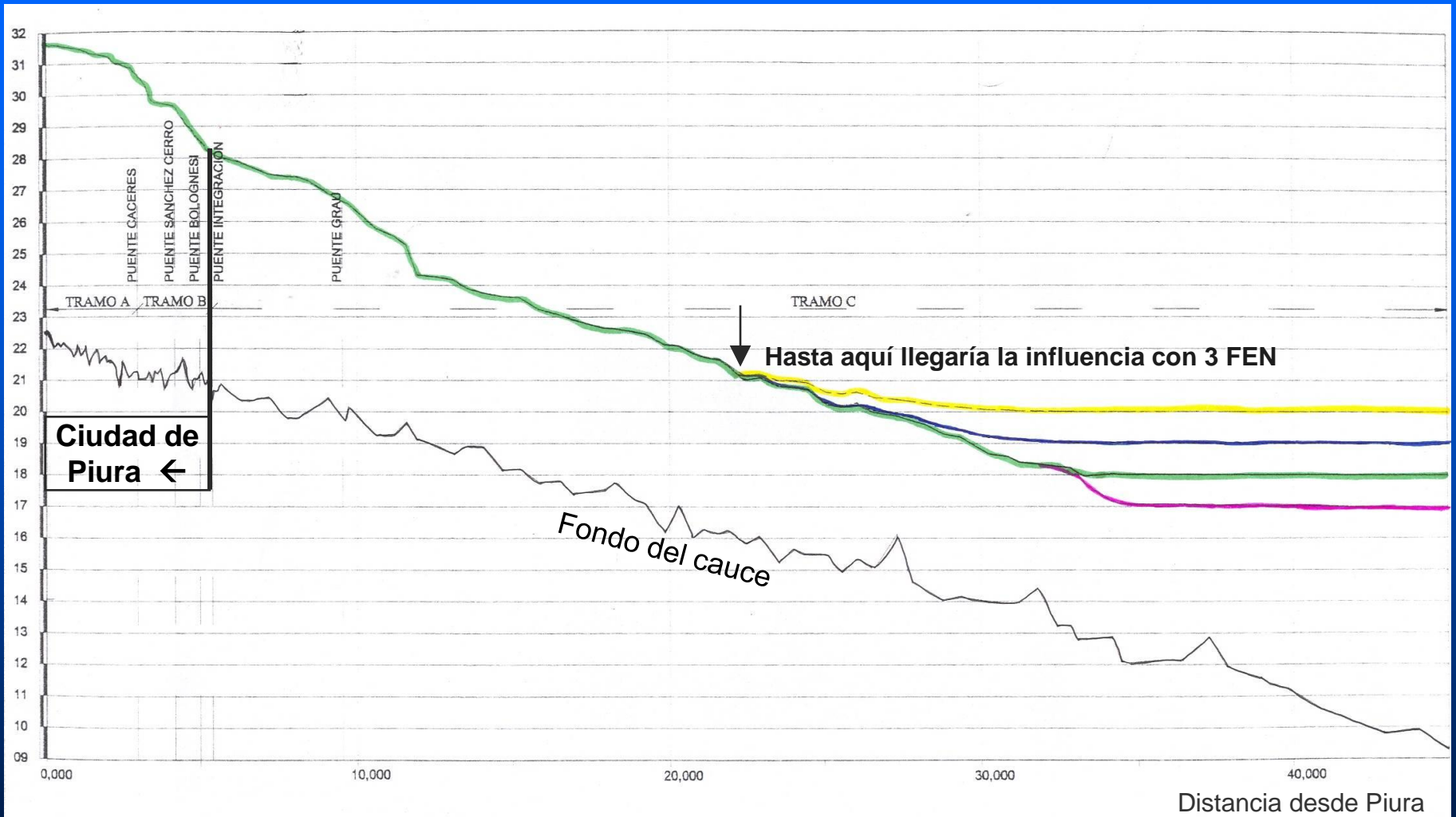
El centro de la ciudad de Piura luce como una laguna. | Fuente: RPP Rotafono



Resultados de concentración de sólidos

Parámetro	Unidades	Puente Cáceres	Puente Sánchez Cerro
Sólidos en Suspensión	<i>g/L</i>	<i>6.27</i>	<i>5.34</i>
Sólidos Disueltos	<i>g/L</i>	<i>0.26</i>	<i>0.24</i>
Sólidos Sedimentables	<i>g/L</i>	<i>0.013</i>	<i>0.012</i>
Sólidos Totales	<i>g/L</i>	<i>6.75</i>	<i>5.79</i>

