



## *Análisis de series de caudales del río Paraguay ante eventos extremos - Serie 1975 - 2015*

Ing. Roger Monte Domecq

Coordinador Equipo de Investigación Proyecto Conacyt 14-INV-280

*Sistema de Pronóstico de Niveles y Caudales del Río Paraguay*

Centro de Tecnología Apropiaada – Universidad Católica de Asunción

Asunción, 23 de junio de 2017

**REUNIÓN  
INTERNACIONAL**

**“CAMBIO GLOBAL Y RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA  
BIODIVERSIDAD, AGRICULTURA, SALUD, RECURSOS HÍDRICOS  
Y ENERGÍA EN PARAGUAY Y LA CUENCA DEL PARAGUAY”**



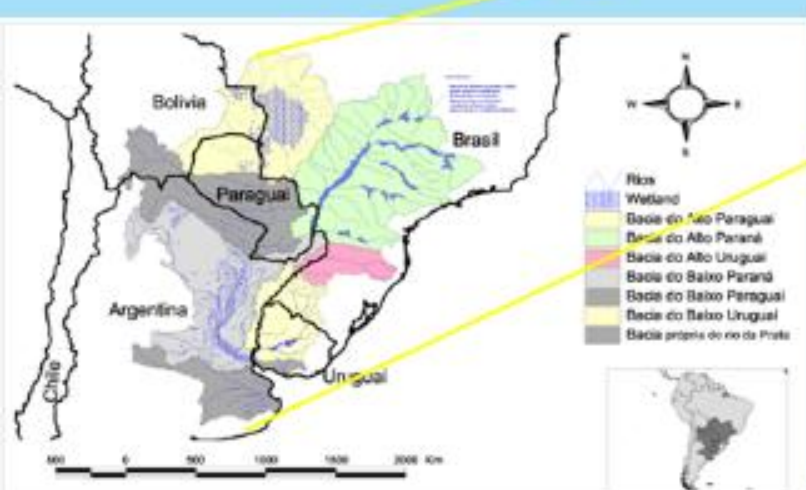
- ✓ Parte 1: Características del río Paraguay y su cuenca
- ✓ Parte 2: Análisis de las series de caudales del río Paraguay
- ✓ Parte 3: Efectos e impactos de la variabilidad del río Paraguay

## Parte 1: Características del río Paraguay y su cuenca

# Sub Cuenca del Rio Paraguay en la cuenca del Plata



La Cuenca del Plata:  
3.100.000 km<sup>2</sup>  
Sub-Divisiones



# Cuenca del Rio Paraguay

Los ríos Paraguay y Paraná Inferior conforman la denominada Hidrovia Paraguay – Paraná que, con una longitud de 3.442 km, constituye el sistema fluvial troncal de la Cuenca del Plata.

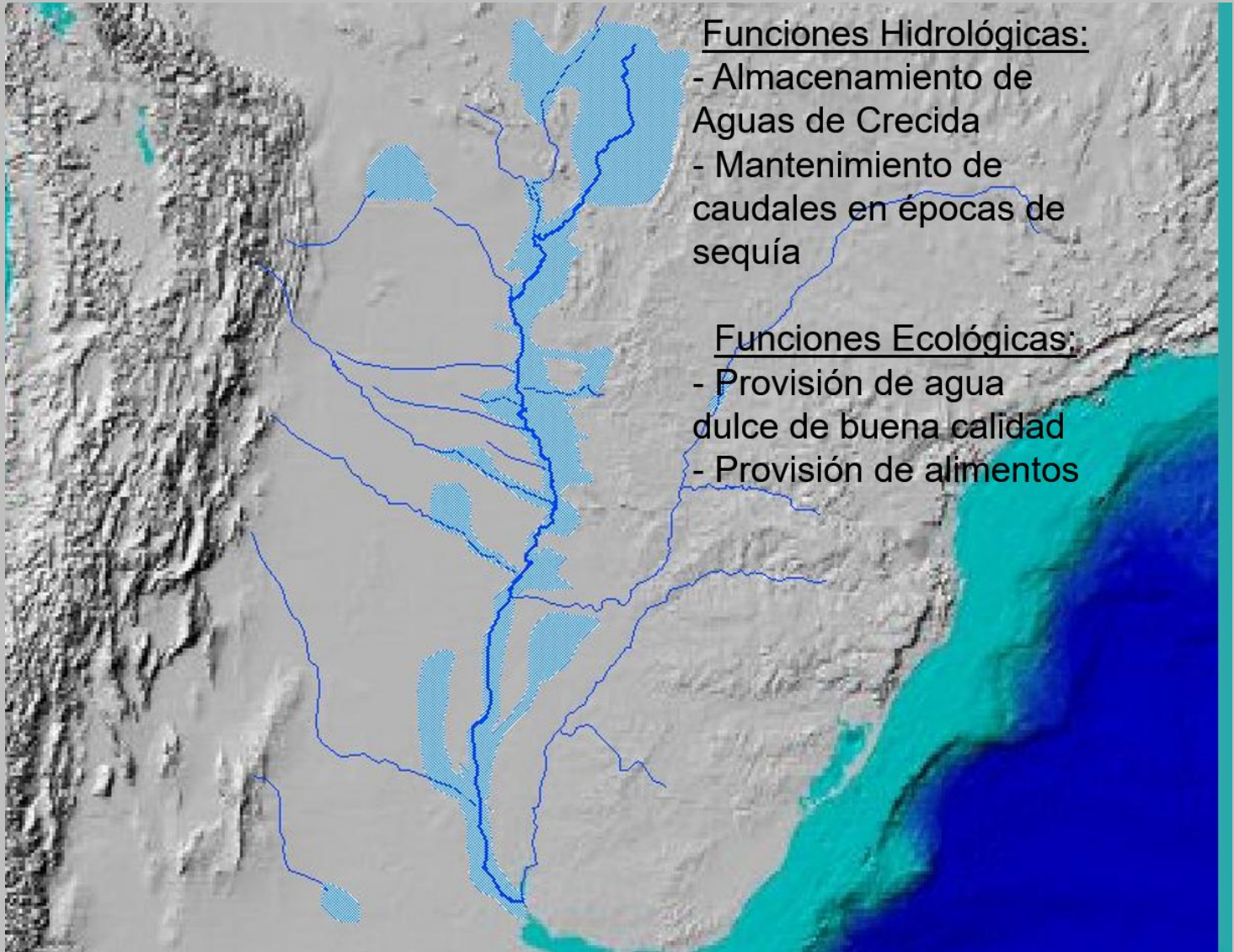
En el territorio paraguayo el río tiene una extensión total de 1250 km. En su ribera se asientan centros urbanos importantes como Concepción, Pilar, Asunción, Villeta y otros.

La sub cuenca del río Paraguay abarca, aproximadamente, 1.100.000 km<sup>2</sup> (34,8 % de la denominada Cuenca del Plata) correspondientes a territorios de Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay

La mayor parte de la misma, salvo el sector correspondiente a los ríos Pilcomayo y Bermejo, se extiende por una inmensa llanura aluvial, de muy escasa pendiente y con extensas planicies de inundación



# El Rio Paraguay y su cuenca



Fuente: PHP -Proyecto Hidrovia Paraguay -Paraná

# Características del río Paraguay

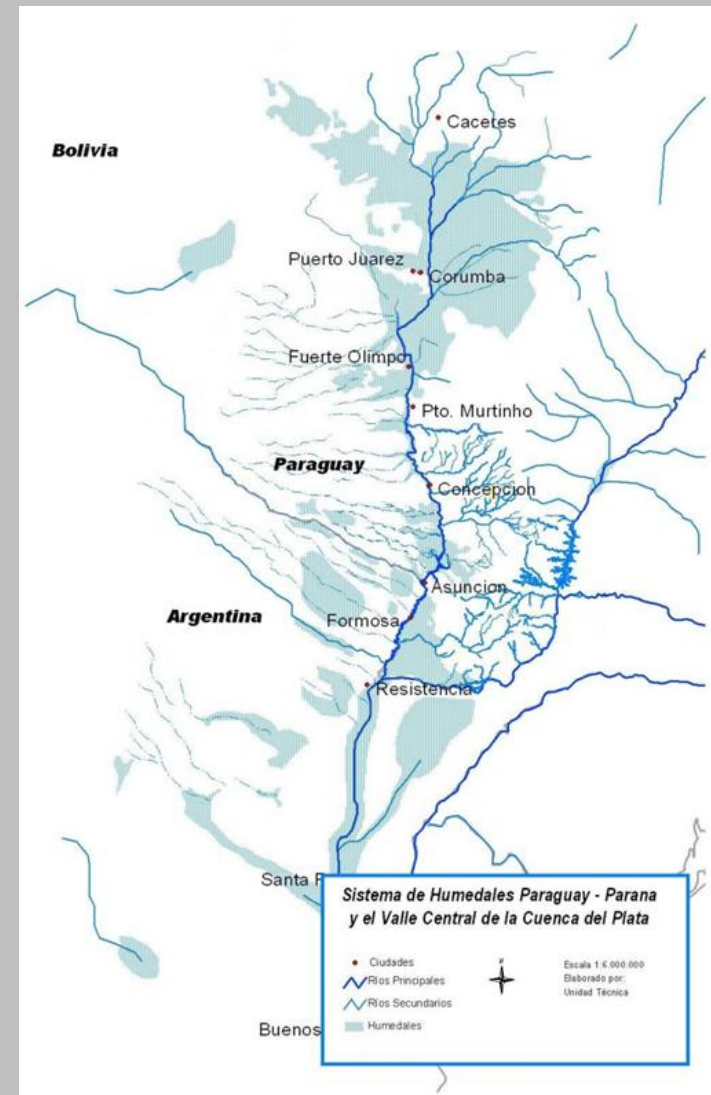
- El río Paraguay es un río de llanura, por lo que las variaciones de sus caudales son lentas a lo largo de todo el tramo de su recorrido (\*).

- Los niveles de fluctuación de las aguas del río son amplias debido a que pueden variar en varios metros en sus ciclos.

- A lo largo del río se encuentran asentadas numerosos núcleos urbanos, de los cuales, la ciudad de Asunción es la más grande y compleja concentración de población urbana.

- La ciudad de Asunción tiene una superficie de 117 km<sup>2</sup> y cuenta con aproximadamente 20 Km. de costas sobre el río Paraguay. Del total del área urbana, más del 10% son humedales.

(\*) Monte Domecq, Perito, Chamorro, Ávila, Báez; CAPITULO 7 PARAGUAY. Carlos M. Tucci. Inundaciones Urbanas

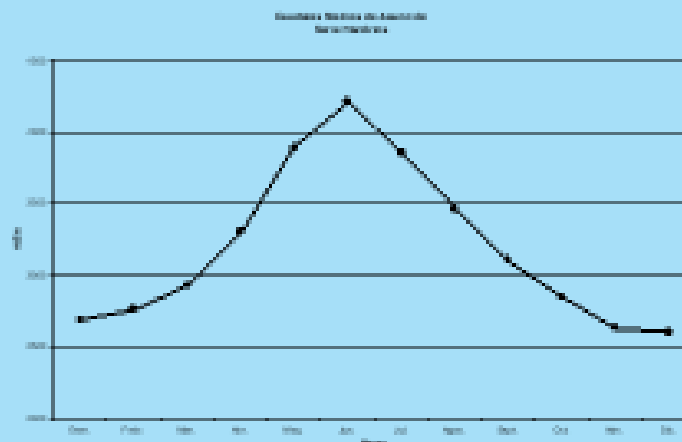


# Características hidrológicas del Rio Paraguay

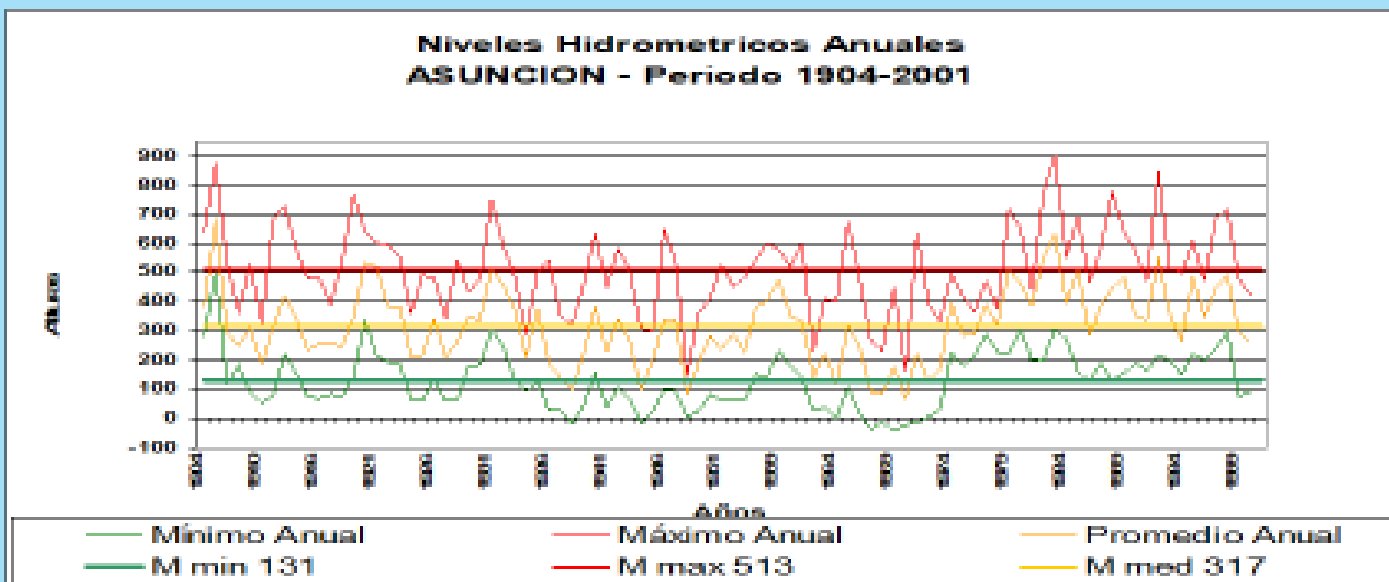
CUENCA DEL RIO PARAGUAY



CICLO ANUAL – CAUDAL ASUNCION



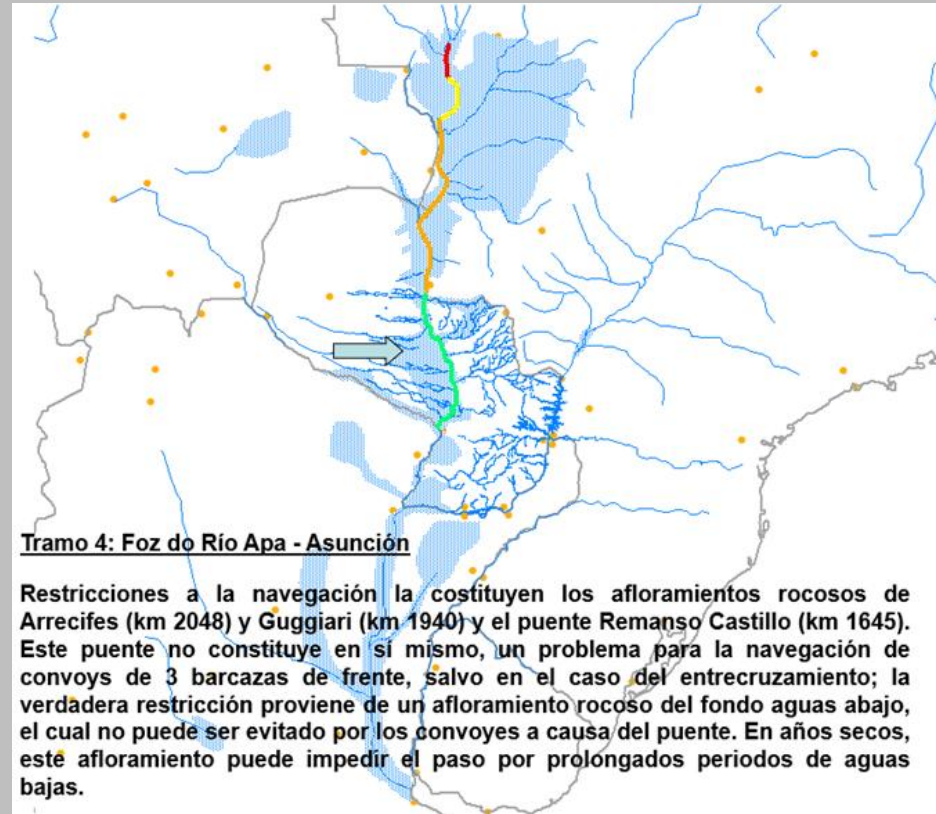
Niveles Hidrometricos Anuales ASUNCION - Periodo 1904-2001





