ANUARIO DE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS

2010

CANAL DE PANAMÁ

Pedro Miguel, Panamá
Julio 2011

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ
DEPARTAMENTO DE AMBIENTE, AGUA Y ENERGÍA
DIVISIÓN DE AGUA
SECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
UNIDAD DE HIDROLOGÍA OPERATIVA

ANUARIO DE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS 2010

REPÚBLICA DE PANAMÁ

JULIO 2011

Prólogo

La Constitución Política de la República, en su artículo 316, confiere a la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) la responsabilidad de salvaguardar los recursos hídricos de la Cuenca del Canal. Esta responsabilidad abarca tanto el agua para consumo de la población de Panamá, Colón y sus alrededores como la utilizada para la navegación y funcionamiento del Canal.

Este anuario contiene la información sobre la caracterización de los sedimentos suspendidos de los principales ríos de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP) del año 2010 y particularmente, durante la ocurrencia de la tormenta La Purísima, la cual es la tormenta de mayor cantidad de lluvia en la CHCP en más de 100 años de registro, como parte de las responsabilidades de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) sobre la gestión de datos hidrológicos que le confiere la Ley Orgánica.

Los sedimentos reducen la capacidad para almacenar agua de los embalses, pueden obstruir tomas de agua y descargas de fondo, dañar equipos en plantas potabilizadoras y de hidrogeneración, aumentan la turbiedad del agua afectando la producción de agua potable y costos de operación. Para la evaluación de estas afectaciones, se requiere contar con estimaciones confiables del transporte de sedimentos por los ríos que descargan en los embalses. Además, esto es necesario para la planificación de medidas de control de la erosión en la cuenca y de sedimentación de los embalses y permite tener un mayor conocimiento sobre la vida útil de los mismos.

Este anuario, producto del esfuerzo del personal de la Unidad de Hidrología Operativa de la Sección de Recursos Hídricos, presenta información actualizada de caudales de sedimentos suspendidos de siete estaciones hidrométricas, para el año civil 2010.

Autoridad del Canal de Panamá
Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

Para información adicional sobre el
Anuario de Sedimentos Suspendidos escribir al:

Supervisor de la Unidad de Hidrología Operativa
Sección de Recursos Hídricos
División de Agua
Autoridad del Canal de Panamá
Edificio 105 - Pedro Miguel
República de Panamá

Teléfono: (507) 276-7163
Fax: (507) 276-7136
Correo electrónico**: mechevers@pancanal.com**

Índice

	Página
Prólogo	i
Índice	iii
Introducción	1
Definición de términos	5
Símbolos y Unidades	7
Análisis de los caudales sólidos en los ríos de la CHCP y aportes a los embalses	9
Estación Chico en el río Chagres	41
Estación Candelaria en el río Pequení	47
Estación Peluca en el río Boquerón	53
Estación Ciento en el río Gatún	59
Estación El Chorro en el río Trinidad	65
Estación Los Cañones en el río Cirí Grande	71
Estación Caño Quebrado Abajo en el río Caño Quebrado	77
Red de Estaciones Hidrometeorológicas	81

Introducción

La ACP cuenta con un programa de monitoreo de los sedimentos suspendidos en siete estaciones hidrométricas ubicadas en los principales ríos de la CHCP con el objetivo de evaluar, de manera confiable, los volúmenes de sedimentos que los ríos transportan.

La información contenida en este Anuario, en conjunto con las batimetrías, sirven de base para el cálculo y pronóstico de la capacidad disponible de almacenamiento de agua de los embalses. Esta información, conocida con suficiente anticipación, permite ejecutar medidas de control de la pérdida de suelo en aquellas áreas que aportan mayor cantidad de sedimentos y, por lo tanto, garantizar el aprovechamiento óptimo de los embalses por un largo periodo. Adicionalmente, esta información sirve de referencia para futuros estudios hidrológicos relacionados con el diseño de obras hidráulicas dentro o fuera de la CHCP.

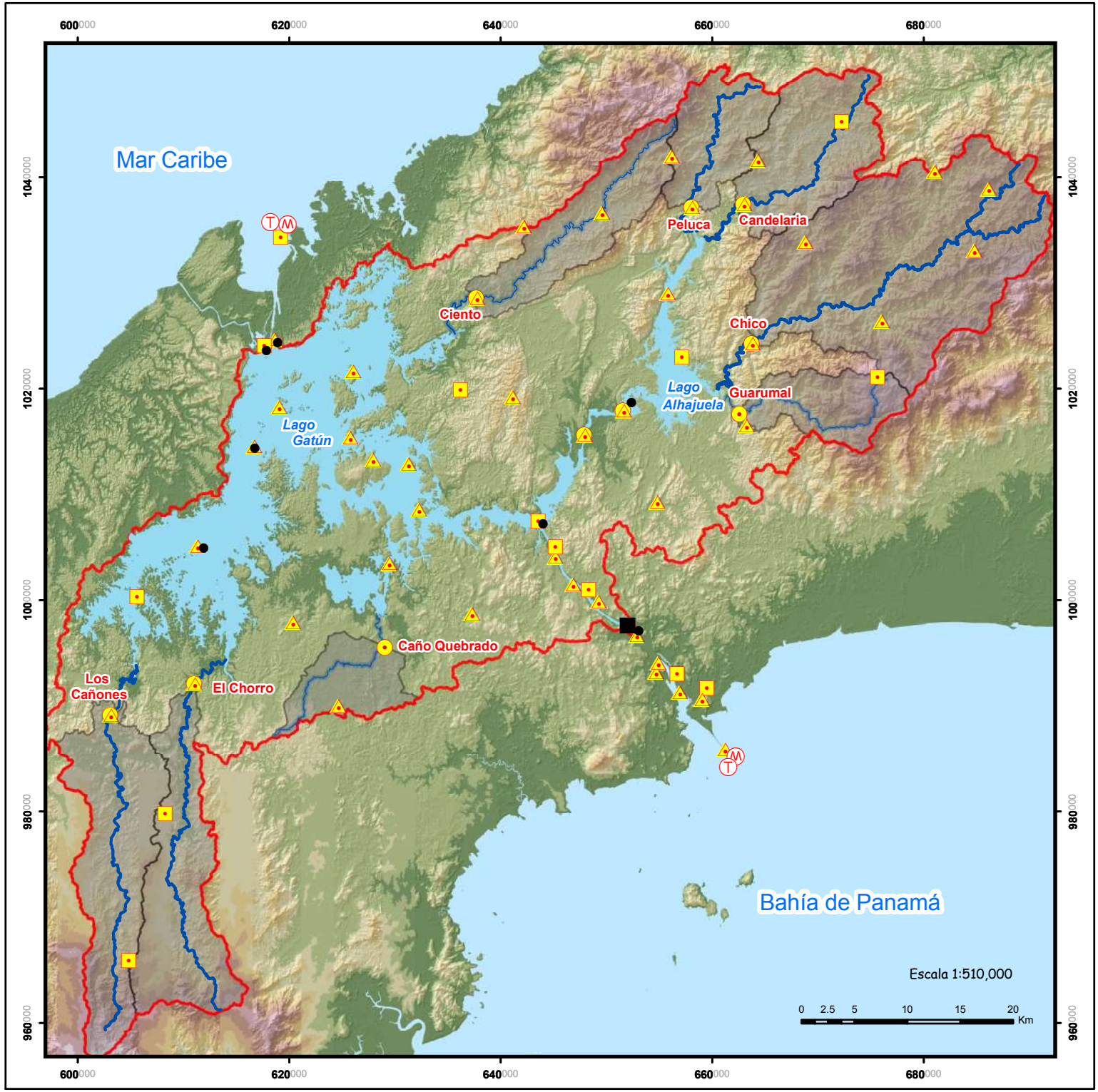
La toma de muestras de los sedimentos suspendidos se realiza en los mismos sitios donde se realizan los aforos (mediciones de caudal líquido). Para su procesamiento se siguen tres aspectos fundamentales: la obtención de muestras representativas en campo, la determinación de su concentración en el laboratorio, y el cálculo de la tasa diaria, mensual y anual de los sedimentos suspendidos mediante el establecimiento de curvas de descarga de sedimentos (relación caudal sólido versus caudal líquido).

Las muestras representativas se obtienen por medio de muestreadores integradores de profundidad US DH-48, US DH-59, y US D-74. Estos están diseñados para tomar muestras a una velocidad similar a la de la corriente, y se toman en cuatro verticales de igual descarga a lo largo de la sección transversal. Durante las crecidas, el programa se apoya en observadores particulares que toman muestras, en una sola vertical de la sección transversal previamente establecida, por lo general, cerca del banco del río. Las mismas son correlacionadas con las muestras representativas de la sección.

Este Anuario contiene la información de sedimentos en suspensión de siete estaciones hidrométricas de la CHCP, recolectados y procesados desde enero hasta diciembre de 2010, en el Sistema Internacional (SI) de medidas. También, un breve análisis de los caudales sólidos en los ríos medidos y los aportes a los embalses durante el evento hidrometeorológico extremo del 7 al 9 de diciembre, denominado tormenta La Purísima. Se incluyen, en esta publicación, tablas y gráficas con los resúmenes de promedios diarios de concentraciones de sedimentos en suspensión en miligramos por litro y el caudal de sedimentos en suspensión en toneladas por día. Además, se presentan mapas de los principales ríos y tributarios, en donde se muestra la ubicación de las estaciones hidrometeorológicas existentes en cada subcuenca. Al final del documento se presenta el listado actualizado de las estaciones hidrológicas y meteorológicas con su respectiva ubicación, elevación, tipo de datos observados y fecha desde la cual se dispone de registro.

Estaciones hidrometeorológicas

Cuenca del Canal de Panamá



Localización Regional

LEYENDA

- Fluviográfica
- Limnigráfica
- Pluviográfica
- Mareográfica
- Meteorológica (Tipo A)
- Secundaria (Tipo B)
- Temperatura del Mar
- Subcuencas
- Cuerpos de Agua
- Límite de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
- Ríos

Altitudes (metros)

0 - 47	385 - 541
48 - 141	542 - 721
142 - 250	722 - 972
251 - 384	973 - 1007

Autoridad del Canal de Panamá

Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

CANAL DE PANAMÁ

Definición de términos

(Sistema Inglés e Internacional de Unidades)

Aforo (de caudales): medición del caudal de un río o corriente.

Área de drenaje: superficie/territorio que tiene una salida única para su escurrimiento superficial.

Caudal: volumen de agua que pasa a través de una sección transversal de un río por unidad de tiempo.

Caudal de sedimentos suspendidos o caudal sólido en suspensión (t/d, t/mes, t/año): cantidad de sedimentos suspendidos, medidos por peso seco o volumen, que pasa en una sección del río en un intervalo de tiempo dado. Expresado en toneladas por día, mes o año.

Caudal máximo instantáneo: valor máximo de caudal registrado instantáneamente en un período determinado.

Caudal mínimo diario: caudal promedio diario más bajo registrado en un mes, un año o todo el registro histórico.

Caudal promedio diario: volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río durante el día dividido por el número de segundos del día.

Código de la estación: número regional de las estaciones hidrológicas establecido a través del Proyecto Hidrológico Centroamericano (PHCA) de las Naciones Unidas (1968-1972).

Concentración de sedimentos suspendidos (mg/l): relación entre el peso de los materiales sólidos secos y el volumen de una muestra de agua y sedimentos.

Cuenca hidrográfica: superficie de la tierra en la que confluyen los distintos ríos y corrientes de agua en un río principal y que está limitada por un parteaguas o divisoria que coincide generalmente con la línea más alta de las montañas.

Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP): área geográfica en la que confluyen los distintos ríos y corrientes de agua al Canal de Panamá.

Curva de descarga de sedimentos suspendidos: curva que relaciona los caudales sólidos y líquidos: $Qs = f(Q)$.

Elevación: distancia vertical entre un nivel, punto u objeto y una referencia especificada.

Escorrentía: lámina de agua distribuida uniformemente en el área de una cuenca o volumen de agua que pasa por una sección de un río o corriente durante un período de tiempo.

Estación fluviográfica: estación para la determinación de caudales por medio del registro continuo de los niveles de agua de un río en forma digital y gráfica.

Estación hidrométrica: estación en la cual se obtienen datos del agua, en los ríos, lagos o embalses, de uno o varios de los elementos siguientes: niveles, flujos de las corrientes, transporte y depósito de sedimentos, temperatura del agua y otras propiedades físicas y químicas del agua.

Estación limnigráfica: estación que registra continuamente los niveles de agua de un lago o embalse en forma digital y gráfica.

Estación meteorológica: estación en la que se efectúan observaciones meteorológicas con la aprobación de los miembros interesados de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Estación meteorológica principal (Tipo A): estación que registra lluvia (cantidad, duración e intensidad), temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, vientos (velocidad y dirección), radiación solar, evaporación y temperatura del suelo.

Estación meteorológica secundaria (Tipo B): estación que registra lluvia (cantidad, duración e intensidad), temperaturas extremas, humedad relativa.

Estación pluviográfica: estación en la que sólo se realizan observaciones continuas de las precipitaciones pluviales.

Hidrograma: expresión, gráfica o no, de la variación del caudal a lo largo del tiempo.

Limnigrama: representación, gráfica o no, de la variación del nivel de agua en función del tiempo.

Localización: posición de la estación principal con respecto a los poblados y rasgos físicos en la vecindad incluyendo la latitud y longitud.

Nivel del agua: distancia vertical de la superficie del agua de una corriente, lago o embalse con relación a un nivel de referencia determinado.

Producción anual de sedimentos suspendidos (t/año/km^2): caudal sólido anual de sedimentos por unidad de superficie.

Red de estaciones hidrometeorológicas: conjunto de estaciones hidrológicas, meteorológicas y de puntos de observación situada en determinada zona (cuenca o región administrativa) que permite estudiar el régimen hidrológico y meteorológico, en el espacio y en el tiempo.

Rendimiento líquido o caudal específico (l/s/km^2): caudal líquido de una cuenca por unidad de superficie, expresado en litros por segundo por kilómetros cuadrados.

Sedimentos: material transportado por el agua desde su lugar de origen al de depósito. En los cursos de agua, son los materiales aluviales llevados en suspensión o como arrastre de fondo.

Turbiedad: se entiende como la falta de transparencia de un líquido, debido a la presencia de partículas en suspensión. Se expresa como NTU (Nephelometric Turbidity Units o Unidad nefelométrica de turbiedad).

Símbolos y Unidades

Elemento	Símbolo	Unidades	
		SI	Inglés
Área de una sección Área de la cuenca	A	m^2 km^2	pie^2 acre mi^2
Caudal	Q	m^3/s	pie^3/s
Caudal de sedimentos	Qs	t/d	
Caudal de sedimentos suspendidos por unidad de superficie (producción anual de sedimentos)	qs	$t/año/km^2$	
Caudal por unidad de superficie (rendimiento o caudal específico)	q	$l/s/km^2$	$pie^3/s/mi^2$
Concentración de sedimentos	cs	mg/l	
Escorrentía	R	mm	pulgada
Volumen	V	MMC	acre pie

Unidades Utilizadas

Unidad / Sistema / Símbolo			
Internacional	**Símbolo**	**Inglés**	**Símbolo**
kilómetro	km	milla	mi
litro	l	pulgada	plg
metro	m	pie	pie
milímetro	mm	acre	acre
segundo	s		
porcentaje	%		

Análisis de los caudales sólidos en los ríos principales de la CHCP y aportes a los embalses Alhajuela y Gatún.

1. Introducción.

Las lluvias extremas del 7 al 9 de diciembre del 2010 tuvieron un efecto severo en los valores de las concentraciones de sedimentos suspendidos que normalmente se registran en los ríos que descargan en el embalse Alhajuela. En las subcuencas de estos ríos, que fueron las más afectadas por la tormenta, la cobertura boscosa abarca más del 85% de sus áreas de drenaje y en gran parte de los terrenos predominan las pendientes pronunciadas de más de 15 grados (26%). Durante este evento, recibieron lluvias promedio que totalizaron entre 173 y 442 mm para una duración de 24 horas y entre 366 y 775 mm para una duración de tres días, que contribuyeron a la saturación de los suelos (Cuadro 1). Estas condiciones fueron propicias para el desarrollo de numerosos deslizamientos de tierra, entre grandes y pequeños que ocurrieron en la parte alta del Chagres. Estudios en zonas tropicales (Puerto Rico) señalan que cuando las lluvias alcanzan valores estimados en 162, 184 y 197 mm para duraciones de 24, 48 y 72 horas en terrenos con pendientes mayores de 12 grados (21%), entonces se desencadenan deslizamientos de tierra[1].

Producto de los deslizamientos de tierra, y de la erosión de los cauces y las riberas en las subcuencas ubicadas al noreste de la CHCP, entre el 7 y 10 de diciembre, las concentraciones de sedimentos suspendidos (para un determinado caudal durante las crecidas) se dispararon de valores casi normales a valores entre 5 y 10 veces más, alcanzando al momento máximo de las crecidas el 8 de diciembre (entre las 6:00 y 11:00 horas) valores por encima de los 10000 mg/l y de hasta 15000 mg/l, como el caso de la estación Peluca en el río Boquerón. En ese lapso de tiempo se registraban caudales máximos de 1100 m^3/s (38845 pie^3/s) en la estación Peluca, 1620 m^3/s (57205 pie^3/s) en la estación Candelaria en el río Pequení y 3531 m^3/s (124670 pie^3/s) en la estación Chico en el río Chagres, con una alta capacidad de transporte de sedimentos que ingresarían al embalse Alhajuela.

Mientras el nivel de agua del embalse Alhajuela subía a pesar de la operación de vertidos desde la represa Madden, hasta una elevación máxima de 78.51 m (257.60 pies) el día 8 de diciembre a las 16:00 horas, producto de los aportes hídricos extraordinarios; por el fondo se desarrollaba y avanzaba lentamente una corriente de densidad cargada de sedimentos finos que provocaría una alta turbiedad generalizada e inédita en el embalse Alhajuela. En la toma de agua de la Planta Potabilizadora Federico Guardia Conte (PP FGC), la turbiedad más alta se mediría el día 10 de diciembre a las 8:00 horas con un valor de 601 NTU, casi dos días después del máximo de las crecidas (Cuadro 2.). El día 16 de diciembre, en una gira realizada por la Unidad de Calidad de agua, midieron en la estación Toma de Agua del IDAAN (TAG), 235 NTU en superficie y 534 NTU en fondo (Cuadro 3).

Al norte del embalse, en la estación Boquerón-Pequení (BOP), la turbiedad medida fue de 275 NTU en superficie y 884 NTU en fondo. El embalse Alhajuela recuperaría valores de turbiedad menores a 10 NTU a inicios de marzo de 2011 (Cuadro 2).

[1]Stallard, R.F., and Kinner, D.A., 2005, Estimation of Landslide Importance in Hillslope Erosion in the Panama Canal Watershed.

En el embalse Gatún, entre el 10 y 15 de diciembre, en la estación Gamboa (DC1) que recibe directamente los vertidos de la represa Madden se midieron los valores más altos de turbiedad con 359 NTU. En la toma de agua de Paraíso, una de las tomas de agua que abastece la Planta de Miraflores, se registró una turbiedad de 249 NTU. En la toma de agua de la Planta de Mendoza la turbiedad fue de 184 NTU (Cuadro 4).

Las altas concentraciones de sedimentos suspendidos y consecuente turbiedad que traería consigo la tormenta La Purísima, provocaría la mayor crisis de suministro de agua potable a la ciudad de Panamá y alrededores.

2. Muestreos de sedimentos suspendidos.

Durante la tormenta la Purísima, se recolectaron 13 muestreos de sedimentos suspendidos en las estaciones hidrométricas ubicadas en las subcuencas del sector noreste de la CHCP, donde la lluvia fue mas intensa. De forma consistente, los resultados de los muestreos de los observadores indican que las altas concentraciones de sedimentos suspendidos, en los ríos monitoreados en este sector de la CHCP, superaron los 10000 mg/l (Cuadro 5).

En este evento hidrometeorológico, para los caudales muestreados y según las curvas de descarga de sedimentos suspendidos vigentes, las concentraciones aumentaron entre 5 y 10 veces en la estación Peluca, entre 3 y 10 veces en la estación Candelaria y entre 3 y 6 veces en la Estación Ciento (Cuadro 5). En el otro evento posterior, pero de menor magnitud ocurrido los días 26 y 27 de diciembre, nuevamente se registraron altas concentraciones de sedimentos suspendidos, validando el cambio en las curvas de sedimentos o nuevas relaciones entre el caudal líquido y caudal sólido por motivo de la tormenta La Purísima (Gráfica 1a). En las subcuencas del sector oeste las curvas de sedimentos se mantuvieron sin cambios (Gráfica 1b).

La Gráfica 2 muestra las concentraciones medidas y los hidrogramas de concentraciones de sedimentos suspendidos, determinados cada 15 minutos a partir de los caudales líquidos y las curvas de sedimentos, para los ríos Boquerón y Gatún durante los días del 7 al 10 de diciembre.

3. Caudal y producción de sedimentos suspendidos.

Por medio de las curvas de sedimentos vigentes durante todo el año 2010 y las nuevas curvas de sedimentos, aplicadas a partir del 7 de diciembre de 2010, se determinaron los caudales y producción de sedimentos suspendidos en las 7 subcuencas con control hidrométrico.

En las subcuencas sin control hidrométrico (Madden Local, Gatún Norte y Gatún Sur), en particular, para este año 2010 y de igual forma que para el periodo 1998-2007, el caudal y producción de sedimentos se determinó con base en una relación entre el caudal específico ($l/s/km^2$) y la producción de sedimentos suspendidos ($t/año/km^2$) de las subcuencas con medición, obteniéndose por medio de la aplicación de un factor de escala de 10, una pendiente similar entre ambas regresiones (Cuadro 6 y Gráfica 3).

En las subcuencas con control hidrométrico, hasta el mes de noviembre de 2010, los caudales de sedimentos suspendidos tenían un comportamiento normal con respecto al promedio histórico del periodo 1998-2007. Por ejemplo, hasta el mes de noviembre de 2010, en la estación Los Cañones el total aportado de sedimentos es de 45 mil toneladas versus 34 mil toneladas del promedio del periodo 1998-2007. Asimismo, en la estación Chico el total aportado de sedimentos estimado es de 185 mil toneladas en 2010 versus 160 mil toneladas del periodo 1998-2007. Sin embargo, para diciembre de 2010 y como consecuencia de la tormenta La Purísima, los caudales sólidos anuales se duplicaron en el sector oeste de la CHCP (ej. de 39 mil t/año a 89 mil t/año en la estación Los Cañones), mientras que al noreste fueron 10 veces mayor respecto al promedio histórico de 1998-2007 (ej. de 234 mil t/año a 2.58 millones de t/año en la estación Chico, Gráfica 4).

En el año 2010, el caudal anual de sedimentos suspendidos que ingresó en ambos embalses es el mayor estimado desde que se tienen registros continuos a partir de los años 80's. En el embalse Alhajuela representa casi el aporte de sedimentos de diez años (97%) del periodo 1998-2007, mientras que para el embalse Gatún representa el 40%, ver Cuadro 6. Al igual que para el periodo 1998-2007, las subcuencas que drenan al embalse Alhajuela aportaron mayor caudal de sedimentos suspendidos que las del embalse Gatún, solo que en una mayor proporción de casi 3 veces más.

Para el año 2010, el caudal anual de sedimentos suspendidos ingresado al embalse Alhajuela es estimado en 5.16 millones de t/año, siendo la subcuenca del río Chagres la de mayor contribución con el 50% de los aportes, 19% la del río Pequení, 12% la del río Boquerón y 19% la de Madden local (área no medida).

Para el embalse Gatún, por cuenca propia, sin contabilizar los aportes de los vertidos de la represa Madden, el caudal anual de sedimentos suspendidos que ingresó es estimado en 1.76 millones de t/año. El mayor aporte de sedimentos corresponde a la subcuenca de Gatún Norte (área no medida) con 41%, la del río Gatún y Gatún Sur (área no medida) con 25% cada una y la del río Trinidad y del río Cirí Grande con 4 y 5 %, respectivamente, ver Cuadro 6.

Como es típico de las crecidas extraordinarias, un alto porcentaje del caudal anual de sedimentos suspendidos del año 2010 que entró al embalse Alhajuela lo aportó la tormenta La Purísima. Durante tres días consecutivos el aporte fue de 3.37 millones de toneladas que representa el 65% del total anual (Cuadro 7), que también son equivalentes en similar porcentaje a las toneladas de sedimentos suspendidos que ingresaron al embalse Alhajuela en 10 años del periodo 1998-2007.

Para la subcuenca del embalse Gatún, con el doble del área de suelos, el aporte de sedimentos suspendidos de la tormenta La Purísima fue de 555 mil toneladas y representa el 31% del total anual del 2010 (Cuadro 8) y 13% de lo que ingresó al embalse durante el periodo 1998-2007. Aunque el impacto de los aportes de sedimentos al embalse Gatún fue de menor cuantía que el de Alhajuela, el aporte de sedimentos en tres días consecutivos de la tormenta fue lo suficientemente significativo que representa el 90% del máximo aporte anual estimado en 1999 (636 mil toneladas).

A groso modo, la menor descarga de sedimentos suspendidos que recibió el embalse Gatún, provenientes de las subcuencas ubicadas al oeste y sur de la CHCP y su mayor capacidad de dilución, permitió valores menos críticos de turbiedad que en el embalse Alhajuela. Este hecho se hace más evidente en el sector donde descargan los ríos Trinidad y Cirí Grande, los de menor aporte de sedimentos y mejor condición respecto a los valores medidos de turbiedad (menos de 30 NTU, ver las estaciones Humedad y la Arenosa en el Cuadro 4 y Cuadro 8). Mientras que el sector ubicado entre isla Barro Colorado, Gamboa y Paraíso en el corte culebra, resultó el mas afectado con valores de turbiedad entre 247 y 359 NTU producto de las aguas de la represa Madden y la subcuenca de Gatún Norte (Cuadro 4 y Cuadro 8).

En el embalse Alhajuela, la mejor condición con respecto a los valores medidos de turbiedad, se registró en la desembocadura del río Chagres con 180 NTU a pesar de ser el mayor contribuyente de sedimentos suspendidos con 54% del aporte (Cuadro3 y Cuadro 7), debido al sector más amplio y profundo con mayor capacidad de dilución donde descarga. Por el contrario, en el sector mas angosto y menos profundo donde descargan los ríos Boquerón y Pequení (26% del aporte de sedimentos), entre el estrecho Reporte y la cola del embalse, se registró los valores más críticos de turbiedad de hasta 884 NTU (Cuadro 3 y Cuadro 7).

Con respecto a la producción de sedimentos suspendidos (caudal anual en t/año dividido entre el área de drenaje en km^2), durante el periodo 1998-2007, los valores promedio fueron inferiores a 750 t/año/km^2 en las subcuencas que descargan al embalse Alhajuela, las de mayor tasa y el valor máximo fue de 1635 t/año/km^2 en la subcuenca del río Chagres determinado en 2007. En la subcuenca del embalse Gatún el valor promedio fue de 235 t/año/km^2 y el valor máximo determinado en 2007 de 598 t/año/km^2 en la subcuenca del río Gatún.

En 2010, la producción de sedimentos suspendidos en la CHCP resultó con valores extremadamente altos y muestra una alta variabilidad consistente con la distribución espacial de la lluvia de la tormenta La Purísima. Al noreste de la CHCP, resultaron valores extremos de: 3684 t/año/km^2 en el río Gatún en Ciento, 6715 t/año/km^2 en el río Boquerón en Peluca, 6637 t/año/km^2 en el río Pequení en Candelaria y 6346 t/año/km^2 en el río Chagres en Chico. Mientras que al suroeste los valores fueron entre 430 y 535 t/año/km^2 (ver Cuadro 6 y mapa de producción de sedimentos suspendidos).

Es importante mencionar que aunque se obtuvieron valores de producción de sedimentos suspendidos por encima de 3000 t/año/km^2, estas cuencas se ubican dentro de áreas protegidas, con poca población y una densa cobertura boscosa.

En ríos de montaña, el transporte de sedimentos suspendidos puede ser considerable e incluso muy grande, del orden de 10000 t/año/km^2, debido a la contribución de los deslizamientos de tierra, los cuales pueden ser la fuente más importante[2]. Factores topográficos (pendientes mayores de 12 grados), climáticos (cantidad de lluvia mayor de 200 mm en 24 horas) y tal vez geológicos son los factores desencadenantes de los deslizamientos de tierra en la subcuenca del embalse Alhajuela, independientemente de la presencia de una cobertura boscosa bien densa.

