



Colegio de Ingenieros de Caminos
Madrid – Enero 2010



**JORNADA SOBRE DESASTRES HIDROLÓGICOS
Y MITIGACIÓN DE EFECTOS OCASIONADOS**

CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS

FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ CARO

Dr. Ingeniero de Caminos

**Presidente del Comité Técnico de
Presas y Cambio Climático (SPANCOLD)**

Geotecnia de Proyectos y Obras – GEOprob





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

ICOLD COMMITTEE ON GLOBAL CLIMATE CHANGE AND DAMS, RESERVOIRS AND THE ASSOCIATED WATER RESOURCES

- Se aprueba su constitución en San Petersburgo (2007)
- Se crean los Comités Nacionales
- Se formaliza el Comité de ICOLD en Sofía (2008)
- Se inician los trabajos en Brasilia (2009)
 - Ron Lemons (USA, Presidente)
 - Denis Aelbrecht (Francia, Secretario)
- Redacción del Artículo – Informe de Hanoi (2010) con C.O. Brandesten (Suecia) sobre los retos para la Ingeniería del siglo XXI



POSIBLE DEFINICIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

El Cambio Climático es un proceso ligado a la emisión de gases de efecto invernadero, que parece estar produciendo ya un incremento de la temperatura global.

Ello tiene como consecuencia directa una **Modificación del Régimen de Precipitaciones** (y, en consecuencia, de los Recursos Hídricos) y un **Aumento del Nivel del Mar**.



ASPECTOS CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS

Desde la **óptica científica**, ante la disyuntiva (y polémica más o menos interesada) de la potencial influencia del ser humano en el Cambio Climático, nuestro Comité analiza las dos opciones existentes (sin tomar partido):

- Aquella que defiende una gran influencia de la acción humana en este proceso de Cambio Climático, y
- La postura contraria, esto es, la que aboga porque la influencia humana es poco relevante frente a otros aspectos

Desde la **óptica técnica**, parece que el Cambio Climático supone la modificación del Régimen de precipitaciones, con una **distribución más irregular** (temporal y espacial) y **mayor intensidad** en los fenómenos extremos (sequías y avenidas).



IRREGULARIDAD DE PRECIPITACIONES Y SEQUÍAS

Este efecto del Cambio Climático (mayor irregularidad de precipitaciones) afecta directamente a la garantía de suministro.

En este sentido, las presas (y embalses asociados, que muchos deberán ser de **carácter hiperanual**) son una alternativa frente a otras existentes (aguas subterráneas y desalación, principalmente).

Cada caso tendrá su solución técnica más adecuada.

Mientras las presas (y embalses) son prácticamente inocuos frente a la emisión de gases de efecto invernadero, no puede decirse lo mismo en otros tipos de instalaciones, en todas sus etapas (construcción, mantenimiento, explotación, etc).



ASPECTOS ENERGÉTICOS DE LAS PRESAS

El siglo XXI tiende a la intensificación de energías limpias y renovables (eólica, solar e hidroeléctrica).

La potencia instalada de las energías solar y eólica se ha multiplicado en las últimas décadas y lo hará aún más en las décadas futuras. Sus principales problemas son:

- Su eficiencia es bastante **baja y aleatoria**, ya que no siempre se puede producir energía (depende grandemente de las condiciones meteorológicas). Ello obligará a instalar potencias muy elevadas (muy superiores a la demanda).
- Cuando las condiciones meteorológicas permiten funcionar al máximo de potencia, existe un **excedente energético** que no es asumido por la demanda. Único sistema eficaz almacenamiento: **CENTRALES HIDROELÉCTRICAS REVERSIBLES**



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS

Más claro aún es el caso de las avenidas. El Cambio Climático parece que tiende a incrementar los caudales y volúmenes asociados a estos eventos extremos. La protección de bienes (y sobre todo, de vidas humanas), aguas abajo, sólo puede conseguirse laminando estos caudales mediante la existencia de presas. No hay alternativas a ello.

La protección de riberas y los encauzamientos son medidas complementarias que siempre deben contemplarse.

El objetivo final debe ser salvaguardar la vida, la salud y el bienestar de los seres humanos en su difícil y frágil equilibrio con el planeta.



TRIPLE PERSPECTIVA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- **Científico-Comprensiva:** Mejora del entendimiento del proceso de “Cambio Climático” (y de sus factores de influencia) y Proyección a futuro de escenarios a escala mundial, continental, regional y local.
- **Político-Preventiva:** Establecimiento de políticas de reducción de gases de efecto invernadero.
- **Técnico-Paliativa:** Creación de infraestructuras necesarias para mitigar la problemática asociada.

Por ello, no sólo es necesario realizar esfuerzos inversores en I+D+i (que también es imprescindible) sino en actuaciones concretas para mitigar los efectos catastróficos del Cambio Climático, que deben contemplarse desde una Escala Global.



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Ecuador, Perú y
Bolivia

Norte de Perú

Tumbes

Piura

Cajamarca

La Libertad

LAMBAYEQUE

MEGANIÑOS

1925-6

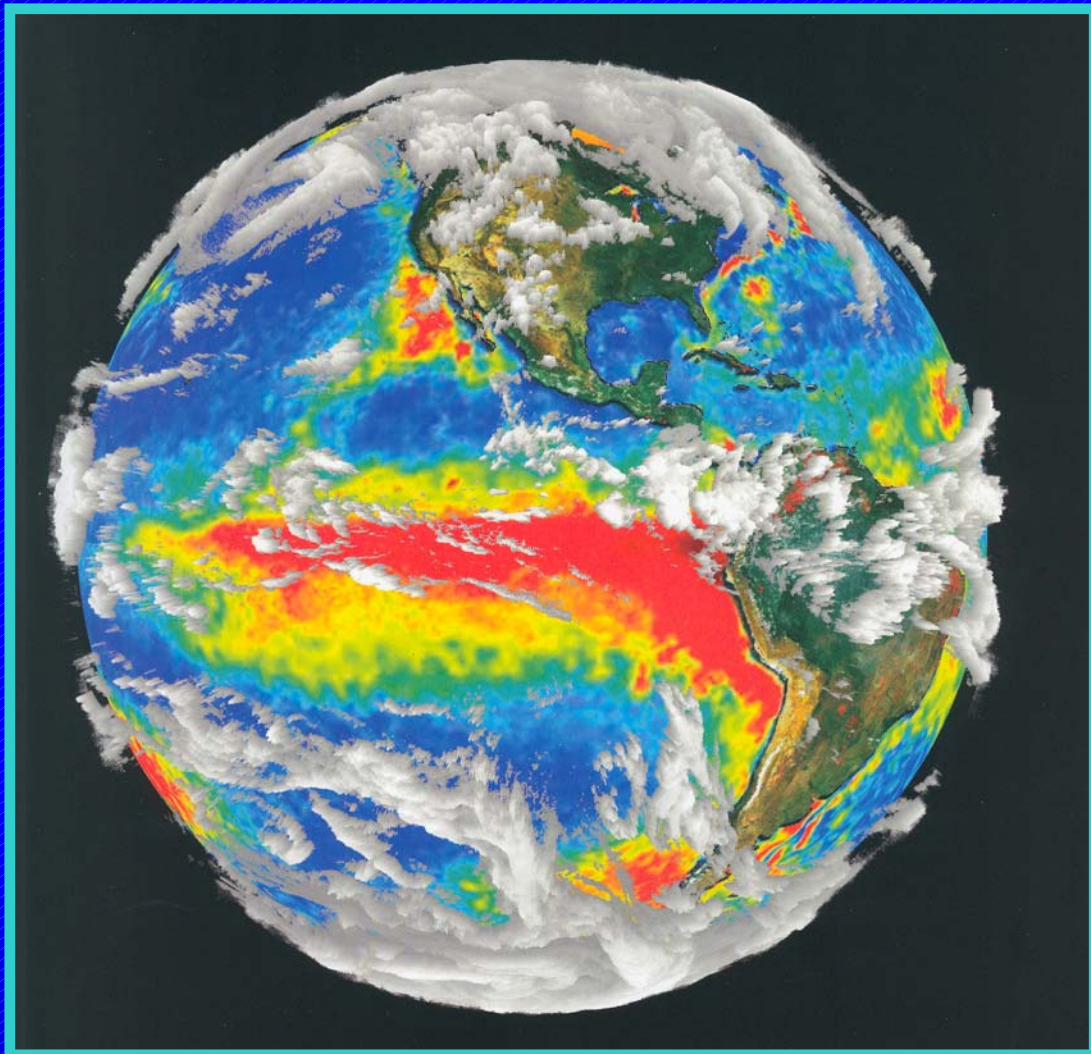
1982-3

1997-8

Niños Moderados a
Fuertes cada 4 años
(Huaicos)

“El Niño” Oscilación Sur (ENOS)

GOTA FRÍA: Diciembre - Mayo





**Colapso del Complejo “Mocce” en
la ciudad de Lambayeque (1997-98)**



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



Vista aérea del Sur de la Ciudad de Túcume
(1997-98)



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

**Desbordamiento del río Zaña
en Mórrope**



**Desaparición del Puente
sobre el río La Leche**



**DAÑOS EN LA PANAMERICANA NORTE
(1997-98)**



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



**Colapso del Puente Reque sobre el río
Chancay (1997-98)**



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

Este evento de 1997-98, sólo en Perú, causó 374 muertos, 600.000 afectados y 110.000 viviendas parcial o totalmente destruidas.