Influencia de la no desembocadura del río al mar

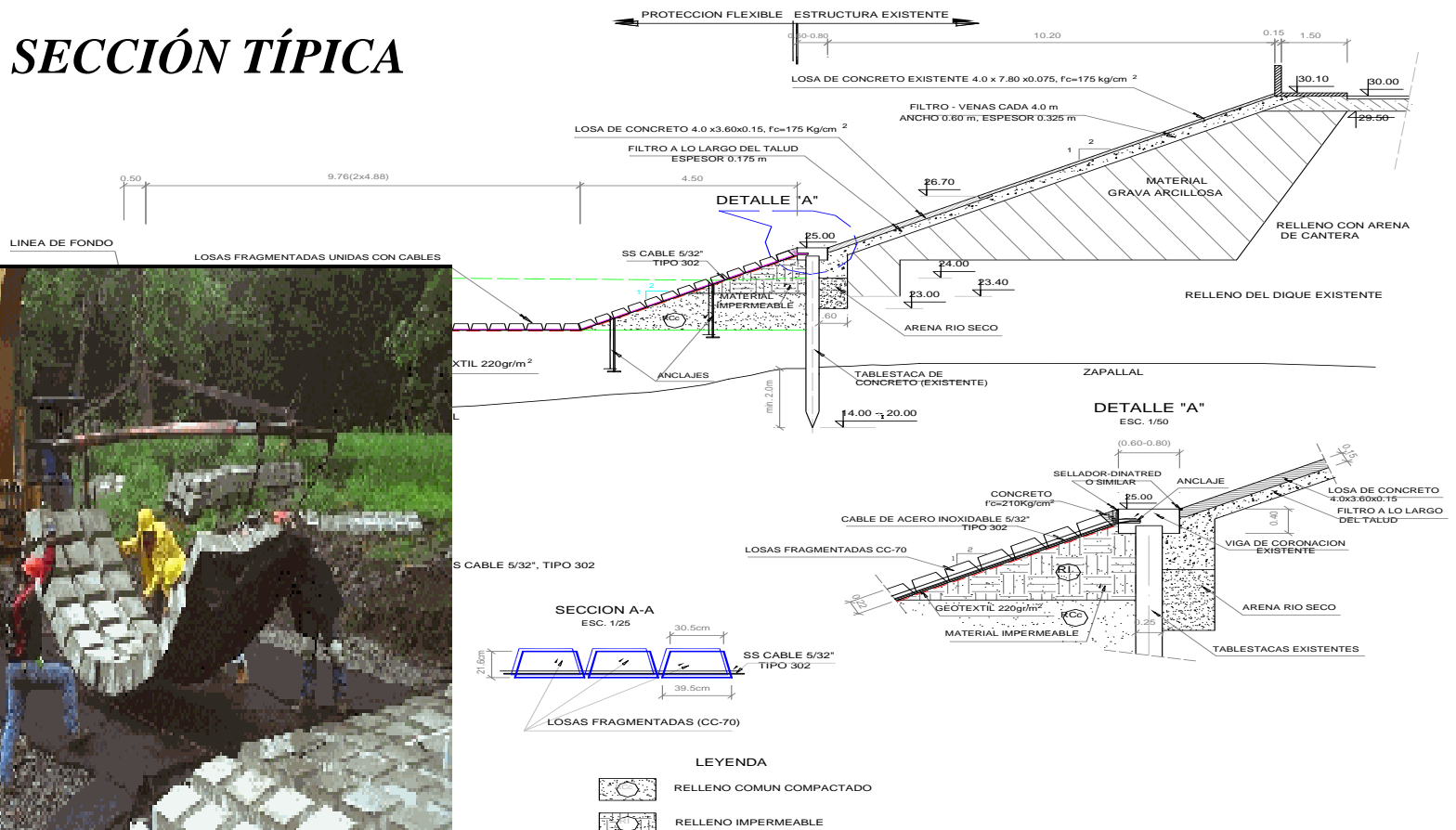


- Condición de borde al final del modelo:
- Nivel de agua en 17 m.s.n.m
 - Nivel de agua en 18 m.s.n.m
 - Nivel de agua en 19 m.s.n.m
 - Nivel de agua en 20 m.s.n.m

Nota:
Las simulaciones se realizaron para un caudal de 2500 m³/s

Proyecto a nivel definitivo de defensas ribereñas para Piura, desde Los Ejidos hasta Bolognesi (Universidad de Piura, 2001)

SECCIÓN TÍPICA

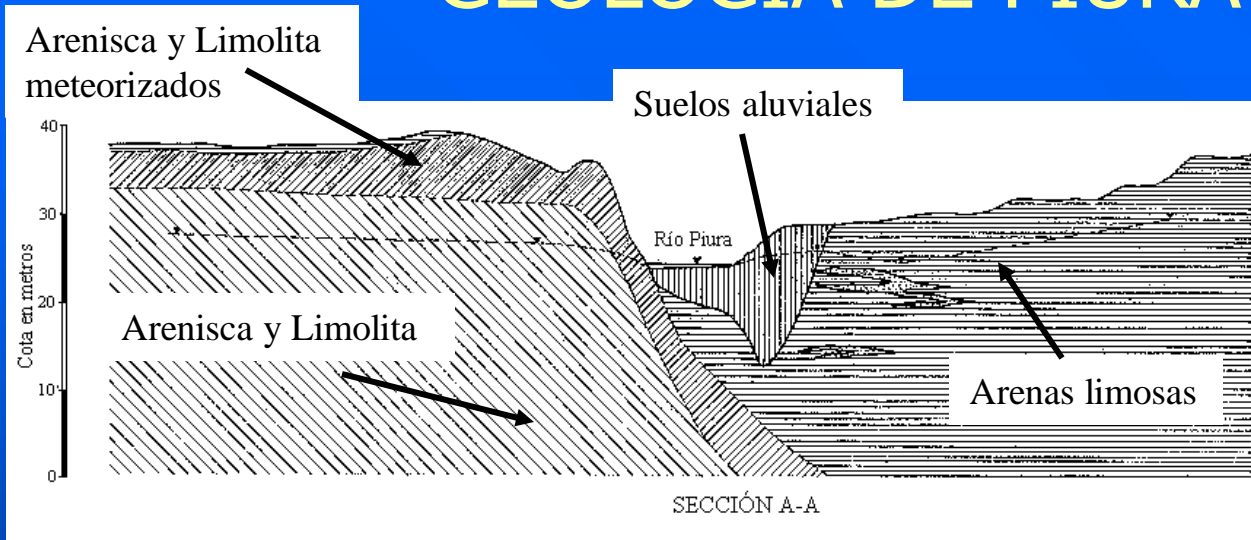


Riesgo en Piura

Se tienen los factores necesarios para que se produzca:

- Suelo arenoso.
- Napa freática alta.
- Zona sísmica.
- Los diseños estructurales no han contemplado este efecto.

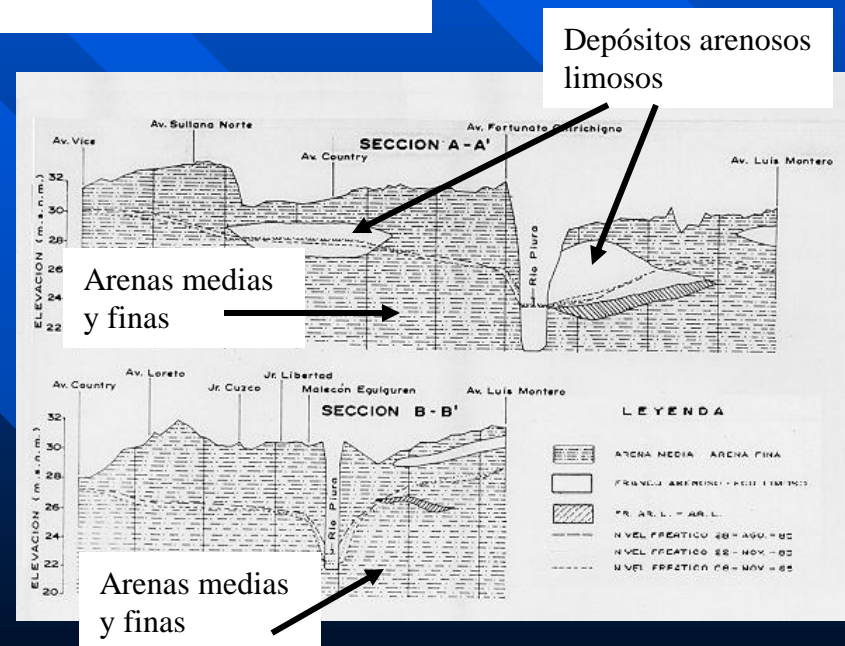
GEOLOGIA DE PIURA



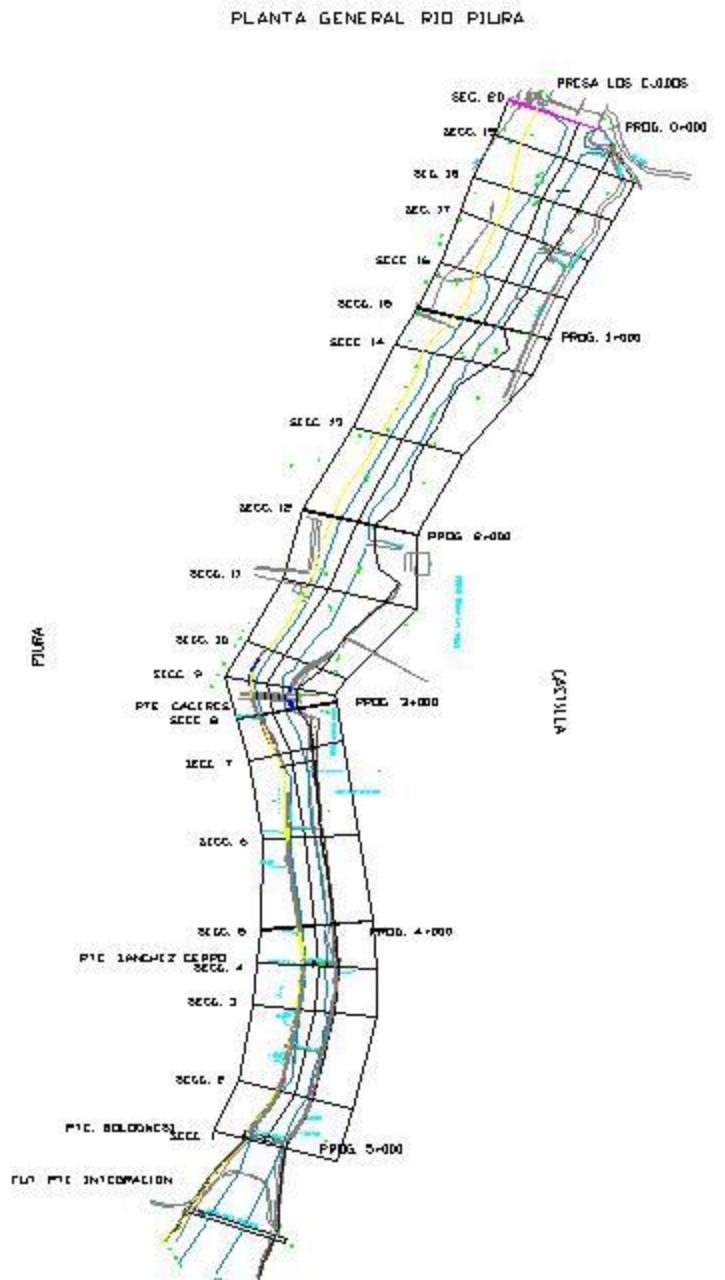
Corte A-A perpendicular al río (vista aguas arriba). Sigue el eje de la Presa Los Ejidos

