



Estudio de Hidrología Básica
Infraestructura Penitenciaria en Costa Rica
Centro de Atención Institucional Calle Real de Liberia

Junio, 2020

ESTUDIO DE HIDROLOGÍA BÁSICA DEL CAUCE DE AGUA DE LA MICROCUENCA EN QUE SE LOCALIZA EL AP

PROYECTO: **Infraestructura penitenciaria en Costa Rica: CAI Calle Real (Liberia)**

LOCALIZACIÓN: Provincia: **Guanacaste** Cantón: **Liberia** Distrito: **Liberia**

DESARROLLADOR: **Ministerio de Justicia y Paz**

PROFESIONAL QUE ELABORA EL ESTUDIO: **Profesional en Ingeniería Civil con experiencia y conocimientos en el campo de la Hidrología**

Nombre del profesional: **Jorge Arturo Rodríguez Castillo**

Número de cédula: **2-0368-0863** **Número de colegiado:** **IC-3606**

Registro SETENA: **CI-015-14** Vigencia: **octubre 2021**

DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El suscrito Jorge Arturo Rodríguez Castillo, portador de la cédula de identidad número 2-0368-0863, profesional en ingeniería civil, manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, la cual se elaboró para el proyecto denominado: Infraestructura penitenciaria en Costa Rica: CAI Calle Real (Liberia), el cual se desarrollará en el plano catastrado número: **5-1052159-2006**, finca número: **G-150604-000**.

En virtud de ello, someto el presente Estudio de Hidrología Básica del Cauce de Agua de la Microcuenca en que se localiza el AP, al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sea analizado y se constate que el mismo ha cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida en este estudio se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada, a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que, en caso contrario, pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

Atentamente.

Arturo Rodríguez Castillo

Fecha de emisión: **26 de junio de 2020**

Contenido

1.	Resumen	3
2.	Introducción	4
2.1	Datos sobre la finca estudiada	4
2.2	Coordinación profesional realizada	5
2.3	Objetivos del estudio	6
2.4	Metodología aplicada para llevarlo a cabo	6
3.	Trabajo realizado	7
3.1	Aspectos hidrológicos básicos del Área del Proyecto	7
3.2	Memoria de cálculo y parámetros utilizados	8
4.	Resultados hidrológicos obtenidos	13
4.1	Caudal de escorrentía para la condición actual y futura.	13
4.2	Verificación de capacidad hidráulica en la infraestructura actual.	14
4.3	Punto de desfogue recomendado	16
4.4	Análisis de riesgo por inundación en el terreno	18
5	Evaluación de resultados y conclusiones hidrológicas	18
5.1	Alcance del estudio	19
5.2	Grado de incertidumbre	19

1. Resumen

1.1. Resumen de resultados

Desde el punto de vista de manejo de aguas pluviales, el proyecto se considera viable.

A partir de análisis de los mapas oficiales y visita de campo, se concluye que no existe amenaza de inundación en la propiedad.

No obstante, se recomienda dar mantenimiento a la infraestructura pluvial actual y propuesta, con el fin de evitar obstrucciones que puedan ocasionar disminuciones en la capacidad de transporte de caudal, y por lo tanto desbordamientos durante eventos de precipitación alta.

En el terreno en estudio se localizan 2 cauces de aguas no permanentes. Se delimitó una microcuenca para el cauce principal, con punto de control en dos alcantarillas que se localizan debajo de un paso peatonal. El área de la microcuenca es de aproximadamente 70.5 Ha.

Se realizó el análisis de caudales para esta microcuenca, con distintos períodos de retorno, y se encontró que el punto crítico (el paso de las alcantarillas) tiene capacidad para trasladar el agua pluvial en la condición futura (con la construcción de las estructuras propuestas) hasta para un período de retorno de 50 años.

1.2. Resumen de conclusiones técnicas

El desfogue pluvial para la zona donde se va a construir la nueva infraestructura se propone a través de un canal existente. Es necesario conformarlo adecuadamente y revestirlo de un material protector.

Se propone un canal de geometría cuadrada, con dimensiones de 50 cm de ancho por 50cm de profundidad y revestido en concreto. Para esta condición habría capacidad para el traslado del caudal generado por la impermeabilización propuesta.

Se recomienda verificar nuevamente la capacidad del canal una vez se tengan definidas las cotas de los edificios. Así como los valores de pendiente y verificar la velocidad y fuerza tractiva según normativa nacional.

2. Introducción

A través de cooperación técnica, el Banco Centroamericano de Integración Económica se encuentra financiando la consultoría de “Asistencia técnica especializada para la gestión inicial de estudios del programa de obras de infraestructura penitenciaria de Costa Rica”.

Dentro de este proyecto, se incluye la realización de estudios de hidrología en 3 centros penales. El presente informe incluye los resultados y análisis correspondientes al Centro de Atención Integral Calle Real (Liberia)

2.1 Datos sobre la finca estudiada

El Centro de Atención Integral Calle Real se localiza en el distrito central del cantón del Liberia, provincia de Guanacaste.