Pérdidas > 3000 Mill USA\$

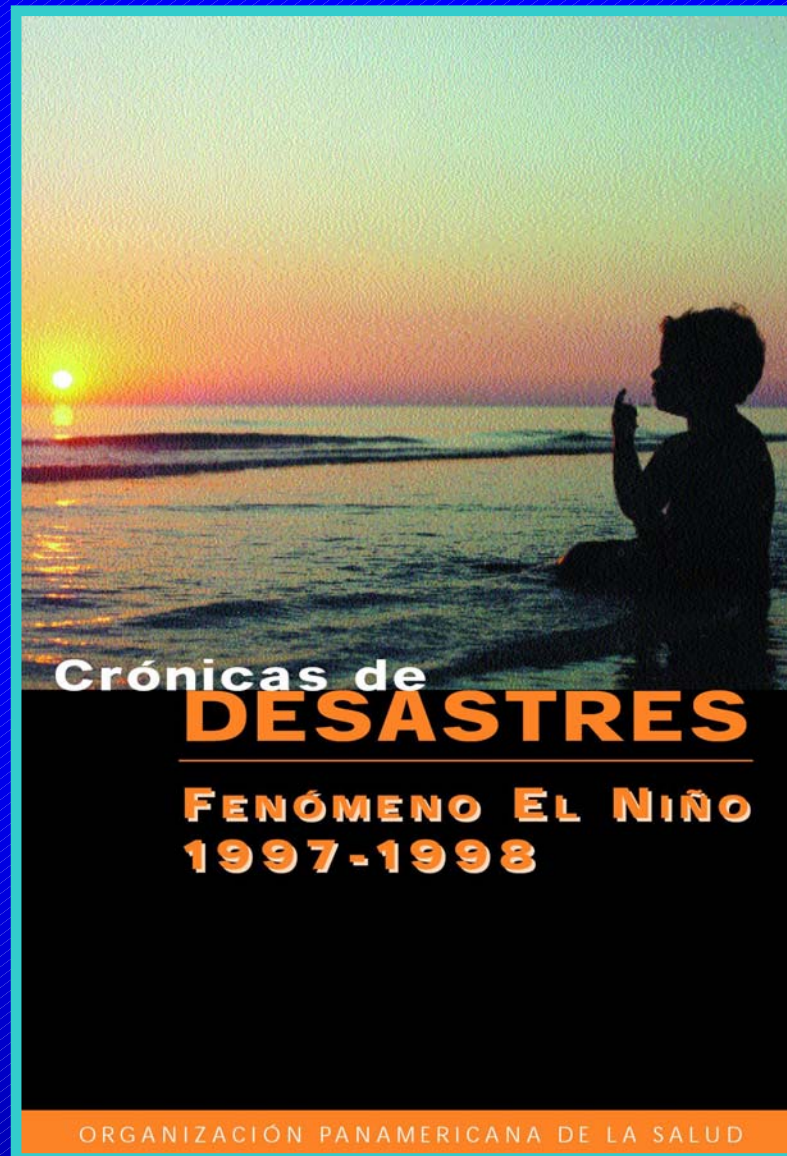
“Niños” desde época precolombina:

“El Niño de Naylamp”

“El Niño Chimú”

Proyecto NAYLAMP

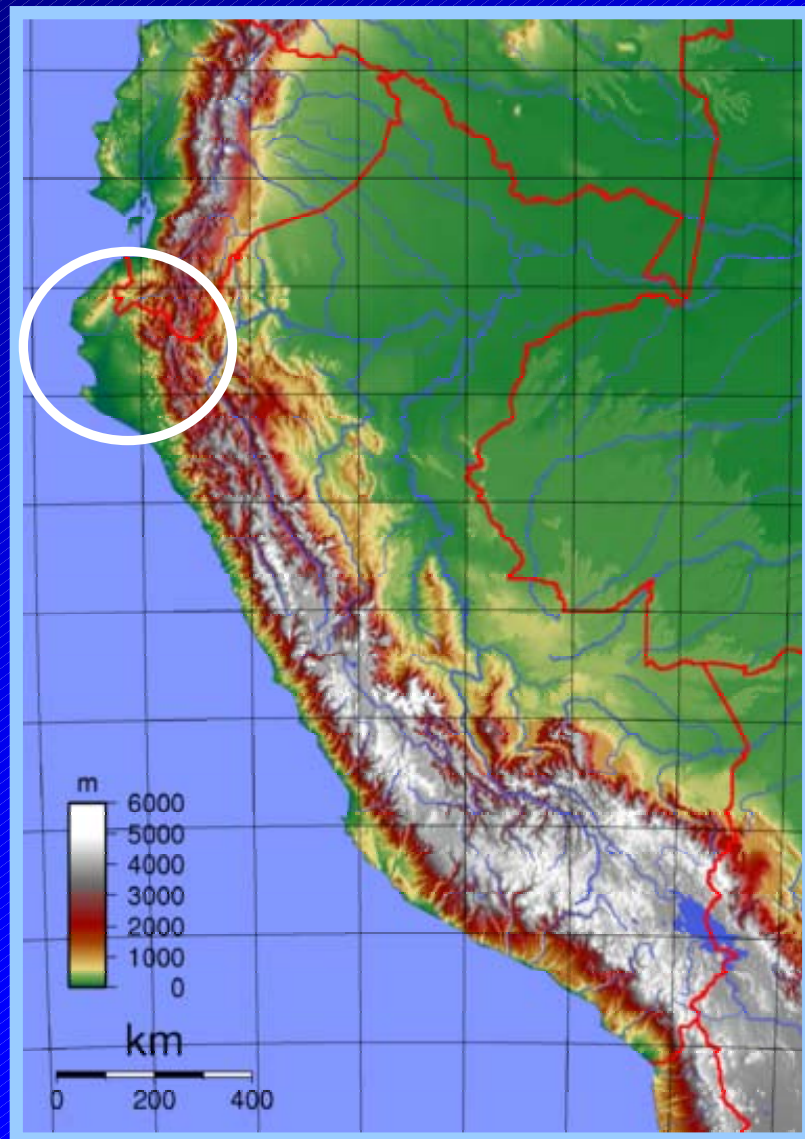
Observación del océano para Mejora de la Capacidad de Pronóstico y Evaluación del Fenómeno "El Niño"





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

SINGULARIDAD TOPOGRÁFICA DEL NORTE DE PERÚ



Ámbito Sedimentario

- Corrientes del Pacífico
- Aportaciones Fluviales



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

MI RELACIÓN CON LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE

Licitación internacional del USTDA

(U. S. Trade & Development Agency)

“Estudio de Factibilidad del Control de Avenidas en el Río La Leche”

Hace casi cuatro años (2006), D. Luis Berga (Presidente de ICOLD) me propone colaborar con una empresa de ingeniería californiana (“D’Leon Consulting Engineers”), expertos de la San Diego State University e ingenieros peruanos

Supervisión por USACE (U. S. Army Corps of Engineers), con dependencia funcional del PEOT (Organismo Autónomo del GRL)

*Trabajos previos: ★ GUIPROVODJOS-ГИПРОВОДХОЗ (fin 70)
★ SALTZGITTER-LAGESA (principios 90)*



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

LAMBAYEQUE Y RÍO “LA LECHE”





**CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010**

SANTIAGO DE MIRAFLORES DE ZAÑA **El pueblo que fue arrasado por la furia de Dios**

Fundada por el Virrey Diego López de Zúñiga (Octubre 1563)

Fue la ciudad más importante del Virreinato del Perú.

En 1686 fue saqueada por el pirata E. Davis.

Opulenta y rica, la ciudad “fue víctima del castigo divino por la vida disipada y libertina de sus habitantes”.

El 15 - Marzo - 1720 las aguas del río Zaña dejaron su cauce y embistieron con gran fuerza y gigantesco oleaje sobre la ciudad, arrasando todo lo que estaba a su paso.



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Origen legendario de LAMBAYEQUE

“Tumi” de oro
con la
representación
de NAYLAMP



Un gran rey (Naylamp) llegó a las costas del Norte de Perú, portando un ídolo de piedra verde llamado "Yampallec" (origen del nombre de Lambayeque).

El último de sus descendientes (Fempellec, 12^a generación), tentado por un demonio (con forma de mujer) cometió el error de trasladar el ídolo Yampallec (contraviniendo un precepto).

