

Anexo 6. Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Desarrollo de las
Fincas 419011 y 273267

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO



PROYECTO: DESARROLLO DE LAS FINCAS No. 419011 Y 273267 PROPIEDAD DE CORPORACIÓN MEDCOM PANAMÁ, S.A.

UBICACIÓN: LLANO BONITO, CORREGIMIENTO DE JUAN DÍAZ, COLINDANTE CON LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SANEAMIENTO DE LA BAHÍA, DISTRITO DE PANAMÁ, PROVINCIA DE PANAMÁ.

ENERO, 2017

Estudio Hidrológico para el desarrollo de las Fincas No. 419011 y 273267 / Corporación Medcom Panamá.

Página 1

INDICE

Metodología a utilizar para determinar el nivel de terracería del lote	3-4
A. Cálculos Hidrológicos	5
1. Descripción de la cuenca del río Juan Díaz	6-7
1.1 Clima	8
1.2 Precipitación	9
1.3 Temperatura	9
1.4 Viento	9-10
1.5 Humedad relativa	10
2. Cálculo de caudales utilizando el Método Racional	11-13
2.1 Cálculo de la escorrentía superficial en el lote en su condición natural	14
2.1 Cálculo de la escorrentía superficial en el lote en su condición futura	14-15
B. Cálculos Hidráulicos	16
1. Ecuaciones a utilizar para dimensionar el entubamiento	17
2. Cálculo del entubamiento (diámetros, niveles de fondo y de rasante)	18
C. Anexo	19
Contenido de Anexo	20

Para establecer el nivel de relleno en las fincas 419011 y 273267, propiedad de Corporación Medcom, S.A, utilizaremos la siguiente metodología:

A. FINCAS Y ÁREAS ADYACENTES:

1. Calcularemos la escorrentía que se produce en el área de la Finca No. 273267 para una lluvia con una recurrencia de 1:50 años (4.70 hectáreas).
2. En función de la topografía realizada, buscaremos el punto más bajo de las áreas colindantes (predio inferior) donde drenar las aguas, una vez realizado el relleno.
3. Dimensionaremos un entubamiento para drenar las aguas de lluvia y estableceremos los niveles de fondo de los tragantes pluviales en función de este punto bajo.
4. Con los niveles de fondo establecidos, calcularemos el nivel de terracería sumándole a estos valores el diámetro interno del tubo, el espesor de pared y el recubrimiento (el cual debe ser como mínimo de 0.45 metros).
5. El valor obtenido, lo compararemos con el suministrado por el Saneamiento de la Bahía (Planta General de Vialidad para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), el cual es de 6.15 metros.

B. FINCAS CON LA INFLUENCIA DEL RÍO JUAN DÍAZ Y LA BAHÍA:

Para verificar si existe alguna influencia en las fincas a desarrollar sobre por la crecida del río Juan Díaz o por la subida de la marea, localizamos en una planta (ver Anexo), las distancias de los mismos respecto a las fincas e incorporamos también la información suministrada por el Municipio de Panamá sobre el estudio realizado para el río Juan Díaz. De los cuales se deduce lo siguiente:

1. La distancia desde el río Juan Díaz hasta el vértice 1 de la Finca 273267, es de aproximadamente 820 metros. Comparando esta distancia con la topografía realizada para el estudio del río Juan Díaz, notamos que el ancho tomado varía de 59.40 metros a 21.44 metros (distancias mucho menores que 820 metros). Esto nos indica que la crecida del río Juan Díaz no llega a afectar a las fincas a desarrollar.
2. La distancia desde la ribera de mar hasta el vértice 2^a de la Finca 419011, es de aproximadamente 250 metros. Para llegar a la finca tendría que pasar a un nivel

superior a los 5.00 metros y una marea de 18.20 pies, equivale a un nivel geodésico de 3.22 metros. Esto nos indica que la marea alta no llega a afectar a las fincas a desarrollar.

3. La distancia hasta donde se realizó el estudio para el río Juan Díaz está a aproximadamente 610 metros del puente sobre el Corredor Sur, faltando, aproximadamente 1.01 kilómetros para llegar al vértice 1 de la Finca 273267 (si proyectamos este punto hacia la finca en mención). Los niveles de crecida obtenidos en el estudio hasta 610 metros aguas abajo del puente sobre el Corredor Sur son inferiores a los niveles de la calle de acceso a la arenera (ver planos y Anexo).

A. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO JUAN DÍAZ

“La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar”.

Área de una cuenca hidrográfica o magnitud de la cuenca, es el área en proyección sobre la horizontal, encerrada por su divisoria. Usualmente se mide en kilómetros cuadrados, excepto para las cuencas pequeñas, las cuales se expresan en hectáreas. Las investigaciones hidrológicas han puesto de manifiesto que existe una diferencia significativa entre una cuenca pequeña y una grande. En una cuenca pequeña la cantidad y distribución del escurrimiento son influenciadas principalmente por las condiciones físicas del suelo y cobertura, sobre las cuales el hombre tiene algún control. En cambio, para grandes cuencas el efecto del almacenamiento en el cauce llega a ser pronunciado y habrá que darle más atención a la hidrología de la corriente principal.

Estrictamente hablando, es difícil distinguir entre una cuenca pequeña y una grande, basándose únicamente en su tamaño, pues frecuentemente dos cuencas del mismo tamaño pueden comportarse de manera muy diferente desde el punto de vista de su respuesta hidrológica. Según V.T. Chow, una cuenca pequeña puede ser definida como aquella que es sensible a lluvias de alta intensidad y corta duración y en la cual predominan las características físicas del suelo con respecto a las del cauce. Para esta definición, el tamaño de una cuenca pequeña puede variar desde 4 km² hasta 130 km².

La cuenca del río Juan Díaz está situada al sudeste de la provincia de Panamá. Hasta su desembocadura en la Bahía de Panamá, el río Juan Díaz drena un área de 144.57 Km². Debido a su extensión, es la cuenca hidrográfica más grande que atraviesa al distrito de Panamá en la dirección norte – sur.

El río Juan Díaz nace en Cerro Azul a 691 metros sobre el nivel del mar, en el extremo norte de la cuenca. Al sur desemboca en la Bahía de Panamá. La cuenca se extiende

hacia el noroeste en forma de abanico, ocupando las coordenadas $9^{\circ} 01'$ y $9^{\circ} 12'$ de latitud norte y $79^{\circ} 25'$ y $79^{\circ} 33'$ de longitud oeste.

La cuenca del río Juan Díaz limita al Norte con la cuenca del río La Cascada, afluente del Lago Alajuela; al Sur con la Bahía de Panamá; al Este con las cuencas de los ríos Tapia y Tocumen y al Oeste con las cuencas de los ríos Matías Hernández y Río Abajo. Los principales afluentes del río Juan Díaz son los ríos Las Lajas, María Prieta, Naranjal, Palomo y la Quebrada Espavé.

La topografía de la cuenca del río Juan Díaz es accidentada, el relieve es compuesto de colinas y cerros bajos, tales como Cerro Bartolo, Cerro Santa Cruz, Cerro El Brujo, Cerro Batea, Cerro Viento y Cerro Bandera, que se sitúan en el centro de la cuenca. El río presenta numerosos saltos y rápidos desde la cabecera hasta la cota de los 100 metros de altitud. Estas condiciones morfológicas favorecen el rápido escurrimiento de las aguas superficiales, bajos tiempos de concentración de la cuenca y posibilidades de grandes caudales instantáneos.

Así, la cuenca del río Juan Díaz es muy sensible a lluvias de elevada intensidad. Por ello, desde el punto de vista hidrológico, se considera que es una cuenca de pequeñas dimensiones.

La longitud del cauce del río Juan Díaz, medida desde el punto más alejado hasta la desembocadura es de 26.4 km. y hasta la estación hidrométrica es de 19.5 km, la cual está ubicada a aproximadamente 200 m aguas arriba del puente en la Ave. Domingo Díaz.

CLIMA

El clima del área en estudio está influenciado por la migración anual de la zona de convergencia intertropical (ZCI), la cual divide los vientos alisios del noroeste y sureste de los hemisferios sur y norte, respectivamente.

La Zona de Convergencia Intertropical se caracteriza por un área nubosa debido a la convergencia de las corrientes opuestas de aire, la cual genera mayor cantidad de lluvias.

Durante la ausencia de la banda nubosa, la cantidad de lluvia disminuye, situación que da lugar a una pronunciada estación seca, más o menos intensa en la Vertiente Pacífica y ligera en la Atlántica.

Las lluvias en la Vertiente Atlántica presentan un comportamiento diferente al que ocurre en el sector Pacífico; en el Atlántico, especialmente en las regiones central y noroeste del país, por lo general llueve todo el año debido al efecto de la actividad frontal. En la Vertiente Pacífica se producen altas presiones durante la estación lluviosa y muy baja durante la estación seca.