Corte B-B perpendicular al río (vista aguas arriba). Sigue el eje de la Av. Panamericana.

Corte C-C perpendicular al río (vista aguas arriba). Sigue el eje de la Av. Sanchez Cerro.



Tramo urbano del río Piura



20 secciones a ser analizadas, desde Los Ejidos hasta el puente Bolognesi.

Inicio: Sección 20 – Presa Los Ejidos

Fin: Sección 01 – Puente Bolognesi

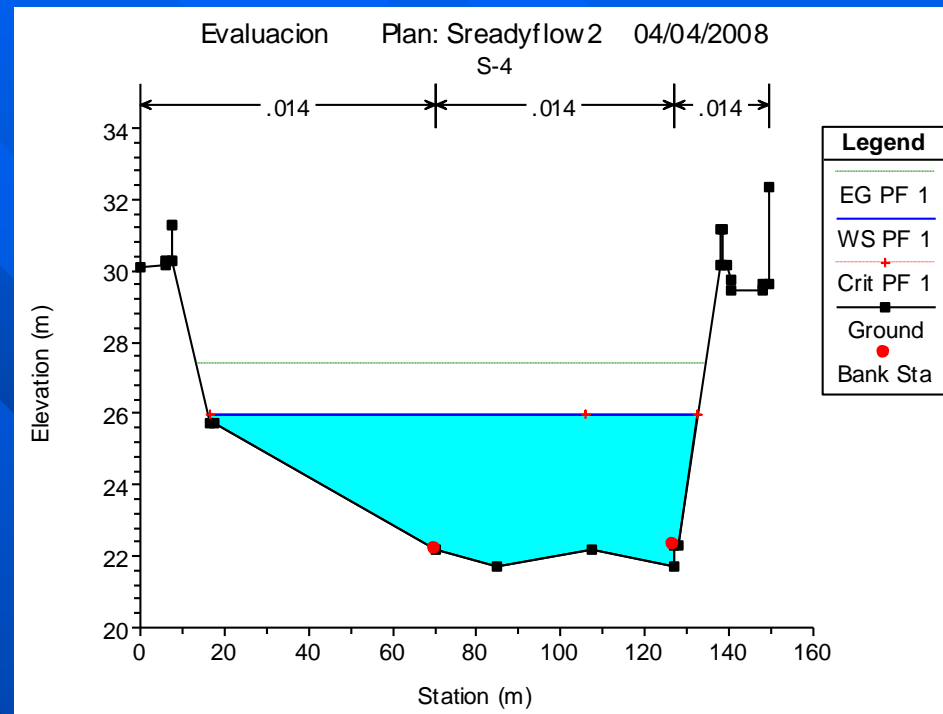
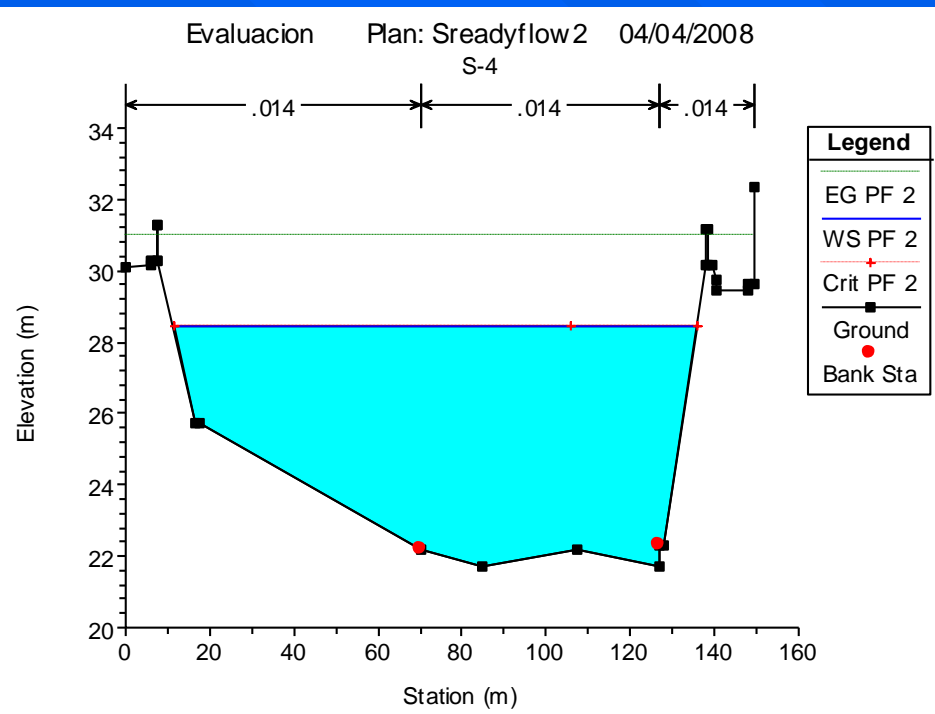
Entre sección 09-08: Puente Cáceres

