

Estudio Hidrológico e Hidráulico del Rio Juan Díaz

PROYECTO:

**Estudio, Diseño, Desarrollo de Planos y
Construcción de la Primera Etapa de la
Ampliación del Cauce del Río Juan Díaz**

UBICACION:

**Provincia de Panamá, Distrito de Panamá,
Corregimiento de Juan Díaz**

PROPIETARIO:

**DESARROLLOS, INVERSIONES Y EQUIPOS PATRIA, S.A.
(DIEPSA)**

PREPARADO POR:

**Ing. Manuel Castillero
Enero del 2020**

Introducción

El objetivo del estudio es realizar el análisis correspondiente para determinar el caudal de diseño y presentar el resultado del estudio hidrológico e hidráulico de la canalización del Río Juan Díaz.

Los estudios hidráulicos deberán llevarse a cabo a partir de la información hidroclimatológica y topográfica de la zona de interés, y deben determinar la amenaza que puede generar el proyecto de canalización del río o lo que puede verse expuesto, de acuerdo con los niveles de inundación. De acuerdo con los resultados se recomendará o se rechazara el proyecto o se establecerán las medidas de mitigación necesarias.

Para iniciar este estudio se investigaron los datos meteorológicos e hidrológicos disponibles por la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) para la cuenca del afluente y se encontró información directa de esta cuenca.

Para este tipo de estudio el Ministerio de Obras Públicas en su Manual de Requisitos y Normas Generales Actualizadas para la Revisión de Planos, edición 2003, para la República de Panamá, recomienda el análisis hidráulico para un periodo de retorno de 1 en 50 años, con el fin de que las aguas pluviales no causen daños a las propiedades adyacentes.

La cuenca del Río Juan Diaz tiene una estación hidrológica o medidora de caudal directamente sobre su cauce por lo que se cuenta con registros estadísticos de la cantidad de caudal que fluye por su cauce.

Para estimar los caudales de crecida de este afluente se utilizó el método de estimación de caudales conocido como el Método de Lavalin International o Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, para cuencas mayores de 250 hectáreas. Una vez obtenido el caudal para un período de retorno de 1 en 50 años, se procede a determinar las secciones óptimas para la realizar la canalización o ampliación y limpieza del cauce del afluente.

El cliente entregó al consultor en formato digital la planta topográfica del cauce y las secciones transversales del Río Juan Díaz.

En este informe se toma en cuenta el efecto de marea baja y marea alta en la desembocadura del Río Juan Diaz para el análisis hidrológico e hidráulico del cauce. En base al efecto de marea baja y alta, se discute y presenta la metodología y consideraciones utilizadas para determinar los caudales máximos y los perfiles de elevación del agua.

Finalmente se presentan los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones.

1. Ubicación del proyecto.

El tramo del Río Juan Díaz que será canalizado o ampliado se ubica entre las siguientes coordenadas:

| Tramo | COORDENADAS (WSG-84) | |
|---------|----------------------|--------------|
| | Este (m) | Norte (m) |
| Inicial | 670746.38 | 1000564.6755 |
| Final | 671831.6721 | 996980.4802 |

El proyecto ésta ubicado en la Provincia de Panamá, Distrito de Panamá, Corregimiento de Juan Díaz (ver Figura 1-Localización Regional en Anexo).

2. Cuencas Hidrográficas y estaciones hidrológicas.

Con la ejecución del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (1967-1972) se acordó unificar criterios para el trazado y numeración de las cuencas hidrográficas principales en todos los países del istmo centroamericano, con la finalidad de asignar una nomenclatura a las estaciones hidrometeorológicas y así facilitar el procesamiento e intercambio de información. En ese entonces se acordó que a las cuencas de la vertiente del atlántico se la asignara números impares comenzando con la cuenca 1 (Guatemala) hasta la 121 (Panamá), y las de la vertiente del Pacífico, números pares de la 2 a la 164 (ver Cuadro N°1-Cuencas Hidrográficas de Panamá).

