

14.13. Estudio Hidrológico y Diseño Hidráulico Pluvial.



CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE

ESTUDIO HIDROLÓGICO

FECHA: MARZO 2024

CONTRATISTA

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024

CONSORCIO IR-LOS SANTOS

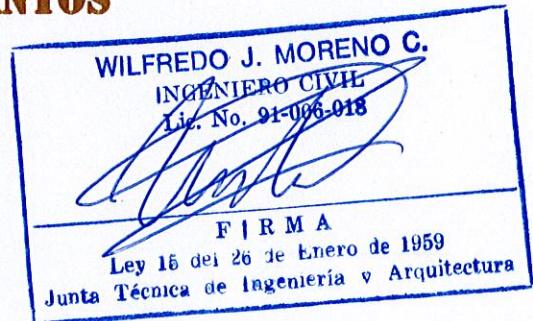


CONSORCIO IR LOS SANTOS



CONSTRUCTORA RODSA, S.A.

INRECI, S.A.
"INGENIEROS CONTRATISTAS"



ESTUDIO HIDROLÓGICO

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS, PROVINCIA DE LOS SANTOS (Calle Qda. Grande (El Bijao)-Caña Brava-Colón-Rascador-San Luis, Calle Interna Ramal L.I Camino Qda. Grande-Colón Rascador-San Luis).

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO PLUVIAL PARA LA REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS



CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

INDICE

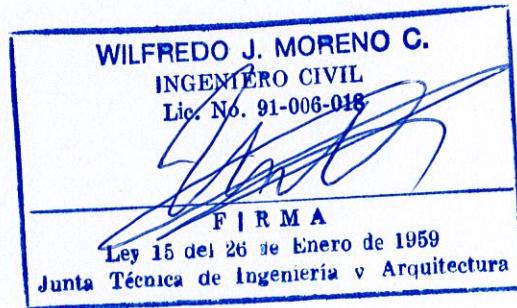
1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	4
3.	LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO.....	4
4.	NORMATIVA Y CRITERIOS DE DISEÑO.....	5
5.	TOPOGRAFÍA DE REFERENCIA.....	5
6.	INVENTARIO DE OBRAS DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES.....	8
7..	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	9
7.1.	CRITERIOS Y METODOLOGÍAS UTILIZADAS.....	10
7.1.1.	TIEMPO DE RETORNO.....	10
7.1.2.	PLUVIOMETRÍA.....	10
7.1.2.1	PRECIPITACIÓN.....	11
7.1.2.1.1.	CÁLCULO DE INTENSIDAD DE LLUVIA.....	15
7.1.2.2	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	16
7.1.2.2.1.	CALIFORNIA CULVERTS PRACTIC.....	16
7.1.2.2.2.	KIRPICH.....	16
7.1.2.2.3.	RECOMENDADA POR EL MOP.....	17
7.2.	CAUDAL DE DISEÑO.....	17
7.2.1.	ÁREA DE DRENAJE.....	18
7.2.2.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	18
7.3.	DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO.....	20





CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

8.	OBRAS DE DRENAJES TRANSVERSALES	21
8.1.	OBRAS DE DRENAJES TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJONES (ODT)	21
8.1.1.	CARACTERISTICAS FÍSICAS DE CUENCAS DE OBRAS DE DRENAJES TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJONES.....	22
8.1.2.	CALCULO DE TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE OBRAS DE DRENAJES TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJONES.....	22
8.1.3.	CALCULOS HIDRÁULICOS RESULTANTES PARA OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJONES.....	24
	ANEXOS.....	26
	ANEXO I. PLANO DE CUENCAS.....	27





CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

1. INTRODUCCIÓN.

El Ministerio de Obras Públicas, tiene entre sus objetivos, realizar la Rehabilitación de las Calles en el Distrito de Los Santos con una longitud de L=39K+962.

Para tales propósitos, el Ministerio de obras Públicas adjudicó mediante el contrato N° UAL-1-01-2024 a el Consorcio IR-Los Santos, que dentro de sus alcances está el de desarrollar todos los estudios técnicos para la ejecución de la obra tales como: topografía, ingeniería geotécnica, hidráulica, hidrología, planos de construcción y especificaciones técnicas para procurar la conectividad e integridad de las redes viales y/o para la accesibilidad a los servicios básicos tales como: Centros de salud, escuelas, caminos de producción.

Dentro de los estudios pertinentes para el correcto desarrollo del proyecto, el estudio de drenaje tiene por objeto calcular y dimensionar el sistema de drenaje necesario para garantizar la evacuación de las aguas pluviales que puedan afectar la estructura del pavimento y por ende la integridad del proyecto.