Sección 04: Puente Sánchez Cerro

Sección Puente Sánchez Cerro

4400 m³/s

1700 m³/s



Polders



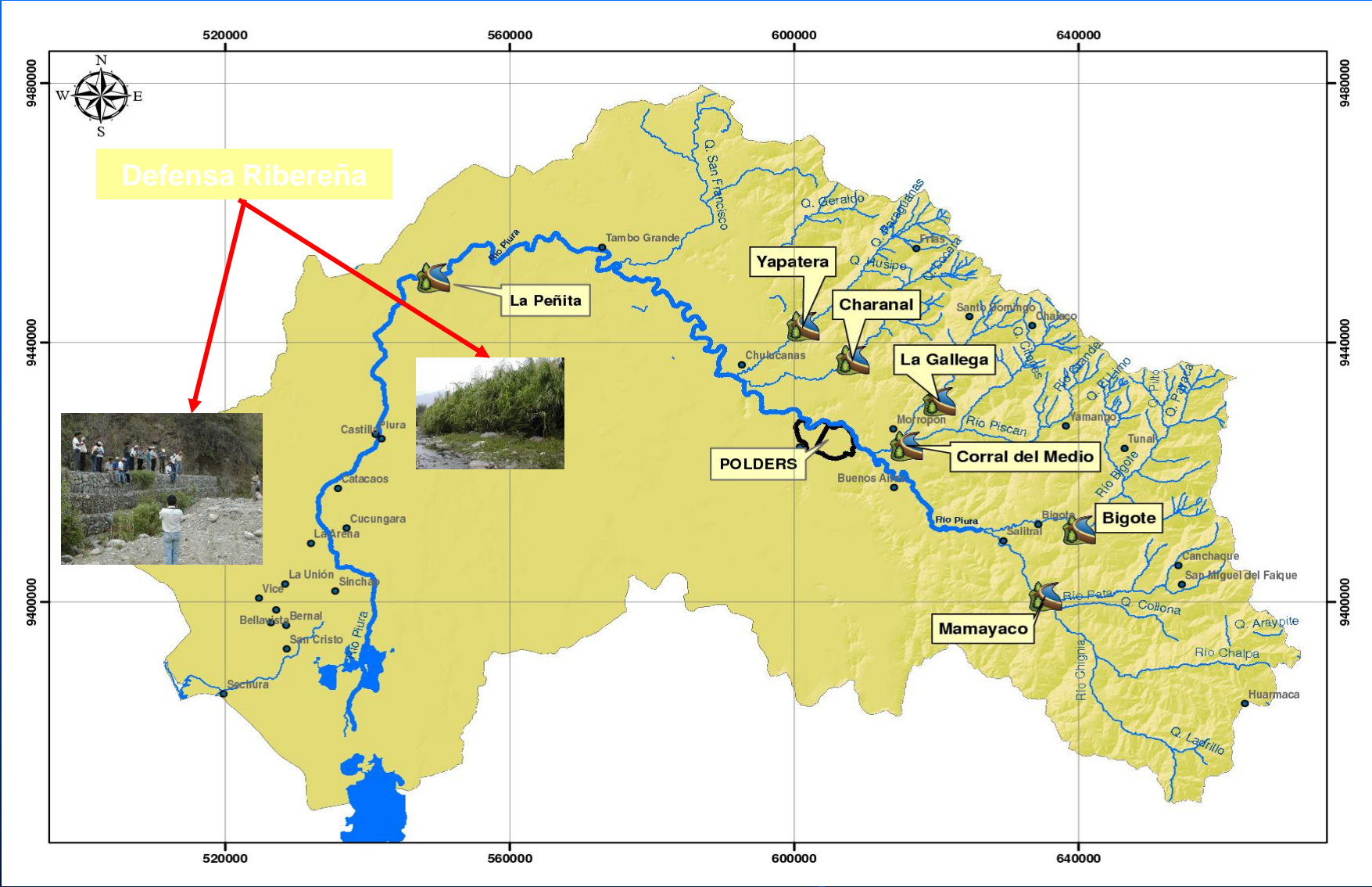
$Q = 4400 \text{ m}^3/\text{s}$



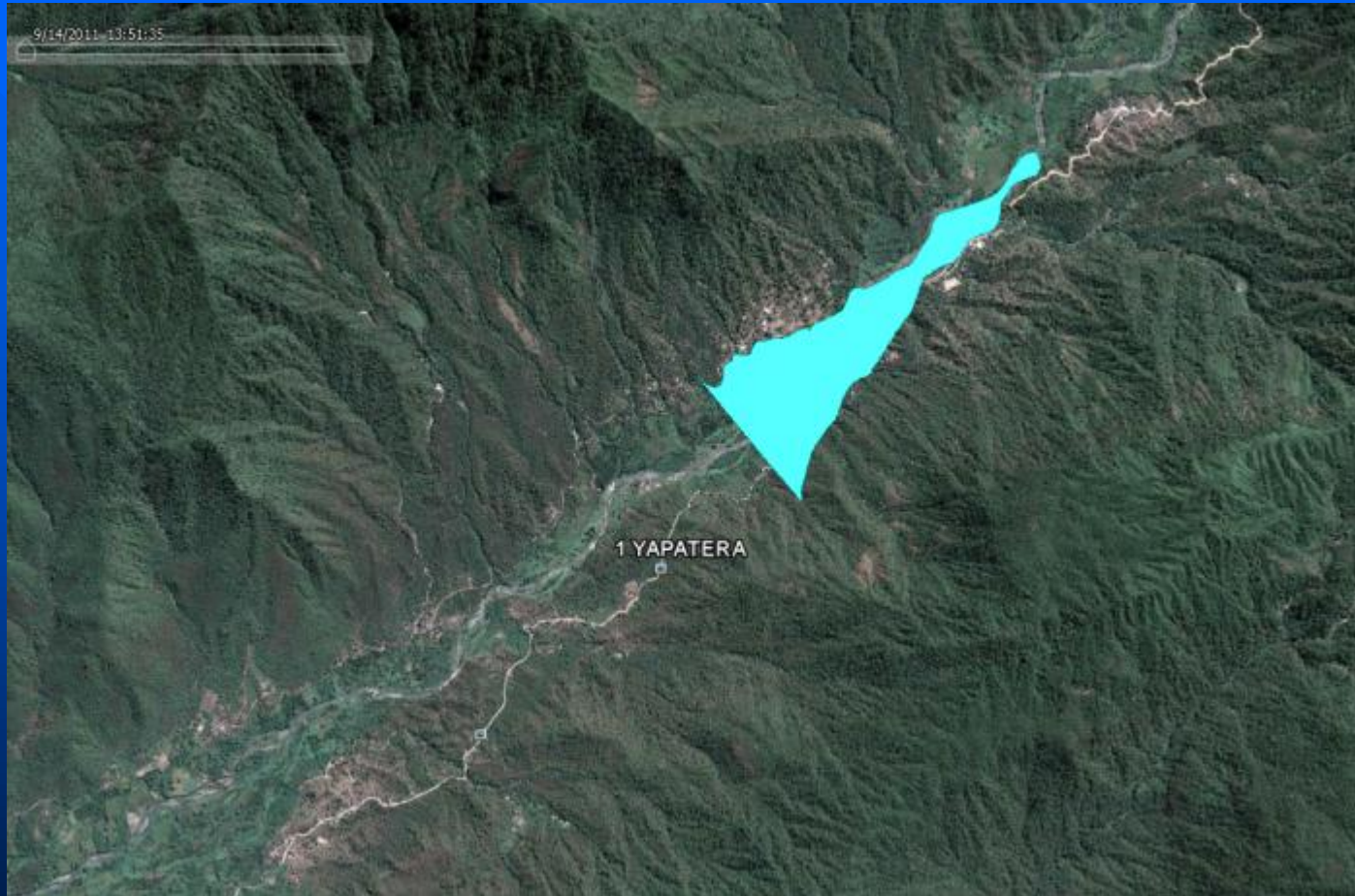
$Q = 1700 \text{ m}^3/\text{s}$

Hacia los polders
 $Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$

- Se identificaron varios lugares posibles para la construcción de presas de almacenamiento en:
 - Yapatera, en la cota 250 msnm,
 - Charanal, en la cota 300 msnm,
 - La Gallega, en la cota 300 msnm,
 - Corral del Medio, en la cota 150 msnm,
 - Pusmalca, en la cota 250 msnm, y
 - Huarmaca, en la cota 300 msnm.



Yapatera



Charanal

2 CHARANAL

- ▶ No se observa que contribuyan a la reducción del pico de las avenidas del FEN en Tambogrande ni en Piura.

