

Manejo de aguas en los sistemas hidroeléctricos y de riego en Puerto Rico

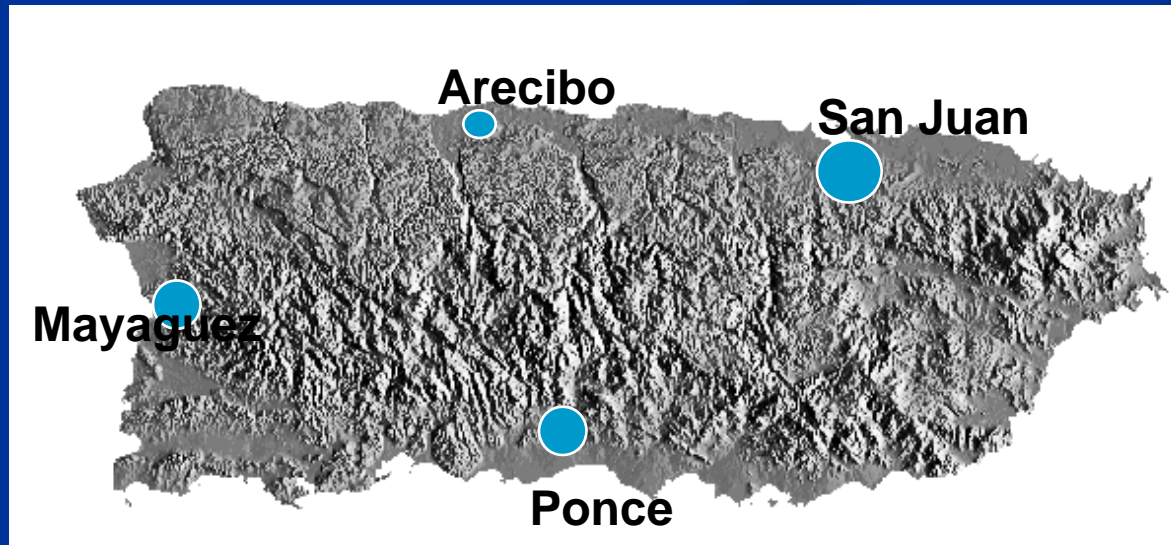
Jorge R. Ortiz-Zayas

Instituto para Estudios de Ecosistemas Tropicales
Universidad de Puerto Rico-Río Piedras

Foro: Generación de Electricidad con AGUA en el Planeta y en Puerto Rico
Alianza Ciudadana para la Educación en Energía Renovable
23 de febrero de 2008, Centro Cultural de Mayagüez

Puerto Rico

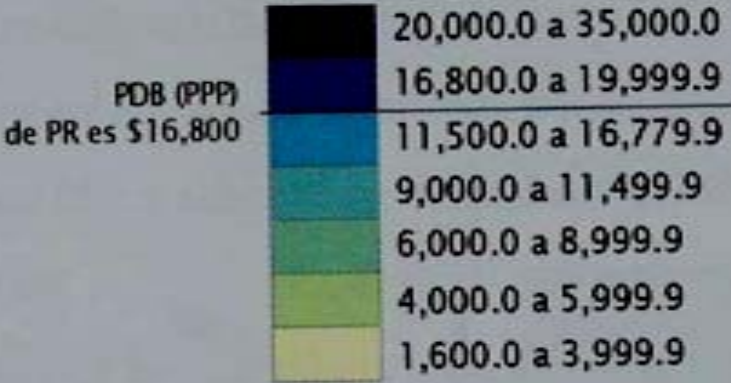
- Area = 8,736 km²
- Población (2005) = 3.9 millones
- 428 habitantes por km²
- GDP (2005) = \$82 billones
- GDP per capita (2005) = \$21,015
- Tasa de desempleo (2005) = 10.6%



“The shining star of the Caribbean”



Producto Doméstico Bruto (PPP)*



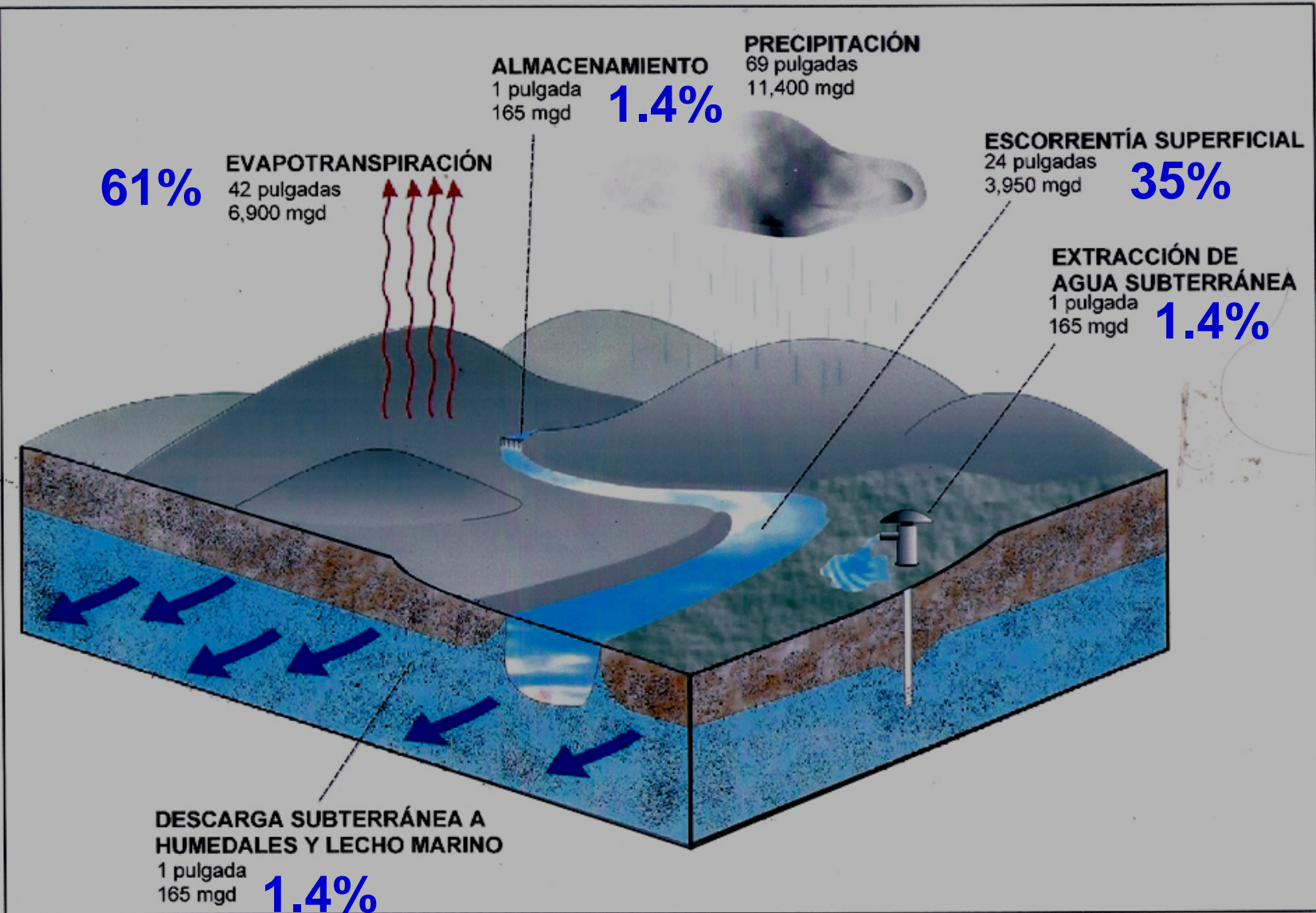
Océano Atlántico

Mar Caribe



*PPP = Poder de Paridad de Compra (por sus siglas en inglés). Mide el poder relativo de las monedas de los países de manera que la unidad monetaria de un país tenga el mismo poder de compra en un país extranjero.

El ciclo del agua en Puerto Rico



Fuente: USGS, 2003

Figura 1-1. Ciclo hidrológico de la Isla

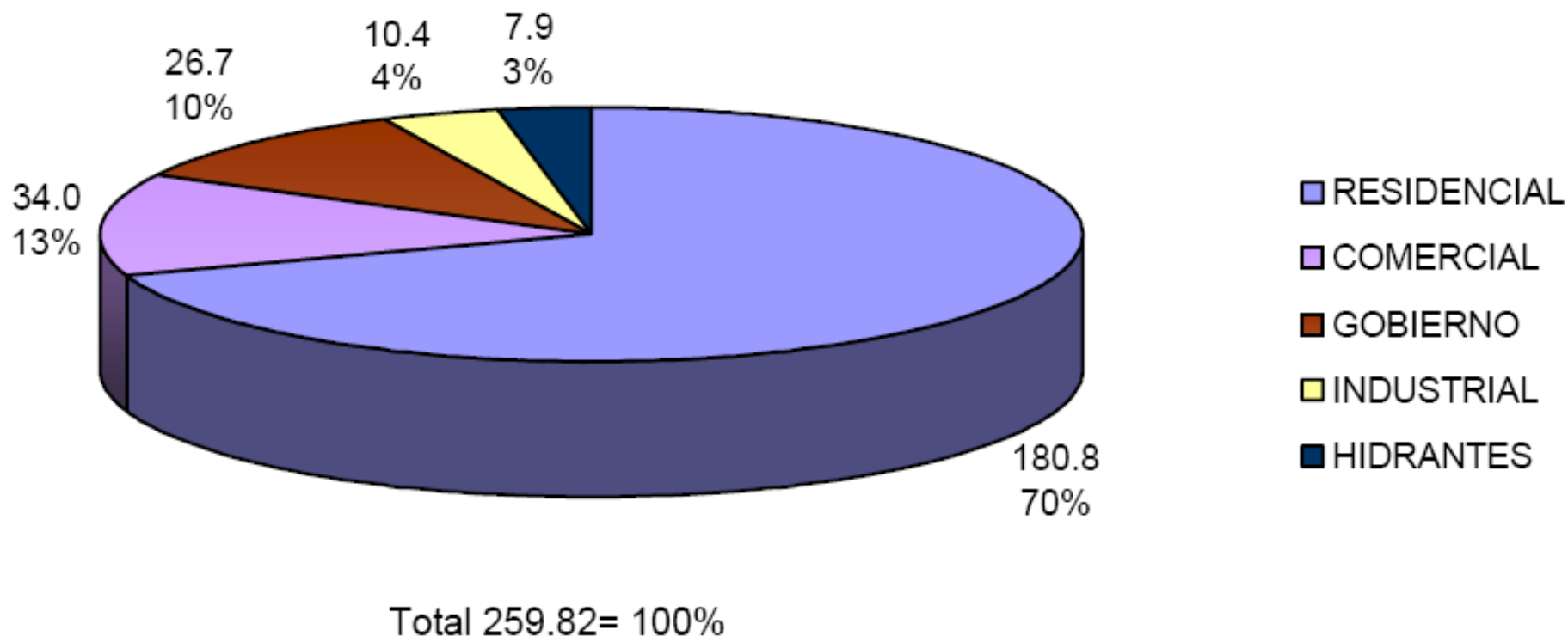
Uso de agua en PR (2000)

Categoría	mgd
Abasto público	598
Riego	63.8
Industrial (“self-supplied”)	9.54
Doméstico (“self-supplied”)	2.09
Energía termoeléctrica	1.78

Datos de Molina 2005

Cerca de un 78% de agua que usamos proviene de fuentes de agua superficial y un 22% proviene de aguas subterránea (DRNA 2007)

DISTRIBUCION DE LA DEMANDA DE AGUA MUNICIPAL POR SECTOR AÑO FISCAL 2004



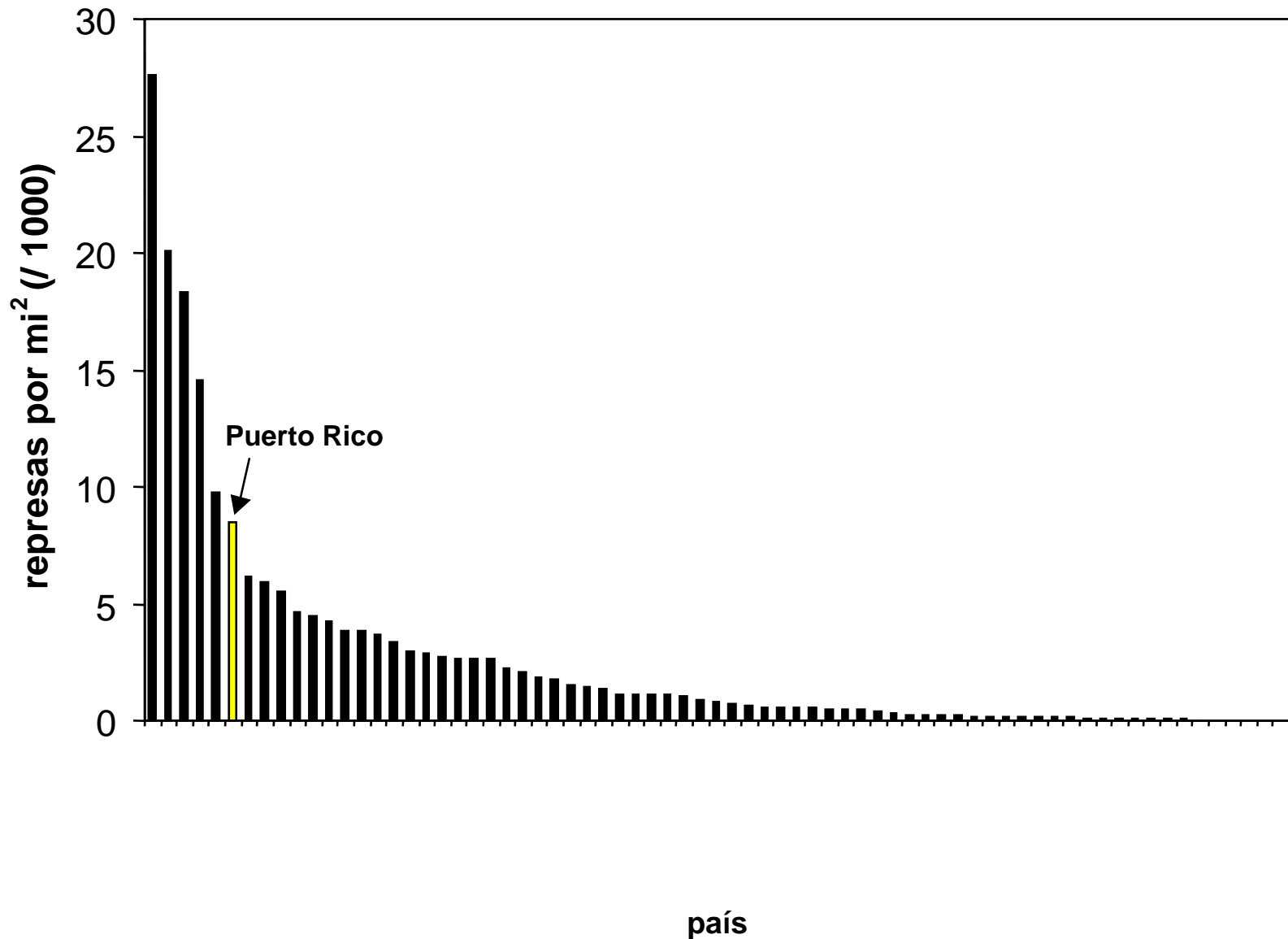
El uso de agua por persona en Puerto Rico se estima en 164.1 galones por día (140.2-193.9).

En los Estados Unidos este se estima en 179 gpd (1995).