De acuerdo a estudios realizados por el antiguo Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), otras de las causas de las lluvias en Panamá la constituyen las tormentas que se forman en las costas pacíficas de Colombia, donde las masas de aire caliente que ascienden por la costa pacífica desde Colombia hacia Panamá concentran una gran cantidad de humedad sobre la cordillera. Esta concentración de humedad produce las tormentas que ocurren en la Vertiente del Pacífico panameño, las cuales se extienden hasta la cuenca objeto de este estudio.

Según la clasificación de Koppen, el clima de la cuenca del río Tocumen se denomina tropical de sabana, la cual presenta una precipitación anual menor de 2,500 mm, estación seca prolongada, temperatura media del mes menos caluroso, mayor de 18°C y diferencia de temperatura entre los meses más y menos cálido, menor de 5°C.

PRECIPITACIÓN

Las precipitaciones en el área de estudio generalmente son convectivas y orográficas. Las corrientes marinas con altas temperaturas favorecen el calentamiento y la evaporación de las aguas. A medida que el aire cargado de humedad proveniente del Océano Pacífico se traslada tierra adentro, las masas de aire encuentran con las montañas ubicadas en las partes altas de la cuenca ocasionando precipitaciones que alcanzan valores de hasta 3,200 mm/año.

La lluvia media anual varía entre 2,000 mm/año, en la parte baja de la cuenca y 3,200 mm/año como máximo en la parte alta de la cuenca (elevación superior a los 600 metros sobre el nivel del mar). Ver en ANEXO información de precipitación pluvial para los años 1992 – 2010.

TEMPERATURA

La temperatura en las zonas tropicales y por ende en el área de estudio se caracteriza por su baja variabilidad a lo largo del año (menos del 2%), aunque la variación diurna es mayor. La variación espacial de la temperatura depende de la elevación. En el Anexo se presentan los registros de temperatura de la estación Tocumen, que está ubicada a una elevación de 14 msnm.

La temperatura promedio mensual máxima es de 26.1°C en el período seco mes de abril. La temperatura mensual mínima es 20.8°C en el mes de octubre. Por lo tanto, la variación anual de la temperatura es menor que 1.5°C. Las temperaturas mínimas y máximas tienen una variación media de 11°C en el período seco, de enero a abril y de 8°C en el período húmedo, de mayo a diciembre. La temperatura promedio mínima anual es 22.2°C y la máxima es 31.2°C.

VIENTO

Los registros disponibles de velocidad del viento para el área en estudio sugieren el predominio de los vientos alisios en la estación seca, aún cuando también se presentan los vientos Oeste Sinópticos y Oeste Ecuatoriales.

Durante la estación seca, en la región en estudio, los vientos alisios soplan en el sentido norte a una velocidad promedio de 2.4 m/s a 10 m de altura y de 1.0 m/s a 2.0 m del suelo. Por otro lado, durante la estación lluviosa, la velocidad del viento disminuye; es de 1.6 m/s a 10.0 m de altura y de 0.6 m/s a 2.0 m de la superficie del suelo.

HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa varía proporcionalmente con el régimen de lluvia. Los meses secos registran los menores valores de humedad relativa. El promedio anual de la humedad relativa es 78.3% y valores máximo y mínimo de 91.0% y 53.0 % respectivamente.

Los valores mínimos de humedad relativa ocurren en la estación seca. El promedio de la época seca, de enero a abril, es 69%. La humedad relativa se va incrementando desde el inicio de la estación lluviosa hasta llegar a un promedio máximo de 85.7% en octubre. Una vez que la estación lluviosa está establecida, la humedad relativa experimenta poca variación con valores medios mensuales entre 81.0% y 85.7%.

Método Racional:

Para el cálculo de caudales utilizaremos el Método Racional ($AD < 250$ Ha).

$$Q = CiA / 360$$

En donde:

- Q = Caudal máximo en m^3/s
- C = Coeficiente de escorrentía
- i = Intensidad de lluvia en mm/hora
- A = Área de drenaje en Ha.