T3 Las Damas en San Pedro

3 LAS DAMAS



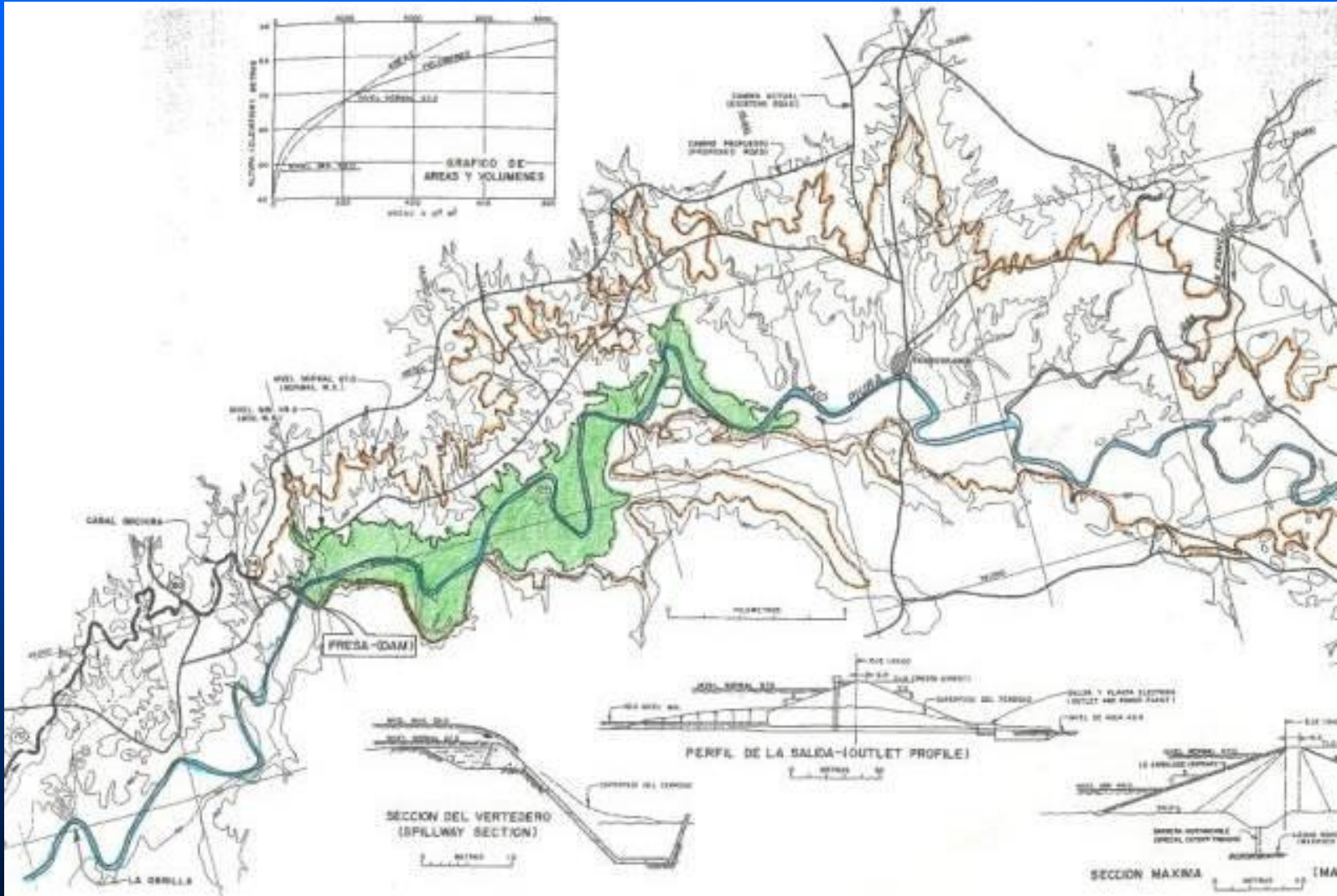
T6 Bigote en Barrios.

A satellite-style topographic map of a mountainous region. The terrain is rugged with various shades of brown, tan, and green. A prominent cyan-colored area is highlighted on a mountain slope, labeled '6 BIGOTE'. The map shows a network of roads and valleys. In the top right corner, there is a small white square icon.

6 BIGOTE

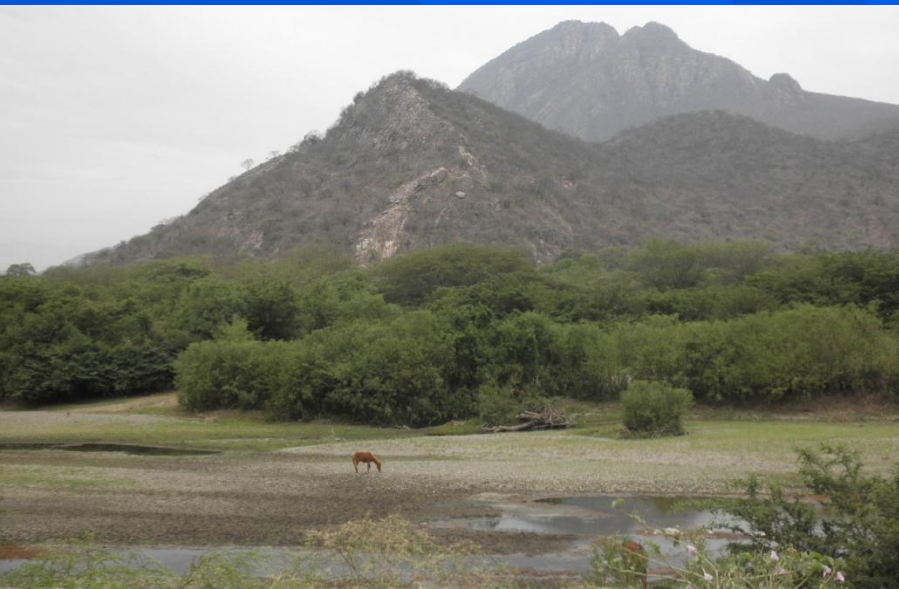
- No contribuye a la reducción del pico de la avenida de marzo 83 ni en Tambogrande ni en Piura.