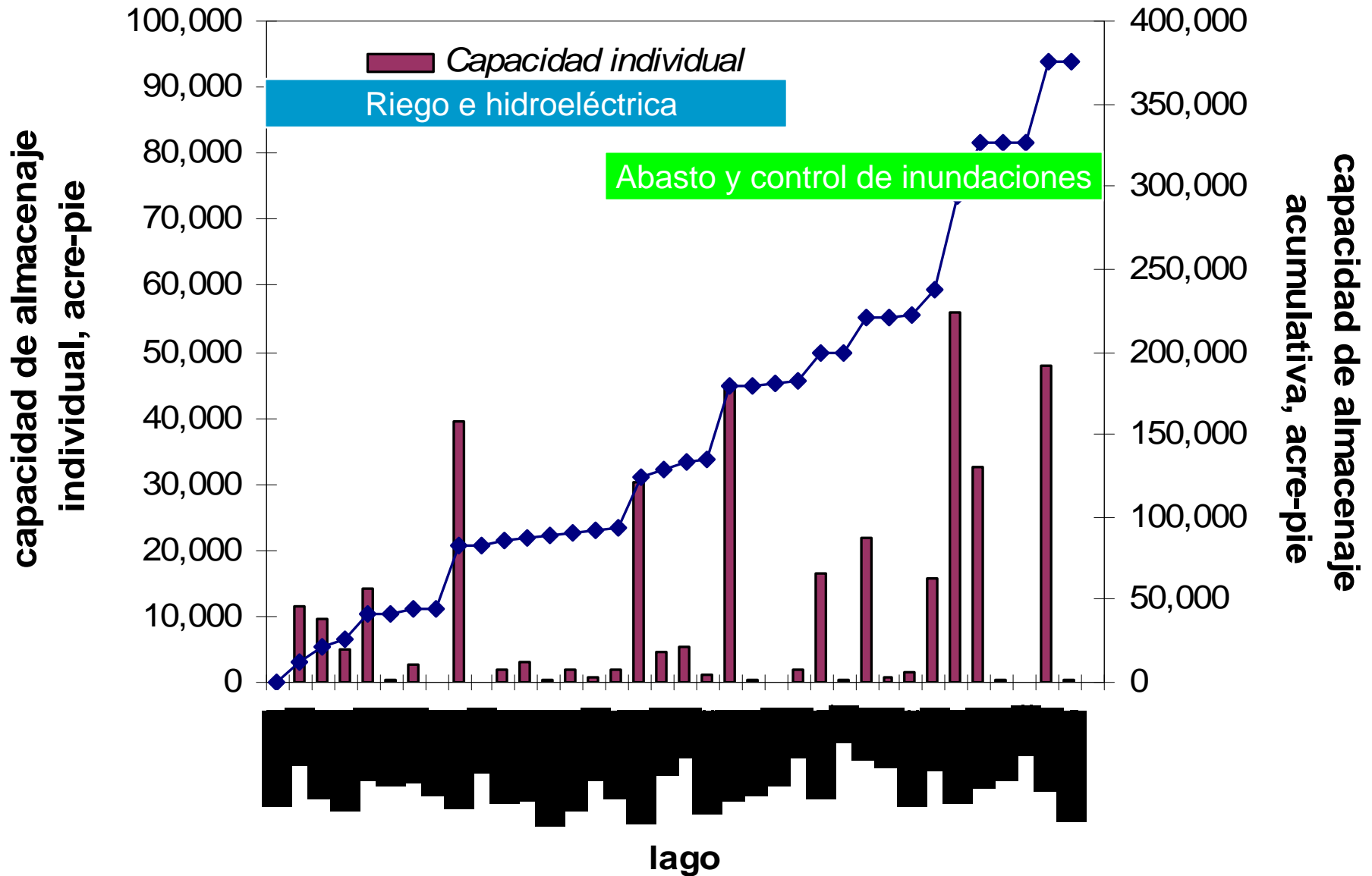


- 38 embalses
 - 16 grandes (represa > 100 ft de altura)
 - 4 intermedios (40-100 ft)
 - 10 pequeños (25-40 ft)
 - 7 sedimentados
 - 1 en construcción
 - 5 en planificación

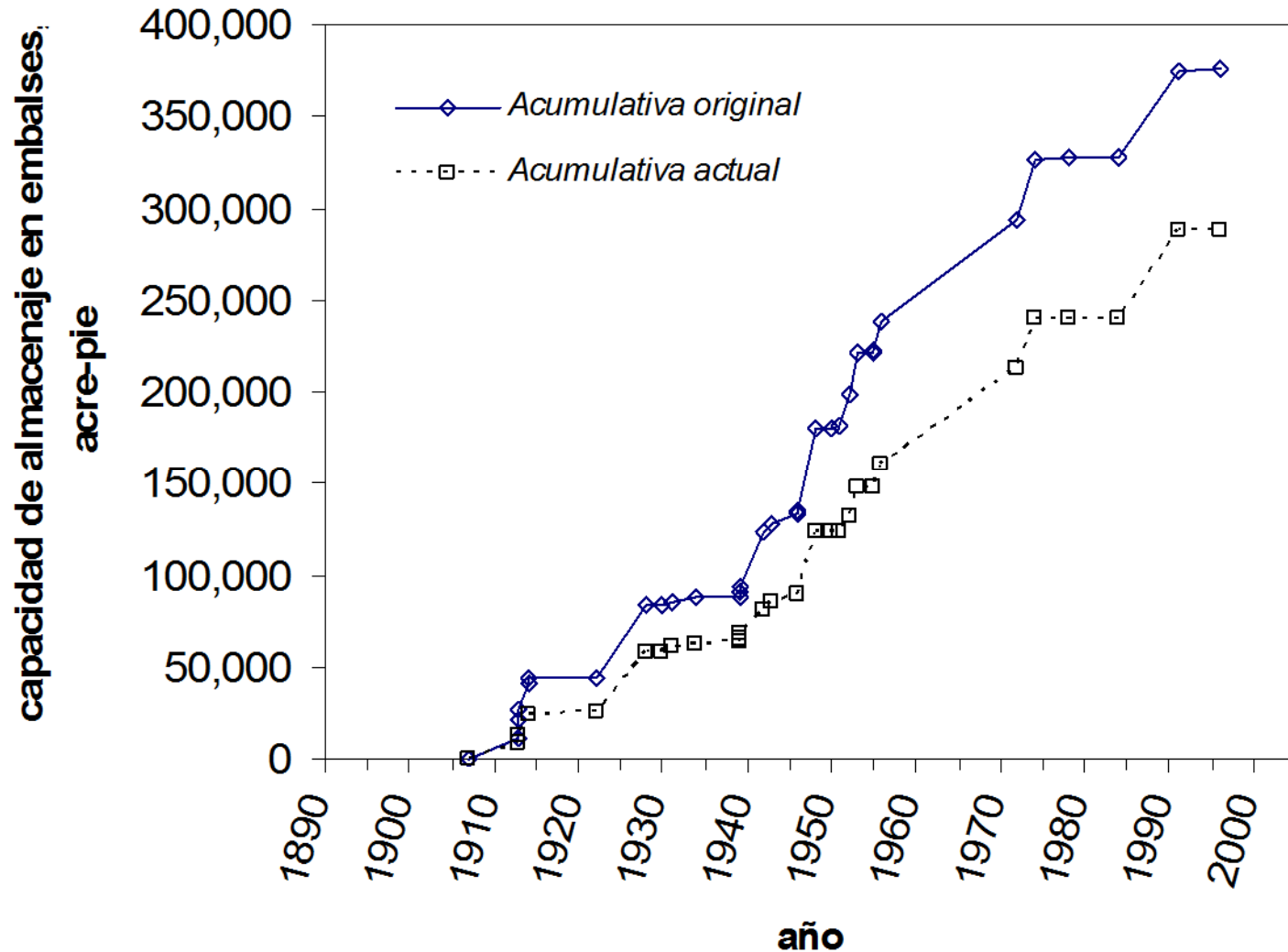
Mundialmente, Puerto Rico es el sexto país con más densidad de represas por milla cuadrada



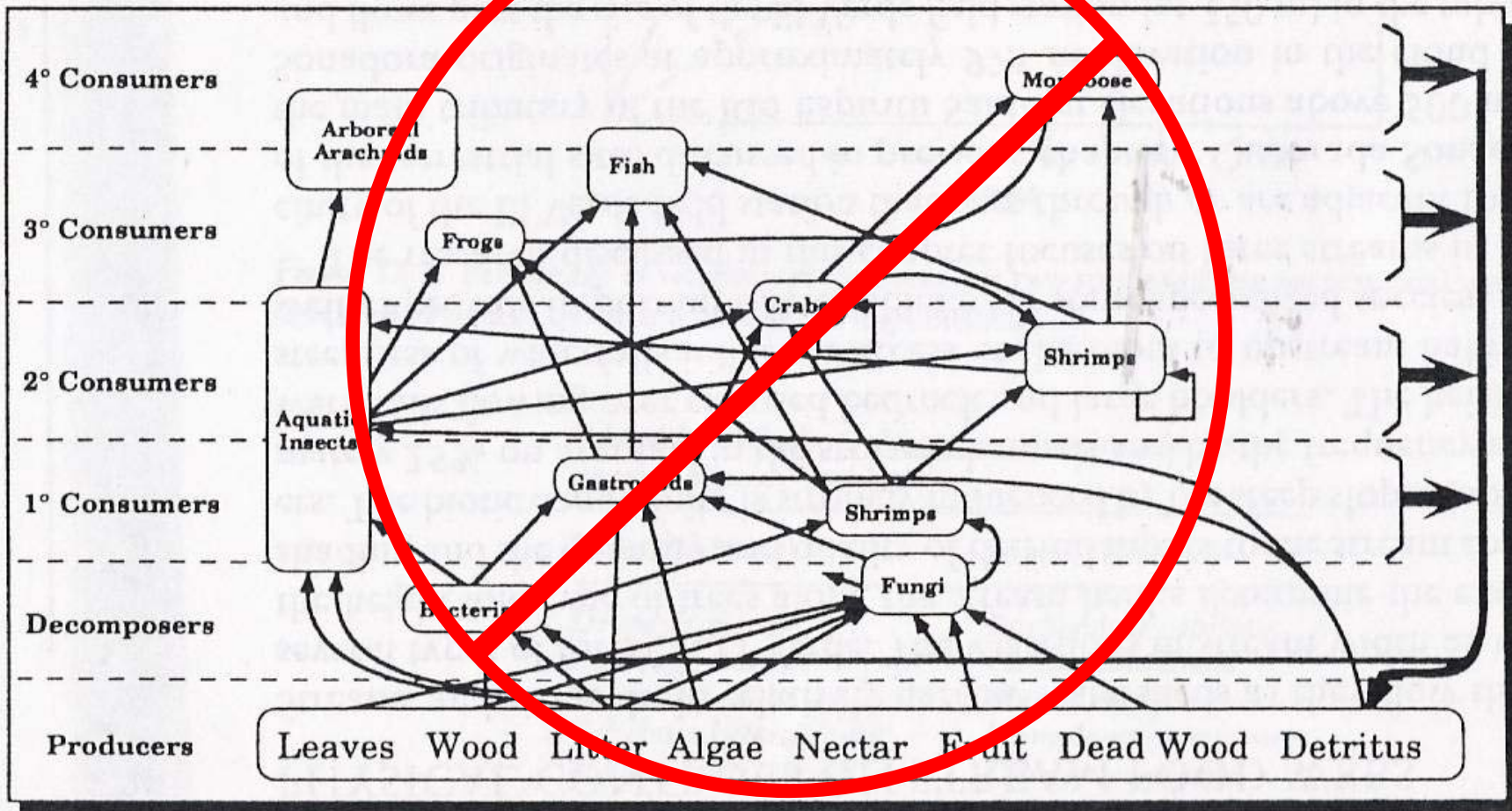
Desarrollo de represas en Puerto Rico



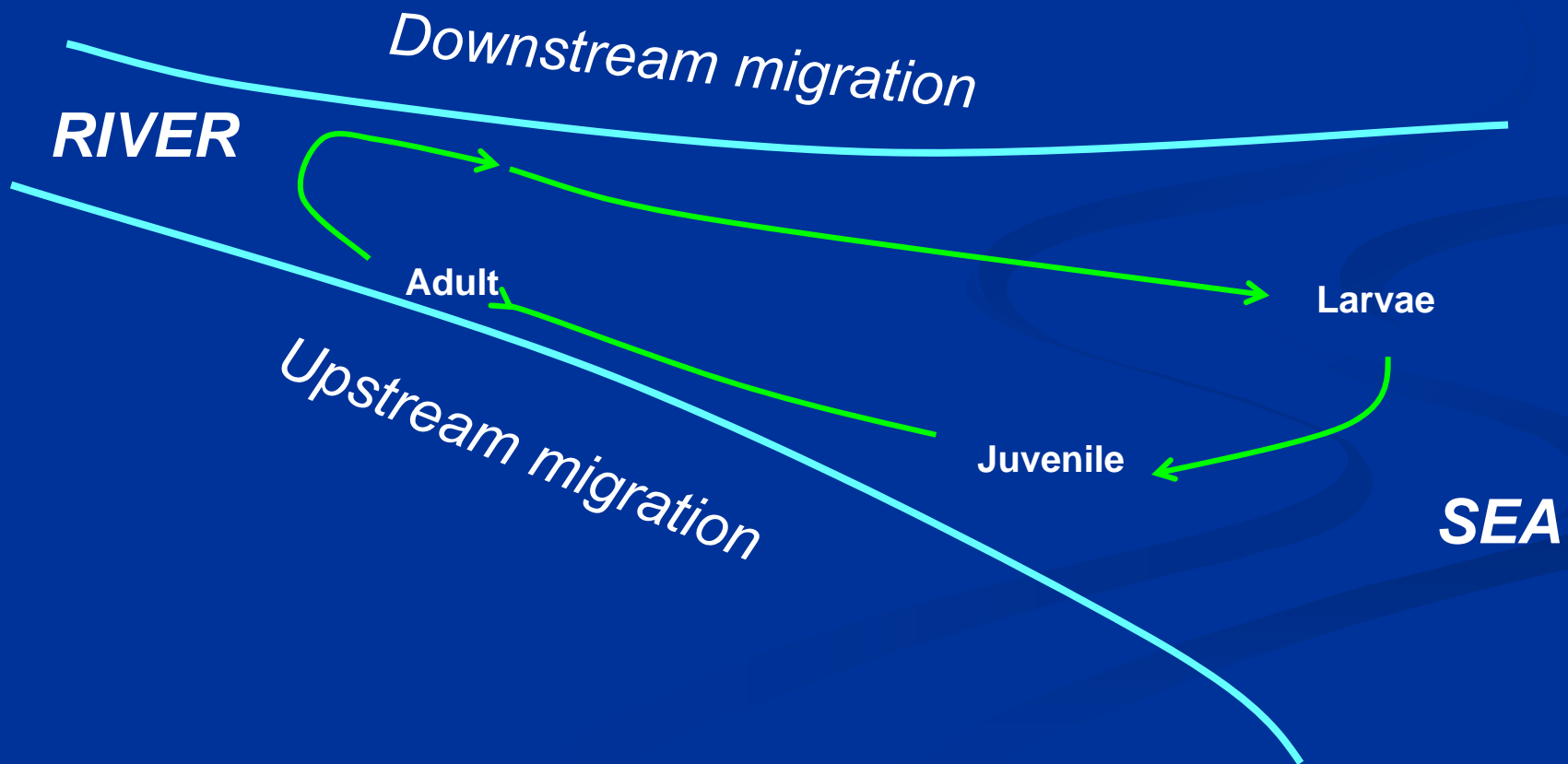
La sedimentación ha reducido en un 23% la capacidad original de almacenaje de agua en nuestros embalses.