Corresponde al plano catastro número 5-1052159-2006, finca número G-150604-000, con un área de

El terreno se localiza aproximadamente 5 kilómetros al norte de la carretera interamericana (ruta 1). La figura 1 muestra la localización del área de estudio.

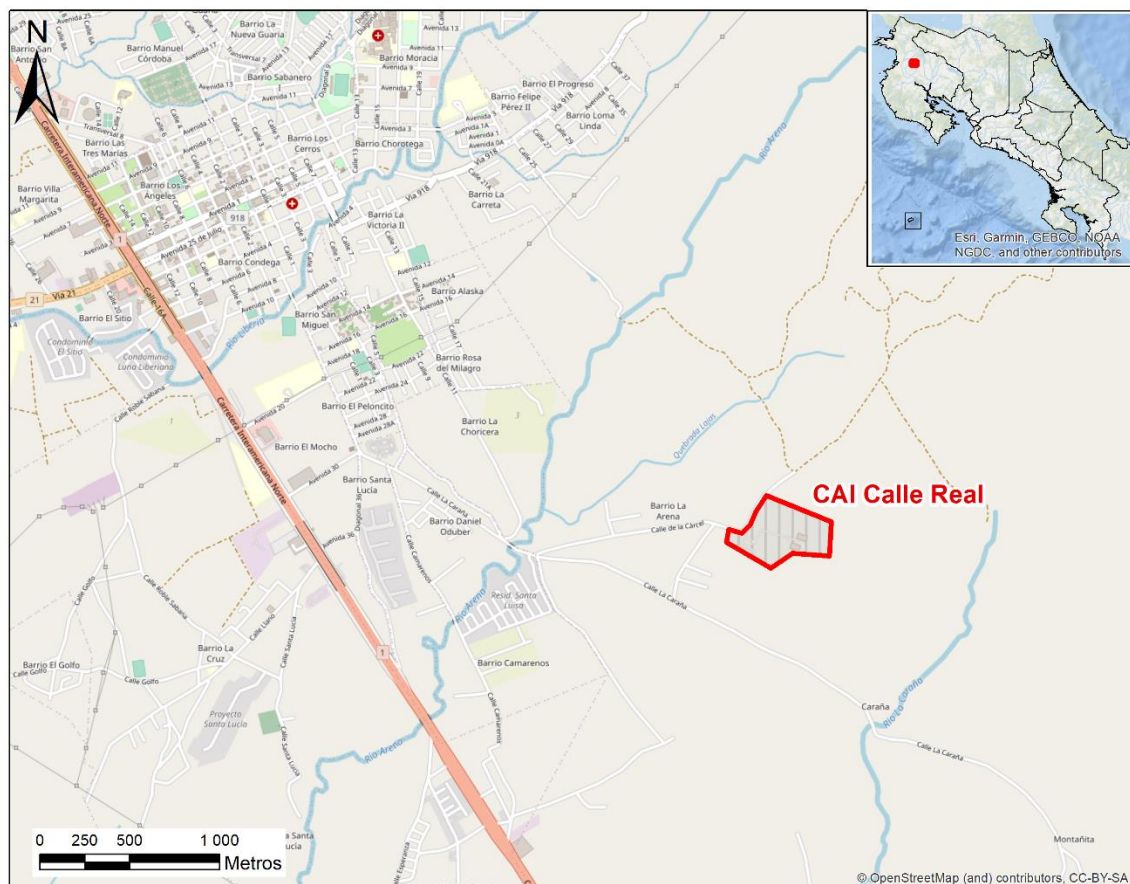


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Actualmente en el terreno existen obras de infraestructura del Centro de Atención Integral de Calle Real de Liberia, donde se alberga población privada de libertad, se tienen áreas verdes, un cuerpo de agua no permanente que atraviesa parte de la zona, un bosque pequeño asociado, árboles dispersos, entre otros.



Figura 2. Instalaciones actuales del CAI Calle Real

2.2 Coordinación profesional realizada

Para la realización del análisis hidrológico de la zona fue necesaria una visita al sitio para caracterizar el terreno y sus áreas aledañas, conocer condiciones de pendientes, uso del suelo, presencia de infraestructura pluvial actual, potenciales sitios de desfogue y caracterización del cuerpo receptor.

Para esta visita se coordinó con personal del Ministerio de Justicia y Paz, de manera tal que se pudo visualizar en campo las propuestas de desarrollo.

Además, se contó con el insumo del levantamiento topográfico del área de estudio, a partir del cual se hicieron los análisis respectivos y se propuso la solución de manejo de aguas.

