



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

Efectos del Cambio Climático en el desarrollo costero de La Ceiba

Manejo Integrado de Recursos
Ambientales
USAID/MIRA

Pepe Herrero

jherrero@mirahonduras.org

9946-7994

Tres proyectos de cambio climático

- Polowkane, Sur África
 - Recursos hídricos
- Zignasso, Mali
 - Agricultura
- La Ceiba
 - Recursos hídricos y costeros

400000

500000

600000

700000

800000



LEYENDA

- Ciudades Principales
- ~ Red Hidrica
- ~ Red Vial
- ▭ Limite Departamental
- Areas Protegidas por Categoria**
- Area de Uso Multiple
- Jardin Botánico
- Monumento Cultural
- Parque Nacional
- Parque Nacional Marino
- Refugio de Vida Silvestre
- Reserva Antropológica
- Reserva Biológica
- Reserva Forestal
- Reserva Marina
- Reserva de Biosfera
- Reserva de Recursos
- Santuario de Vida Silvestre
- Zona Productora de Agua
- Zona de Reserva Ecológica

ZONA COSTERA NORTE DE HONDURAS



0 15 30 60 Kilometros

M a r C a r i b e

Parque Nacional Pico Bonito
2,436 msnm

BELICE

GUATEMALA

Islas de la Bahía
Roatan

Guanaja

Utila

Cayos Cochinos

Trajillo

Puerto Cortés

La Ceiba

Atlántida

Tocoa

Colón

Gracias a Dios

Cortez

Olancho

Olancho

Santa Bárbara

Yoro

San Pedro Sula

La Lima

El Progreso

Olancho

1900000

1800000

1700000

1900000

1800000

1700000

400000

500000

600000

700000

800000

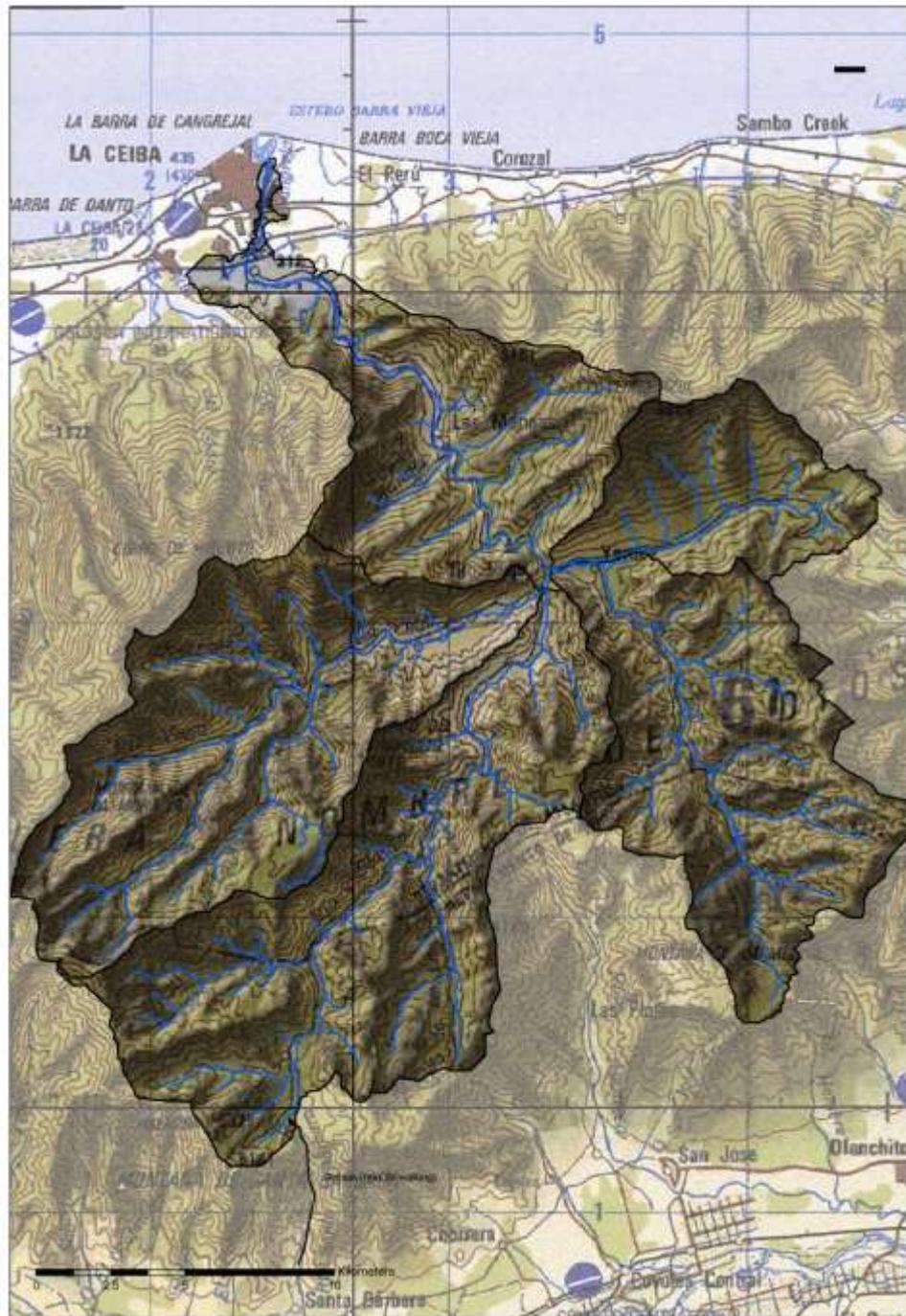
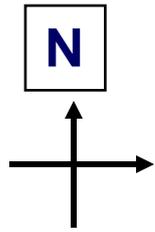
Antecedentes de La Ceiba

- Es la tercera ciudad mas grande de Honduras
- Portal a varios parques y refugios de vida silvestre:
 - Parque Nacional Pico Bonito
 - Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado
 - Parque Marino Cayos Cochinos



CUENCA EL CANGREJAL





Proyecto USAID/MIRA

Zona de intervención



↓
N

La Ceiba

Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado









USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis realizados:

Escenarios de Cambio Climático

Desarrollados por Joel Smith (Stratus Consulting) y Wigley (Centro Nacional para la Investigación Atmosférica)

Análisis de Recursos Costeros

Dirigido por Serman & Asociados (Cardini)

Asesorado por Richards y Nicholls, Universidad de Southampton

Análisis de Inundaciones

Dirigido por UNITEC (Castañeda y Quiroz)

Asesorado por Strzepek (Universidad de Colorado)