Por tal razón, éste estudio abarca el comportamiento de las aguas procedente de la escorrentía entre ambas márgenes del terreno circundante (drenaje transversal).

Este estudio se divide en tres partes a considerar. La primera parte describe el sistema de drenaje existente en las calles y caminos analizados. La segunda parte evalúa las condiciones hidrológicas de la zona en estudio y la tercera es donde se aplican los criterios de diseño hidráulico para definir el sistema de drenaje transversal.





CONSORCIO IR LOS SANTOS

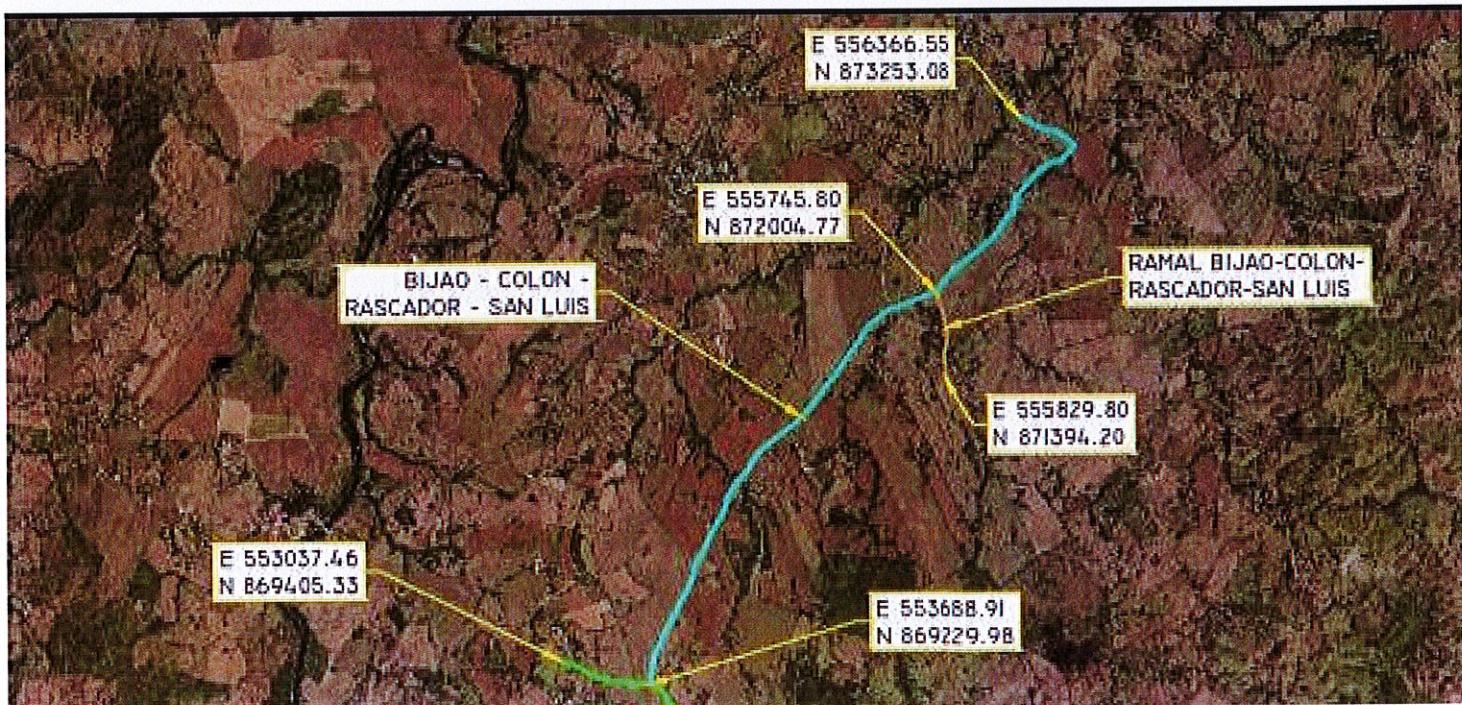
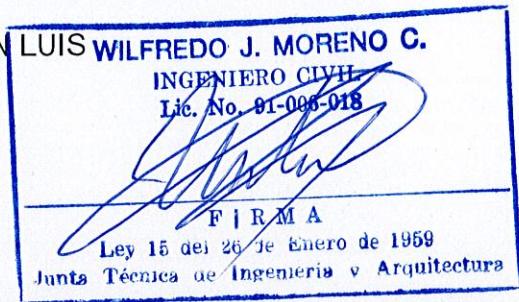
CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

2. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.