2.3 Objetivos del estudio

Elaborar un análisis hidrológicos e hidráulicos en los terrenos propuestos para las nuevas obras del Centro de Atención Integral de Calle Real en Liberia, tomando en cuenta los cambios en el uso del suelo de los terrenos y la topografía y condiciones existentes.

2.4 Metodología aplicada para llevarlo a cabo.

El análisis realizado se hizo a partir de información bibliográfica que incluye normativa nacional, publicaciones científicas, libros, entre otros. Además, se contó con los insumos facilitados por el Ministerio de Justicia y Paz referentes al diseño de sitio propuesto. Por otra parte, se tiene la visita de campo para verificar las condiciones en sitio.

A partir de lo anterior se realizan los cálculos y caracterizaciones hidrológicas del área tributaria, con ayuda de Sistemas de Información Geográfica.

En la Figura 3 se plantea la metodología seguida para elaborar la memoria de cálculo de la estimación del exceso de escorrentía, generado por la construcción de las nuevas obras, y el comportamiento hidráulico del cauce o infraestructura presente ante el desfogue de la escorrentía pluvial.

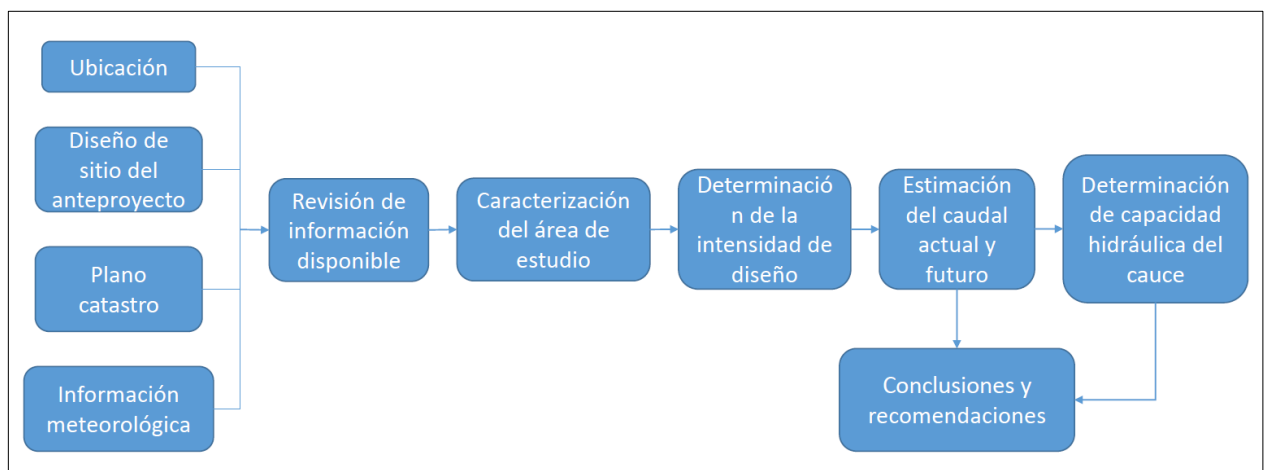


Figura 3. Metodología

3. Trabajo realizado

3.1 Aspectos hidrológicos básicos del Área del Proyecto

Para el análisis hidrológico, se procedió a delimitar el área tributaria de la cuenca a donde desfogarían las aguas pluviales que escurrirán desde las zonas impermeabilizadas nuevas. Para esto, se estableció como punto de control la zona del paso peatonal que une los módulos del Centro de Atención Integral.

En este punto, se localizan 2 alcantarillas que permiten el paso del agua que se traslada a través del cauce de agua no permanente, así como los desfogues pluviales existentes de los edificios actuales.

A partir de fotografía aérea y verificación de campo, se procedió a delimitar esta microcuenca, y clasificar su área según el tipo de uso de suelo presente. Los resultados se muestran a continuación:

