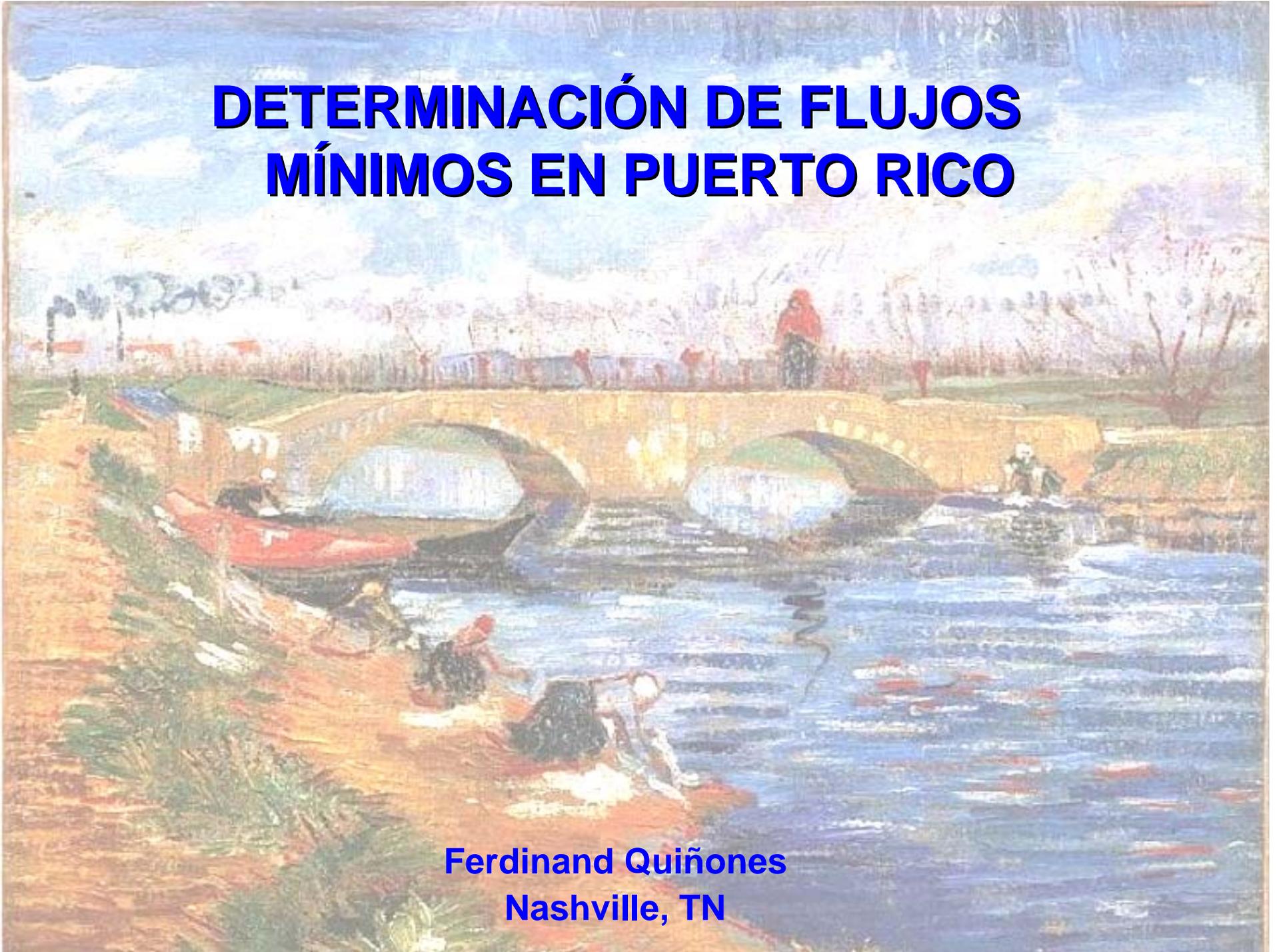


DETERMINACIÓN DE FLUJOS MÍNIMOS EN PUERTO RICO

Ferdinand Quiñones
Nashville, TN



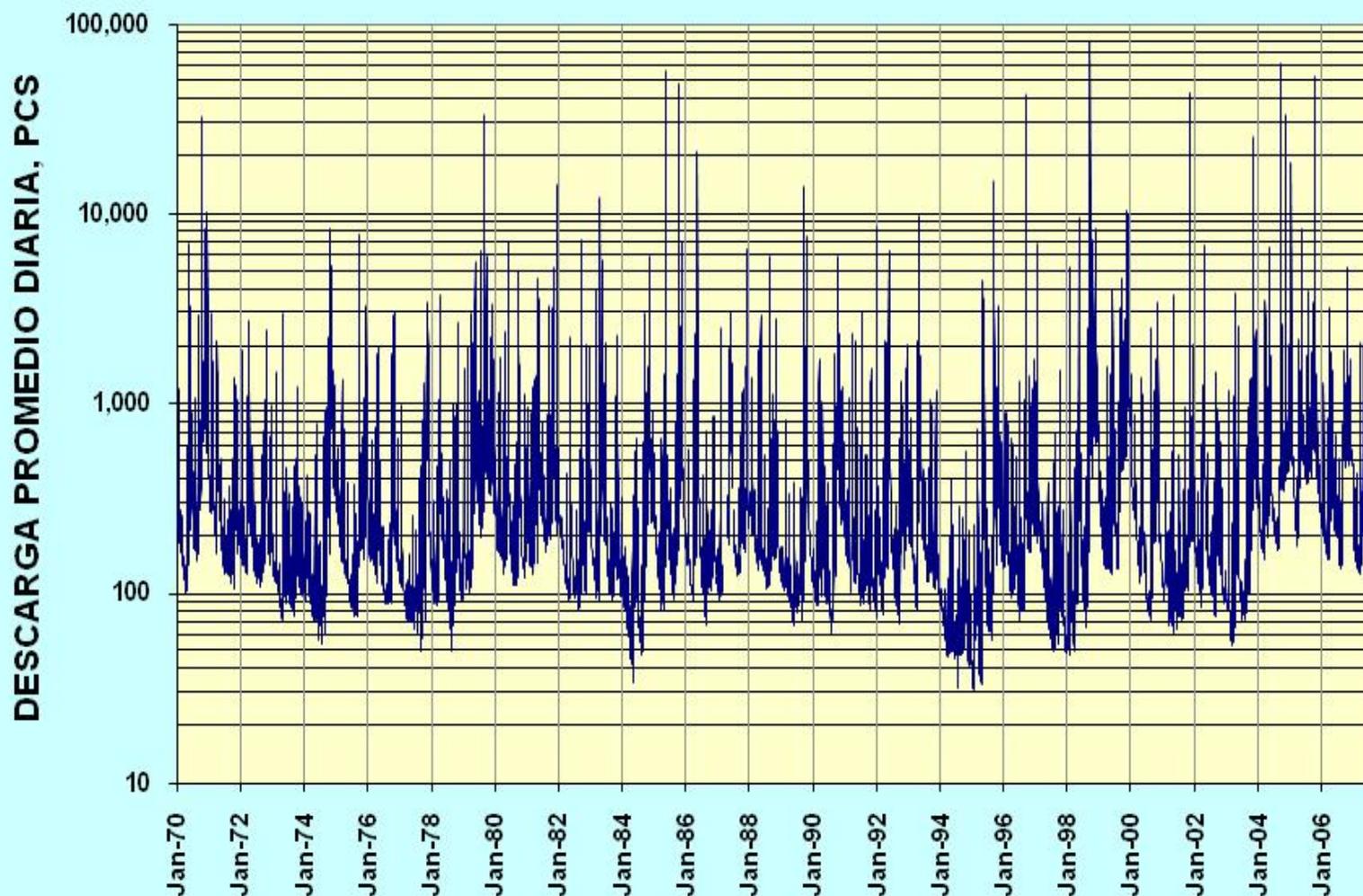
Objetivos

- **Resumir las técnicas utilizadas para determinar valores de flujos mínimos en Puerto Rico**