Según el Cuadro N°1 el número de la cuenca del Río Juan Díaz es la 144 y el área total de la cuenca es de 322 Km², la longitud del río es 22.5 Km y el Río principal de la cuenca es Juan Díaz.

| CUADRO N°1 | | | | |
|---------------------------------|--|--|-----------------------|----------------------------|
| CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE PANAMÁ | | | | |
| Número de Cuenca | Nombre del Río | Área total de la cuenca (Km ²) | Longitud del Río (Km) | Río principal de la Cuenca |
| 87 | Río Sixaola* | 509.4 | 146 | Sixaola |
| 89 | Ríos entre el Sixaola y Changuinola | 222.5 | 37.3 | San San |
| 91 | Río Changuinola | 3202 | 110 | Changuinola |
| 93 | Ríos entre Changuinola y Cricamola | 2121 | 51.9 | Guariviara |
| 95 | Río Cricamola y entre Cricamola y Calovébora | 2364 | 62 | Cricamola |
| 97 | Río Calovébora | 485 | 39 | Calovébora |
| 99 | Ríos entre Calovébora y Veraguas | 402.2 | 44.8 | Concepción |
| 100 | Río Coto y Vecinos* | 560 | 52 | Palo Blanco |
| 101 | Río Veraguas | 322.80 | 46 | Veraguas |

| Numero de Cuenca | Nombre del Río | Área total de la Cuenca en (Km ²) | Longitud del Río (Km) | Río principal de la Cuenca |
|------------------|---|---|-----------------------|----------------------------|
| 102 | Río Chiriquí Viejo | 1376 | 161 | Chiriquí Viejo |
| 103 | Río Belén y entre R. Belén y R. Coclé del Norte | 817 | 55.6 | Río Belén |
| 104 | Río Escárrea | 373 | 81 | Escárrea |
| 105 | Río Coclé del Norte | 1710 | 75 | Coclé del Norte |
| 106 | Río Chico | | | |
| 107 | Ríos entre Coclé del Norte Miguel de la Borda | 133.5 | 14.2 | Platanal |
| 108 | Río Chiriquí | 1905 | 130 | Chiriquí |
| 109 | Río Miguel de la Borda | 640 | 59.5 | Miguel de la Borda |
| 110 | Río Fonseca y entre R. Chiriquí y Río San Juan | 1661 | 90 | Fonseca |
| 111 | Río Indio | 564.4 | 92 | Indio |
| 112 | Ríos entre el Fonseca y el Tabasará | 1168 | 67 | San Félix |
| 113 | Ríos entre el Indio y el Chagres | 421.4 | 36.9 | Lagarto |
| 114 | Río Tabasará | 1289 | 132 | Tabasará |
| 115 | Río Chagres | 3338 | 125 | Chagres |
| 116 | Ríos entre el Tabasará y el San Pablo | 1684 | 56.5 | Caté |
| 117 | Ríos entre el Chagres y Mandinga | 1122 | 34.1 | Cuango |
| 118 | Río San Pablo | 2453 | 148 | San Pablo |
| 119 | Río Mandinga | 337 | 41.3 | Mandinga |
| 120 | Río San Pedro | 996 | 79 | San Pedro |
| 121 | Ríos entre el Mandinga y Armila | 2238 | 26.5 | Cartí |
| 122 | Ríos entre el San Pedro y el Tonosí | 2467 | 40.4 | Río Quebro |
| 124 | Río Tonosí | 716.80 | 91 | Tonosí |
| 126 | Ríos entre el Tonosí y La Villa | 2170 | 45 | Guararé |
| 128 | Río La Villa | 1284.30 | 117 | La Villa |
| 130 | Río Parita | 602.60 | 70 | Parita |
| 132 | Río Santa María | 3326 | 168 | Santa María |
| 134 | Río Grande | 2493 | 94 | Río Grande |
| 136 | Río Antón | 291 | 53 | Río Antón |