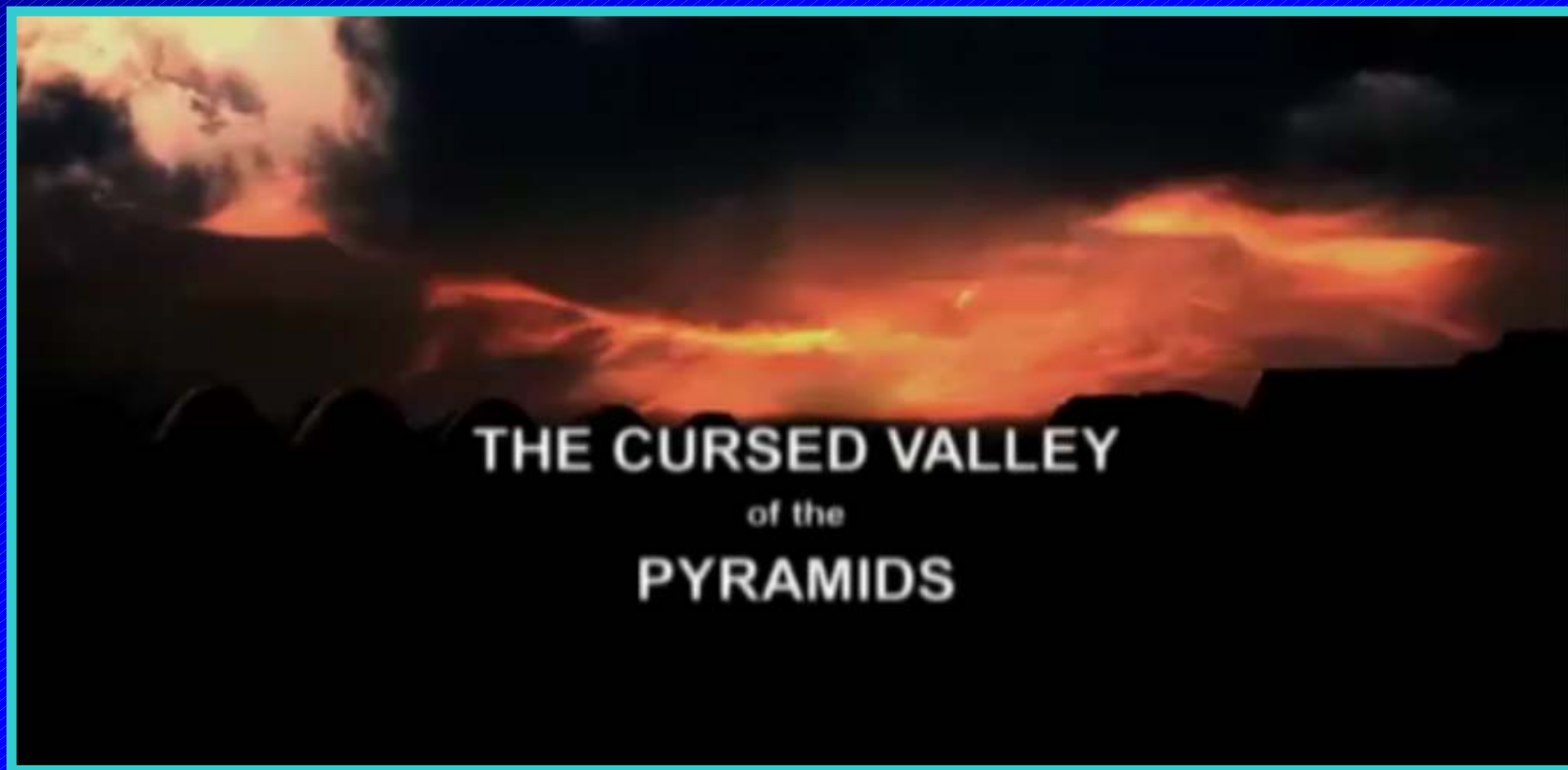
Sobrevinieron desgracias, siendo castigado con prolongadas y devastadoras tempestades (treinta días de fuertes lluvias).

Tras este desastre sobrevendría la conquista Chimú. Después, tras un breve periodo, pasaría a ser dominada por los Incas.



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

DOCUMENTAL BBC “Lost Cities of the Ancients”





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

Expertos Arqueólogos



Alfredo Narváez (Túcume, Perú)



Bernarda Delgado (Túcume, Perú)



Dan Sandweiss (Maine University, USA)



Marla Toine (Tulane University, USA)



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Las Pirámides de Túcume





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Ladrillos de Barro Cocido





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Proceso Constructivo





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Las Pirámides del Valle del Río La Leche





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Pirámides con Rampa de Acceso





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Pirámides truncadas que albergaban verdaderas ciudades





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



**Usos Civiles
(Almacenes, Cocinas,
Habitaciones, etc)**





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

Usos Ceremoniales y Sagrados (Huacas)





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Las Pirámides del Valle del Río La Leche





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Las Pirámides del Valle del Río La Leche

TRES CIUDADES QUE NO EXISTIERON A LA VEZ

- ★ Pampa Grande (600-750)
- ★ Batán Grande (750-1100)
- ★ Túcume (1100-1500)





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

La singularidad Geográfica y Climática del Valle del Río La Leche





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Las Pirámides eran verdaderas ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN





LAS AVENIDAS ERAN UN CASTIGO DE LOS DIOSES

- ★ Debían hacer Sacrificios Humanos rituales
- ★ En caso de destrucción parcial o total, procedían a abandonar la “Ciudad Maldita”, quemándolo todo





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

Las Avenidas asociadas al Fenómeno de “El Niño”





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

VALLE DEL RÍO “LA LECHE”

- ★ MAYOR CONCENTRACIÓN DE PIRÁMIDES DEL MUNDO
- ★ MATERIALIZADAS CON LADRILLOS – BARRO COCIDO
- ★ SON LUGARES SAGRADOS (“HUACAS”)
- ★ DIMENSIONES DESCOMUNALES – CIUDADES
- ★ REPARTIDAS POR EL VALLE DEL RÍO LA LECHE DE ACUERDO CON CRONOLOGÍA (Aguas Abajo)
- ★ ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN – CASTIGO DE DIOSES



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

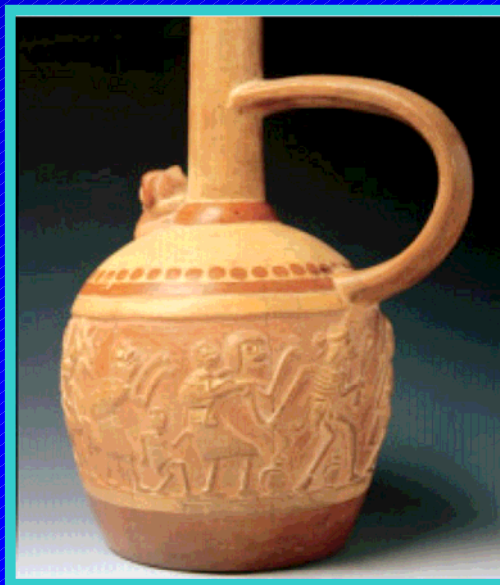
SIN ALTERNATIVAS EN CURSO BAJO

Poblaciones

Anegar Tierras más
fértiles

Existencia Bosque
sagrado de Pomac

Licuación







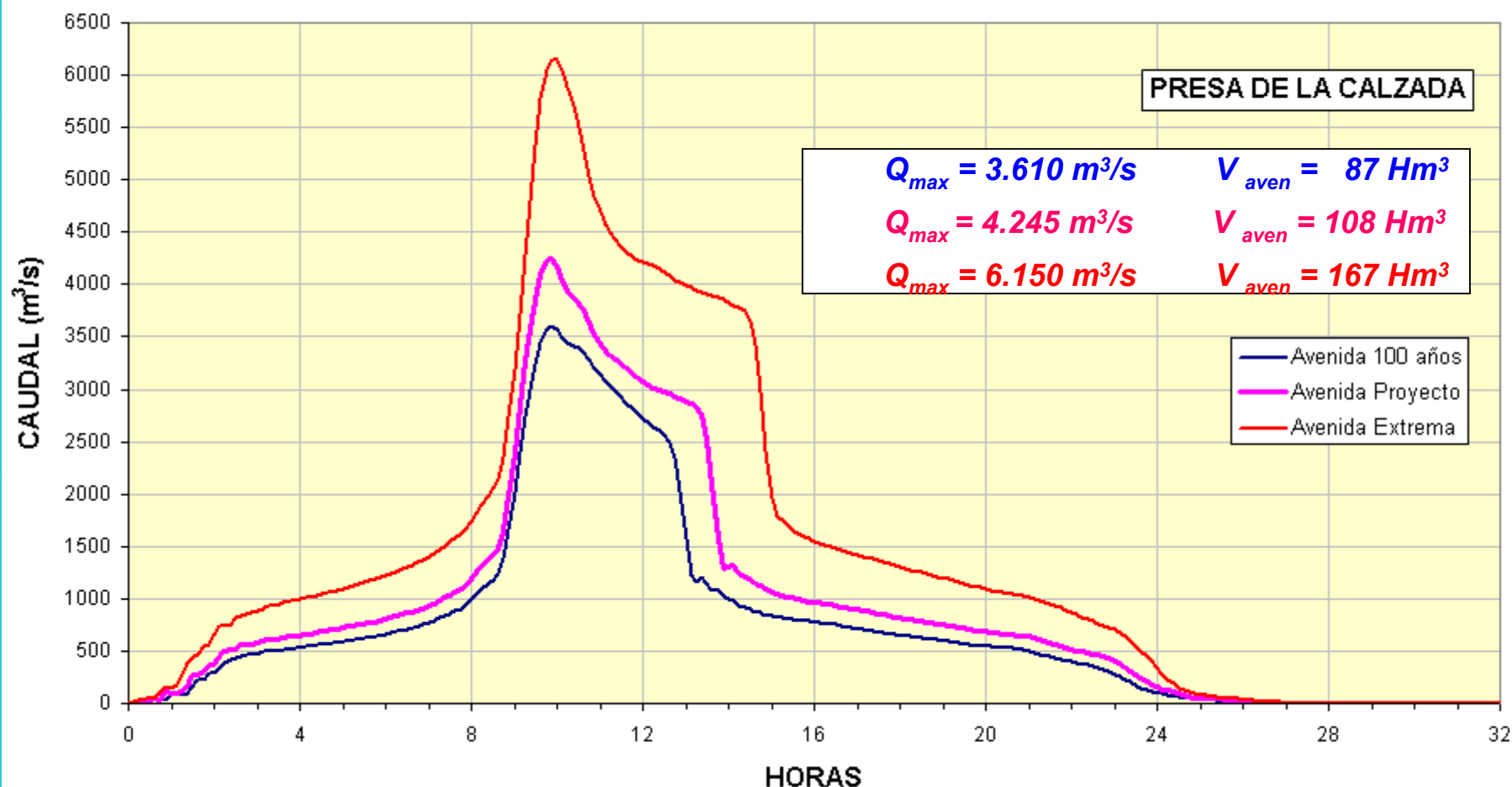
CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CONJUNTO: LA CALZADA - CALICANTRO