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

Escenarios de Cambio Climático

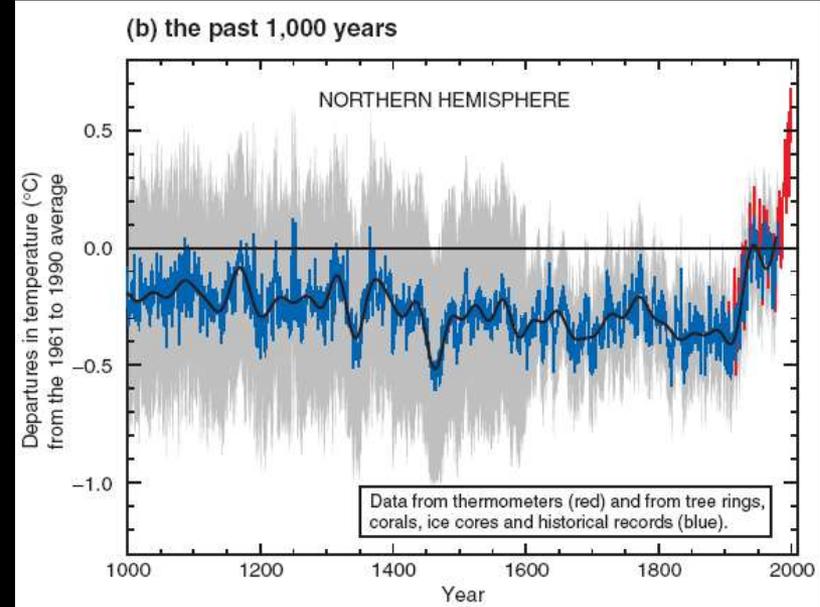
Desarrollados por

Joel Smith (Stratus Consulting)
y Wigley (Centro Nacional para
la Investigación Atmosférica)

Joel B. Smith
Stratus Consulting Inc.
P.O. Box 4059
Boulder CO 80306-4059
Tel: 1-303-381-8218
Fax: 1-303-381-8200
e-mail: jsmith@stratusconsulting.com
www.stratusconsulting.com

El Clima está Cambiando

- Hay mayores concentraciones de CO₂
- Son mas altas las temperaturas y niveles del mar
- Estamos viendo evidencia de cambio de clima



Como Cambiará el clima de La Ceiba en el Futuro?



- Lo Mas Probable
 - Temperaturas mas altas
 - Niveles del mar mas altos

Intensidad de la precipitación



- Probabilidad de incrementarse por temperaturas mas altas
- Pueden ser lluvias más intensas aun si la precipitación anual sea menor
- **Lluvias concentradas en las últimas dos semanas de octubre y primeras dos semanas de noviembre (Mitch)**

Huracanes

- Intensidad Incrementada
 - Mayor velocidad de vientos
 - Mas precipitación
- Cambio de frecuencia es insegura
- Cambio de ubicación es insegura
- Se desconoce si el Caribe verá más o menos huracanes
- Pero esperen que los que vendrán serán mas intensos
- **Ultimo estudio de la NOAA,**
“formación de menos Huracanes
pero mas intensos en general” Diario

La Tribuna Mayo 21/08



Escenarios de Cambios Climáticos



- Desarrollar escenarios que indiquen como puede cambiar el clima en relación a 1990
- Tratar de reflejar un amplio rango de posibles ocurrencias
 - Los Cambios pueden ser aun mayores
- Puede producir sorpresas

Incremento en Nivel de Mar



- Verán repetición de Fifi y de Mitch
- Asuman un pie adicional de incremento del nivel del mar

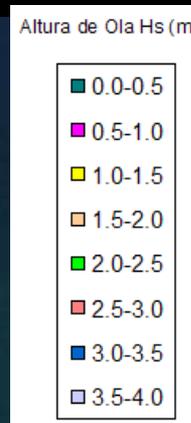
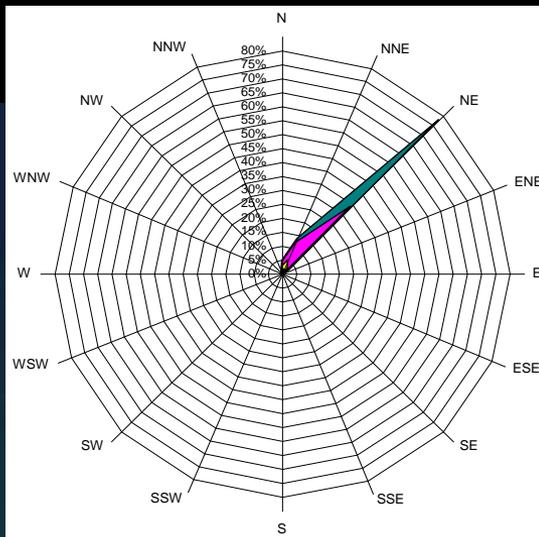
En conclusión

1. El clima está cambiando por las actividades de los humanos
2. El clima continuará cambiando probablemente a un nivel más rápido durante este siglo
3. Si no tomamos esto en consideración en la planificación a largo plazo, podremos estar dejándonos en una posición mas vulnerable

Análisis de recursos costeros

Dirigido por
Serman & Asociados (Cardini)
Asesorado por
Richards y Nicholls,
Universidad de Southampton

Olas Transformadas Frente a La Ceiba (estadística en 20 m de profundidad)

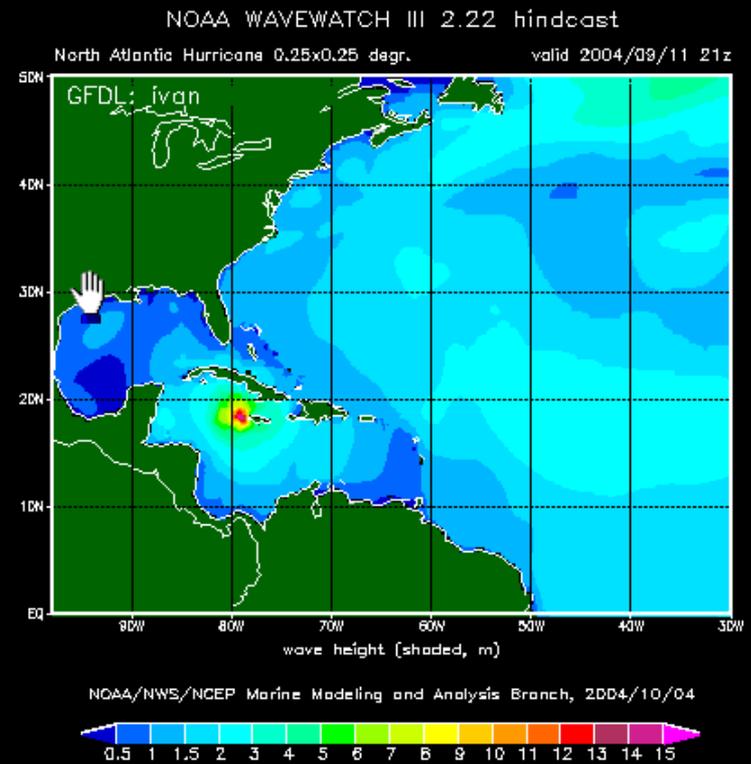


TRANSPORTE LITORAL PREDOMINANTE HACIA EL OESTE

- Altura significativa de Olas
- Tormentas del Norte: Hs = 5 m
- Huracán Tipo Mitch: Hs = 6,5 m