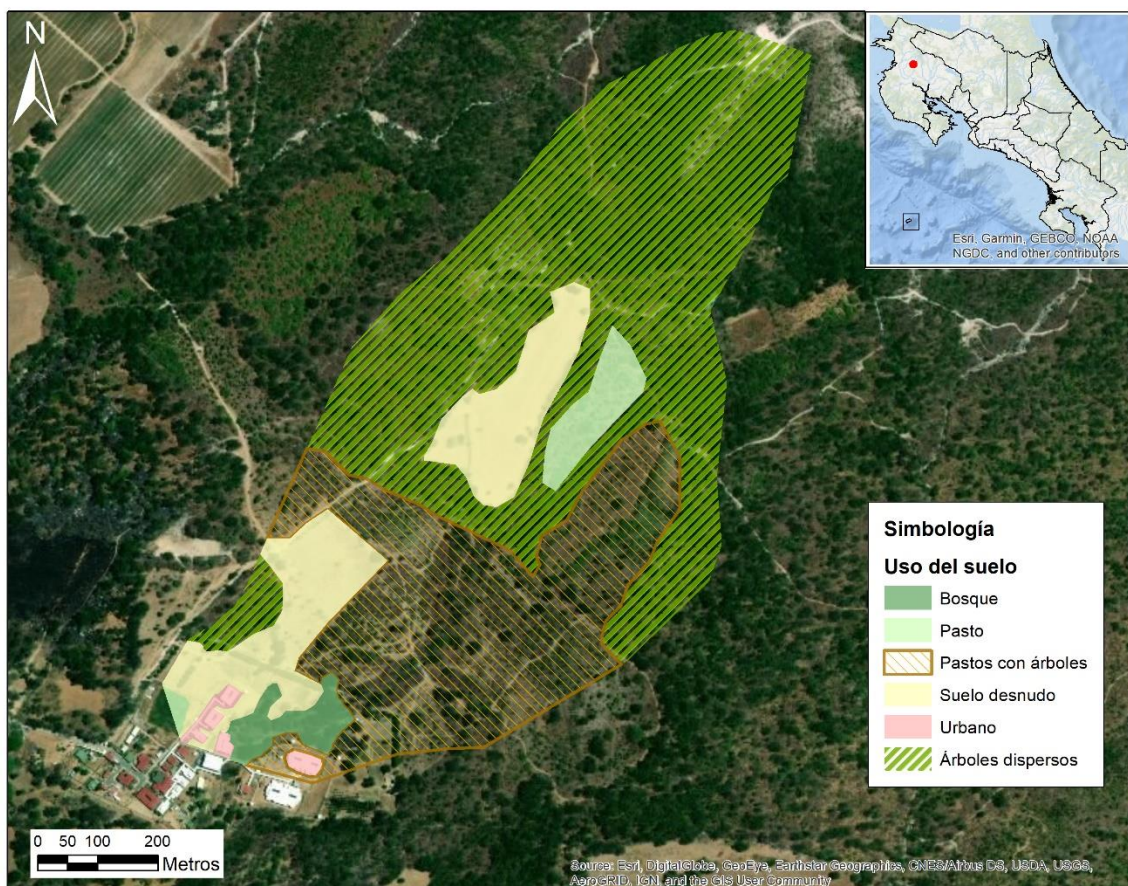


Figura 4. Uso del suelo presente en la microcuenca de estudio.

En el siguiente cuadro se muestra el área que abarca cada una de las categorías de uso del suelo encontradas en la microcuenca.

Uso del suelo	Áreas de drenaje (m ²)	Porcentaje (%)
Árboles dispersos	365 295,22	51,79
Bosque	14 252,95	2,02
Pasto	20 154,88	2,86
Pastos con árboles	206 042,14	29,21
Suelo desnudo	92 959,74	13,18
Urbano	6 664,15	0,94
Total general	705 369,08	

En total, se tiene un área aproximada de 70.54 hectáreas. El uso predominante es de árboles dispersos, asociados a la parte alta de la microcuenca, con poco más de la mitad del área; seguido del uso de pastos con árboles. Es importante destacar que las condiciones de cobertura del suelo varían mucho entre épocas seca y lluviosa, en particular para las zonas con presencia de pastos.

El área que abarca la infraestructura urbana representa apenas un 0.94% del total del área.

Con base en las curvas de nivel en escala 1:5000, así como el levantamiento topográfico, se determinó que, en términos de relieve, la microcuenca se clasifica como de topografía suave, con pendientes menores al 5%.

3.2 Memoria de cálculo y parámetros utilizados

Para el cálculo del caudal se utilizó el método racional. Este es un método empírico que se utiliza para encontrar el caudal máximo correspondiente a un periodo de retorno dado. El mismo supone que la precipitación de diseño es de intensidad, duración y frecuencia constante y uniforme en toda la extensión de la cuenca, supuesto válido en este caso según lo visto en la sección anterior. “El método racional supone que la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia se produce cuando la duración de ésta es igual al tiempo de concentración”. (Villón, 2004)

El caudal que escurre por un área conocida puede determinarse a partir de la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde,

Q= caudal de diseño (m³/s)

I=intensidad de la lluvia (mm/h)

C=coeficiente de escorrentía (adimensional)

A=Área de drenaje (Ha)

Para el caso en estudio, se procedió al cálculo del caudal producido para la condición actual debido a la escorrentía del terreno y los edificios, y posteriormente para el escenario en el que se impermeabilice el área propuesta según diseño de sitio.

3.2.1 Áreas de drenaje

En la sección 3.1 se muestra la distribución del área de drenaje para la microcuenca en la condición actual.