- ★ ***ASPECTOS HIDROLÓGICOS Y SÍSMICOS***
- ★ ***ASPECTOS TÉCNICOS***
- ★ ***ASPECTOS SOCIALES***
- ★ ***ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES***
- ★ ***ASPECTOS ECONÓMICOS***

HIDROGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE CAUDALES DE ENTRADA



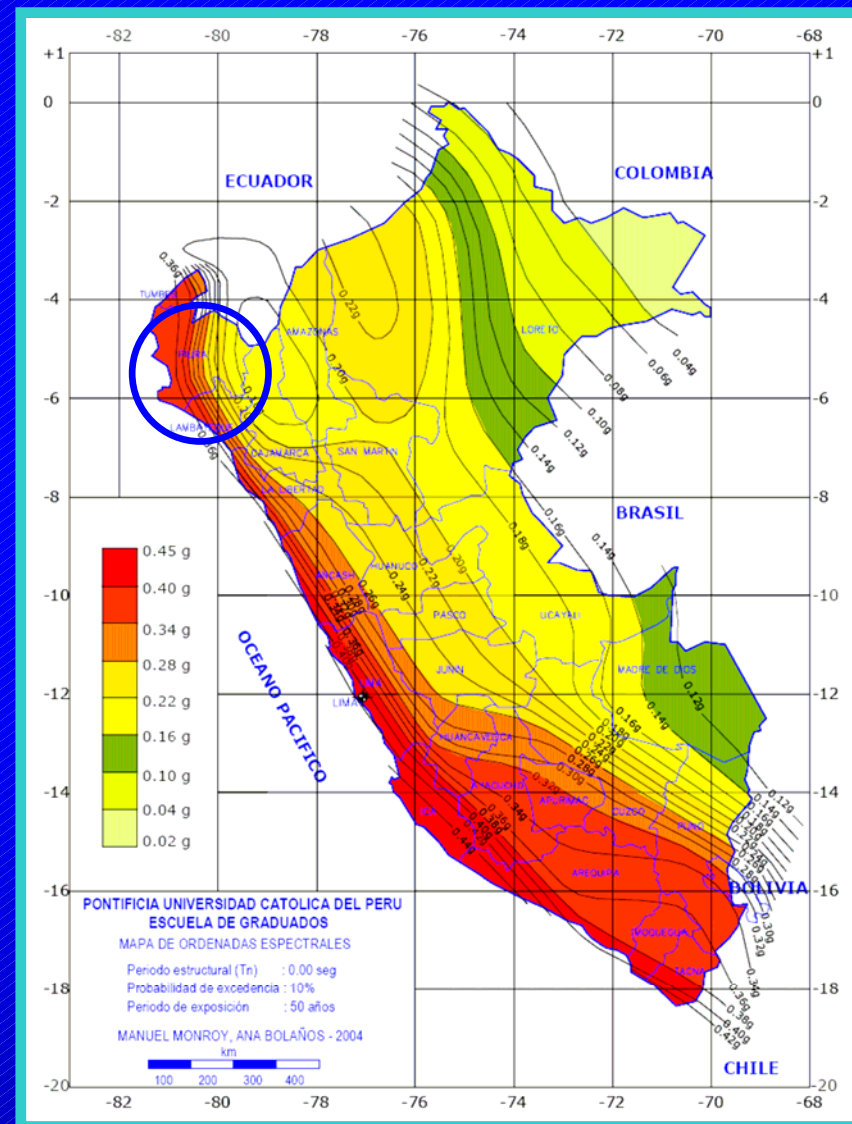


CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

Curso Medio

PGA: 0,47 g (TP) y 0,71 g (TE)