- **Evaluar otros métodos disponibles**
- **Proveer recomendaciones para revisión de los estimados actuales y futuros.**

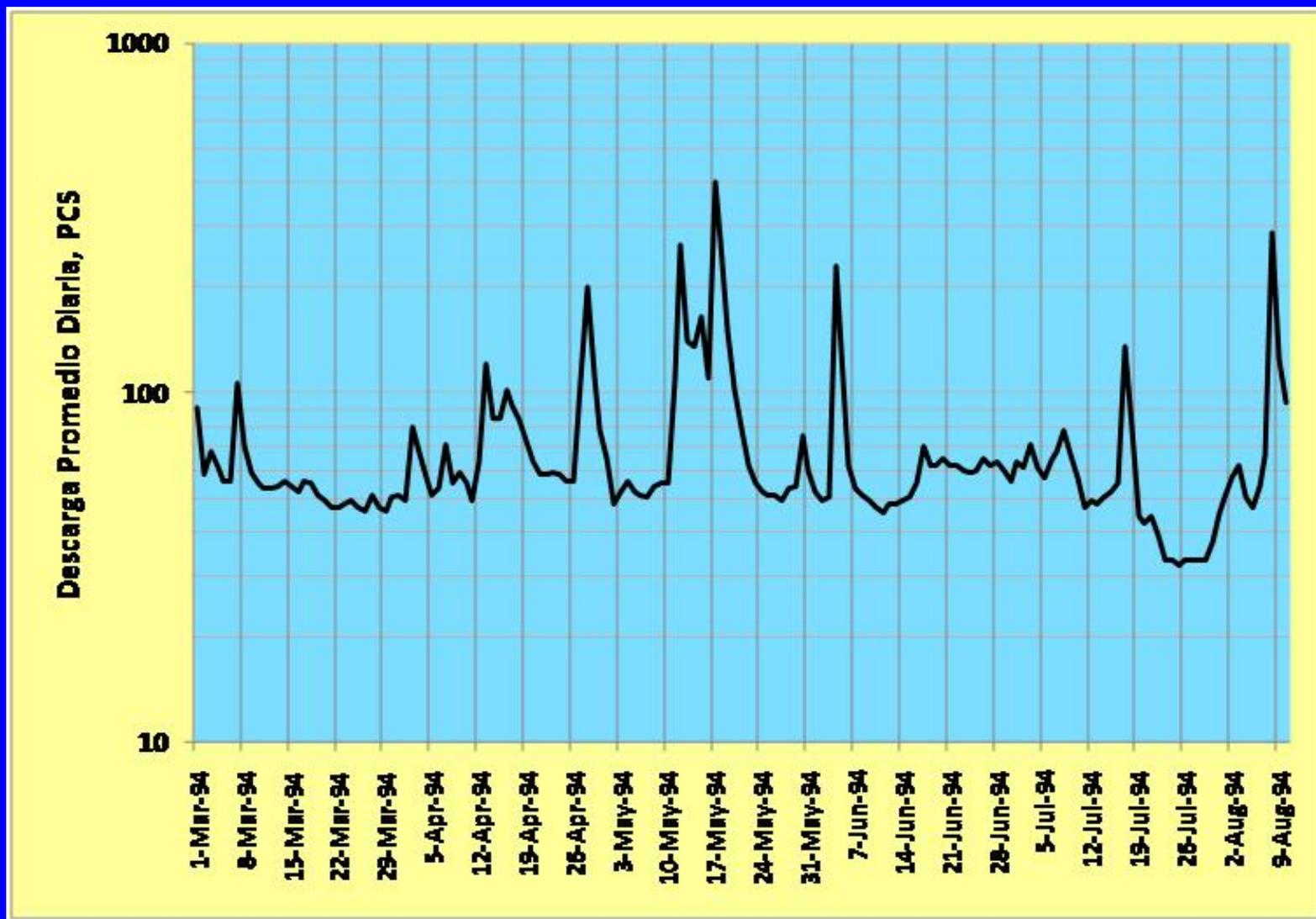
Trasfondo del Concepto de Flujos Mínimos

- Flujos mínimos y flujos ambientales
 - 7Q2
 - 7Q10
 - Q99
 - Flujo Mínimo Anual Promedio