Para el caso del escenario a futuro, se procedió a incorporar el diseño de sitio facilitado por el Ministerio de Justicia y Paz, este se muestra en la figura a continuación:

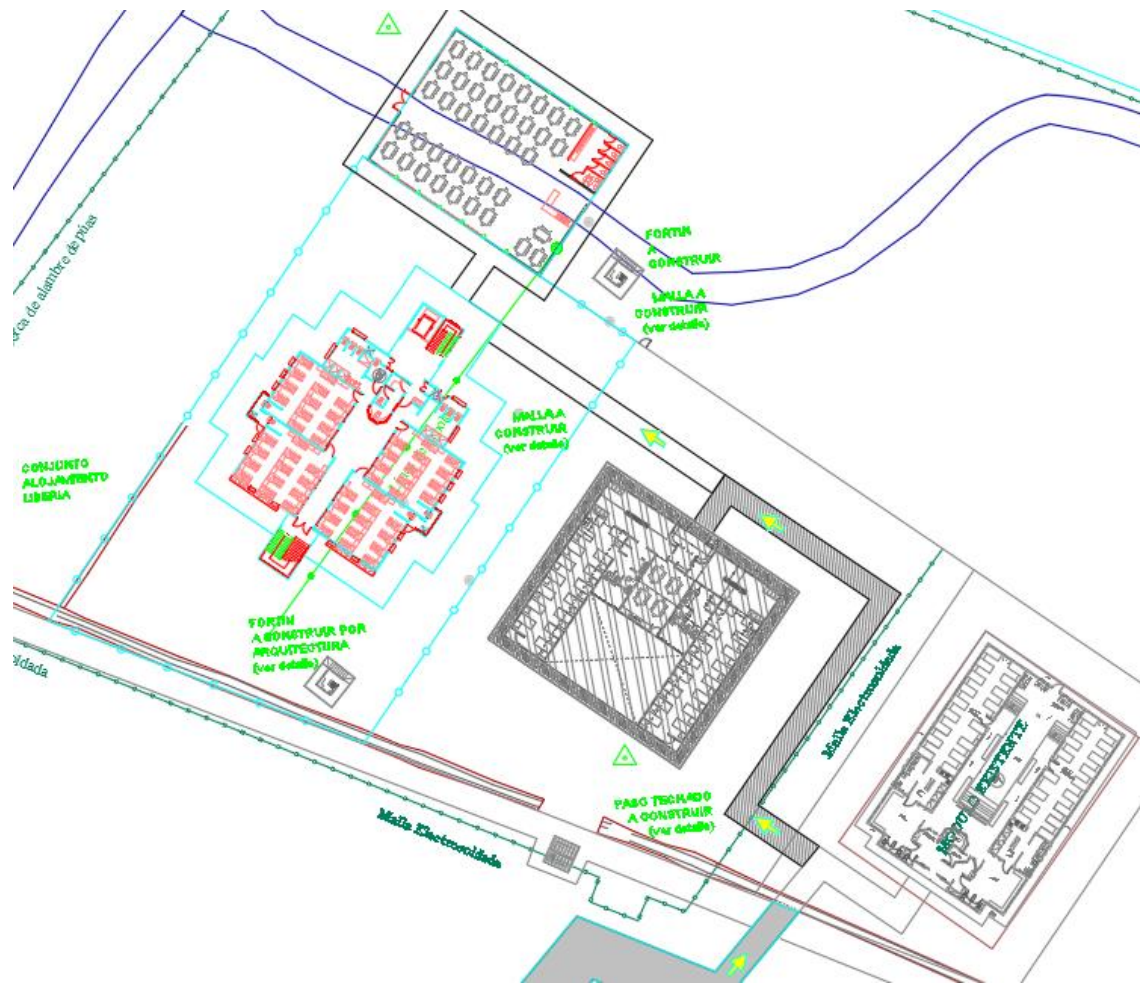


Figura 5. Diseño de sitio de infraestructura propuesta

La infraestructura propuesta corresponde a 3 edificios principales, un fortín, aceras y un paso peatonal techado. En total, se tiene un área aproximada de 2293.63 m² de construcción. En este escenario a futuro, las áreas de drenaje serían las siguientes:

Uso del suelo	Áreas de drenaje en condición futura (m ²)	Porcentaje (%)
Árboles dispersos	365 295,22	51,79
Bosque	14 252,95	2,02
Pasto	20 154,88	2,86
Pastos con árboles	206 042,14	29,21
Suelo desnudo	90 666,11	12,85
Urbano	8 957,78	1,27
Total general	705 369,08	

Según los datos mostrados, la impermeabilización producto de la construcción de la infraestructura propuesta, constituye apenas un aumento de un 0.33%, representado en un aumento en el área bajo la categoría de urbano, y una disminución equivalente en la categoría de suelo desnudo.

3.2.2 Tiempo de concentración

Este corresponde a la duración que transcurre para que el flujo de agua recorra el punto más alejado del área de drenaje hasta la salida de esta.

Siguiendo lo estipulado en la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial, se utiliza el mínimo indicado de 10 minutos, haciendo la salvedad que para una cuenca plana como la de estudio, corresponde a un valor conservador.