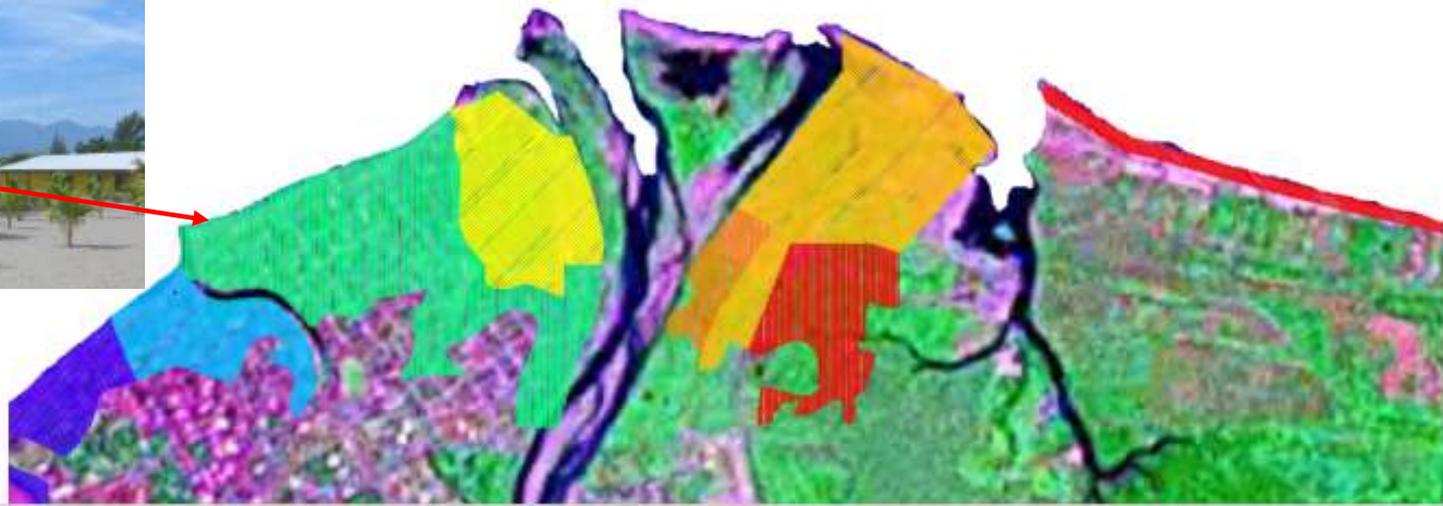
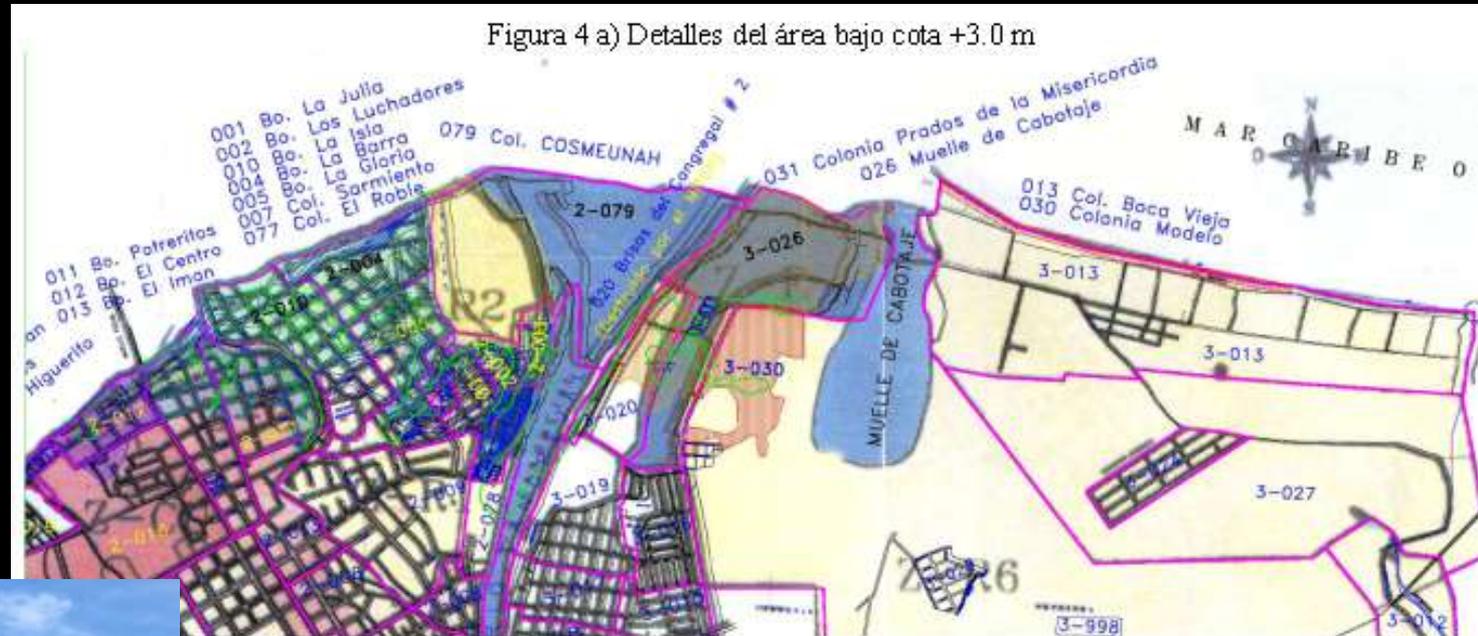
Sobre elevación del mar por huracanes

- La sobre elevación del nivel del mar causada por un huracán puede superar los 5 m para Categoría 5
- El Huracán IVAN (septiembre de 2004), si bien perjudicó principalmente en el área de las Islas Caimán (con olas estimadas de más de 9 m de altura), afectó a la zona de La Ceiba con una sobre elevación del nivel de agua estimada en 1,5 a 2,0 m, ya que alcanzó la primer calle asfaltada.