4. Descargas de sedimentos del embalse Alhajuela.

A fin de evaluar la evolución de la turbiedad en el embalse Alhajuela, muestras de sedimentos fueron recolectadas el 14 de enero de 2011 en las tinas de sedimentación de la PP FGC. Con estas muestras se calibró e instaló un sensor que mide concentración de sedimentos suspendidos y turbiedad in situ (OBS3+) en la toma de agua, próximo a la represa Madden. A partir del 21 de enero de 2011, el sensor está registrando datos continuos de concentraciones de sedimentos suspendidos y su correspondiente turbiedad. Adicionalmente, a partir del 1 de diciembre de 2010 hasta la fecha de instalación del sensor, se recopilaron datos de turbiedad del Laboratorio del IDAAN, medidos a las 8:00 y 14:00 horas cada día. Estos datos de turbiedad fueron interpolados linealmente cada hora (Cuadro 2 y Gráfica 5).

Entre otros propósitos, con esta información se ha realizado una estimación de los caudales de salida de sedimentos suspendidos por hidrogeneración y vertidos de la represa Madden. Las concentraciones de sedimentos suspendidos determinadas para los caudales hidrogenerados fueron ponderadas para tomar en cuenta el aumento de la turbiedad con la profundidad. Se aplicó la siguiente ecuación para un intervalo horario:

$$\text{Qss Salida} = 0.0864*(\text{Css fondo}*\text{Q hidrogen} + \text{Css superficie} * \text{Q vertedor})$$

Donde:

Qss Salida: caudal de salida de sedimentos suspendidos en t/d
Css : concentración de sedimentos suspendidos en mg/l
Q: caudal por hidrogeneración y vertido en m^3/s.

Los resultados obtenidos indican que para el mes de diciembre de 2010 se descargó desde el embalse Alhajuela al Gatún, un caudal de sedimentos suspendidos de 239 mil toneladas, del cual 71% corresponde a vertidos de la represa y 29% a la hidrogeneración (Cuadro 9 y Gráfica 6).

[2] International Hydrological Programme (IHP), UNESCO, 2008. Erosión and sediments dynamics from catchmnt to coast.

La eficiencia de retención de embalse (ERE) por definición es el porcentaje del total de caudal de entrada de sedimentos que es retenido en el embalse.

$$ERE = [\ Qs\ entrada\ (t) - Qs\ salida\ (t)]/\ Qs\ entrada\ (t)$$

Para el mes de diciembre de 2010, el caudal de sedimentos suspendidos de entrada es estimado en 4.71 millones de toneladas, el cual representa el 90% de los aportes del año 2010 (Cuadro 10 y Gráfica 7). Los caudales de sedimentos suspendidos de entrada y salida determinados para diciembre de 2010 fueron evaluados por medio del concepto de eficiencia de retención de embalse. A partir de la definición de la ERE se obtiene que 95% de los sedimentos quedaron atrapados o retenidos en el embalse Alhajuela (Cuadro 9). En el periodo 1998-2007, la eficiencia de retención de embalse se obtuvo por medio del método de Brune (1953) con un resultado de 96.6%. Este método se basa en otras variables como los volúmenes de agua que ingresan anualmente y la capacidad de almacenamiento del embalse.

Los resultados anteriores también se pueden ejemplificar al comparar los caudales líquidos y concentraciones promedios diarios de entrada y salida durante la tormenta La Purísima. En las crecidas de los afluentes al embalse Alhajuela, los flujos de agua altamente concentrados con sedimentos en suspensión (entre 1500 y 10000 mg/l), al ingresar al embalse se diluyen y sedimentan en el trayecto hacia la pantalla de la represa. En este proceso, al ser evacuados los flujos, aunque estos sean del mismo orden de magnitud del que entró, tienen concentraciones de sedimentos suspendidos mucho menores (entre 12 y 665 mg/l), ver Cuadros 11 y 12.

Los vertidos por la represa Madden terminaron el 18 de enero de 2011, por lo tanto, a partir de esta fecha los sólidos suspendidos descargados corresponden 100% a la hidrogeneración. Para ese entonces, inicia la estación seca y se invierte el proceso, con caudales efluentes con mayor concentración de sedimentos suspendidos que los caudales afluentes. La turbiedad en el embalse en ese momento continuaba con tendencia a disminuir y registraba valores de entre 60 y 65 NTU y la concentración promedio de sedimentos suspendidos era de 64.8 mg/l a la elevación de la toma de agua para hidrogeneración. Sin embargo, de acuerdo a los resultados de los análisis granulométricos de las muestras de sedimentos recolectadas el 14 de enero (Gráfica 8), el material suspendido estaba constituido en 70% por partículas coloidales, arcillas y limos finos (partículas menores de 0.006 mm) las cuales son difíciles de sedimentarse y los problemas de turbiedad hubieran persistido por mayor tiempo sino se acelera su evacuación por medio de la hidrogeneración. La hidrogeneración a su máxima capacidad y la renovación del agua del embalse por el agua proveniente principalmente del caudal base de los ríos, con concentración de sedimentos suspendidos de 18mg/l o menos, contribuyó a la recuperación del embalse a inicios de marzo de 2011 con valores de turbiedad menor a 10 NTU.

5. Tasas de sedimentación en el embalse Alhajuela.

Hasta el año 2007, según las batimetrías realizadas, la pérdida total de la capacidad de almacenamiento de agua es de 11.8% en 73 años de vida del embalse Alhajuela. Es decir, en promedio se perdió 0.16% de la capacidad original (766.5 MMC) cada año. Sin embargo, la mayor sedimentación ocurrió en el periodo 1935-1983, con una tasa de sedimentación determinada en 0.21%/año. En los periodos mas recientes de la evaluación de la sedimentación del embalse, 1984-1997 y 1998-2007, la tasa se ha estabilizado en 0.07 y 0.08 %/año, respectivamente. Comparadas con el primer periodo reflejan una reducción del orden de tres veces. A esos ritmos, la pérdida de capacidad de almacenamiento es razonable para un embalse de las dimensiones del Alhajuela. A consecuencia de la tormenta La Purísima en 2010, la tasa de sedimentación se determinó en 0.66 %/año (Cuadro 13), es decir, en cien años se perdería un 66% adicional de la capacidad de almacenamiento de agua. Esta tasa de sedimentos responde a un evento extremo con baja probabilidad de ocurrencia.

Debido a que todavía existen sedimentos retenidos en las cuencas y cauces de los ríos principales, es muy probable que continúen por un tiempo altas concentraciones de sedimentos en los ríos durante la estación lluviosa. Se espera en los próximos años que por la condición de ser bosques tropicales húmedos, la regeneración natural de la vegetación cubra los sitios de suelos desnudos expuestos por los deslizamientos de tierra y las tasas de producción de sedimentos y sedimentación disminuyan a valores aceptables de 500 t/año/km^2 y 0.07%/año, respectivamente.

Cuadro 1. Lluvia promedio de las subcuencas de la CHCP durante la tormenta La Purisima

Subcuenca	Lluvia Promedio en mm			
	07-Dic-10	08-Dic-10	09-Dic-10	Total
Río Boqueron en Peluca	183	396	55	634
Río Pequení en Candelaria	242	442	92	775
Río Chagres en Chico	284	273	77	633
Maden Local	177	173	17	366
Río Gatún en Ciento	202	271	66	539
Gatún Norte	138	150	38	326
Embalse Gatún	156	162	32	350
Gatún Sur	127	125	33	285
Río Trinidad en El Chorro	69	85	50	204
Río Cirí Grande en Los Cañones	77	90	64	231

Embalse Alhajuela
Embalse Gatún

Cuadro 2. Mediciones de turbiedad de agua cruda en la Planta Potabilizadora FGC

Mes		Diciembre 2010	Enero 2011	Febrero 2011	Marzo 2011
Dia	Hora	Turbiedad (NTU)	Turbiedad (NTU)	Turbiedad (NTU)	Turbiedad (NTU)
1	8:00	1.58	238	25.5	11.0
	14:00	1.39	236	26.2	10.7
2	8:00	1.38	227	23.6	10.8
	14:00	2.06	225	19.7	10.5
3	8:00	1.94	216	19.6	9.1
	14:00	1.90	213	18.3	8.7
4	8:00	1.78	205	18.5	7.1
	14:00	1.75	202	17.6	7.5
5	8:00	1.63	194	17.7	9.4
	14:00	1.59	191	17.1	6.3
6	8:00	1.47	183	17.5	6.7
	14:00	1.24	180	17.2	7.6
7	8:00	1.52	172	17.3	6.0
	14:00	1.38	169	18.7	6.1
8	8:00	121	161	18.3	6.4
	14:00	161	158	18.1	6.6
9	8:00	295	150	17.1	6.5
	14:00	290	159	17.0	6.4
10	8:00	**601**	164	16.9	6.2
	14:00	566	145	16.9	6.1
11	8:00	485	141	16.0	6.0
	14:00	518	135	15.5	6.1
12	8:00	442	113	13.4	6.1
	14:00	488	103	13.4	6.4
13	8:00	534	82.2	13.3	6.8
	14:00	559	81.2	13.0	7.5
14	8:00	492	75.7	12.7	9.1
	14:00	413	76.1	12.7	9.5
15	8:00	293	74.6	12.8	9.6
	14:00	305	73.4	12.8	10.2
16	8:00	308	70.0	13.5	8.7
	14:00	309	69.5	14.0	9.2
17	8:00	357	63.5	16.3	12.3
	14:00	340	64.6	16.5	10.7
18	8:00	338	58.0	21.1	13.5
	14:00	337	58.3	11.3	6.9
19	8:00	335	54.1	11.4	6.6
	14:00	334	53.6	10.3	6.4
20	8:00	329	49.8	11.4	6.3
	14:00	326	49.4	11.3	6.3
21	8:00	300	49.1	11.3	6.5
	14:00	281	48.2	11.3	6.4
22	8:00	223	39.6	11.3	6.5
	14:00	216	39.0	11.1	6.5
23	8:00	230	37.9	11.1	6.2
	14:00	227	37.5	11.2	5.9
24	8:00	225	36.2	11.0	6.6
	14:00	223	35.5	11.2	6.8
25	8:00	216	33.8	11.0	6.8
	14:00	213	33.8	11.1	6.3
26	8:00	206	33.2	10.7	6.4
	14:00	204	33.3	11.1	6.4
27	8:00	189	31.6	11.1	6.2
	14:00	185	31.0	11.1	6.2
28	8:00	181	29.9	11.3	6.4
	14:00	174	30.1	11.8	6.6
29	8:00	227	27.5		6.8
	14:00	233	27.9		7.3
30	8:00	244	27.8		7.2
	14:00	248	27.5		7.0
31	8:00	246	26.5		7.9
	14:00	247	27.4		7.3

Fuente: Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) y ACP.

A partir del 21 de enero los datos corresponden al sensor OBS3+ instalado a dos pies por encima de la toma superior de agua cruda.

Cuadro 3. Mediciones de turbiedad en el embalse Alhajuela.

Estación	ID	Coordenadas x	Coordenadas y	Fecha	Profundidad (m)		Turbiedad (NTU)
Boqueron - Pequení	BOP	657096	1031102	16-dic-10	0.5	s	275
					8.8	f	**884**
Estrecho Reporte	ERP	655796	1028887	16-dic-10	0.5	s	382
					13.0	f	549
Punta del Ñopo	PNP	655234	1023298	16-dic-10	0.5	s	347
					11.5	f	368
Chagres - Alhajuela	DCH	658718	1020796	16-dic-10	0.5	s	181
					10.5	f	180
Toma de Agua IDAAN	TAG	652327	1017708	16-dic-10	0.5	s	235
					27.5	f	534

Fuente: Unidad de Calidad de Agua (EAA-CA), ACP.
s: superficial
f: fondo

Cuadro 4. Mediciones de turbiedad en el embalse Gatún.

Estación	ID	Coordenadas x	Coordenadas y	Fecha	Profundidad (m)		Turbiedad (NTU)
Laguna Alta	LAT	629016	999569	10-dic-10	0.5	s	92
					3.8	f	104
Toma de Agua La Represa	TAR	628125	999516	10-dic-10	0.5	s	178
					4.1	f	179
Toma de Agua Mendoza	TME	627847	999982	10-dic-10	0.5	s	184
					5.3	f	174
Humedad	HUM	604887	1001400	14-dic-10	0.5	s	17
					11.5	f	18
Las Raíces	RAI	611124	1004849	14-dic-10	0.5	s	8
					10.3	f	8
Escobal	ESC	613957	1010765	14-dic-10	0.5	s	10
					14.5	f	10
Arenosa	ARN	614791	999313	14-dic-10	0.5	s	23
					13.9	f	27
Batería 35	BAT	614566	1014757	15-dic-10	0.7	s	8
					15.0	f	16
Monte Lirio	MLR	625836	1022563	15-dic-10	0.5	s	63
					11.6	f	72
Barro Colorado	BCI	628595	1013929	15-dic-10	0.5	s	256
					17.4	f	247
Gamboa	DC1	643343	1007468	15-dic-10	0.5	s	294
					11.0	f	**359**
Toma de Agua Paraíso	TMR	651144	997879	15-dic-10	0.5	s	249
					14.0	f	271

Fuente: Unidad de Calidad de Agua (EAA-CA), ACP.
s: superficial
f: fondo

Cuadro 5. Muestreos de sedimentos suspendidos en los ríos Boquerón, Pequení y Ciento hasta la estación hidrométrica.

Estación Peluca en río Boquerón

No.	Fecha de Muestreo	Hora	Css Sec $_{Med}$ mg/l	Css Sec $_{Cal}$ mg/l	Relación Med/Cal
53	07-Dic-10	15:40	1152.7	1722.8	0.7
54	08-Dic-10	13:14	12776.2	2515.1	5.1
55	08-Dic-10	14:20	11997.4	2298.4	5.2
56	08-Dic-10	15:33	14081.7	1741.4	8.1
57	10-Dic-10	15:37	5952.6	1123.7	5.3
58	10-Dic-10	16:39	7597.9	737.9	10.3

Estación Candelaria en río Pequení

No.	Fecha de Muestreo	Hora	Css Sec $_{Med}$ mg/l	Css Sec $_{Cal}$ mg/l	Relación Med/Cal
71	07-Dic-10	07:12	1160.0	1026.2	1.1
72	07-Dic-10	14:54	4480.0	1592.6	2.8
73	09-Dic-10	16:00	3065.0	981.0	3.1
74	10-Dic-10	15:32	13715.0	1199.4	11.4
75	11-Dic-10	16:09	3225.0	906.4	3.6
76	26-Dic-10	07:17	8090.0	827.2	9.8
77	27-Dic-10	07:15	14885.0	1476.7	10.1
78	28-Dic-10	07:19	2090.0	804.2	2.6
79	30-Dic-10	07:12	5475.0	987.5	5.5

Estación Ciento en río Gatún

No.	Fecha de Muestreo	Hora	Css Sec $_{Med}$ mg/l	Css Sec $_{Cal}$ mg/l	Relación Med/Cal
43	03-Dic-10	06:30	806.0	798.6	1.0
44	07-Dic-10	15:44	788.0	1331.5	0.6
45	07-Dic-10	17:04	1550.0	1751.0	0.9
46	07-Dic-10	18:00	2902.0	1674.6	1.7
47	08-Dic-10	08:36	2688.0	1857.8	1.4
48	08-Dic-10	11:03	4430.0	2240.6	2.0
49	08-Dic-10	14:18	10210.0	1754.4	5.8
50	10-Dic-10	15:05	1126.0	1271.7	0.9
51	10-Dic-10	17:04	3710.0	1119.8	3.3
52	11-Dic-10	16:24	3985.0	1630.7	2.4
53	11-Dic-10	18:01	3975.0	1205.8	3.3
54	26-Dic-10	06:30	1445.0	863.5	1.7
55	26-Dic-10	12:37	4870.0	1770.2	2.8
56	26-Dic-10	15:00	7035.0	1665.4	4.2
57	27-Dic-10	07:17	1580.0	1388.6	1.1

Cuadro 6. Comparación de producción y caudal de sedimentos suspendidos en las subcuencas del embalse Alhajuela y Gatún para el año 2010 contra el periodo 1998-2007.

Subcuenca del lago Alhajuela					
Subcuencas del lago Alhajuela	Área km^2	ql ($l/s/km^2$)	qs ($t/año/km^2$)	Qs (t/año)	% Aporte
Río Chagres en Chico (CHI)	407	108	6346	2582681	50
Río Pequení en Candelaria (CDL)	145	131	6637	962419	19
Río Boqueron en Peluca (PEL)	90.6	127	6715	608373	12
Madden Local (No medido)	333	85.3	3023	1006695	19
Total 2010				**5160168**	**100**
Total 1998-2007 (t)				**5310954**	
Promedio 1998-2007 (t/año)				**531095**	
% de aporte 2010 respecto 1998-2007				**97%**	

Subcuenca del lago Gatún					
Subcuencas del lago Gatún	Área km^2	ql ($l/s/km^2$)	qs ($t/año/km^2$)	Qs (t/año)	% Aporte
Río Trinidad en El Chorro (CHR)	171	52.1	430	73573	4
Río Ciri Grande en Los Cañones (CAN)	192	63.7	462	88619	5
Río Gatún en Ciento (CNT)	119	96.3	3684	438362	25
Gatun Sur (No Medido)	733	58.6	599	439139	25
Gatun Norte (No Medido)	679	63.8	1072	727606	41
Total 2010				**1767299**	**100**
Total 1998-2007 (t)				**4419227**	
Promedio 1998-2007 (t/año)				**441923**	
% de aporte 2010 respecto 1998-2007				**40%**	
Relación Aporte 2010 Alhajuela/Gatún				**2.9**	

Cuadro 7. Aportes de sedimentos suspendidos del 7 al 9 de diciembre de 2010 respecto al aporte anual en las subcuencas del embalse Alhajuela

Subcuenca	Area de Drenaje km^2	t	% de aporte al embalse	t/año	% del total anual
Río Boqueron en Peluca	90.6	388822	11	608373	64%
Río Pequeni en Candelaria	145	511903	15	962419	53%
Rio Chagres en Chico	407	1813186	54	2582681	70%
Area no medida	333	657782	20	1006695	65%
Total	976	**3371693**	**100**	**5160168**	65%

Cuadro 8. Aportes de sedimentos suspendidos del 7 al 9 de diciembre de 2010 respecto al aporte anual en las subcuencas del embalse Gatún

Subcuenca	Area de Drenaje km^2	t	% de aporte al embalse	t/año	% del total anual
Río Trinidad en El Chorro	171	12130	2	73573	16%
Río Ciri Grande en Los Cañones	192	17562	3	88619	20%
Río Gatún en Ciento	119	171620	31	438362	39%
Gatun Sur (No Medido)	733	110626	20	439139	25%
Gatun Norte (No Medido)	679	243900	44	727606	34%
Total	1894	**555838**	**100**	**1767299**	31%

Cuadro 9. Caudal de salida de sedimentos suspendidos del embalse Alhajuela
Diciembre de 2010

Fecha	Qs Vertedor (t/d)	Qs Hidrogen. (t/d)	Qs salida (t/d)
01-Dec-10	2.83	6.19	9.01
02-Dec-10	4.67	8.63	13.3
03-Dec-10	7.22	10.3	17.5
04-Dec-10	6.56	8.96	15.5
05-Dec-10	4.17	7.40	11.6
06-Dec-10	2.69	5.27	7.96
07-Dec-10	1536	92.8	1628
08-Dec-10	21637	1195	22833
09-Dec-10	12963	2897	15859
10-Dec-10	23727	5337	29064
11-Dec-10	19187	4999	24185
12-Dec-10	6021	4707	10728
13-Dec-10	8663	5197	13860
14-Dec-10	23803	4377	28180
15-Dec-10	2570	2938	5508
16-Dec-10	5143	2732	7876
17-Dec-10	791	3090	3880
18-Dec-10	2326	3322	5648
19-Dec-10	1913	3280	5193
20-Dec-10	1528	3252	4780
21-Dec-10	455	2783	3238
22-Dec-10	0.00	2130	2130
23-Dec-10	0.00	1883	1883
24-Dec-10	0.00	1928	1928
25-Dec-10	1488	1939	3427
26-Dec-10	11156	1839	12995
27-Dec-10	8770	1844	10614
28-Dec-10	6833	1632	8465
29-Dec-10	2071	1396	3467
30-Dec-10	7136	1772	8908
31-Dec-10	0.00	2409	2409
Total mes	**169744**	**69019**	**238763**
%	**71%**	**29%**	
Eficiencia de Retención de Embalse	$\frac{[\text{Qss Entrada - QssSalida}]}{\text{Qss Entrada}}$		**94.9%**

Cuadro 10. Caudal de entrada de sedimentos suspendidos al embalse Alhajuela
Diciembre de 2010

Fecha	Chagres (t/d)	Pequeni (t/d)	Boqueron (t/d)	Madden Local (t/d)	Total (t/d)
01-Dec-10	1046	74.1	679	531	2330
02-Dec-10	466	54.6	245	213	978
03-Dec-10	3359	6033	2439	3930	15761
04-Dec-10	870	294	349	407	1921
05-Dec-10	309	110	109	138	667
06-Dec-10	2817	2385	628	1559	7389
07-Dec-10	257401	76295	16160	68986	418842
08-Dec-10	1532933	398755	353576	531700	2816963
09-Dec-10	22852	36853	19087	26597	105389
10-Dec-10	33828	26076	15849	22347	98100
11-Dec-10	26521	18261	5790	13104	63677
12-Dec-10	15252	4788	2673	5123	27836
13-Dec-10	63953	44721	10040	29698	148412
14-Dec-10	36039	29015	6700	18677	90432
15-Dec-10	17049	8912	2681	6838	35479
16-Dec-10	11365	2224	637	2593	16818
17-Dec-10	7839	825	194	1399	10258
18-Dec-10	4739	360	76.5	773	5948
19-Dec-10	3112	267	69.1	529	3977
20-Dec-10	2256	161	42.0	368	2827
21-Dec-10	1329	87.1	26.4	215	1657
22-Dec-10	953	59.6	20.2	154	1186
23-Dec-10	776	70.6	30.8	141	1018
24-Dec-10	586	39.1	11.3	94.8	732
25-Dec-10	525	36.5	5.22	82.7	649
26-Dec-10	158536	105059	90010	107177	460782
27-Dec-10	57330	35747	12159	26790	132026
28-Dec-10	56158	34125	8281	23936	122500
29-Dec-10	17521	4174	1307	4443	27445
30-Dec-10	49759	10861	6473	13771	80864
31-Dec-10	9989	1206	451	1950	13596
Total mes	2397466	847932	556798	914264	4716460
Total año	**2582681**	**962419**	**608373**	**1006695**	**5160168**
% anual	92.8%	88.1%	91.5%	90.8%	90.1%

Cuadro 11. Concentración promedio de los caudales afluentes en el embalse Alhajuela

Fecha	Alhajuela Q (m3/s)	Chagres Qss (t/d)	Pequeni Qss (t/d)	Boqueron Qss (t/d)	Madden L Qss (t/d)	Total Qss (t/d)	Promedio Css (mg/l)
07-Dic	1236	257401	76295	16160	68986	418842	3921
08-Dic	3305	1532933	398755	353576	531700	2816963	9865
09-Dic	751	22852	36853	19087	26597	105389	1623
10-Dic	631	33828	26076	15849	22347	98100	1799

Cuadro 12. Concentración promedio de los caudles efluentes en el embalse Alhajuela

Fecha	Vertidos			Hidrogeneración		
	Q promedio m3/s	Qss (t/d)	Css (mg/l)	Q promedio m3/s	Qss (t/d)	Css (mg/l)
07-Dic	967	1536	18	89.7	92.8	12
08-Dic	2934	21637	85	81.4	1195	170
09-Dic	750	12963	200	90.3	2897	371
10-Dic	772	23727	356	92.9	5337	665

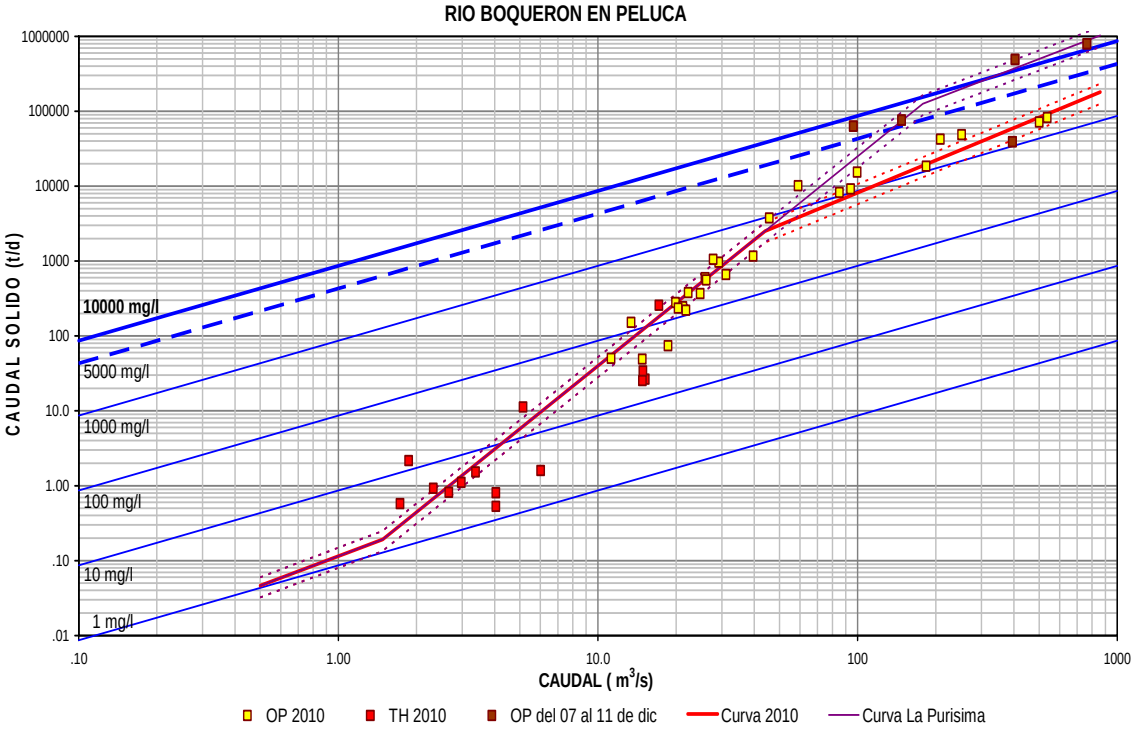
Cuadro 13. Tasas de sedimentación del periodo 1998-2007 y años 2008 al 2010.
Subcuenca del embalse Alhajuela

Area de aportación de sedimentos (km^2): 976
Densidad de sedimentos depositados (t/m^3): 1.113
Acarreo de fondo (% de sedimentos suspendidos): 15.0%