# El Río Paraguay en su tramo medio

- El denominado "**Medio Río Paraguay**", comprendido entre la confluencia con el río Apa e Ytá Pyta Punta (ubicada 47 km al Sur de Asunción), que constituye un tramo de río relativamente profundo con zonas de hasta **8,0 m**, con presencia de numerosos bancos de arena y afloramientos rocosos y un ancho valle que, durante las crecientes, se expande unos 10,0 km.
- En este tramo, caracterizado por una **pendiente de 6,0 cm/km**, los principales tributarios son los ríos Aquidaban, Ypané y Jejuí que proveen cerca del 20 % de la **descarga de agua total del río Paraguay** y que **juegan un papel importante en la regulación del nivel del agua** (ya sea "compensando" o "adicionándose a" los pulsos provenientes del Alto Río Paraguay).

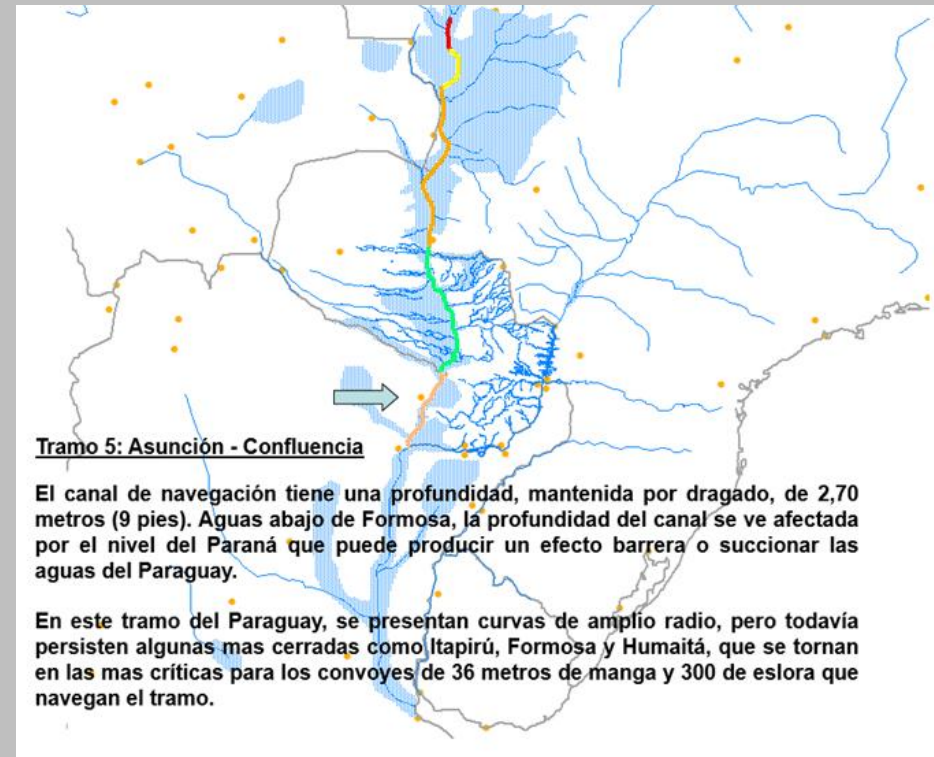


Fuente: PHP – Cuenca del Plata

# El Rio Paraguay en su tramo inferior

El denominado **"Bajo Río Paraguay"**, comprendido entre Ytá Pyta Punta y la confluencia con el río Paraná, que constituye un tramo de río meandroso conformado por un canal principal único acompañado por una serie de "lagos" adyacentes y una planicie fluvial reducida. En este tramo, caracterizado por una **pendiente de 5,0 cm/km**, los principales tributarios son los ríos Bermejo y Pilcomayo que, con extensiones de 1.780 y 1.125 km respectivamente, descienden desde la Cordillera de los Andes.

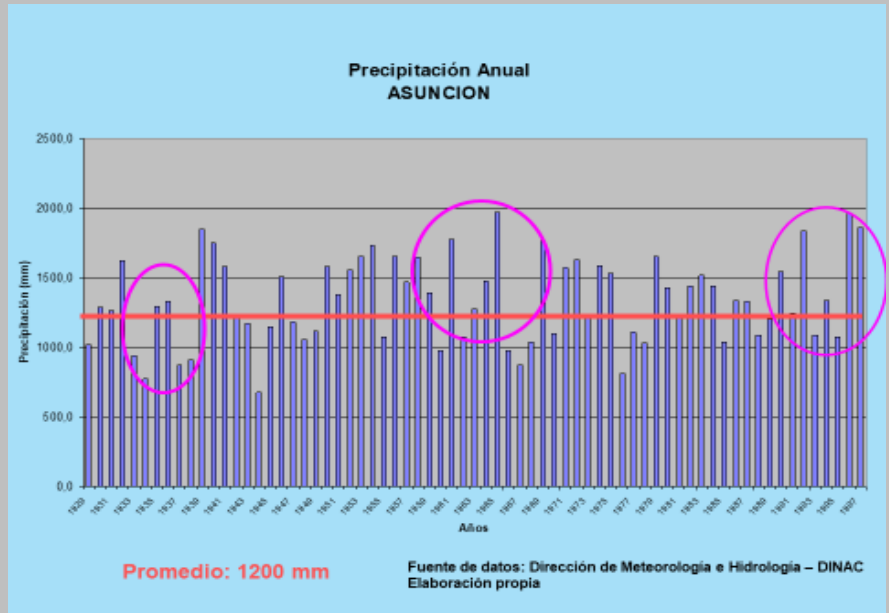
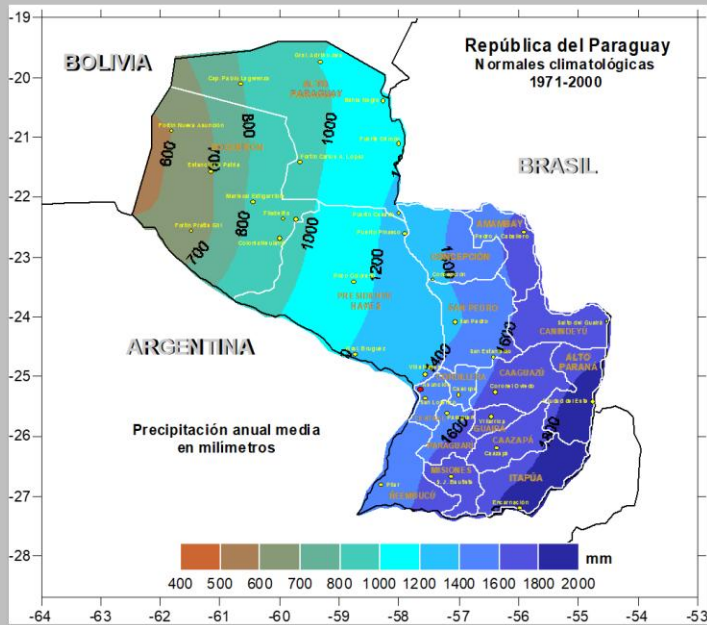
En particular, el río Pilcomayo atraviesa la región semiárida del Chaco como un curso muy meandroso, por lo que pierde gran parte de su masa de agua siendo, pues, muy pequeña su contribución directa al río Paraguay. El río Bermejo, por su parte, si bien presenta características similares, constituye una contribución más significativa



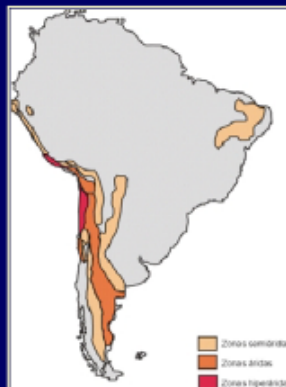
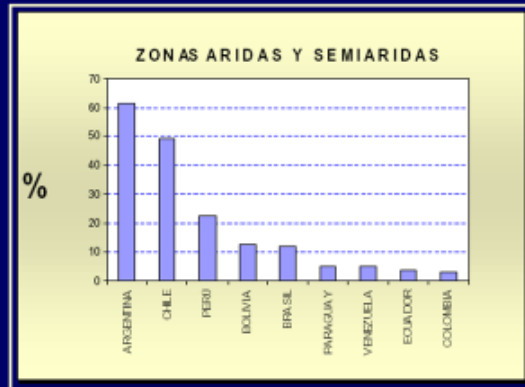
# Las sequias e Inundaciones en el rio Paraguay



# La disponibilidad Hídrica en Paraguay y la Región

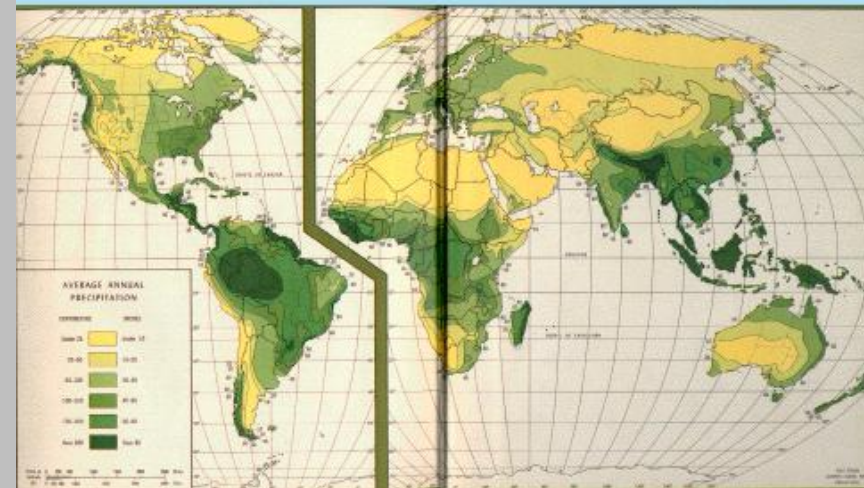


## La escasez de agua



Fuente: CEPAL, 1980

## DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL



# Usos del rio Paraguay

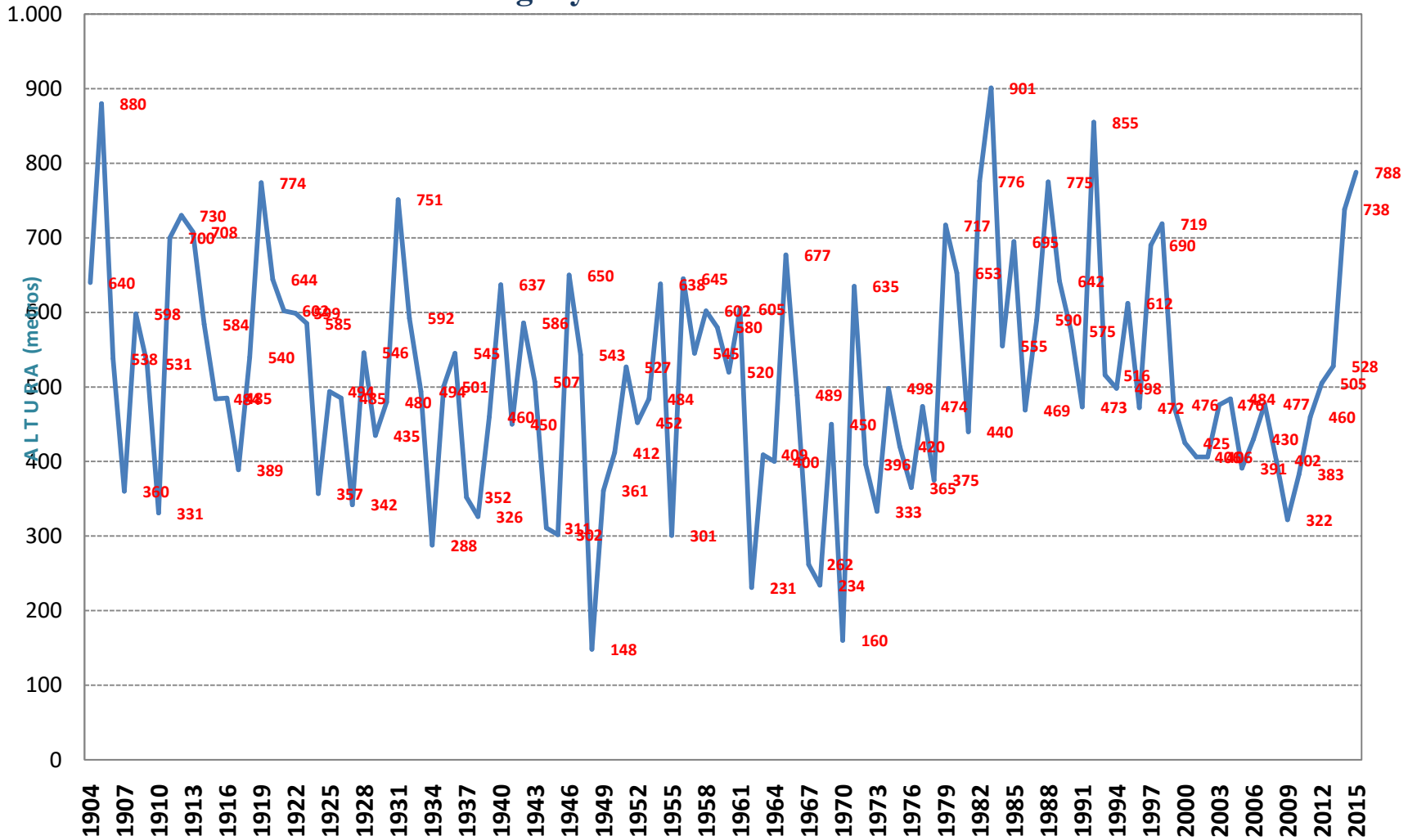
- Principales productos: "en dirección Norte-Sur, son mercaderías a granel, tales como: algodón, pellets de soja, pulpa de papel, mineral de hierro, manganeso. En la dirección Sur-Norte, el principal producto es combustible".
- La carga total, en general, transportada por los cinco países en la actualidad alcanza 12 millones de toneladas en forma anual. Con la Hidrovía se prevé pasar de los 12 millones de toneladas anuales hasta 30 millones de toneladas a partir de la obra.
- Principales puertos oficiales paraguayos Asunción, Villeta, Concepción y Pilar.
- Tren de barcazas: 4 x 5 barcazas (20 en total) más un empujador, una barcaza mide 12 x 60 metros y su capacidad es 2000 tn.