ASC: 0,23 g - 0,31 g

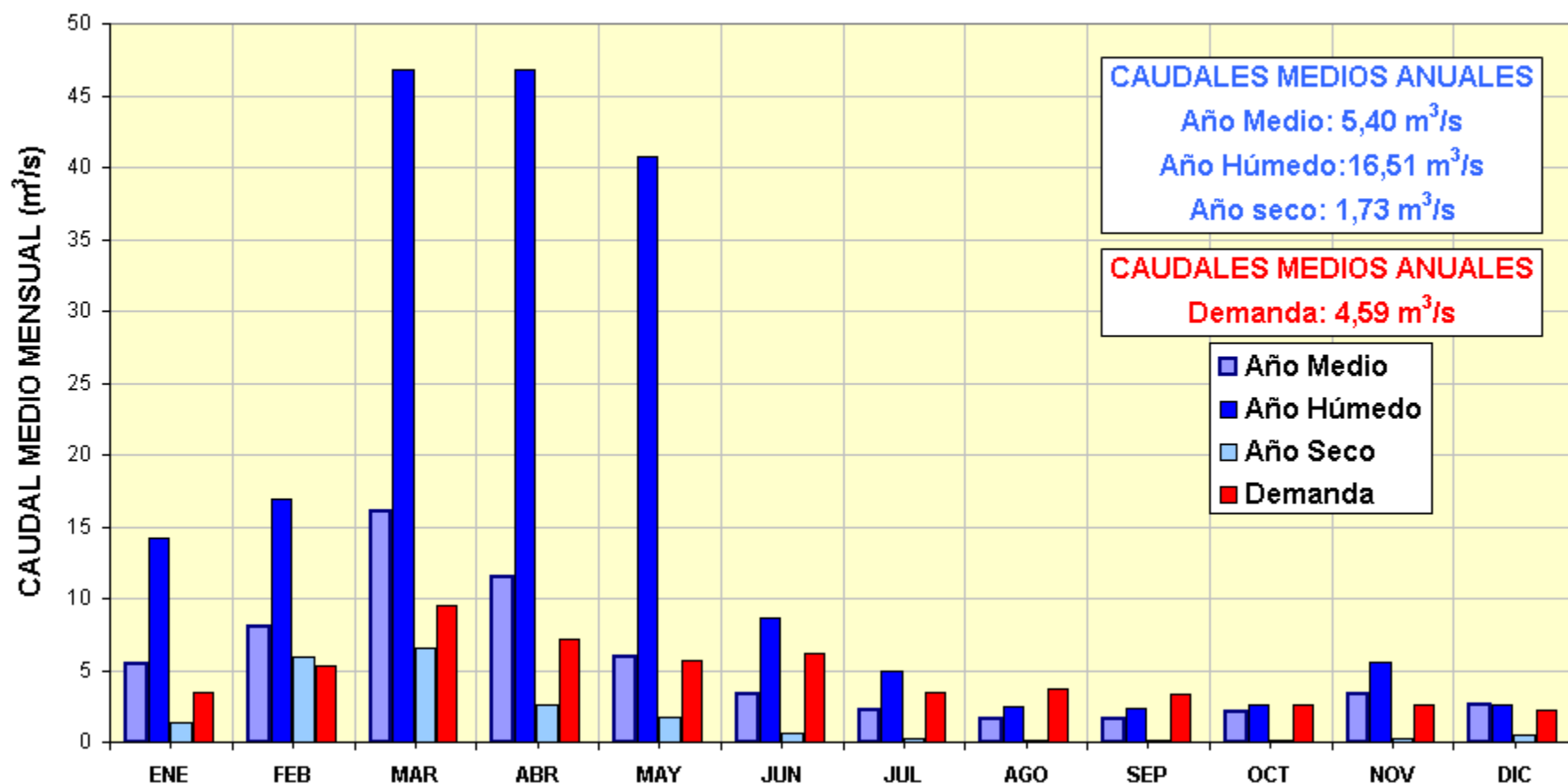




CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

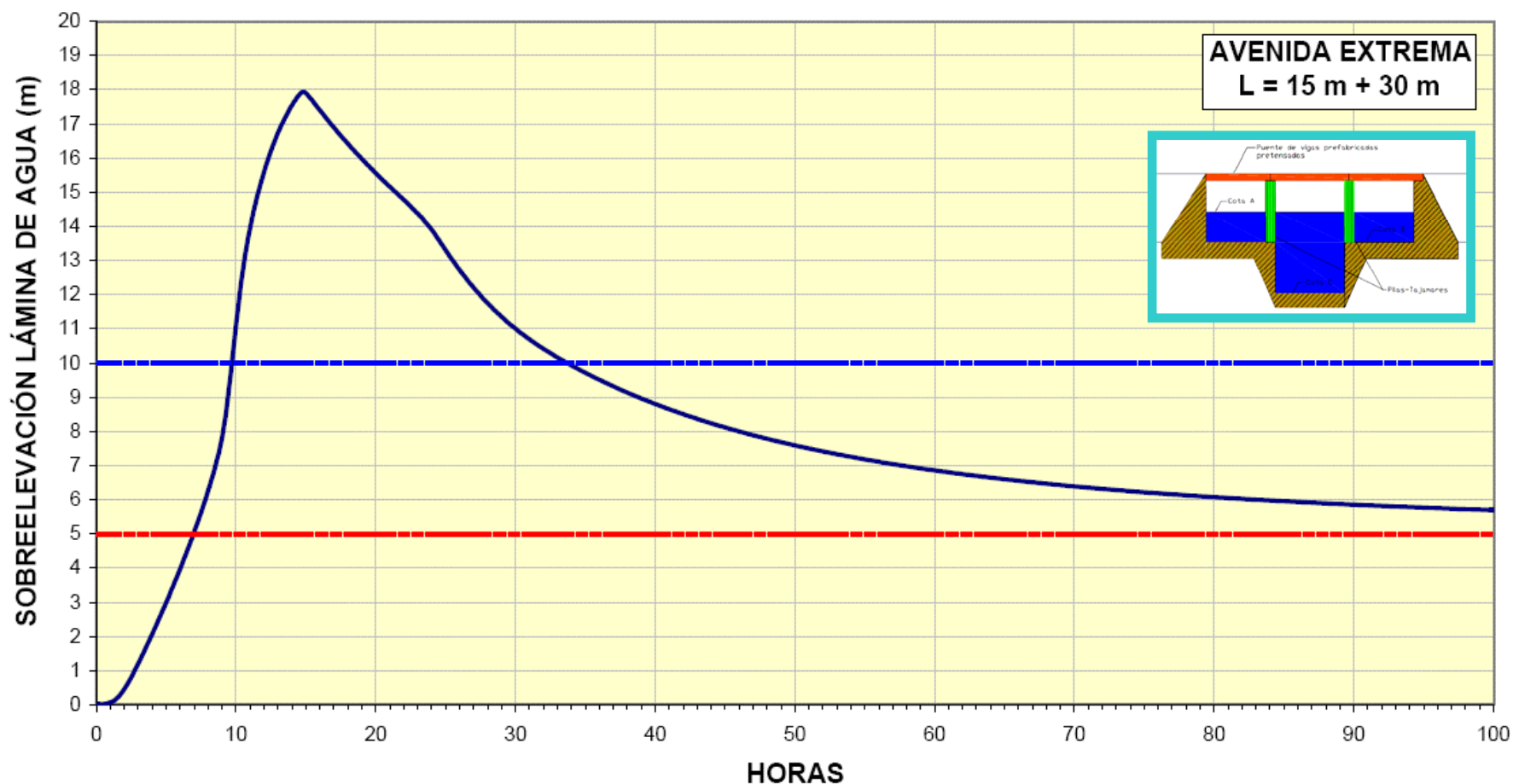
ESTUDIO DE REGULACIÓN – APORTACIÓN Y DEMANDA

CAUDALES MENSUALES DE APORTACIÓN Y DEMANDA



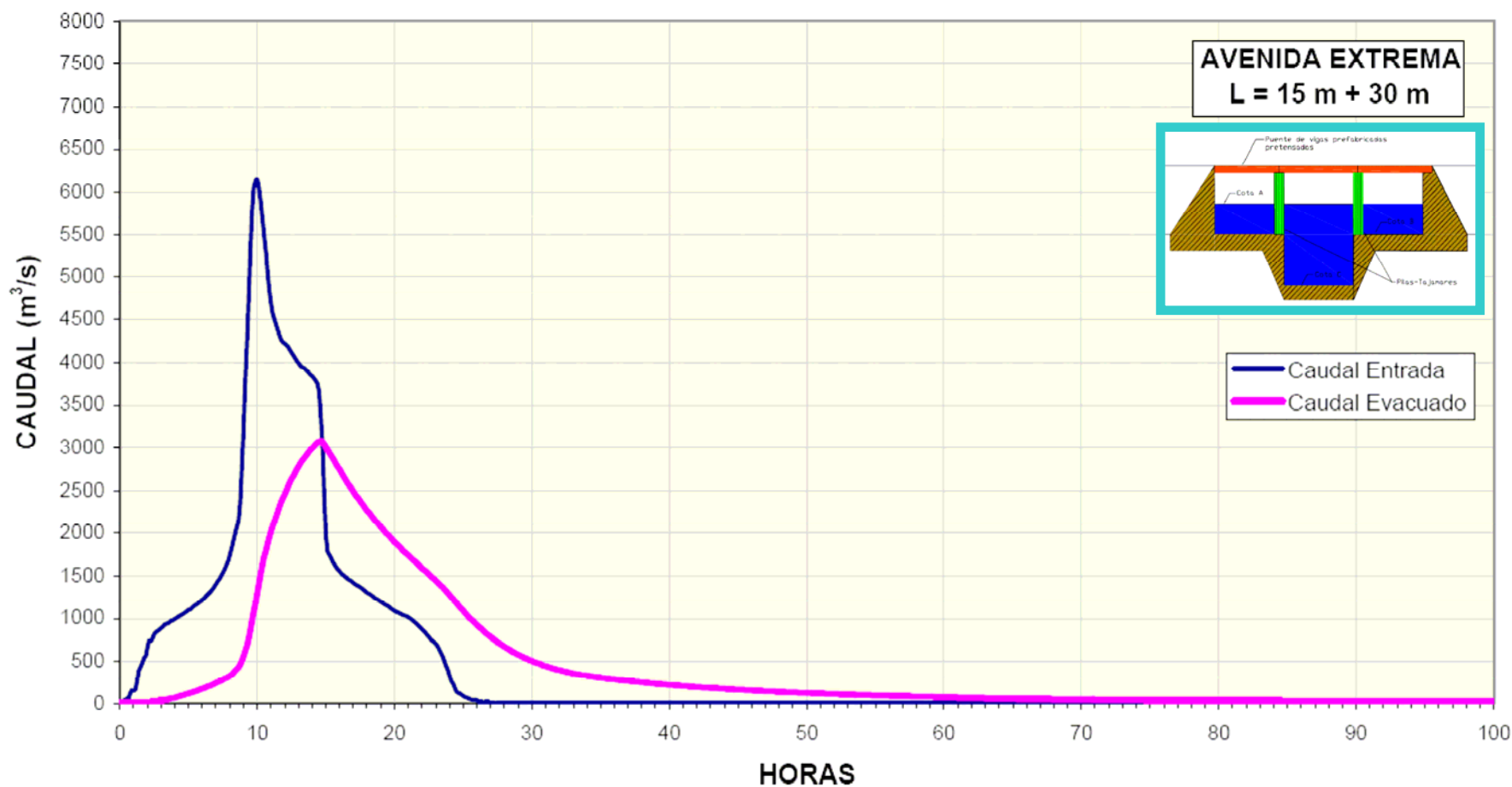
ESTUDIO DE LAMINACIÓN – EJEMPLO 4

EVOLUCIÓN DEL NIVEL DE EMBALSE



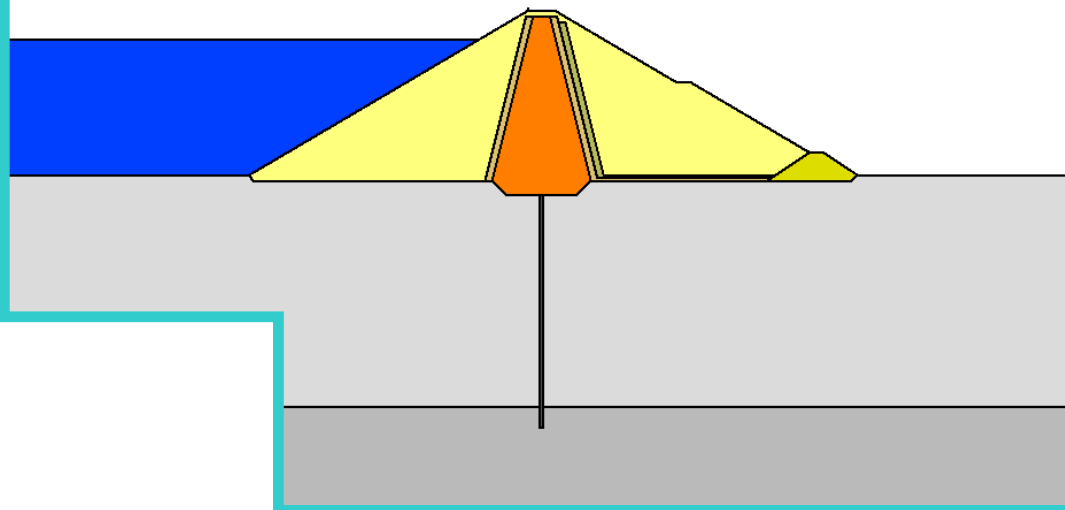
ESTUDIO DE LAMINACIÓN – EJEMPLO 4

EVOLUCIÓN DE CAUDALES

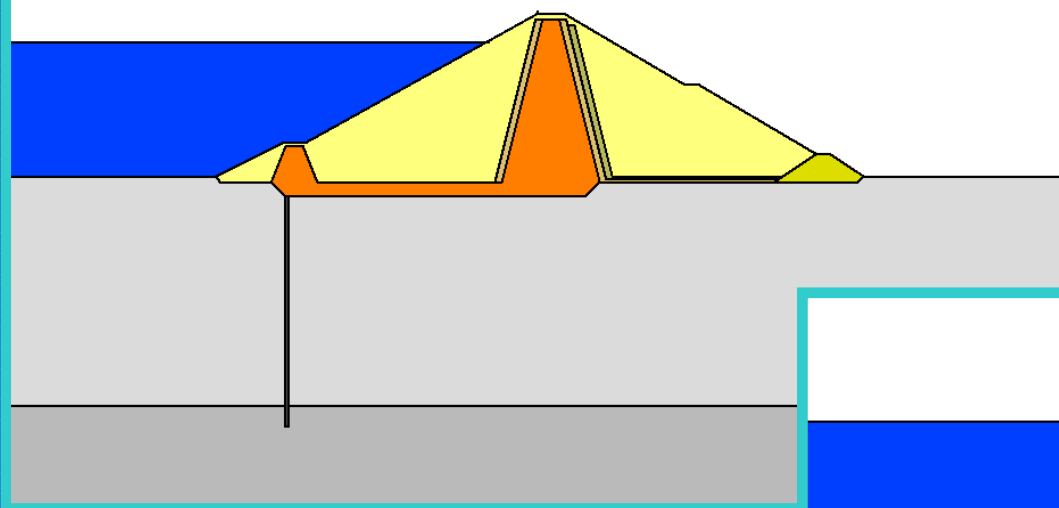




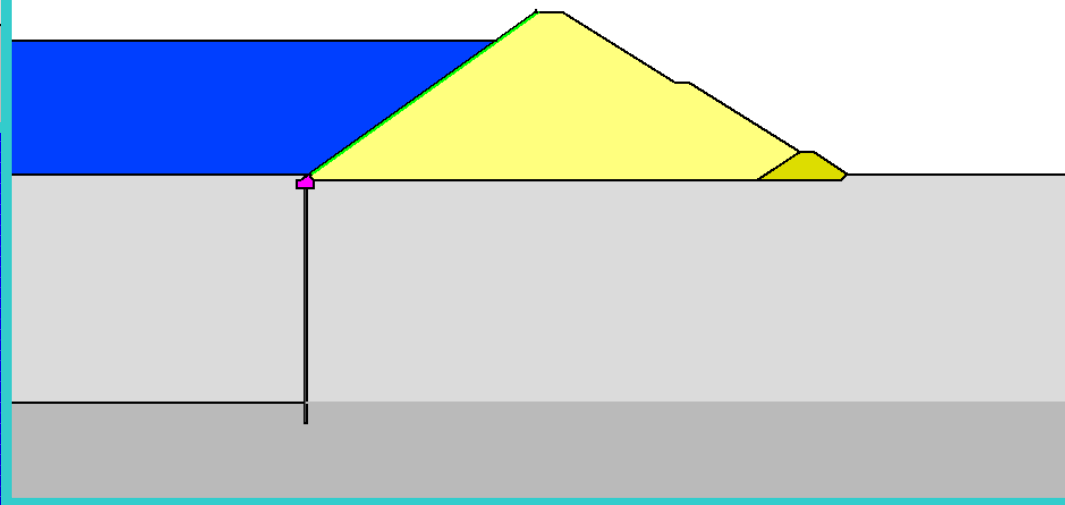