Definición del 7Q10 en el Río Grande de Manatí cerca de Morovis

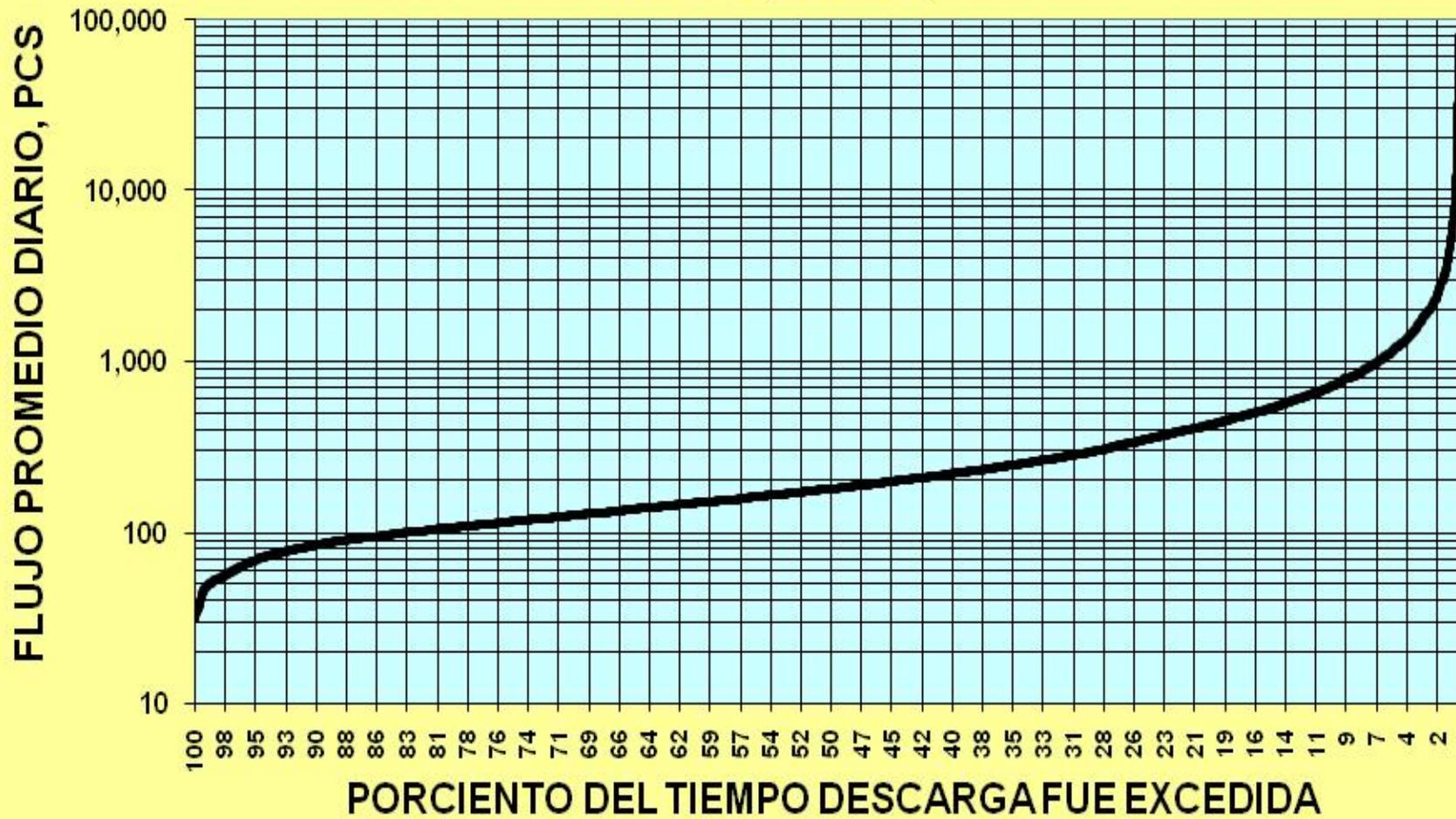


Definición del 7Q10 en el Río Grande de Manatí cerca de Morovis

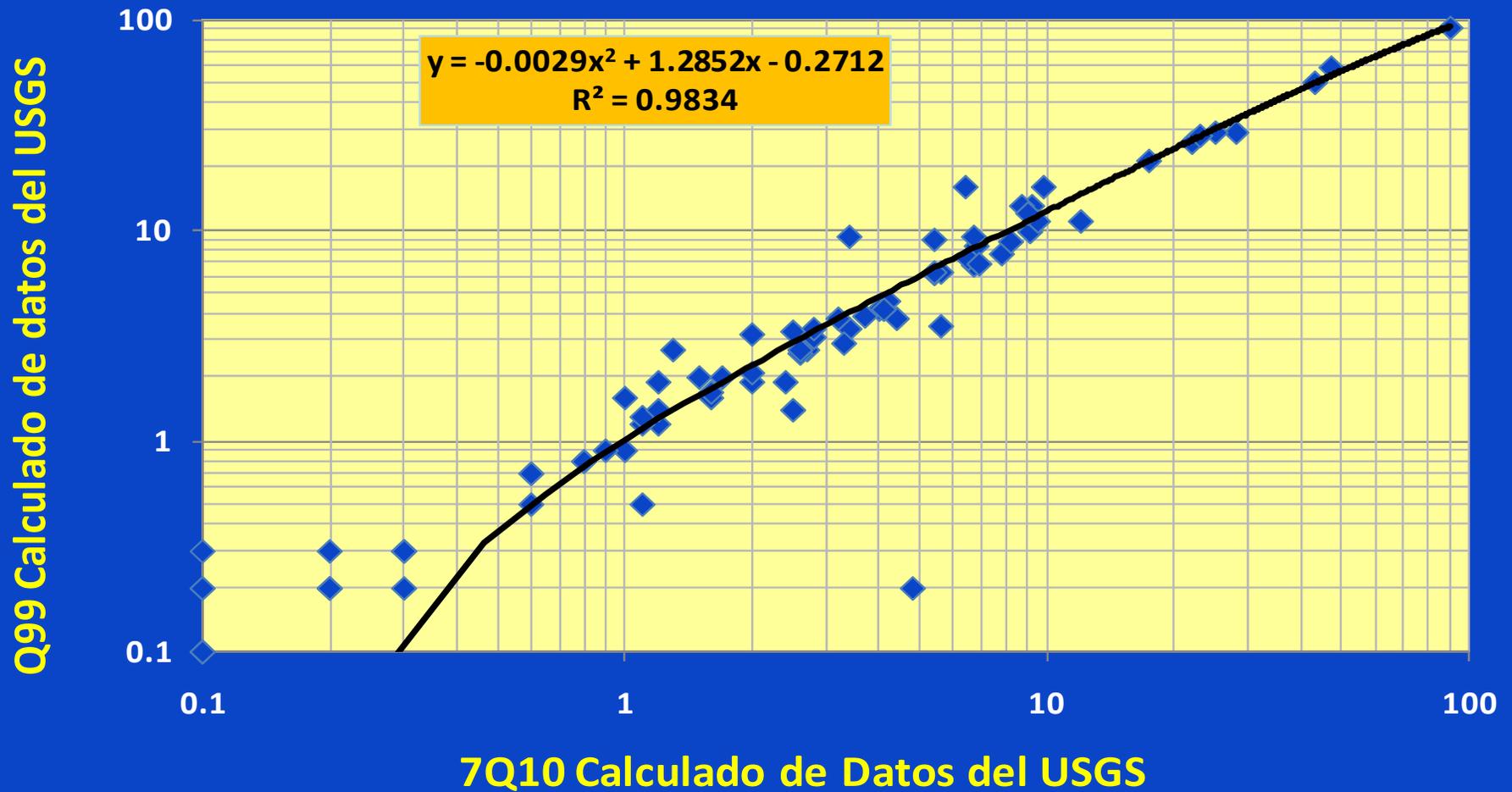


Definición del Q99

FRECUENCIA DE FLUJOS EN EL RIO GRANDE DE MANATI CERCA DE MOROVIS (50031200)