| Número de Cuenca | Nombre del Río | Área total de la Cuenca (Km ²) | Longitud del Río (Km) | Río principal de la Cuenca |
|------------------|--|--|-----------------------|----------------------------|
| 138 | Ríos entre el Antón y el Caimito | 1476 | 36.1 | Chame |
| 140 | Río Caimito | 453 | 72 | Caimito |
| 142 | Ríos entre el Caimito y el Juan Díaz | 383 | 6 | Matasnillo |
| 144 | Río Juan Díaz y entre Río Juan Díaz y Pacora | 322 | 22.5 | Juan Díaz |
| 146 | Río Pacora | 388 | 48 | Pacora |
| 148 | Río Bayano | 4984 | 215 | Bayano |
| 150 | Ríos entre el Bayano y el Santa Bárbara | 1270 | 22.4 | Chimán |
| 152 | Río Santa Bárbara y entre Chucunaque | 1796 | 78.1 | Sabanas |
| 154 | Río Chucunaque | 4937 | 215 | Chucunaque |
| 156 | Río Tuira | 3017 | 127 | Tuira |
| 158 | Río Tucutí | 1835 | 98 | Tucutí |
| 160 | Ríos entre el Tucutí y el Sambú | 1464 | 23.9 | Marea |
| 162 | Río Sambú | 1525 | 80 | Sambú |
| 164 | Ríos entre el Sambú y el Jurado | 1158 | 46.7 | Jaqué |
| 166 | Río Jurado* | 91.2 | 63 | Jurado |

Nota: *Cuenca Internacional

Áreas en cuencas internacionales solo corresponden al territorio panameño.

Las áreas de las cuencas son medidas hasta la desembocadura del Río principal.

2.1. Cuenca del Río de Juan Diaz.

La cuenca del río Juan Díaz se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Panamá, entre las coordenadas 9°00' y 9° 13' Latitud Norte y 79°18' y 79° 34' Longitud Oeste.

2.1.1. Estación Hidrológica Juan Díaz.

Localizada aproximadamente a 200m aguas arriba del puente de la carretera de San Miguelito a Tocumen, en la provincia de Panamá, distrito de Panamá, corregimiento de Pedregal, entre las coordenadas 9° 03' Latitud Norte y 79° 26' Longitud Oeste. Su elevación es de 8 msnm y el área de drenaje es de 115 Km². En abril de 1957 la estación fue equipada con un limnigrafo Stevens A-35 (Ver Figura 2 en Anexo).

3. Aplicación del análisis regional de crecidas máximas.

3.1. Determinación de las ecuaciones que definen la relación entre la crecida media anual y el área de drenaje de la cuenca (ver Cuadro N°2).

Para establecer los límites de las regiones con igual comportamiento de crecidas, se tomo en consideración el área de drenaje que, de acuerdo a las investigaciones, esta relacionada con el indicador de crecida, y puede utilizarse como una base confiable para la estimación de la magnitud de las crecidas en cuencas no aforadas. Para esto, se relacionó el área de drenaje de la cuenca y el promedio de todas las crecidas máximas anuales registradas durante el periodo 1972-2007, en las 58 estaciones hidrológicas limnográficas convencionales, operadas por ETESA (53 son estaciones limnigráficas activas y 5 son limnográficas suspendidas con buena información); y las 6 estaciones limnográficas activas con registro largo manejadas por la Autoridad del Canal de Panamá. En la Figura 3-Análisis Regional de Crecidas Máximas del Anexo se muestran las relaciones obtenidas.