En Puerto Rico, la cadena alimentaria de los ríos y quebradas se ha transformado a causa de la construcción de represas y canales de riego.



El ciclo de vida de los peces y camarones nativos de Puerto Rico requiere de una migración entre el río y el mar (diadromia).



Migración aguas arriba de camarones en el Río Culebrinas



800-2,000 postlarvas/hora

Atya lanipes



Macrobrachium carcinus



Xiphocaris elongata



Sicydium plumieri



Neritina virginea



Anguilla rostrata

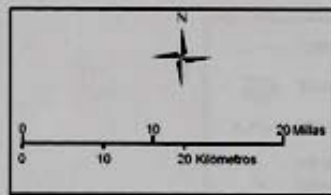


Agonostomus monticola

Photos: J. Benstead, K. Hein, JF Blanco

En muchos ríos represados, la fauna acuática nativa ha sido sustituida por fauna exótica.

Embalses y la Generación Hidroeléctrica



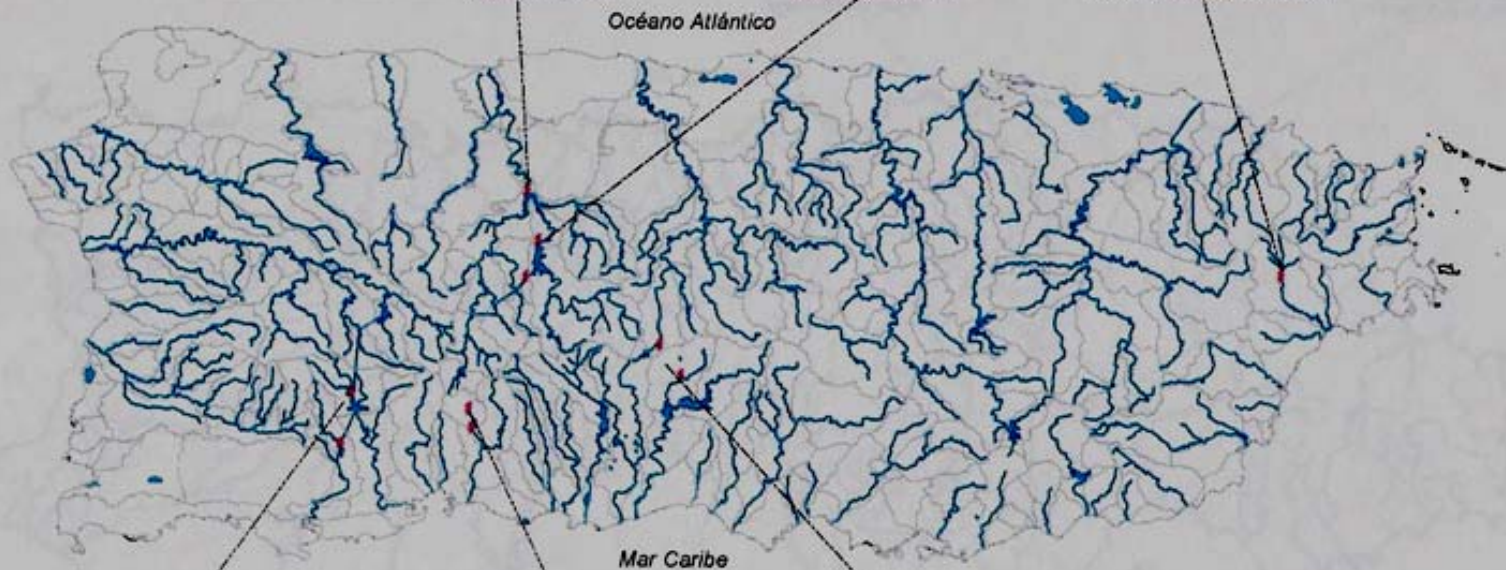
Sistema de Dos Bocas



Sistema de Caonillas



Sistema de Icaños y Río Blanco



Sistema de Yauco



Sistema de Garzas



Sistema de Toro Negro

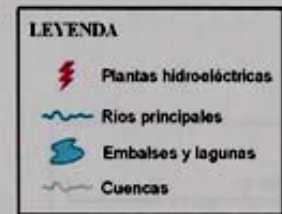


Figura 5.0-1 Localización de los sistemas hidroeléctricos activos en Puerto Rico



Puerto Rico posee seis sistemas hidroeléctricos activos.

El Proyecto de la OEA, Embalses Hidroeléctricos, P.R., 2000, p. 10. L. Rosales, 27/02/04

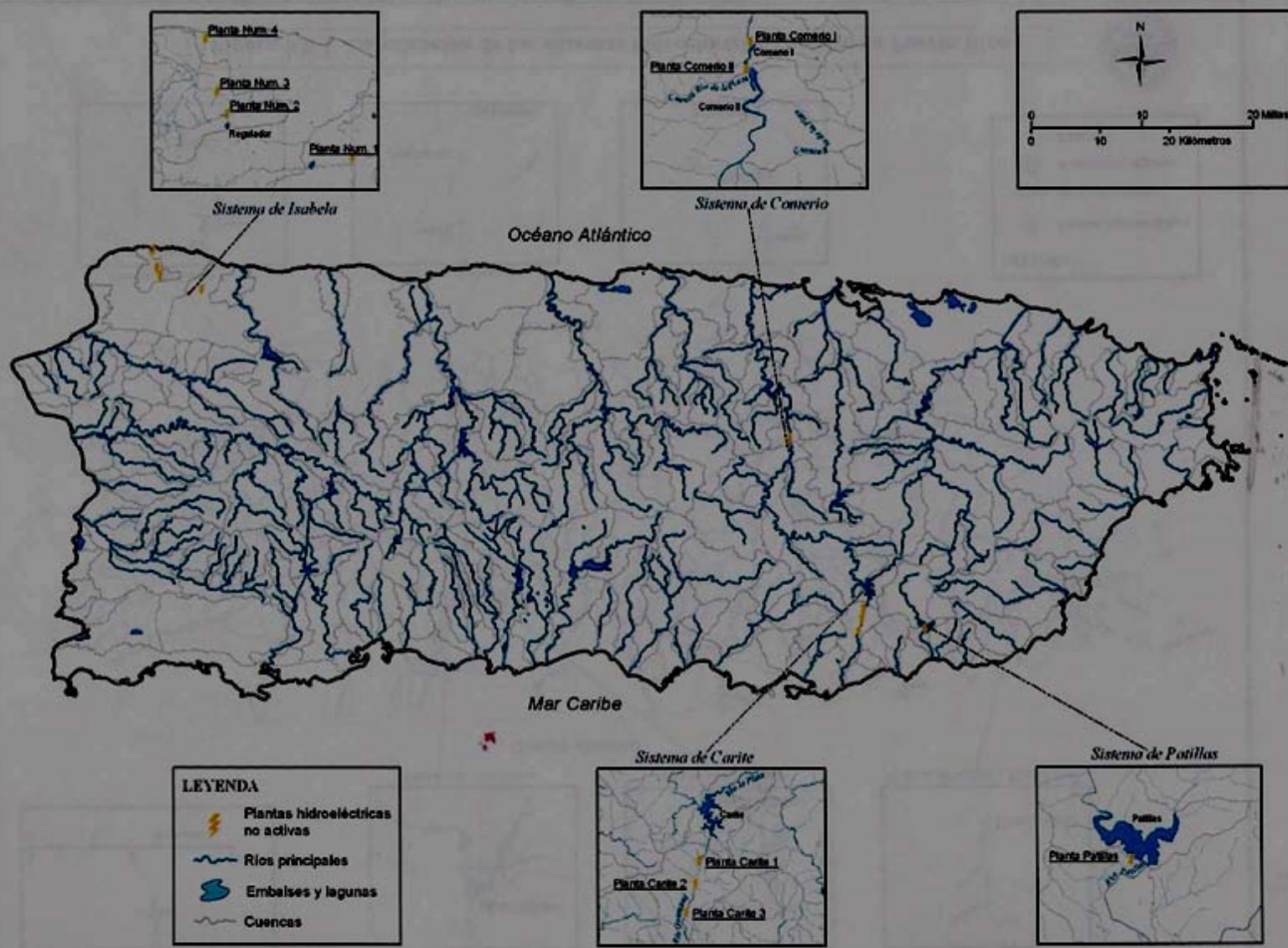
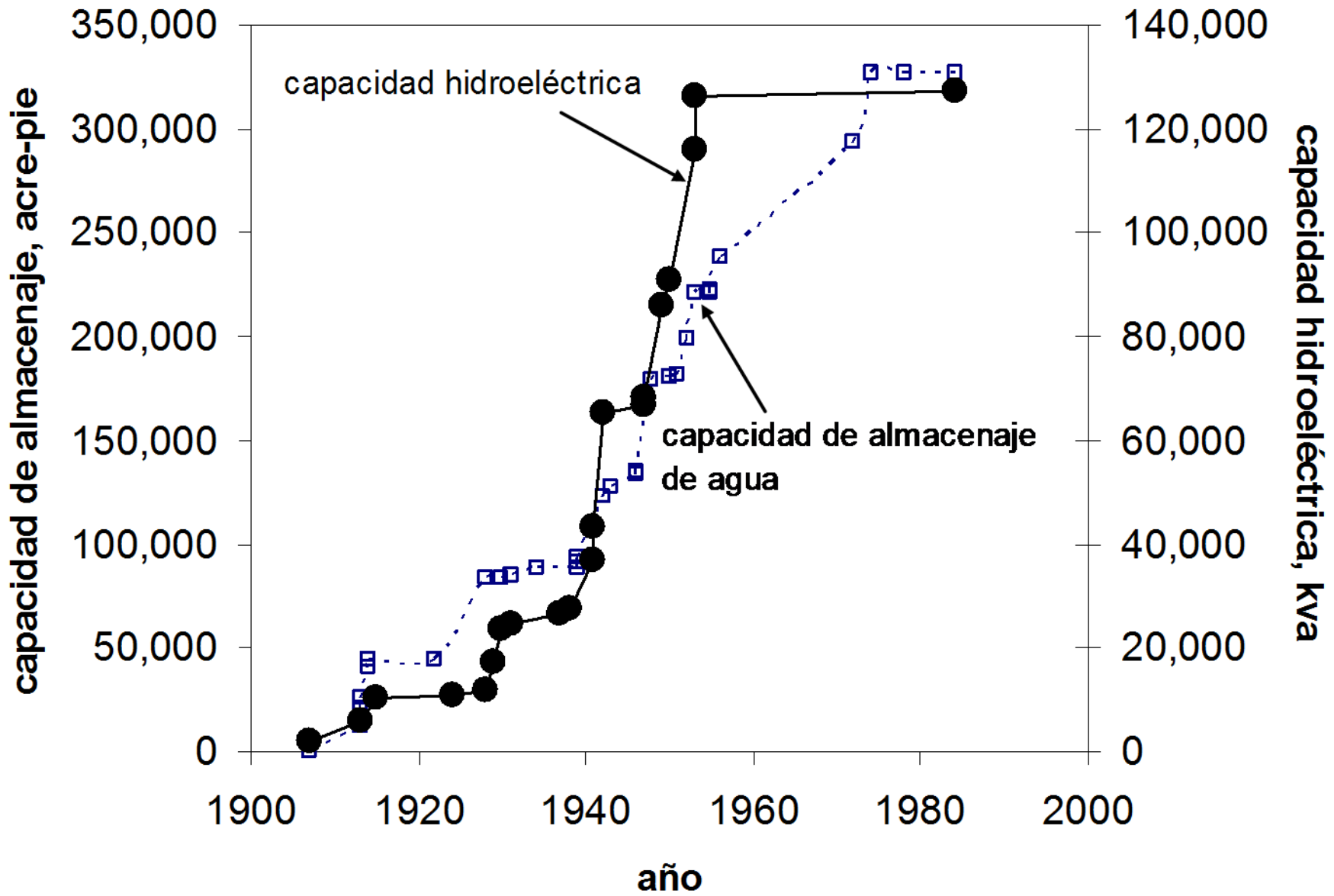
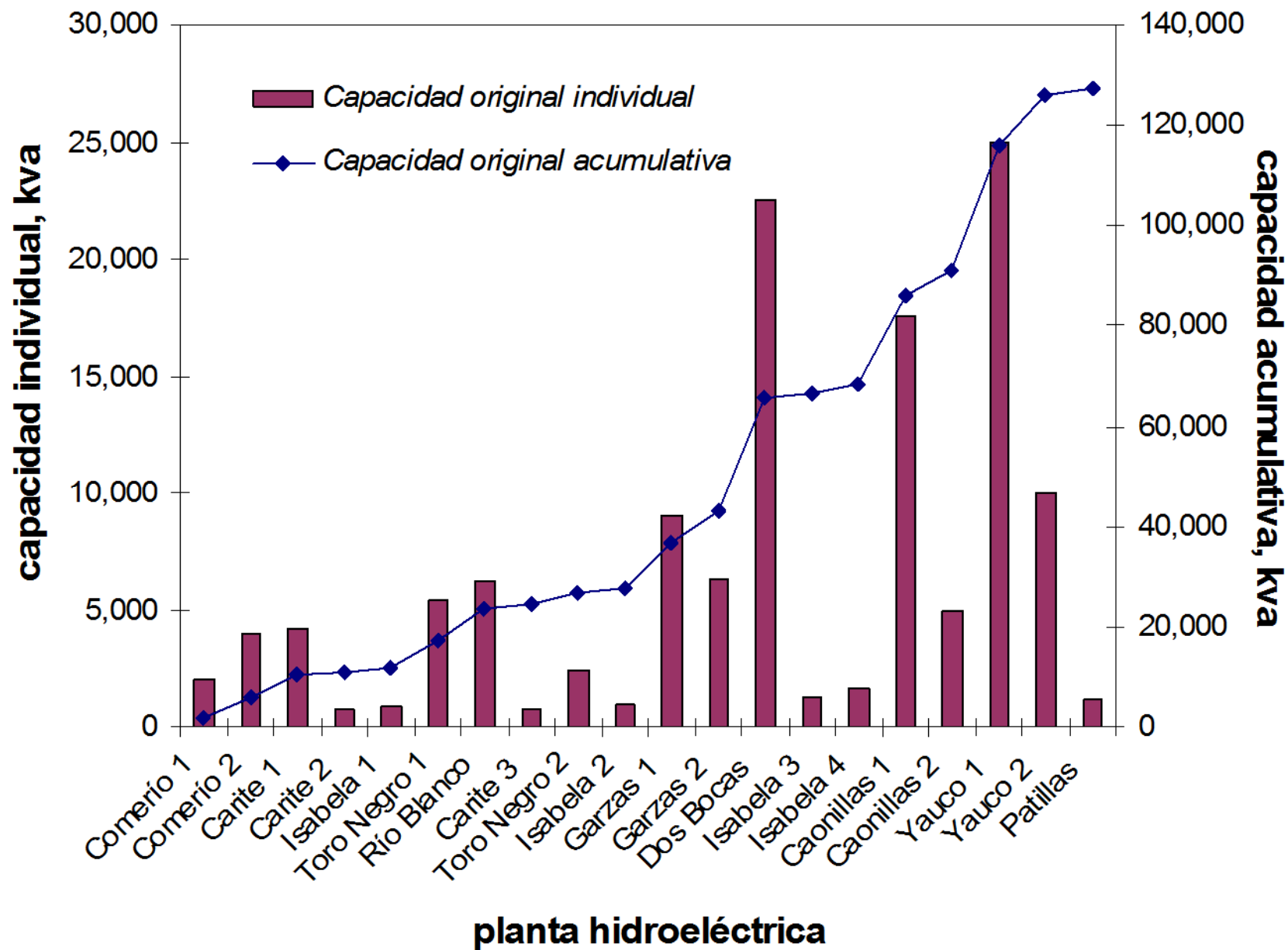


Figura 5.0-2 Localización de los sistemas hidroeléctricos no activos en Puerto Rico



Puerto Rico posee cuatro sistemas hidroeléctricos inactivos.