Detalles de área afectada por inundaciones

Figura 4 a) Detalles del área bajo cota +3.0 m

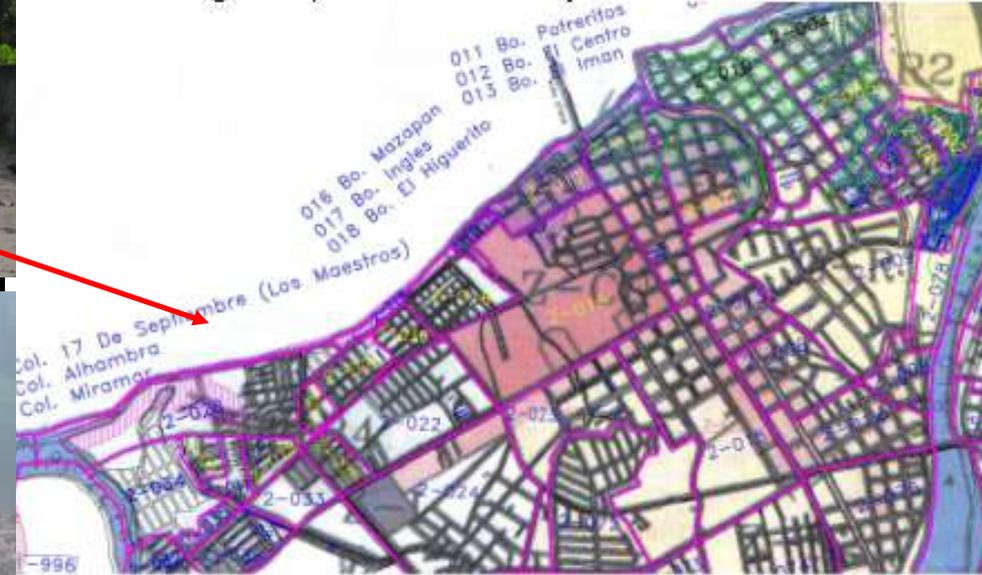


Detalles de área afectada por inundaciones

Tratamiento y descarga
Cloacal



Figura 4 b) Detalles del área bajo cota +3.0 m



Danto



OPCIONES DE RESPUESTA PARA ZONAS CON LA LÍNEA COSTERA DESARROLLADA (BARRIO LA ISLA E INMEDIACIONES – SECTOR 2)

- LA SITUACIÓN ES MÁS COMPLEJA. EL ENFOQUE SUELE PASAR POR LA PROTECCIÓN, PREFIRIENDO SIEMPRE QUE SEA POSIBLE LAS OBRAS DE DEFENSA “BLANDAS” A LAS “DURAS”



Balance Costero - Aporte del Río Cangrejal



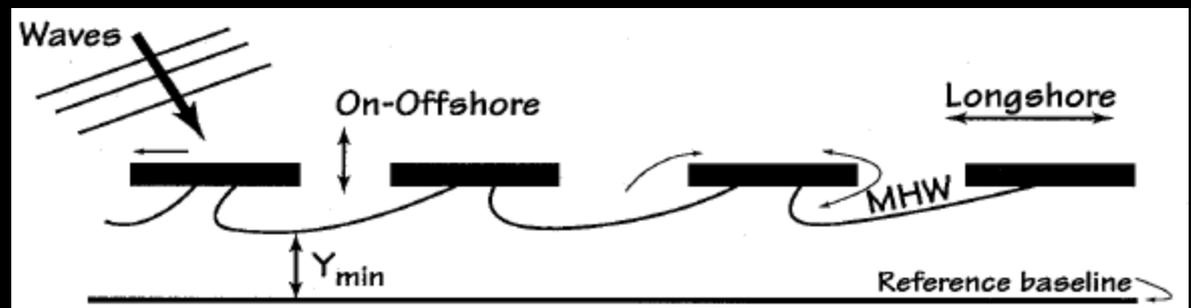
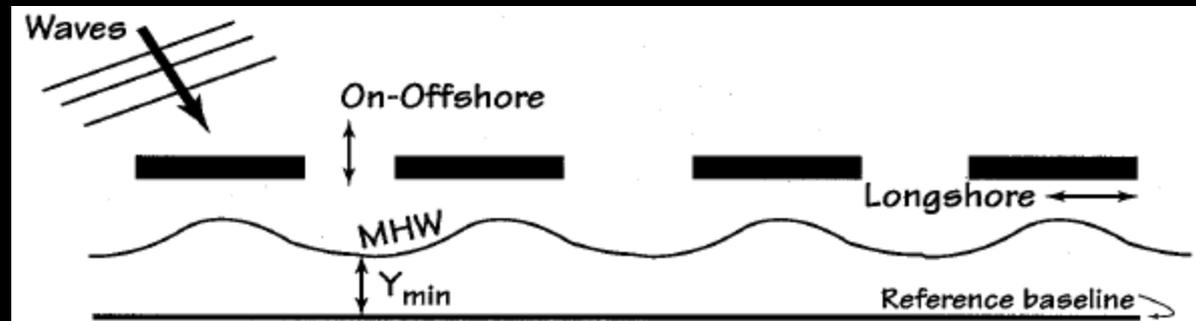
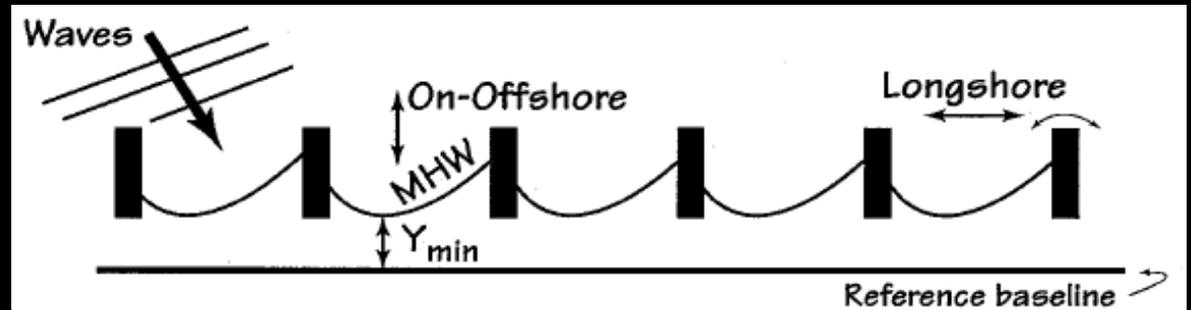
- Las barras del río Cangrejal son una fuente esencial de sedimentos
- Si la descarga sólida fuera interrumpida (por ejemplo por una represa) habría erosión costera





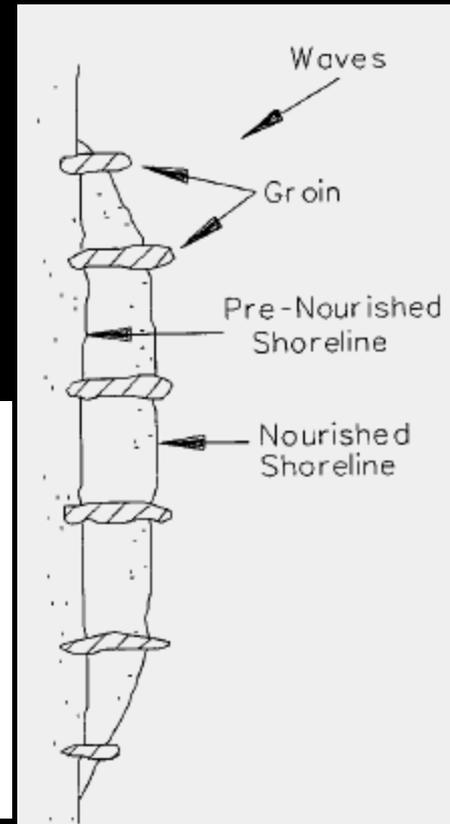
Alternativas de Defensa con espigones y rompeolas