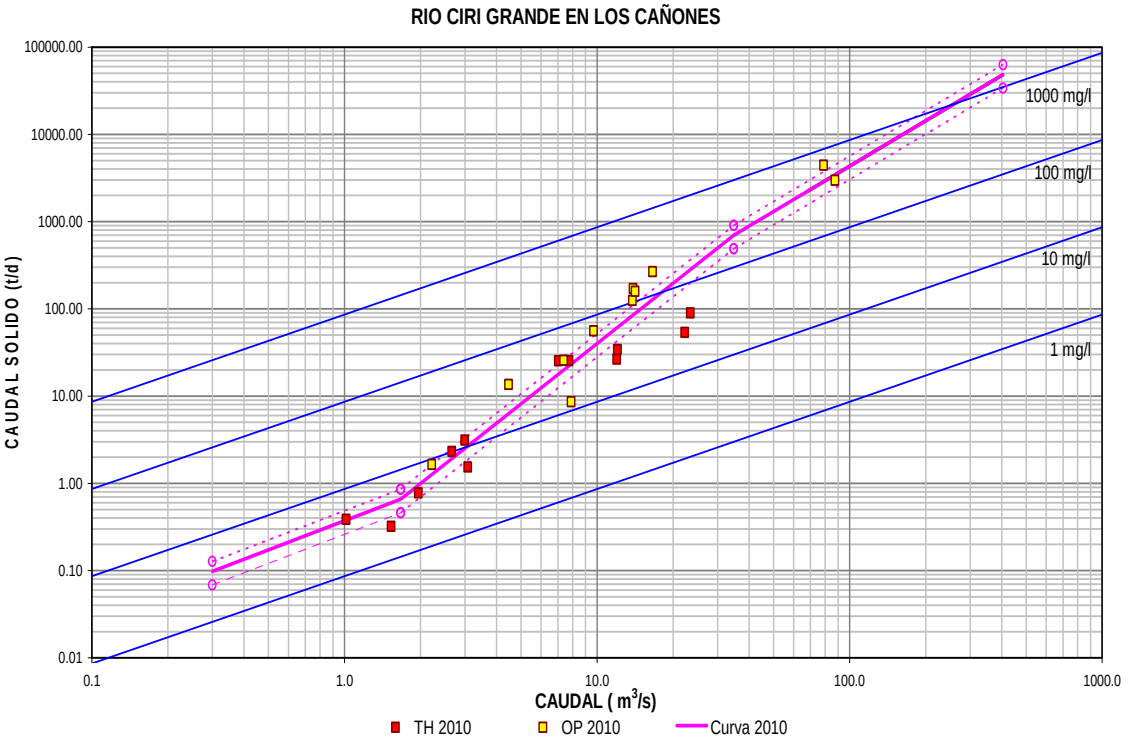
Año	Qs susp CHI		Qs susp CDL		Qs susp PEL		Qs suspendidos Area no medida		Qs suspendidos Alhajuela		Qs Total Alhajuela	Tasa de Sed.
	(t/año)	($t/año/km^2$)	(t/año)	($t/año/km^2$)	(t/año)	($t/año/km^2$)	(t/año)	($t/año/km^2$)	(t/año)	($t/año/km^2$)	MMC/año	%/año
1998	113235	274	76896	570	43872	482	122582	365	356586	365	0.368	0.05
1999	206635	499	126732	939	80593	886	257260	766	671220	688	0.694	0.09
2000	343424	830	83880	621	45254	497	126058	375	598617	613	0.619	0.08
2001	55705	135	66390	492	38452	423	126721	377	287268	294	0.297	0.04
2002	122776	297	116229	861	50810	558	93499	278	383314	393	0.396	0.05
2003	44047	106	56122	416	24147	265	154748	461	279065	286	0.288	0.04
2004	389896	942	141522	1048	101581	1116	136765	407	769764	789	0.795	0.10
2005	48462	117	15906	118	26854	295	98908	294	190129	195	**0.196**	0.02
2006	343341	829	118652	879	69472	763	161211	480	692677	710	0.716	0.09
2007	676722	1635	178648	1323	99261	1091	127682	380	1082314	1109	**1.12**	0.14
Promedio	234424	566	98098	727	58030	638	140544	418	531095	544	0.549	0.07
2008	94579	228	72652	538	27206	299	111572	332	306009	314	0.316	0.04
2009	233977	565	145800	1080	95475	1049	143975	428	619227	634	0.640	0.08
2010	**2582681**	**6346**	**962419**	**6637**	**608373**	**6715**	**1006695**	**3023**	**5160168**	**5287**	**5.332**	**0.66**

años secos
años húmedos

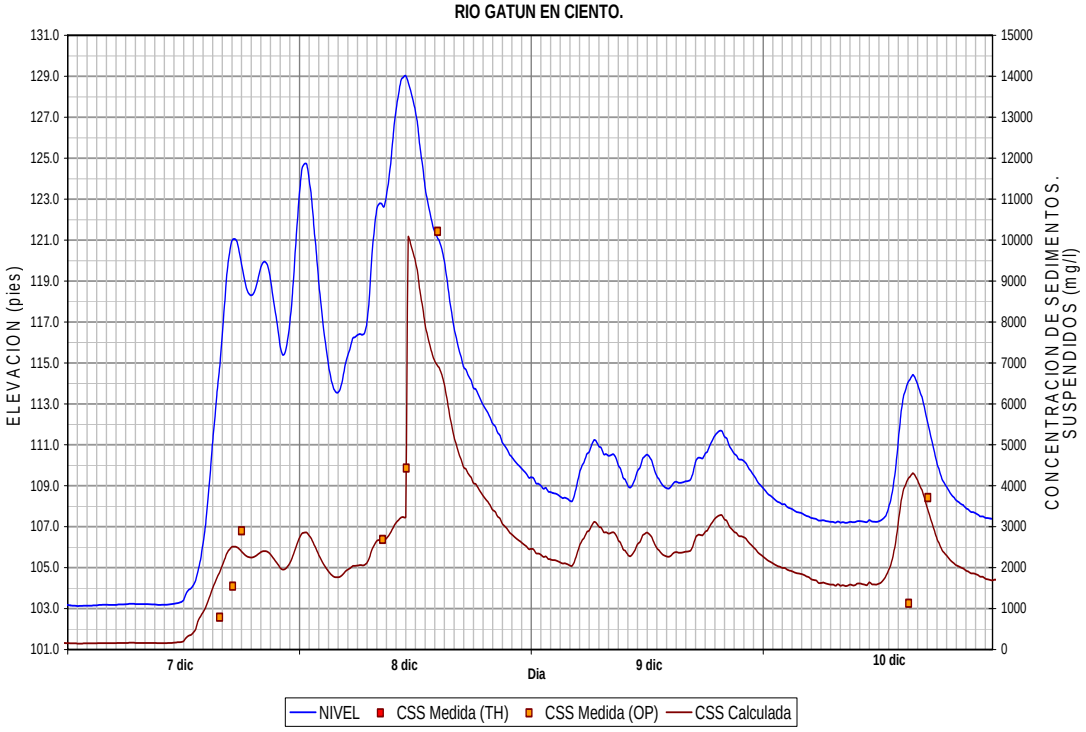
Gráfica 1a. Curva de descarga de sedimentos suspendidos del 2010

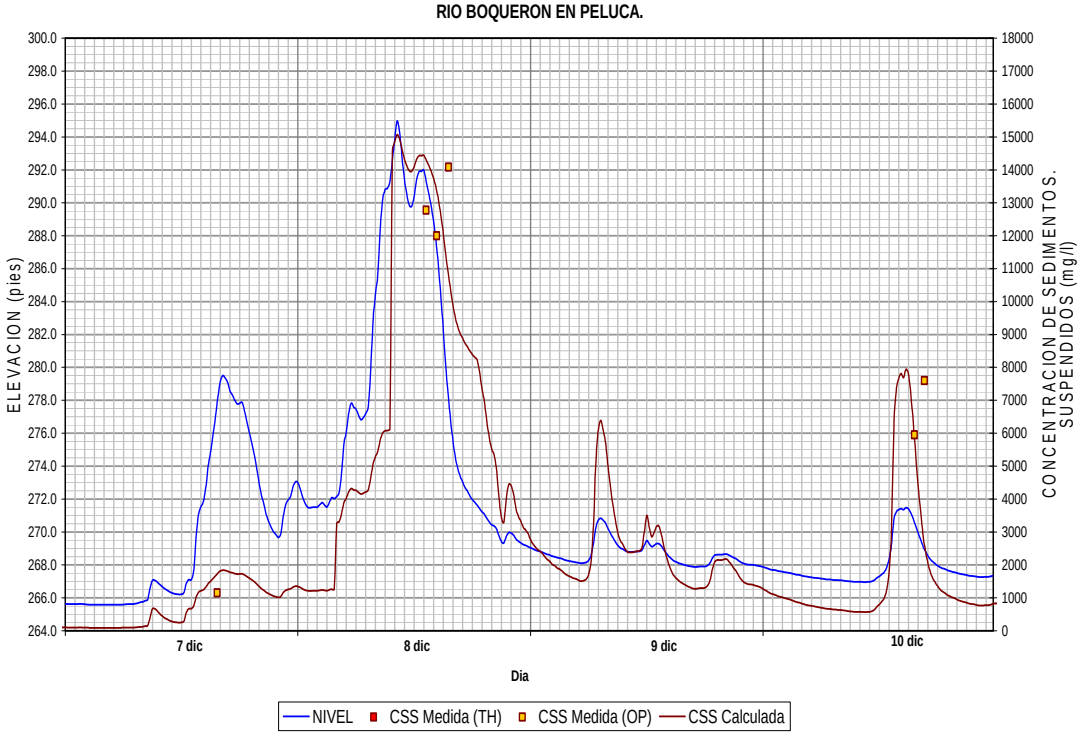


Gráfica 1b. Curva de descarga de sedimentos suspendidos del 2010

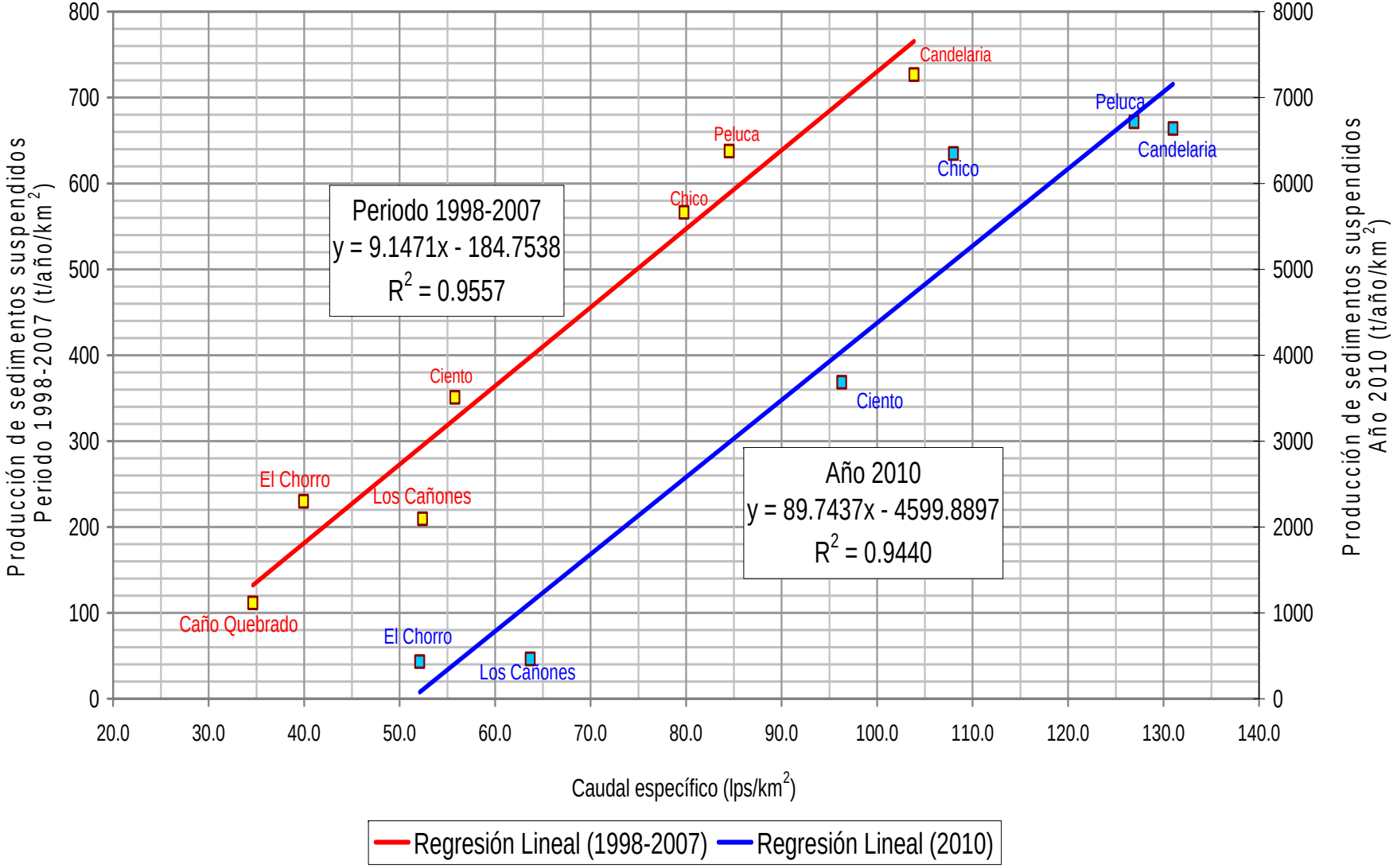


Gráfica 2. Hidrogramas de elevaciones y concentraciones de sedimentos suspendidos del 7 al 9 de diciembre de 2010



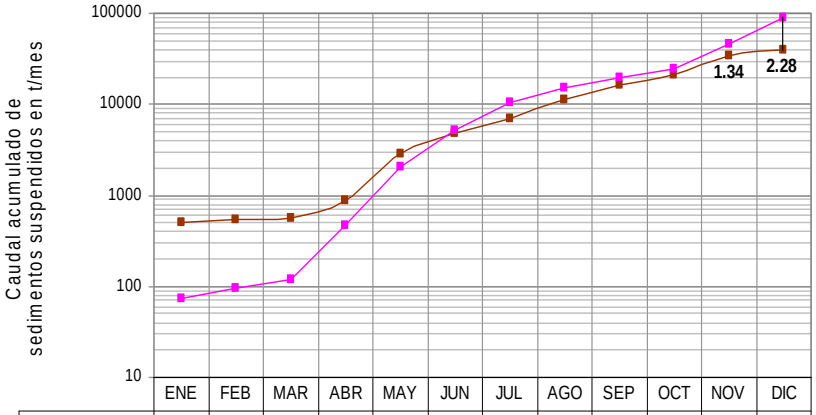


Gráfica 3. Producción de sedimentos suspendidos versus Caudal específico
Periodo de análisis: 1998-2007 y Año 2010



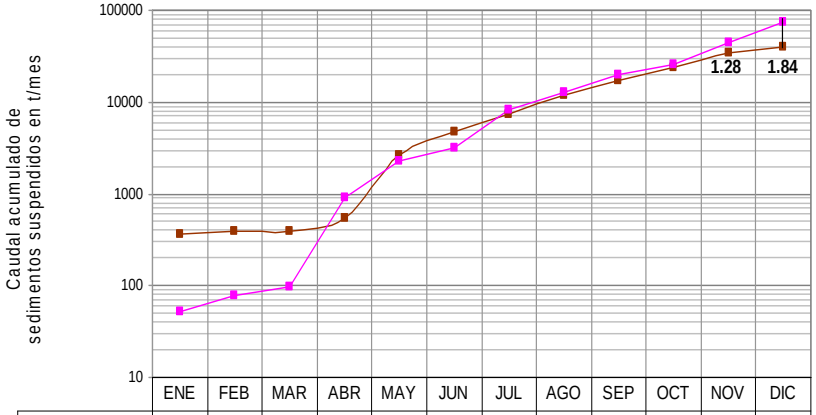
Gráfica 4. Caudal acumulado de sedimentos suspendidos en toneladas por mes
Periodo 1998-2007 versus 2010

Estación Los Cañones en el río Ciri Grande



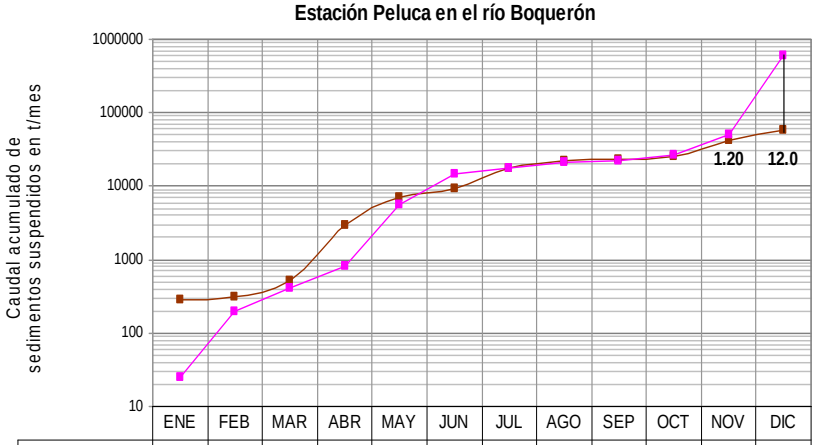
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
t/mes 98-07	499	539	565	872	2854	4821	7005	11081	16365	20762	33789	38938
t/mes 2010	72.8	96.8	121	476	2093	5100	10602	14977	19934	24959	45190	88619

Estación El Chorro en el río Trinidad



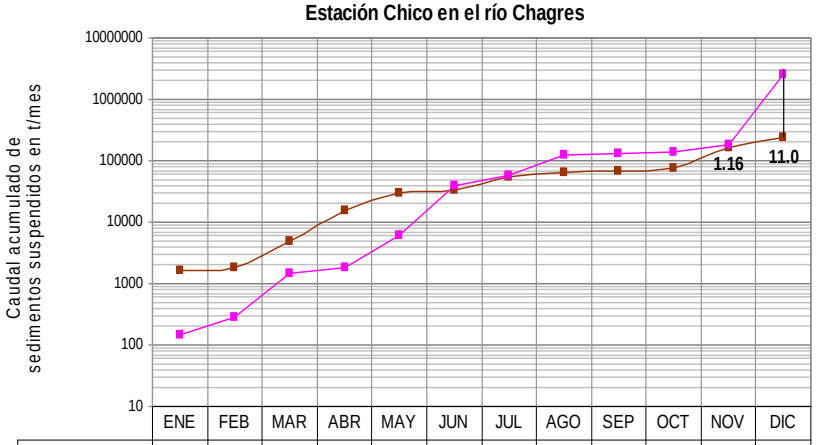
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
t/mes 98-07	361	388	399	551	2599	4730	7477	11952	16943	23785	35030	39974
t/mes 2010	52.5	78	97	928	2265	3191	8371	12850	19669	25816	44751	73573

Estación Peluca en el río Boquerón

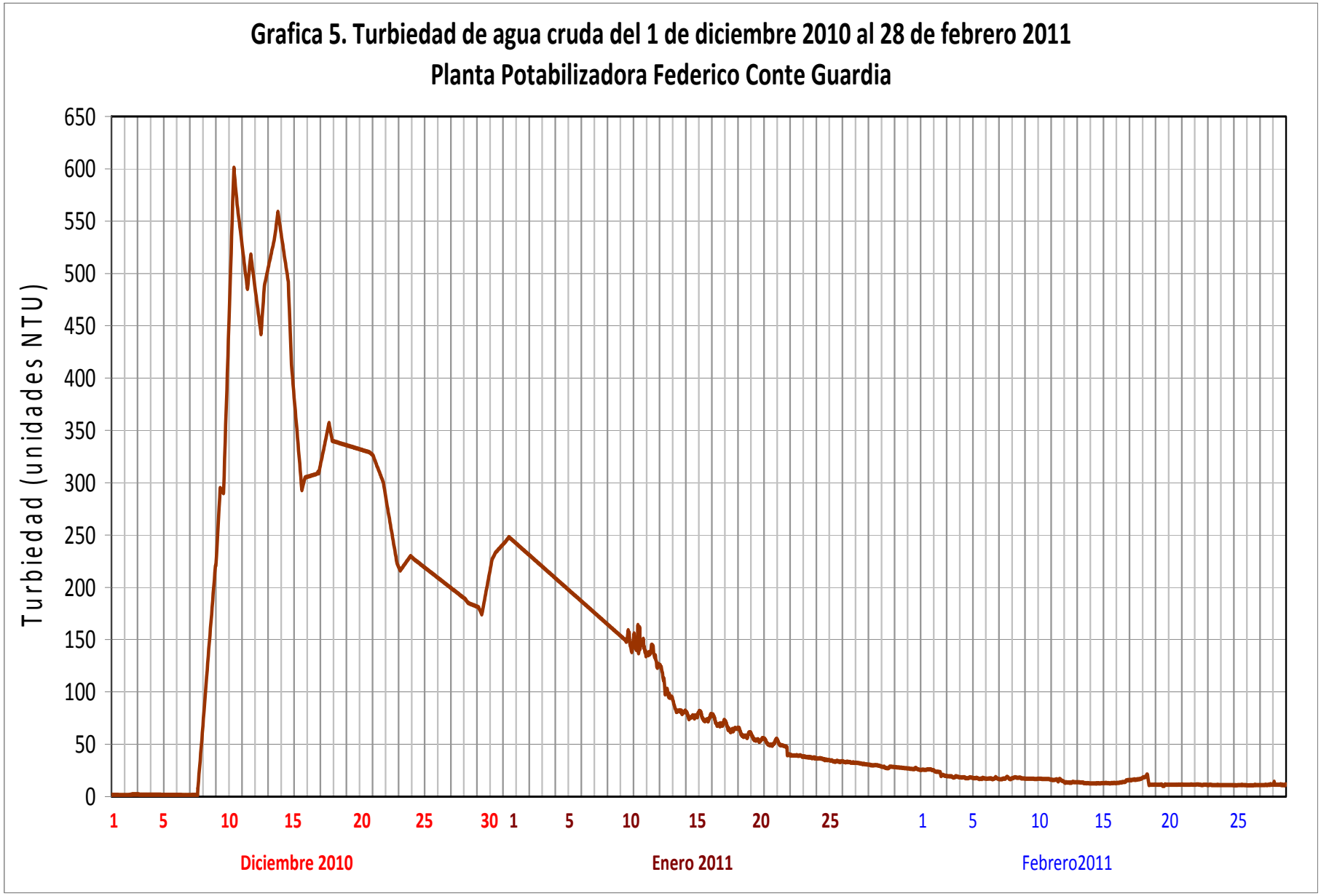


	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
t/mes 98-07	285	306	516	2970	7159	9487	17392	22049	23698	24916	43030	58030
t/mes 2010	25.0	196	404	827	5613	14887	17262	21303	22243	26287	51575	608373

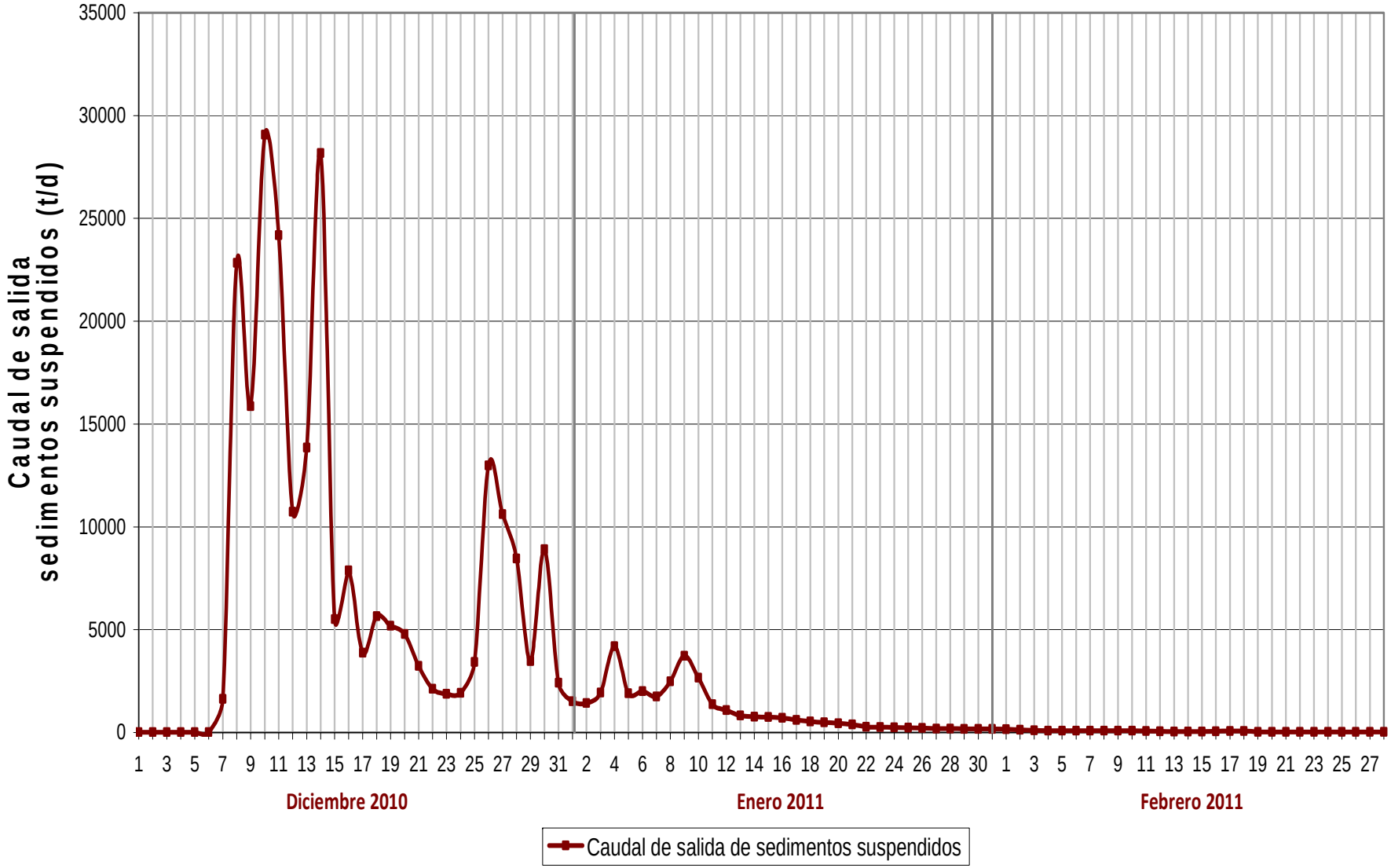
Estación Chico en el río Chagres



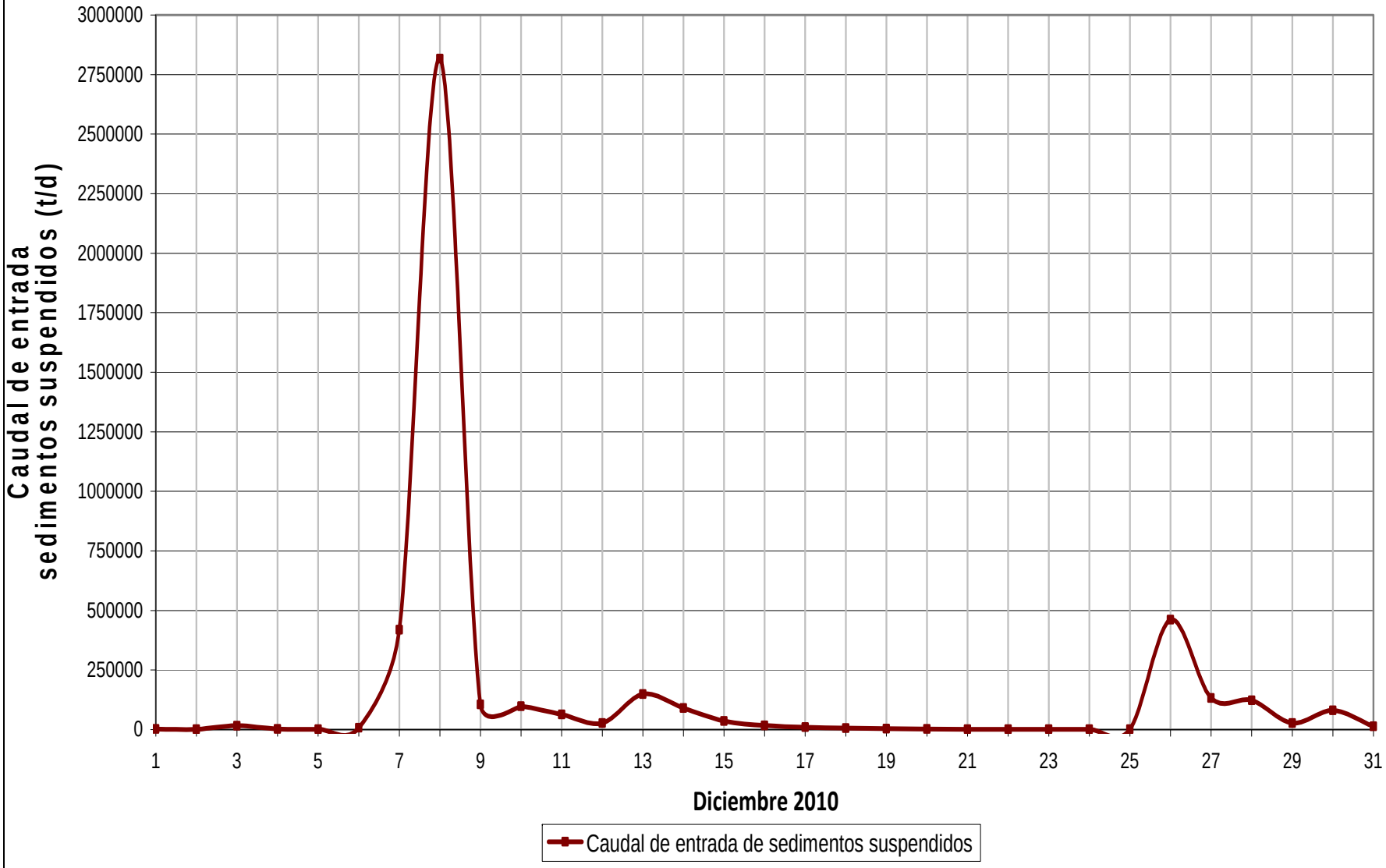
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
t/mes 98-07	1623	1863	4821	15281	29694	34262	53288	63631	67289	74318	159970	234424
t/mes 2010	149.7	291	1486	1864	6247	40163	58459	127960	132033	136796	185215	258268