**La Hidrovía Paraguay-Paraná es una vía navegable natural que se ha estado utilizando históricamente por los cinco países de la Cuenca del Plata, desde Nueva Palmira, Uruguay, hasta el Puerto de Caceres, Brasil, con una longitud de 3442 km. Según el Tratado que dio origen al Proyecto Hidrovia.**

## Parte 2: Análisis de las series de caudales del rio Paraguay

## Niveles Hidrométricos Máxima Anual Río Paraguay – Puerto de Asunción: 1904 - 2015

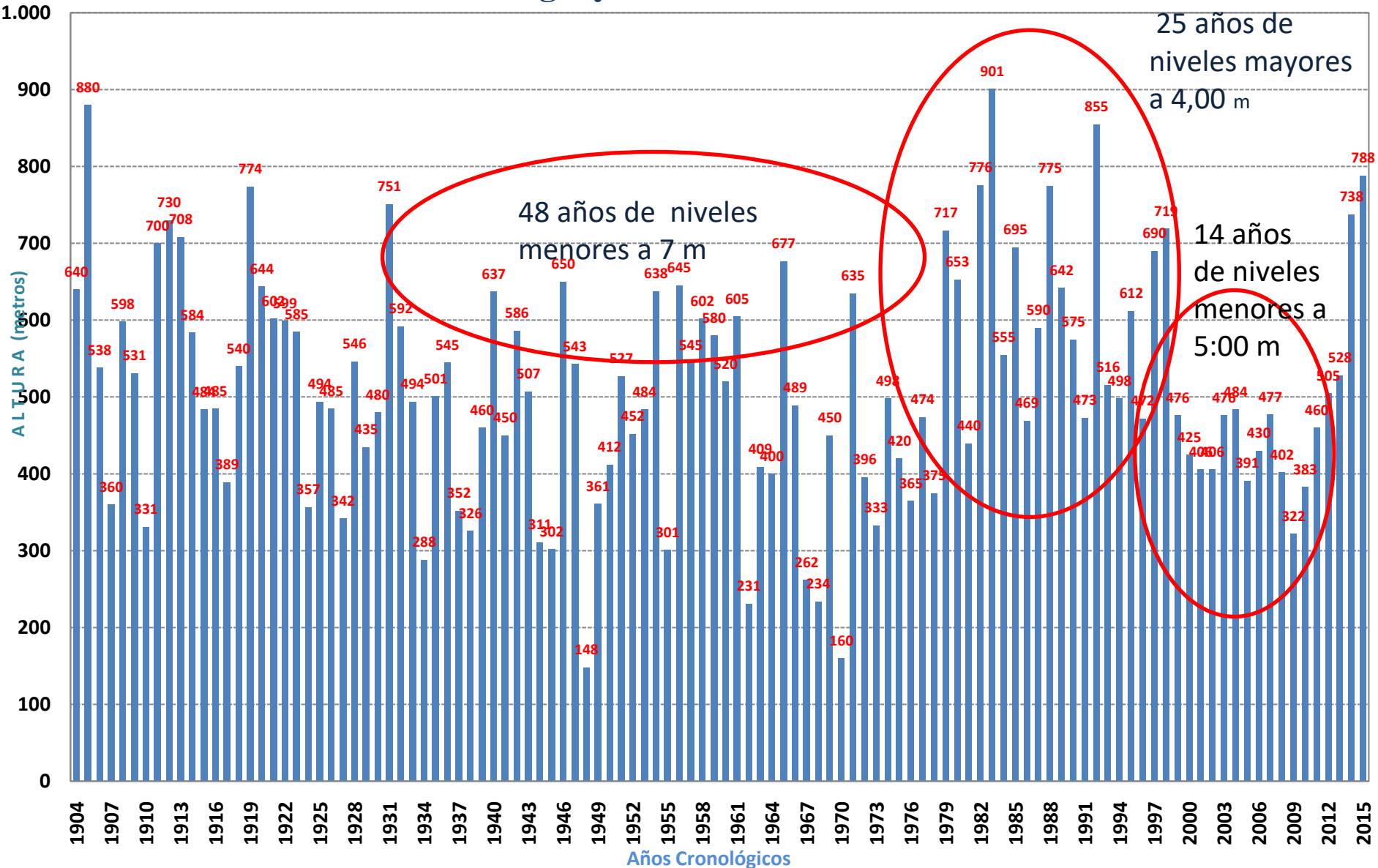


— ASUNCION MÁXIMA ANUAL 1904-2015

Fuente: ANNP-DMH

# Niveles Hidrométricos Máximas Anuales Río Paraguay - Asunción: 1904 - 2015

Fuente de datos: ANNP



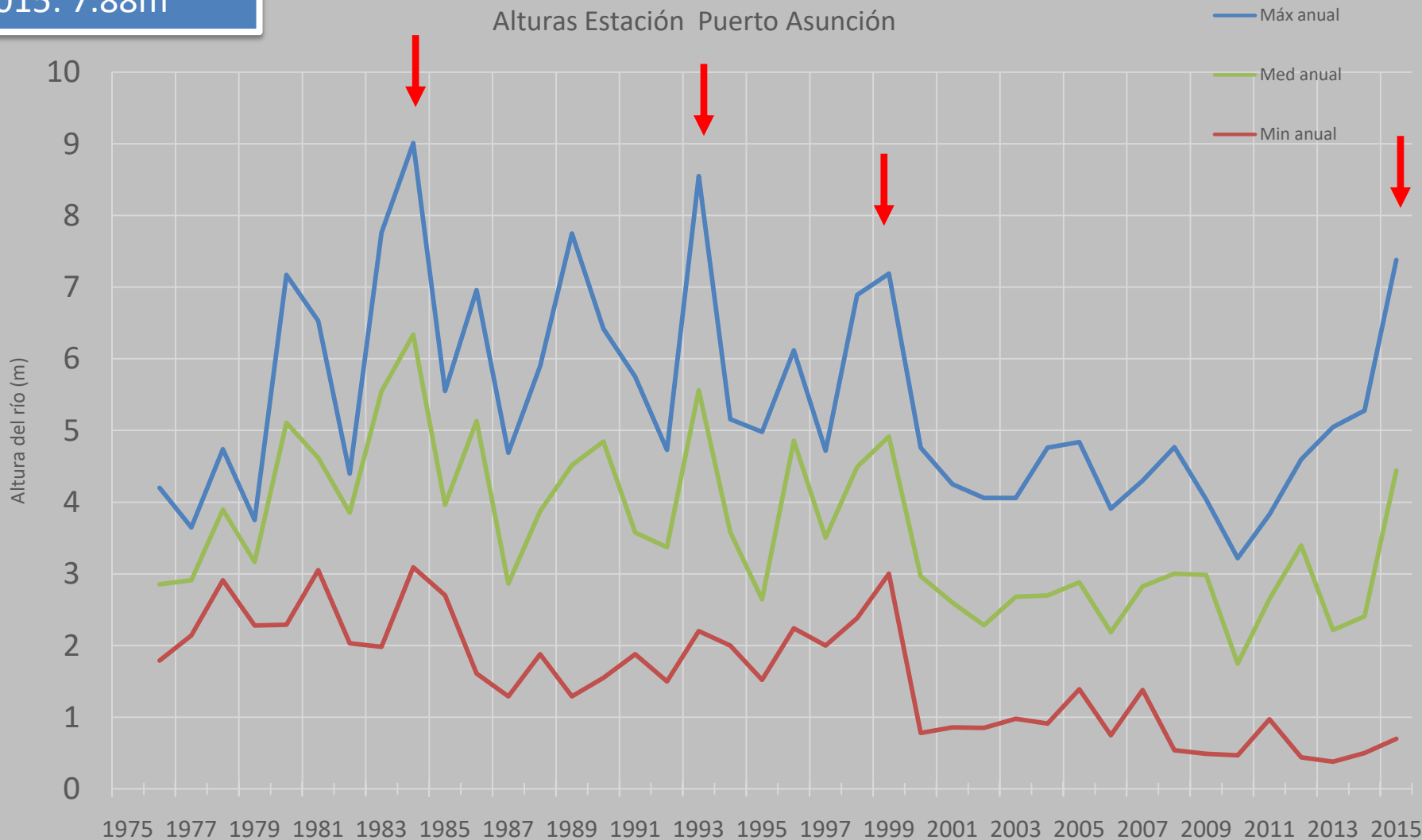


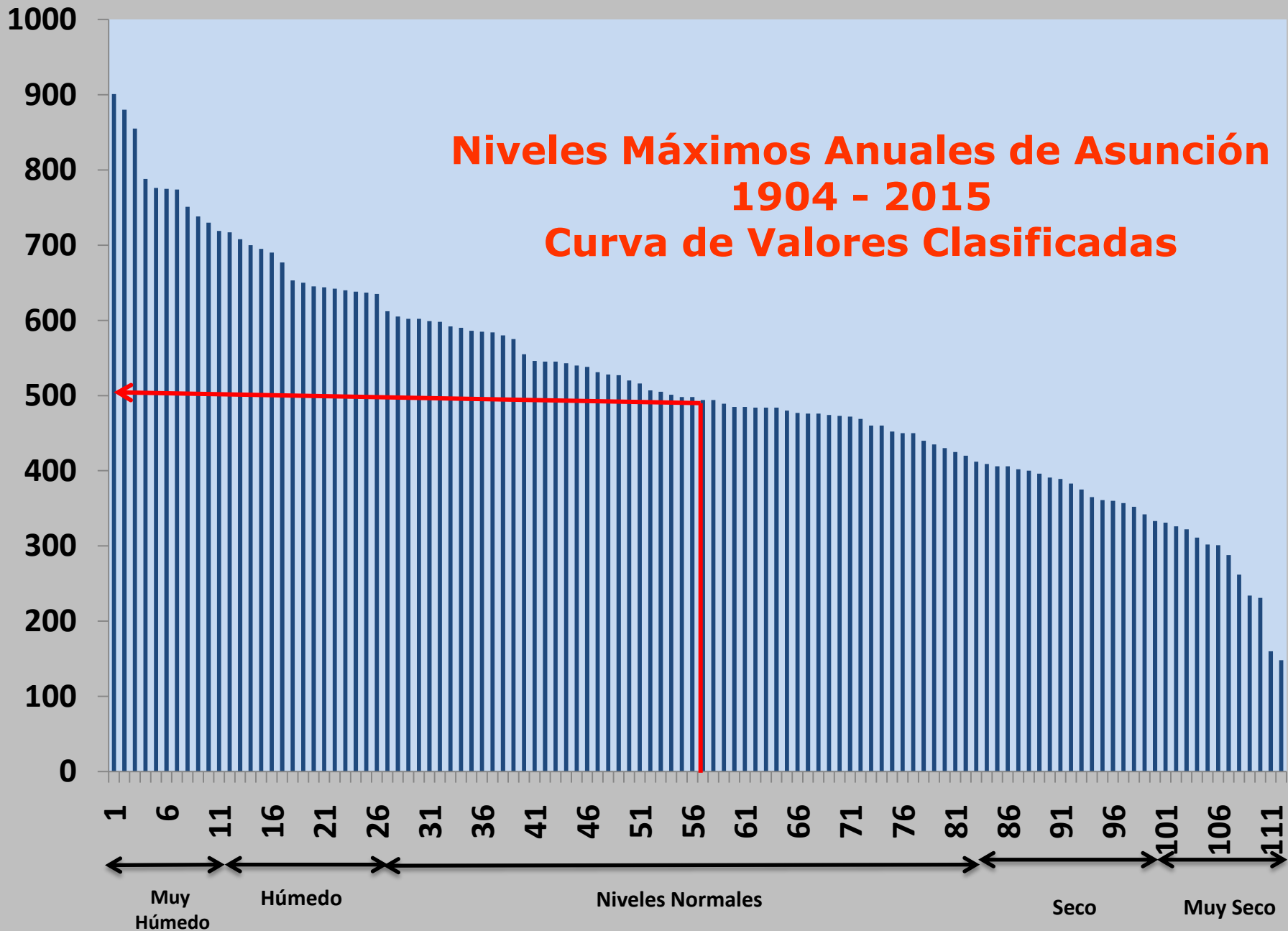
1983: 9.01m  
 1988: 7.55m  
 1992: 8.55m  
 1997: 7.19m  
 2015: 7.88m