ALTERNATIVA 1



ALTERNATIVA 2



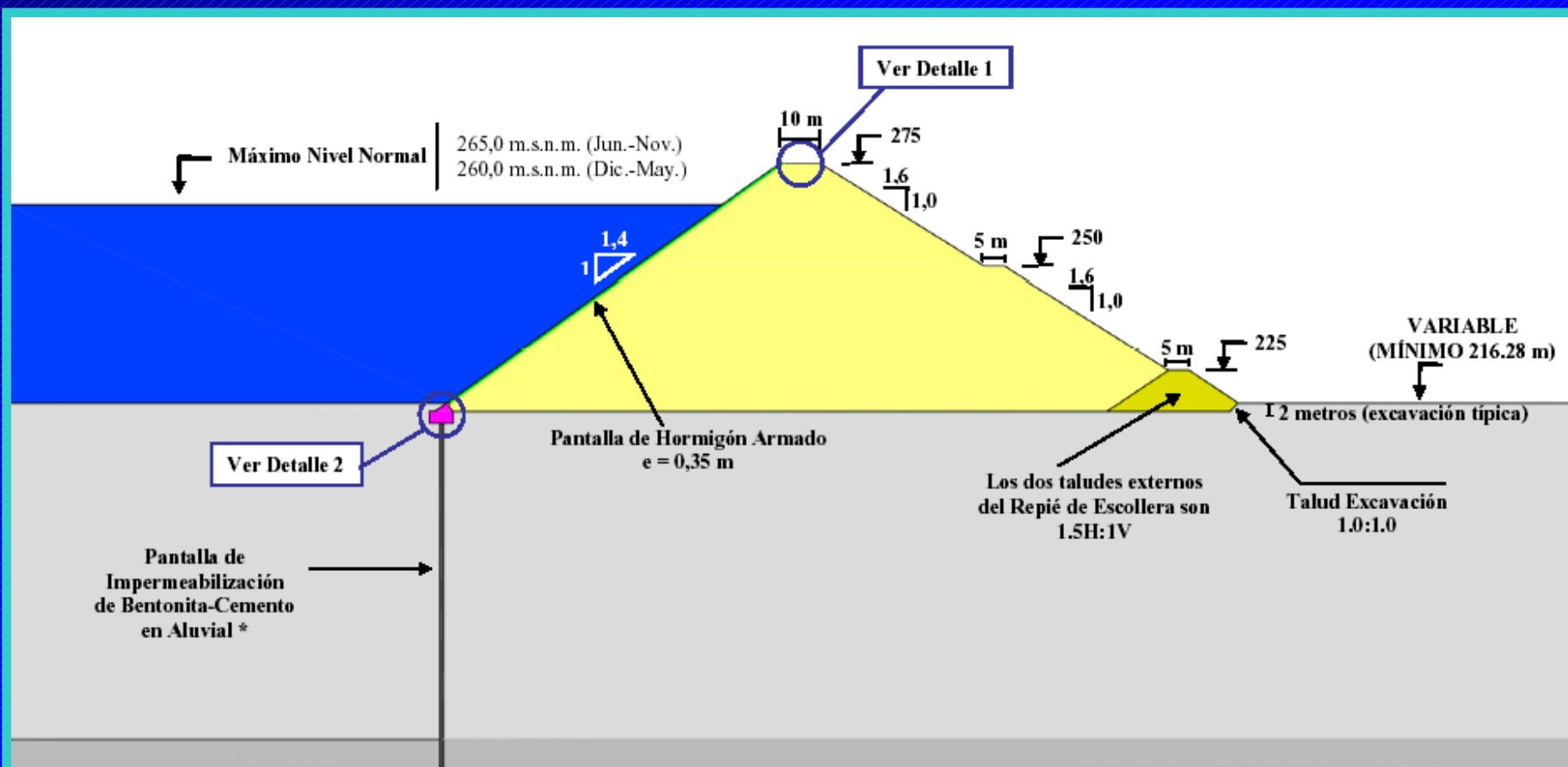
ALTERNATIVA 3



**PRESA DE LA
CALZADA**

Posibles Tipologías

ALTERNATIVA 3 – SECCIÓN TIPO



* En laderas de roca: inyecciones convencionales de cemento

Nota: Únicamente, no se ha dibujado a escala el espesor tanto de la Pantalla de Hormigón como de la Pantalla de Impermeabilización de Bentonita-Cemento



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

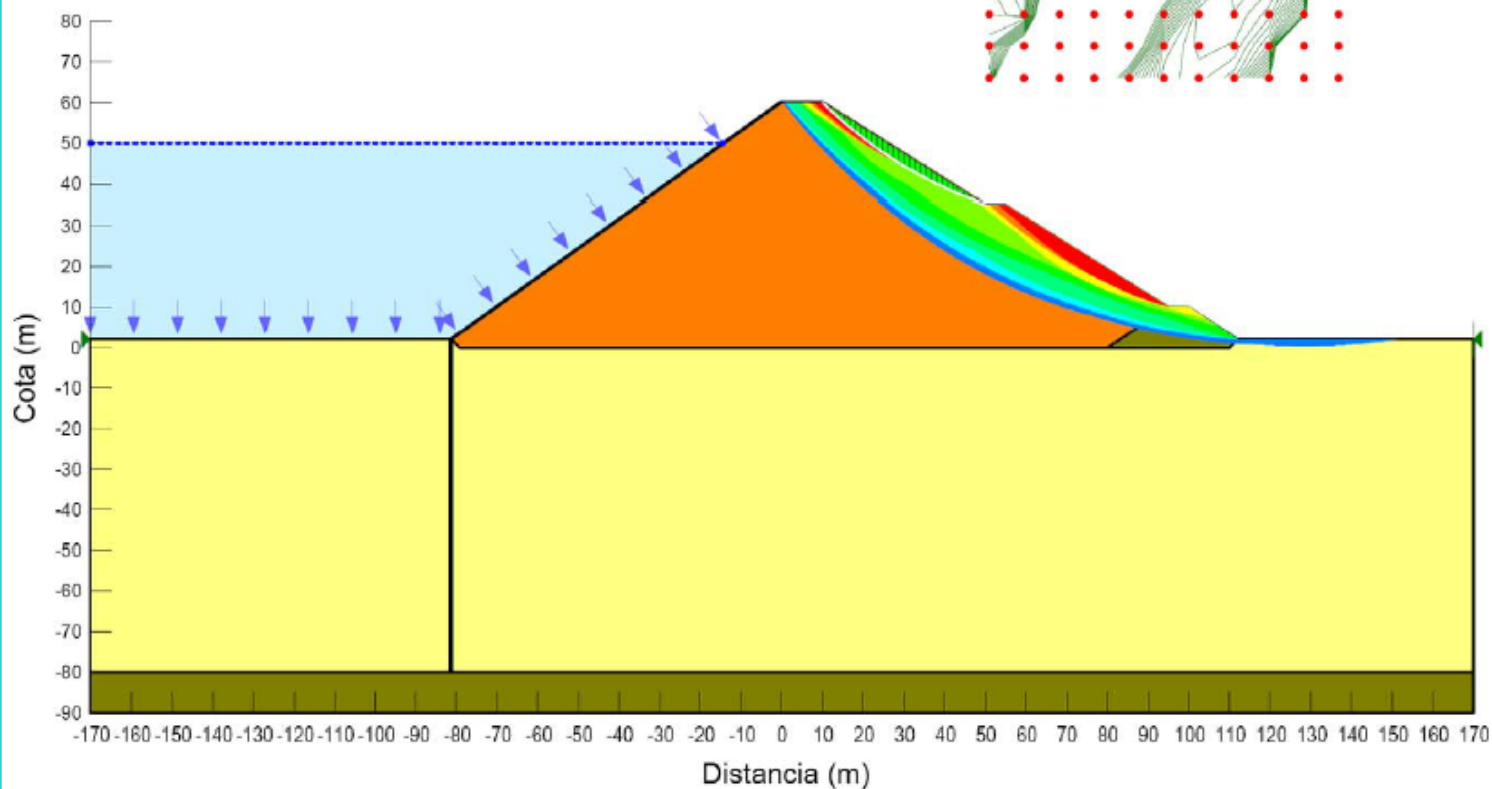
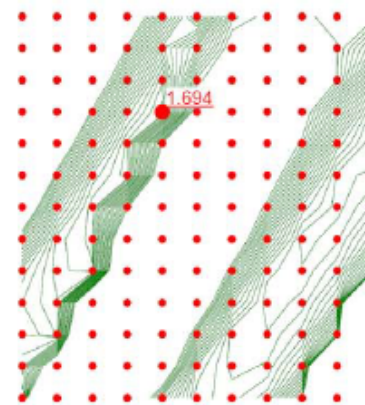
Presa de La Calzada - Alternativa Tipo 3