Grafica 5. Turbiedad de agua cruda del 1 de diciembre 2010 al 28 de febrero 2011
Planta Potabilizadora Federico Conte Guardia
Turbiedad (unidades NTU)
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
1
5
10
15
20
25
30
1
5
10
15
20
25
1
5
10
15
20
25
Diciembre 2010
Enero 2011
Febrero2011

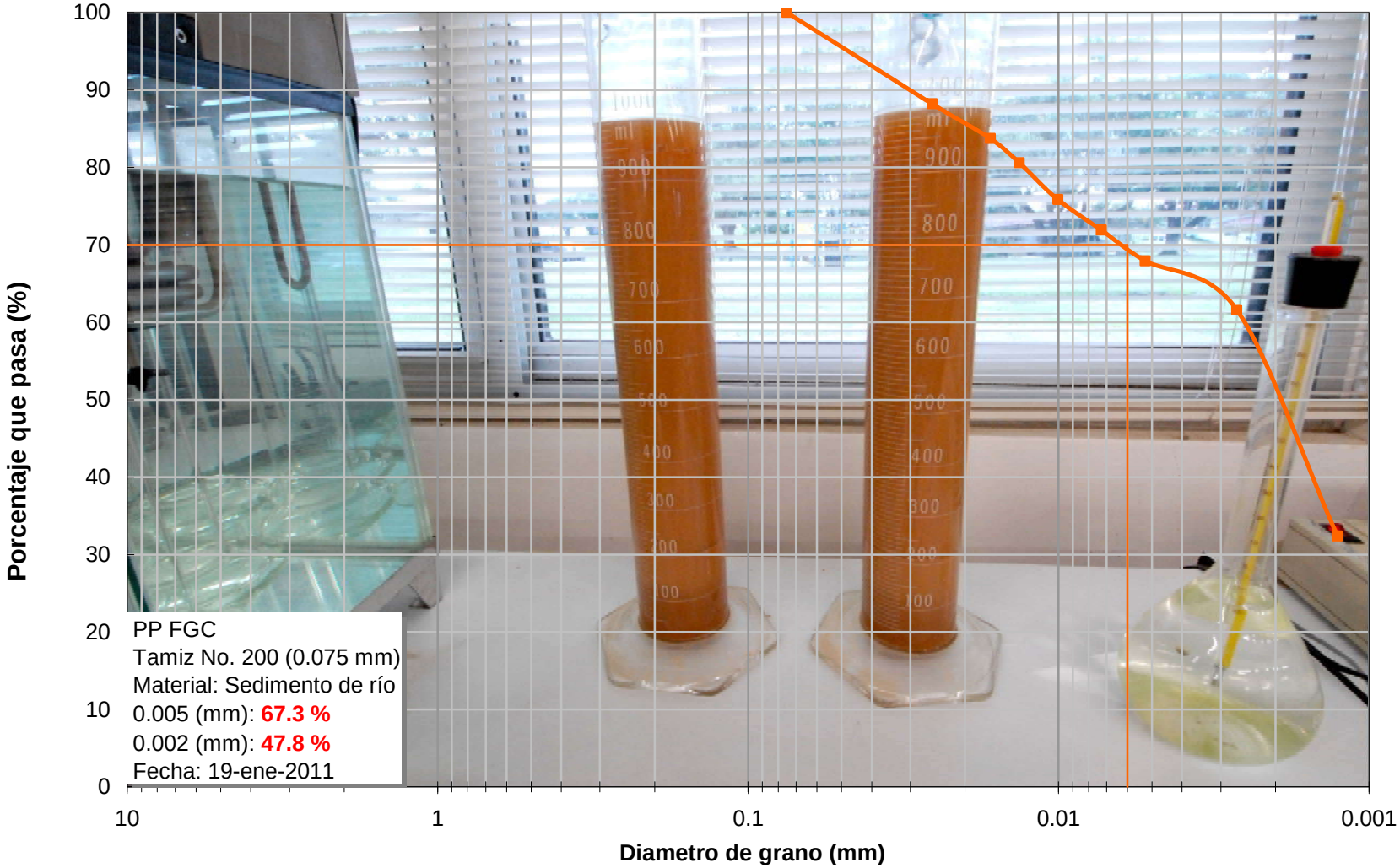
Gráfica 6. Caudal de salida de sedimentos suspendidos del embalse Alhajuela
1 diciembre 2010 al 28 de febrero 2011



Gráfica 7. Caudal de entrada de sedimentos suspendidos al embalse Alhajuela
Diciembre 2010

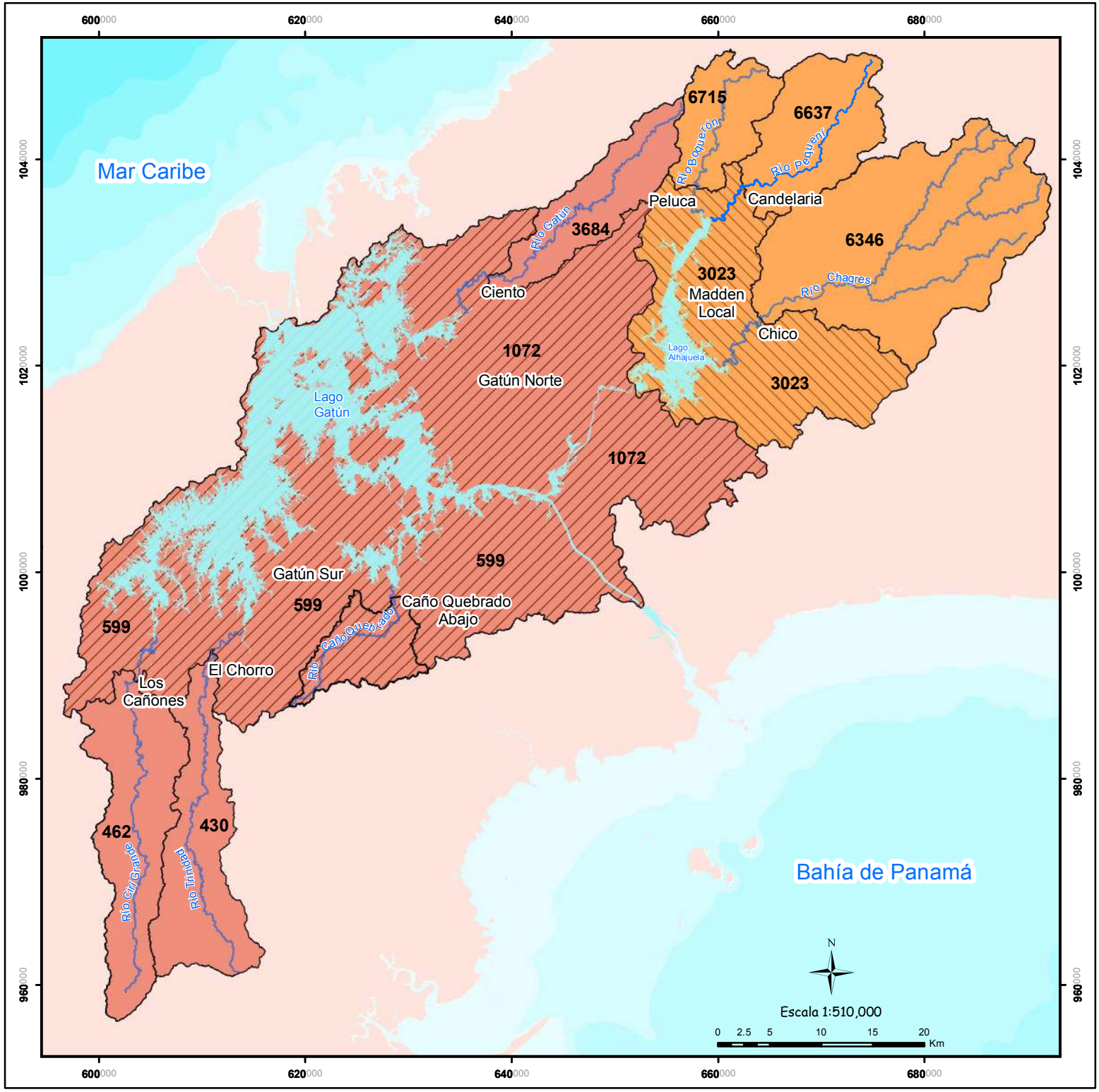


Grafica 8. Curva de distribución granulometrica obtenida por medio de la prueba del hidrómetro.
Laboratorio de Geotecnia (ACP).



Producción de Sedimentos Suspendidos
Año 2010
t/año/km2

Cuenca del Canal de Panamá



Localización Regional

LEYENDA

- Estaciones Hidrométricas
- Área no medida del lago Alhajuela
- Subcuencas del lago Alhajuela
- Área no medida del lago Gatún
- Subcuencas del lago Gatún
- Drenaje
- Cuerpos de Agua
- **430** t/año/Km2

Autoridad del Canal de Panamá
Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

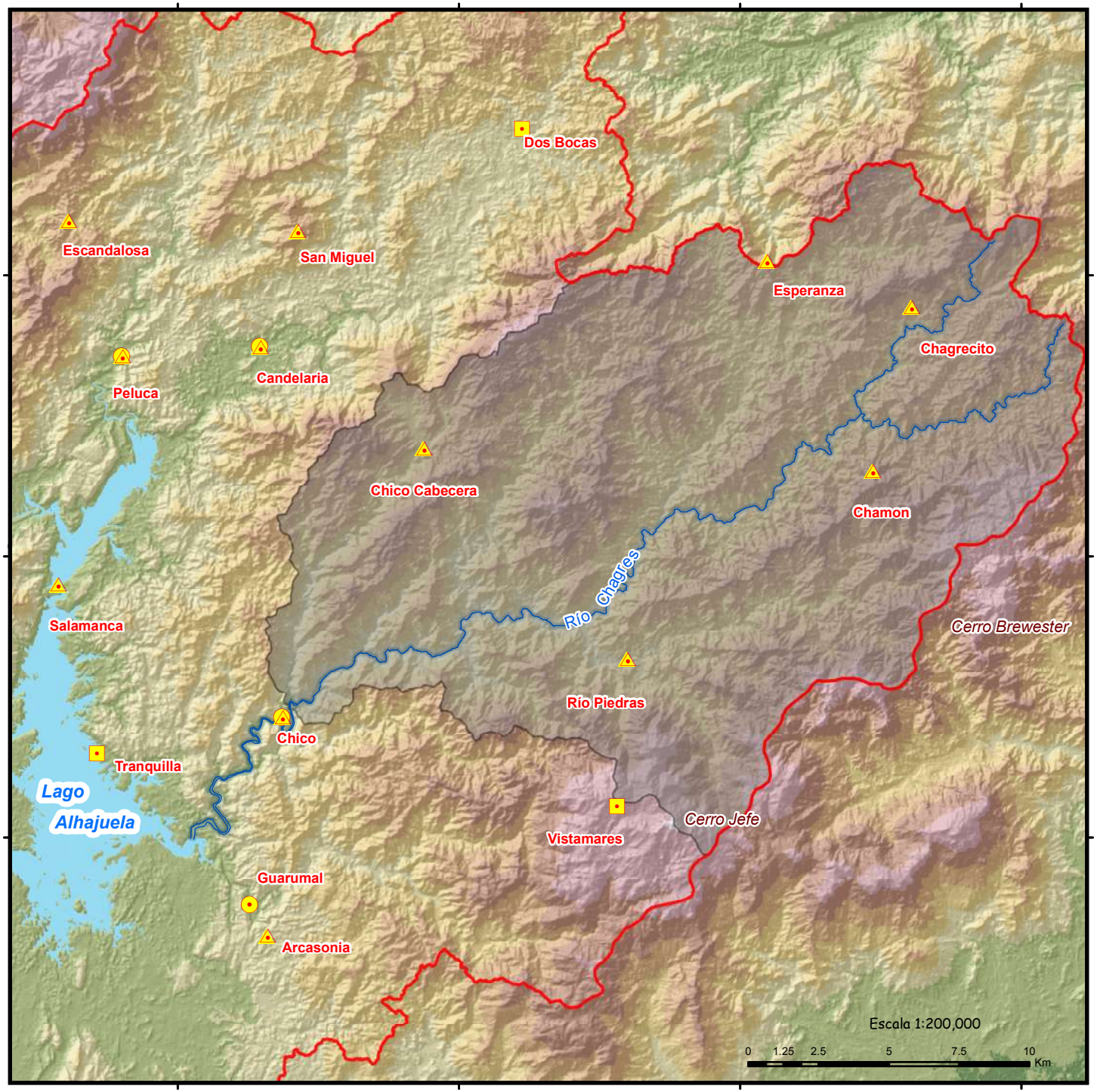
Deslizamientos de tierra en la parte alta de la subcuenca del rio Chagres. Fotos tomadas el 21-enero-2011.

Transporte y terrazas de sedimentos depositados en el curso y en la desembocadura del río Chagres a consecuencia de la tormenta La Purísima. Fotos tomadas el 29-diciembre-2010 y el 04 de abril de 2011.

Embalse Alhajuela, en el sector de la represa Madden y toma de agua del IDAAN, afectado por la alta turbiedad y su progresiva recuperación. Fotos tomadas el 29 de diciembre de 2010 y el 21 de enero de 2011.

Subcuenca del río Chagres

(hasta la estación Chico)



Localización Regional

LEYENDA

- Fluviográfica
- Limnigráfica
- Pluviográfica
- Meteorológica (Tipo A)
- Subcuenca del río Chagres
- Cuerpos de Agua
- Límite de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
- Ríos

Altitudes (metros)

0 - 47	385 - 541
48 - 141	542 - 721
142 - 250	722 - 972
251 - 384	973 - 1007

Autoridad del Canal de Panamá
Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

CANAL DE PANAMÁ

Estación Chico en el Río Chagres

LOCALIZACIÓN: La estación está a 2.0 km (1.24mi) aguas arriba de la comunidad Emberá Drúa, en la provincia de Panamá, distrito de Panamá. Sus coordenadas geográficas son: 9° 15' 49" de latitud Norte y a 79° 30' 35" de longitud Oeste.

CÓDIGO DE LA ESTACIÓN: 115-01-06

ÁREA DE DRENAJE: 407 km^2 (157 mi^2)

PERIODO DE REGISTRO: Desde enero de 1981 hasta el año en curso.

VALORES EXTREMOS Y PROMEDIOS PARA EL AÑO 2010

CAUDAL SÓLIDO:

Concentración (mg/l)			Rendimiento líquido	Producción anual de sedimentos	
Máxima Instantánea	Mínima diaria	Promedio anual	(l/s/km^2)	t/año	t/año/km^2
14063.8	3.1	1871.1	108	2582681	6346

ESTACIÓN CHICO EN EL RÍO CHAGRES
Concentraciones de Sedimentos Suspendidos (mg/l) y Caudales Sólidos Promedios Diarios (t/d)

LATITUD 9º 15' 49" N LONGITUD 79º 30' 35" O Año: 2010 Área de Drenaje: 407 km²

DIA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	5.3	7.75	3.4	3.11	172.1	753	4.1	4.66	4.0	4.91	3.6	3.69
2	5.0	7.16	3.4	3.02	4.4	5.63	3.7	4.00	7.7	9.76	3.5	3.41
3	4.9	7.05	3.4	2.98	3.7	3.89	3.4	2.98	51.7	124	3.6	3.65
4	4.5	6.19	3.4	2.99	17.1	19.4	3.3	2.75	10.7	17.7	3.4	3.17
5	4.2	5.55	3.4	3.07	64.8	209	3.3	2.84	3.8	4.22	3.4	3.14
6	4.0	5.21	3.3	2.87	12.1	24.8	3.3	2.78	3.8	4.27	661.3	2895
7	4.0	5.06	3.3	2.81	13.6	28.0	3.2	2.55	3.7	3.83	389.4	2963
8	4.3	5.65	3.3	2.87	22.7	55.3	3.2	2.56	3.6	3.73	36.7	93.8
9	4.1	5.20	3.3	2.79	5.5	8.02	3.3	2.67	8.5	13.0	5.7	8.63
10	3.9	4.83	3.2	2.64	4.0	5.02	5.9	6.94	26.1	58.9	271.5	951
11	4.0	5.18	3.2	2.63	3.8	4.40	3.7	4.00	8.5	15.1	10.1	18.3
12	5.3	7.81	3.5	3.37	3.7	3.96	3.5	3.39	5.3	7.71	451.6	1864
13	4.4	5.89	3.3	2.74	4.1	4.41	5.4	6.13	232.0	949	42.6	128
14	4.0	4.94	3.2	2.56	4.1	4.69	3.9	4.45	7.9	13.6	11.3	22.5
15	3.9	4.65	3.4	3.05	3.5	3.46	10.7	17.3	446.9	2430	6.6	10.6
16	3.8	4.38	3.3	2.67	3.5	3.21	11.1	19.2	59.5	176	9.9	18.0
17	3.8	4.21	3.3	2.68	3.4	3.05	5.1	7.02	24.3	62.5	5.5	8.20
18	3.7	4.11	3.2	2.61	3.4	2.97	3.7	4.09	9.3	16.9	62.0	168
19	3.7	4.03	3.2	2.47	3.5	3.20	3.4	3.16	8.7	15.0	2101.4	22749
20	3.7	3.91	3.2	2.64	6.1	9.43	3.4	2.92	25.7	57.7	287.9	1717
21	3.6	3.83	3.2	2.61	5.1	7.11	3.4	2.94	6.5	10.3	19.7	49.4
22	3.6	3.68	3.2	2.57	3.7	3.86	3.3	2.72	142.4	338	24.5	61.4
23	3.6	3.60	3.2	2.40	3.5	3.41	3.5	3.29	8.0	11.6	26.7	70.2
24	3.6	3.51	3.1	2.34	3.5	3.22	3.6	3.53	5.1	7.38	18.3	43.1
25	3.5	3.41	3.1	2.30	3.4	2.99	7.4	11.7	4.0	5.00	8.8	15.9
26	3.6	3.51	21.4	37.9	3.3	2.85	33.4	58.7	3.8	4.45	6.4	10.2
27	4.5	5.60	5.7	7.41	3.3	2.72	7.5	11.5	3.8	4.21	6.1	9.54
28	3.6	3.52	15.3	27.2	3.3	2.79	21.3	45.1	3.7	3.96	6.6	10.4
29	3.6	3.64			3.3	2.80	51.5	118	3.6	3.73	4.7	6.47
30	3.5	3.39			3.3	2.72	8.6	14.5	3.6	3.58	4.2	5.67
31	3.5	3.22			4.4	5.27			3.6	3.71		
Total		150		141		1195		378		4384		33916

DIA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	19.1	34.1	29.0	71.9	35.1	112	4.9	6.97	644.2	3783	176.5	1046
2	11.4	20.3	6.7	10.7	36.0	108	17.7	33.0	64.0	234	96.5	466
3	4.1	5.44	183.1	481	32.6	87.2	6.8	10.9	45.8	142	398.4	3359
4	3.9	4.79	156.9	692	58.2	197	18.4	38.8	42.7	137	145.9	870
5	4.3	5.41	35.2	92.8	46.2	157	7.1	11.5	18.1	44.3	70.4	309
6	3.9	4.56	7.1	11.7	17.0	40.4	5.3	7.69	91.4	393	361.9	2817
7	42.7	87.2	93.6	274	26.0	66.0	5.3	7.73	1555.9	23925	4540.8	257401
8	6.5	9.66	29.1	82.2	13.1	28.2	34.1	80.5	762.2	9158	9709.7	1532933
9	7.7	12.1	22.9	56.2	9.7	18.4	51.4	170	94.1	461	1105.6	22852
10	5.2	7.23	6.5	10.4	61.3	162	8.6	15.3	46.0	169	1390.0	33828
11	4.7	5.92	414.7	1848	216.3	770	45.2	106	31.3	97.6	1193.0	26521
12	5.2	7.21	2748.8	52840	107.0	351	7.6	12.8	25.9	74.8	908.5	15252
13	9.8	17.0	549.9	5409	19.9	47.6	65.7	155	55.8	205	2062.2	63953
14	6.2	9.26	76.7	344	9.1	16.9	48.6	131	82.3	341	1403.3	36039
15	4.3	5.61	40.5	141	8.0	14.0	11.4	22.9	26.3	75.9	960.4	17049
16	5.5	8.12	96.8	424	7.1	11.8	16.2	34.1	145.7	528	786.2	11365
17	4.4	5.73	269.5	1237	378.1	1615	19.8	46.2	80.5	325	655.8	7839
18	3.8	4.31	38.4	126	34.1	97.0	12.4	25.7	136.6	604	476.1	4739
19	79.6	166	23.9	65.5	12.3	25.7	7.2	11.9	29.3	87.3	354.0	3112
20	55.7	121	102.9	350	11.2	22.4	17.1	34.1	18.9	47.6	283.7	2256
21	5.7	8.35	28.0	81.2	9.1	16.7	283.3	1505	17.1	41.2	195.0	1329
22	52.5	110	501.6	2333	9.3	17.2	28.7	81.3	82.1	285	154.3	953
23	27.2	58.4	90.6	351	6.9	11.4	213.9	860	24.1	66.6	133.5	776
24	5.9	8.89	16.8	40.2	12.9	25.0	58.8	220	24.5	67.5	109.9	586
25	11.9	19.5	94.0	388	8.1	14.1	76.6	321	551.5	2917	101.8	525
26	5.0	6.76	34.4	106	6.7	10.8	97.3	409	69.0	279	3733.5	158536
27	1732.6	14996	20.2	52.2	5.9	9.07	50.9	181	31.6	96.6	1789.2	57330
28	113.7	456	14.5	32.7	5.5	8.12	21.7	57.7	99.3	398	1807.9	56158
29	16.6	37.1	296.9	1290	4.9	6.97	17.1	41.1	102.3	436	974.1	17521
30	453.1	1922	28.7	80.9	4.9	7.00	15.2	34.8	392.2	3000	1917.6	49759
31	43.6	130	59.9	178			32.8	88.9			739.8	9989
Total		18295		69502		4073		4763		48419		2397466

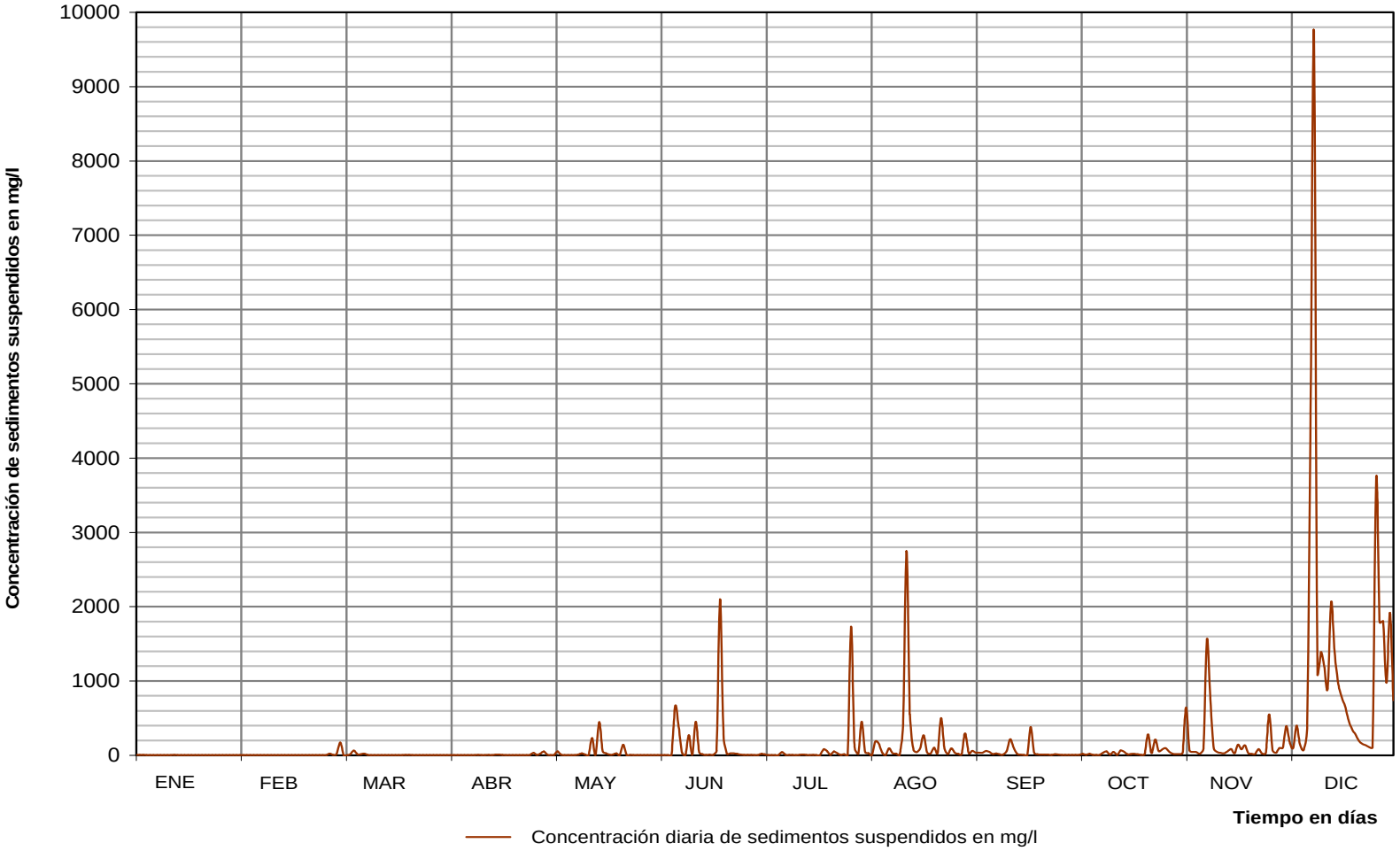
Total Anual: **2582681 t/año** **Producción Anual:** **6346 t/año/km^2**

Concentración de Sedimentos Suspendidos (mg/l)

Mínimo Diario: 3.1 Promedio Anual: **1871.1**

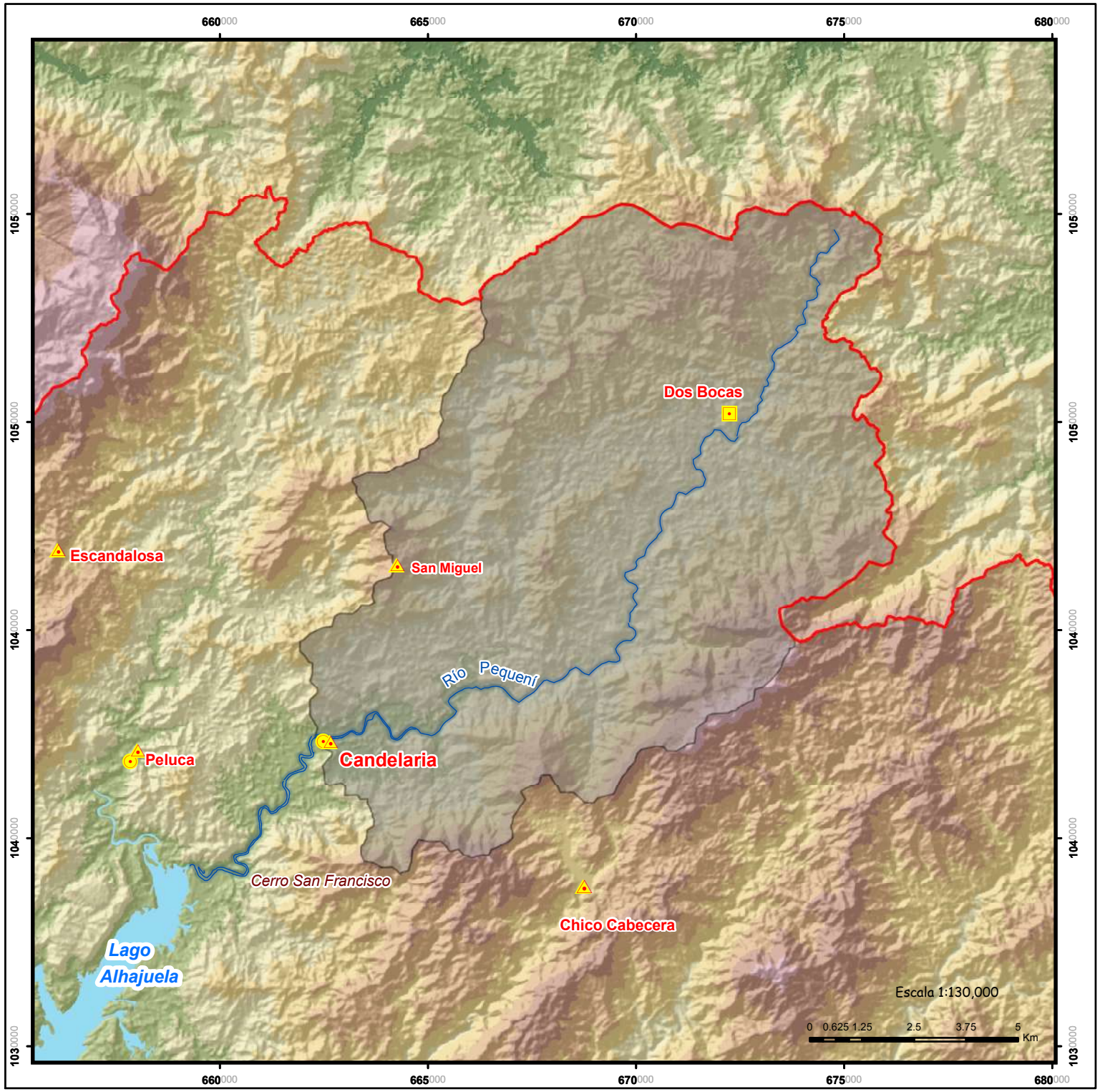
Máximo Diario: 9709.7 Máxima Instantánea: 14063.8

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa
Estación Chico en el río Chagres
Hidrograma de concentraciones de sedimentos suspendidos
promedios diarias (mg/l)
Año 2010



Subcuenca del río Pequení

(hasta la estación Candelaria)



Localización Regional

LEYENDA

- Fluviográfica
- Pluviográfica
- Principal (Tipo A)
- Subcuenca del río Pequení
- Cuerpos de Agua
- Límite de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
- Ríos

Altitudes (metros)

0 - 47	385 - 541
48 - 141	542 - 721
142 - 250	722 - 972
251 - 384	973 - 1007

Autoridad del Canal de Panamá
Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

CANAL DE PANAMÁ

Estación Candelaria en el Río Pequení

LOCALIZACIÓN: La estación está a 600 m (0.373mi) aguas arriba de la confluencia del río Pequení con la quebrada Candelaria, en la provincia de Panamá, distrito de Panamá, cerca del poblado de San Juan de Pequení Rural, frente a la escuela San Juan de Pequení Indígena. Sus coordenadas geográficas son: 9º 22’ 58” de latitud Norte y 79º 30’ 59” de longitud Oeste.