# Niveles Máximo, Medio y Mínimo Anual

## 1975 - 2015

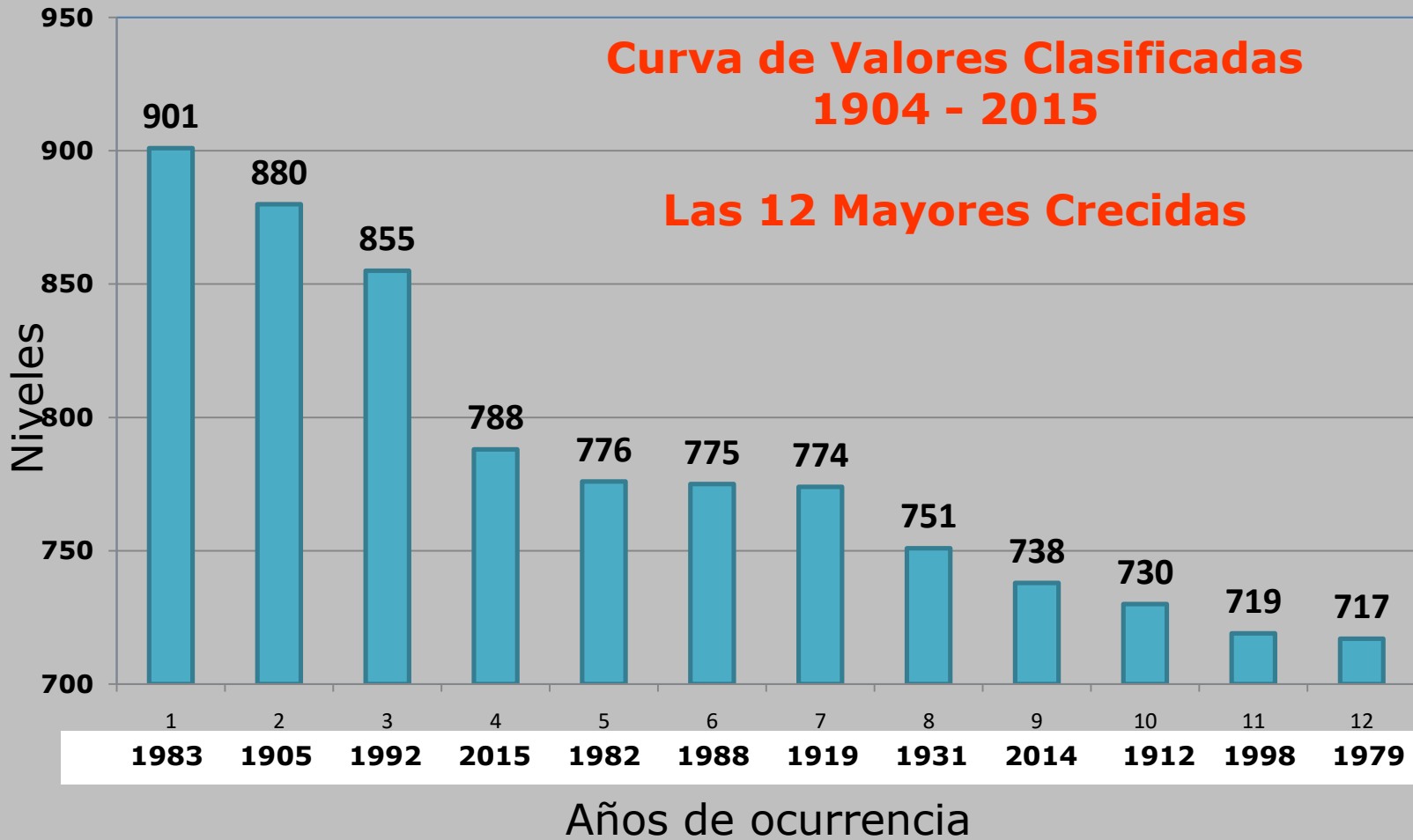
Alturas Estación Puerto Asunción



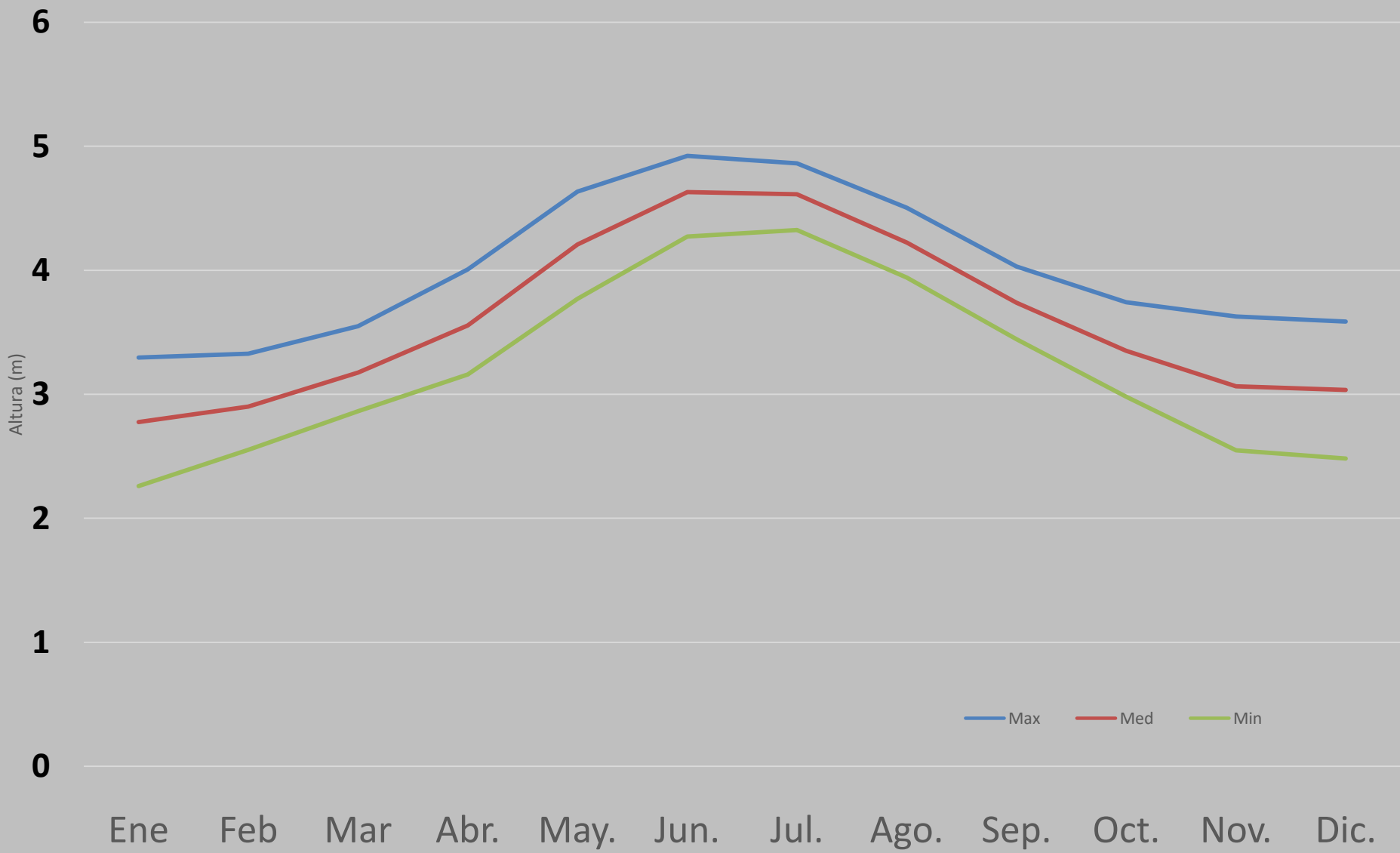


## Curva de Valores Clasificadas 1904 - 2015

### Las 12 Mayores Crecidas



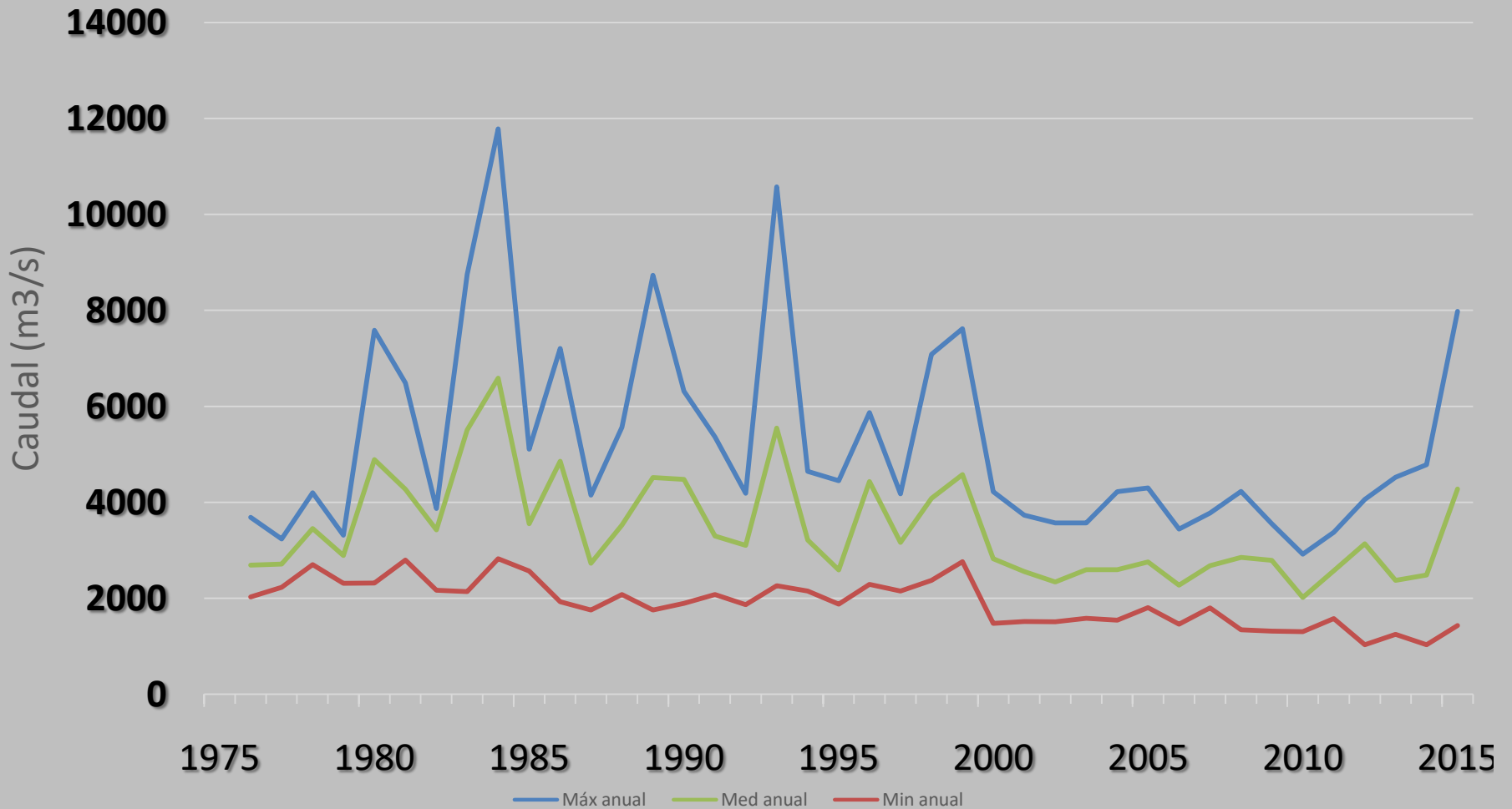
# Niveles medios mensuales - Puerto Asunción (1975-2015)