CUADRO N°2

| Nº | Estación hidrológica | Ecuación 1 | Ecuación 2 | Ecuación 3 | Ecuación 4 | Ecuación 5 |
|----|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | Changuinola-Valle del Riscó | | 2 | | | |
| 2 | Changuinola-Peña Blanca | | 2 | | | |
| 3 | Culubre-Ante Chamguinola | | | 3 | | |
| 4 | Teribe-Puerto Palenque | | | 3 | | |
| 5 | Cricamola-Canquintú | 1 | | | | |
| 6 | Calovebora-Los Cedros | 1 | | | | |
| 7 | Chiriquí Viejo-Paso Canoa | | | | 4 | |
| 8 | Coclé del Norte-El Torno | | 2 | | | |
| 9 | Coclé del Norte-Canoas | | 2 | | | |
| 10 | Toabre-Batatilla | | 2 | | | |
| 11 | Chico-Concepción | | 2 | | | |
| 12 | Chiriquí-Paja de Sombrero | | 2 | | | |
| 13 | Chiriquí-Interamericana | | 2 | | | |
| 14 | Chiriquí-La Esperanza | | 2 | | | |
| 15 | Chiriquí-Bijao | 1 | | | | |
| 16 | Caldera-Jaramillo Abajo | | | | 4 | |
| 17 | Hornitos-Hornitos | 1 | | | | |
| 18 | Fonseca-Ante Soloy | | 2 | | | |
| 19 | Fonseca-San Lorenzo | | 2 | | | |
| 20 | Indio-Boca de Uracillo | | 2 | | | |
| 21 | San Félix-Interamericana | | 2 | | | |
| 22 | San Félix-El Guabo | | 2 | | | |
| 23 | Tabasará-Camarón | | 2 | | | |
| 24 | Tabasará-Garrapato | | 2 | | | |
| 25 | Tabasará-Llano Ñopo | | 2 | | | |

| | | | | | | |
|----|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 26 | Viguí-Interamericana | | 2 | | | |
| 27 | Boquerón-Peluca | 1 | | | | |
| 28 | Chagres-Chico | 1 | | | | |
| 29 | Ciri Grande -Los Cañones | | | | 4 | |
| 30 | Gatún-El Ciento | | 2 | | | |
| 31 | Pequení-Calendaria | 1 | | | | |
| 32 | Trinidad-El Chorro | | | | 4 | |
| Nº | Estación Hidrológica | Ecuación 1 | Ecuación 2 | Ecuación 3 | Ecuación 4 | Ecuación 5 |
| 33 | San Pablo-Interamericana | | 2 | | | |
| 34 | Cobre-Los Estrechos | | 2 | | | |
| 35 | San Pedro-Llano Grande | | | | 4 | |
| 36 | La Villa-Macaracas | | | 3 | | |
| 37 | La Villa-Atalayita | | | 3 | | |
| 38 | Parita-La Valdesa | | | | 4 | |
| 39 | Santa María -San Francisco | | 2 | | | |
| 40 | Santa María-La Soledad | | 2 | | | |
| 41 | Santa María-Santa Fe | | 2 | | | |
| 42 | Rio Grande-Río Grande | | | 3 | | |
| 43 | Coclé del Sur-Cañaveral | | | 3 | | |
| 44 | Chico-El Cortezo | | | 3 | | |
| 45 | Zaratí-Murcielaguero | | | 3 | | |
| 46 | Juan Díaz Juan Díaz | | 2 | | | |
| 47 | Bayano-Piria | 1 | | | | |
| 48 | Mamoní-Chepo | 1 | | | | |
| 49 | Diablo-Ante Embalse | 1 | | | | |
| 50 | Cañita-Ante Bayano | 1 | | | | |
| 51 | Ipetí-Ipetí | 1 | | | | |
| 52 | Aguas Claras-Aguas Claras | 1 | | | | |
| 53 | Cañazas-Ante Bayano | | | | | 5 |
| 54 | Chucunaque-Laja Blanca | | | | | 5 |
| 55 | Chico-Cubilele | | | 3 | | |
| 56 | Tuirá-Boca de Cupe | | | | 4 | |
| 57 | Balsas-Manene | | 2 | | | |
| 58 | Samú-Boca de Trampa | | | | 4 | |

Estas relaciones permiten estimar la crecida promedio anual de las cuencas no controladas a partir de su área de drenaje en Km² y de su ubicación en el país.