Las suposiciones incluidas en la Fórmula Racional son:

1. El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad particular de lluvia ocurre si la duración de misma es igual o mayor que el tiempo de concentración.
2. El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad específica de lluvia con duración igual o mayor que el tiempo de concentración es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia.
3. La frecuencia de ocurrencia del escurrimiento máximo es la misma que la de la intensidad de la lluvia con la cual se calculó.
4. El escurrimiento máximo por área unitaria disminuye conforme aumenta el área de drenaje y la intensidad de la lluvia disminuye conforme aumenta su duración.
5. El coeficiente de escorrentía permanece constante para todas las tormentas en una cuenca.

Coeficiente de escorrentía:

Se denomina escorrentía a la cantidad de agua que no es absorbida por el suelo, que en cambio se escurre por la superficie. El coeficiente de escorrentía adopta un valor que depende de la naturaleza de la superficie, de los usos del suelo y las pendientes del terreno, vegetación, permeabilidad, inclinación, humedad inicial del suelo, etc. como se muestra a continuación:

Material	C
Pavimentos de hormigón o aglomerados	0.75 a 0.95
Tratamientos superficiales	0.60 a 0.80
Firmes no revestidos	0.40 a 0.60
Bosques	0.10 a 0.20
Zonas con vegetación densa	0.05 a 0.50
Zonas con vegetación media	0.10 a 0.75
Zonas sin vegetación	0.20 a 0.80
Zonas cultivadas	0.20 a 0.40
Terreno llano, permeable y boscoso	0.15
Terreno ondulado con pasto y cultivo	0.50

Según esta Tabla, para el área en estudio el valor de C varía de 0.75 a 0.95. Sin embargo, tomaremos para el estudio un valor de 0.90, que es el que el MOP recomienda para diseños pluviales en áreas urbanas (ver Manual de Requisitos para Revisión de Planos).

Intensidad de lluvia:

Las curvas IDF son las que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978). Son la representación gráfica de la relación existente entre la intensidad, la duración y la frecuencia o período de retorno de la precipitación (Benitez, 2002). Para el cálculo de la intensidad de la lluvia, utilizaremos las ecuaciones de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para la Vertiente del Pacífico, recomendadas por el MOP.

$$i = \frac{k}{tc + b}$$

En donde:

i = Intensidad de lluvia en pulg./hora
tc = Tiempo de concentración en minutos
k y b = Constantes (dependen del período de retorno)

Tiempo de concentración:

Se define como el tiempo que pasa desde el final de la lluvia neta hasta el final de la escorrentía directa. Representa el tiempo que tarda, en llegar al punto de control, la última gota de lluvia que cae en el extremo más alejado de la cuenca y que circula por escorrentía directa. Por lo tanto, el tiempo de concentración sería el tiempo de equilibrio o duración necesaria para que con una intensidad de escorrentía constante se alcance el caudal máximo. Existen varias fórmulas para calcular el tiempo de concentración. Utilizaremos la de Kirpich.

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.77}$$

En donde:

tc = Tiempo de concentración en minutos
L = Longitud de la cuenca en metros
P = Pendiente de la cuenca en m/m

Período de retorno (Tr):

El período de retorno, generalmente se expresa en años y se define como el intervalo de tiempo promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud específica. Es uno de los parámetros más significativos a considerar en el momento de dimensionar una estructura hidráulica q va a ser destinada a soportar crecidas. Utilizaremos para el cálculo un período de retorno de 1:50 años (valor recomendado por el MOP para entubamientos y canalizaciones).

$$i = \frac{370}{t_c + 33} \underline{\underline{d}} \text{ pulg./hora}$$

CÁLCULO DEL CAUDAL (ESCORRENTÍA SUPERFICIAL) PARA LA CONDICIÓN NATURAL DEL LOTE A DESARROLLAR:

El lote correspondiente a la Finca No. 273267, cuya área es de 4.70 hectáreas, drena desde un punto próximo a los vértices 4 y 7, con una elevación de 3.63 metros hasta un punto próximo al vértice 2, con una elevación de 3.25 metros en una distancia de 264.26 metros. Por lo tanto, la pendiente es de 0.14%.