# Nivel Máximo, Medio y Mínimo Anual

1975 - 2015

## Caudal Puerto Asunción

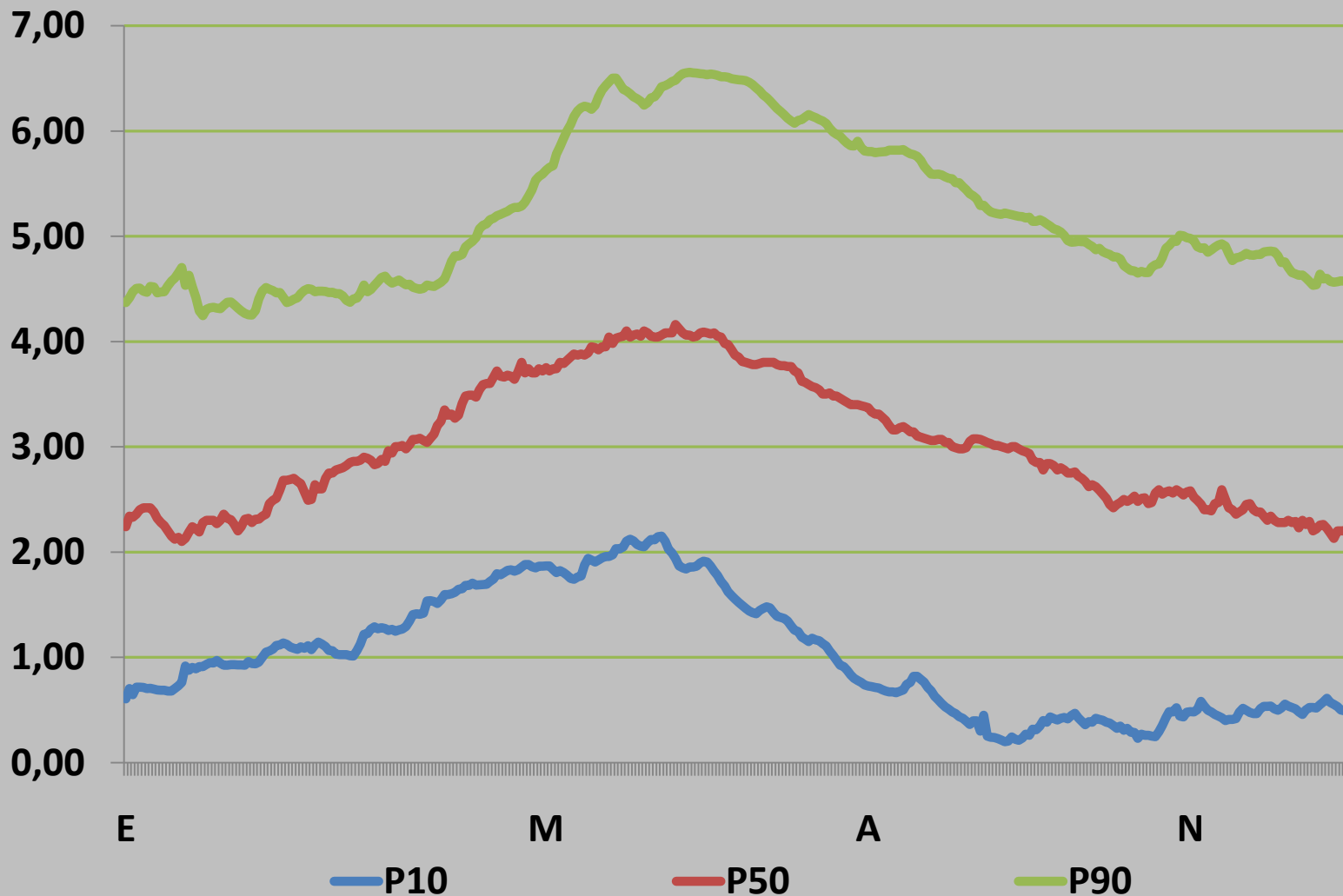


# Caudales medios por mes. Periodo 1975 - 2015



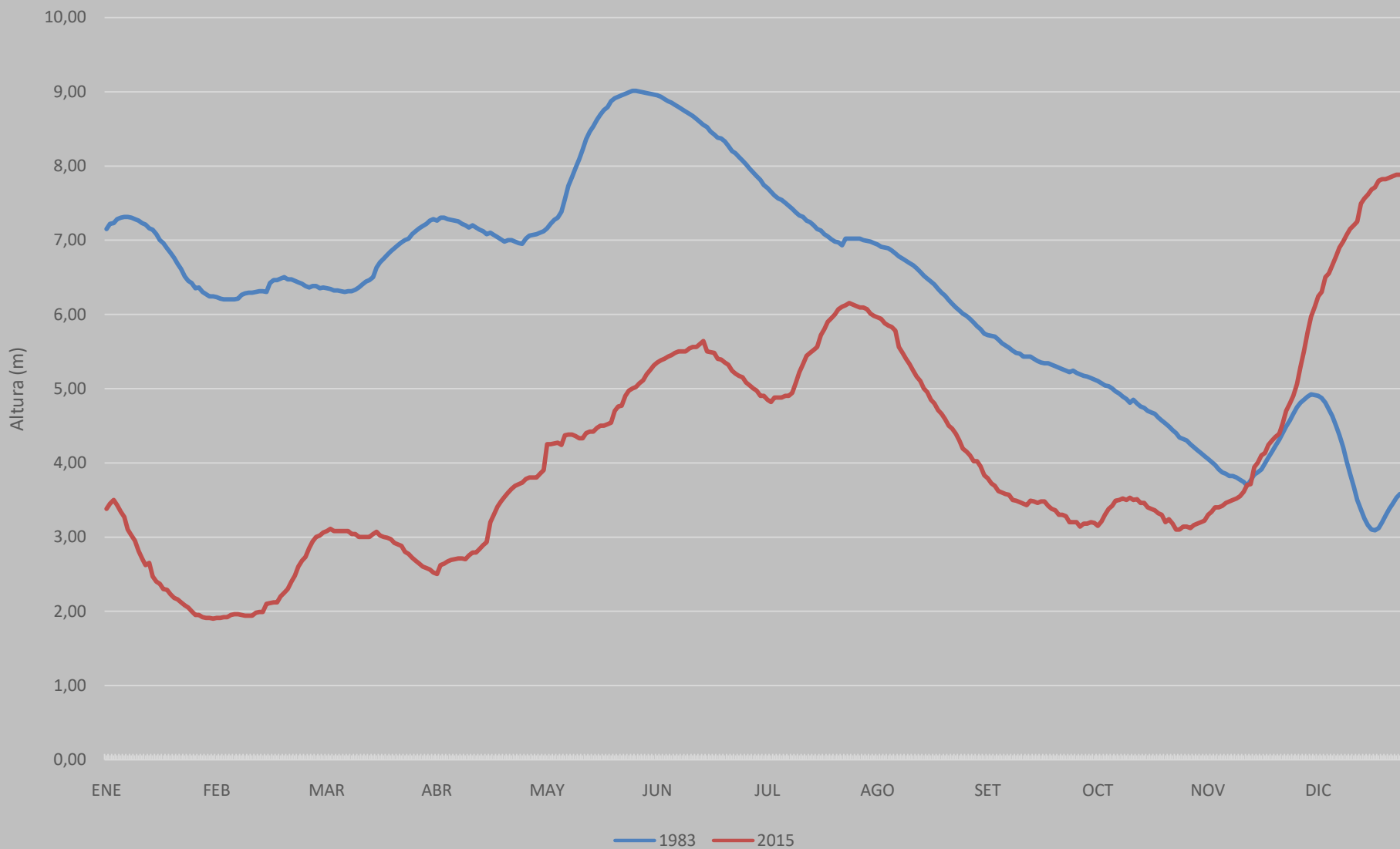
# Rio Paraguay – Asunción

## Niveles de Percentil



# Río Paraguay - Asunción

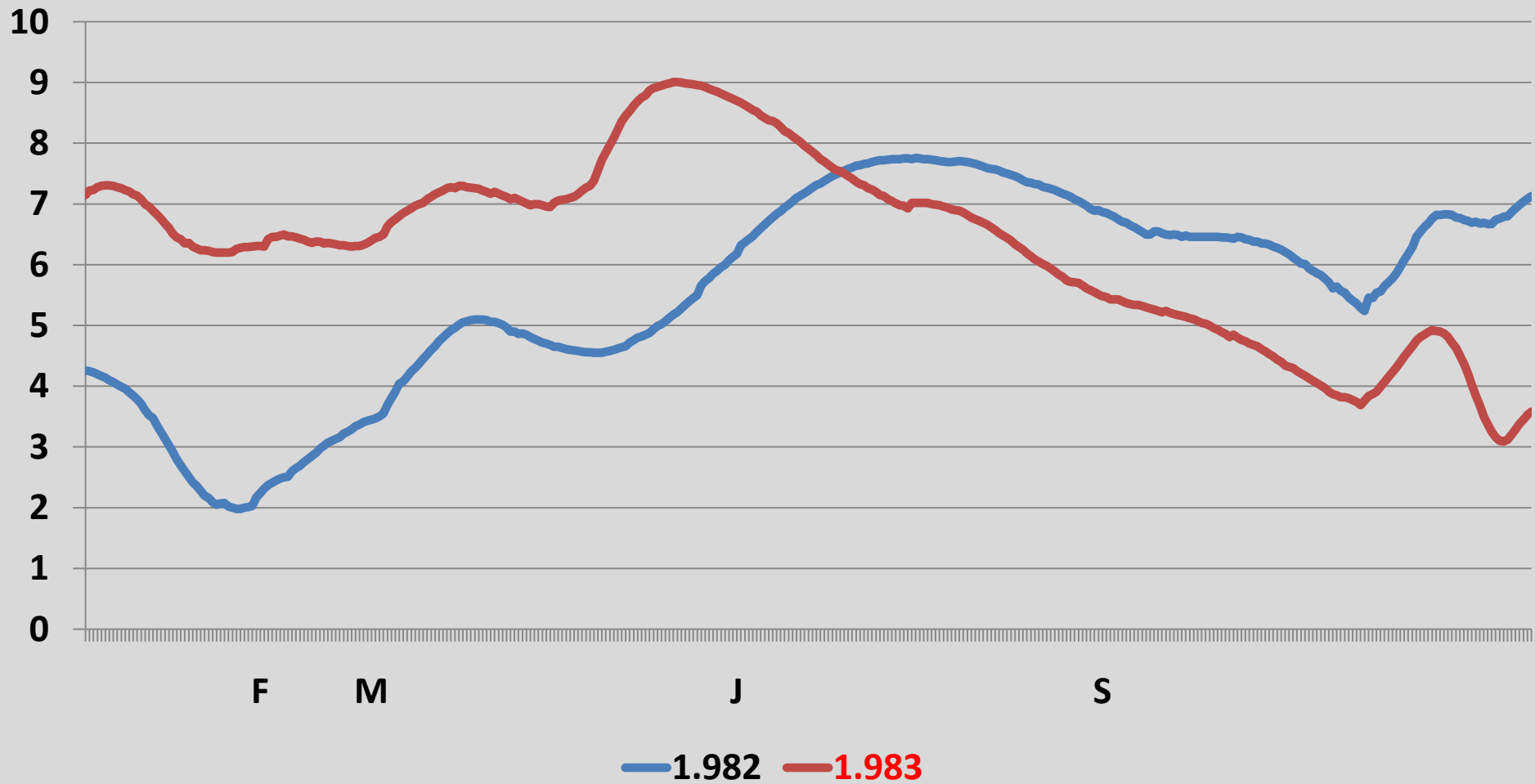
## Años 1983 - 2015





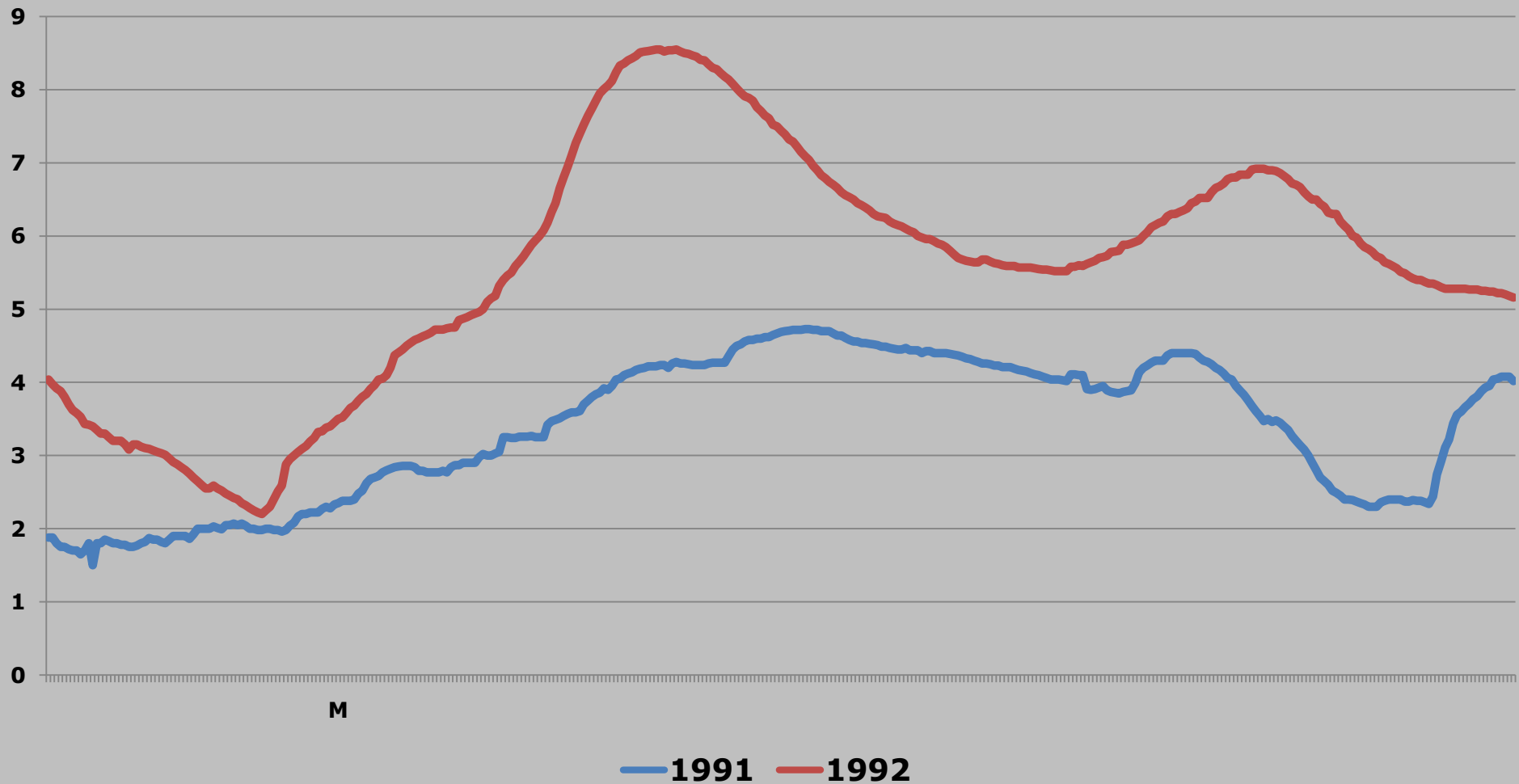
# Rio Paraguay – Asunción

Años: 1982 - 1983



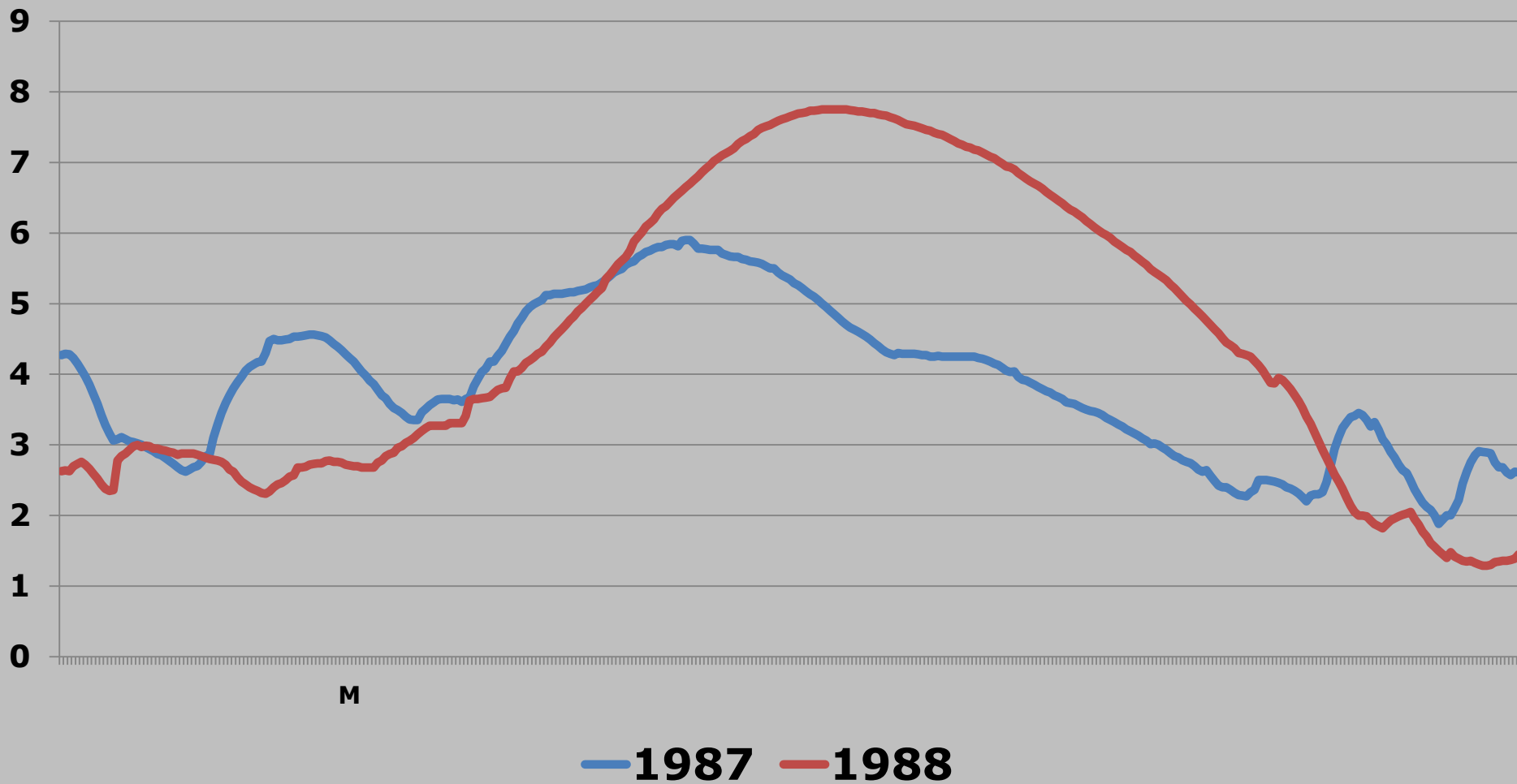
# Rio Paraguay – Asunción

Años: 1992 - 1991



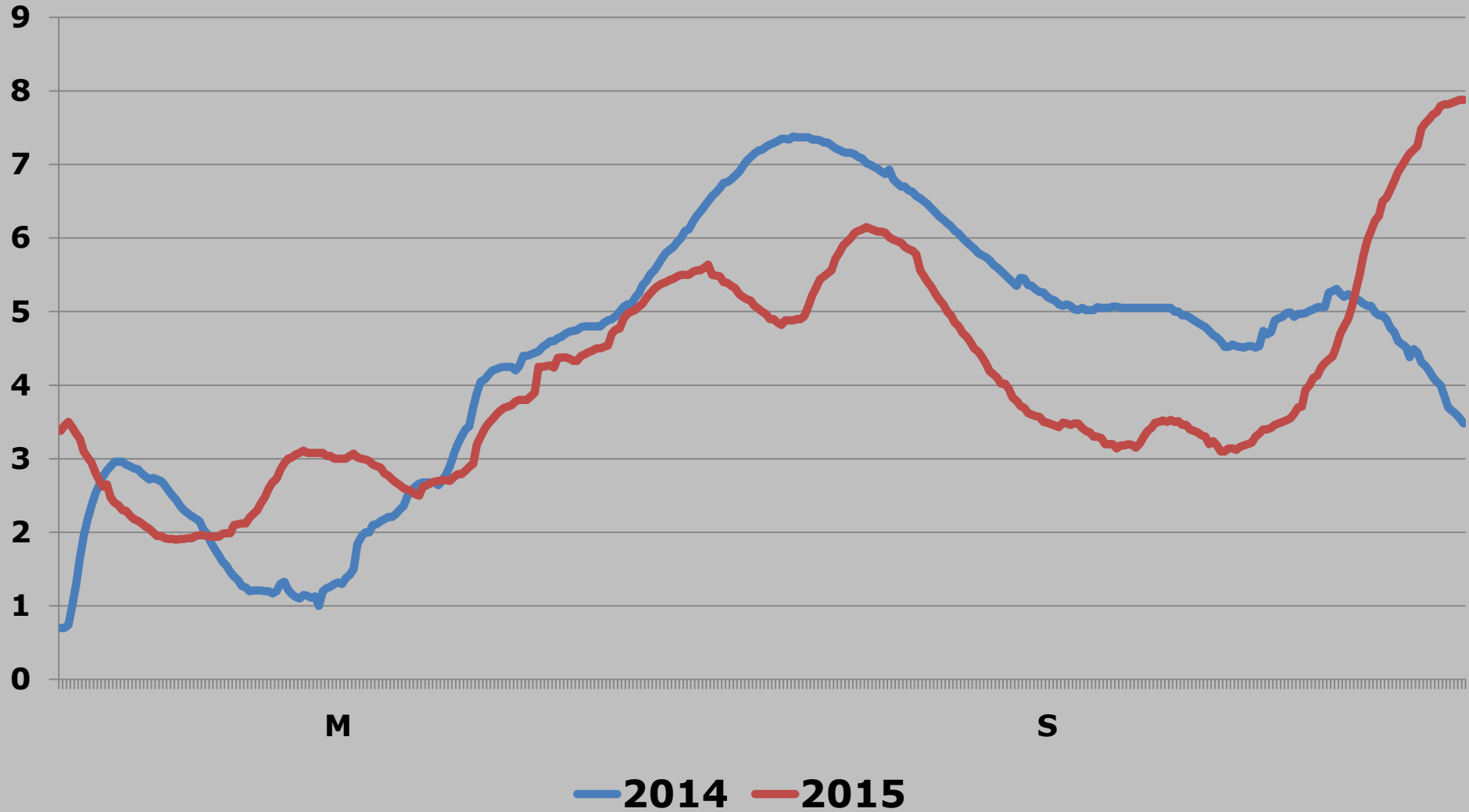
# Rio Paraguay – Asunción

Años: 1987 - 1988



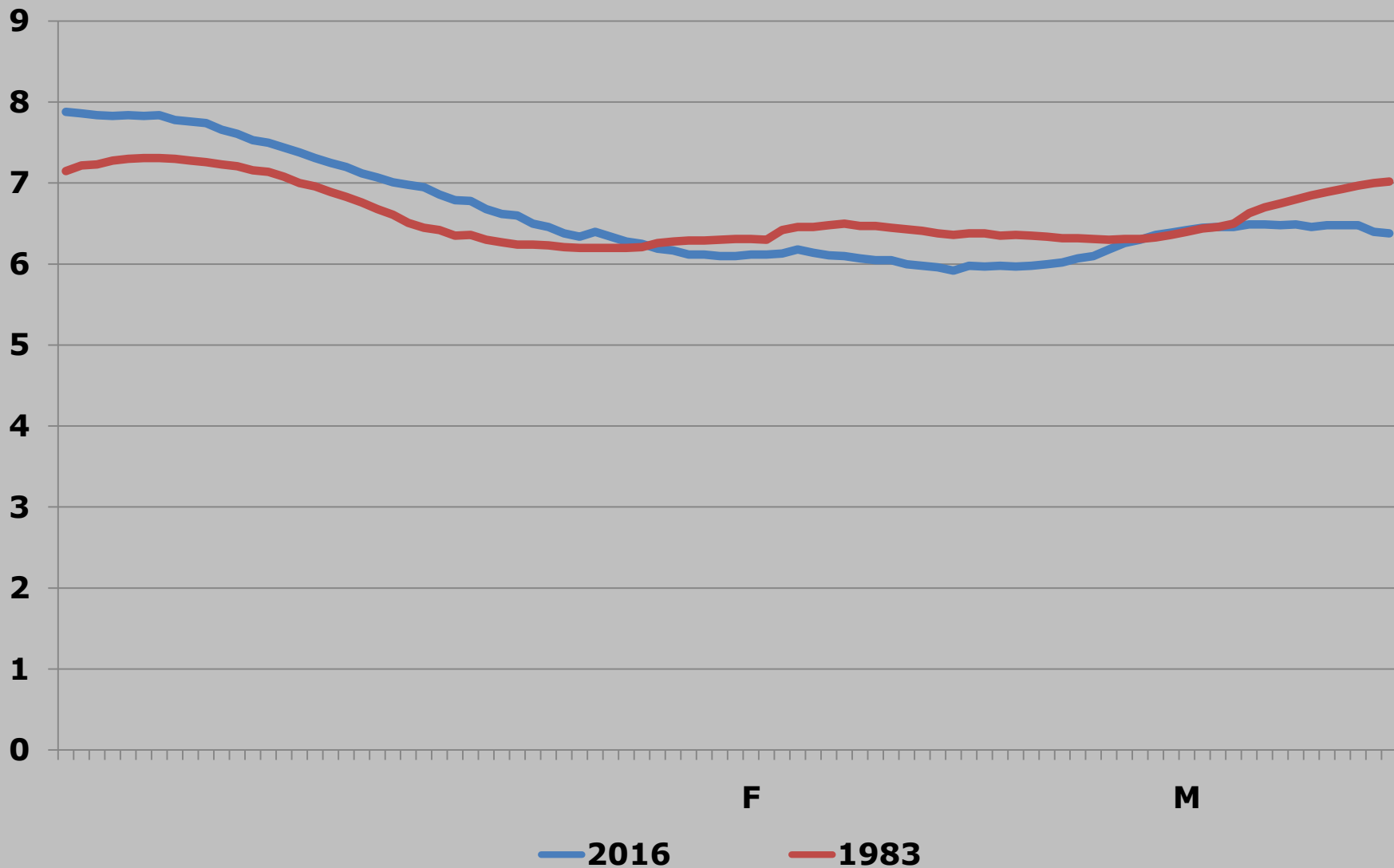
# Rio Paraguay – Asunción

Años: 2014 - 2015



# Rio Paraguay – Asunción

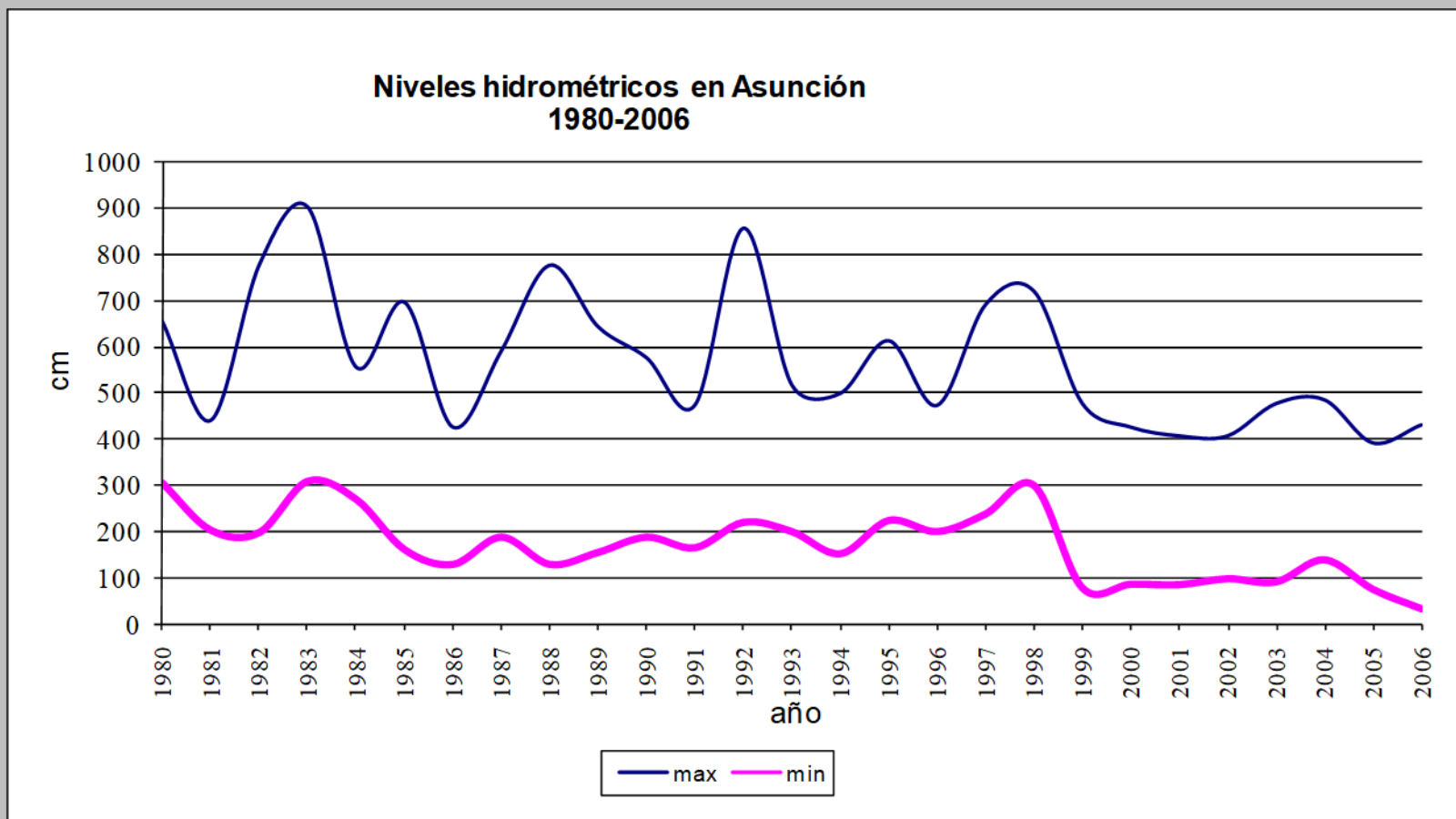
Años: 2016 - 1983



# Interpretación de los ciclos Rio Paraguay

En promedio se identifican ciclos de Aguas altas y Aguas medias /bajas entre 9 y 14 años

1983: 9.01m  
1988: 7.55m  