| Análisis Regional de Crecidas Máximas | Año 1986 | Año 2008 |
|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Periodo 1962-1985 | Periodo 1971-2006 |
| Ecuación 1 | $Q \text{ máxima}= 34 A^{0.58}$ | $Q \text{ máxima}= 34 A^{0.59}$ |
| Ecuación 2 | $Q \text{ máxima}= 27 A^{0.58}$ | $Q \text{ máxima}= 25 A^{0.59}$ |
| Ecuación 3 | $Q \text{ máxima}= 13 A^{0.58}$ | $Q \text{ máxima}= 14 A^{0.59}$ |

| | | |
|------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Ecuación 4 | $Q_{\text{máxima}} = 10 A^{0.58}$ | $Q_{\text{máxima}} = 9 A^{0.59}$ |
| Ecuación 5 | | $Q_{\text{máxima}} = 4.5 A^{0.59}$ |

Cuadro 3-Caudales Promedios Máximos Instantáneos comparación año 1986 y año 2008

- 3.2. Para determinar la crecida máxima que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos períodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:
- 3.2.1. Se delimita y se mide el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés, en Km^2 .
 - 3.2.2. Se determina a qué zona pertenece el sitio de interés de acuerdo con el mapa de la Figura 4.
 - 3.2.3. Se calcula el caudal promedio máximo de acuerdo a la zona (Cuadro 4), el cual concuerda con el indicado en el Cuadro 2.
 - 3.2.4. Se calcula el caudal máximo instantáneo para distintos períodos de recurrencia, multiplicando el caudal promedio máximo que se obtuvo en el punto anterior, por los factores que se presentan en el Cuadro 5, utilizando la Tabla correspondiente a la zona del sitio de interés.

La cuenca del tramo en estudio se dividió en tres (3) subcuenca para realizar un análisis más preciso de los caudales que fluyen a través del canal y se calculan las siguientes áreas de drenajes:

1. Subcuenca 1: Se delimitó y midió el área de la subcuenca de drenaje hasta la estación 6K+121, tal como se muestra en la Figura 5. El área de la subcuenca de drenaje es de 130 Km^2 .
2. Subcuenca 2: Se delimitó y midió el área de la subcuenca de drenaje hasta la estación 5K+500, tal como se muestra en la Figura 6. El área de la subcuenca de drenaje es de 11.5 Km^2 .
3. Subcuenca 3: Se delimitó y midió el área de la subcuenca de drenaje hasta la estación 3K+300, tal como se muestra en la Figura 7. El área de la subcuenca de drenaje es de 148 Km^2 .

Según el Cuadro N°1 el número de la cuenca del Río Juan Díaz es la 144. Con este valor vamos a la Figura 4-Regiones Hidrológicamente Homogéneas y vemos que el Río ésta ubicado en la zona 3.

De acuerdo al Cuadro N°4 para la Zona 3, el caudal promedio máximo instantáneo es $Q = 25A^{0.59}$ que es idéntico al indicado en el Cuadro 3 para el año 2008. Se calculan los caudales promedios máximos instantáneos por estacionamientos y obtenemos los siguientes valores:

Estación 6K+121

Área de la subcuenca= 130 km²

$$Q = 25A^{0.59} = 25(130)^{0.59} = 442 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Estación 5K+500

Área de la subcuenca= Área subcuenca 1 + Área subcuenca 2= 130 Km² +11.5 Km²= 141.5 Km².

$$Q = 25A^{0.59} = 25(141.5)^{0.59} = 464 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Estación 3K+300

Área de la subcuenca= 148 Km²

$$Q = 25A^{0.59} = 25(148)^{0.59} = 477 \text{ m}^3/\text{s}$$

De acuerdo al Cuadro 5, para un periodo de retorno de 1 en 50 años y con Tabla #1, el factor es 2.37, por lo tanto:

Q máximo instantáneo= Q promedio x factor.