3.2.3 Intensidad de la lluvia

Se estima a partir de curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) que se hayan hecho a partir de datos meteorológicos que sean representativos de la zona.

Para el caso en estudio, se utilizaron las curvas desarrolladas por el Instituto Meteorológico Nacional en su publicación “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas”. En esta, se incluyen los resultados para el caso de la estación número 74-51, localizada en el Aeropuerto de Liberia y que posee registros de datos para un período de 13 años.

Las intensidades para distintas duraciones y períodos de retorno se muestran a continuación:

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	Período de retorno (años)						
	5	10	25	50	100	250	500
5	171,67	199,84	235,42	261,82	288,03	322,53	348,59
10	153,96	180,71	214,51	239,58	264,46	297,23	321,97
15	141,01	167,18	200,26	224,8	249,15	281,22	305,43
30	112,16	135,79	165,66	187,82	209,81	238,77	260,64

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, 2011.

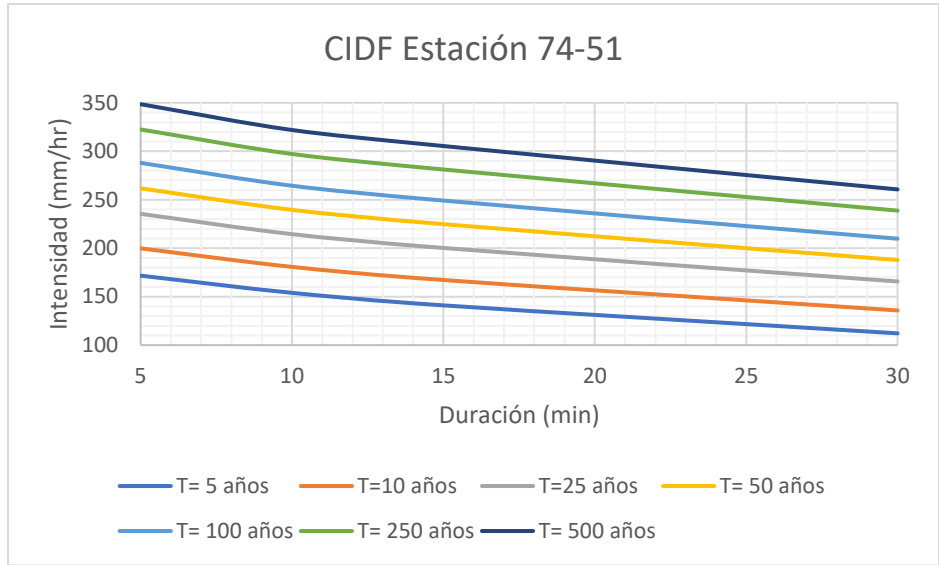


Figura 6. Curvas IDF para la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto de Liberia.
Fuente: elaboración propia con base en los datos de IMN, 2011.

Por condiciones de cercanía y características climáticas similares, los datos mostrados anteriormente se consideran representativos para el área de estudio.

3.2.4 Coeficiente de escorrentía (C)

Corresponde a la fracción de la precipitación total que efectivamente llega hasta el punto de control. Es adimensional y depende de las condiciones físicas y de cobertura que existan en el terreno.

En caso de cuencas con superficies de características heterogéneas, se calcula el valor del coeficiente a través de una media ponderada en función del área, según la fórmula:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

C= Coeficiente de escorrentía ponderado

C_i= coeficiente de escorrentía para el área A_i

A_i= área parcial i

n= número de áreas parciales

Los valores C se obtienen a partir de las recomendaciones dadas en la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial del AyA (2017) y en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica.

Los coeficientes de escorrentía asignados a los distintos usos del suelo, y el valor ponderado para las condiciones actual y futura se muestran a continuación.

Uso del suelo	Áreas de drenaje en condición actual (m ²)	Áreas de drenaje en condición futura (m ²)	Coficiente de escorrentía C
Árboles dispersos	365 295,22	365 295,22	0,15
Bosque	14 252,95	14 252,95	0,10
Pasto	20 154,88	20 154,88	0,20
Pastos con árboles	206 042,14	206 042,14	0,15
Suelo desnudo	92 959,74	90 666,11	0,35
Urbano	6 664,15	8 957,78	0,90
Total general	705 369,08	705 369,08	
C Ponderada	0,184	0,186	

4. Resultados hidrológicos obtenidos

4.1 Caudal de escorrentía para la condición actual y futura.

A partir de la aplicación de la ecuación (1), se procede a estimar el caudal de escorrentía que llega hasta el punto de control determinado tanto para la condición actual como la futura.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para distintos períodos de retorno.

Período de retorno (años)	10	25	50	100
Caudal actual (L/s)	5546,431	6510,104	7727,754	8630,904
Caudal con desarrollo (L/s)	5600,381	6573,427	7802,921	8714,857

Según la “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, se recomienda utilizar como mínimo un período de retorno de 10 años en sistemas de alcantarillado pluvial convencionales.