La Peñita

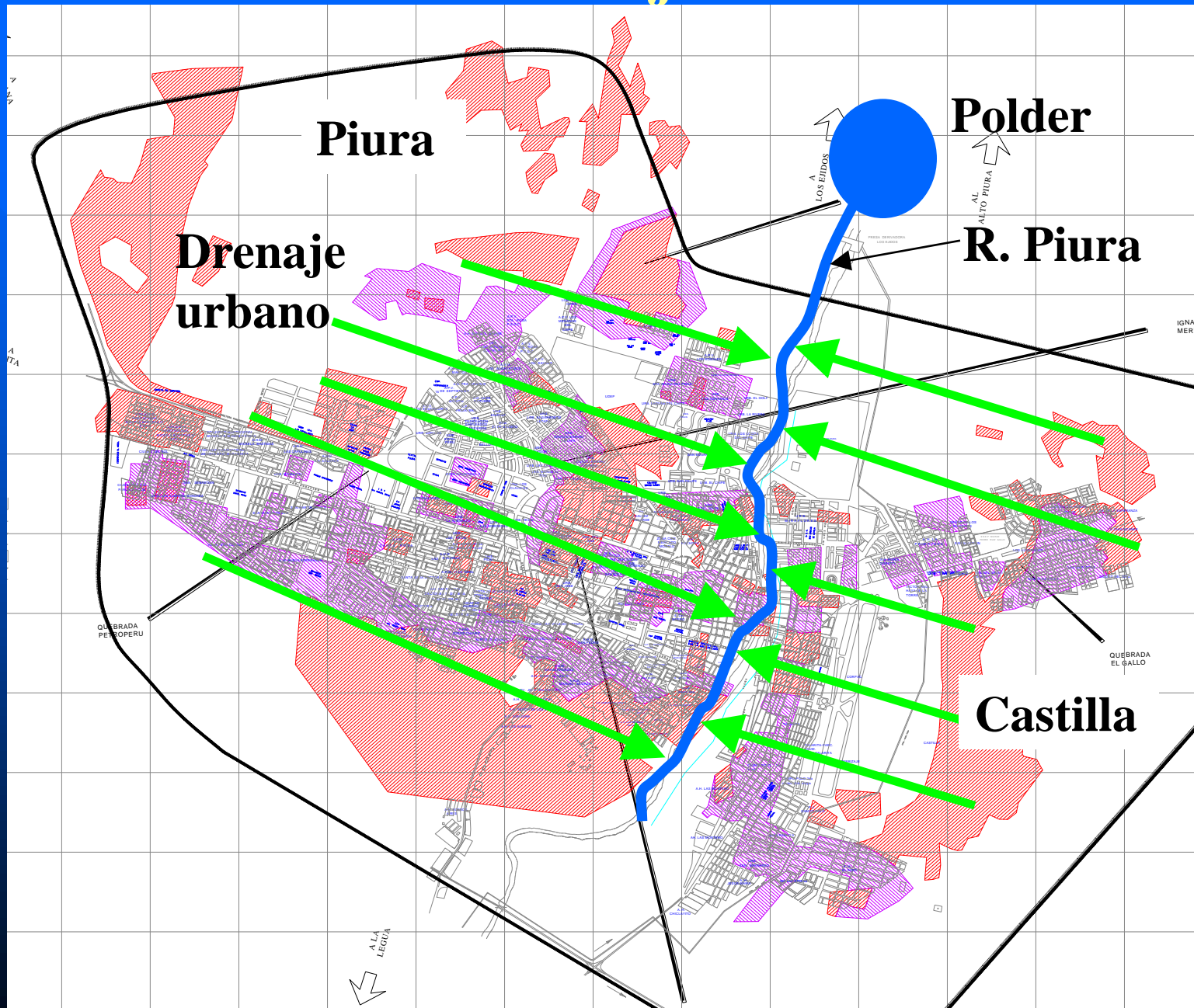


➤ Propuesta por IECO.

EJE DE LA PRESA EL ALA



Solución del drenaje de la ciudad



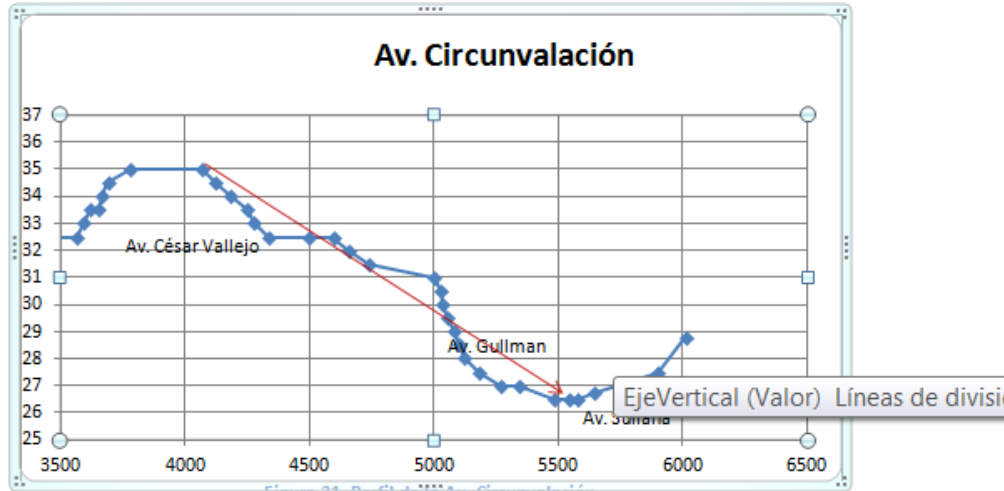


Figura 31. Perfil de la Av. Circunvalación

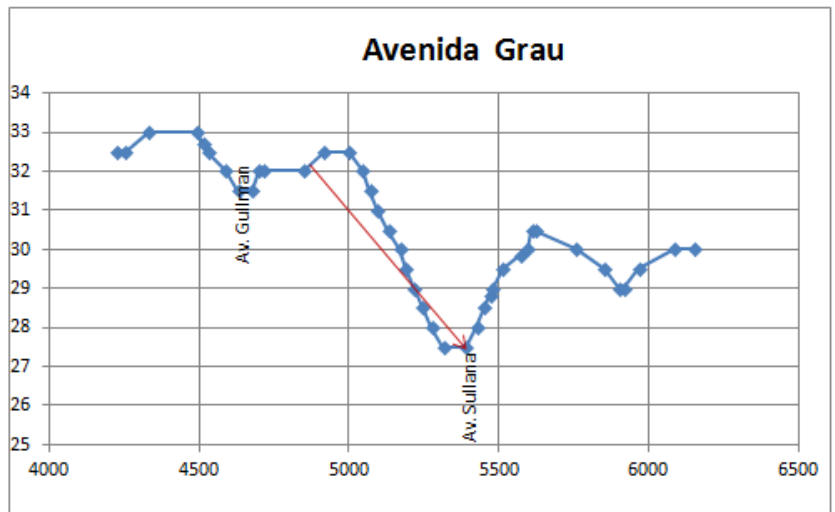
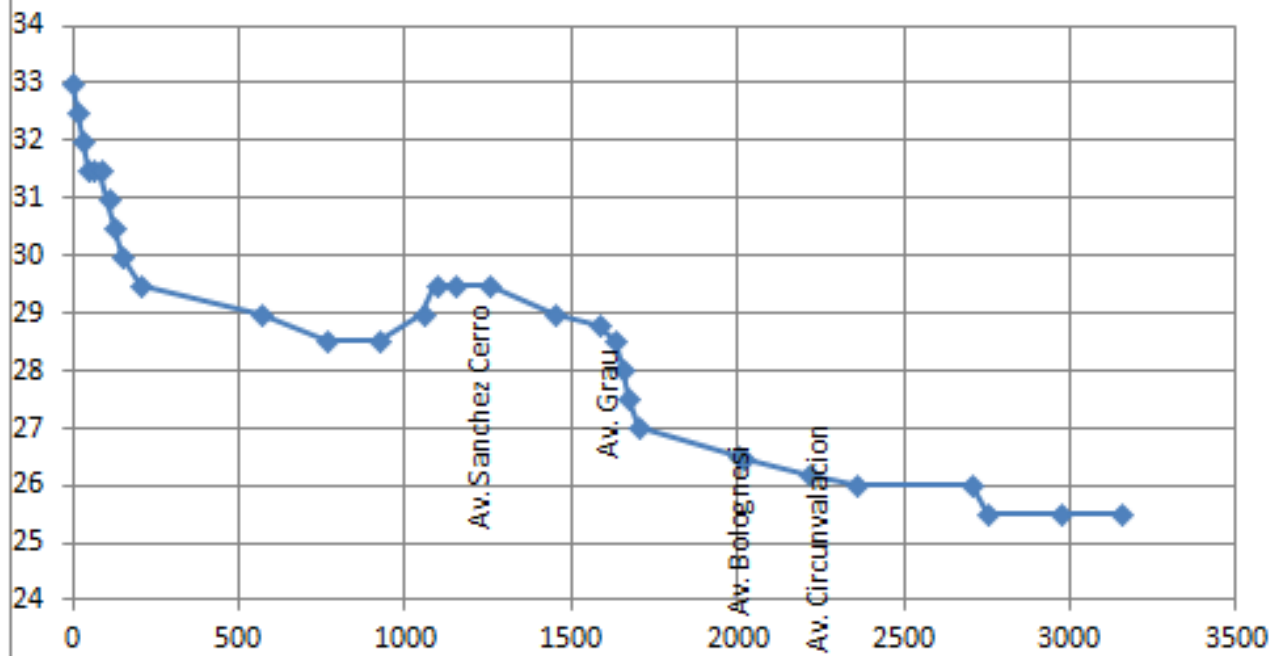