HIPÓTESIS NORMAL "b"

EMBALSE LLENO

TALUD AGUAS ABAJO:

F = 1,69





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

PRESA DE LA CALZADA – ESQUEMA GENERAL





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

“CADENAS” DE MONTE CARLO Y LIMÓN-SANGANA





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



Megaconstrucciones

Proyecto Olmos

Set, 2009

**PROYECTO ESPECIAL
OLMOS – TINAJONES**



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

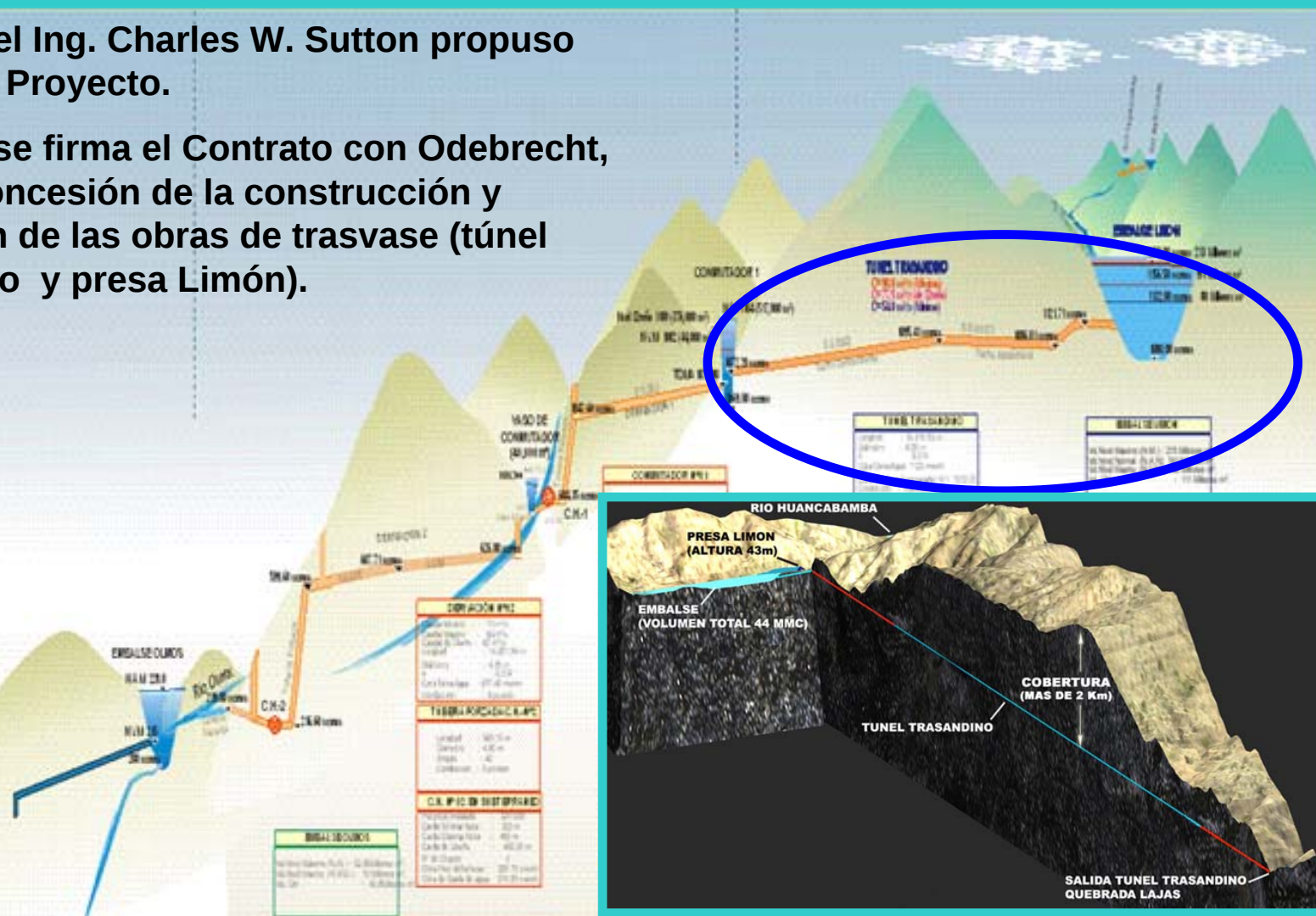




CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

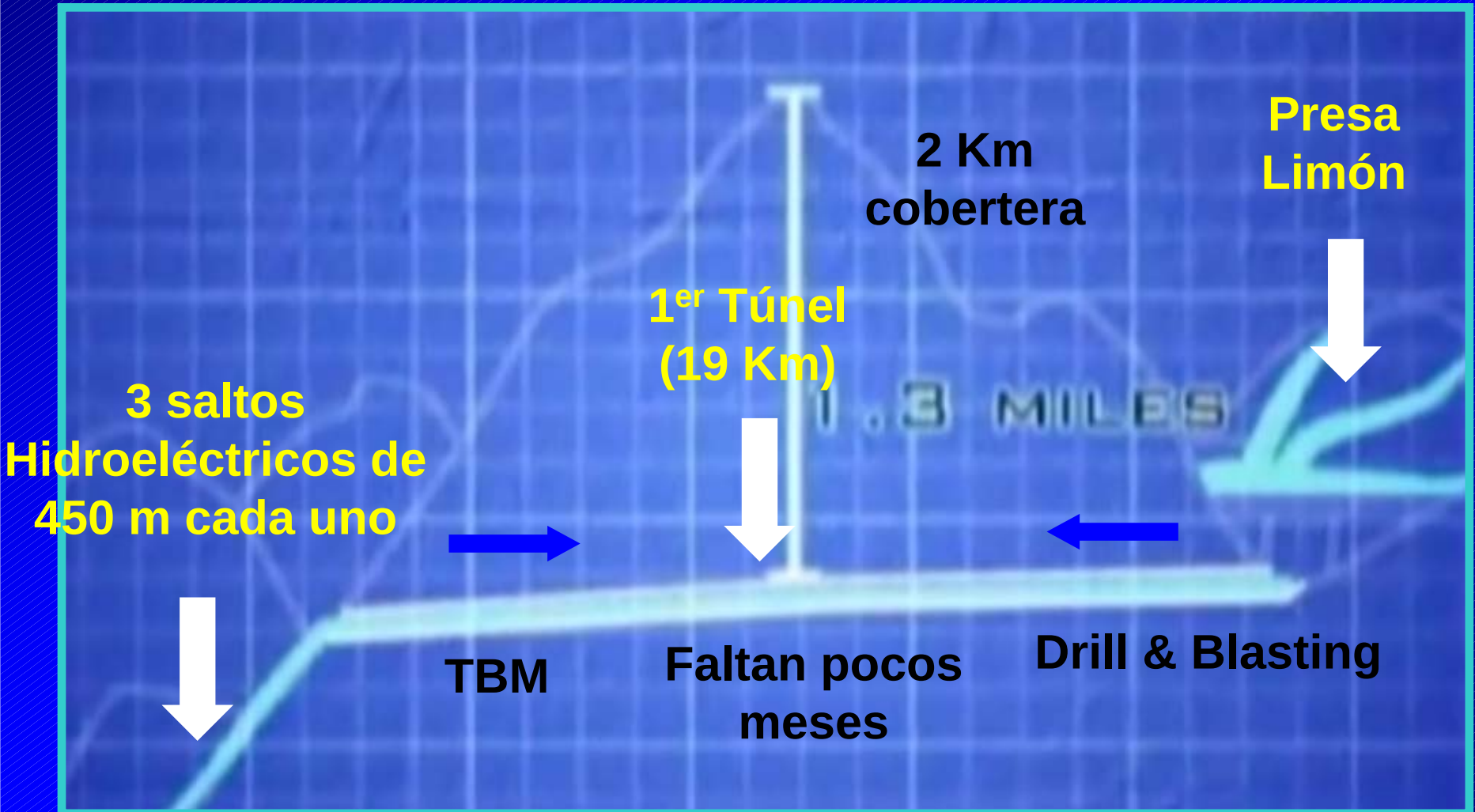
En 1924, el Ing. Charles W. Sutton propuso este gran Proyecto.

En 2004, se firma el Contrato con Odebrecht, para la concesión de la construcción y operación de las obras de trasvase (túnel trasandino y presa Limón).