Carite; 1913



Comerio 1; 1907



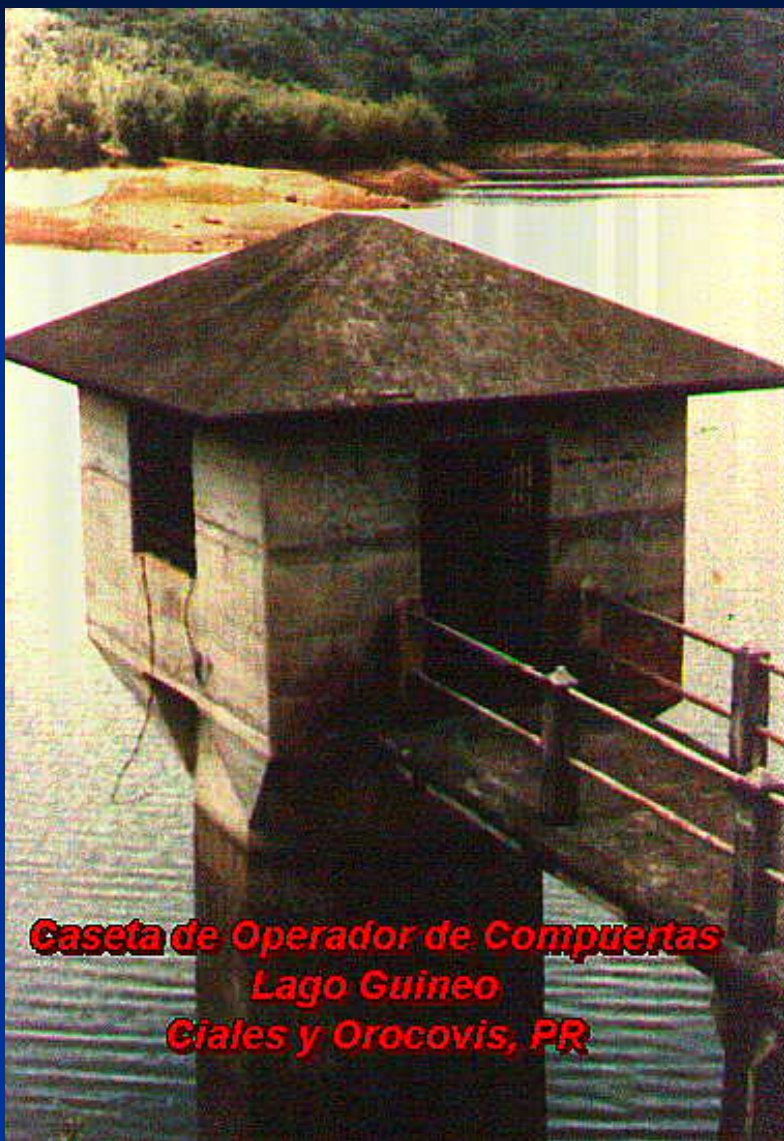
Comerio II; 1913

<http://www.lagos-plantas-hidro.com>

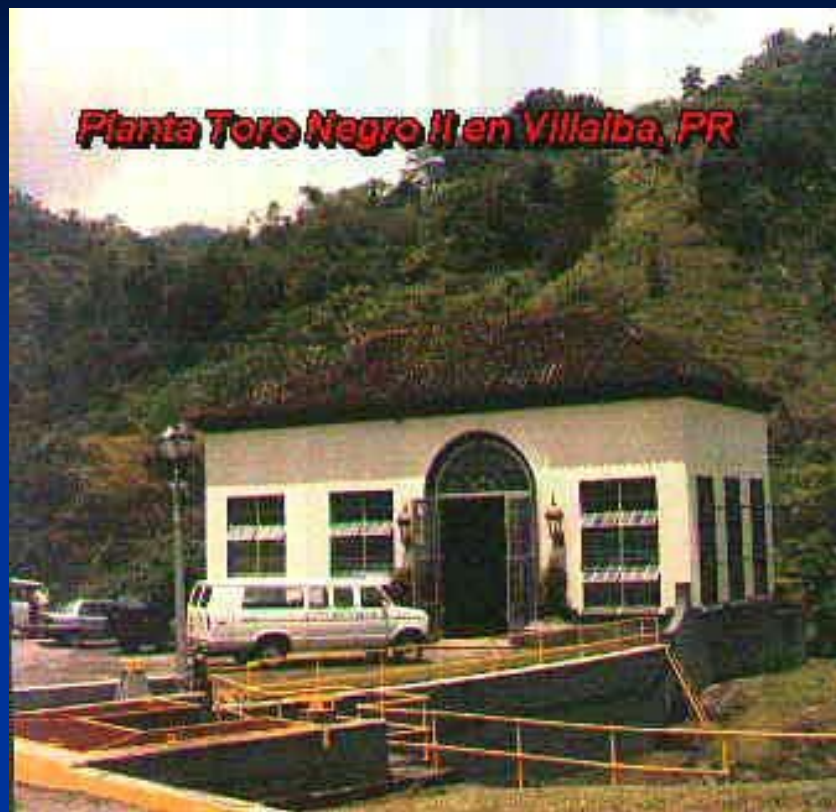


lcacos; 1929

<http://www.lagos-plantas-hidro.com>



**Caseta de Operador de Compuertas
Lago Guineo
Ciales y Orocovis, PR**



Planta Toro Negro II en Villalba, PR

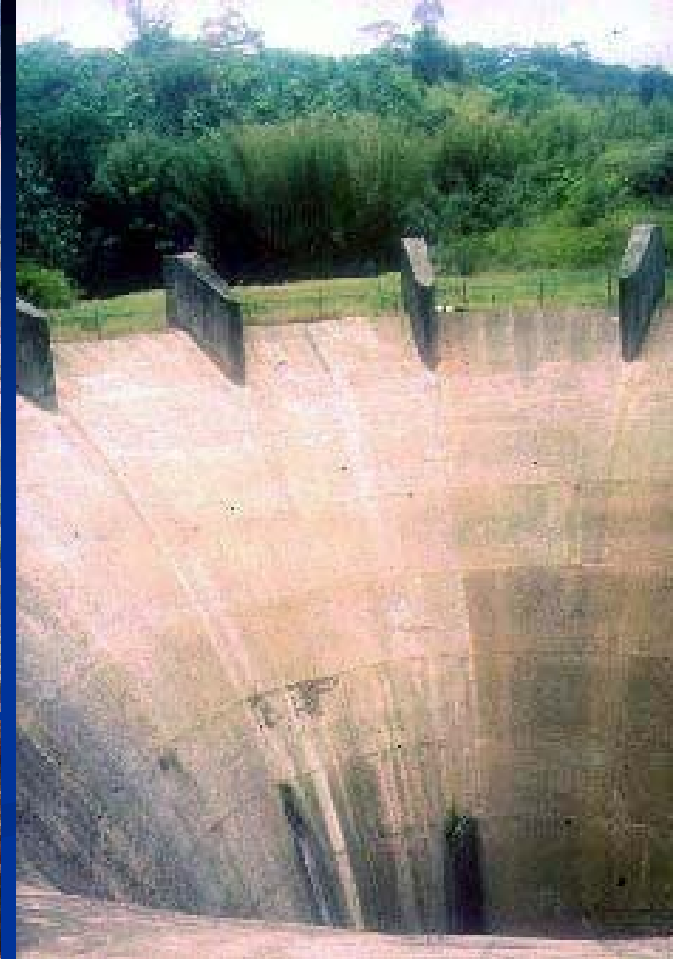


Matruillas; 1934



Dos Bocas; 1942

<http://www.lagos-plantas-hidro.com>



Garzas; 1943

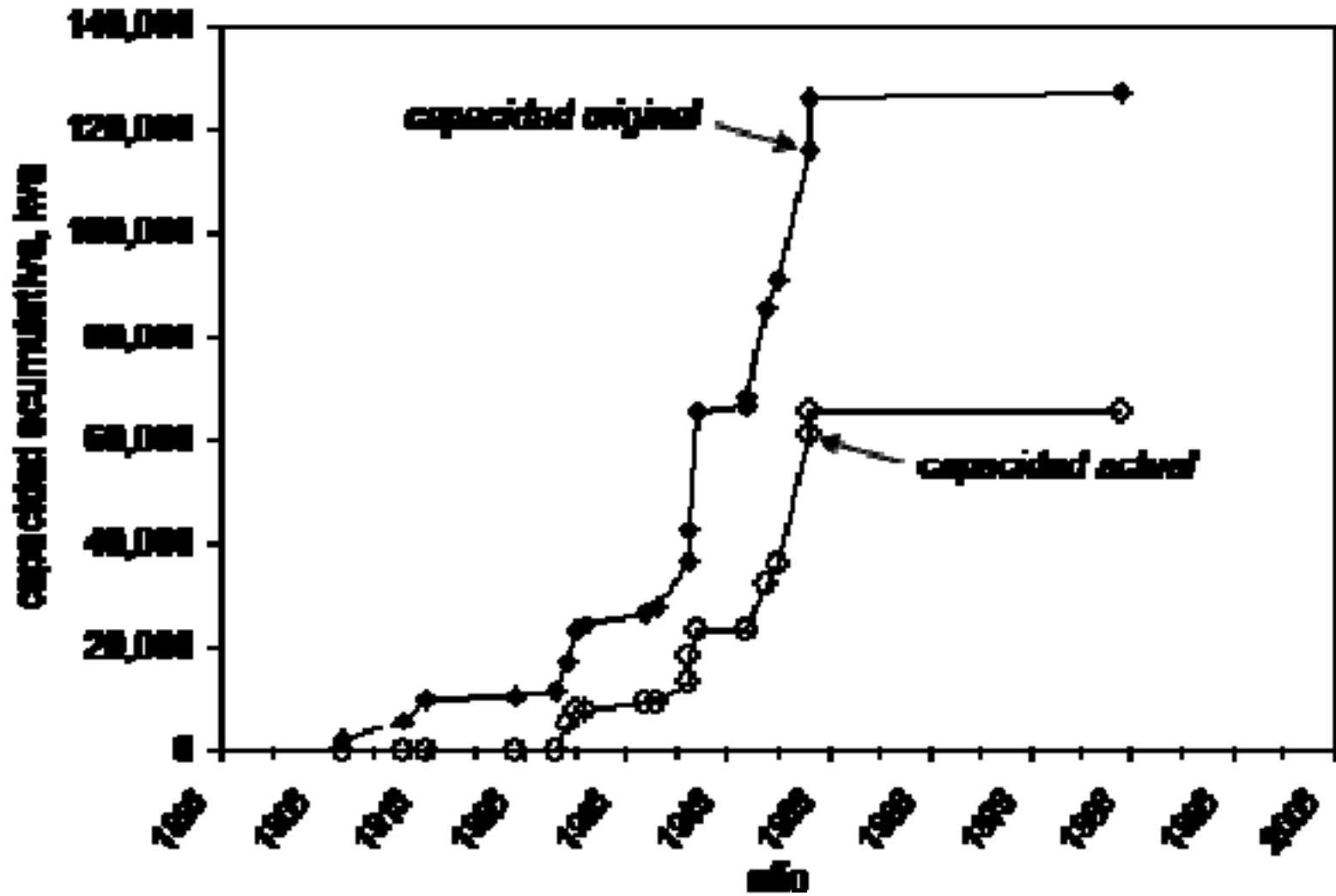
<http://www.lagos-plantas-hidro.com>



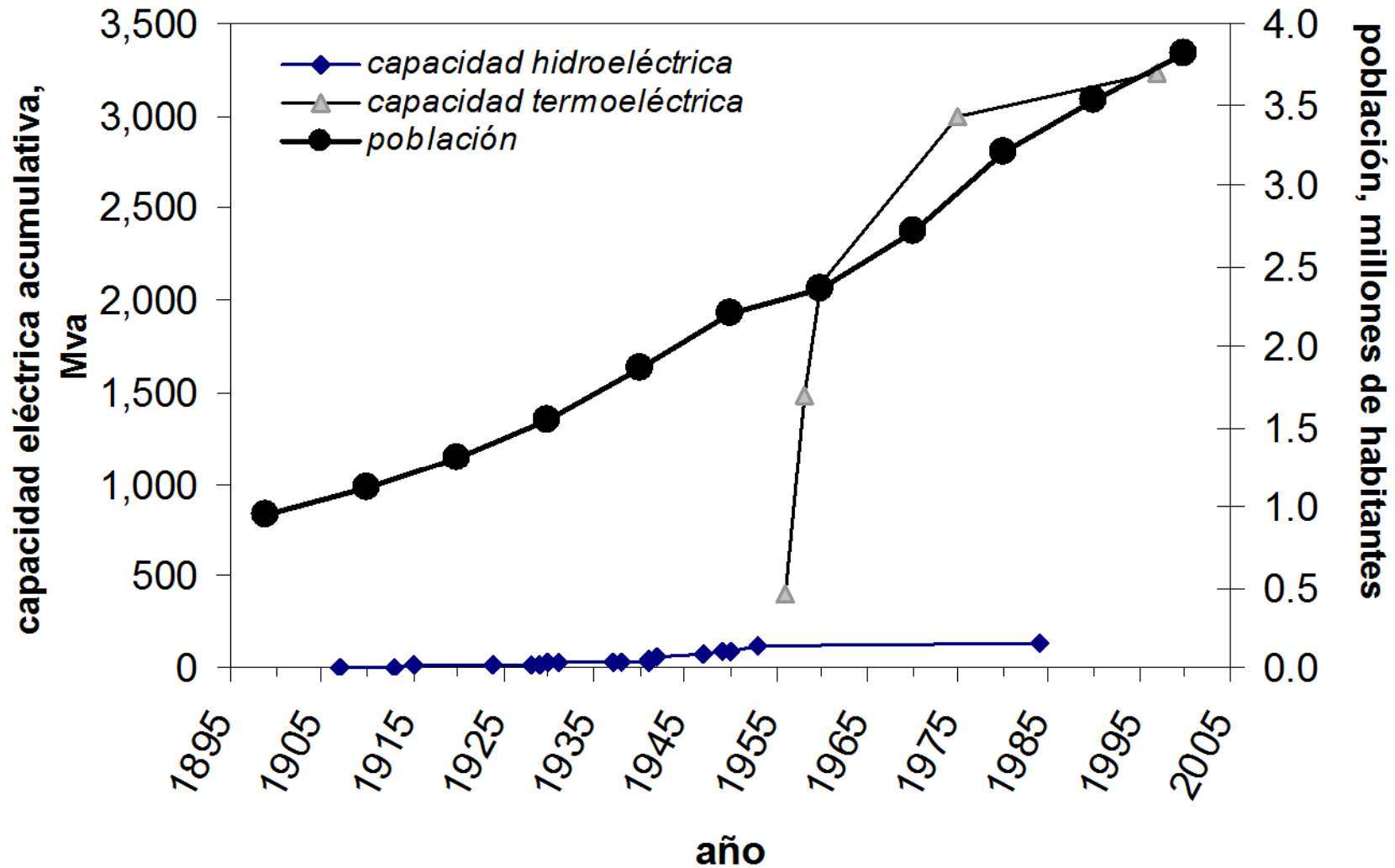
Caonillas; 1948

<http://www.lagos-plantas-hidro.com>

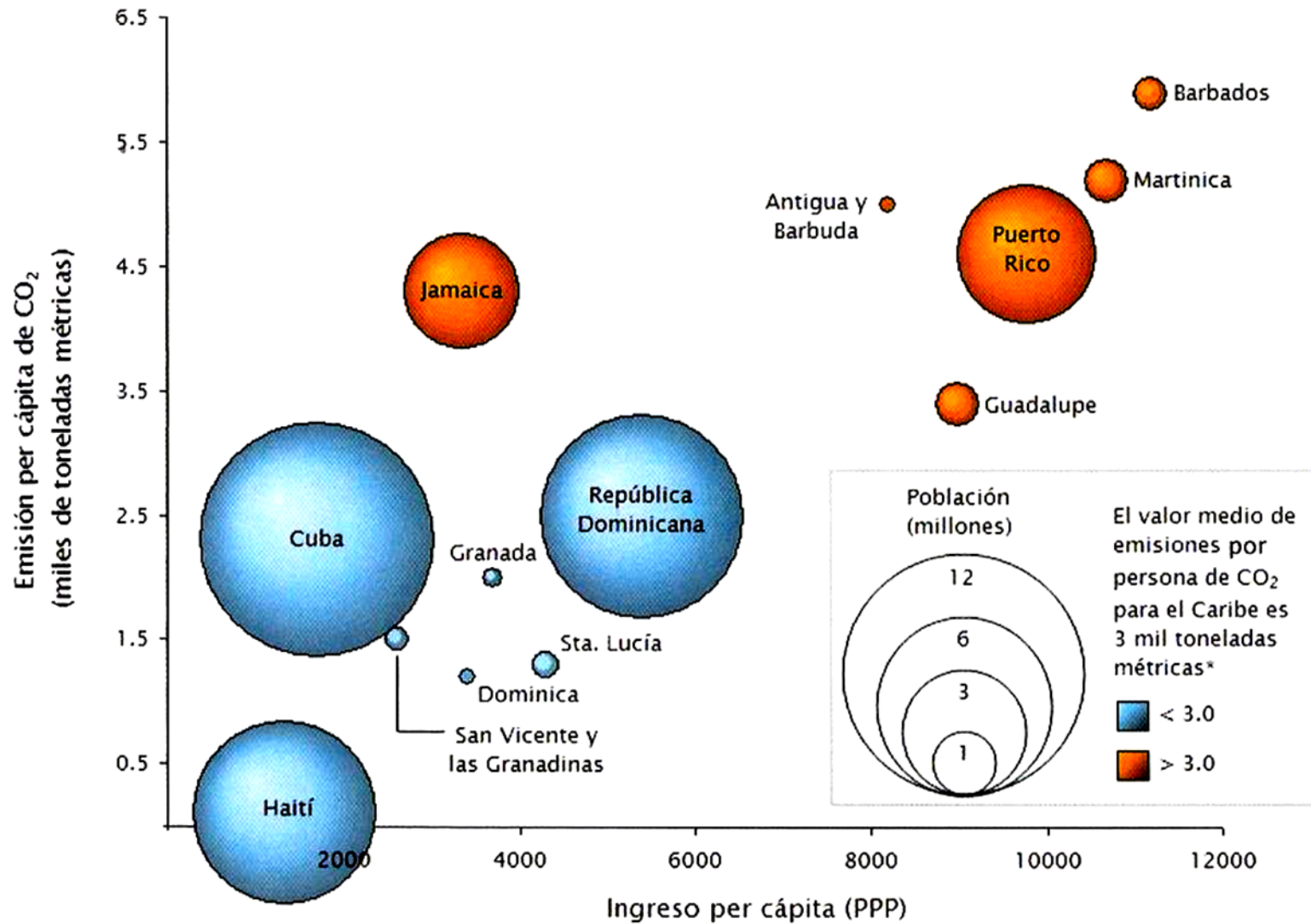
Se ha reducido la capacidad de generación hidroeléctrica en cerca de un 50%



Desde 1956, la energía termoeléctrica se convirtió en la fuente principal de energía en Puerto Rico



Relación entre población, ingreso y emisiones de CO₂ en algunos países del Caribe.



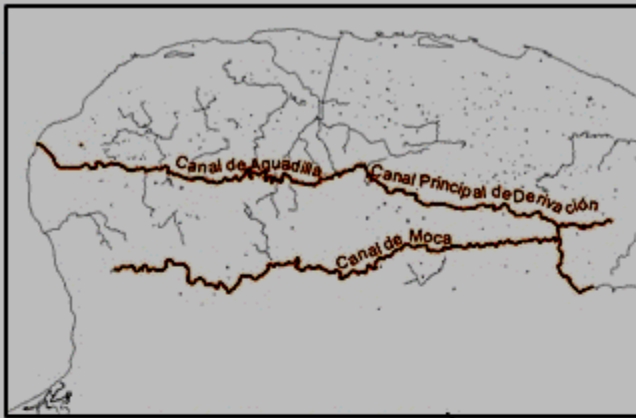


Generación instantánea de Itaipu = 11,258 MW

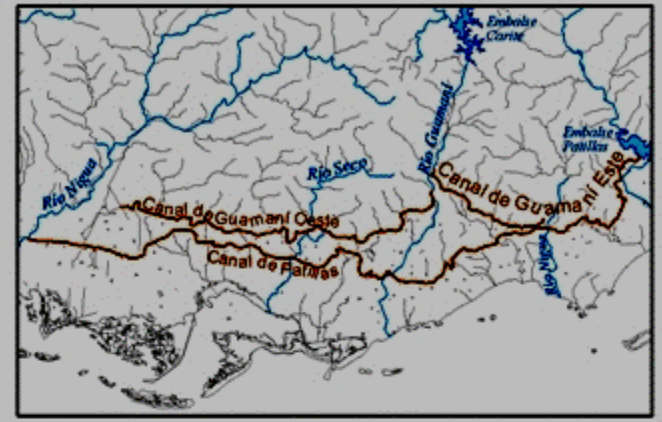
Capacidad hidroeléctrica actual en Puerto Rico < 70 MW

Capacidad eléctrica total de PR = 4,393 MW

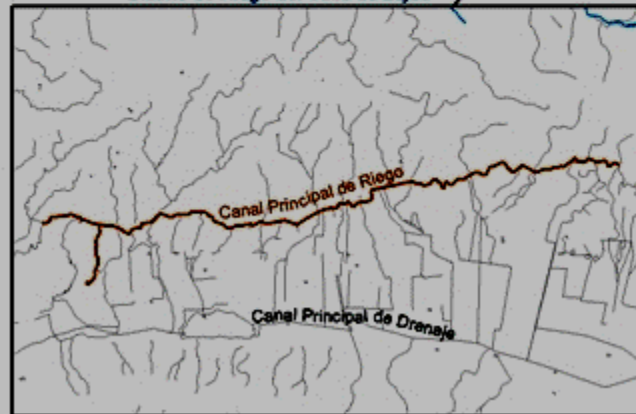
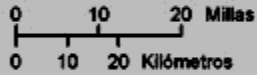
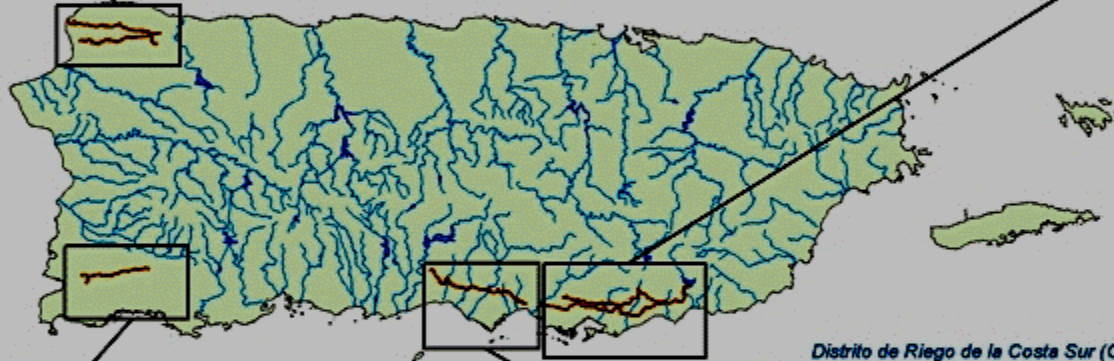
Sistemas de riego



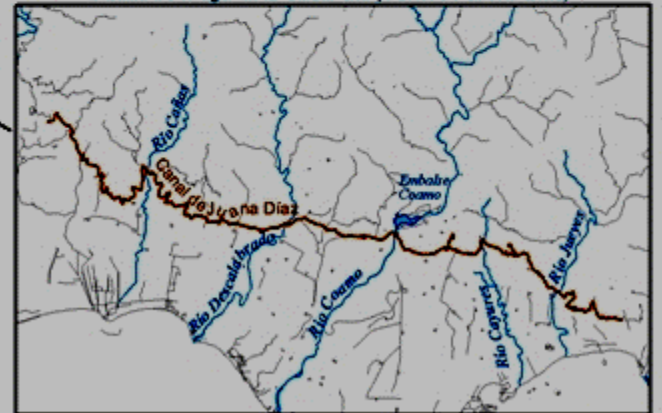
Distrito de Riego de Isabela



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Guamani y Canal de Patillas)







Distrito de Riego del Valle de Lajas