Los valores de Q máximo instantáneo por estacionamientos son:

Estación 6K+121

$$Q \text{ máximo instantáneo} = 442 \times 2.37 = 1,047 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Estación 5K+500

$$Q \text{ máximo instantáneo} = 464 \times 2.37 = 1,100 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Estación 3K+300

$$Q \text{ máximo instantáneo} = 477 \times 2.37 = 1,130 \text{ m}^3/\text{s.}$$

4. Efecto de mareas.

De acuerdo a la Tabla # 2-Horas y Niveles de Mareas Altas y Bajas/Balboa, Océano Pacífico 2019 (ver Anexo), el promedio de marea alta anual es de 5.13 m sobre el nivel

medio del mar y el promedio de marea baja anual es de -0.13m sobre el nivel medio el mar. El efecto de marea alta va causar un remanso en la desembocadura del río Juan Díaz, esta condición se consideró

5. Aplicación del modelo de simulación hidráulica HEC RAS.

HEC-RAS (acrónimo de *Hydrologic Engineering Center* y *River Analysis System*) es un programa de ordenador que modeliza la hidráulica de flujo de aguas de ríos naturales y de otros canales. Con anterioridad a la actualización reciente a la versión 5.0, el programa era unidimensional, significando esto que no había modelización directa del efecto hidráulico de cambios de forma de sección de cruce, curvas, y otros aspectos bi y tridimensionales del flujo. La liberación de la versión 5.0 introdujo modelado bidimensional de flujo, así como capacidades de modelado de transferencia de sedimentos. El programa fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, para gestionar los ríos, puertos y otras obras públicas bajo su jurisdicción. Desde su liberación, en 1995, ha obtenido amplia aceptación pública.

El Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) en Davis, California, desarrolló el Sistema de Análisis de Ríos o River Analysis System (RAS) para ayudar a ingenieros hidráulicos en el análisis de flujo de canal y determinación de llanura de inundación. Incluye numerosas capacidades de entrada de datos, componentes de análisis hidráulico, capacidades de almacenamiento y gestión de datos y capacidades gráficas y de informes.

5.1. Requerimientos del modelo HEC RAS.

Para modelar hidráulicamente el cauce del río en estudio en el modelo HEC RAS se requirió la siguiente información y se establecieron las siguientes condiciones de borde:

- Modelo digital o topografía del cauce.
- Caudales de diseño por estacionamientos (1,047 m³/s, 1,100 m³/s y 1,130 m³/s) (ver numeral 3.2.4)
- Condiciones de borde del Río aguas arriba: S=0.0005, profundidad normal

- Condiciones de borde agua abajo: Nivel de superficie de agua (WS) conocido =5.13m (nivel promedio de marea alta).
- Se asumió un régimen de flujo mixto

5.2. Resultados del modelamiento hidráulico del HEC RAS.

Una vez incluidos los datos en el HEC RAS que se mencionan en el numeral 5.1 se corrió el programa dando los siguientes resultados que se muestran en el Anexo:

- 5.2.1. Figura 8-Geometría del Rio.
- 5.2.2. Secciones del cauce.
- 5.2.3. Figura 9-Perfil del Río Juan Díaz.
- 5.2.4. Tabla de Resultados.

6. Recomendaciones.

Se recomienda realizar trabajos de limpieza y conformación del cauce para mantener el mismo limpio, libre de obstáculos y sedimentos, para garantizar el flujo de agua de forma ininterrumpida en el canal.

7. Conclusiones.

Llegamos a las siguientes conclusiones:

1. De la estación 0k+000 a 1K+121 se proyectaron las secciones de canal indicada en los planos, con taludes con una inclinación 1:1. No se puede ampliar más el cauce en este tramo, debido a la poca disponibilidad de espacio que existe en los contornos, por la existencia de calles, fabricas, comercios, cercas, residencias, entre otros, los cuales algunos de ellos están dentro de la servidumbre pluvial del Río Juan Díaz, tal como se aprecia en el Plano de Imagen Aérea.
2. De la estación 1K+121 a 6K+121 se proyectaron secciones de 30m de ancho y taludes con una inclinación de 1:1.5.
3. De la estación 1K+321 a 2K+821, el canal se desborda, ya que son áreas, boscosas, con taludes de poca altura y cercana al manglar. Aunque se amplie el cauce del río en este tramo, no se va a mejorar significativamente la capacidad hidráulica del cauce.