- Espigones (con o sin relleno de playa)
- Rompeolas separados (longitud mucho menor a la distancia a la costa y separación mayor a dos longitudes de onda de la ola)
- Cuando el bloqueo de la energía de las olas es excesiva se une la costa con el rompeolas (tómbolo)

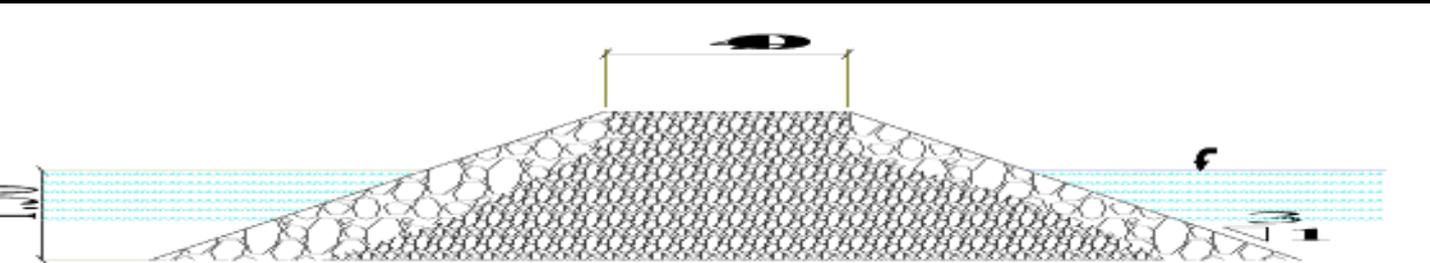


Alternativa con espigones y relleno costero

- Construcción de espigones y relleno de playa en 30 m.
- El muro es solo una separación entre la calle y la playa.
- La protección la brinda la arena de la playa. Se requiere rellenar 250 m² de área a 4 \$/m³ son 1 Millón \$/ km.
- El costo de los espigones es también de 1 Millón \$ /km
- El costo de protección del tramo con Malecón en poco más de 1,5 km (Sea View a Muelle) es de \$ 3,2 Millones



Nourishment
Stabilized by a
Tapered Groin
Field

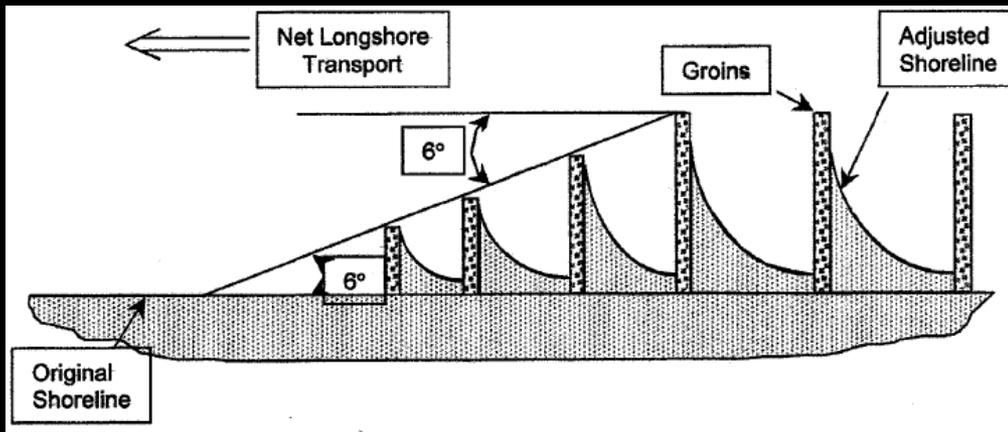


Efecto de un campo de espigones

- SIN RELLENO DE PLAYA



- CON RELLENO



Variaciones de la línea de costa por erosión (Febrero – Octubre 2005)

SE APRECIA LA EROSIÓN ACAECIDA ENTRE FEBRERO Y OCTUBRE DE 2005 EN LA ZONA VIVA (BARRIO LA ISLA).

LA EROSION ESTÁ LIMITADA POR LA PRESENCIA DE GRAVA BAJO LA PLAYA



Playa en Febrero de 2005

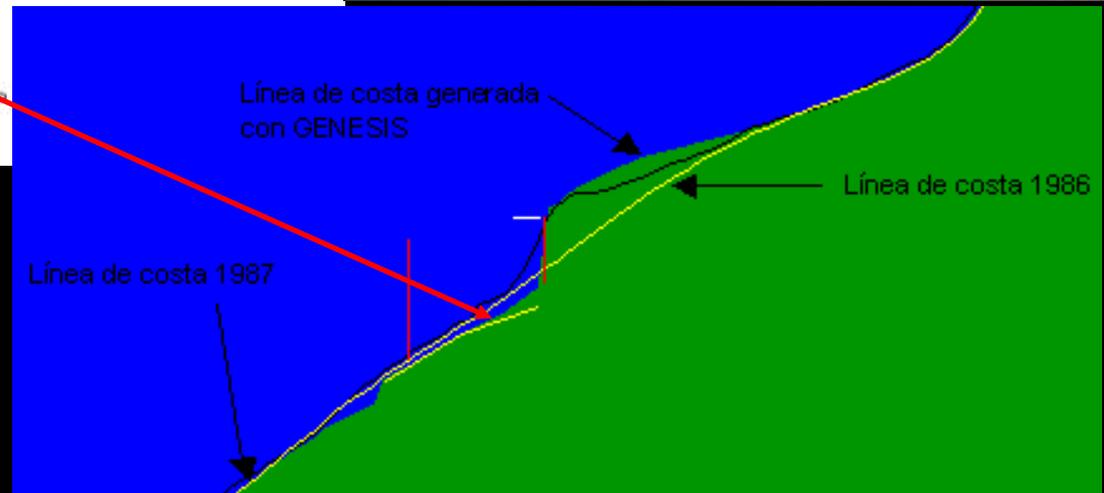
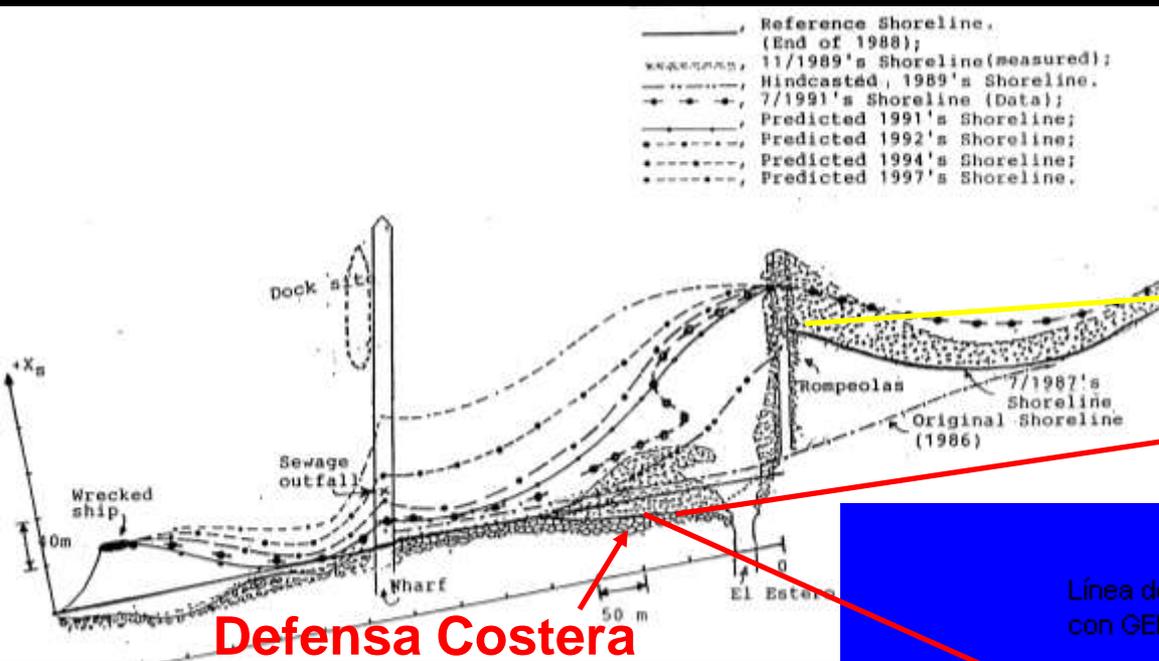
Playa erosionada en Octubre de 2005