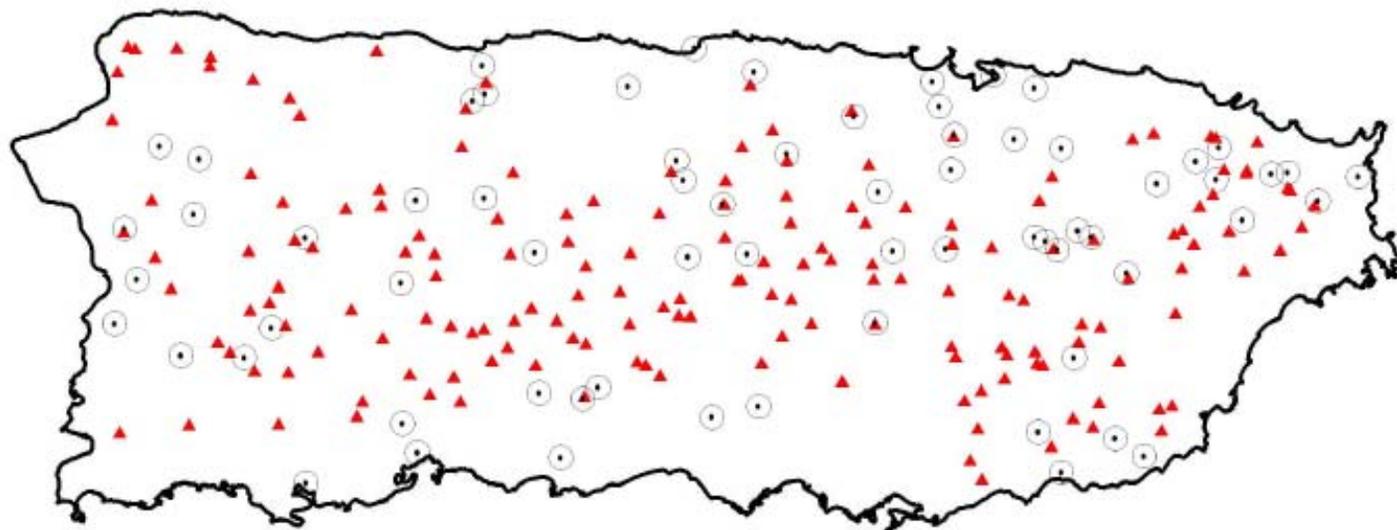
Relación entre el 7Q10 y el Q99 en Estaciones del USGS



Método Adoptado por el DRNA para Determinar Flujos Residuales

- El Plan Integral de Aguas (2007) define el Q99 como medida de flujo residual
- Deriva valores de Q99 de datos existentes mediante una regresión matemática con el área de captación (A) y la lluvia promedio (P) sobre dicha área.
- Estima valores de Q99 para cada toma de la AAA

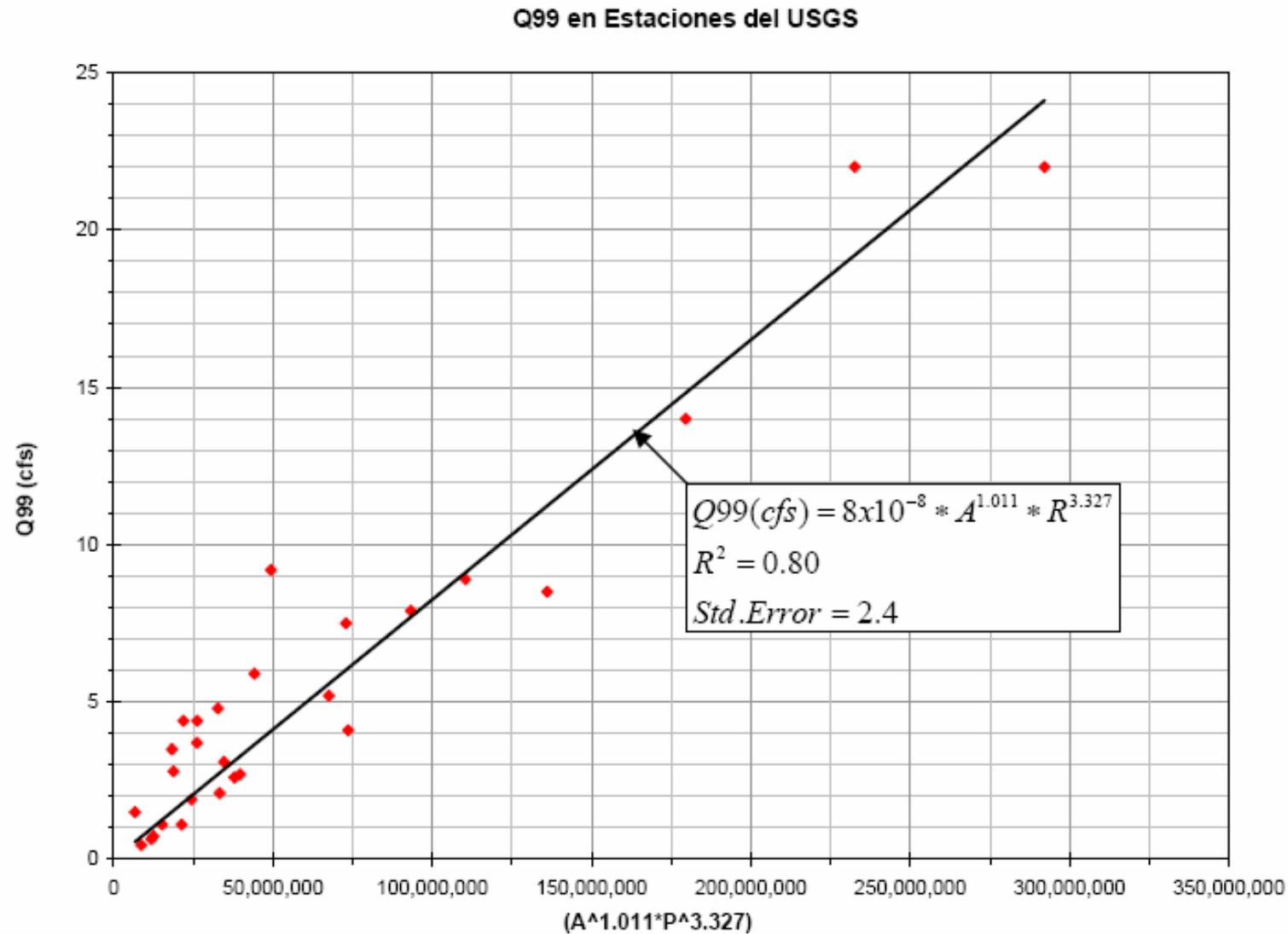
Rendimiento Disponible de Ríos y Lagos en las Tomas de Agua Cruda de la AAA