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{264.26}{\sqrt{0.0014}} \right)^{0.77} = 17.94 \text{ minutos}$$

$t_c = 18.00$ minutos a usar

Con el tiempo de concentración obtenido, calcularemos la intensidad de la lluvia

$$i = \frac{370}{18 + 33} \times 25.40 = 184.27 \text{ mm / hora}$$

$$Q = 0.90 \times 184.27 \times 4.70 / 360 = 2.165 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q = 2.20 \text{ m}^3/\text{s}$ a usar

CÁLCULO DEL CAUDAL (ESCORRENTÍA SUPERFICIAL) PARA LA CONDICIÓN FUTURA DEL LOTE A DESARROLLAR:

El lote correspondiente a la Finca No. 273267, cuya área es de 4.70 hectáreas, drenará desde el lindero formado por los vértices 7, 8, y 1 (desde la servidumbre vial de la calle de acceso a la arenera) hasta el lindero formado por los vértices 2 y 3. La longitud del recorrido es de 211.64 metros. Las aguas de lluvia se recogerán en el lugar antes indicado y de allí se conducirán hacia fuera del lote por un punto próximo al vértice 2 (punto más bajo del entorno a la finca), con una pendiente de 0.50%. Por lo tanto,

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{211.64}{\sqrt{0.005}} \right)^{0.77} = 9.26 \text{ minutos}$$

$t_c = 9.30$ minutos a usar

Con el tiempo de concentración obtenido, calcularemos la intensidad de la lluvia

$$i = \frac{370}{9.30 + 33} \times 25.40 = 222.17 \text{ mm / hora}$$

$$Q = 0.90 \times 222.17 \times 4.70 / 360 = 2.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 2.70 \text{ m}^3/\text{s a usar}$$

Nota:

Como puede verse del cálculo realizado, la escorrentía superficial aumentará con el desarrollo de 2.20 m³/s a 2.70 m³/s para una lluvia con una recurrencia de 1:50 años.

B. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

El diámetro mínimo requerido para conducir un caudal, considerando el tubo como un canal abierto, es decir, cuando el flujo posee una superficie libre, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Dt = \left(\frac{Q \times n}{0.32 \times \sqrt{So}} \right)^{3/8}$$

En donde:

Dt = Diámetro mínimo en metros

Q = Caudal de diseño en m³/s

N = Coeficiente de Manning

So = Pendiente longitudinal del tubo en m/m

Las relaciones hidráulicas para conductos circulares, las calcularemos utilizando las siguientes ecuaciones:

$$1. \quad Q = 1/n(D/4)^{2/3} \times \sqrt{So} \times \pi/4 (D^2) \quad \underline{d} \text{ m}^3/\text{s} \quad Q(\text{tubo lleno})$$

$$2. \quad V = 1/n(D/4)^{2/3} \times \sqrt{So} \quad \underline{d} \text{ m/s} \quad V(\text{tubo lleno})$$

$$3. \quad q / Q = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{\text{sen}\theta}{2\pi} \right) \left(1 - \frac{180}{\pi\theta} \times \text{sen}\theta \right)^{2/3}$$

$$4. \quad v / V = \left(1 - \frac{180}{\pi\theta} \times \text{sen}\theta \right)^{2/3}$$

$$v = (v / V) * V \quad (3 \text{ p/s} \leq v \leq 12 \text{ p/s})$$

$$5. \quad d/D = 1/2 \left(1 - \cos \frac{\theta}{2} \right) < 0.80 \text{ (AASHTO)}$$

La velocidad (v) deberá ser mayor de 3 p/s para evitar la sedimentación excesiva (autolimpiante) y menor de 12 p/s para evitar la erosión en las descargas pluviales. La Relación Hidráulica (d/D) deberá ser menor o igual a 0.80, es decir, que las estructuras pluviales deberán ser diseñadas para trabajar a un 80% de su capacidad.

$$Q = 2.70 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_o = 0.010 \text{ m/m}$$

$$Dt = \left(\frac{2.70 \times 0.013}{0.32 \times \sqrt{0.010}} \right)^{3/8}$$

$$Dt = 1.035 \text{ m } \text{ ó } 40.74 \text{ pulg.}$$

$$D = 42 \text{ pulg. (1.05 m) a usar}$$

$$Q = 1/0.013 (1.05/4)^{2/3} \times \sqrt{0.010} \times \pi/4 (1.05^2)$$

$$Q = 2.731 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$2.70 / 2.731 = \left(\frac{\theta}{360} - \frac{\sin \theta}{2\pi} \right) \left(1 - \frac{180}{\pi \theta} \times \sin \theta \right)^{2/3}$$

$$\text{Resolviendo, obtenemos } \theta = 256.479^\circ$$

$$V = 1/0.013 (1.05/4)^{2/3} \times \sqrt{0.010}$$

$$V = 3.154 \text{ m/s}$$

$$v = \left(1 - \frac{180}{\pi(256.479)} \times \sin(256.479) \right)^{2/3} (3.154)$$

$$v = 3.60 \text{ m/s } \text{ ó } 11.81 \text{ p/s } < 12 \text{ p/s}$$

$$d/D = 1/2 \left(1 - \cos \frac{256.479}{2} \right) = 0.80 \text{ (valor que recomienda AASHTO)}$$