1992: 8.55m  
1997: 7.19m  
2015: 7.88m



## Parte 2: Efectos e impactos de la variabilidad del río Paraguay

# Radiografía inundaciones en Paraguay – 2015 – Diario Ultima

Hora - 17 diciembre de 2015

Cerca de 40 distritos del país se encuentran en situación crítica por las inundaciones que se agravaron con la llegada del fenómeno climatológico conocido como "El niño", caracterizado por intensa lluvias. Te presentamos un reporte de las localidades en zona de riesgo en todo el país.

En el 2014, unas 49.000 familias (300.000 personas) fueron afectadas por las inundaciones a nivel país, se espera que esta cifra se incremente de manera considerable en el 2015 e inicios del 2016

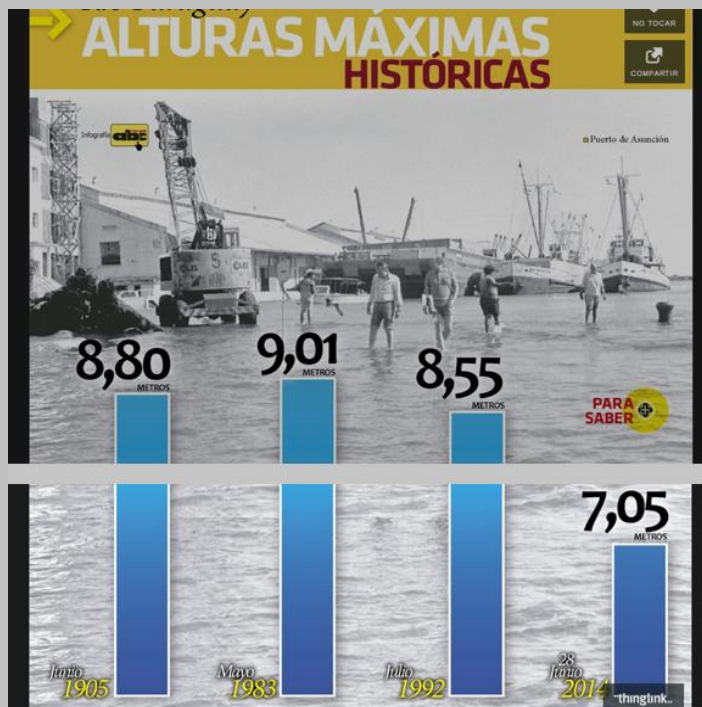
La grave situación ha llevado a la Secretaría del Ambiente (SEAM) a declarar Contingencia Ambiental en todo el territorio nacional para la gestión de los residuos generados en todos los municipios a raíz de los fenómenos climáticos