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Juana Díaz)

LEYENDA

-  Canales de riego
-  Ríos principales
-  Quebradas
-  Embalses y lagunas

Canales de Riego en Puerto Rico



Tamaño de los distritos de riego

Distrito	Area, acres
Costa Sur	27,344.78
Valle de Lajas	17,110.00
Isabela	5,819.51
Total	50,274.29

Embalses para riego

Distrito de Riego

Costa Sur^a

Isabela

Valle de Lajas

Carite

Guajataca

Guayo

Patillas

Lucchetti

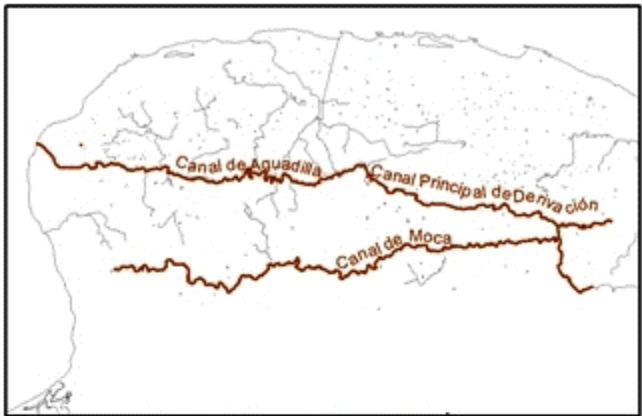
Guayabal

Loco

Matrullas

Guineo

Melanía

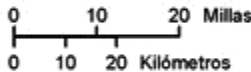


Distrito de Riego de Isabela



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Guamaní y Canal de Patillas)

Océano Atlántico

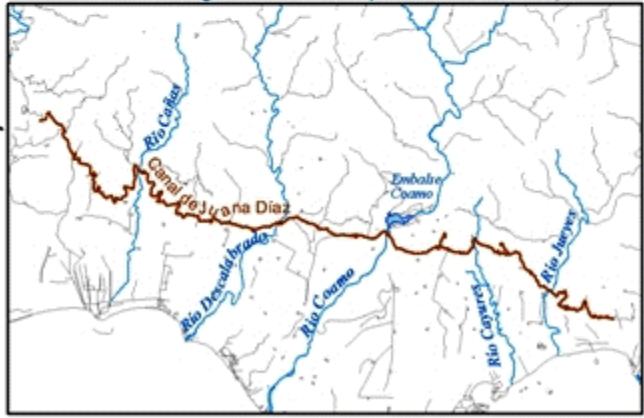


Distrito de Riego del Valle de Lajas

Mar Caribe



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Juana Díaz)



LEYENDA

- Canales de riego
- Ríos principales
- Quebradas
- Embalses y lagunas

Canales de Riego en Puerto Rico



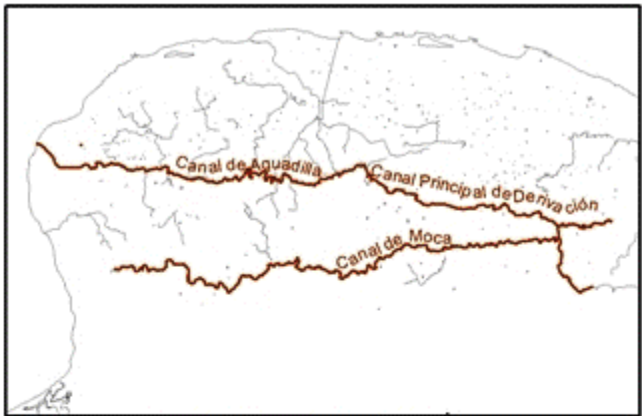


Carite; 1913



Patillas ; 1914

<http://www.lagos-plantas-hidro.com>

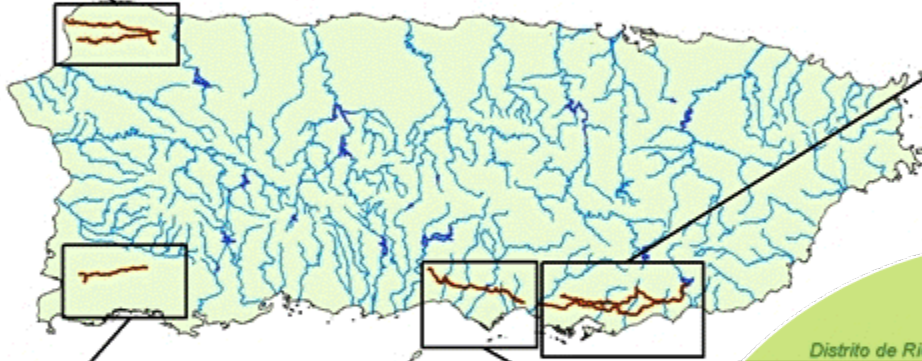
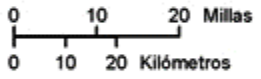


Distrito de Riego de Isabela

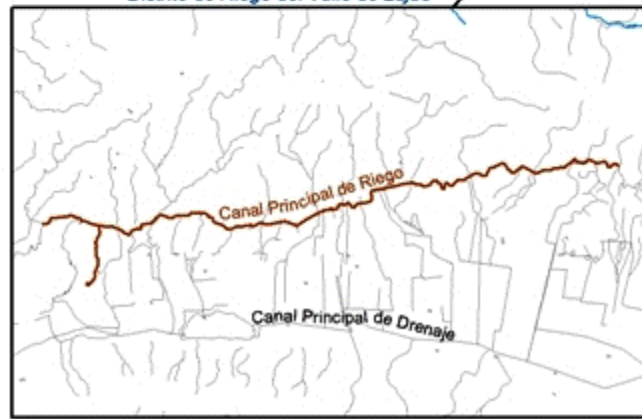


Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Guamaní y Canal de Patillas)

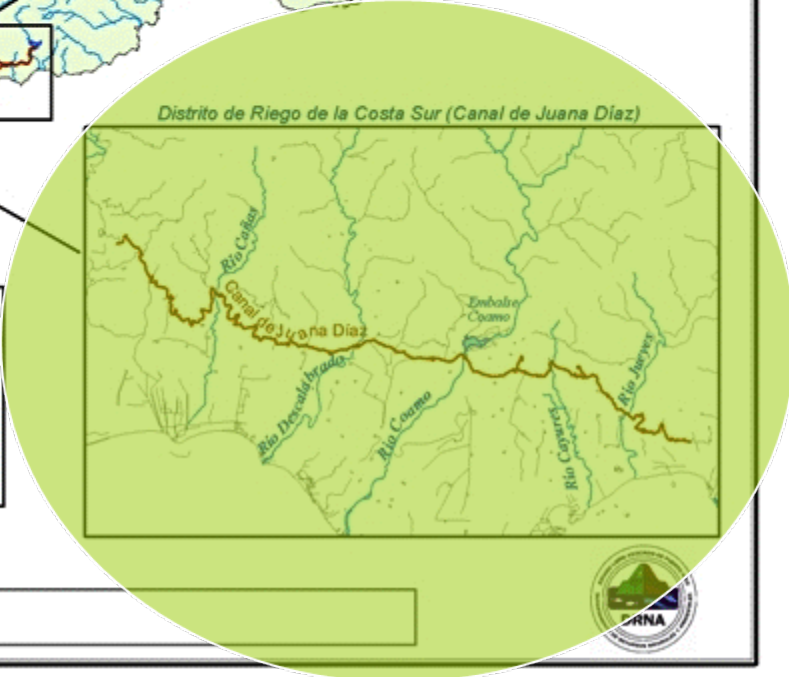
Océano Atlántico



Mar Caribe



Distrito de Riego del Valle de Lajas



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Juana Díaz)