CÓDIGO DE LA ESTACIÓN: 115-04-02

ÁREA DE DRENAJE: 145 km^2 (56.0 mi^2)

PERIODO DE REGISTRO: Desde enero de 1981 hasta la fecha.

VALORES EXTREMOS Y PROMEDIOS PARA EL AÑO 2010

CAUDAL SÓLIDO:

Concentración (mg/l)			Rendimiento líquido	Producción anual de sedimentos	
Máxima Instantánea	Mínima diaria	Promedio anual	(l/s/km^2)	t/año	t/año/km^2
11125.4	4.5	1623.9	131	962419	6637

ESTACIÓN CANDELARIA EN EL RÍO PEQUENÍ
Concentraciones de Sedimentos Suspendidos (mg/l) y Caudales Sólidos Promedios Diarios (t/d)

LATITUD 9º 22' 58" N LONGITUD 79º 30' 59" O Año: 2010 Área de Drenaje: 145 km²

DIA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	6.2	3.05	5.0	1.25	145.4	236	7.1	3.70	1783.0	7197	6.1	2.79
2	6.1	2.92	4.9	1.22	6.6	3.25	5.9	2.57	45.8	64.9	6.0	2.71
3	6.2	3.00	4.9	1.21	5.7	2.13	5.6	2.03	22.0	22.2	6.0	2.68
4	6.0	2.71	4.9	1.22	21.6	11.7	5.5	1.89	13.7	10.8	45.2	31.1
5	5.9	2.56	5.1	1.40	23.9	21.9	5.5	1.90	9.8	6.49	50.1	41.1
6	5.9	2.46	4.9	1.18	13.7	10.7	5.4	1.72	9.1	5.78	44.7	47.9
7	5.8	2.35	4.9	1.18	16.4	12.0	5.3	1.60	7.6	4.40	1530.6	10519
8	6.0	2.60	5.0	1.30	38.1	45.6	5.3	1.58	9.3	5.75	44.2	62.1
9	5.8	2.32	4.9	1.21	10.4	7.01	5.2	1.57	10.4	7.03	18.1	16.5
10	5.7	2.24	4.8	1.11	7.6	4.39	5.7	2.10	46.6	58.1	68.6	89.8
11	5.7	2.24	4.8	1.11	6.4	3.28	5.7	2.14	14.8	12.1	19.5	18.4
12	6.3	3.06	5.1	1.40	6.1	2.91	5.5	1.86	11.1	7.85	851.7	2077
13	5.9	2.57	4.8	1.10	6.3	2.93	5.3	1.68	103.3	173	238.3	442
14	5.8	2.26	4.8	1.06	6.0	2.62	5.6	1.92	28.4	32.8	26.0	28.7
15	5.7	2.12	4.9	1.18	5.8	2.34	26.6	22.0	676.4	2253	29.5	30.7
16	5.6	1.96	4.8	1.09	5.7	2.16	478.9	779	35.8	47.1	45.9	58.8
17	5.5	1.88	4.9	1.18	5.6	2.04	8.9	5.18	41.6	55.0	16.8	14.8
18	5.4	1.81	4.8	1.12	5.6	1.97	5.8	2.41	19.0	17.9	123.1	224
19	5.4	1.76	4.7	1.01	7.7	3.32	5.6	2.03	14.2	11.4	1131.1	3987
20	5.4	1.73	4.8	1.06	9.1	5.39	5.5	1.89	12.4	9.31	84.0	159
21	5.3	1.69	4.8	1.09	8.3	4.67	5.4	1.77	11.9	8.59	31.0	37.9
22	5.3	1.59	4.7	0.972	6.0	2.72	5.6	1.97	436.8	735	35.3	43.0
23	5.2	1.54	4.5	0.881	5.8	2.26	5.6	2.07	23.5	22.1	100.2	139
24	5.2	1.50	4.5	0.850	5.6	2.01	5.4	1.79	12.6	9.39	90.6	130
25	5.1	1.43	4.5	0.826	5.5	1.87	23.0	19.4	9.2	5.82	20.8	20.5
26	6.3	2.23	140.1	233	5.4	1.77	14.1	7.86	8.5	5.10	23.4	22.1
27	6.1	2.36	7.6	3.61	5.3	1.67	257.7	441	8.0	4.68	23.2	22.0
28	5.2	1.52	139.4	136	5.4	1.74	59.7	80.9	6.5	3.43	17.6	15.3
29	5.2	1.49			5.3	1.65	145.3	217	6.2	3.12	12.6	9.44
30	5.1	1.39			17.3	8.87	16.1	13.6	6.5	3.28	10.6	7.26
31	5.0	1.28			11.1	7.55			6.1	2.86		
Total		65.6		401		421		1628		10806		18303

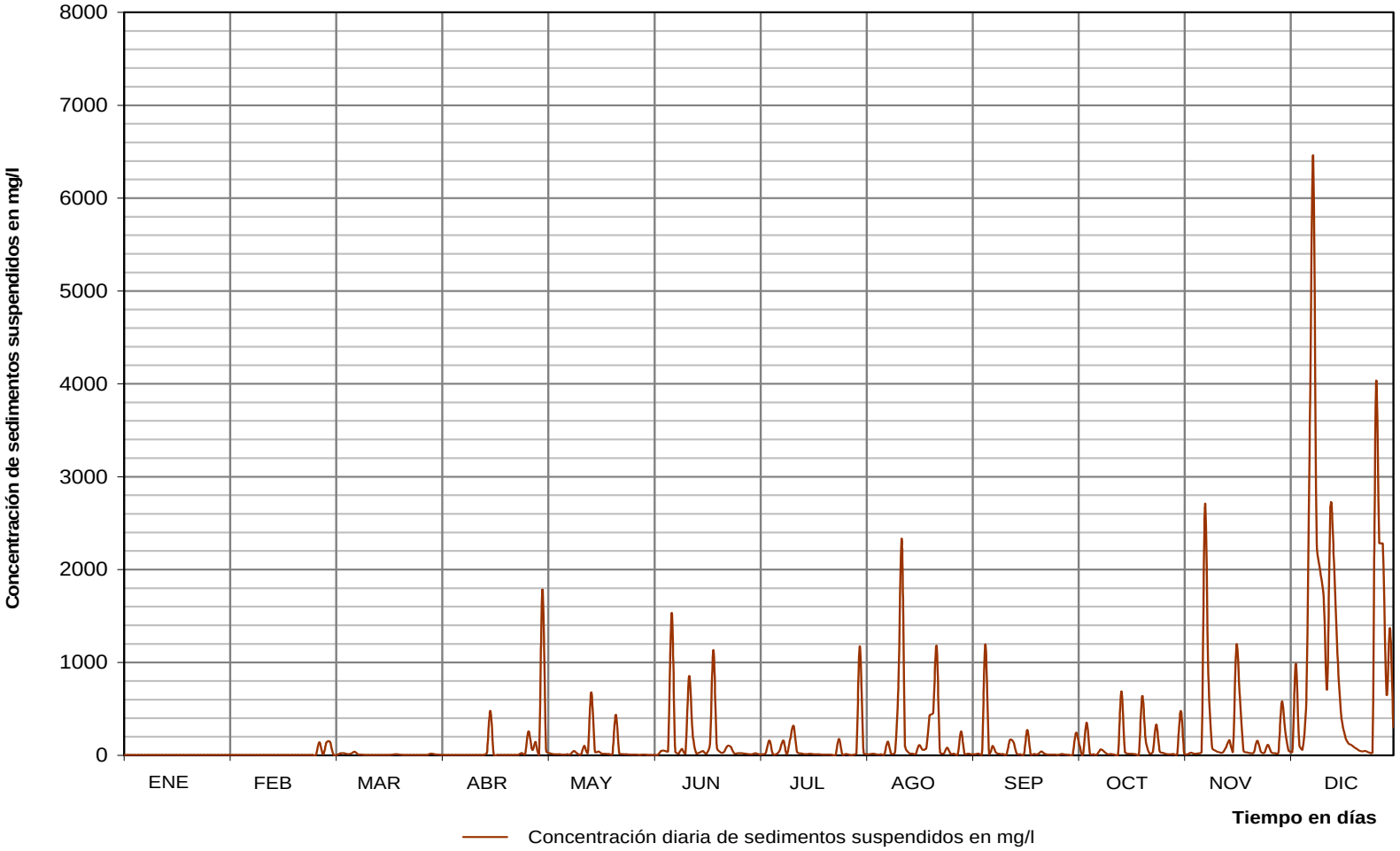
DÍA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	22.0	18.6	28.6	29.1	10.8	7.46	241.9	308	21.5	18.0	50.0	74.1
2	10.2	6.83	9.3	5.94	9.2	5.88	108.1	109	9.9	6.57	39.8	54.6
3	9.1	5.75	11.9	7.71	19.1	15.3	9.6	6.16	28.8	24.0	984.8	6033
4	22.1	16.8	16.6	12.4	10.2	6.80	353.3	666	15.2	12.0	118.5	294
5	159.6	213	9.0	5.55	1194.8	3257	14.4	11.4	20.8	16.1	61.9	110
6	15.4	12.7	9.8	6.04	19.1	17.6	9.1	5.78	35.0	40.8	602.1	2385
7	11.0	7.65	11.5	7.97	99.1	122	8.2	4.89	2702.2	31336	3428.6	76295
8	51.1	52.3	145.7	171	30.4	31.5	62.1	81.3	832.5	4113	6450.6	398755
9	158.4	200	16.2	13.1	15.2	12.5	40.9	54.0	81.0	165	2314.5	36853
10	11.0	7.64	28.3	26.4	13.2	9.91	12.7	9.65	47.6	73.7	1996.6	26076
11	171.5	219	725.8	1515	11.5	8.18	13.2	9.72	34.0	43.9	1674.9	18261
12	317.1	609	2328.9	13795	163.9	200	8.8	5.48	28.1	32.7	725.3	4788
13	34.8	42.9	95.1	191	145.3	223	7.4	4.21	81.2	120	2673.9	44721
14	19.6	18.6	29.0	34.3	17.0	14.6	687.5	1341	163.1	389	2067.5	29015
15	13.5	10.6	19.2	18.2	10.5	7.19	35.2	37.9	46.9	71.3	1090.0	8912
16	12.0	8.75	15.4	13.0	9.2	5.90	18.4	16.3	1183.1	4223	436.3	2224
17	16.7	12.5	111.6	155	272.3	421	15.1	12.0	627.8	1872	228.9	825
18	11.2	7.75	59.6	71.6	14.1	11.0	10.4	7.04	48.5	74.7	133.2	360
19	11.0	7.38	76.2	96.5	12.8	9.31	8.1	4.82	30.3	36.8	110.6	267
20	7.8	4.52	432.3	987	9.8	6.42	637.5	1191	24.1	25.9	79.7	161
21	6.9	3.79	456.2	1195	42.2	40.0	163.5	225	30.5	36.0	53.0	87.1
22	7.3	4.07	1176.2	3561	16.4	13.3	19.9	16.4	156.3	355	41.4	59.6
23	6.3	3.22	30.1	35.1	8.8	5.51	35.7	36.2	36.7	49.4	47.1	70.6
24	6.1	2.94	17.5	15.8	7.6	4.38	331.4	460	29.1	34.5	31.6	39.1
25	174.3	201	82.9	100	6.9	3.79	43.8	52.1	112.3	163	30.5	36.5
26	8.2	4.79	17.9	16.2	6.4	3.29	26.2	25.4	33.8	41.1	3984.7	105059
27	12.3	7.49	14.4	11.6	12.6	8.30	12.7	9.56	22.3	22.9	2288.5	35747
28	6.4	3.21	11.5	8.32	6.7	3.52	11.6	8.32	25.9	28.3	2276.7	34125
29	6.2	2.93	256.7	374	6.2	2.96	12.5	9.26	576.1	1414	662.1	4174
30	22.5	15.9	14.4	11.4	6.9	3.35	9.9	6.54	264.4	659	1367.1	10861
31	1173.8	3161	18.6	16.8			477.6	749			301.3	1206
Total		4894		22507		4482		5483		45499		847932

Total Anual: **962419 t/año** **Producción Anual:** **6637 t/año/km^2**

Concentración de Sedimentos Suspendidos (mg/l)

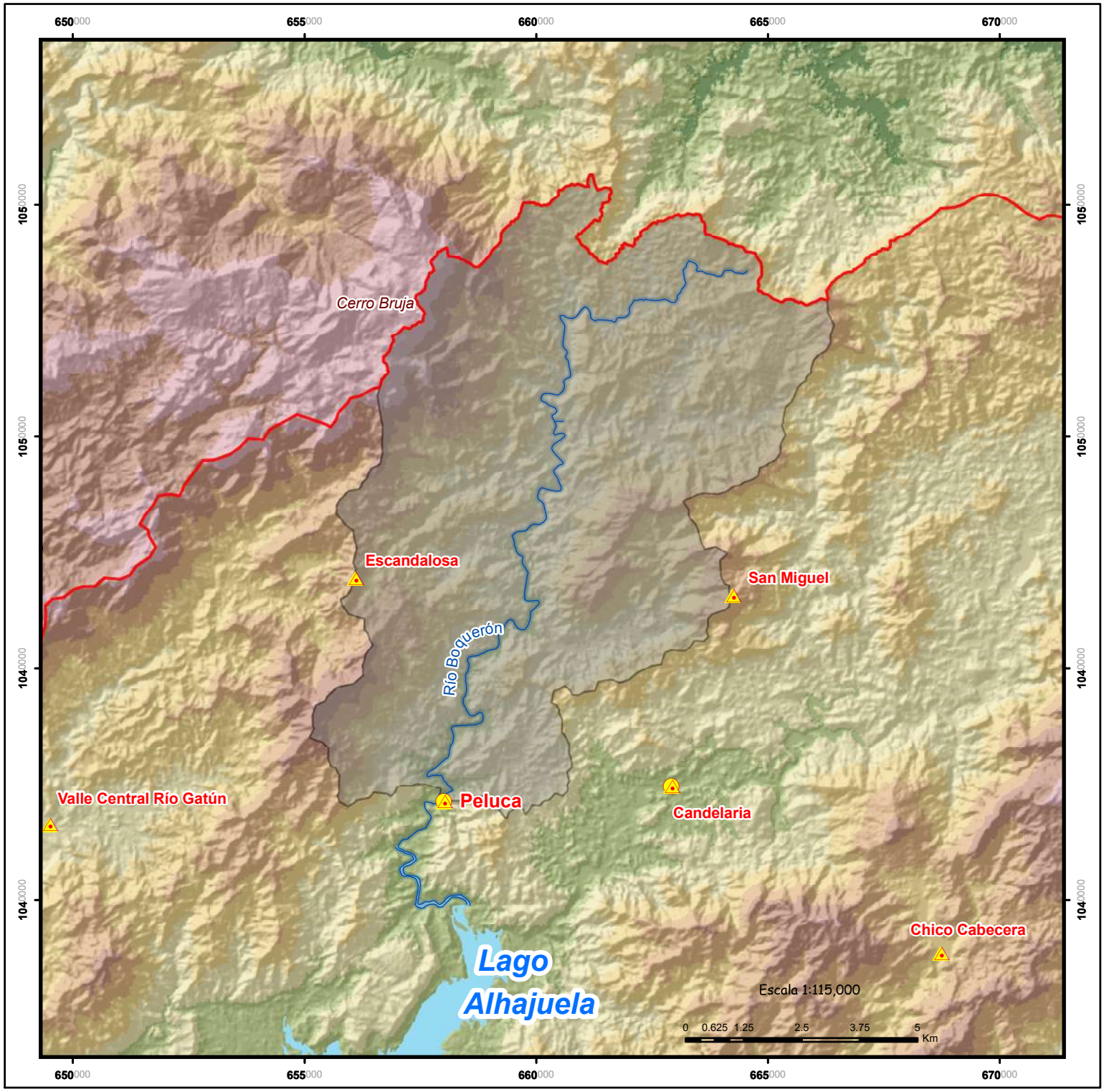
Mínimo Diario:	4.5	Promedio Anual:	**1623.9**
Máximo Diario:	6450.6	Máxima Instantánea	11125.4

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa
Estación Candelaria en el río Pequení
Hidrograma de concentraciones de sedimentos suspendidos
promedios diarias (mg/l)
Año 2010

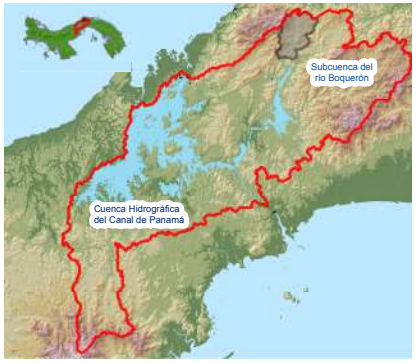


Subcuenca del río Boquerón

(hasta la estación Peluca)



Localización Regional



LEYENDA

- Fluviográfica
- Pluviográfica
- Subcuenca del río Boquerón
- Cuerpos de Agua
- Límite de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
- Ríos

Altitudes (metros)

0 - 47	385 - 541
48 - 141	542 - 721
142 - 250	722 - 972
251 - 384	973 - 1007

Autoridad del Canal de Panamá
Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

CANAL DE PANAMÁ

Estación Peluca en el Río Boquerón

LOCALIZACIÓN: La estación está a 400 m (0.248mi) aguas abajo de su confluencia con la quebrada Peluca, en la provincia de Colón, distrito de Colón, en el poblado de Boquerón Arriba, frente a la escuela del mismo nombre. Sus coordenadas geográficas son: 9º 22’ 48” de latitud Norte y 79º 33’ 40” de longitud Oeste.

CÓDIGO DE LA ESTACIÓN: 115-05-01

ÁREA DE DRENAJE: 91.0 km^2 (35.0 mi^2)

PERIODO DE REGISTRO: Desde enero de 1981 hasta la fecha.

VALORES EXTREMOS Y PROMEDIOS PARA EL AÑO 2010

CAUDAL SÓLIDO:

Concentración (mg/l)			Rendimiento líquido	Producción anual de sedimentos	
Máxima Instantánea	Mínima diaria	Promedio anual	($l/s/km^2$)	t/año	t/año/km^2
15079.9	1.5	1677.9	127	608373	6715

ESTACIÓN PELUCA EN EL RÍO BOQUERÓN
Concentraciones de Sedimentos Suspendidos (mg/l) y Caudales Sólidos Promedios Diarios (t/d)

LATITUD 9º 22' 48" N LONGITUD 79º 33' 40" O Año: 2010 Área de Drenaje: 90.6 km²

DIA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	6.2	1.73	1.9	0.272	81.3	64.7	5.4	1.38	856.5	1824	9.7	3.49
2	5.6	1.51	1.9	0.280	6.5	1.83	4.8	1.17	58.2	50.4	10.1	3.65
3	5.5	1.45	2.0	0.303	3.5	0.708	3.2	0.617	61.5	42.5	11.3	4.28
4	4.7	1.13	2.0	0.311	15.9	4.18	2.7	0.488	14.9	6.71	20.5	8.74
5	4.4	1.03	2.0	0.296	25.7	14.0	3.1	0.579	8.7	2.93	31.7	16.8
6	4.3	1.00	2.0	0.309	42.8	33.0	3.0	0.577	7.8	2.48	382.7	461
7	4.1	0.932	2.2	0.359	31.4	19.5	2.8	0.498	6.4	1.85	841.2	3783
8	4.0	0.877	1.9	0.275	42.7	32.3	2.8	0.514	7.4	2.23	60.2	56.5
9	4.0	0.896	1.7	0.244	13.0	5.47	2.7	0.472	14.7	6.48	24.6	14.9
10	4.0	0.882	1.6	0.211	7.7	2.47	3.7	0.765	39.7	26.7	689.7	1649
11	5.0	1.24	1.7	0.234	5.7	1.51	3.8	0.808	13.5	5.84	75.3	81.4
12	5.3	1.36	1.8	0.264	4.4	1.03	3.7	0.769	10.6	4.05	90.8	91.3
13	4.9	1.22	2.1	0.323	3.6	0.743	4.4	1.00	59.7	52.1	123.9	153
14	4.4	1.02	2.0	0.295	3.1	0.583	3.6	0.763	45.8	38.5	43.5	35.3
15	4.1	0.903	1.8	0.247	2.8	0.501	43.9	25.7	655.6	2147	38.6	26.9
16	3.5	0.717	1.8	0.252	2.5	0.425	132.0	107	118.0	155	65.9	59.9
17	3.4	0.679	2.3	0.375	2.3	0.379	13.5	5.60	55.6	52.0	23.4	13.8
18	3.1	0.597	1.8	0.261	2.4	0.401	5.9	1.60	24.9	15.1	345.9	570
19	3.1	0.588	1.6	0.215	6.1	1.28	4.1	0.910	18.9	9.88	489.5	1137
20	2.9	0.536	1.7	0.228	11.3	3.93	3.7	0.770	17.3	8.63	154.8	224
21	2.8	0.500	2.5	0.410	9.4	3.10	3.7	0.764	14.1	6.30	45.6	38.7
22	2.6	0.451	2.2	0.334	5.6	1.50	3.9	0.824	42.7	26.1	32.3	22.8
23	2.5	0.429	1.7	0.236	4.2	0.958	4.5	1.07	17.6	8.81	57.0	45.6
24	2.4	0.387	1.6	0.206	3.2	0.624	3.9	0.853	12.7	5.34	197.7	206
25	2.2	0.360	1.5	0.191	2.8	0.515	28.0	15.4	11.2	4.39	28.6	18.7
26	2.6	0.433	137.9	155	2.6	0.451	62.1	32.7	245.8	230	159.5	129
27	3.8	0.774	9.8	2.79	2.4	0.408	46.9	27.0	42.1	29.9	269.7	349
28	2.1	0.322	17.4	6.91	2.3	0.366	191.6	179	14.8	6.73	53.5	46.0
29	2.3	0.379			2.4	0.405	18.6	9.33	11.8	4.73	22.1	12.6
30	2.2	0.339			2.7	0.467	10.8	4.10	12.2	4.94	20.2	10.9
31	2.0	0.301			20.8	10.0			11.1	4.30		
Total		25.0		171		208		423		4786		9274