Para esa condición, se tiene que la construcción de la infraestructura representaría un aumento en el caudal de 53.95 litros por segundo, lo que corresponde a un incremento de menos de 1 punto porcentual (0.97%) en el caudal que existe en el punto de control.

4.2 Verificación de capacidad hidráulica en la infraestructura actual.

En el punto de control para la microcuenca en estudio, se localizan actualmente 2 alcantarillas de concreto, con diámetro interno de 1.1 m, que sirven como paso de agua por un tramo pequeño debajo del paso peatonal.



Figura 7. Alcantarillas en punto de control

Se procede a verificar la capacidad hidráulica de esta infraestructura, con el fin de garantizar su buen comportamiento aún en el escenario con la construcción de la nueva infraestructura. Para encontrar el caudal que podría pasar por la alcantarilla se parte de la relación:

$$Q = \frac{1000}{n} A_M (R_H)^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación (3)}$$

En donde:

Q= caudal de diseño del colector

N= coeficiente de rugosidad de Manning, en el caso de estudio correspondiente a alcantarillas de concreto, por lo tanto, se usa valor de 0.013

AM= área mojada (m²) calculada como $\frac{d^2}{2} \left(\frac{\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{8} \right)$ para sistemas donde la descarga alcanza $\frac{3}{4}$ partes del diámetro del tubo.

RH= radio hidráulico, dado por $\frac{d}{4} \left(1 + \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)$ para sistemas donde la descarga alcanza $\frac{3}{4}$ partes del diámetro del tubo.

S= pendiente del conducto (m/m), estimada en 2% a partir de la visita de campo.

Se encontró que la capacidad de cada alcantarilla corresponde a 3986.62 l/s; por lo que, en total, el tramo tendría una capacidad de trasladar 7973.25 l/s.

Al verificar versus los caudales esperados, se tiene que el sistema de 2 alcantarillas tiene capacidad suficiente para trasladar las aguas pluviales para períodos de retorno de hasta 50 años.

Es importante destacar que esta verificación se da para el caso en el que el agua ocupe hasta $\frac{3}{4}$ del diámetro de las alcantarillas, y que esta capacidad se puede ver disminuida por obstrucciones, las cuales son comunes en eventos de precipitaciones extremas con poder de arrastre de ramas, hojas, piedras, basura, entre otros.

Incluso actualmente se encuentran tapadas las alcantarillas en casi toda su área transversal para evitar el paso entre las zonas aguas arriba y abajo de este punto.

4.3 Punto de desfogue recomendado

Actualmente en el terreno existe un canal que sirve para canalizar las aguas pluviales desde la zona sur de donde se plantea la construcción de infraestructura, hasta un cauce menor que llega hasta el punto de control en el cruce de las alcantarillas.



Figura 8. Canal para desfogue de aguas pluviales.

Se recomienda el desfogue directamente a este canal, para lo cual se debe conformar la geometría de manera regular, revestirlo de algún material como concreto, y darle mantenimiento para evitar la presencia de basura y vegetación en él. Además, valorar la colocación de rejillas.

La localización de este canal de desfogue se muestra en la siguiente figura:



Figura 9. Desfogue propuesto

Por último, se procede a verificar la geometría de la sección propuesta, de manera tal que pueda albergar el caudal de escorrentía y cumpla con los requisitos dados en normativa.

El caudal generado por la construcción de la nueva infraestructura se calcula a partir de la ecuación (1), con el área de la huella de los edificios, aceras y pasos peatonales propuestos, y la intensidad para una tormenta de 10 minutos y 10 años de período de retorno. Con estos valores se encuentra un valor de caudal de 88,2 l/s.

Se propone una sección cuadrada de 0.5 x 0.5 de ancho, con la pendiente similar a la condición actual, medida a partir del levantamiento topográfico, con un valor de 0.7%. La capacidad se calcula a partir de la ecuación (3). Suponiendo la condición en la que la altura del agua alcance el 60% de la altura del canal (30 centímetros), se tiene que habría una capacidad de trasladar

261.18 l/s por lo que podría trasladar el caudal generado. Un esquema de la geometría propuesta se muestra a continuación.