LEYENDA

- Canales de riego
- Ríos principales
- Quebradas
- Embalses y lagunas

Canales de Riego en Puerto Rico





Guayabal; 1913

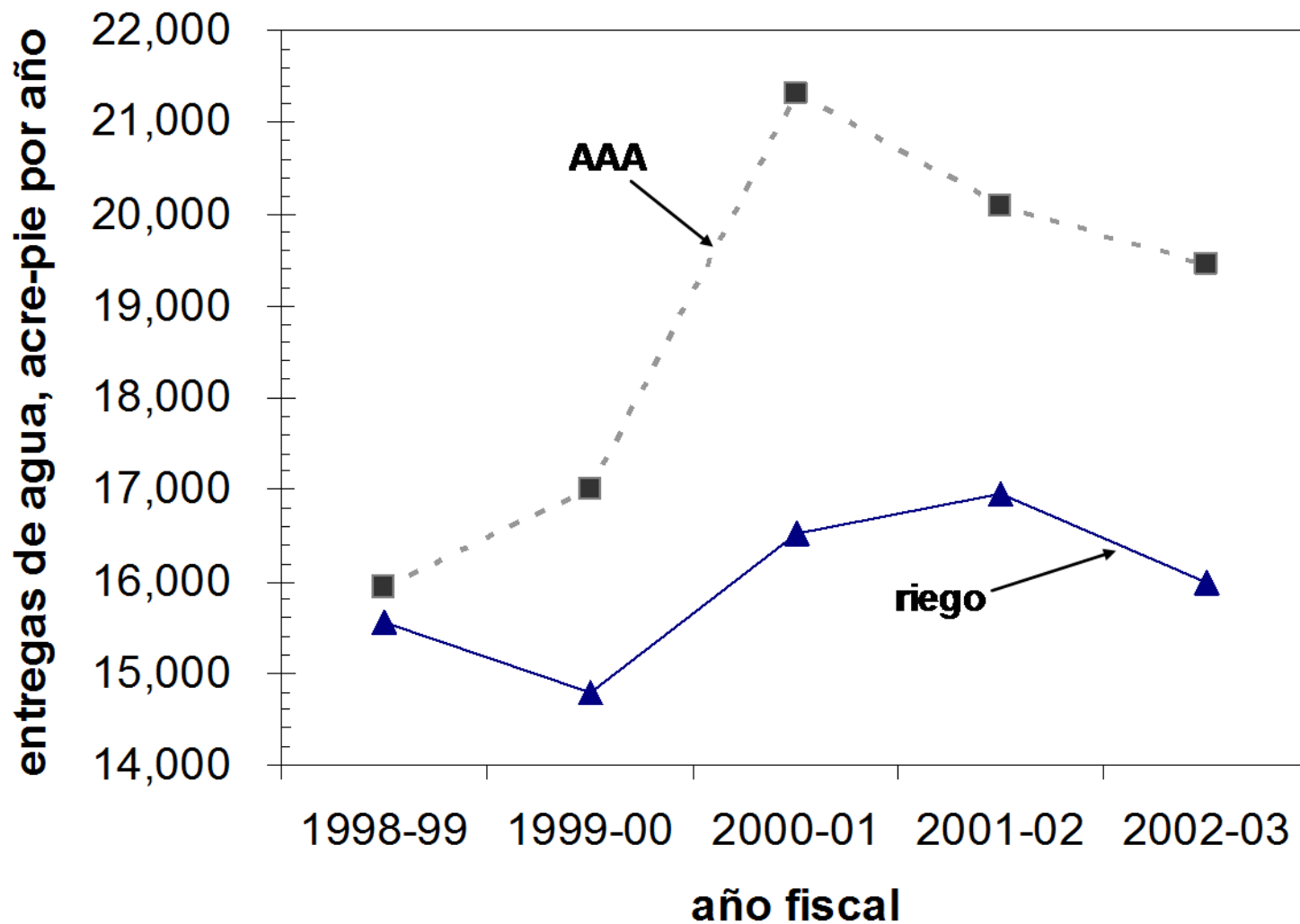
<http://www.lagos-plantas-hidro.com>



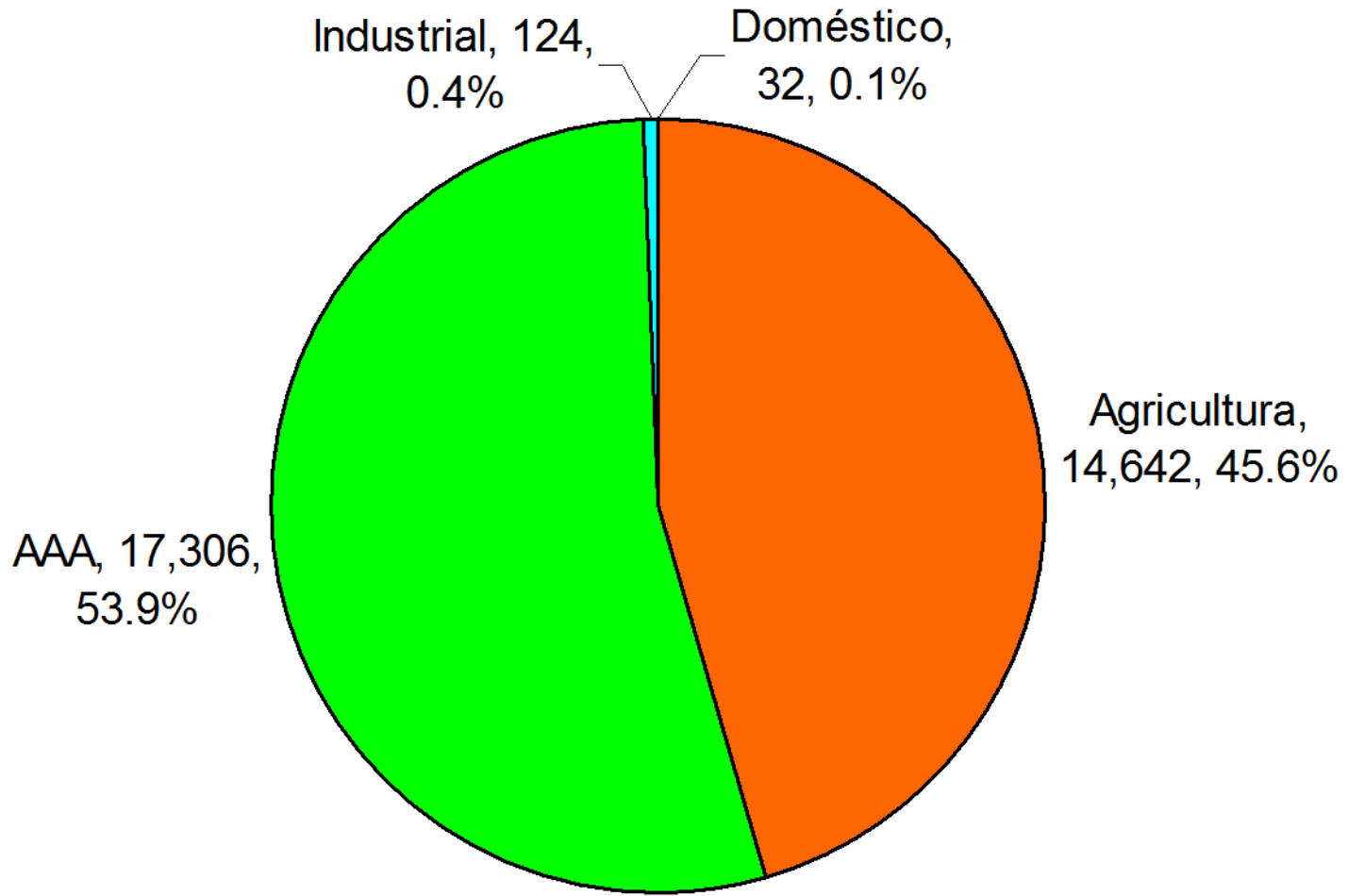
Coamo; 1914

<http://www.lagos-plantas-hidro.com>

Entregas de agua a la AAA y agricultores en el Distrito de Riego de la Costa Sur (1998-2003)



Uso de agua en el Distrito de Riego Costa Sur (1998-2003)

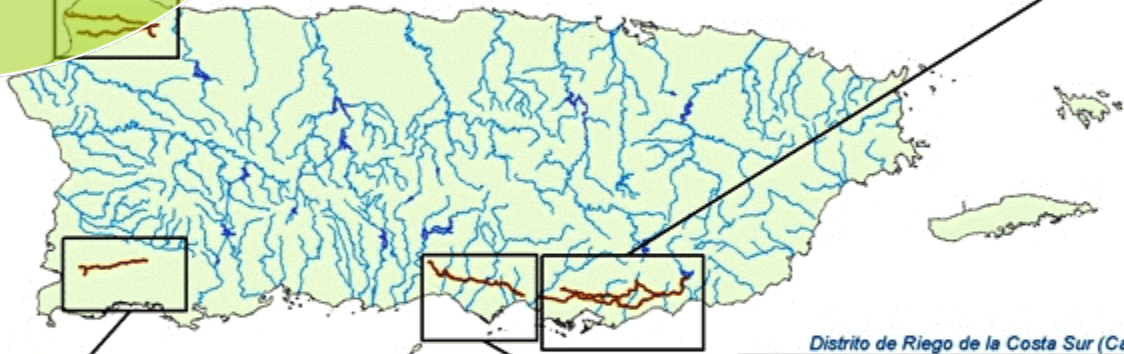




Distrito de Riego de Isabela



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Guamaní y Canal de Patillas)



Distrito de Riego del Valle de Lajas



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Juana Díaz)