4. Aproximadamente de la estación 3K+000 hasta la 6K+121 es el área de manglar y es prohibido por el Ministerio de Ambiente que esas áreas sean intervenidas, tal como se indica en la Resolución N°JD-08-94 de 25 de marzo de 1994, artículo noveno, G.O=22,540 de 20 mayo de 1994, que se adjunta en el Anexo.

En resumen, los trabajos a realizar en el Río Juan Díaz mejoraran la capacidad hidráulica del cauce, pero no soluciona el problema de desbordamiento en ciertas áreas, debido a la poca disponibilidad de espacio para ensanchar el río, por las razones expuestas, por la existencia de un área de manglar y un área boscosa de poca elevación.

ANEXO

Figura 1-Localización Regional

**Figura 2-Cuenca N°144-Río Juan Díaz y Entre Río
Juan Díaz y Río Pacora-Red de Estaciones
Hidrometeorológicas**

Figura 3-Análisis Regional de Crecidas Máximas



Figura 4- Mapa de Regiones Hidrológicamente Homogéneas de la República de Panamá. Fuente: Informe de Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, Hidrometeorología de ETESA.

| Zona | Número de ecuación | Ecuación | Distribución de frecuencia |
|------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | 1 | $Q_{\max} = 34A^{0.59}$ | Tabla # 1 |
| 2 | 1 | $Q_{\max} = 34A^{0.59}$ | Tabla # 3 |
| 3 | 2 | $Q_{\max} = 25A^{0.59}$ | Tabla # 1 |
| 4 | 2 | $Q_{\max} = 25A^{0.59}$ | Tabla # 4 |
| 5 | 3 | $Q_{\max} = 14A^{0.59}$ | Tabla # 1 |
| 6 | 3 | $Q_{\max} = 14A^{0.59}$ | Tabla # 2 |
| 7 | 4 | $Q_{\max} = 9A^{0.59}$ | Tabla # 3 |
| 8 | 5 | $Q_{\max} = 4.5A^{0.59}$ | Tabla # 3 |
| 9 | 2 | $Q_{\max} = 25A^{0.59}$ | Tabla # 3 |

Cuadro N°4- Ecuaciones para la evaluación de los caudales máximos en base a las zonas hidrológicamente homogéneas. Fuente, Cuadro 7- Informe de Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, Hidrometeorología de ETESA.

| <i>Tr, años</i> | <i>Tabla # 1</i> | <i>Tabla # 2</i> | <i>Tabla # 3</i> | <i>Tabla # 4</i> |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1.005 | 0.28 | 0.29 | 0.3 | 0.34 |
| 1.05 | 0.43 | 0.44 | 0.45 | 0.49 |
| 1.25 | 0.62 | 0.63 | 0.64 | 0.67 |
| 2 | 0.92 | 0.93 | 0.92 | 0.93 |
| 5 | 1.36 | 1.35 | 1.32 | 1.30 |
| 10 | 1.66 | 1.64 | 1.6 | 1.55 |
| 20 | 1.96 | 1.94 | 1.88 | 1.78 |
| 50 | 2.37 | 2.32 | 2.24 | 2.10 |
| 100 | 2.68 | 2.64 | 2.53 | 2.33 |
| 1,000 | 3.81 | 3.71 | 3.53 | 3.14 |
| 10,000 | 5.05 | 5.48 | 4.6 | 4.00 |

Cuadro N°5-Factores multiplicadores para el caudal promedio en función de determinar un caudal en función de los períodos de retorno requeridos.