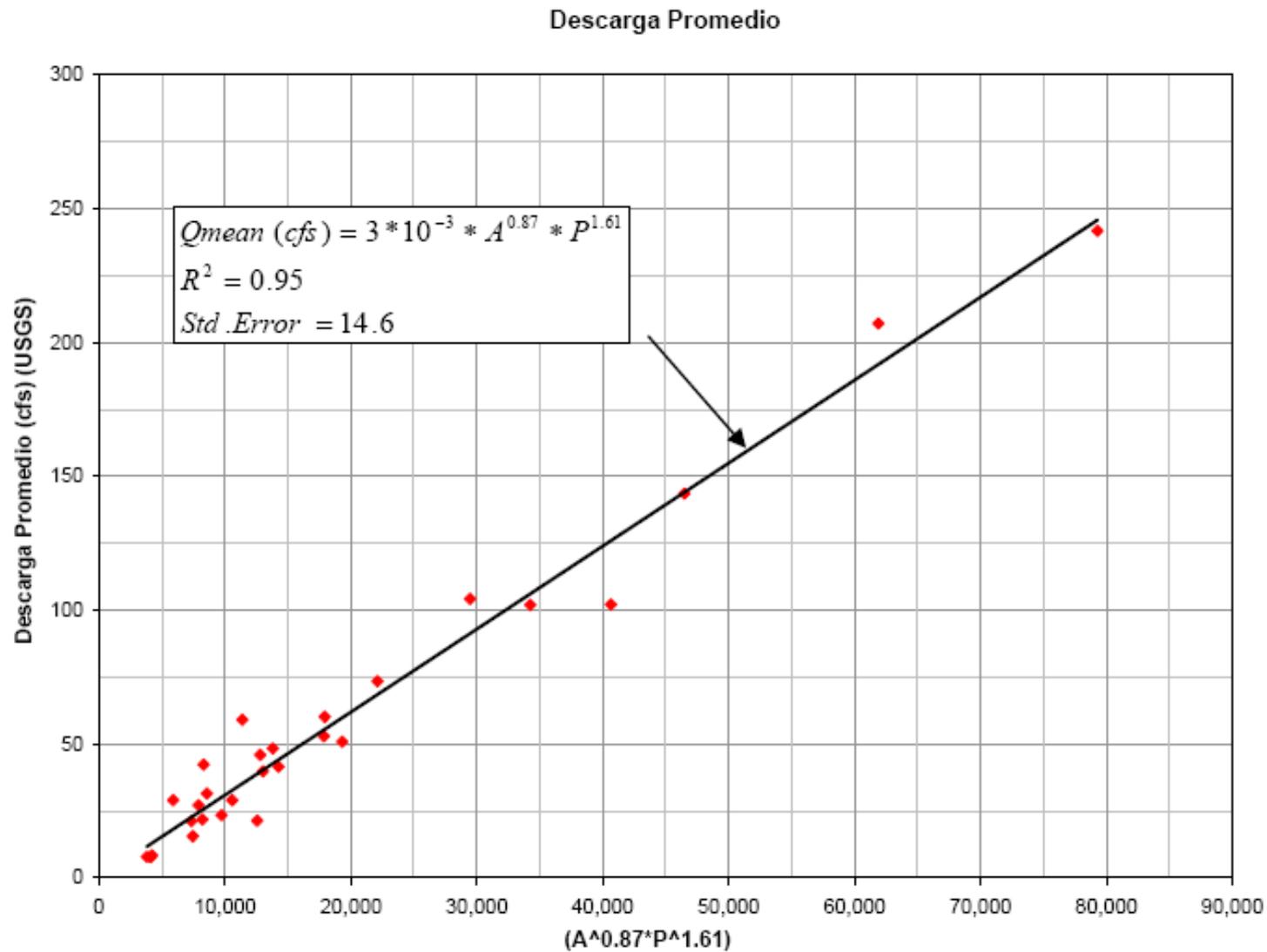
Leyenda

- ▲ Tomas de la AAA
- Estaciones del USGS

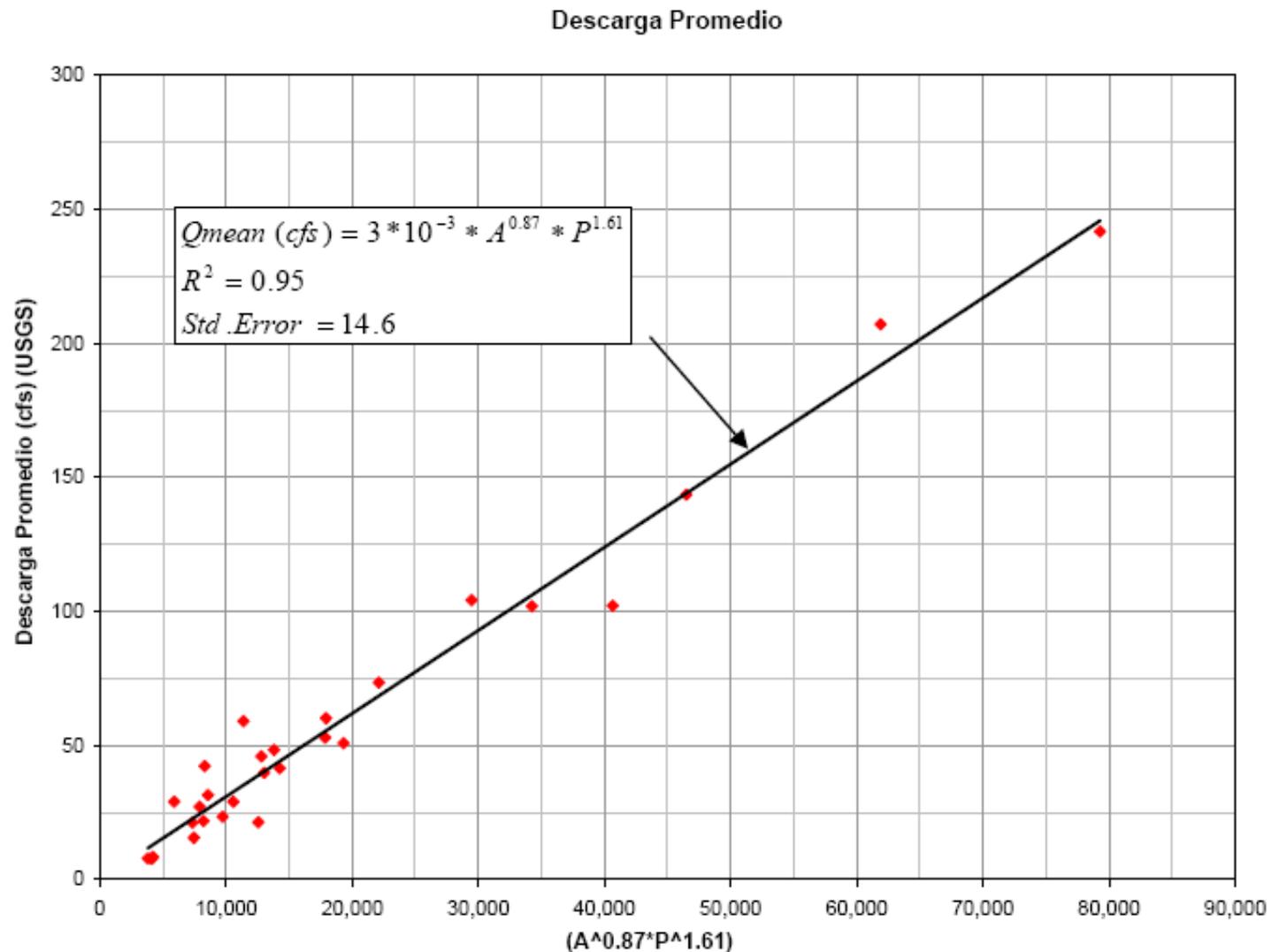
Regresión Adoptada por el DRNA



Regresión Adoptada por el DRNA



Regresión Adoptada por el DRNA



5.1. Rendimiento Seguro de las Tomas en Ríos y Quebradas

Se utilizó la ecuación regional de $Q_{promedio}$ para determinar una proporción entre el caudal promedio de la estación del USGS y de la localización de la toma de la AAA. Esta proporción se utilizó como factor de ajuste para el