Modelación del Transporte Litoral

- Se reprodujo la evolución de la Playa posterior a la construcción del espigón existente para Calibrar el Modelo GENESIS



Medidas complementarias: Mejoramiento del Drenaje para evitar erosiones localizadas en la playa





USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

Efectos del Cambio Climático en el Riesgo de Inundación para La Ceiba

Mario R. Castañeda V.

Profesor de Ciencia e Ingeniería en Geología

Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC)

Carlos E. Quiroz A.

Consultor en Ingeniería Ambiental

En Colaboración con

Kenneth M. Strzepek

Profesor de Ingeniería Civil

y

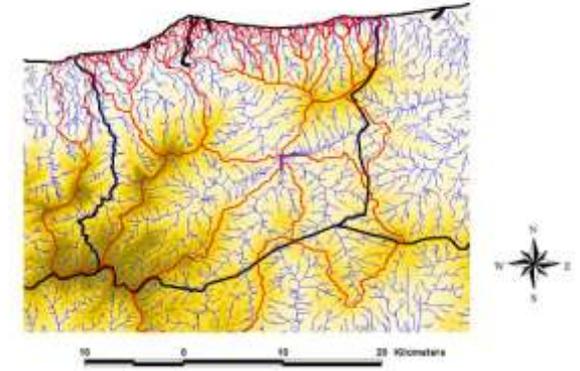
Estudiantes de Último Año de Ingeniería Civil

Universidad de Colorado

Análisis de Inundación



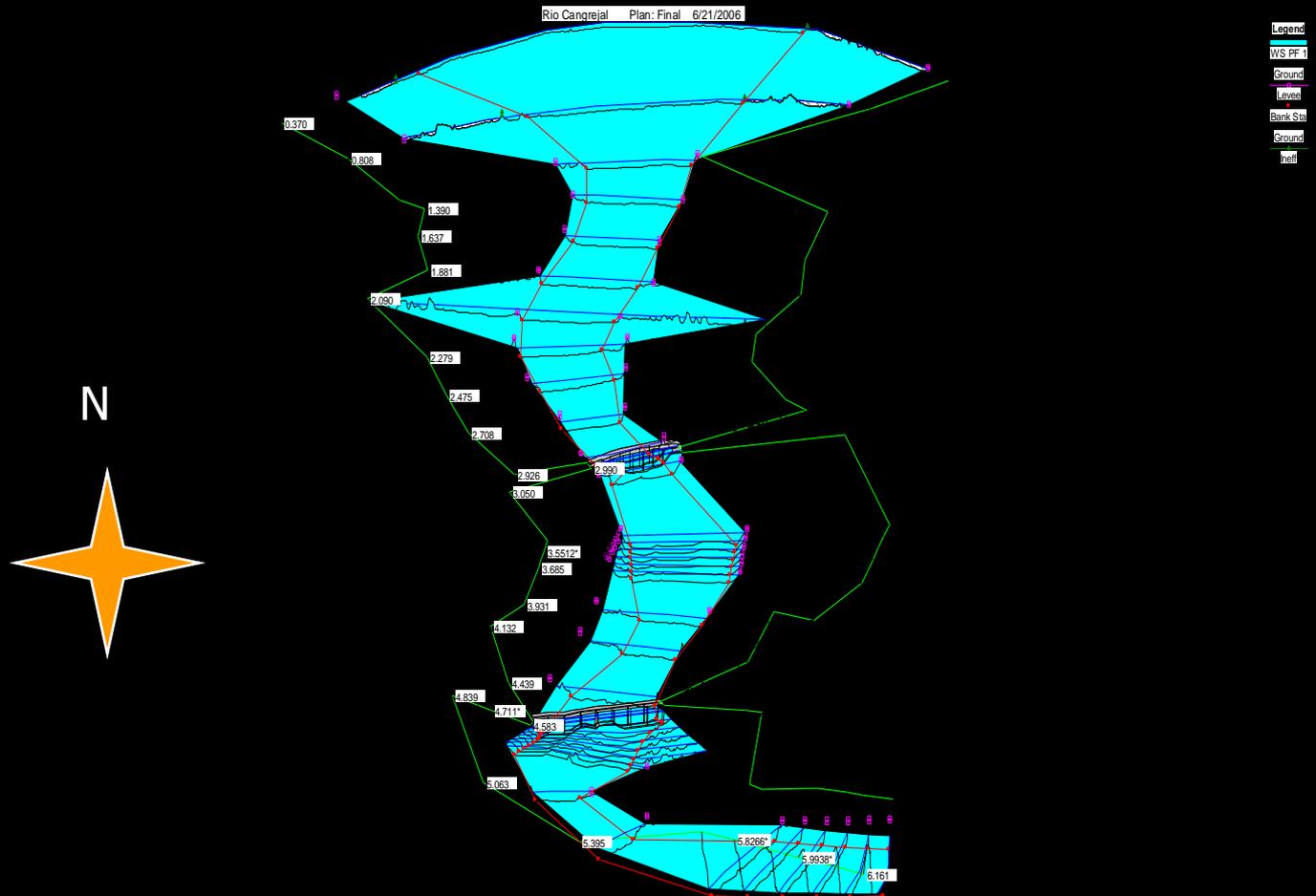
Modelo Hidrológico de la Cuenca del Cangrejal
Modelo de Sedimentación de la Cuenca del
Cangrejal
Modelo Hidráulico del Río Cangrejal en La Ceiba
Drenaje Urbano del Barrio La Isla