LEYENDA

- Canales de riego
- Ríos principales
- Quebradas
- Embalses y lagunas

Canales de Riego en Puerto Rico

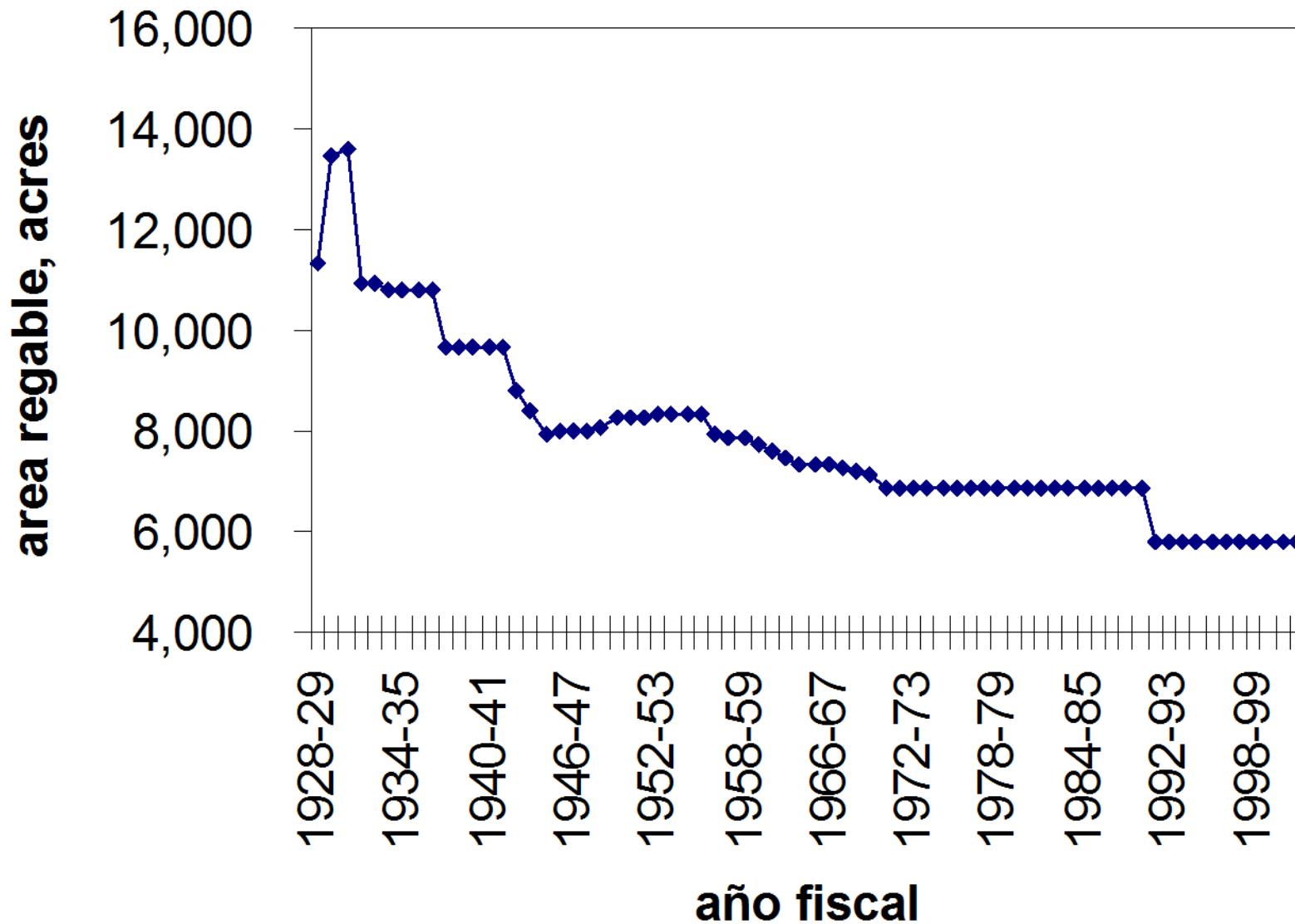




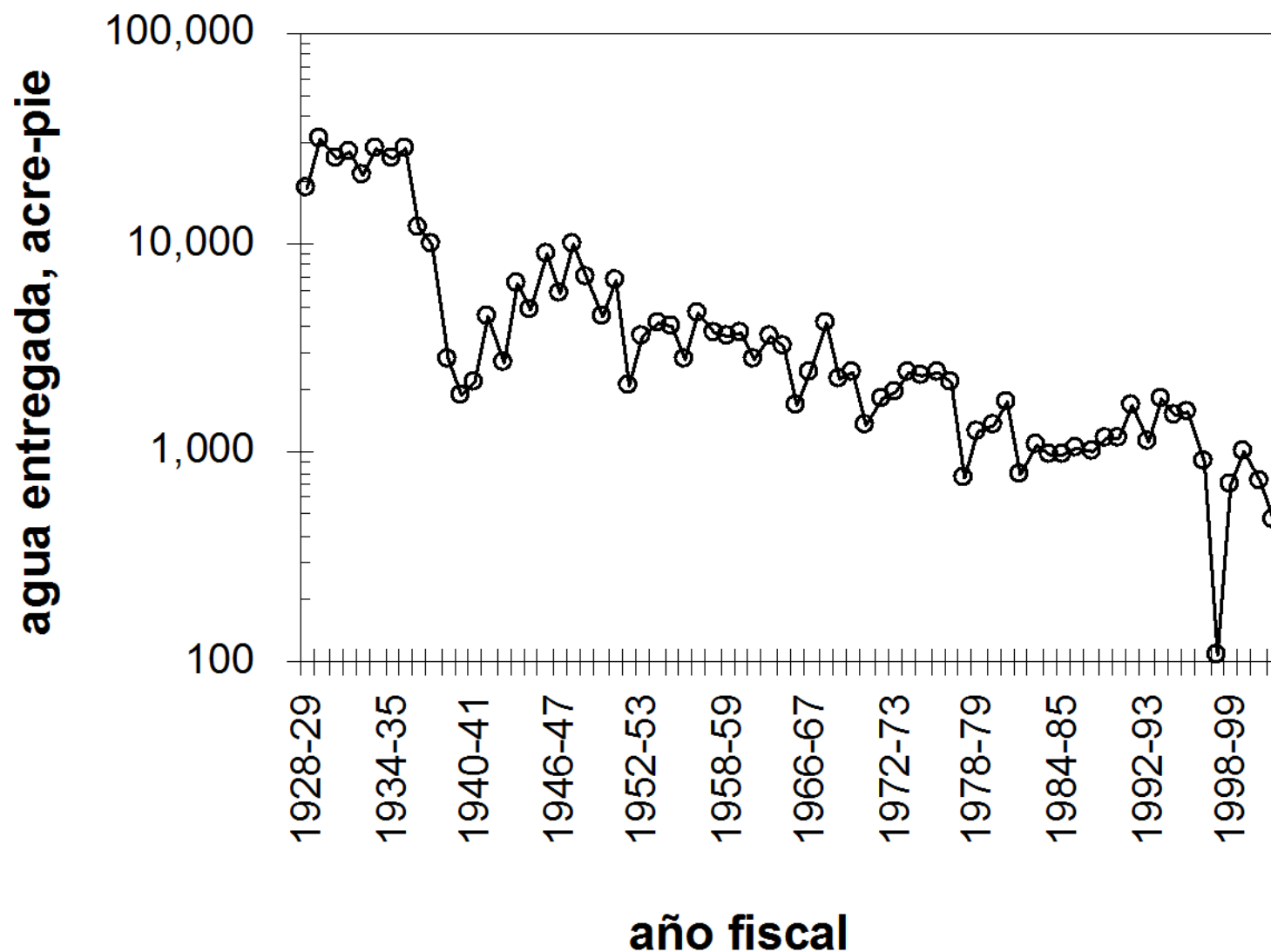
Guajataca; 1928

<http://www.lagos-plantas-hidro.com>

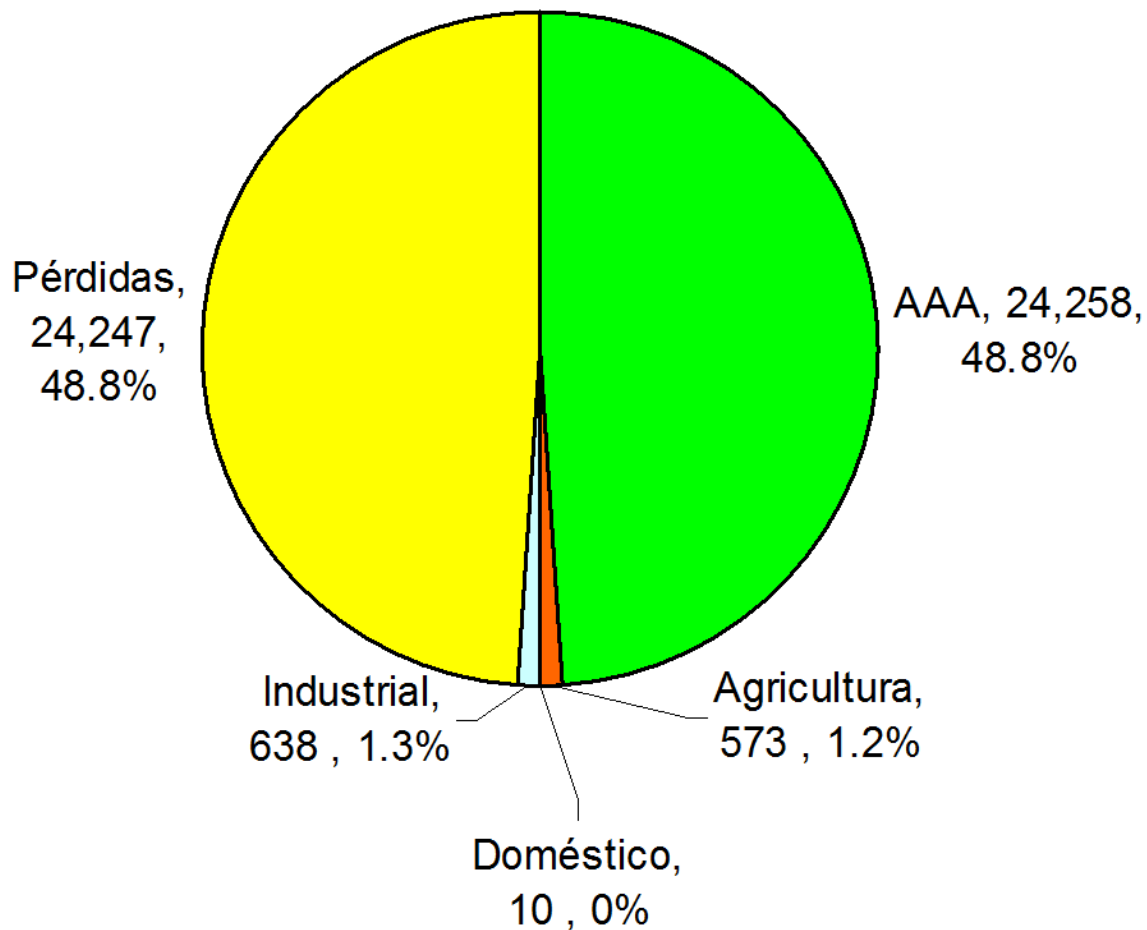
Terrenos bajo riego en el Distrito de Riego de Isabela

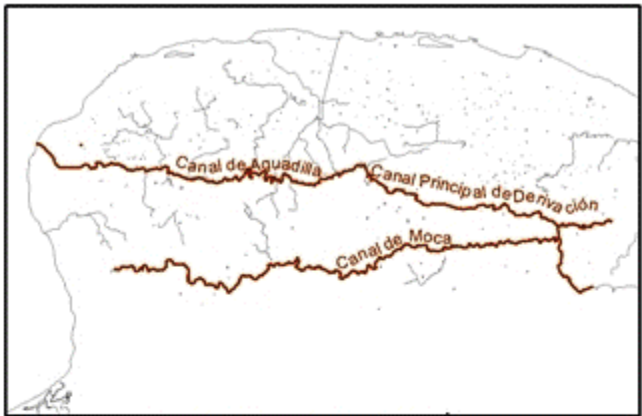


Entregas de agua en el Distrito de Riego de Isabela

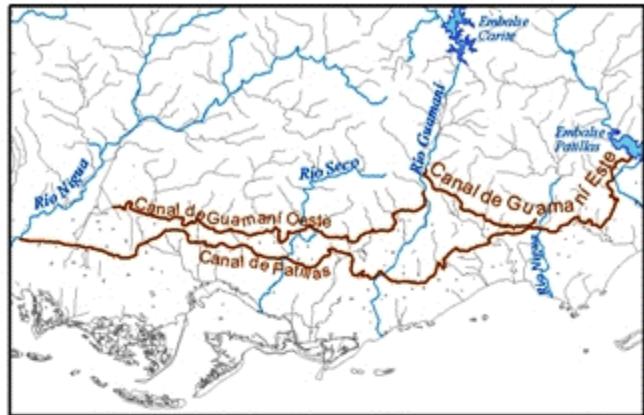


Usuarios del agua-Distrito de Riego de Isabela (1998-2003). Valores en acre-pie.





Distrito de Riego de Isabela



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Guamaní y Canal de Patillas)

Océano Atlántico



Mar Caribe



Distrito de Riego de la Costa Sur (Canal de Juana Díaz)