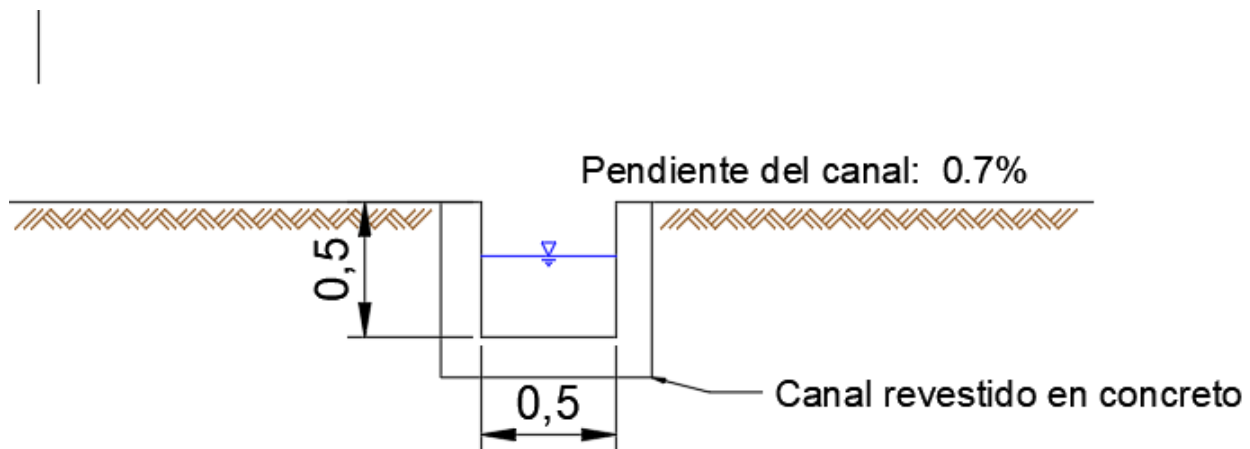


Figura 10. Geometría del canal propuesto

4.4 Análisis de riesgo por inundación en el terreno

Según el mapa oficial de amenazas para el cantón de Liberia, publicado por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), el terreno en estudio no se encuentra cercano a zonas de riesgo aparentes. Los cuerpos de agua cercanos no presentan zonas de inundación asociadas.

Según condiciones vistas durante la visita de campo, no existe un cuerpo de agua cercano que pueda afectar directamente el terreno en un evento de desbordamiento, el cauce que atraviesa la propiedad es de carácter no permanente.

No obstante, se debe dar limpieza y mantenimiento al sistema de alcantarillado pluvial para evitar problemas de desbordamiento por obstrucciones.

5 Evaluación de resultados y conclusiones hidrológicas

Se realizó el análisis hidrológico del terreno donde se propone la construcción de nueva infraestructura en el Centro de Atención Integral Calle Real en Liberia.

Se determinó y caracterizó el área tributaria que aporta aguas de escorrentía hasta un punto de interés, situado en el lote propiedad del Ministerio de Justicia y Paz.

Se tiene que el aporte en la condición a futuro producto de la impermeabilización por la nueva infraestructura planteada, representa apenas un 0.97% de aumento en el caudal con respecto a la situación actual.

Se verificó la capacidad de las alcantarillas colocadas en sitio, y se encontró que poseen capacidad para trasladar las aguas pluviales provocadas por tormentas de hasta 50 años de período de retorno.

Se propuso un canal para el traslado de las aguas pluviales generadas por la nueva infraestructura hasta un cauce no permanente que atraviesa la propiedad. Se verificó que la geometría propuesta cumple con la capacidad para traslado del caudal a futuro.

5.1 Alcance del estudio

El alcance del presente estudio abarca el análisis hidrológico necesario para recomendar un correcto punto de desfogue para aguas pluviales, tomando en cuenta las características del terreno y su entorno (a nivel de microcuenca). Además de verificar los caudales por lluvia generados en la condición actual del terreno y bajo el escenario de la construcción de la infraestructura propuesta.

Se debe verificar los resultados en caso de que se plantee un cambio significativo en el área de impermeabilización propuesta. De igual manera si ocurriera un cambio en el uso del suelo en terrenos dentro del área tributaria y que pudieran ocasionar un aporte importante en el caudal que llega hasta el terreno en estudio.

En caso de que se propongan movimientos de tierra (excavaciones o rellenos) que cambien considerablemente los niveles existentes, se recomienda revisar los valores de pendientes para el manejo de las aguas.

5.2 Grado de incertidumbre

La principal incertidumbre en el análisis efectuado corresponde a la asociada a los datos meteorológicos, específicamente en el cálculo de la intensidad de la lluvia. Esta se realizó mediante las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia características de la estación meteorológica localizada en el aeropuerto de Liberia. A pesar de esto, se considera que el cálculo empleado es representativo para la zona por cercanía y condiciones climáticas similares.

Los valores de caudal también podrían variar en un rango dependiendo del valor empleado de coeficiente de escorrentía, según valores recomendados en distinta bibliografía.

Referencias Bibliográficas

Chow, V. et al. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.

Chow, V. et al. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.

Murillo, R. (1994). *Estudio de intensidades de lluvia en la cuenca del río Virilla*. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, UCR: Informe final de proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Civil.

Varhson, W., Romero, M., Arauz, I., Sánchez, S., & Chacón, R. (1992). Análisis probabilístico de lluvias intensas en Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 45-58.

Villón, M. (2004). *Hidrología*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.