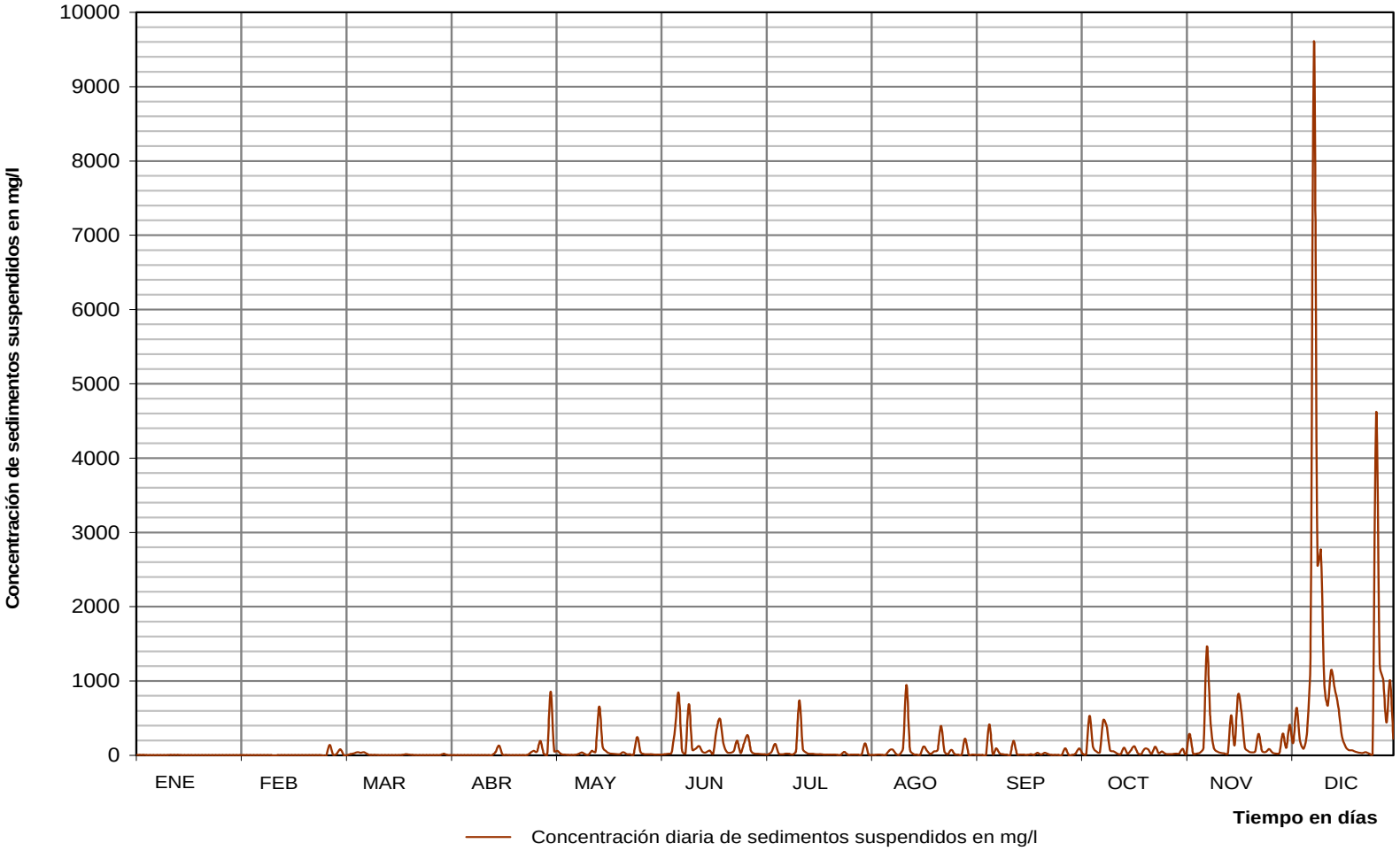
DÍA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	17.4	8.67	16.1	6.88	7.5	2.33	92.6	55.3	15.1	6.92	411.0	679
2	14.0	6.17	6.9	2.05	6.6	1.94	20.8	9.08	288.9	283	163.1	245
3	11.4	4.50	6.3	1.79	7.7	2.37	17.6	7.60	21.3	11.6	640.8	2439
4	52.4	29.4	8.3	2.48	7.5	2.34	529.9	928	21.9	12.4	191.4	349
5	153.3	131	7.4	2.28	416.2	550	114.8	126	35.2	20.7	88.7	109
6	24.4	14.1	7.1	2.11	17.9	8.51	51.2	42.2	100.4	114	328.8	628
7	13.9	6.06	60.7	28.4	92.8	62.2	38.9	28.8	1465.1	15580	1424.2	16160
8	22.5	10.8	75.8	43.0	27.0	14.4	471.3	1068	494.0	1455	9608.3	353576
9	20.0	9.65	16.5	7.06	13.4	5.64	388.3	939	96.6	123	2567.0	19087
10	9.9	3.60	8.1	2.61	8.4	2.81	66.9	68.4	51.7	47.0	2773.3	15849
11	55.8	30.8	98.2	61.6	7.3	2.26	54.8	44.8	33.7	24.3	957.5	5790
12	739.8	1791	945.0	2803	193.6	150	23.4	13.8	25.1	15.4	667.5	2673
13	85.5	100	77.2	72.9	16.0	7.44	16.8	8.23	24.1	14.1	1144.7	10040
14	36.0	26.3	16.7	8.07	10.2	3.72	101.5	83.0	541.7	1601	913.5	6700
15	19.8	10.6	11.3	4.41	8.3	2.73	21.0	11.2	135.1	203	656.2	2681
16	20.6	11.0	9.0	3.10	6.7	1.98	68.3	61.0	814.1	2415	277.6	637
17	14.1	6.25	119.1	83.2	11.4	4.13	123.9	113	587.9	1700	129.1	194
18	12.1	4.94	60.8	37.0	7.8	2.46	28.9	18.3	105.2	140	70.7	76.5
19	10.5	3.99	16.4	7.53	33.7	15.1	15.9	7.54	55.6	52.9	67.9	69.1
20	9.8	3.55	55.6	35.7	11.2	4.17	86.3	67.8	39.2	30.8	48.3	42.0
21	9.0	3.11	69.4	52.3	32.1	13.4	80.1	76.8	52.9	44.9	35.5	26.4
22	8.2	2.70	394.9	491	16.6	6.90	19.8	10.5	288.7	522	29.9	20.2
23	7.4	2.30	48.7	36.7	6.5	1.88	115.1	94.5	59.5	58.5	40.8	30.8
24	7.8	2.45	15.8	7.47	6.1	1.70	28.8	18.6	45.6	38.4	21.0	11.3
25	45.7	22.6	74.8	51.2	5.8	1.56	51.4	39.3	84.3	77.2	12.9	5.22
26	8.8	2.97	15.0	6.81	5.1	1.29	20.7	11.2	34.2	24.5	4612.5	90010
27	8.9	2.85	10.7	4.07	92.0	56.7	15.5	7.23	22.3	12.8	1227.7	12159
28	8.8	2.95	8.4	2.79	7.7	2.40	16.7	8.03	32.6	21.8	1028.2	8281
29	9.2	2.99	221.1	166	5.2	1.33	21.6	11.4	293.7	510	440.1	1307
30	11.5	3.87	10.5	3.94	22.1	6.83	22.2	11.8	101.0	127	1005.9	6473
31	159.8	113	8.7	2.94			86.3	54.6			221.4	451
Total		2375		4041		940		4045		25287		556798

Total Anual: **608373 t/año** **Producción Anual:** **6715 t/año/km^2**

Concentración de Sedimentos Suspendidos (mg/l)

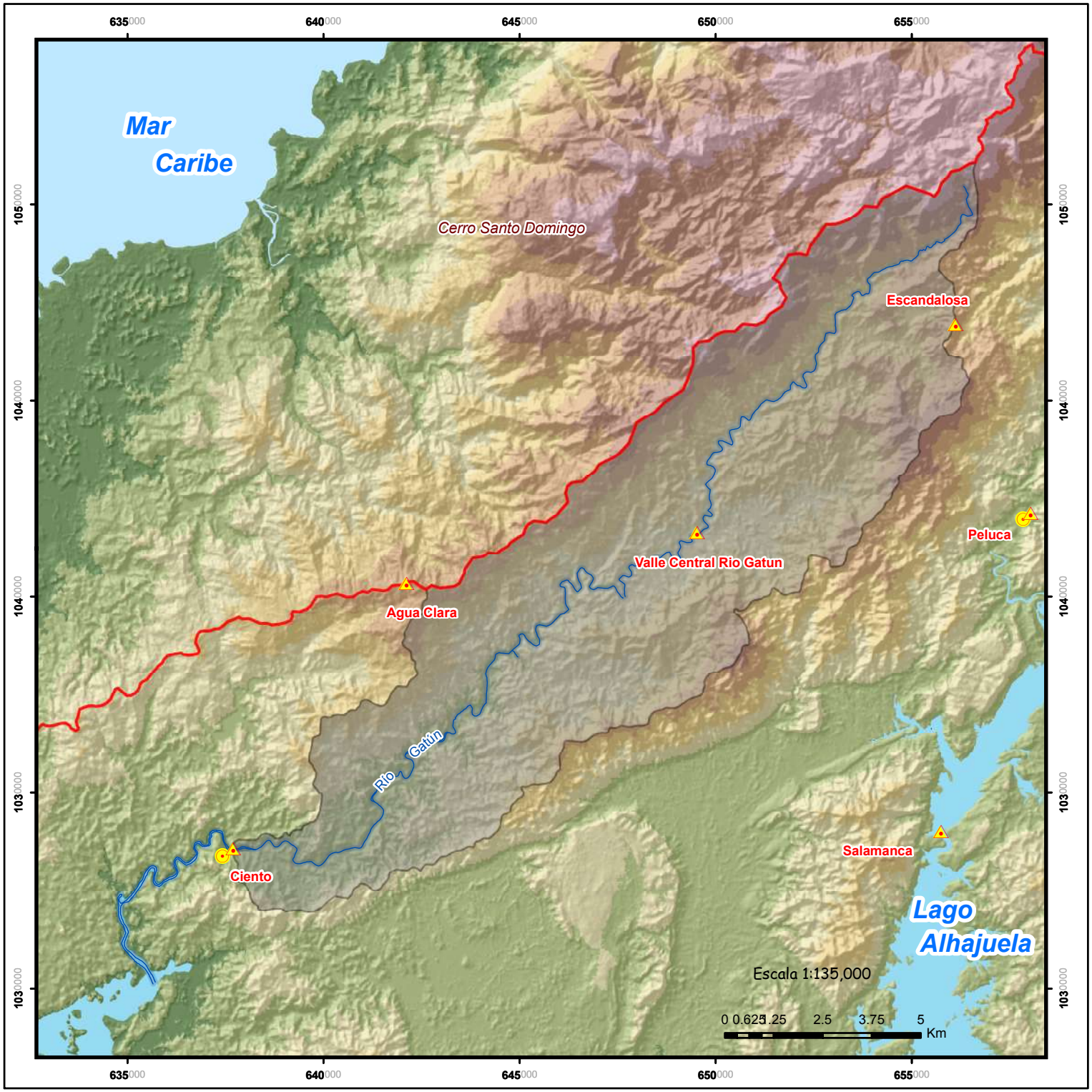
Mínimo Diario:	1.5	Promedio Anual:	**1677.9**
Máximo Diario:	9608.3	Máxima Instantánea	15070.9

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa
Estación Peluca en el río Boquerón
Hidrograma de concentraciones de sedimentos suspendidos
promedios diarias (mg/l)
Año 2010



Subcuenca del río Gatún

(hasta la estación Ciento)



Localización Regional

LEYENDA

- Fluviográfica
- Limnigráfica
- Pluviográfica
- Subcuenca del río Gatún
- Cuerpos de Agua
- Límite de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
- Ríos

Altitudes (metros)

0 - 47	385 - 541
48 - 141	542 - 721
142 - 250	722 - 972
251 - 384	973 - 1007

Autoridad del Canal de Panamá
Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

CANAL DE PANAMÁ

Estación Ciento en el Río Gatún

LOCALIZACIÓN: La estación está a 6.4 km (3.98mi) aguas arriba del puente de la carretera Transístmica, en la provincia de Colón, distrito de Colón. Sus coordenadas geográficas son: 9° 17’ 52” de latitud Norte y 79° 43’ 41” de longitud Oeste.

CÓDIGO DE LA ESTACIÓN: 115-02-02

ÁREA DE DRENAJE: 119 km^2 (45.9 mi^2)

PERIODO DE REGISTRO: Desde enero de 1987 hasta la fecha.

VALORES EXTREMOS Y PROMEDIOS PARA EL AÑO 2010

CAUDAL SÓLIDO:

Concentración (mg/l)			Rendimiento líquido	Producción anual de sedimentos	
Máxima Instantánea	Mínima diaria	Promedio anual	(l/s/km^2)	t/año	t/año/km^2
10071.4	4.2	1197.2	96.3	438362	3684

ESTACIÓN CIENTO EN EL RÍO GATÚN
Concentraciones de Sedimentos Suspendidos (mg/l) y Caudales Sólidos Promedios Diarios (t/d)

LATITUD 9º 17' 52" N LONGITUD 79º 43' 41" O Año: 2010 Área de Drenaje: 119 km²

DIA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	13.0	4.18	4.6	0.766	6.3	1.10	4.5	0.496	7.8	1.56	4.5	0.501
2	12.2	3.80	4.6	0.699	5.0	0.849	4.4	0.417	56.2	17.2	4.4	0.478
3	11.1	3.25	4.6	0.669	4.5	0.608	4.4	0.382	20.6	6.82	4.4	0.447
4	10.2	2.87	4.6	0.679	4.5	0.560	4.3	0.355	6.5	1.39	4.5	0.491
5	11.0	3.20	4.6	0.659	4.5	0.578	4.3	0.340	5.1	0.865	4.5	0.556
6	9.6	2.61	4.6	0.643	5.2	0.886	4.3	0.327	4.5	0.526	4.5	0.486
7	8.5	2.12	4.6	0.617	7.0	1.55	4.3	0.317	4.4	0.440	251.4	351
8	8.0	1.95	4.5	0.611	9.4	2.46	4.3	0.299	4.4	0.402	46.3	26.2
9	9.0	2.35	4.5	0.586	5.6	1.08	4.3	0.297	4.4	0.389	10.1	2.76
10	8.1	1.98	4.5	0.583	5.9	1.08	4.2	0.289	4.5	0.523	702.5	797
11	8.2	2.02	4.5	0.596	5.0	0.866	4.3	0.304	4.5	0.576	83.3	63.9
12	8.4	2.08	4.6	0.616	4.6	0.636	4.3	0.303	4.5	0.503	42.3	19.6
13	8.1	1.98	4.5	0.607	4.5	0.570	4.3	0.317	16.2	4.01	79.2	65.7
14	7.5	1.76	4.5	0.610	4.5	0.542	4.3	0.303	5.0	0.901	35.3	19.3
15	7.1	1.62	4.5	0.591	4.5	0.496	6.8	0.799	329.6	418	13.8	4.55
16	6.6	1.44	4.5	0.582	4.4	0.473	5.4	0.875	59.4	37.1	9.4	2.53
17	6.3	1.34	4.5	0.571	4.4	0.466	4.8	0.694	200.3	170	9.2	2.42
18	6.2	1.29	4.5	0.565	4.4	0.471	4.4	0.462	11.3	3.24	91.7	48.8
19	6.0	1.22	4.5	0.550	4.4	0.468	4.4	0.377	26.4	7.46	577.6	873
20	6.0	1.24	4.5	0.559	4.6	0.593	4.3	0.319	12.0	3.31	299.6	428
21	5.7	1.12	4.5	0.556	4.5	0.581	4.3	0.315	6.9	1.48	29.3	14.8
22	5.6	1.12	4.5	0.563	4.5	0.491	4.3	0.343	26.1	5.70	15.4	5.48
23	5.5	1.08	4.5	0.549	4.4	0.451	4.3	0.302	19.0	6.32	20.0	7.30
24	5.2	0.979	4.5	0.531	4.4	0.420	4.3	0.333	5.1	0.934	11.4	3.38
25	4.9	0.883	4.5	0.556	4.4	0.406	7.6	0.988	4.6	0.658	8.5	2.12
26	5.1	0.934	14.0	4.15	4.4	0.393	11.2	2.46	546.7	237	6.5	1.38
27	6.0	1.22	6.8	1.38	4.4	0.377	4.5	0.526	188.5	165	21.2	6.72
28	4.9	0.895	4.5	0.603	4.3	0.365	4.5	0.541	8.5	2.08	12.9	3.95
29	4.7	0.819			4.3	0.370	6.1	1.10	4.7	0.781	6.6	1.42
30	4.7	0.794			4.4	0.397	10.3	1.98	4.5	0.595	5.5	1.08
31	4.7	0.808			4.4	0.402			4.5	0.554		
Total		54.9		21.2		21.0		17.2		1096		2754

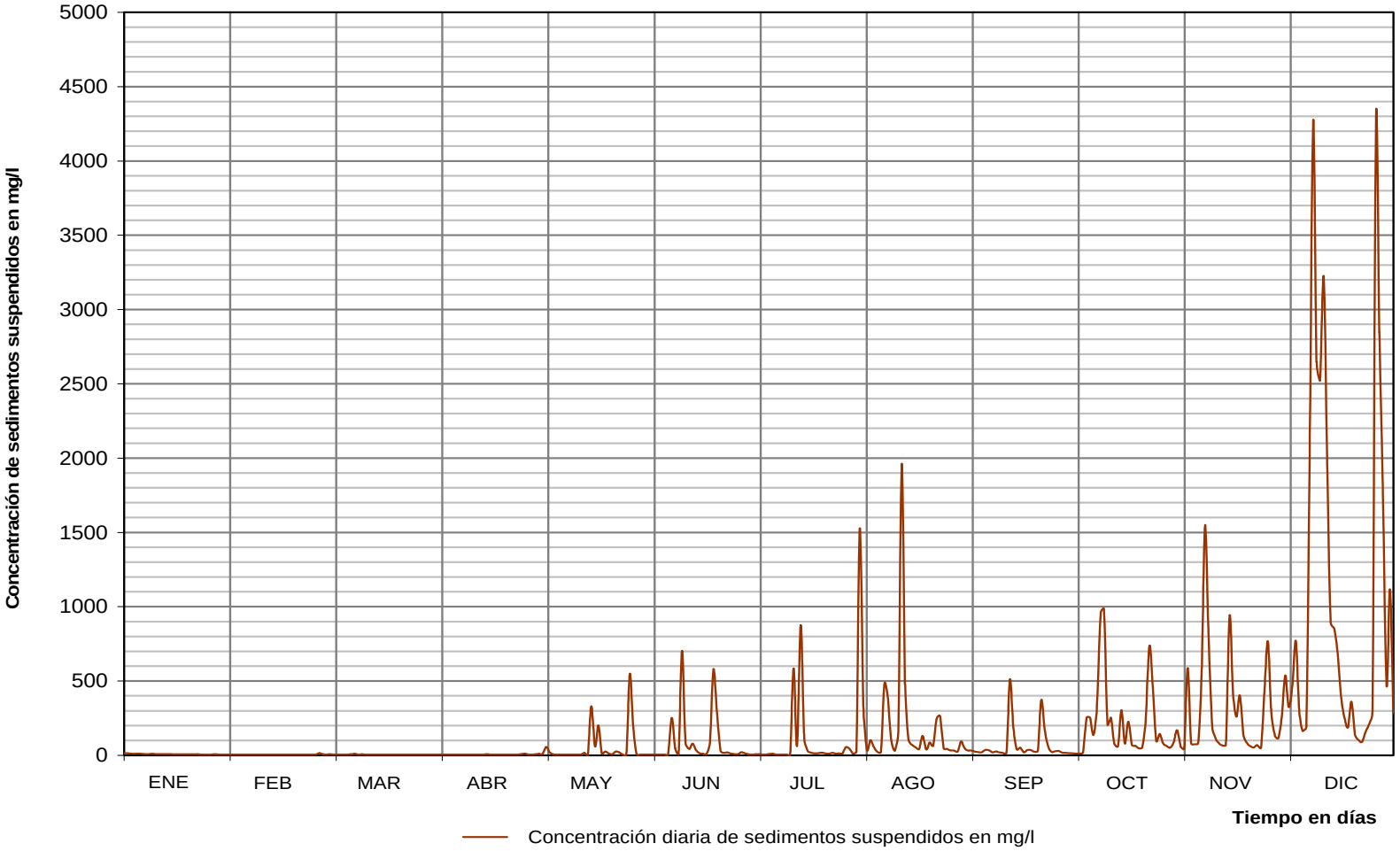
DÍA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	6.4	1.33	307.5	470	32.7	17.9	11.9	3.65	42.9	27.9	325.6	615
2	5.7	1.13	36.3	20.7	23.8	11.0	11.5	3.46	587.6	911	467.7	1137
3	4.7	0.794	101.5	62.4	20.9	8.91	17.9	6.56	80.6	72.4	770.3	2882
4	4.6	0.708	55.7	37.6	20.5	8.67	252.8	300	73.5	64.3	297.4	587
5	8.4	1.78	24.3	11.3	37.4	18.1	253.1	348	81.6	72.4	163.3	232
6	9.1	2.20	21.2	9.02	33.0	17.4	136.7	169	547.9	1621	191.1	292
7	4.6	0.756	477.1	596	20.1	8.37	319.6	499	1547.8	25099	2082.5	24785
8	4.6	0.726	391.7	572	25.0	11.6	955.9	3425	826.0	5316	4272.1	121713
9	4.6	0.704	101.3	94.4	18.9	7.57	984.8	4980	198.6	514	2650.0	25121
10	4.6	0.703	31.0	16.5	16.3	6.01	207.4	330	114.9	222	2524.7	19721
11	4.6	0.720	161.1	136	16.3	5.96	254.1	355	80.0	127	3219.3	27169
12	584.2	536	1961.5	11861	511.7	495	78.6	72.9	66.3	95.0	1965.8	11861
13	64.3	44.0	475.4	1105	188.9	203	61.2	48.9	68.9	93.7	894.4	4184
14	875.0	1478	102.0	109	39.8	23.5	304.1	387	939.3	7651	855.5	3773
15	122.9	128	69.6	60.0	52.2	29.6	79.2	72.9	417.8	1555	699.0	2407
16	29.9	15.4	53.4	39.5	19.8	8.20	227.1	287	259.0	635	388.3	914
17	18.1	7.10	43.8	28.8	35.3	17.3	69.2	59.6	402.4	1242	250.5	459
18	13.2	4.30	130.5	109	35.5	19.3	63.9	52.2	129.5	264	187.7	291
19	12.2	3.64	39.2	24.2	24.6	10.6	47.2	32.5	82.1	132	360.8	665
20	18.3	6.98	86.8	69.8	31.2	15.9	53.2	37.8	60.6	82.6	134.1	170
21	12.6	3.94	64.3	50.1	373.6	305	240.5	328	53.5	68.1	103.2	113
22	8.9	2.29	244.1	213	173.5	172	735.2	1526	69.8	99.1	90.1	90.7
23	16.8	6.05	264.2	357	61.1	37.1	457.7	871	50.1	61.4	153.8	182
24	10.8	3.12	46.5	31.5	22.5	10.0	96.9	100	428.6	848	205.2	265
25	12.9	3.89	42.6	26.7	27.4	12.8	144.9	176	767.9	2065	294.4	347
26	10.8	3.09	31.7	17.3	29.6	14.6	80.7	75.6	296.5	566	4273.9	50287
27	54.3	22.2	32.5	17.9	17.6	6.81	62.8	50.9	130.6	163	2849.7	23470
28	42.8	22.1	25.0	11.8	16.5	6.12	51.1	36.9	116	135	1805.8	10278
29	11.2	3.29	93.9	65.1	13.9	4.67	87.3	73.8	260.1	407	474.6	1249
30	22.0	8.52	47.8	32.1	12.7	4.04	169.7	181	537.2	1358	1115.1	5766
31	1526.5	6212	32.6	18.0			57.0	43.5			283.6	549
Total		8525		16274		1517		14934		51569		341578

Total Anual: **438362 t/año** **Producción Anual:** **3684 t/año/km^2**

Concentración de Sedimentos Suspendidos (mg/l)

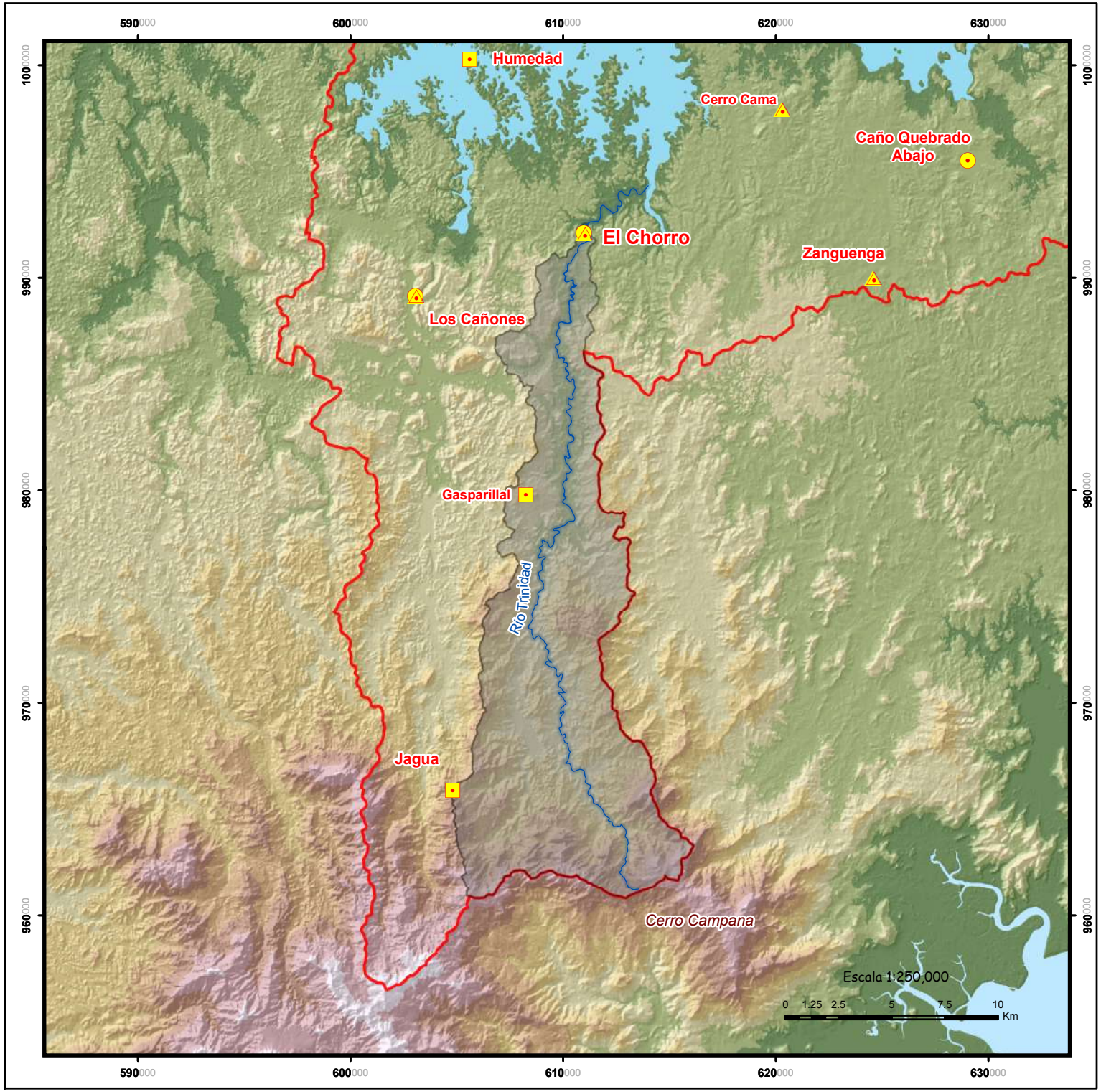
Mínimo Diario:	4.2	Promedio Anual:	**1197.2**
Máximo Diario:	4273.9	Máxima Instantánea	10071.4

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa
Estación Ciento en el río Gatún
Hidrograma de concentraciones de sedimentos suspendidos
promedios diarias (mg/l)
Año 2010

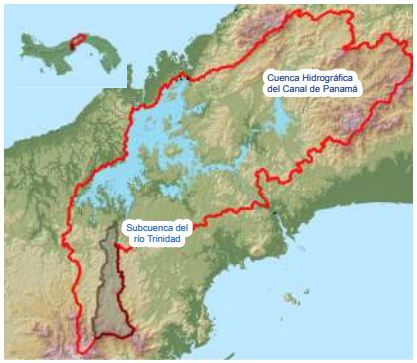


Subcuenca del río Trinidad

(hasta la estación El Chorro)



Localización Regional



LEYENDA

- Fluviográfica
- Pluviográfica
- Principal (Tipo A)
- Subcuenca del río Trinidad
- Cuerpos de Agua
- Límite de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
- Ríos

Altitudes (metros)

- 0 - 47
- 48 - 141
- 142 - 250
- 251 - 384
- 385 - 541
- 542 - 721
- 722 - 972
- 973 - 1007

Autoridad del Canal de Panamá

Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

CANAL DE PANAMÁ

Estación El Chorro en el Río Trinidad

LOCALIZACIÓN: La estación está a 1.2 km (0.746mi) aguas arriba del Puerto de Trinidad, cerca del poblado Los Chorros de Trinidad, en el distrito de Capira, provincia de Panamá. Sus coordenadas geográficas son: 8° 58’ 32” de latitud Norte y 79° 59’ 25” de longitud Oeste.

CÓDIGO DE LA ESTACIÓN: 115-03-02

ÁREA DE DRENAJE: 171 km^2 (66.0 mi^2)

PERIODO DE REGISTRO: Desde enero de 1987 hasta la fecha.