LEYENDA

- Canales de riego
- Ríos principales
- Quebradas
- Embalses y lagunas



Distrito de Riego del Valle de Lajas

Canales de Riego en Puerto Rico





Lucchetti; 1952

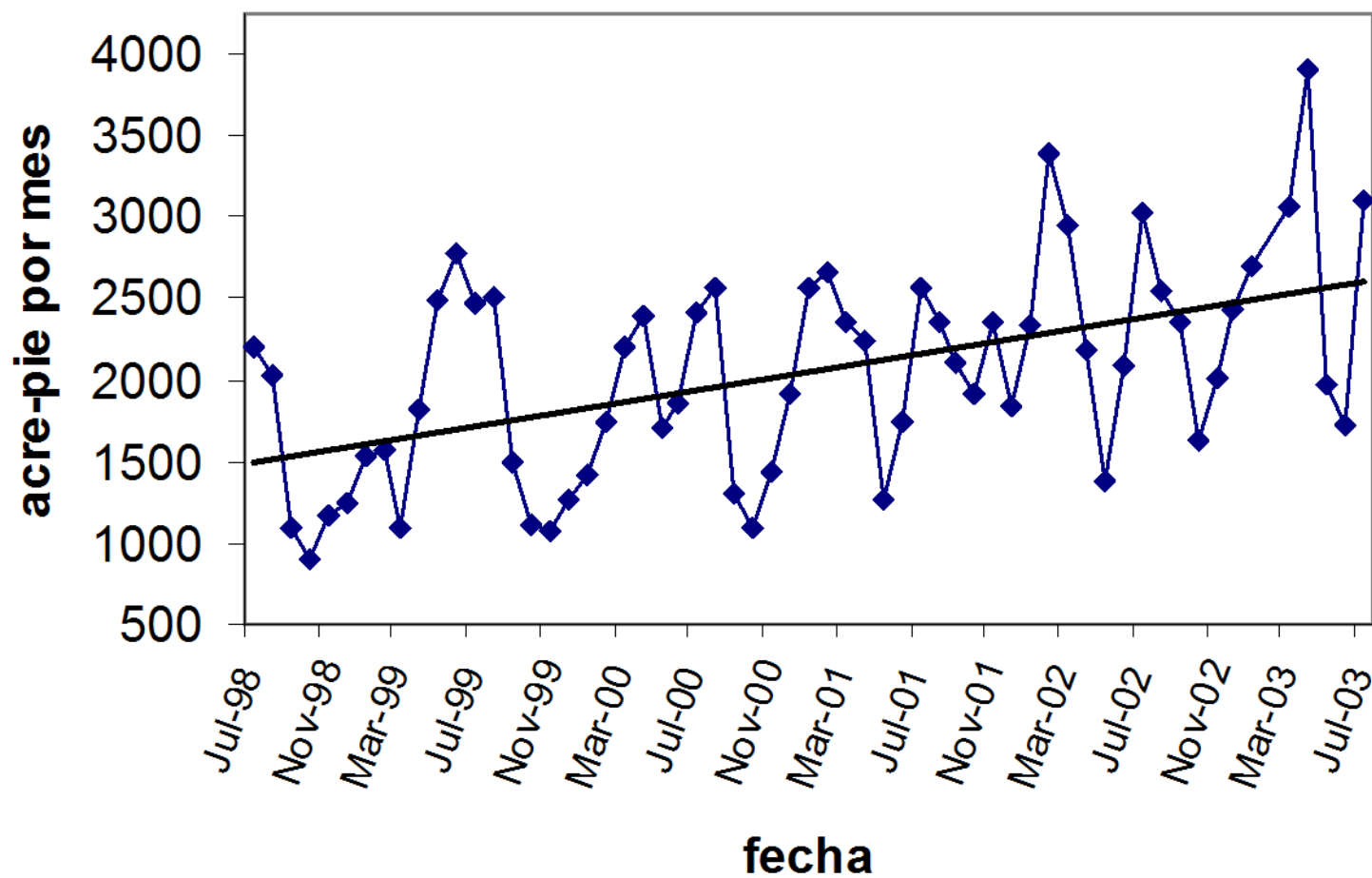
<http://www.lagos-plantas-hidro.com>



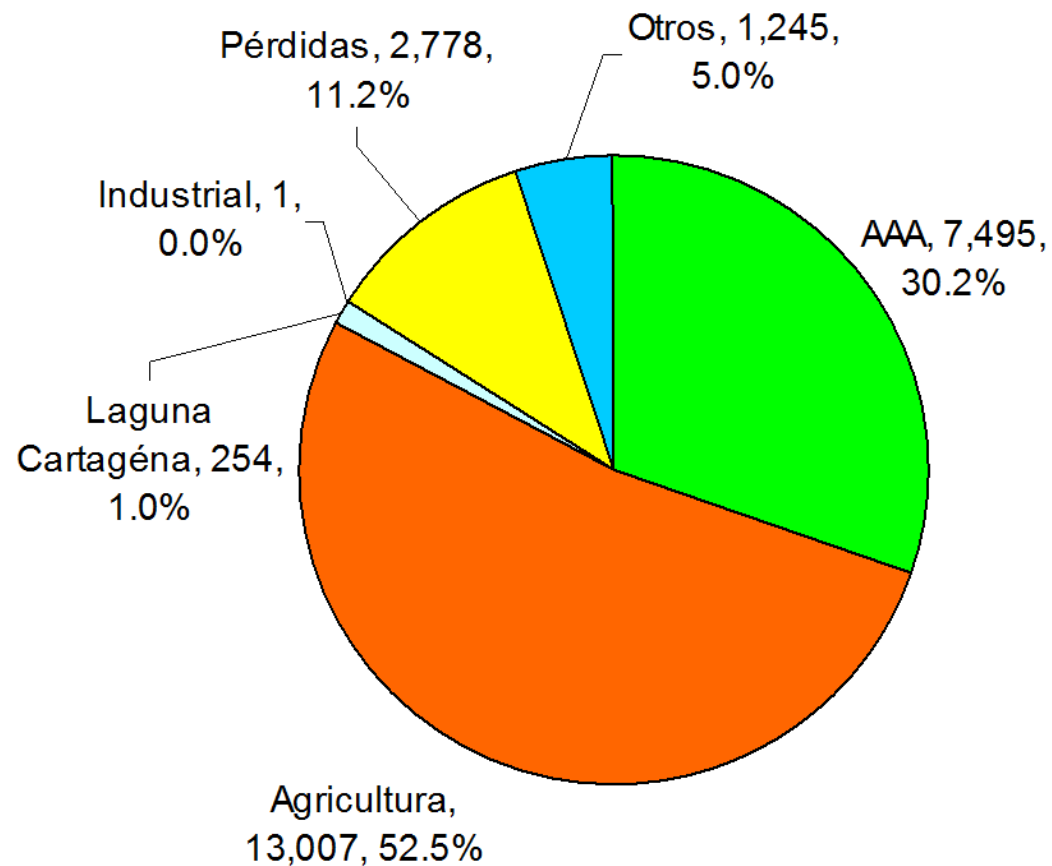
Guayo; 1956

<http://www.lagos-plantas-hidro.com>

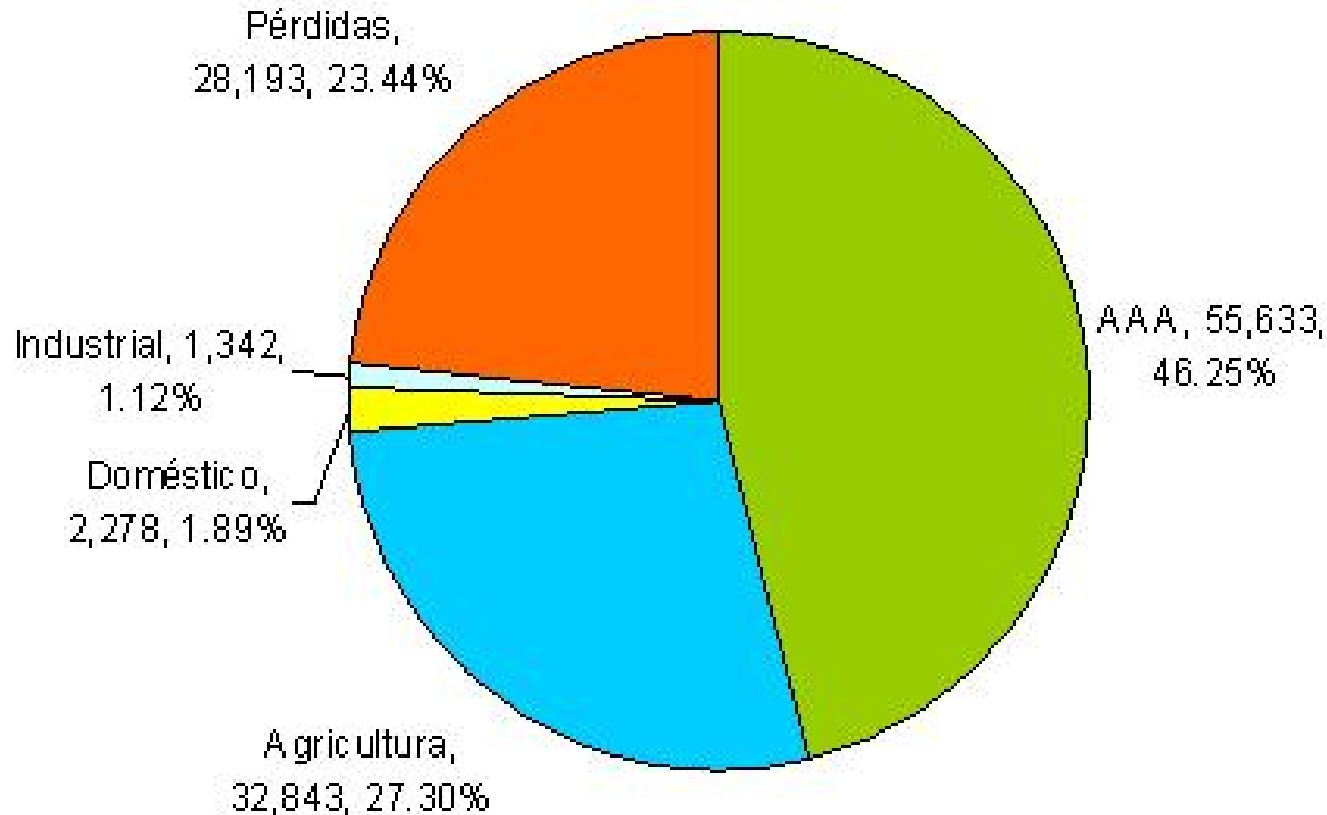
Entregas de agua en el Distrito de Riego del Valle de Lajas (1998-2003)



Usuarios de agua en el Distrito de Riego del Valle de Lajas (1998-2003). Valores en acre-pie.



Uso de agua en los distritos de riego de PUERTO RICO (FY 2002-03)

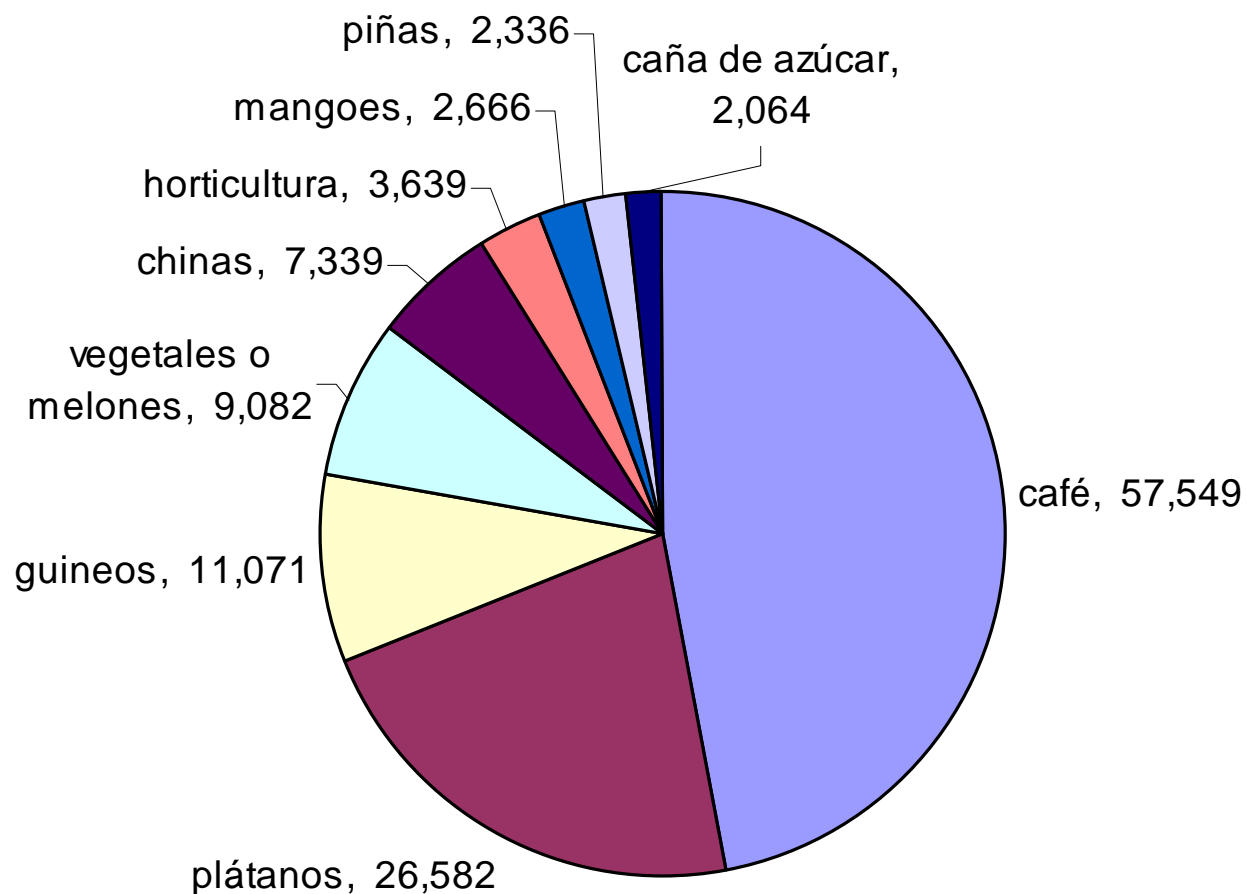


Datos de la AEE

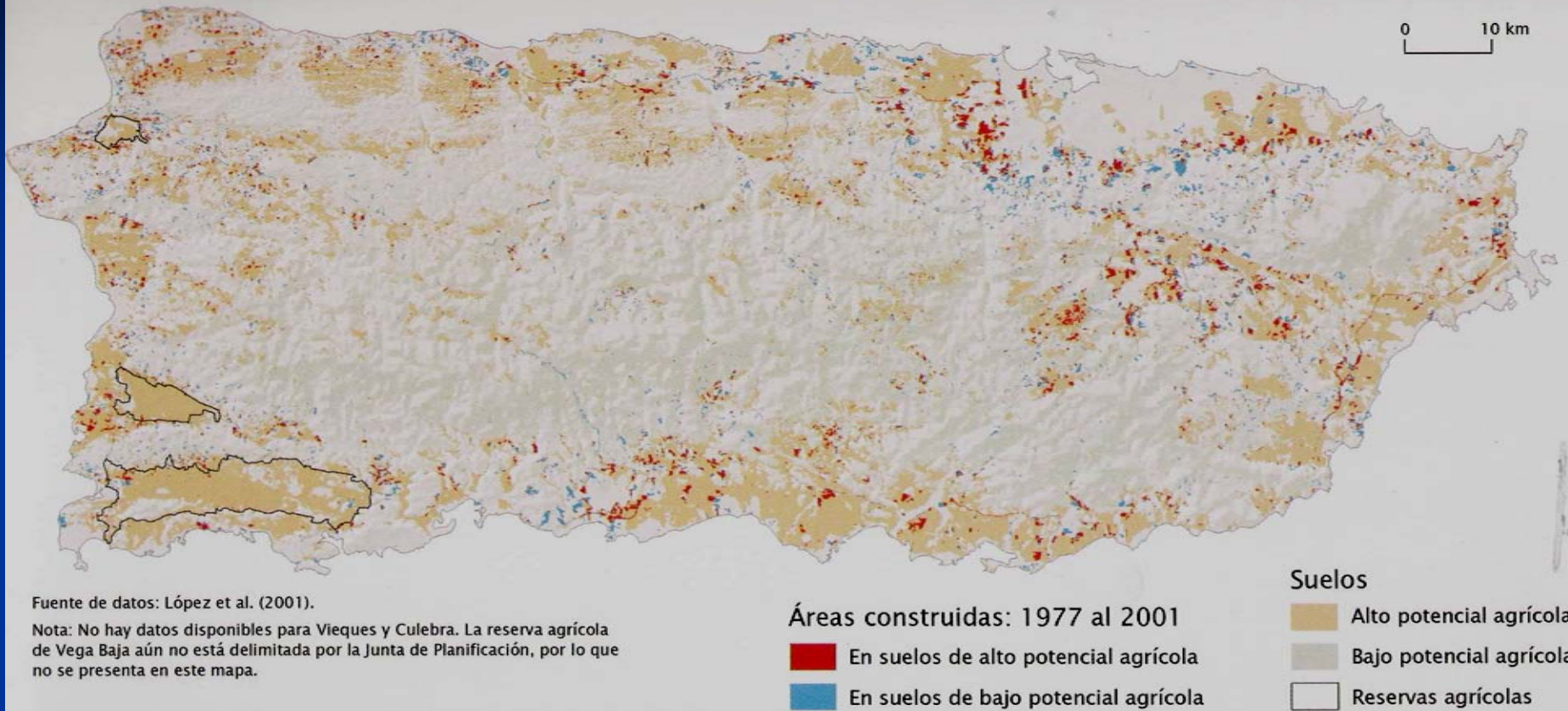
Producción agrícola – 2002

671,000 acres cultivados

- 402,000 acres en caña en 1956
- 4,560 acres en caña en 2002

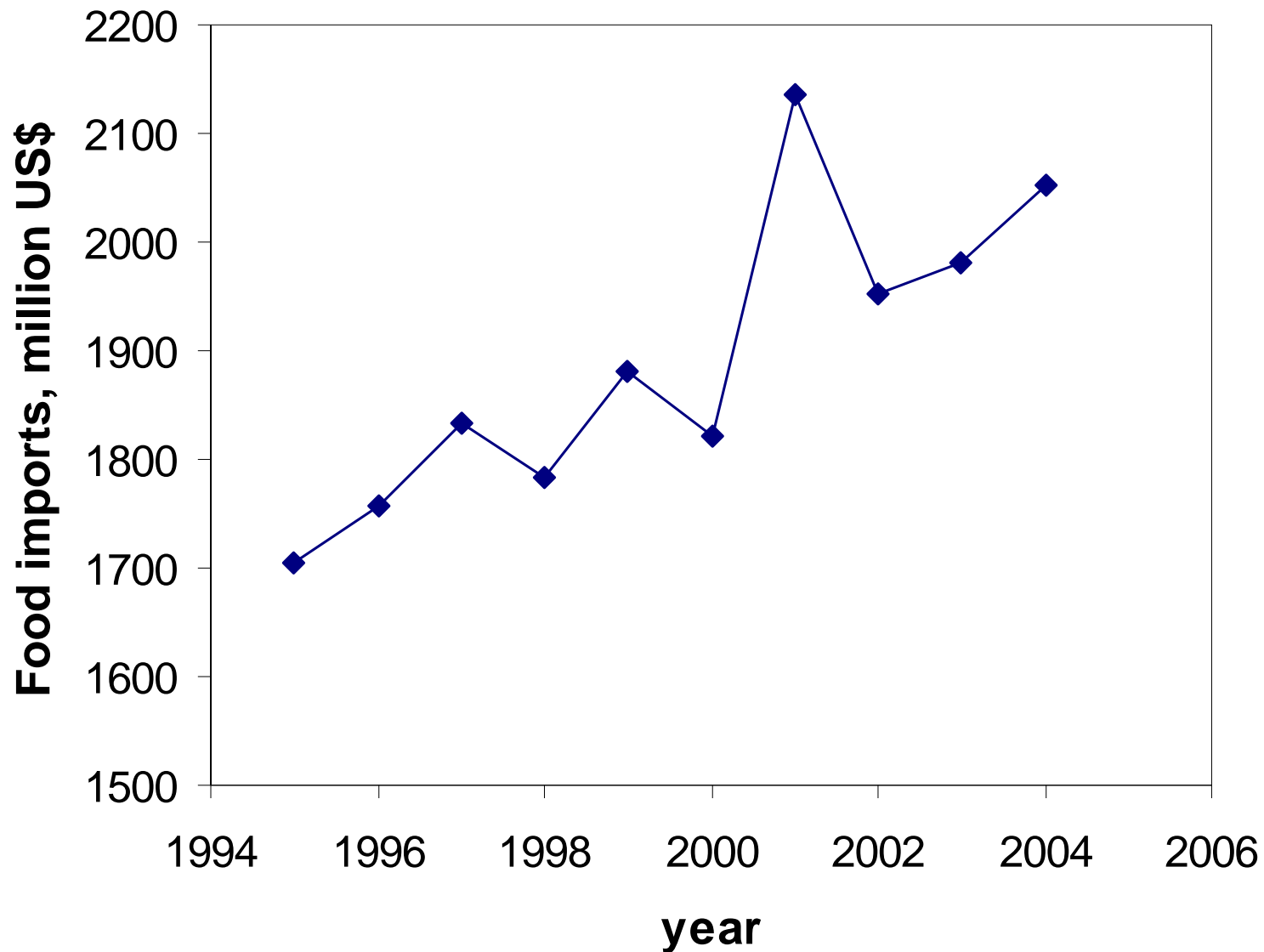


Distribución de áreas construidas en relación con el suelo de potencial agrícola: 1977 al 2001



•Se estima que más de un 75% de los alimentos que consumimos en PR son importados

La importación de alimentos ha ido en aumento (JP 2005)



Algunas reflexiones...

- El desarrollo socioeconómico de Puerto Rico ha requerido de un uso intensivo de sus recursos de agua hasta el punto que ha alterado su hidrografía dramáticamente.
- Actualmente, la isla depende en un 98% de energía derivada de productos de petróleo.
- La sedimentación y la disponibilidad de energía termoeléctrica ha puesto en desuso a 4 de los 10 sistemas hidroeléctricos en Puerto Rico reduciendo a un 50% la capacidad hidroeléctrica original.

Algunas reflexiones...

- Existe una infraestructura hidroeléctrica instalada que permite:
 - complementar la producción eléctrica durante horas de alta demanda
 - agilizar la recuperación del sistema eléctrico durante colapsos por huracanes, ect.
 - Manejar grandes volúmenes de agua para suplir demandas de agua potable y riego.
- La construcción de nuevas represas para producción hidroeléctrica no se contempla como una solución al problema energético de Puerto Rico.
- Aunque la energía hidroeléctrica no puede satisfacer las demandas eléctricas del Puerto Rico moderno, si representa un activo importante que podría complementar otras fuentes de energía.

Gracias