Q_{99} de la estación del USGS como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Q_{99(toma)} = \frac{Q_{promedio_Toma}}{Q_{promedio_USGS}} * Q_{99(USGS)} \quad [5.1]$$

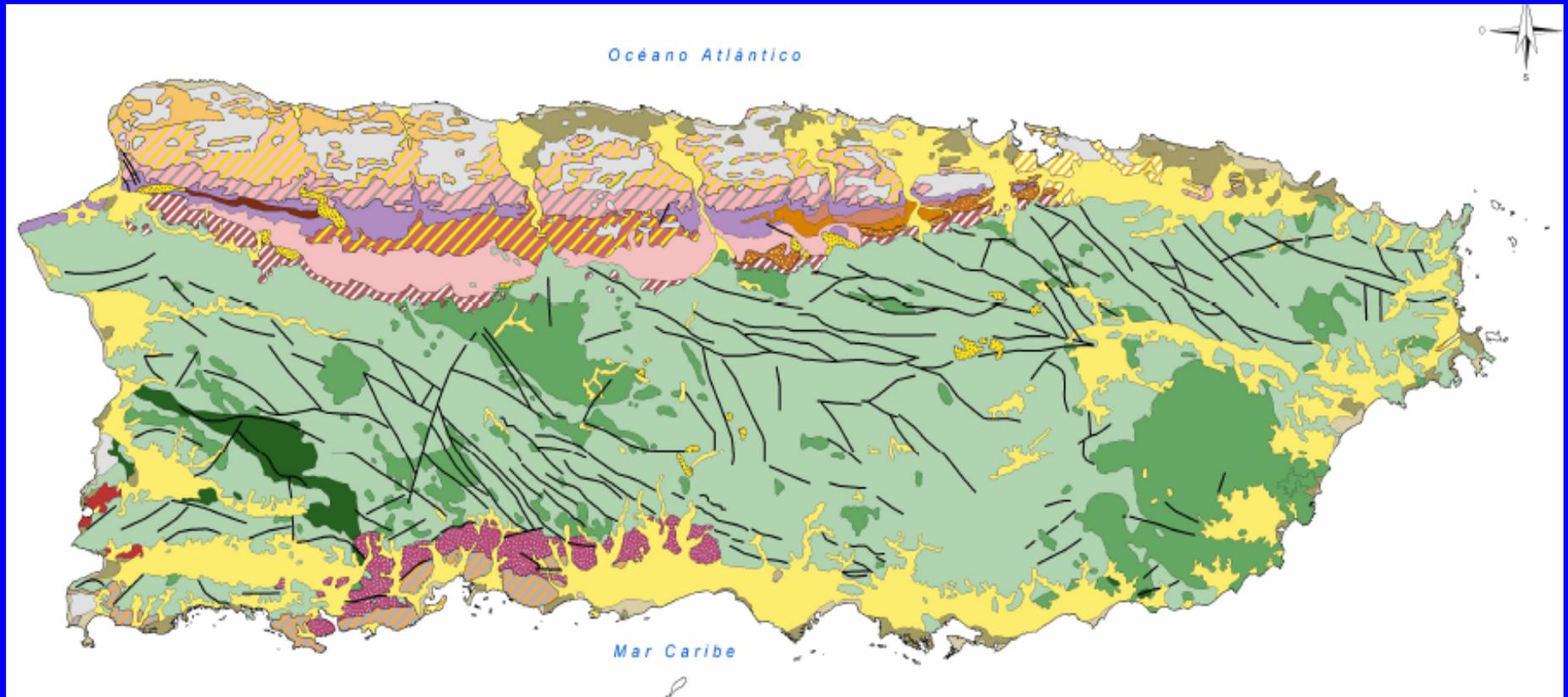
Regresión Adoptada por el DRNA

- Herramienta preliminar para estimados de Q_{99}
- No explica fuente de coeficientes y asume linealidad en la relación entre Q_{99} y Q promedio.
- No toma en cuenta diferencias en la geología, pendientes, y suelos.
- Asume uniformidad de aplicación a través de Puerto Rico