Nota:

Para drenar la escorrentía superficial que se produce en el área del lote de 4.70 hectáreas, utilizar una tubería de hormigón reforzado, Tabla III, con pendiente longitudinal de 1.00%. Para lo cual, el nivel de terracería mínimo a utilizar es de nivel 6.00m (similar al máximo valor utilizado en la vialidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Saneamiento de la Bahía, el cual es de 6.15m).

ANEXO

CONTENIDO DE ANEXO

1. Metodología para la clasificación de las cuencas hidrográficas / **ETESA**
2. Cuenca del río Juan Díaz / **Estudio Encibra - Jobefra**
3. Planta general de vialidad / **Diseño y Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Panamá**
4. Polígono de las fincas 273267 y 419011 con las distancias respecto al río Juan Díaz y a la Bahía / **Elaboración propia**
5. Planta indicando el alcance de la topografía en el río Juan Díaz para el estudio realizado para el Municipio de Panamá / **Elaboración propia**
6. Planta indicando la distancia desde el Corredor Sur al proyecto / **Elaboración propia**
7. Planos / **Elaboración propia**
8. Cálculo de volúmenes de relleno / **Elaboración propia**
9. Foto de la Finca 273267 / **Elaboración propia**

**ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN QUE CAUSARÍA AL RÍO JUAN DÍAZ EL
DESARROLLO DE LAS FINCAS 419011 y 273267, PROPIEDAD DE CORPORACIÓN
MEDCON PANAMÁ**



El análisis lo realizaremos en función del incremento de caudal que se produciría en la cuenca del río producto del desarrollo del mismo. Ver cálculos a continuación.

ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PARA EL RÍO JUAN DÍAZ (TR = 1:50 AÑOS)

Método Regional de Crecidas Máximas:

En octubre de 1986 la empresa Lavalin International presentó en su estudio de Proyectos Hidroeléctricos de Mediana Capacidad un Anexo titulado "*Análisis Regional de Crecidas Máximas*", en el mismo se establece una metodología que permite estimar la frecuencia de crecidas máximas que pueden ocurrir en un sitio determinado de un río. Su uso es adecuado especialmente para aquellas cuencas no controladas, ya que sólo se requiere conocer el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio en estudio (punto de control) y su ubicación en el país (región o zona). Este análisis se basó en la información de 55 estaciones limnigráficas o de registro continuo de nivel, de las cuales 49 eran operadas por el entonces Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) y 6 por la Comisión del Canal de Panamá (ACP).

En el año 2008 personal de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA realizan la actualización de este estudio gracias al crecimiento de los registros de crecidas a nivel nacional con más de 15 años adicionales, que en el año 1986; al mejoramiento de la precisión de la ubicación de las estaciones hidrológicas sobre todo las que están en áreas de difícil acceso; a la disponibilidad de mejores herramientas para el cálculo de las áreas de drenaje y a la disponibilidad de información cartográfica actualizada. La ecuación general para estimar los caudales, con las actualizaciones realizadas, es la siguiente:

$$Q \text{ prom.} = K A^{0.59}$$

En donde:

Q prom. = Caudal promedio en m^3/s

K = Constante (depende de la región o zona)

A = Área de drenaje de la cuenca en Km^2

Q máx. = Factor (Q prom.)

F. Hen

Estudio Hidrológico para el desarrollo de las Fincas No. 419011 y 273267 / Corporación Medcom Panamá.