## MAPA DE INUNDACIONES EN PARAGUAY





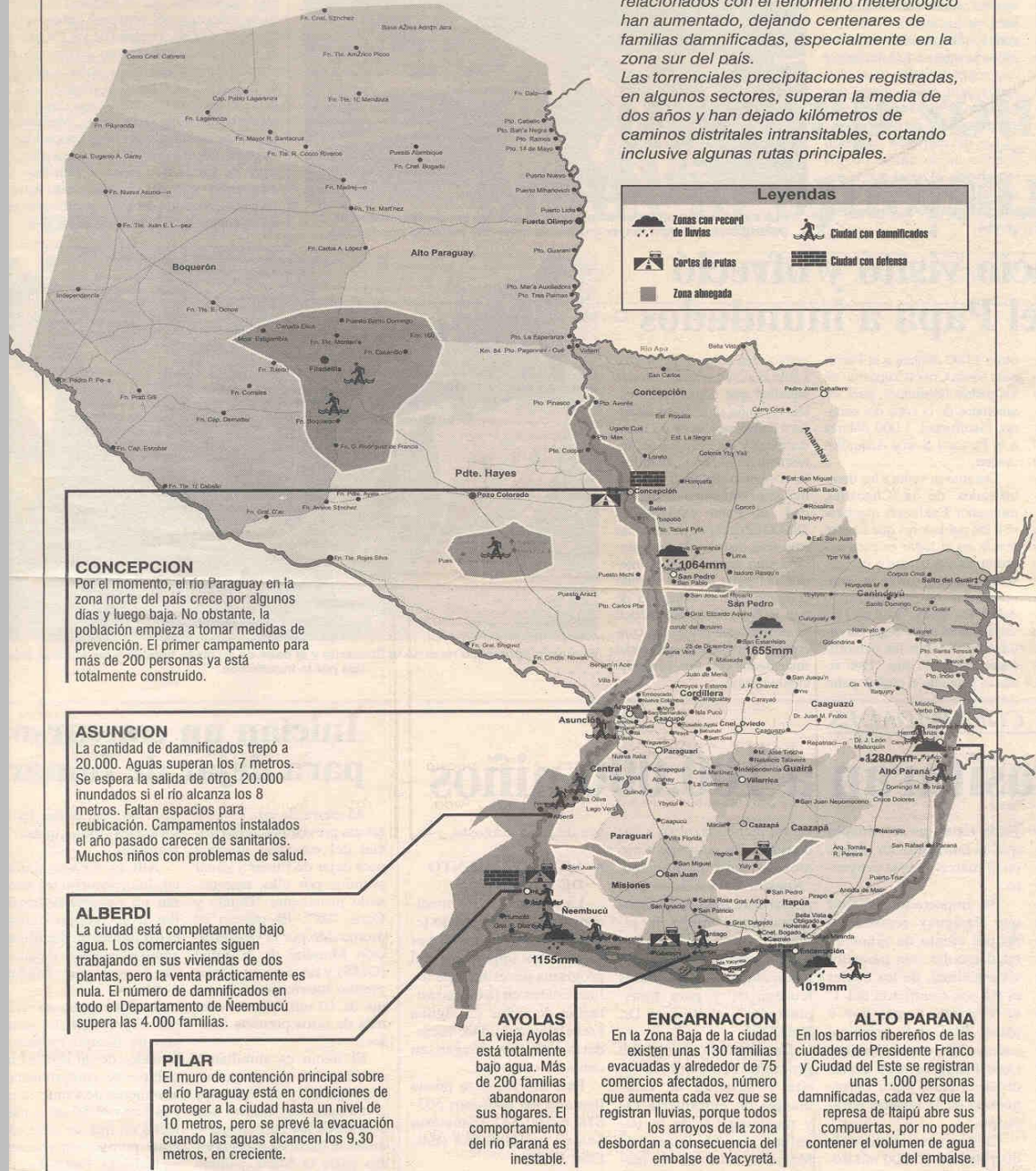
Impactos en los medios de Prensa 2014  
 Abc Color



Efectos de "El Niño" en Paraguay

En los últimos meses, los problemas relacionados con el fenómeno meteorológico han aumentado, dejando centenares de familias damnificadas, especialmente en la zona sur del país.

Las torrenciales precipitaciones registradas, en algunos sectores, superan la media de dos años y han dejado kilómetros de caminos distritales intransitables, cortando inclusive algunas rutas principales.



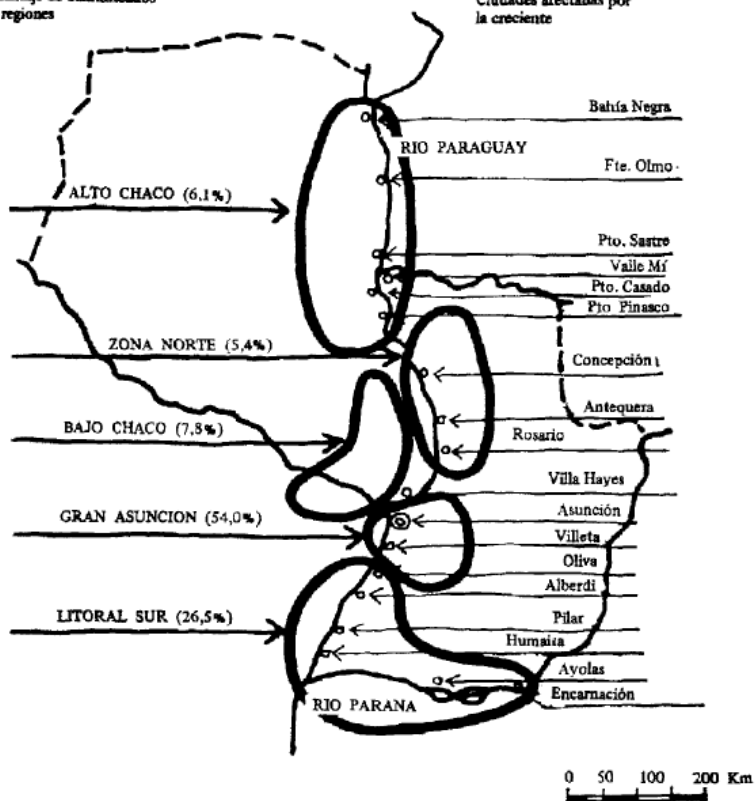
# Publicación de la Inundación 1983

## ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS INUNDACIONES EN EL PARAGUAY

Por ROBERTO LUIS CÁSPEDES\*  
LUIS SILVIO RÍOS\*

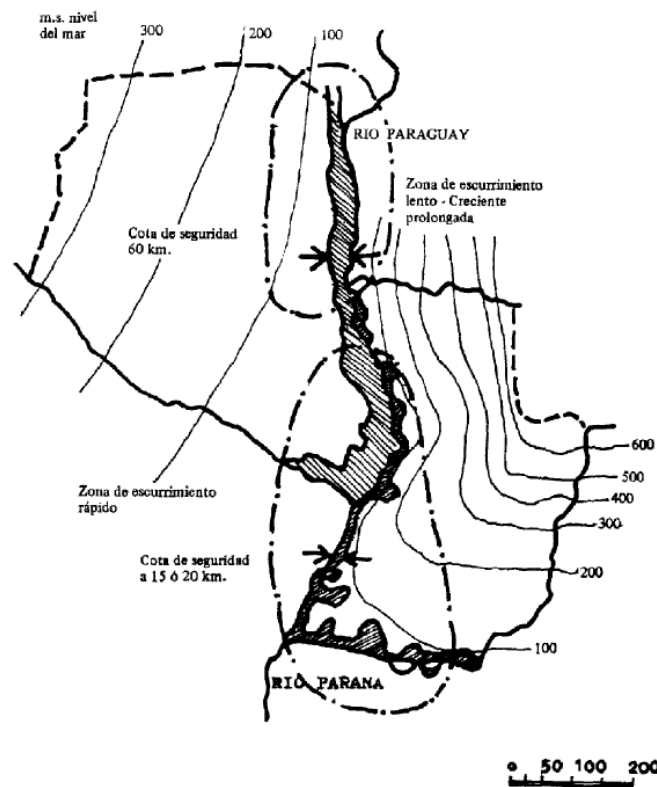
Porcentaje de damnificados por regiones

Ciudades afectadas por la crecida



MAPA 1: Regiones y ciudades afectadas por inundaciones

MAPA 2: Hipsometría y zonas afectadas por las inundaciones



# Inundaciones enero abril 2014 - Fuente: Abc y Ultima Hora

21 DE MAYO DE 2014

## Piden definir estrategia contra inundaciones



Un grupo de estudiantes del colegio internado del departamento de Presidente Hayes fueron avacuados con asistencia de militares. Se trata de la Escuela San Isidro, en Pozo Colorado. / ABC Color

## Se agrava situación de aislamiento en Alto Paraguay y Presidente Hayes

Las inundaciones en el Chaco empeoran y se agrava la situación de los pobladores de Alto Paraguay y Presidente Hayes. Las comunidades de ambos departamentos están aisladas desde hace varias semanas, debido a que los caminos están anegados por el desborde de riachos. Ahora preocupan las probabilidades de tormentas, pronosticadas para esta semana.



## 21 DE MAYO DE 2014 – ABC Y ULTIMA HORA



En el alto Chaco, el aislamiento de comunidades como Fuerte Olimpo y Bahía Negra se extiende por 82 días. Solo durante la semana pasada, las lluvias alcanzaron los 200 milímetros y el nivel del río Paraguay ascendió en promedio de 8 a 9 centímetros por día, generándose los desbordes.

20 DE MAYO DE 2014 16:10

Cuando el agua se convierte en un problema

En los últimos tres meses, la inestabilidad climática llegó a tal magnitud que dejó a varias regiones bajo agua, generando una situación de aislamiento por falta de caminos. chaco



# Fuerte Olimpo bajo agua

19 mayo 2014



En el departamento de Ñeembucú las inundaciones afectan a más de 35 000 personas, en el lugar se destruyó la agricultura tradicional y además de esto, está en grave peligro la producción ganadera, que es el principal medio de sustento de los pobladores

El drama de las inundaciones



Vista aérea de la inundación en Pilar. / ABC Color

# Unas 7.000 familias afectadas en Ñeembucú

9 de mayo 2012



## Se desbordan arroyos área metropolitana de Asuncion



SAN ANTONIO. El Arroyo Guasú de esta ciudad se desbordó este jueves con la intensa lluvia en el departamento Central y los raudales arrasaron las calles y algunas viviendas, pero no se reportaron daños materiales de consideración



INUNDACIONES

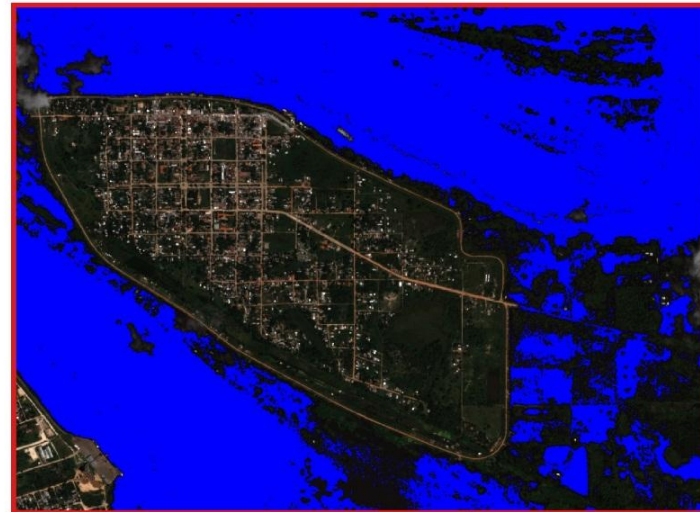
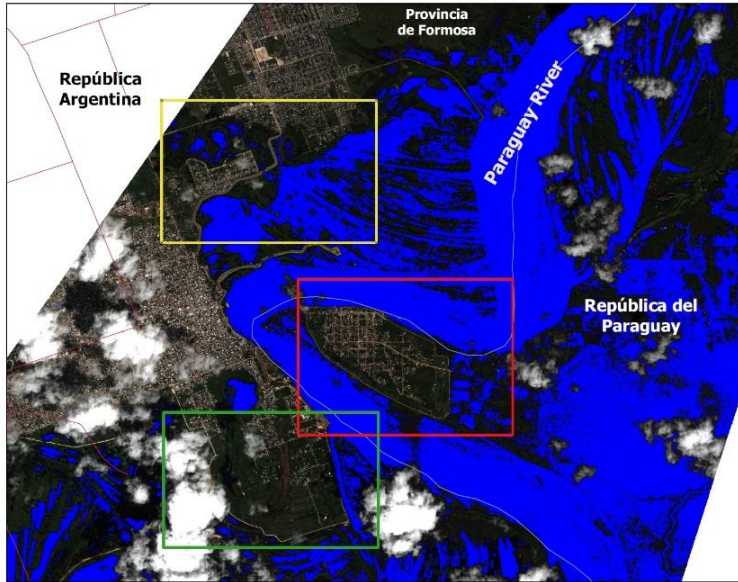
lunes 12 de mayo de 2014, 19:50

Ñeembucú: Se destinaron más de G. 1.600 millones en asistencia

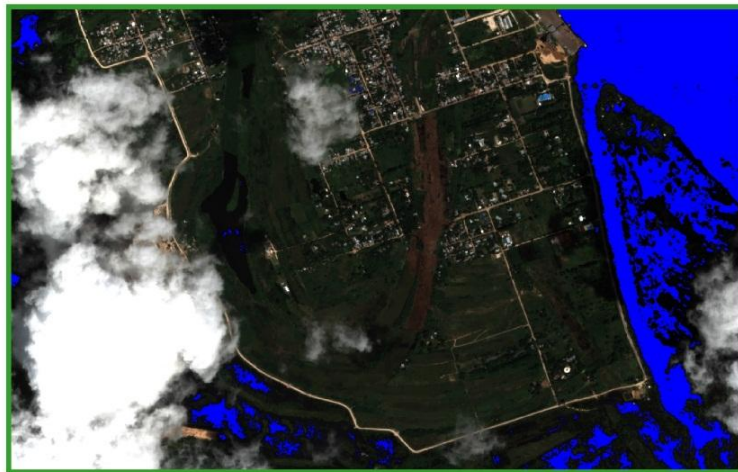


# Crecida Río Paraguay Enero 2016 Flooding in Argentina

January 07th, 2016  
International Charter Call ID 544



Ciudad de Alberdi, Ñeembucú  
República del Paraguay



Southern area of Formosa City  
República Argentina



Northern area of Formosa City  
República Argentina



### Description

Pleiades 1A  
Date: Jan. 7th, 2016  
Pixel size: 2 m  
RGB= [B2, B1, B0]

### Legend

- Transport Network
- Administrative Boundaries

### Data source

The satellite data in this map were provided under the International Charter Space and Major Disasters  
- Pleiades data(2 m) © CNES (2016), distribution Airbus Defence and Space, all rights reserved.



### Map development

This map was developed on 08-01-2016 by the Argentinean Space Agency (MIA © CABARTE - CONAE, Argentina).