Figura 32. Perfil de la Av. Grau

Av. Sullana



Elementos del Programa

El Programa planteado está compuesto por los siguientes elementos:

- Reservoirios reguladores.
- Defensas ribereñas en el medio Piura.
- Defensas ribereñas en la ciudad de Piura.
- Drenaje pluvial de los distritos de Piura y Castilla.
- Malecón Piura.
- Saneamiento de los caseríos del distrito de Tambogrande.

Elementos del Programa	Costo(Dólares)
I.- Presas	140000000
II.- Defensas ribereñas en el Medio Piura	20000000
III.- Defensas Ribereñas en el Bajo Piura	50000000
IV.- Defensas ribereñas en el tramo urbano de Piura y Castilla	20000000
V.- Drenaje Pluvial Piura y Castilla	80000000
VI.- Adecuación de las estructuras en el cauce del Río Piura	
Presa Los Ejidos	3000000
Puente Cáceres	1000000
Puente Independencia	9000000
VII.- Abastecimiento de agua Potable y alcantarillado de Caseríos de Tambogrande	7000000
VIII.- Malecón Piura	45000000
TOTAL	375000000

Evolution of the Levee System Along the Lower Mississippi River

FUENTE

J. David Rogers, Ph.D., P.E., R.G.

Natural Hazards Mitigation Institute

Department of Geological Engineering

University of Missouri Rolla Missouri-

Mississippi River Drainage Basin



URBAN LEVEES



Levee construction at New Orleans in 1863, during the Civil War.

RAISING LEVEES



The levees along the lower Mississippi had to be heightened continuously between 1850 and 1927 because the bed of the Mississippi River elevated itself, because of increased confinement, caused by levee construction.

Mississippi River Flood of 1890

- 56 miles of levees destroyed
- The MRC adopted the flood of 1890 as the design flow line for levees
- Resulted in many levees needing to be raised from 38 to 46 feet

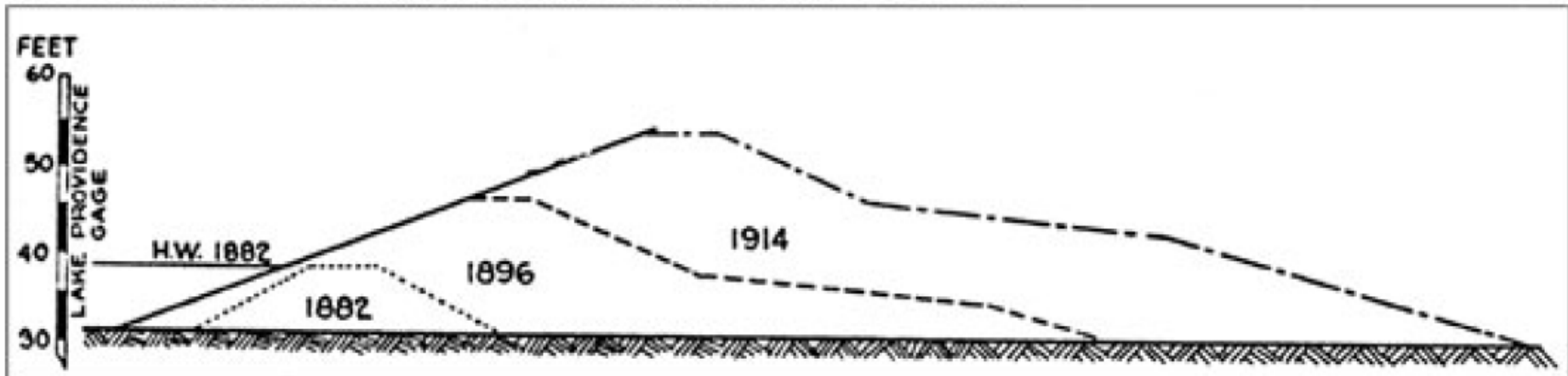


The tragic figures reflect the hardship of the turn-of-the century floods

Mississippi River Flood of 1912

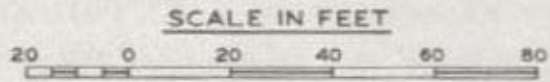
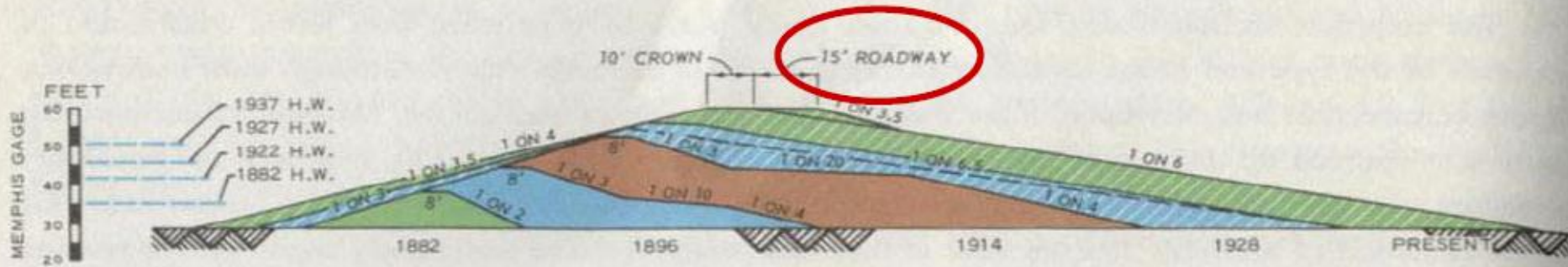
- Resulted in an increase in the levee grade and design cross section by 1914
- Grade 3' above 1912 floodline
- Banquette 3' – 8' below crown; width 20' – 40'

The evolution of levees grades and section from 1882-1914.