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



**Segundo túnel con mayor
cobertera del mundo, tras el
“Gotthard tunnel” en Suiza (2015)
+5000 casos de “Rock Blasting”**



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



**DAÑOS EN CARRETERA OLMOS - CORRAL QUEMADO
MARZO - 2008**



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



ROTURA PUENTE ACCESO A PLATAFORMA TBM
MARZO - 2008



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



AFECCIÓN A ACCESOS E INSTALACIONES MARZO - 2008



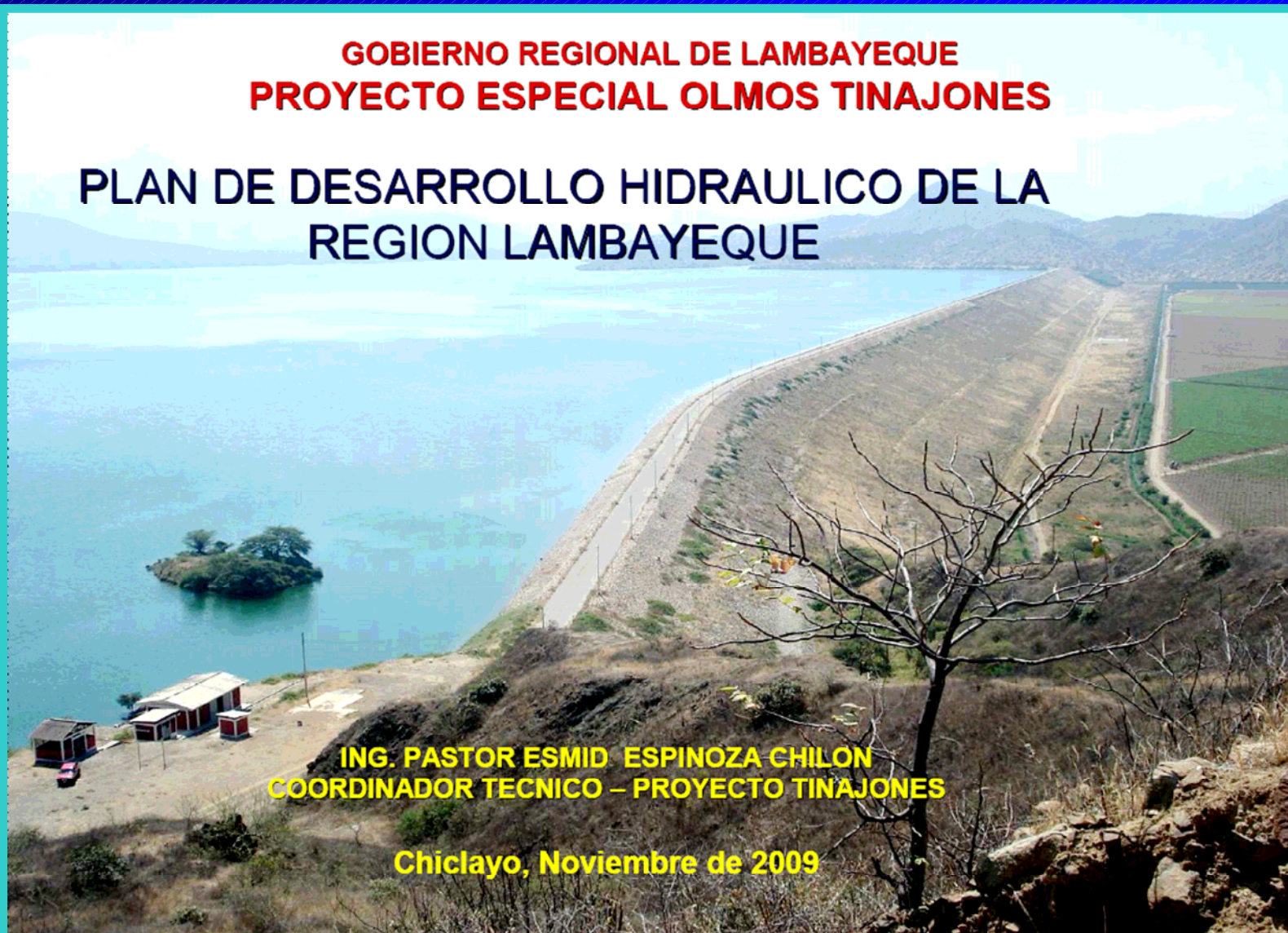
**CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010**

**GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE
PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES**

**PLAN DE DESARROLLO HIDRAULICO DE LA
REGION LAMBAYEQUE**

**ING. PASTOR ESMID ESPINOZA CHILON
COORDINADOR TECNICO – PROYECTO TINAJONES**

Chiclayo, Noviembre de 2009



**IMPACTO DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS 2008
EN EL VALLE LA LECHE**

24-Dic-09: 1800 m³/s



**Carretera Panamericana Norte Antigua,
a 0.5 Km al Norte del Puente La Leche**

27 de Feb.2008 : 2:20 pm.



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

**A la espera del
MEGANIÑO**

**SIETE CUENCAS
25 Grandes Presas**





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010



Presa de LAS DELICIAS (Río Zaña)

SISTEMA HIDRAULICO LA LECHE





The map shows the Tinajones Reservoir (Reserva Tinajones) in the Tarma region of Peru. The reservoir is highlighted in blue and is located near the city of Tarma. The map also shows the Cuzco-Rio La Leche, Cuzco-Rio Chotano, and Cuzco-Rio Zaña. The Tinajones Reservoir is labeled 'Reserva Tinajones' and 'Recricimiento Tinajones'. The map includes a scale bar and a north arrow.

Presas y Capacidad:

- Presa Santa Rosa : 40 Hm³
- Presa Río Loco : 5 Hm³
- Presa Majín : 5 Hm³
- Presa Montería : 30 Hm³
- Nueva Presa Collique: 20 Hm³

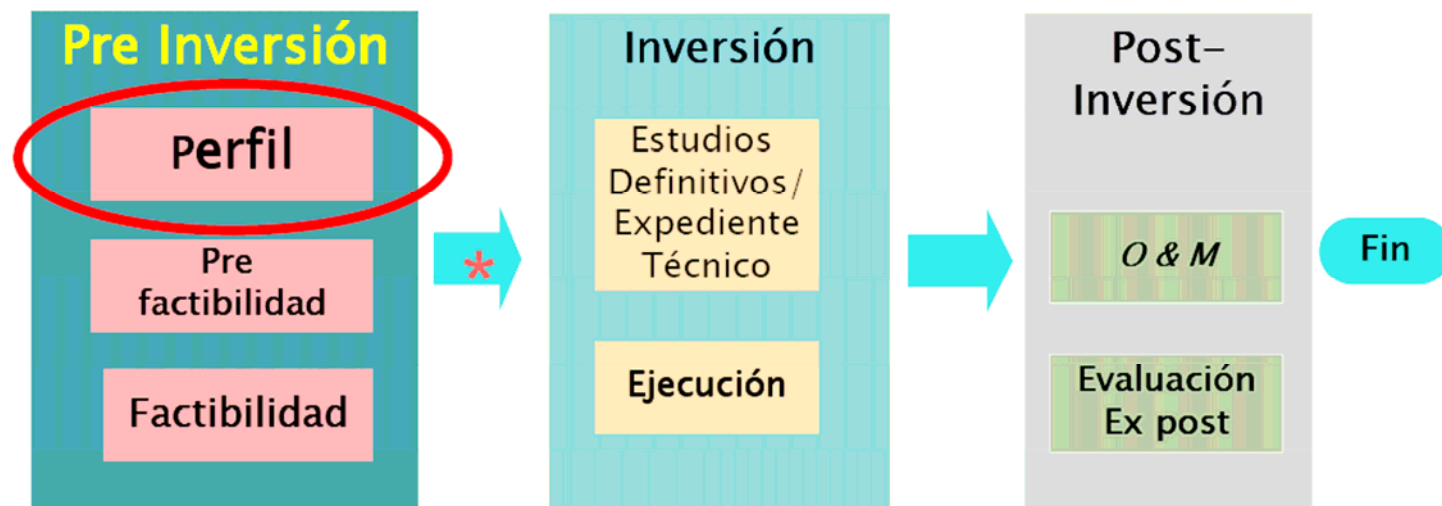
Geografía y Ubicación:

- Ciudades:** Tarma, Huancayo, Chotano.
- Ríos:** Río La Leche, Río Chotano, Río Zaña, Río Tarma, Río Huancayo, Río Chotano, Río Zaña.
- Región:** Tarma.

Recrecimiento Tinajones

CICLO DEL PROYECTO - SNIP

Idea





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS
MADRID, ENERO-2010

POSIBLES AYUDAS

- **Planificación Hidráulica**
- **Proyecto y Construcción de Presas**
- **Explotación y Control de Seguridad de Presas**
- **Defensas Ribereñas y Encauzamientos**
- **Mapas de zonas inundables**
- **Mejora Gestión y Protección Civil**
- **Mejora Sistema de Control Térmico del Océano Pacífico**
- **Implantación Sistemas SAIH**
- **Mejoras en Abastecimiento, Drenaje y Saneamiento**



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

Represa La Calzada LEY N° 29359



Ing° Franco Carpio Guerrero
Congresista de la República

Jr. Azángaro N° 468 Of. 315
Lima - Perú
fcarpio@congreso.gob.pe

Tel.: (511) 3117430
Fax: (511) 3117431
Cel.: (511) 995606736



CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010





CAMBIO CLIMÁTICO Y AVENIDAS MADRID, ENERO-2010

FELIZ AÑO 2010