En donde:

Q máx. = Caudal máximo en m^3/s

Factor = Constante (depende del período de retorno)

Q prom. = Caudal promedio en m^3/s

La cuenca del río Juan Díaz es la No. 144, está situada al sudeste de la provincia de Panamá. Hasta su desembocadura en la Bahía de Panamá, el río Juan Díaz drena un área de 144.57 Km^2 . Debido a su extensión, es la cuenca hidrográfica más grande que atraviesa al Distrito de Panamá en la dirección norte – sur. La misma pertenece a la región o zona 3. Por lo tanto, el valor de (K) es de 25, entonces:

$$Q \text{ prom.} = 25 A^{0.59}$$

$$Q \text{ prom.} = 25 (144.57)^{0.59} = 470.312 \text{ m}^3/\text{s}$$

El factor para el período de retorno de 1:50 años es 2.37. Por lo tanto,

$$Q \text{ máx.} = \text{Factor} (Q \text{ prom.})$$

$$Q \text{ máx.} = 2.37 (470.312 \text{ m}^3/\text{s}) = 1114.64 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1,115.00 \text{ m}^3/\text{s} \text{ a usar}$$

ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PARA EL LOTE A DESARROLLAR (TR = 1:50 AÑOS)

Método Racional:

Para el cálculo de caudales utilizaremos el Método Racional (AD < 250 Ha).

$$Q = CiA / 360$$

En donde:

- Q = Caudal máximo en m³/s
- C = Coeficiente de escorrentía
- i = Intensidad de lluvia en mm/hora
- A = Área de drenaje en Ha.

El lote correspondiente a la Finca No. 273267, cuya área es de 4.70 hectáreas (0.047 Km²), drenará desde el lindero formado por los vértices 7, 8, y 1 (desde la servidumbre vial de la calle de acceso a la arenera) hasta el lindero formado por los vértices 2 y 3. La longitud del recorrido es de 211.64 metros. Las aguas de lluvia se recogerán en el lugar antes indicado y de allí se conducirán hacia fuera del lote por un punto próximo al vértice 2 (punto más bajo del entorno a la finca), con una pendiente de 0.50%. Por lo tanto,

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{211.64}{\sqrt{0.005}} \right)^{0.77} = 9.26 \text{ minutos}$$

$t_c = 9.30$ minutos a usar

Con el tiempo de concentración obtenido, calcularemos la intensidad de la lluvia

$$i = \frac{370}{9.30 + 33} \times 25.40 = 222.17 \text{ mm / hora}$$

$$Q = 0.90 \times 222.17 \times 4.70 / 360 = 2.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

Q = 2.70 m³/s a usar

Tabla 1: Resumen del cálculo de caudales para TR = 1:50 años

F. Men

Estudio Hidrológico para el desarrollo de las Fincas No. 419011 y 273267 / Corporación Medcom Panamá.

Cuencas	Área (Km ²)	Q (m ³ /s)
Río Juan Díaz	144.570	1,115.00
Finca 273267	0.047	2.70

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del porcentaje del área del lote a desarrollar respecto al de la cuenca del río Juan Díaz:

$$Px = 0.047 (100 / 144.57) = 0.0325 \%$$

El área del lote a desarrollar representa el 0.0325% del área de la cuenca del río Juan Díaz.

Cálculo del porcentaje del caudal del lote a desarrollar respecto al de la cuenca del río Juan Díaz:

$$Px = 2.70 (100 / 1115) = 0.2422 \%$$

El caudal del lote a desarrollar representa el 0.422% del caudal de la cuenca del río Juan Díaz para el mismo período de retorno.

Nota:

Como puede verse en la Figura 1, el lote a desarrollar está más cerca de la Bahía que del río Juan Díaz (separado por la calle de acceso que viene del Corredor Sur). Por lo tanto, la microcuenca del lote a desarrollar drena hacia la Bahía.