RIVERSIDE

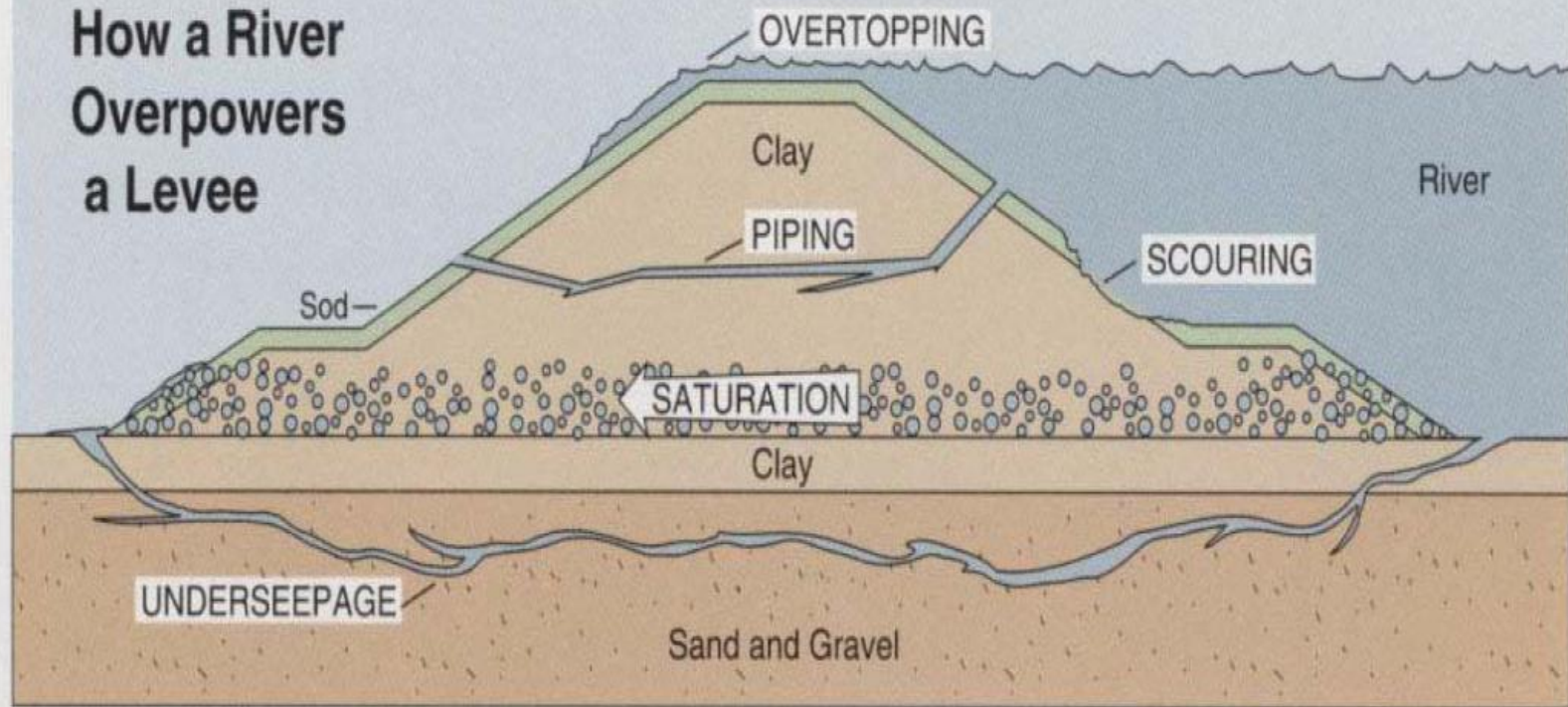
LANDSIDE



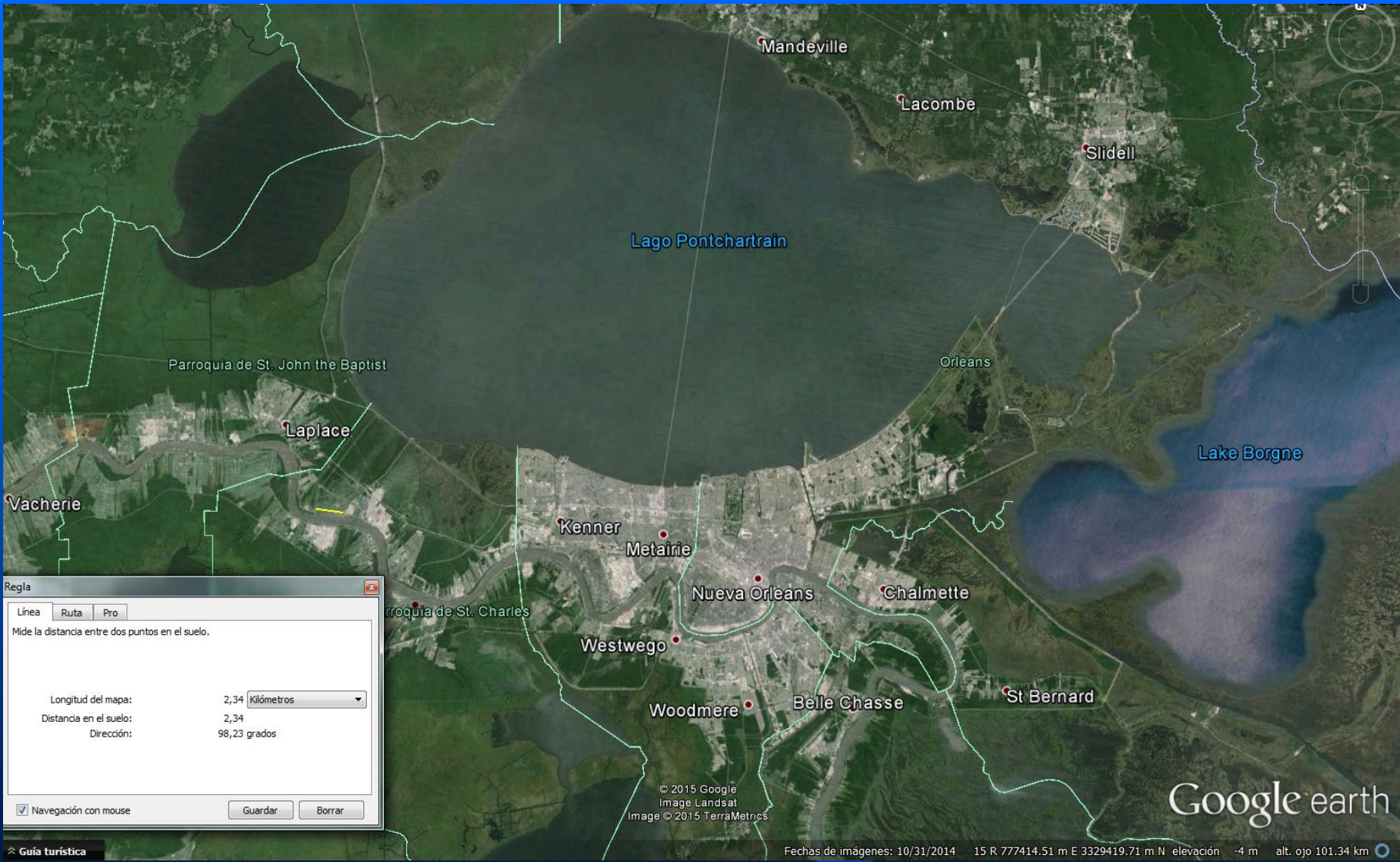
DIMENSIONS OF CROSS SECTIONS

YEAR	HEIGHT FEET	BASE WIDTH FEET	AREA SQ FEET
1882	9.0	53.0	274
1896	15.5	120.5	951
1914	24.0	200.0	2455
1928	27.0	260.0	3645
PRESENT	30.5	315.0	4956

How a River Overpowers a Levee



The most cited failure modes for levees include underseepage, hydraulic piping, and overtopping. In actuality, excessive uplifting seepage on the landside toe probably triggers mass liquefaction, which triggers extensive bearing capacity failure, which then causes a catastrophic slope failure. In this manner, 100 to 2000 lineal feet of levee can collapse in a few seconds; which is the usual pattern.



Regla

Línea Ruta Pro

Mide la distancia entre dos puntos en el suelo.

Longitud del mapa: 2,34 Kilómetros

Distancia en el suelo: 2,34

Dirección: 98,23 grados

Navegación con mouse

Guardar Borrar