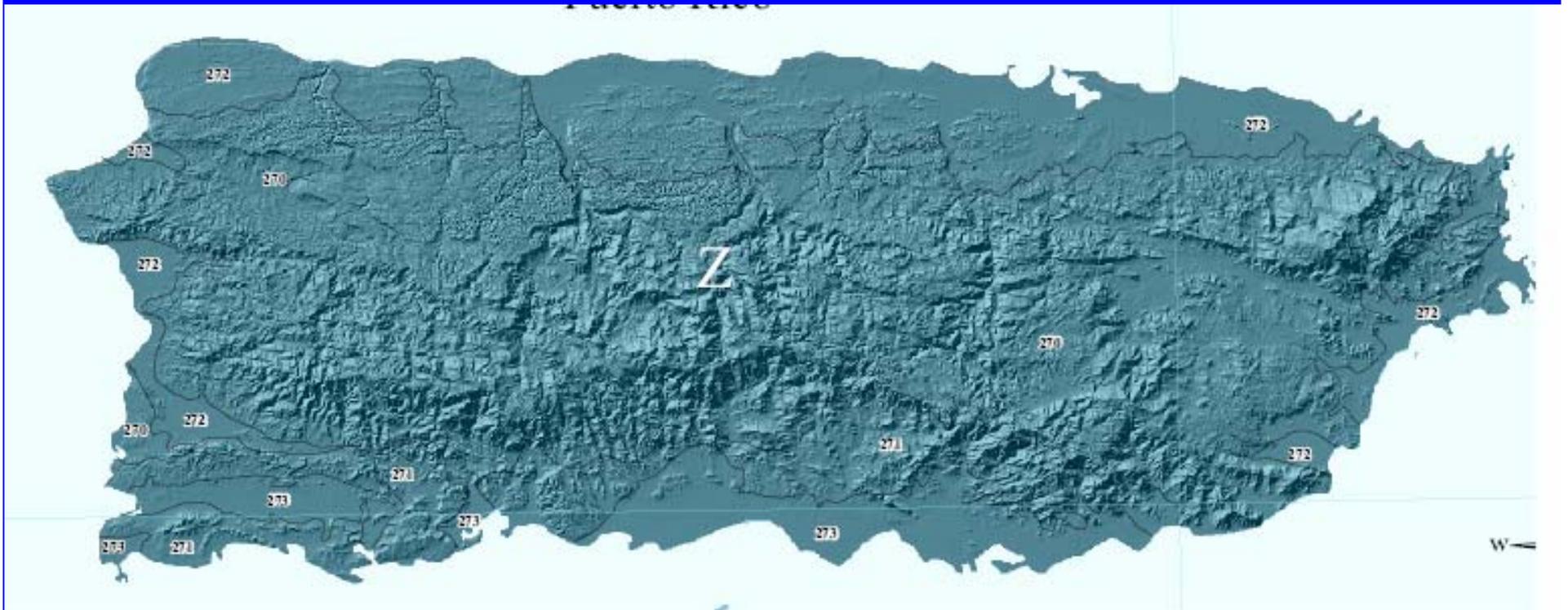
Estrategia Recomendada como Alternativa al Modelo Preliminar Adoptado por el DRNA

- Utilizar medidas múltiples
 - 7Q10
 - Q99
 - Mínimo Anual Promedio
- Utilizar técnicas hidrológicas aceptadas y disponibles
 - Comparación hidrográfica
 - Relaciones regionales
 - Análisis de recesiones en hidrogramas
 - Otras