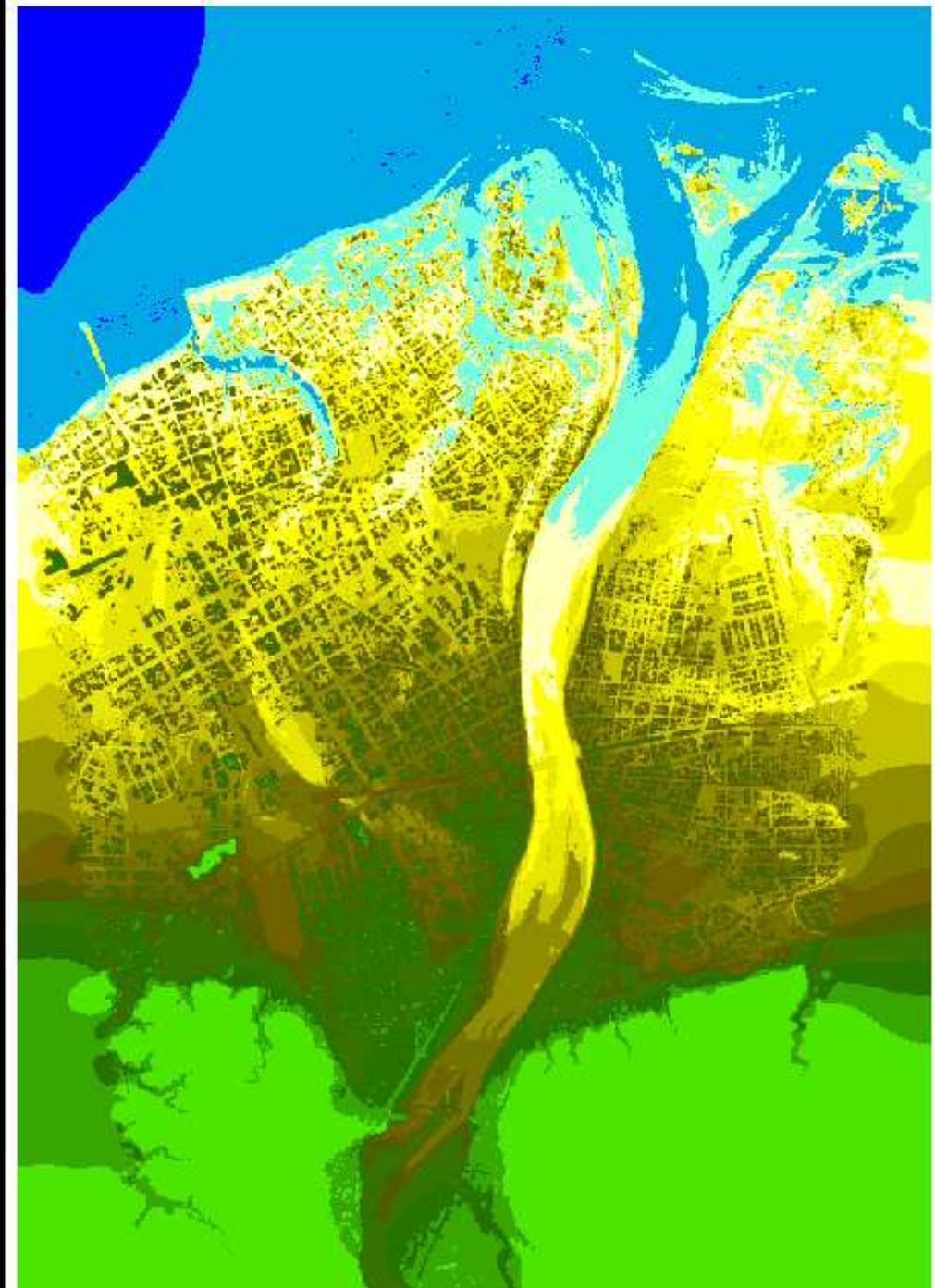
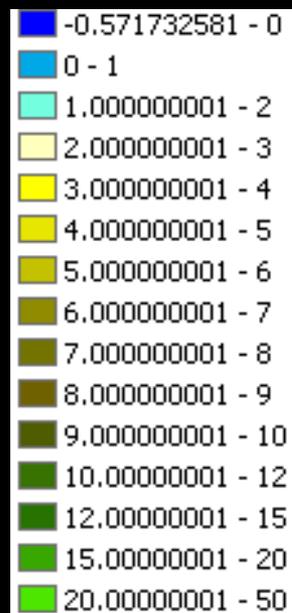
- *Modelo Hidrológico de la Cuenca del Cangrejal*
 - Nivel de Lluvia sobre toda la Cuenca que cae al cauce en La Ceiba
- *Modelo de Sedimentación de la Cuenca del Cangrejal*
 - Potencial de erosión determinado por tipo de suelo, pendiente y lluvia
- *Modelo Hidráulico del Río Cangrejal en La Ceiba*
 - Profundidad, ancho y velocidad del cauce del río
- *Drenaje Urbano del Barrio La Isla*
 - Profundidad de inundación en las calles y diseño de tuberías para desagüe



Modelo Hidráulico del Río Cangrejal en La Ceiba Tormenta a 50 años ACTUAL



LA CEIBA RIESGO DE INUNDACION POR EL MAR



Asuntos Actuales de Importancia

- Datos sobre precipitación y cauce del río limitadas
- Datos Limitados de Sedimentación
- Base de Datos de RRNN Bien Limitada
- Buenos datos son necesarios para BUENA planificación de desarrollo y ambiental

Modelo Hidráulico del Río Cangrejal en La Ceiba

- Bordos actuales inadecuados para soportar impactos de cambios climáticos en tormenta a 50 años
- Estimado de 25 % de incremento en precipitación para el cauce de tormenta a 50 años es casi igual que tormenta actual a 100 años (extremo para 2050 pero muy probable para el 2100)