Figura 5-Area de Subcuenca 1

Figura 6-Area de Subcuenca 2

Figura 7-Area de Subcuenca 3

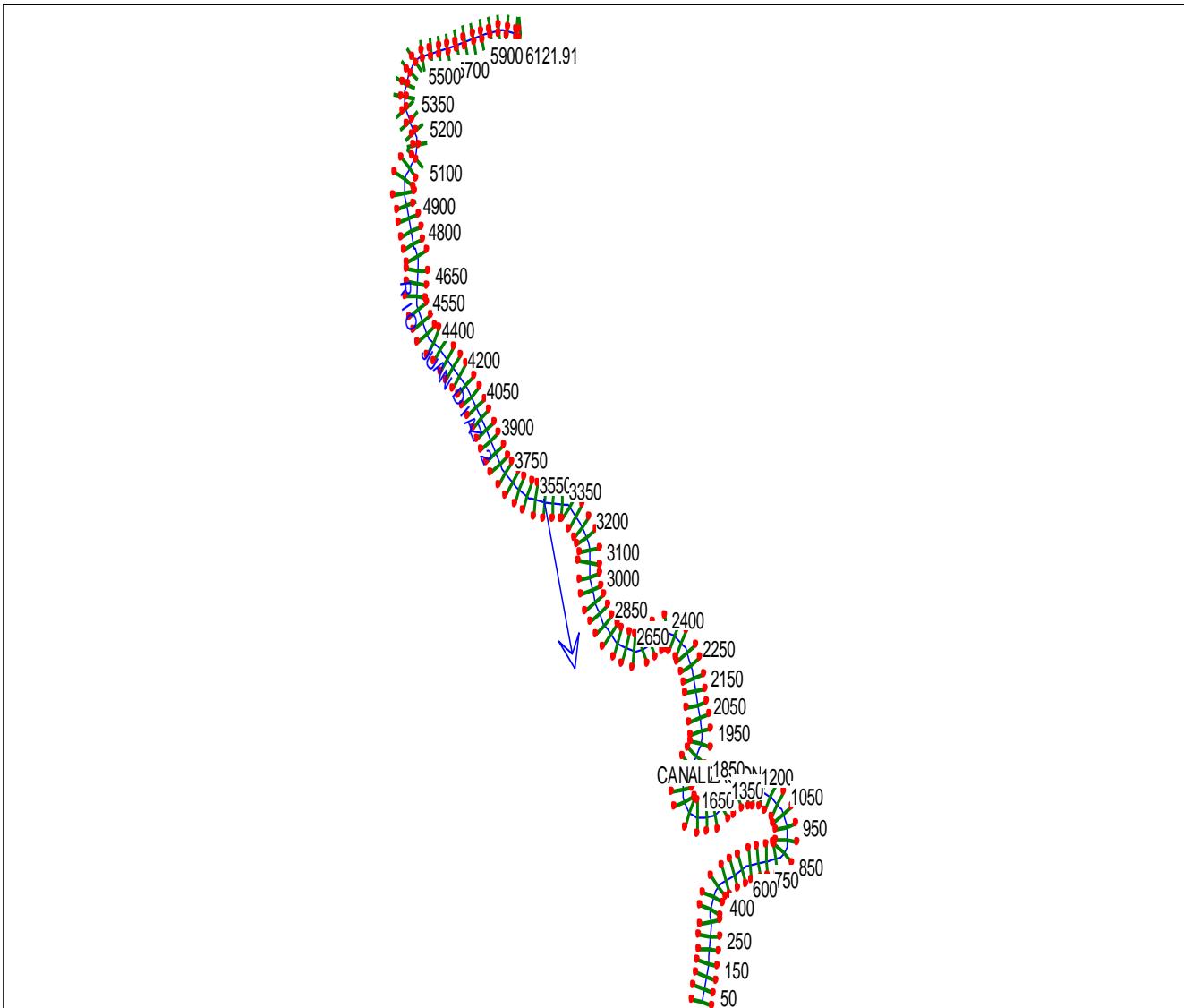


Figura 8-Geometría del Río Juan Diaz

Secciones de cauce

Resultados del HEC RAS

Resolución JD-08-94 de 25 de marzo de 1994.

“Por medio de la cual se dictan Medidas para el Uso
y Protección del Manglar”.

(G.O. 22,540 de 20 de mayo de 1994)