Variaciones en la Geología Regional en Puerto Rico



Variaciones en la Fisiografía de Puerto Rico

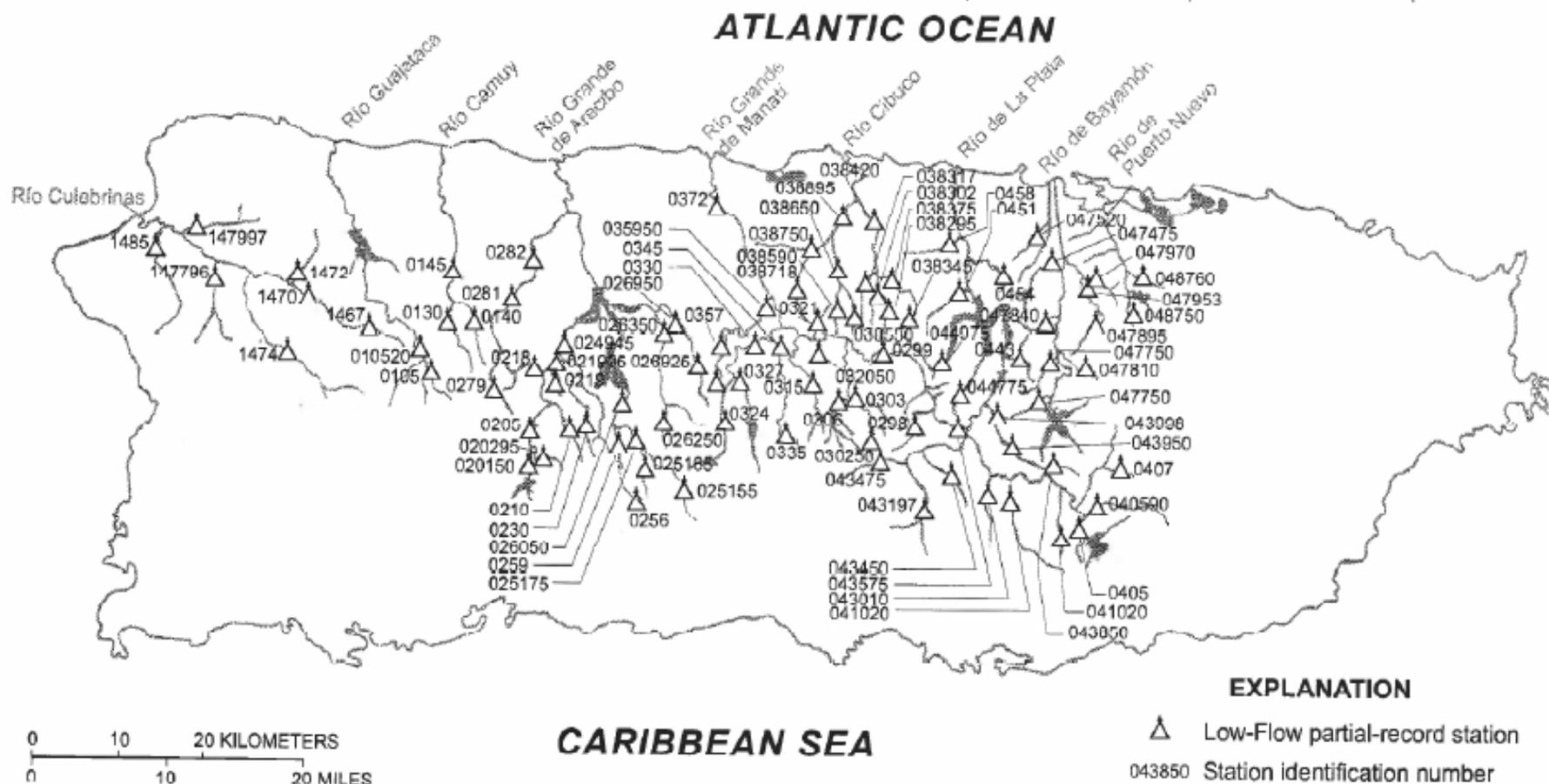


Estudios y Datos del USGS

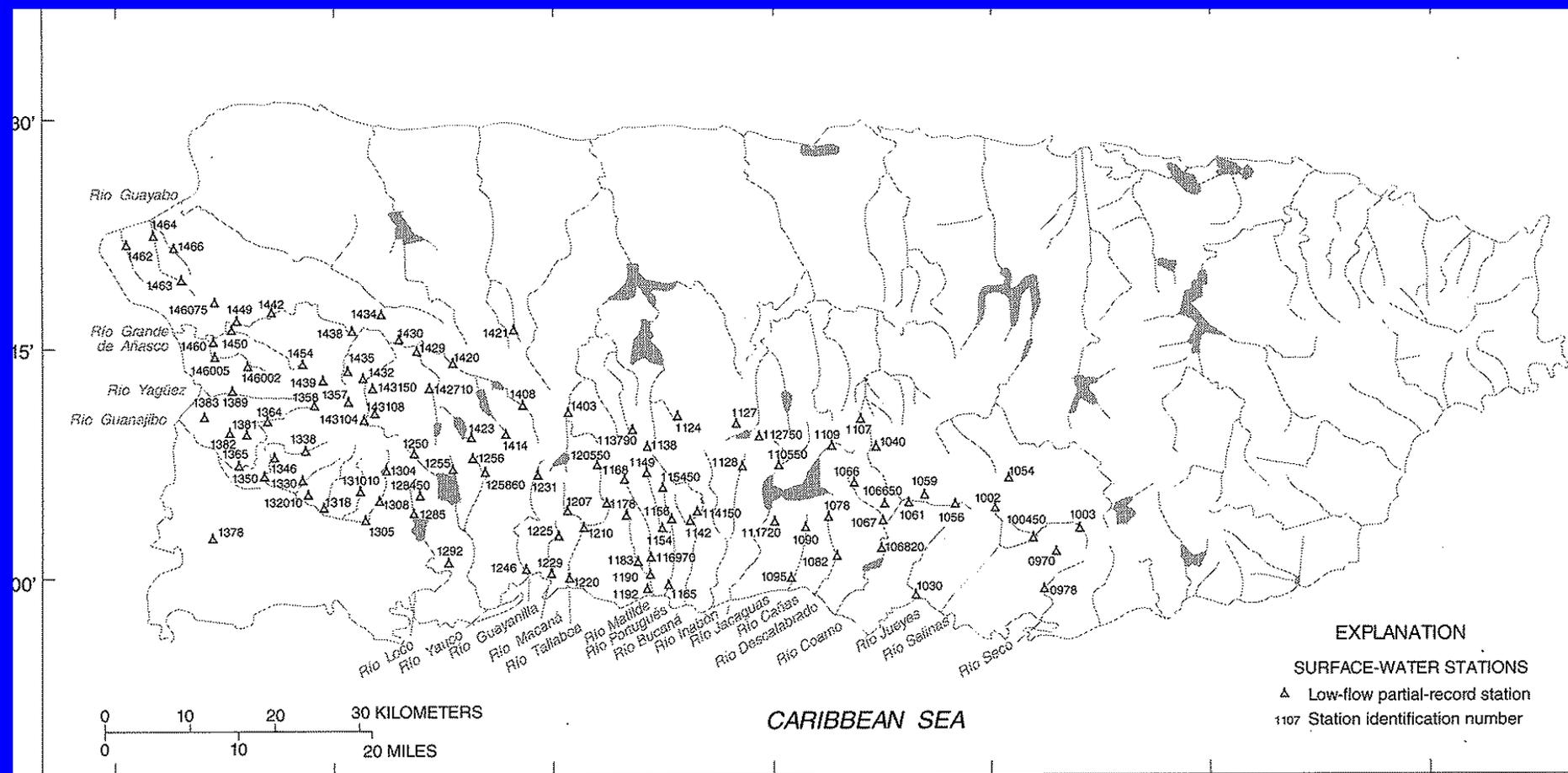
El USGS dispone de datos relativamente abundantes sobre flujos mínimos en estaciones activas o descontinuadas

- 63 estaciones con 15 años ó más
- 24 de las estaciones con 30 años ó más
- Tres (3) estudios regionales sobre flujos mínimos (Este; Sur y Oeste; Norte y Central)

Estudios Regionales de Flujos Mínicos del USGS: Norte-Central



Estudios Regionales de Flujos Mínimos del USGS: Sur y Oeste



Alternativas para Mejorar los Estimados de Flujos Mínimos

Regresiones Matemáticas

- Comparaciones hidrográficas
- Regresión múltiple con parámetros independientes
- Regresiones regionales
 - Zona del Carso
 - Zona Central
 - Valles Costaneros del Norte
 - Valles Costaneros del Sur
 - Región del Suroeste

Conclusiones de las Recomendaciones Específicas para Estimar Flujos Mínimos en Puerto Rico

- Utilizar al máximo los estudios del USGS sobre flujos mínimos
- Desarrollar regresiones regionales multiparamétricas
 - (Q99 f{A, P, Geología, Suelos, Pendientes))
- Estimar y utilizar otros parámetros aceptados como medidas de flujos mínimos
 - Flujo Promedio Diario Anual Mínimo
 - Flujos mínimos para sequías con duraciones de 90 y 150 días