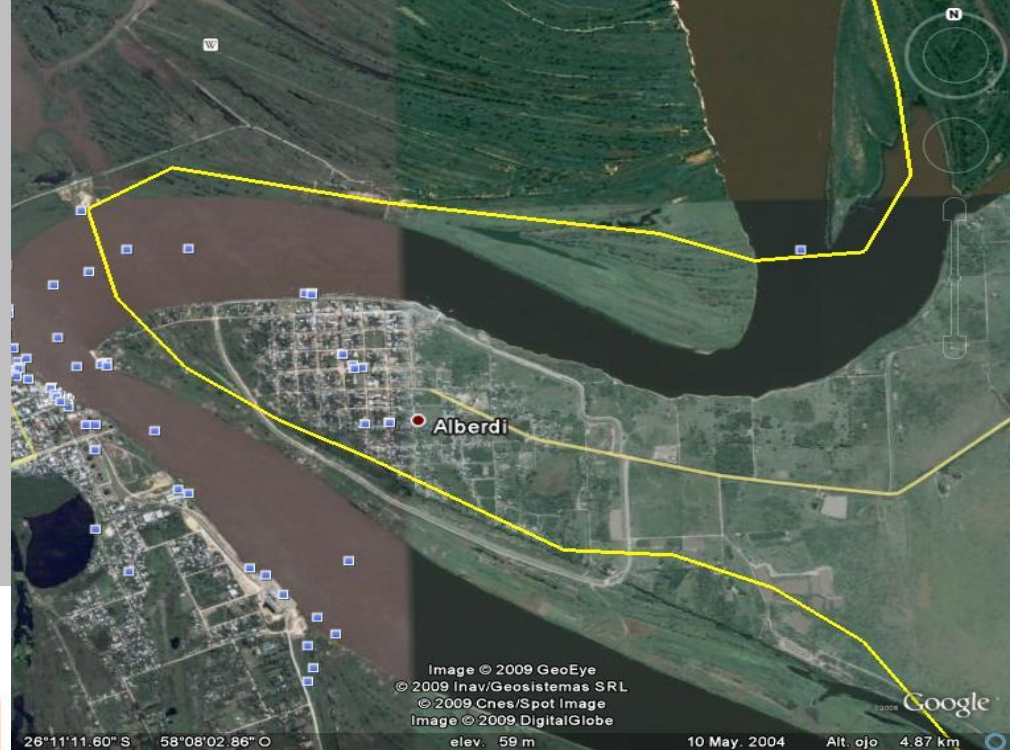
www.conae.gov.ar  
cabarte@conae.gov.ar

Alberdi : 8,15

January 07th, 2016  
International Charter Call ID 544



Ciudad de Alberdi, Ñeembucú  
República del Paraguay



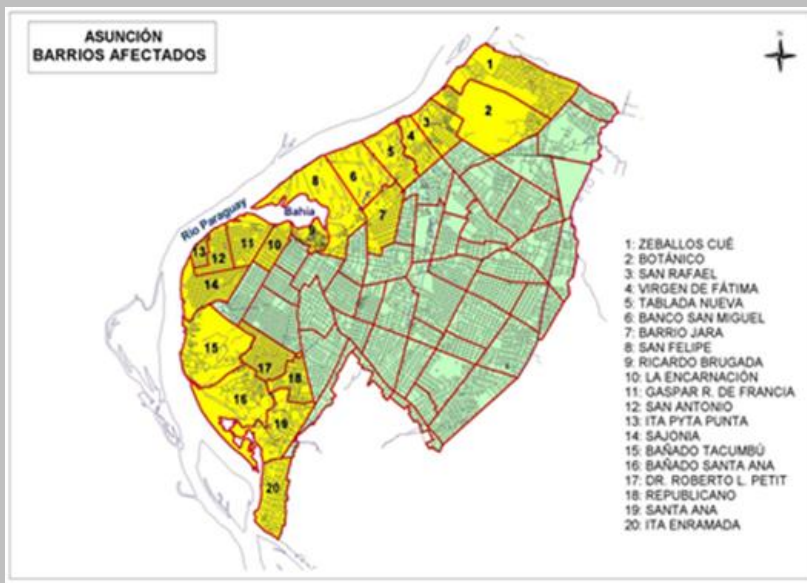
Bahia Asunción, 1983



# Las Inundaciones en el Area Metropolitana de Asuncion

## Los Bañados de Asunción

La región metropolitana de Asunción (AMA) presenta amplias zonas ribereñas que se ven afectadas por las crecidas del río Paraguay, con más de 25 kilómetros de costas que han sido ocupadas para diversos usos como asentamientos y emprendimientos públicos y privados.



Barrios ribereños de Asuncion. Fuente: MOPC y Mun Asu- Proyecto franja Costera



Barrios de Asunción afectados por inundaciones. Enero 2016. Fuente: MSPyBS

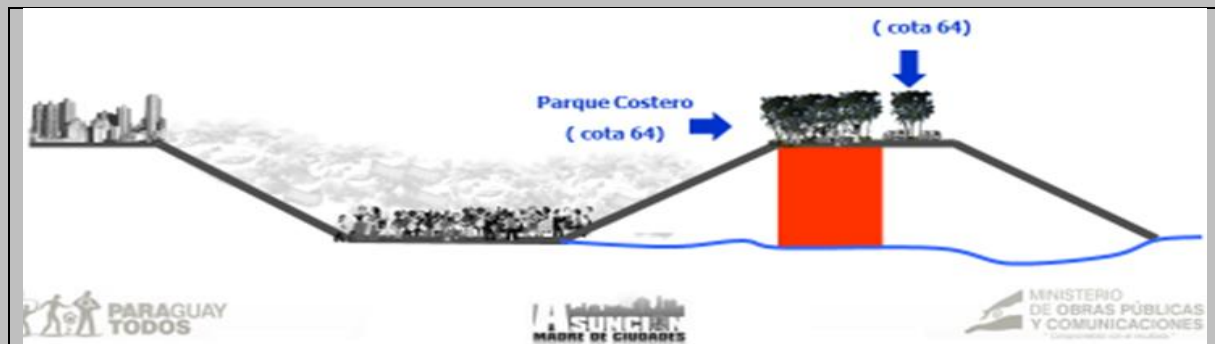


Fig. 4a. La Av. Costanera y la Chacarita

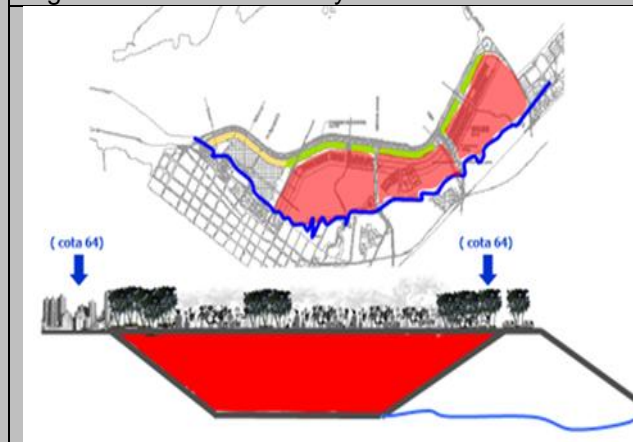
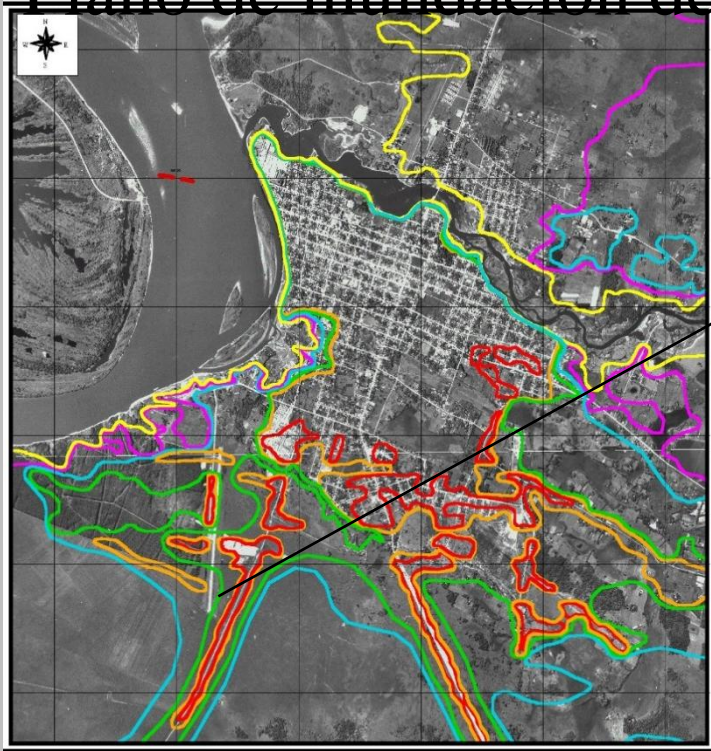


Fig. 4b: Alternativa de relleno total

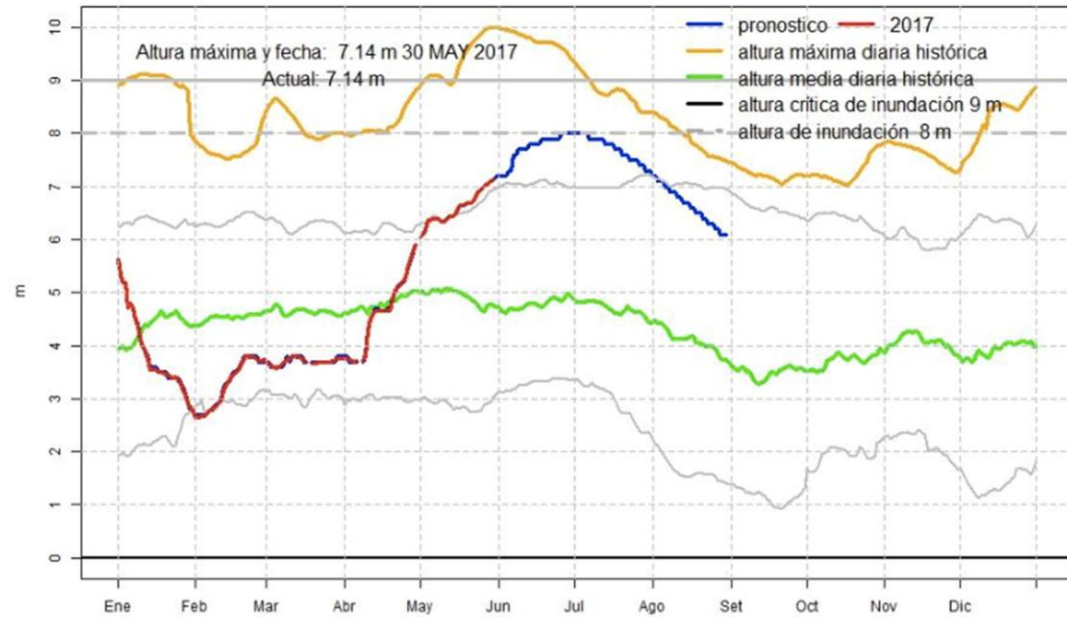


Fig. 4c Barrio Chacarita, visto desde Av. Cost.

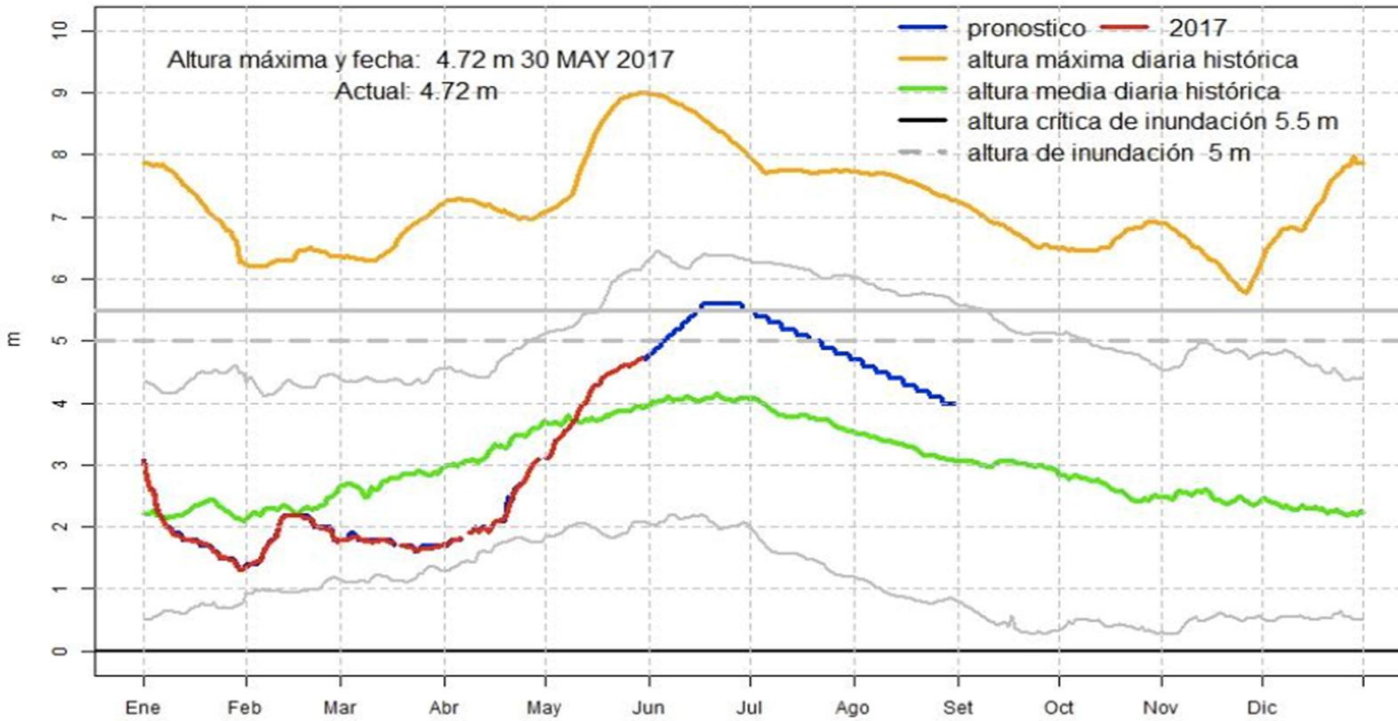
# Plano de inundación de la Ciudad de Pilar



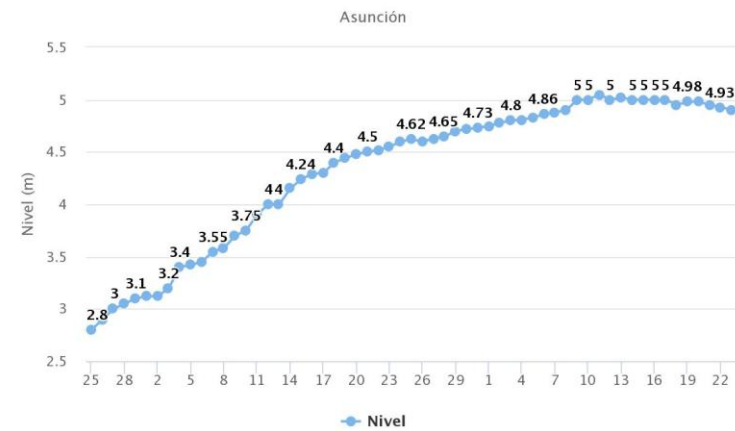
Altura diaria del rio Paraguay, Pilar



### Altura diaria del río Paraguay, Asunción



Gráfica Nivel de Río (2017-04-25 al 2017-06-23)



Fuente  
DINAC

Fin

Equipo de Investigación

Roger Monte Domecq, Julian Báez, Jose Avila, Roberto

Takahashi, Alberto Grisseti, Manuel Mazo

Proyecto Conacyt 14-INV-280

<http://cta.uca.edu.py>