VALORES EXTREMOS Y PROMEDIOS PARA EL AÑO 2010

CAUDAL SÓLIDO:

Concentración (mg/l)			Rendimiento líquido	Producción anual de sedimentos	
Máxima Instantánea	Mínima diaria	Promedio anual	(l/s/km^2)	t/año	t/año/km^2
887.4	5.6	259.2	52.1	73573	430

ESTACIÓN EL CHORRO EN EL RÍO TRINIDAD
Concentraciones de Sedimentos Suspendidos (mg/l) y Caudales Sólidos Promedios Diarios (t/d)

LATITUD 8º 58' 32" N LONGITUD 79º 59' 25" O Año: 2010 Área de Drenaje: 171 km²

DÍA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	11.8	3.14	8.0	1.08	7.6	0.908	7.4	0.801	9.9	2.17	8.5	1.34
2	10.0	2.40	7.9	1.05	7.5	0.872	7.1	0.719	8.8	1.51	8.5	1.36
3	9.8	2.26	7.8	1.01	7.3	0.766	6.4	0.492	254.2	317	8.6	1.42
4	9.7	2.17	7.8	0.972	7.1	0.726	6.1	0.416	78.0	58.5	8.4	1.31
5	9.6	2.05	7.9	1.02	7.2	0.733	6.0	0.393	30.4	14.1	8.3	1.23
6	9.4	1.96	8.1	1.12	7.4	0.815	6.1	0.408	13.4	3.87	8.3	1.26
7	9.3	1.88	7.9	1.03	7.2	0.749	5.9	0.379	11.7	2.97	55.5	16.8
8	9.4	1.91	7.8	1.00	7.0	0.662	5.7	0.331	9.4	1.95	9.6	2.03
9	9.4	1.92	7.7	0.965	6.9	0.655	5.6	0.307	9.0	1.63	14.7	3.06
10	9.2	1.79	7.6	0.912	6.8	0.609	5.6	0.297	8.8	1.55	101.2	90.6
11	9.2	1.80	7.5	0.857	6.6	0.554	5.6	0.301	8.6	1.42	44.7	23.3
12	9.9	2.19	7.4	0.821	6.7	0.568	6.3	0.465	8.3	1.26	89.8	45.0
13	9.8	2.25	7.3	0.778	7.7	0.881	5.8	0.347	8.2	1.19	31.8	14.7
14	9.4	1.93	7.3	0.785	7.9	1.02	21.8	6.97	8.6	1.39	34.2	17.1
15	9.1	1.74	7.3	0.774	7.4	0.823	7.7	0.934	8.2	1.17	13.7	4.03
16	9.0	1.69	7.3	0.790	6.8	0.596	30.6	6.50	11.3	2.05	10.0	2.36
17	8.9	1.57	7.3	0.797	6.5	0.523	29.9	11.3	9.1	1.69	9.5	1.99
18	8.8	1.52	7.5	0.857	6.4	0.483	8.0	1.05	14.8	4.14	9.1	1.75
19	8.7	1.44	7.3	0.769	6.5	0.507	7.1	0.701	326.4	168	286.7	182
20	8.6	1.39	7.2	0.737	6.7	0.570	16.5	1.99	318.6	642	150.5	159
21	8.5	1.35	7.1	0.706	6.6	0.554	46.7	22.2	61.7	44.2	23.1	9.53
22	8.4	1.29	7.0	0.678	6.7	0.571	8.3	1.23	54.2	30.2	15.4	4.88
23	8.3	1.24	7.0	0.665	6.5	0.529	7.3	0.796	28.8	13.5	175.4	179
24	8.3	1.22	6.9	0.646	6.3	0.467	7.0	0.661	16.8	5.58	73.1	57.6
25	8.3	1.22	6.8	0.606	6.1	0.413	427.5	493	11.1	2.85	25.8	11.4
26	8.2	1.20	8.3	1.18	6.0	0.402	233.0	256	9.8	2.20	21.2	7.75
27	8.5	1.33	8.8	1.55	6.0	0.388	12.4	3.32	9.2	1.80	39.9	23.4
28	8.3	1.26	8.2	1.20	5.9	0.365	28.3	7.46	8.9	1.62	44.7	27.9
29	8.2	1.18			5.8	0.341	15.0	4.46	8.8	1.52	21.3	8.36
30	8.1	1.14			5.9	0.376	17.6	5.75	8.6	1.40	54.7	25.0
31	8.0	1.11			6.6	0.563			14.5	2.88		
Total		52.5		25.3		19.0		831		1337		926

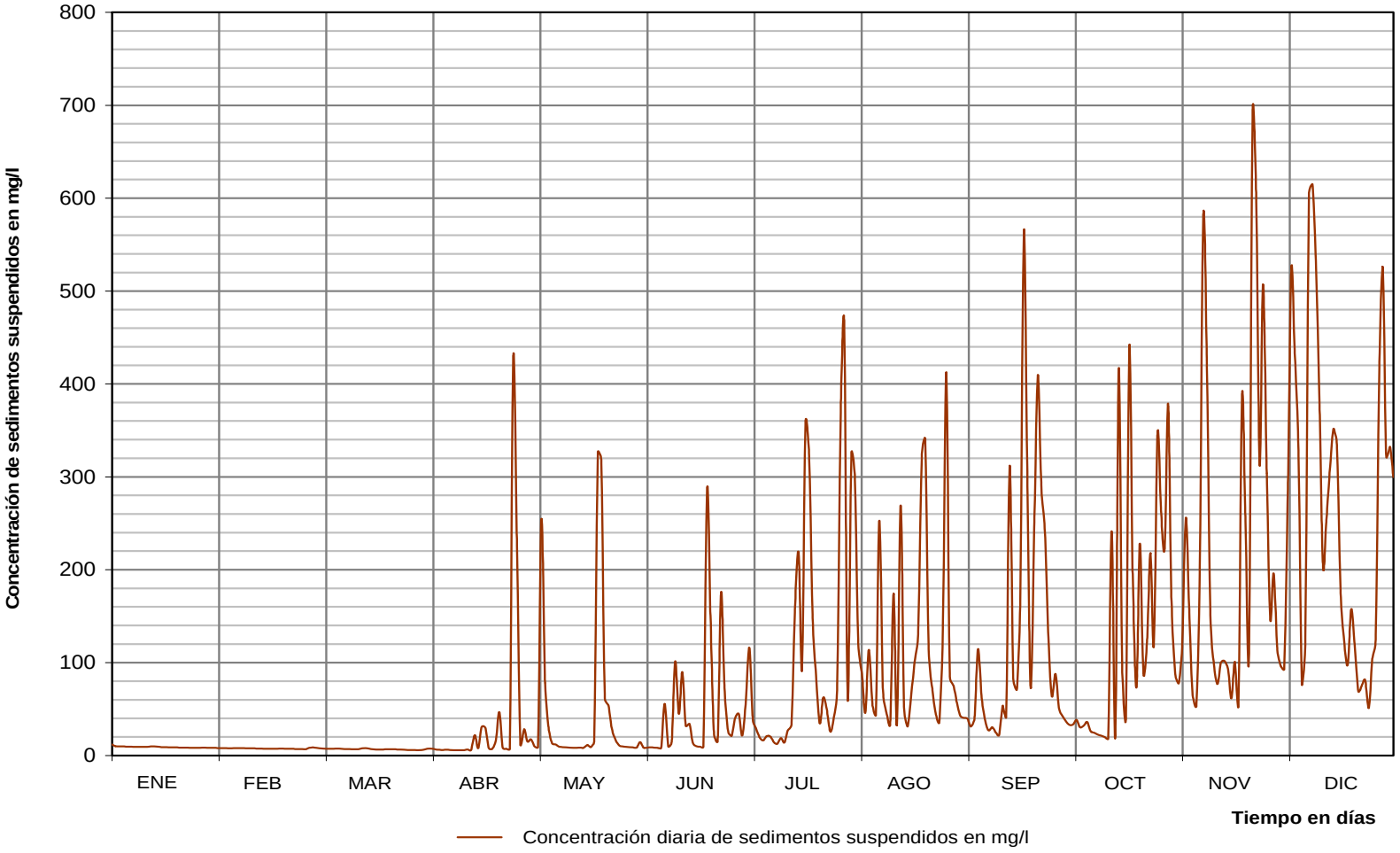
DIA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	116.2	116	121.4	125	39.5	23.5	33.4	17.7	116.7	134	286.6	497
2	39.6	23.1	87.8	84.9	31.1	15.8	38.3	21.3	255.8	374	523.6	2386
3	28.7	13.7	46.2	30.3	40.0	19.9	30.4	15.2	154.0	195	433.1	1386
4	19.0	6.94	113.8	100	114.4	106	32.2	16.6	64.9	53.4	328.5	712
5	16.2	5.35	54.4	38.1	62.0	43.8	36.1	18.9	53.5	38.8	77.2	69.5
6	20.8	7.99	43.9	27.0	38.0	21.6	26.2	11.8	197.2	264	122.9	137
7	20.3	7.51	252.5	294	27.1	12.5	24.5	10.7	579.3	3521	605.6	3856
8	14.4	4.37	69.7	59.3	30.4	14.8	22.6	9.29	425.5	1383	615.2	5429
9	12.7	3.54	45.8	29.8	25.1	11.0	21.2	8.39	151.4	216	532.7	2845
10	18.7	6.43	33.1	17.5	21.8	8.74	19.7	7.42	99.2	108	377.3	1019
11	13.8	4.09	174.0	137	53.8	28.4	18.1	6.44	77.0	71.0	204.2	357
12	27.0	11.6	33.5	17.8	41.8	23.2	241.6	247	100.0	101	253.3	494
13	33.2	13.9	269.2	345	311.7	371	20.8	8.09	101.9	111	310.7	664
14	157.2	162	50.5	34.3	81.8	68.4	416.9	640	92.8	95.3	351.9	870
15	218.1	236	31.0	15.7	70.9	45.8	94.7	91.4	61.5	48.8	334.0	801
16	93.6	84.1	65.3	47.4	161.3	123	42.3	25.9	101.0	90.6	174.7	276
17	357.9	446	101.3	90.1	564.8	2570	440.5	902	56.4	42.4	124.2	157
18	322.2	649	130.5	105	297.5	608	195.7	275	386.6	831	97.8	106
19	148.1	162	322.7	585	72.7	63.4	73.4	61.0	257.1	446	157.6	187
20	85.7	76.1	339.7	663	250.9	394	227.9	314	113.2	125	119.6	145
21	34.8	19.0	114.5	124	409.5	911	89.2	88.0	690.0	3485	69.2	59.5
22	62.2	36.7	70.5	56.5	291.5	576	122.3	117	602.8	3115	75.2	65.3
23	51.1	31.0	45.4	29.3	239.9	370	217.8	311	312.4	679	81.1	73.5
24	25.8	11.5	35.8	20.0	127.2	150	118.9	136	507.3	1922	51.3	36.3
25	39.6	21.2	137.2	136	64.2	52.3	345.8	608	303.7	657	104.3	91.9
26	70.2	45.4	412.4	1032	87.8	84.2	264.4	488	147.4	195	124.9	144
27	375.8	446	85.1	78.8	51.1	36.0	224.3	298	195.9	298	423.7	1280
28	465.0	1491	75.4	64.6	42.8	26.8	378.3	991	113.7	135	524.2	2566
29	60.3	46.7	56.8	40.3	36.9	21.0	166.0	244	96.2	103	321.7	726
30	324.5	414	42.8	26.7	33.0	17.4	88.0	88.5	92.6	96.3	332.2	776
31	300.2	577	40.4	24.1			77.6	71.1			299.6	612
Total		5180		4479		6819		6147		18935		28822

Total Anual: **73573 t/año** **Producción Anual:** **430 t/año/km²**

Concentración de Sedimentos Suspendidos (mg/l)

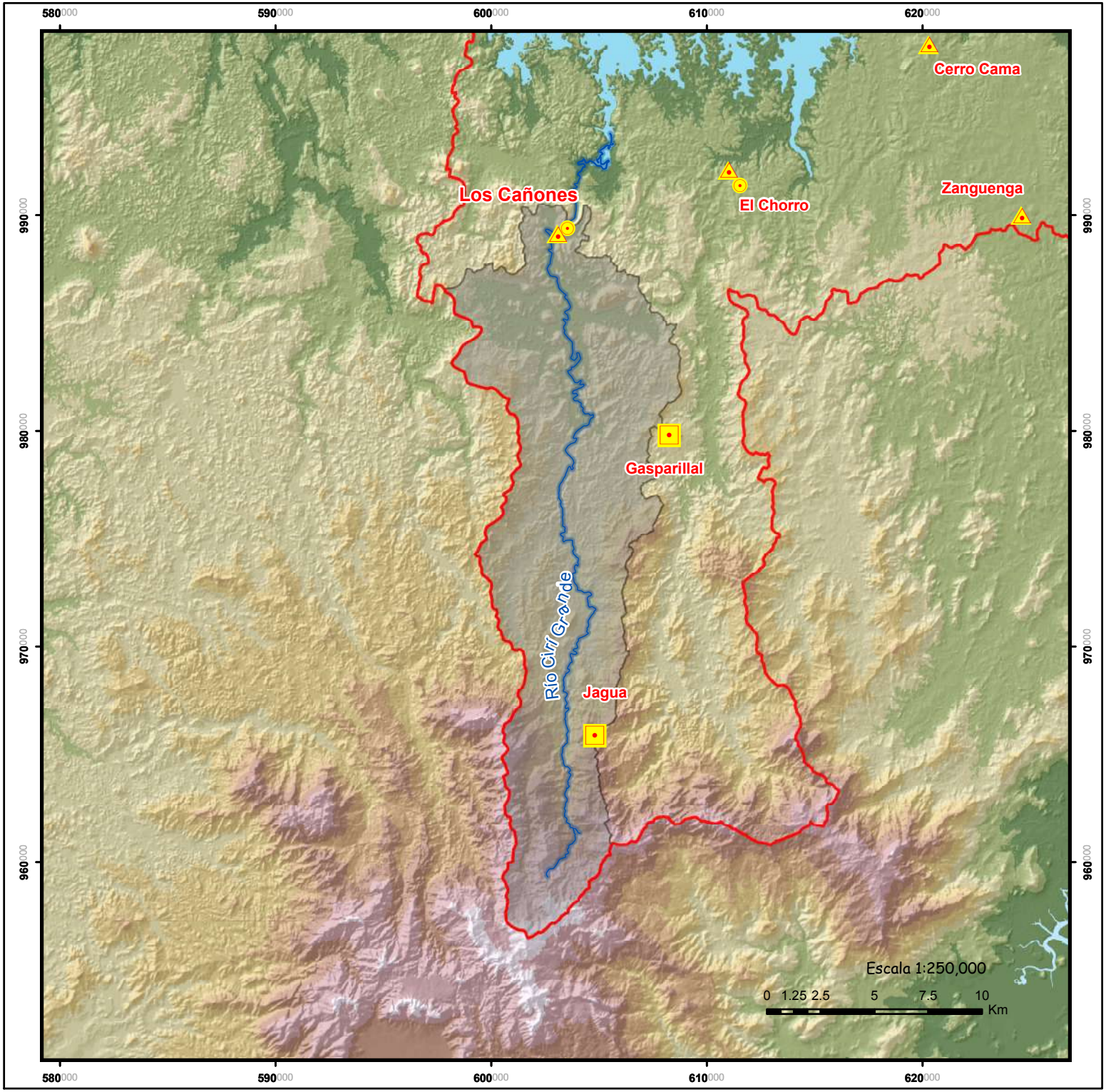
Mínimo Diario:	5.6	Promedio Anual:	**259.2**
Máximo Diario:	690.0	Máxima Instantánea	887.4

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa
Estación El Chorro en el río Trinidad
Hidrograma de concentraciones de sedimentos suspendidos
promedios diarias (mg/l)
Año 2010



Subcuenca del río Cirí Grande

(hasta la estación Los Cañones)



Localización Regional

LEYENDA

- Fluviográfica
- Pluviográfica
- Principal (Tipo A)
- Subcuenca del río Cirí Grande
- Cuerpos de Agua
- Límite de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
- Ríos

Altitudes (metros)

- 0 - 47
- 48 - 141
- 142 - 250
- 251 - 384
- 385 - 541
- 542 - 721
- 722 - 972
- 973 - 1007

Autoridad del Canal de Panamá
Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

CANAL DE PANAMÁ

Estación Los Cañones en el Río Cirí Grande

LOCALIZACIÓN: La estación está a 3.2 km (1.99mi) aguas arriba del poblado Los Chorros de Cirí, en la provincia de Panamá, distrito de Capira. Sus coordenadas geográficas son: 8° 56’ 56” de latitud Norte y 80° 03’ 45” de longitud Oeste.

CÓDIGO DE LA ESTACIÓN: 115-06-01

ÁREA DE DRENAJE: 192 km^2 (74.1 mi^2)

PERIODO DE REGISTRO: Desde enero de 1987 hasta la fecha.

VALORES EXTREMOS Y PROMEDIOS PARA EL AÑO 2010

CAUDAL SÓLIDO:

Concentración (mg/l)			Rendimiento líquido	Producción anual de sedimentos	
Máxima Instantánea	Mínima diaria	Promedio anual	(l/s/km^2)	t/año	t/año/km^2
870.9	4.3	230.0	63.7	88619	462

ESTACIÓN LOS CAÑONES EN EL RÍO CIRI GRANDE
Concentraciones de Sedimentos Suspendidos (mg/l) y Caudales Sólidos Promedios Diarios (t/d)

LATITUD 8º 56' 56" N LONGITUD 80º 03' 45" O Año: 2010 Área de Drenaje: 192 km²

DÍA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	13.7	4.60	6.3	1.17	5.1	0.793	6.2	1.11	8.5	1.97	9.7	2.51
2	12.3	3.83	6.2	1.13	5.1	0.807	4.5	0.574	21.7	5.67	9.9	2.58
3	12.0	3.65	6.0	1.08	4.5	0.631	4.4	0.500	302.1	528	9.8	2.53
4	11.3	3.29	5.8	0.993	4.5	0.604	4.4	0.460	133.0	138	9.9	2.51
5	10.4	2.84	6.2	1.11	5.4	0.847	4.5	0.513	18.3	7.53	11.7	3.41
6	10.1	2.70	6.4	1.19	5.0	0.773	4.4	0.492	11.3	3.28	10.1	2.66
7	9.7	2.50	5.7	0.990	4.5	0.634	4.4	0.433	9.5	2.43	15.2	5.03
8	9.6	2.47	5.8	1.00	4.5	0.613	4.3	0.398	8.8	2.12	14.7	5.17
9	9.3	2.32	5.5	0.914	4.5	0.601	4.3	0.374	8.9	2.15	11.7	3.44
10	8.8	2.12	5.3	0.857	4.5	0.551	4.3	0.364	9.2	2.28	300.0	658
11	9.0	2.19	5.1	0.809	4.5	0.526	4.4	0.462	8.4	1.94	56.8	44.7
12	10.7	2.95	5.0	0.786	4.6	0.600	4.3	0.400	7.3	1.51	174.4	198
13	10.8	3.02	4.9	0.748	6.4	1.12	4.4	0.455	6.9	1.37	64.7	61.0
14	10.9	3.08	4.7	0.694	15.8	5.09	12.8	3.38	7.0	1.40	46.2	36.4
15	10.4	2.81	4.8	0.706	5.2	0.837	4.5	0.580	6.8	1.32	22.1	10.7
16	10.1	2.68	4.8	0.731	4.5	0.599	22.9	5.49	22.4	7.27	17.7	7.30
17	9.6	2.45	5.1	0.803	4.5	0.546	24.3	9.22	17.9	6.75	15.4	5.68
18	9.2	2.28	5.2	0.832	4.5	0.524	5.2	0.835	13.6	4.50	19.0	7.69
19	8.8	2.09	4.6	0.634	4.5	0.543	4.5	0.547	130.3	68.7	255.2	416
20	8.5	2.00	4.5	0.635	4.5	0.561	4.5	0.523	240.1	633	188.2	328
21	8.3	1.91	4.5	0.620	4.5	0.581	7.8	1.62	47.2	39.1	153.3	198
22	7.9	1.73	4.5	0.608	4.5	0.570	4.5	0.554	61.9	47.3	40.2	29.8
23	7.6	1.64	4.5	0.588	4.5	0.566	4	0.518	62.6	59.3	210.9	301
24	7.6	1.62	4.5	0.556	4.4	0.507	4.4	0.487	29.4	17.5	187.3	367
25	7.6	1.62	4.5	0.528	4.4	0.486	196.7	142.1	19.9	8.95	74.6	88.1
26	7.2	1.46	5.9	0.973	4.4	0.458	137.5	138.0	16.4	6.35	62.6	59.6
27	7.6	1.63	7.4	1.52	4.4	0.437	9.0	2.15	13.7	4.61	59.4	60.7
28	7.2	1.48	4.9	0.757	4.4	0.407	35.8	11.9	12.3	3.80	56.7	54.9
29	7.0	1.42			4.4	0.409	38.1	24.9	11.2	3.25	34.4	23.6
30	6.6	1.28			4.4	0.428	16.8	6.27	10.3	2.81	33.1	21.8
31	6.3	1.17			6.4	1.13			9.9	2.59		
Total		72.8		24.0		23.8		356		1616		3007

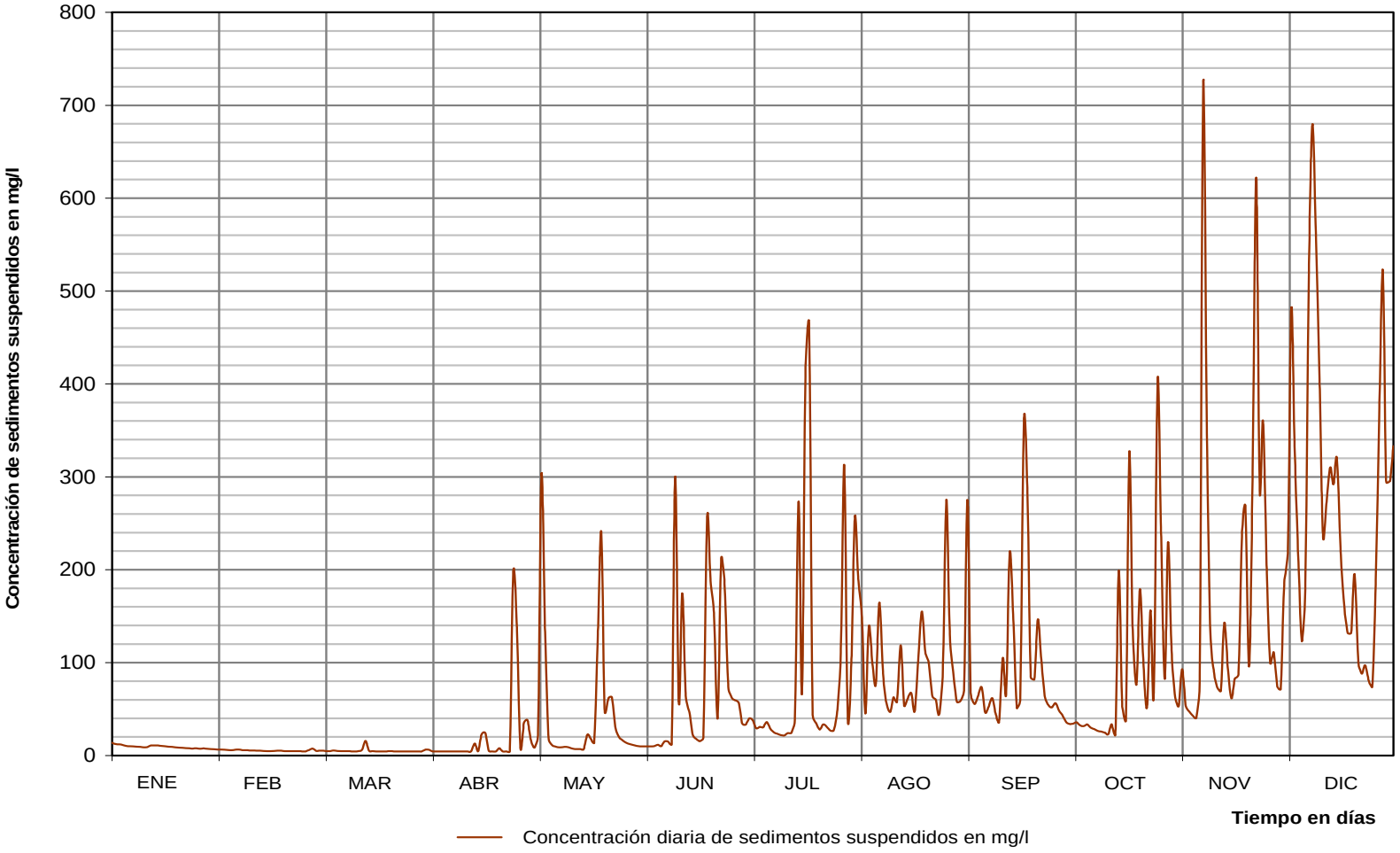
DÍA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	39.8	29.6	190.5	358	275.3	635	34.3	23.4	92.9	123	220.8	559
2	37.9	27.4	148.0	246	65.9	72.4	35.9	25.2	52.9	50.3	480.9	2403
3	29.4	17.8	45.0	37.8	55.3	52.1	32.4	21.2	47.3	41.1	328.8	1399
4	30.9	18.7	138.7	205	63.7	65.6	31.8	20.5	42.9	34.9	208.3	565
5	30.4	18.8	98.4	140	73.4	82.1	33.5	22.3	40.4	31.2	122.8	224
6	35.9	24.9	77.6	93.5	46.5	40.1	30.0	18.6	80.6	101	178.9	397
7	28.7	17.0	164.9	282	52.3	47.2	28.2	16.6	723.5	7433	529.0	3761
8	25.0	13.3	88.6	123	61.7	60.4	26.6	14.9	347.7	1649	679.5	8465
9	23.5	12.0	56.3	56.4	45.0	37.3	25.8	14.2	133.4	258	563.2	5336
10	21.9	10.6	46.8	40.7	36.3	26.0	24.7	13.1	90.9	132	405.2	2243
11	21.5	10.3	62.7	62.3	104.9	104	23.0	11.5	72.8	89.1	236.4	734
12	24.1	12.6	57.6	57.7	67.2	69.5	33.8	21.9	69.6	81.9	270.8	976
13	24.7	12.5	118.6	168	218.1	383	22.8	11.4	142.8	237	310.0	1277
14	39.2	27.0	53.7	51.0	146.4	249	199.1	251	91.9	133	292.0	1194
15	273.0	536	60.9	54.5	51.0	47.3	53.6	47.0	61.5	66.0	319.5	1446
16	67.4	67.4	67.2	75.3	59.4	55.7	38.4	27.9	82.9	99.4	220.3	636
17	414.2	987	47.7	42.1	360.7	1054	326.6	688	87.5	115	163.8	374
18	462.6	1750	101.3	125	288.1	915	135.5	215	238.6	543	131.9	255
19	43.8	35.9	154.8	310	84.3	113	76.5	81.4	267.4	704	132.0	248
20	35.0	24.2	112.0	168	81.8	105	178.9	293	95.7	135	195.2	491
21	28.1	16.5	99.8	144	146.5	238	100.3	144	297.4	666	100.7	158
22	33.5	20.8	63.9	69.3	103.6	153	52.3	48.7	621.9	3902	88.1	125
23	31.2	19.4	59.9	61.3	62.8	68.3	156.1	264	286.6	835	97.0	146
24	26.9	15.2	44.6	37.5	54.2	52.6	67.4	75.7	359.8	1426	80.0	105
25	27.1	15.4	93.5	119	51.7	47.5	403.9	1141	196.3	492	74.0	91.1
26	47.1	35.0	275.1	716	56.3	54.6	245.8	598	99.8	152	184.0	428
27	110.8	103	130.8	225	48.8	42.9	82.6	105	111.4	176	374.7	1881
28	312.5	917	87.4	114	43.6	35.5	229.4	518	74.2	92.1	521.9	3943
29	41.7	32.8	57.9	58.5	36.2	25.9	113.5	175	71.3	85.6	294.3	1154
30	100.2	92.2	58.6	59.6	34.0	23.1	62.4	67.5	185.8	348	295.4	1095
31	256.0	583	69.9	76.9			53.1	50.6			333.0	1321
Total		5502		4375		4957		5025		20230		43429

Total Anual: **88619 t/año** **Producción Anual:** **462 t/año/km^2**

Concentración de Sedimentos Suspendidos (mg/l)