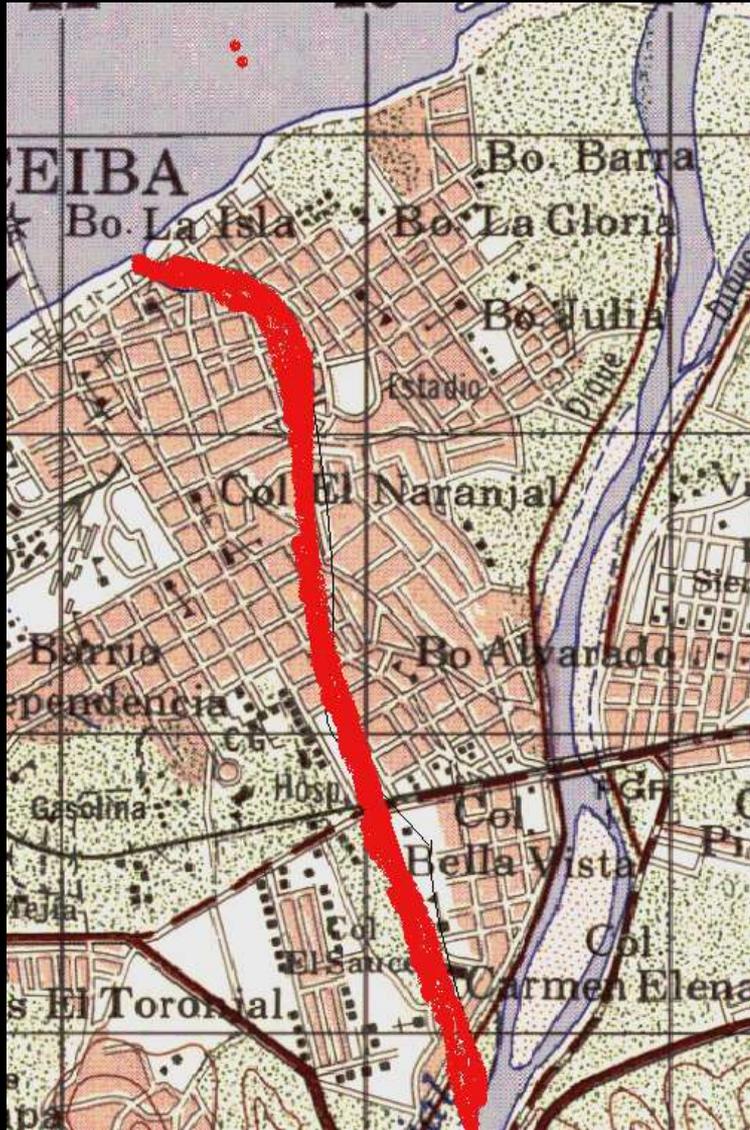
Modelo Hidráulico del Río Cangrejal en La Ceiba

- Cambio Climático puede duplicar el riesgo de inundaciones no causadas por huracanes
- Por efecto del cambio climático las inundaciones, causadas por el río durante huracanes, no cambia dramáticamente
- Impactos de cambio de clima en la crecida del nivel del mar e inundaciones por el río, por causa de huracanes, llevarán a incrementos mínimos en las inundaciones

Río Cangrejal en La Ceiba



Nuevo Canal contra Inundaciones



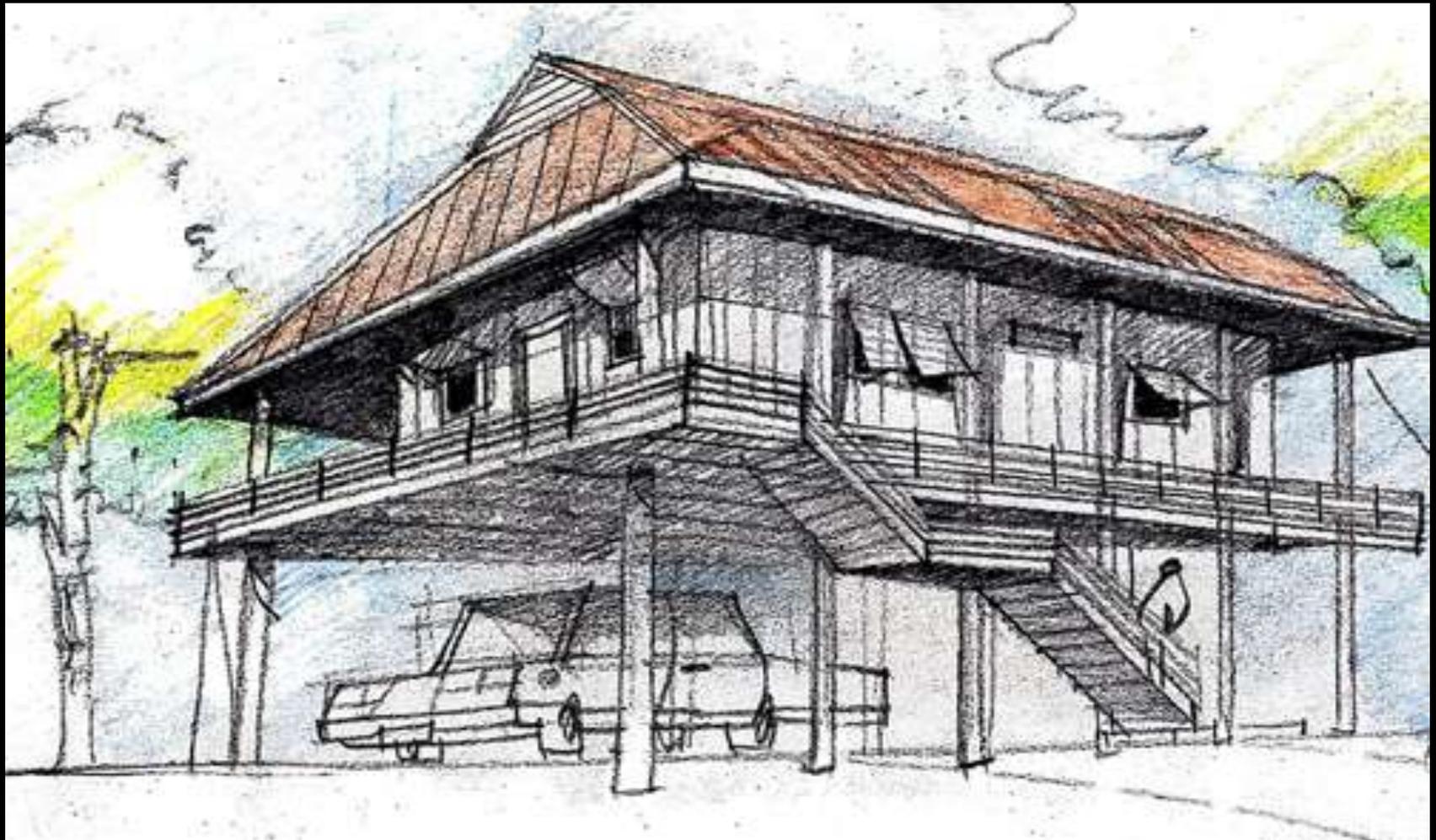
- Junto a cauce Viejo del Río
- Canal es de cerca de 80m ancho para igualar una cuadra de la ciudad
- Capacidad de 1000 mcs







UNIVERSIDAD MIT-OXFAM DISEÑO CASA LOUISIANA





Resumen - Actualmente

- La Ceiba es vulnerable al riesgo de inundaciones por el Mar, Río Cangrejal y Aguas Lluvias en el Casco Urbano
- Planificación actual no se basa en medición de riesgos
- Actualmente La Ceiba esta en un riesgo mayor a 1 en ~50 por fallas de los bordos, 1 in ~1 de Inundaciones Urbanas y 1 en ~10 de Inundaciones por Crecidas del Nivel del Mar en Tormentas





¡MUCHAS GRACIAS!

**Proyecto
USAID/MIRA**

Honduras