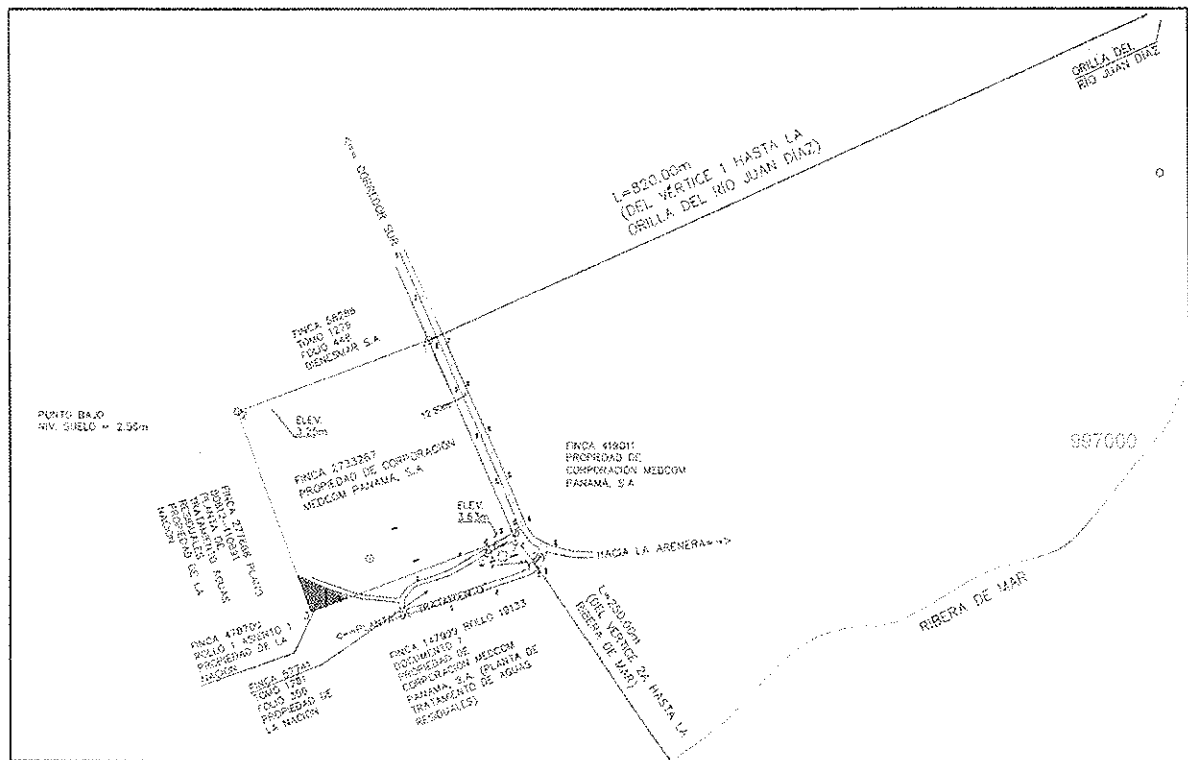


Figura 1: Distancias desde el lote a desarrollar al río Juan Díaz y a la Bahía

CONCLUSIÓN

Luego de análisis realizado, podemos concluir que el incremento del caudal producido por la escorrentía generada en el lote a desarrollar, para una lluvia con una recurrencia de 1:50 años, no es significativa, ya que representa el 0.2422 % del caudal generado en la cuenca del río Juan Díaz para igual período de retorno (ver el resumen de los cálculos de los caudales, tanto para la cuenca del río Juan Díaz como para el Lote en la Tabla 1).

MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS FINCAS 419011 y 273267, PROPIEDAD DE CORPORACIÓN MEDCON PANAMÁ

El lote a desarrollar tiene un área de 4.70 hectáreas. En la cual se produce una escorrentía superficial de 2.20 m³/s (en la condición actual sin el desarrollo) y 2.70 m³/s (en la condición futura con el desarrollo). En ambos casos, para una lluvia con una recurrencia de 1:50 años (Ver Estudio Hidrológico para el desarrollo de las Fincas No. 419011 y 273267 / Corporación Medcom Panamá, enero 2017).

Como puede verse, son caudales muy pequeños que nos permiten manejarlos dentro del lote a desarrollar a través de embalses temporales para impedir que los mismos lleguen al entorno.

El embalse puede ser consistir de un cajón pluvial o tuberías ribloc o de hormigón reforzado con la suficiente capacidad para almacenar el agua de los techos y de los estacionamientos hasta el tiempo pico de la lluvia. Una vez terminado el mismo, el embalse empieza a drenar el agua almacenada al entorno a través de una tubería de menor diámetro. Con este sistema, el desarrollo del lote no causará afectaciones adicionales al entorno puesto que el mismo ya está a un nivel que no es inundable. Sólo habría que subir de nivel (rellenar) para tener un mejor manejo y control de la escorrentía del propio lote.

Como se indicó en el “Estudio Hidrológico para el desarrollo de las Fincas No. 419011 y 273267 / Corporación Medcom Panamá, enero 2017”, la distancia desde el río Juan Díaz hasta el vértice 1 de la Finca 273267, es de aproximadamente 820 metros. En esta distancia, la crecida del río Juan Díaz no se propaga hasta las fincas a desarrollar y la escorrentía que se produce en las mismas, por la condición topográfica, no drena hacia dicho río.

Atentamente,

Ing. Félix Mena
Consultor

Medidas de Mitigación para el desarrollo de las Fincas No. 419011 y 273267 / Corporación Medcom Panamá.