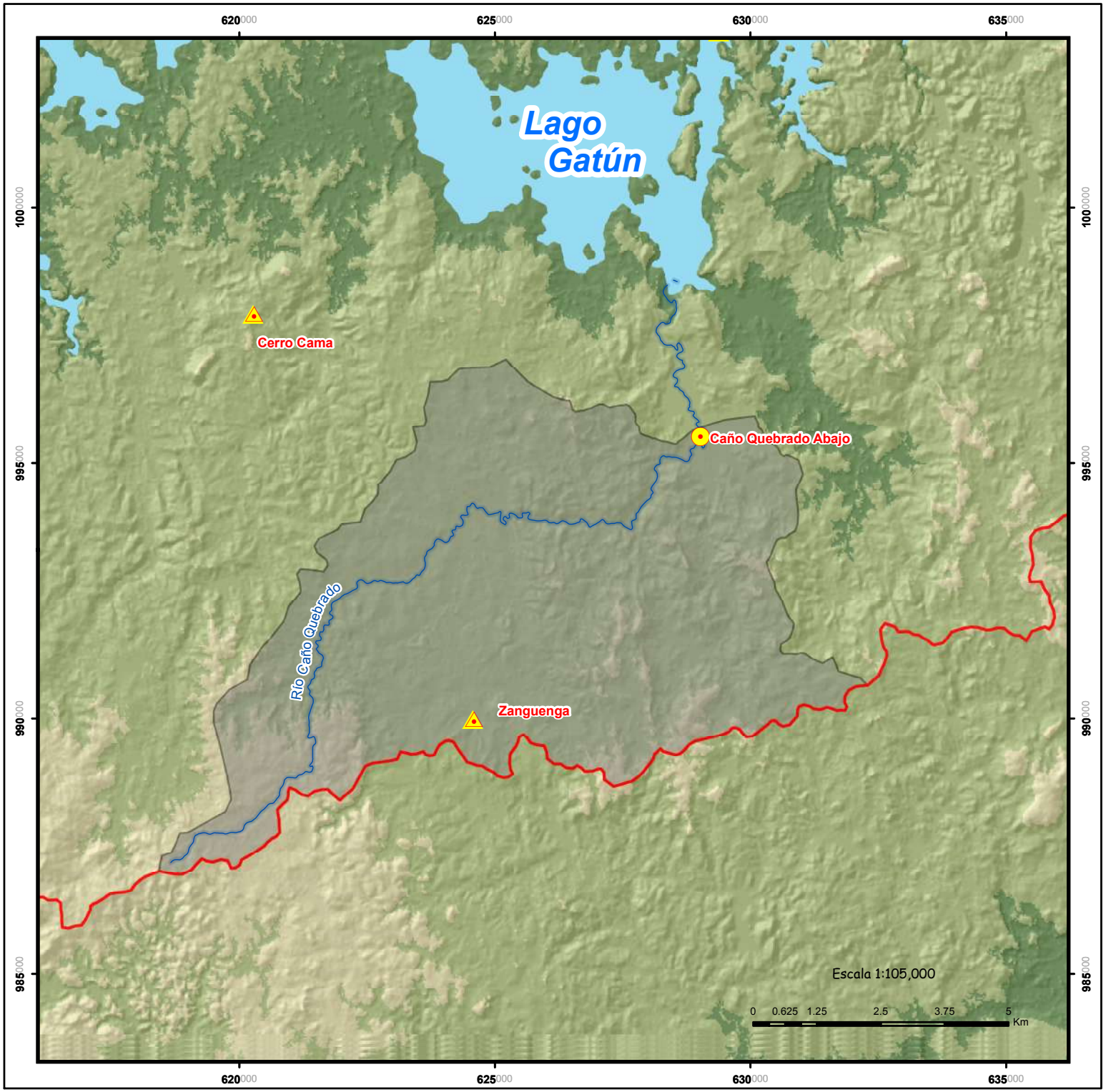
Mínimo Diario:	4.3	Promedio Anual:	**230.0**
Máximo Diario:	723.5	Máxima Instantánea:	870.9

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa
Estación Los Cañones en el río Cirí Grande
Hidrograma de concentraciones de sedimentos suspendidos
promedios diarias (mg/l)
Año 2010



Subcuenca del río Caño Quebrado

(hasta la estación Caño Quebrado Abajo)



Localización Regional

LEYENDA

- Fluviográfica
- Pluviográfica
- Subcuenca del río Caño Quebrado
- Cuerpos de Agua
- Límite de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
- Ríos

Altitudes (metros)

0 - 47	385 - 541
48 - 141	542 - 721
142 - 250	722 - 972
251 - 384	973 - 1007

Autoridad del Canal de Panamá
Departamento de Ambiente, Agua y Energía
División de Agua
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa

CANAL DE PANAMÁ

Estación Caño Quebrado Abajo en el Río Caño Quebrado

LOCALIZACIÓN: La estación está a aproximadamente 5.0 km (3.11mi) aguas arriba de la desembocadura del río en el lago Gatún, cerca del poblado Caño Quebrado Abajo, en el distrito de Chorrera, provincia de Panamá. Sus coordenadas geográficas son: 9° 00’ 17” de latitud Norte y 79° 49’ 34” de longitud Oeste.

CÓDIGO DE LA ESTACIÓN: 115-08-01

ÁREA DE DRENAJE: 68.2 km^2 (26.3 mi^2)

PERIODO DE REGISTRO: Desde enero del 2003 hasta la fecha.

VALORES EXTREMOS Y PROMEDIOS PARA EL AÑO 2010

CAUDAL SÓLIDO:

Concentración (mg/l)			Rendimiento líquido	Producción anual de sedimentos	
Máxima Instantánea	Mínima diaria	Promedio anual	($l/s/km^2$)	t/año	t/año/km^2
533.6	4.2	119.5	40.2	10343	152

ESTACIÓN CAÑO QUEBRADO ABAJO EN EL RÍO CAÑO QUEBRADO
Concentraciones de Sedimentos Suspendidos (mg/l) y Caudales Sólidos Promedios Diarios (t/d)

LATITUD 9º 00' 17" N LONGITUD 79º 49' 34" O Año: 2010 Área de Drenaje: 68.2 km²

DÍA	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	17.0	1.71	9.7	0.527	8.1	0.292	8.2	0.299	8.5	0.348	9.6	0.515
2	16.8	1.67	9.3	0.471	7.5	0.219	7.5	0.222	8.0	0.281	9.2	0.463
3	16.3	1.56	9.0	0.428	6.6	0.136	7.2	0.192	185.2	87.3	9.2	0.461
4	15.9	1.47	9.0	0.428	6.4	0.123	6.7	0.144	70.6	18.7	9.5	0.473
5	15.5	1.41	8.9	0.413	6.5	0.134	6.8	0.158	12.4	0.877	10.7	0.626
6	15.3	1.37	8.9	0.411	6.2	0.112	6.5	0.135	10.9	0.662	8.9	0.409
7	14.8	1.28	8.9	0.403	6.5	0.131	6.1	0.105	9.3	0.473	37.9	5.15
8	14.6	1.23	8.9	0.415	7.3	0.199	6.2	0.111	8.8	0.399	20.3	2.26
9	14.4	1.21	8.7	0.381	6.3	0.120	6.0	0.098	8.7	0.382	69.9	15.4
10	14.1	1.15	8.3	0.317	6.0	0.097	5.9	0.093	8.6	0.360	113.3	52.0
11	14.0	1.13	8.1	0.289	6.0	0.097	5.4	0.066	8.6	0.364	35.7	6.99
12	13.6	1.07	8.0	0.281	5.7	0.080	5.3	0.063	8.2	0.311	52.3	11.6
13	14.1	1.15	8.2	0.309	5.8	0.088	8.8	0.186	8.1	0.291	76.0	32.5
14	13.0	0.965	8.3	0.314	6.3	0.116	8.1	0.254	8.1	0.295	26.1	4.15
15	12.9	0.956	8.5	0.349	7.3	0.198	6.2	0.109	8.2	0.306	21.2	2.72
16	12.5	0.894	8.0	0.271	7.5	0.217	7.1	0.154	8.4	0.327	18.6	2.07
17	12.6	0.916	8.4	0.331	6.8	0.156	9.3	0.443	28.5	3.72	17.8	1.88
18	12.1	0.837	7.6	0.233	6.4	0.124	7.3	0.204	20.1	2.10	17.0	1.71
19	11.7	0.771	7.3	0.196	6.0	0.100	6.9	0.160	76.6	15.2	40.5	7.06
20	11.1	0.695	7.5	0.222	6.6	0.136	6.7	0.149	33.9	6.62	38.6	8.49
21	10.5	0.616	7.5	0.224	6.6	0.142	6.4	0.126	16.4	1.53	20.2	2.44
22	10.0	0.554	7.9	0.264	6.7	0.150	6.8	0.156	11.6	0.759	18.1	1.94
23	10.1	0.570	7.0	0.171	5.7	0.081	6.9	0.166	21.4	2.40	18.3	1.98
24	10.3	0.592	7.2	0.190	5.1	0.054	6.8	0.153	21.6	2.42	17.4	1.79
25	10.1	0.568	7.0	0.168	5.3	0.063	41.5	3.00	15.9	1.28	16.4	1.59
26	12.1	0.819	7.8	0.247	5.2	0.057	89.7	35.5	17.4	1.67	16.0	1.49
27	11.2	0.705	8.5	0.341	4.2	0.028	11.3	0.702	10.9	0.675	117.4	45.3
28	10.7	0.641	8.0	0.274	4.7	0.039	8.7	0.381	10.0	0.554	87.2	35.2
29	9.8	0.540			6.0	0.096	9.2	0.455	9.3	0.478	24.7	3.72
30	9.8	0.535			6.3	0.115	9.2	0.450	9.1	0.442	26.0	3.99
31	9.5	0.498			7.3	0.191			9.3	0.460		
Total		30.1		8.87		3.89		44.5		152		256

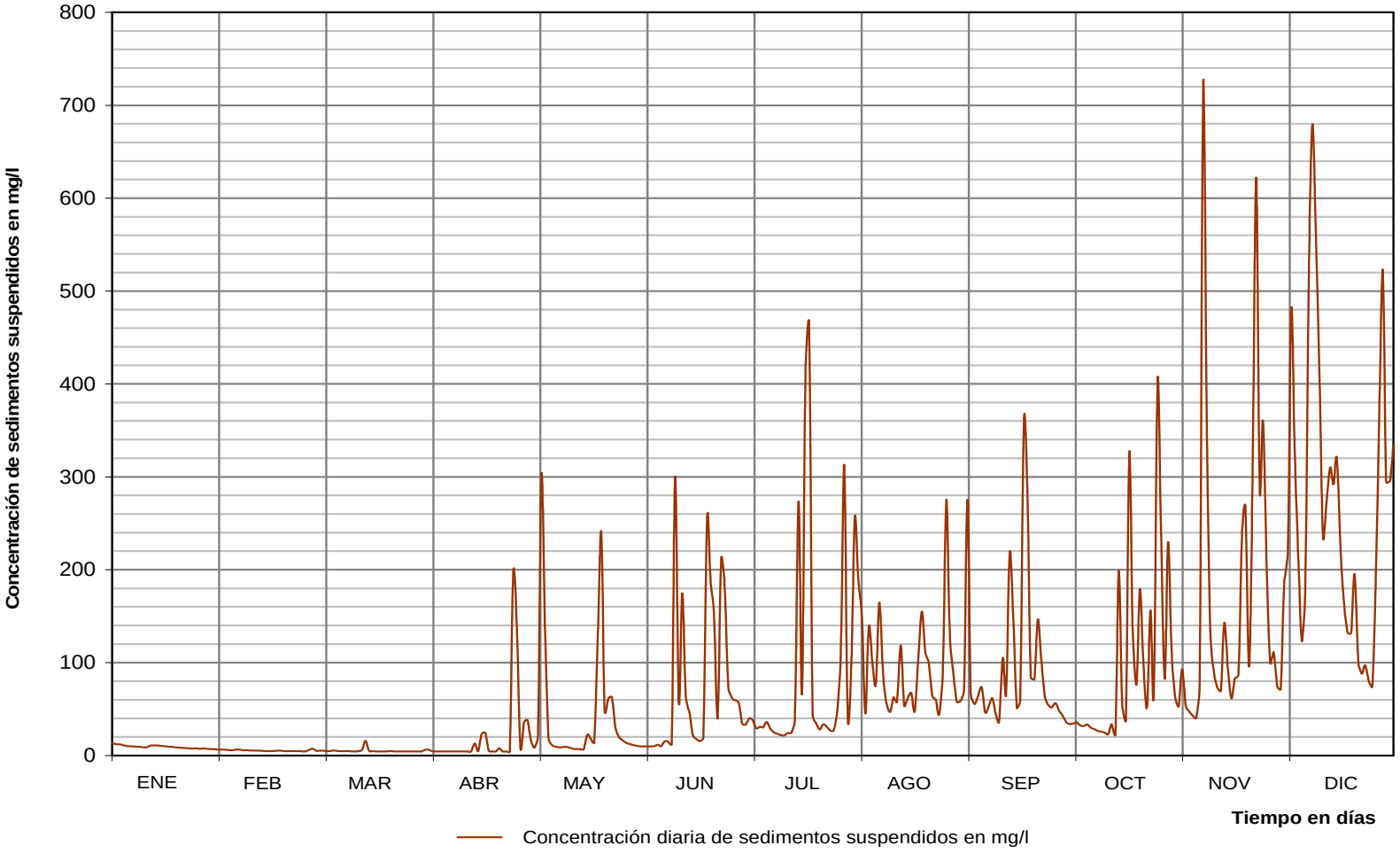
DIA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d	mg/l	t/d
1	116.2	47.7	107.8	60.2	33.6	7.11	29.6	5.47	35.4	7.92	107.6	59.5
2	31.4	5.92	48.0	14.4	30.6	5.86	35.1	7.50	45.5	12.5	138.7	103
3	23.4	3.34	31.4	6.17	30.6	5.85	32.0	6.39	42.8	11.4	74.0	34.4
4	20.8	2.61	73.6	25.7	35.4	7.85	34.6	7.44	34.0	7.29	39.2	9.85
5	100.2	32.8	79.8	29.7	32.3	6.50	29.6	5.47	31.9	6.42	36.9	8.70
6	47.5	12.8	64.5	22.3	30.8	5.90	29.2	5.30	55.1	19.0	100.1	55.0
7	24.7	3.72	204.9	148	27.0	4.50	28.4	5.02	378.4	748	400.0	789
8	22.0	2.93	124.6	78.4	28.8	4.98	27.6	4.71	222.2	250	319.8	791
9	20.3	2.48	45.4	13.3	33.6	6.81	26.1	4.19	61.2	24.5	154.7	166
10	21.0	2.66	38.4	9.43	38.3	8.42	25.4	3.95	48.1	15.1	81.5	45.5
11	20.8	2.60	35.5	8.00	56.6	15.6	24.4	3.63	42.3	11.6	80.5	44.2
12	22.7	3.10	46.0	12.9	105.4	59.7	24.2	3.58	40.4	10.5	150.6	155
13	22.4	3.04	41.2	10.7	122.7	76.7	24.3	3.62	66.0	26.3	102.4	72.5
14	20.1	2.42	36.3	8.36	129.1	83.6	29.7	5.19	50.0	16.3	103.3	73.7
15	23.5	3.19	33.2	6.97	50.3	15.8	60.3	19.3	40.6	10.6	78.1	42.0
16	23.6	3.36	119.3	70.5	76.3	29.3	31.0	5.90	40.6	10.5	72.5	35.9
17	30.6	5.02	39.2	9.75	181.3	149	269.8	220	37.3	8.88	69.1	32.4
18	26.0	4.05	42.2	10.4	164.5	119	121.2	60.4	71.6	25.4	66.0	29.4
19	27.1	4.06	53.4	16.7	388.2	538	28.9	5.20	68.2	26.7	70.8	33.2
20	20.9	2.61	40.8	10.4	176.0	138	48.5	10.9	39.4	9.90	69.7	32.7
21	18.4	2.03	58.6	19.5	55.6	20.1	63.5	24.2	99.0	45.5	58.0	22.5
22	37.0	6.15	33.0	6.86	46.4	13.9	118.0	59.7	58.4	19.8	58.9	23.1
23	97.9	33.0	31.2	6.10	75.8	28.9	272.1	295	71.6	26.8	56.3	21.1
24	69.4	21.6	30.0	5.64	52.4	16.6	102.5	54.0	81.2	32.1	50.5	16.8
25	23.9	3.49	45.6	12.1	39.8	10.1	283.1	293	142.1	99.1	49.2	15.9
26	58.3	15.3	46.0	11.8	38.7	9.53	157.3	110	143.9	99.4	194.9	239
27	63.6	19.5	52.2	16.4	36.2	8.35	50.5	15.8	91.8	41.0	323.3	616
28	71.7	28.4	116.6	52.8	33.5	7.11	52.1	16.8	50.5	16.5	285.5	607
29	29.0	5.21	83.5	39.7	32.1	6.47	49.7	15.0	63.3	25.6	103.8	69.4
30	27.0	4.50	41.7	10.8	30.5	5.84	51.2	15.6	60.4	23.9	120.5	89.2
31	35.3	7.71	32.7	6.75			42.1	11.0			85.8	49.8
Total		297		761		1415		1304		1688		4382

Total Anual: **10343 t/año** **Producción Anual:** **152 t/año/km²**

Concentración de Sedimentos Suspendidos (mg/l)

Mínimo Diario:	4.2	Promedio Anual:	**119.5**
Máximo Diario:	400.0	Máxima Instantánea	533.6

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ
Sección de Recursos Hídricos
Unidad de Hidrología Operativa
Estación Los Cañones en el río Cirí Grande
Hidrograma de concentraciones de sedimentos suspendidos
promedios diarias (mg/l)
Año 2010



RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS

No.	Nombre	Elevación pie	Elevación m	Coordenadas UTM[1]		Coordenadas Geográficas		Tipo de Estación[2]	Parámetros[3]	Área de drenaje (km^2)	Río o Lago o Mar	Registro desde (Nivel)	Registro desde (Precipitación)
				X	Y	Latitud Norte	Longitud Oeste						
1	Gatún	100	30.5	618565.42	1024634.00	09 16 06	79 55 14	Pluviográfica / Limnigráfica	PL		Gatún	ENE 1905	ENE 1905
2	Guacha	95	29.0	616581.47	1014523.08	09 10 37	79 56 20	Pluviográfica / Limnigráfica	PL		Gatún	DIC 1959	DIC 1959
3	Las Raíces	110	33.5	611235.99	1005109.32	09 05 31	79 59 16	Pluviográfica / Limnigráfica	PL		Gatún	ENE 1912	ENE 1912
4	Gamboa	103	31.4	643528.95	1007454.88	09 06 44	79 41 38	Principal (Tipo A) / Limnigráfica	ML		Gatún	JUN 1881	JUN 1881
5	Santa Rosa	91	27.7	647864.38	1015610.84	09 11 09	79 39 15	Pluviográfica / Fluviográfica	PF		Chagres	ENE 1986	ENE 1986
6	Humedad	100	30.5	605600.95	1000272.06	09 02 54	80 02 21	Principal (Tipo A)	P				AGO 1925
7	Barro Colorado	110	33.5	627848.47	1013267.94	09 09 55	79 50 11	Pluviográfica	P				ABR 1925
8	Monte Lirio	110	33.5	625959.66	1021647.07	09 14 28	79 51 12	Pluviográfica	P				DIC 1907
9	Caño	108	32.9	629376.17	1003444.05	09 04 35	79 49 22	Pluviográfica	P				ENE 1912
10	Madden	260	79.3	652005.29	1018329.76	09 12 37	79 36 59	Limnigráfica	L		Alhajuela	ENE 1900	
11	Salamanca	270	82.3	655717.16	1029003.56	09 18 24	79 34 56	Pluviográfica	P				ENE 1900
12	Alhajuela	130	39.6	651549.10	1017897.95	09 12 23	79 37 14	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQ	1030	Chagres	JUL 1899	JUL 1899
13	Chico	340	104	663701.63	1024274.83	09 15 49	79 30 35	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQQs	407	Chagres	OCT 1932	NOV1932
14	Candelaria	320	97.5	662913.87	1037450.14	09 22 58	79 30 59	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQQs	145	Pequení	SEP 1933	SEP 1933
15	Peluca	350	107	658003.22	1037122.53	09 22 48	79 33 40	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQQs	90.6	Boquerón	SEP 1933	OCT 1933
16	San Miguel	1706	520	664238.71	1041572.20	09 25 12	79 30 15	Pluviográfica	P				ABR 1941
17	Agua Clara	1509	460	642084.49	1035340.50	09 21 52	79 42 22	Pluviográfica	P				MAY 1910
18	Escandalosa	1575	480	656092.14	1041937.59	09 25 25	79 34 42	Pluviográfica	P				ENE 1948
19	Ciento	125	38.1	637665.89	1028568.82	09 17 52	79 43 41	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQQs	119	Gatún	ABR 1943	ABR 1947
20	El Chorro	140	42.7	610972.85	992100.77	08 58 32	79 59 25	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQQs	171	Trinidad	SEP 1947	SEP 1947
21	Los Cañones	340	104	603045.41	989130.34	08 56 56	80 03 45	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQQs	192	Cirí Grande	SEP 1947	SEP 1947
22	Río Piedras	630	192	675961.61	1026355.68	09 16 55	79 23 53	Pluviográfica	P	81.0			ENE 1973
23	Cascadas	155	47.2	645067.88	1004050.90	09 04 53	79 40 48	Pluviográfica	P				FEB 1967
24	Miraflores	65.0	19.8	652790.64	996646.07	09 00 51	79 36 36	Pluviográfica / Limnigráfica	PL		Miraflores	NOV 1909	NOV 1909
25	Pedro Miguel	100	30.5	651993.02	997595.29	09 01 22	79 37 02	Secundaria (Tipo B) / Limnigráfica	MLE		Gatún	ENE 1908	ENE 1908
26	Balboa FAA	33.0	10.1	659468.14	991664.02	08 58 08	79 32 58	Principal (Tipo A)	M				ABR 1998
27	Diablo Heights	15.0	4.57	656842.80	991286.03	08 57 56	79 34 24	Pluviográfica / Mareográfica	PL		Pacífico	ENE 1983	ENE 1983
28	Balboa Heights	100	30.5	658953.00	990618.47	08 57 34	79 33 15	Pluviográfica	P				ENE 1881
29	Empire Hill	200	61.0	646756.67	1001476.86	09 03 29	79 39 53	Pluviográfica	P				ABR 1883
30	Gatún West	108	32.9	617621.23	1024047.58	09 15 47	79 55 45	Principal (Tipo A) / Limnigráfica	ML		Gatún	ENE 1997	ENE 1997
31	Limon Bay	10.0	3.05	619176.66	1034280.22	09 21 20	79 54 53	Principal (Tipo A) / Mareográfica	MLT		Mar Caribe	ENE 1997	ENE 1997
32	Jagua	1790	546	604803.95	965871.90	08 44 14	80 02 50	Principal (Tipo A)	M				FEB 1998
33	Vistamares	3178	969	675618.97	1021100.86	09 14 04	79 24 05	Principal (Tipo A)	M				ABR 1998
34	Frijolito	1145	349	641044.44	1019241.13	09 13 08	79 42 58	Pluviográfica	P				ABR 1998

RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS

No.	Nombre	Elevación pie	Elevación m	Coordenadas UTM[1] X	Coordenadas UTM[1] Y	Coordenadas Geográficas Latitud Norte	Coordenadas Geográficas Longitud Oeste	Tipo de Estación[2]	Parámetros[3]	Área de drenaje (km^2)	Río o Lago o Mar	Registro desde (Nivel)	Registro desde (Precipitación)
35	Esperanza	1811	552	680931.35	1040510.46	09 24 35	79 21 08	Pluviográfica	P				JUN 1998
36	Arca Sonia	870	265	663154.07	1016500.57	09 11 36	79 30 54	Pluviográfica	P				FEB 1999
37	Chamón	2100	640	684689.32	1033032.04	09 20 31	79 19 06	Pluviográfica	P				NOV 1999
38	Amador	5.00	1.52	661109.94	985896.36	08 55 00	79 32 05	Temp. del Mar / Pluviográfica	TPL		Pacífico		NOV 2005
39	Cerro Cama	394	120	620263.82	997917.71	09 0136	79 54 21	Pluviográfica	P				ABR 2000
40	Dos Bocas	750	229	672245.75	1045201.60	09 27 09	79 25 52	Principal (Tipo A)	P				MAY 2000
41	Gasparillal	1135	346	608250.98	979793.60	08 51 47	80 00 56	Principal (Tipo A)	M				JUN 2000
42	Gold Hill	590	180	649164.00	999855.91	09 02 36	79 38 34	Pluviográfica	P				ENE 2001
43	Caño Quebrado Abajo	106	32.4	629022.30	995516.47	09 00 17	79 49 34	Fluviográfica	FQQs	68.2	Caño Quebrado	ENE 2003	
44	Zanguenga	368	112	624565.90	989988.86	08 57 17	79 52 01	Pluviográfica	P				MAR 2004
45	Culebra	210.1	64.0	648316.00	1000992.00	09 03 11	79 39 02	Principal (Tipo A)	M				MAY 2006
46	Sardinilla	206.7	63.0	645153.00	1004998.00	09 05 22	79 40 45	Principal (Tipo A)	M				MAY 2006
47	Corozal Oeste	29.5	9.0	656675.00	993032.00	08 58 50	79 34 29	Principal (Tipo A)	M				MAR 2005
48	Tranquilla	210.1	64.0	657124.74	1022974.94	09 14 58	79 34 26	Principal (Tipo A)	M				MAR 2005
49	Agua Buena	410.1	125.0	654714.00	1009254.00	09 07 41	79 35 31	Pluviográfica	P				ABR 2007
50	Santa Clara	334.6	102.0	637190.00	998698.00	09 01 59	79 45 07	Pluviográfica	P				MAY 2007
51	Indio Este	309	94.2	662560.00	1017600.00	09 12 12	79 31 13	Fluviográfica	FQ	80.4	Indio	JUN 2007	
52	Barbacoa	173.9	53.0	632194.00	1008567.00	09 07 19	79 47 49	Pluviográfica	P				ENE 2008
53	Punta Frijoles	180.4	55.0	631189.00	1012893.00	09 09 40	79 48 22	Pluviográfica	P				ABR 2008
54	Punta Bohío	82.0	25.0	625668.00	1015357.00	09 11 03	79 51 22	Pluviográfica	P				ABR 2008
55	Isla Bruja Chiquita	78.7	24.0	618964.00	1018282.00	09 12 39	79 55 02	Pluviográfica	P				ABR 2008
56	Valle Central de Río Gatún	830.0	253.0	649493.00	1036628.00	09 22 33	79 38 19	Pluviográfica	P				MAR 2009
57	Chico Cabecera	1115.5	340	668726.47	1033850.14	09 21 00	79 27 49	Pluviográfica	P				ABR 2009
58	Agua Salud	557.7	170	636189.54	1019838.31	09 13 28	79 45 37	Principal (Tipo A)	M				AGO 2009
59	Cocoli 326	121	36.9	654609	993158	08 58 57	79 35 37	Pluviográfica	P				AGO 2010
60	Cerro Cocolí	236.2	72	654799	994033	08 59 25	79 35 30	Pluviográfica	P				MAY 2008
61	Chagrecito	1572	479.1	686065	1038873	09 23 41	79 18 20	Pluviográfica	P				JUL 2010

[1] Coordenadas UTM, Zona 17.

[2] Estaciones Hidrométricas (Limnigráficas, Fluviográficas, Mareográficas, Temperatura del Mar); Estaciones Meteorológicas (Principales Tipo A, Secundarias Tipo B, Pluviográficas).

[3] Nota: P = Precipitación, L= Nivel de Lago o Marea, F=Nivel de Río, T = Temperatura del mar, M = Meteorológicos (precipitación, temperatura del aire, velocidad, dirección y ráfaga del viento; humedad relativa, radiación solar, presión barométrica), Q = Caudal, QS= Caudal de sedimentos, E= Evaporación).

CANAL DE PANAMÁ

La Unidad de Hidrología Operativa agradece a los siguientes colaboradores sus aportes en la elaboracion de este anuario. Tomás García (introducción, análisis y procesamientos de datos hidrológicos, edición general e integración del anuario); Eduardo J. Medrano y Tomas Garcia (arte y diseño de portada); Oscar Baloyes, Nelson Guerra, Eduardo J. Medrano y Rosendo Moreno (aforos, recoleción de datos de nivel, muestras de sedimentos y fotografias de las estaciones); Wellington Luck (fotografias de la portada del anuario); Unidad de Calidad de Agua (determinacion de concentraciones de sedimentos en el laboratorio); Daly Espinosa y Modesto Echevers (revisión y supervisión general del anuario). Las fotos de la portada corresponden a la parte alta de la subcuenca del río Chagres, su cauce y al embalse Alhajuela en el sector a la represa Madden y toma de agua. La foto de la contraportada es en la estación Chico en el río Chagres.