El objeto de este documento es el de describir y sustentar mediante los análisis y cálculos correspondientes, el diseño del drenaje transversal (tuberías y cajones pluviales) a ejecutar por el Consorcio IR-Los Santos, dentro de la rehabilitación de las calles y caminos que a continuación se describen:

- CAMINO BIJAO-COLÓN-RASCADOR-SAN LUIS
- CAMINO RAMAL BIJAO-COLÓN-RASCADOR-SAN LUIS

3. LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO





CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

4. NORMATIVA Y CRITERIOS DE DISEÑO

La normativa de referencia para el diseño geométrico a utilizar, corresponde a la Guía AASHTO (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets), Las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes del Ministerio de Obras Públicas, segunda Edición revisada 2002 y sus suplementarias aplicables, Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con Enfoque de Gestión de Riesgos y Seguridad Vial, 3ra Edición, 2011, Reglamento de Diseño Estructural de la República de Panamá, Manual de Especificaciones Ambientales del Ministerio de Obras Públicas, Edición de abril de 2021, Compendio de Leyes y Derechos para la Protección del Medio Ambiente y Otras Disposiciones Aplicables, Manual de Procedimientos para tramitar Permisos y Normas para la ejecución de trabajos en las Servidumbres Públicas de la República de Panamá y Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, Tercera edición abril 2021.

5. TOPOGRAFÍA DE REFERENCIA

La topografía de estos caminos que recorren los Corregimientos Los Olivos y El Guásimo del Distrito de Los Santos, se pueden describir que son completamente planas con pequeñas y suaves pendientes a lo largo de su trayectoria.

Para mayor referencia de la topografía se consultó con los mosaicos geográficos del Instituto Geográfico Tommy Guardia que nos permitió manejar con más detalle la determinación de las cuencas y poder acceder a más información de tipo general de la topografía.



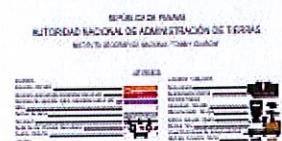
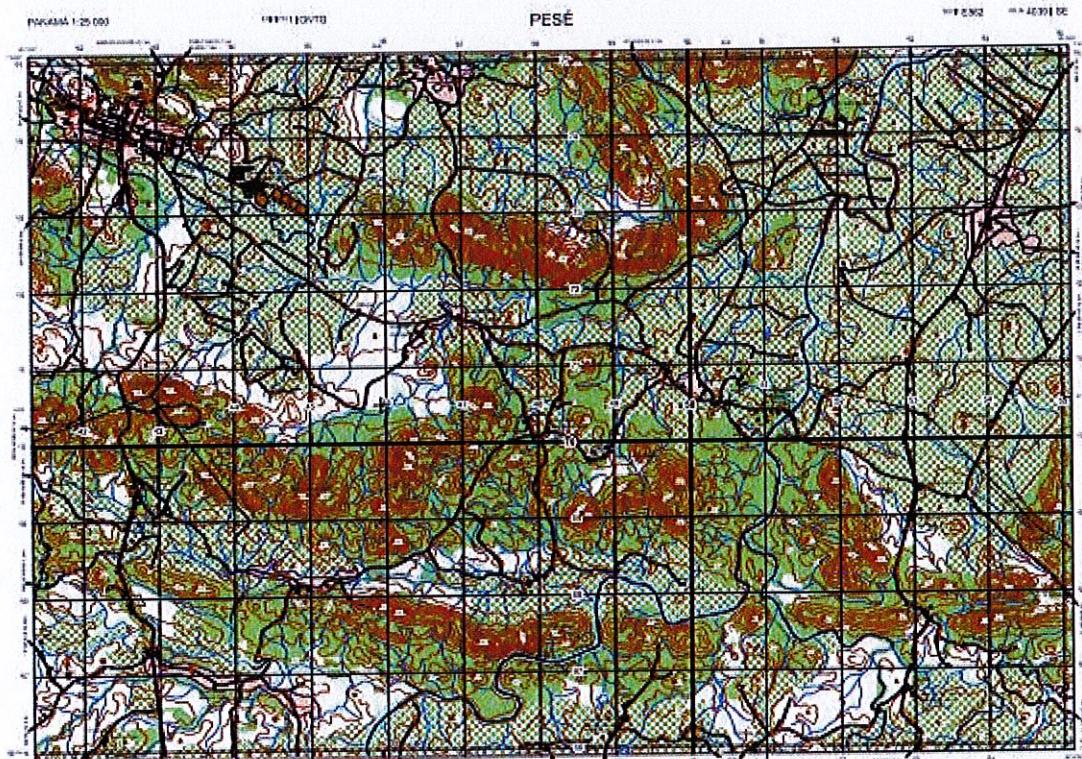


CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

TABLA 1. MOSAICOS DE REFERENCIA

MOSAICO	ID DE REFERENCIA
PESÉ	4039-I SE
LLANO LARGO	4139 IV SW



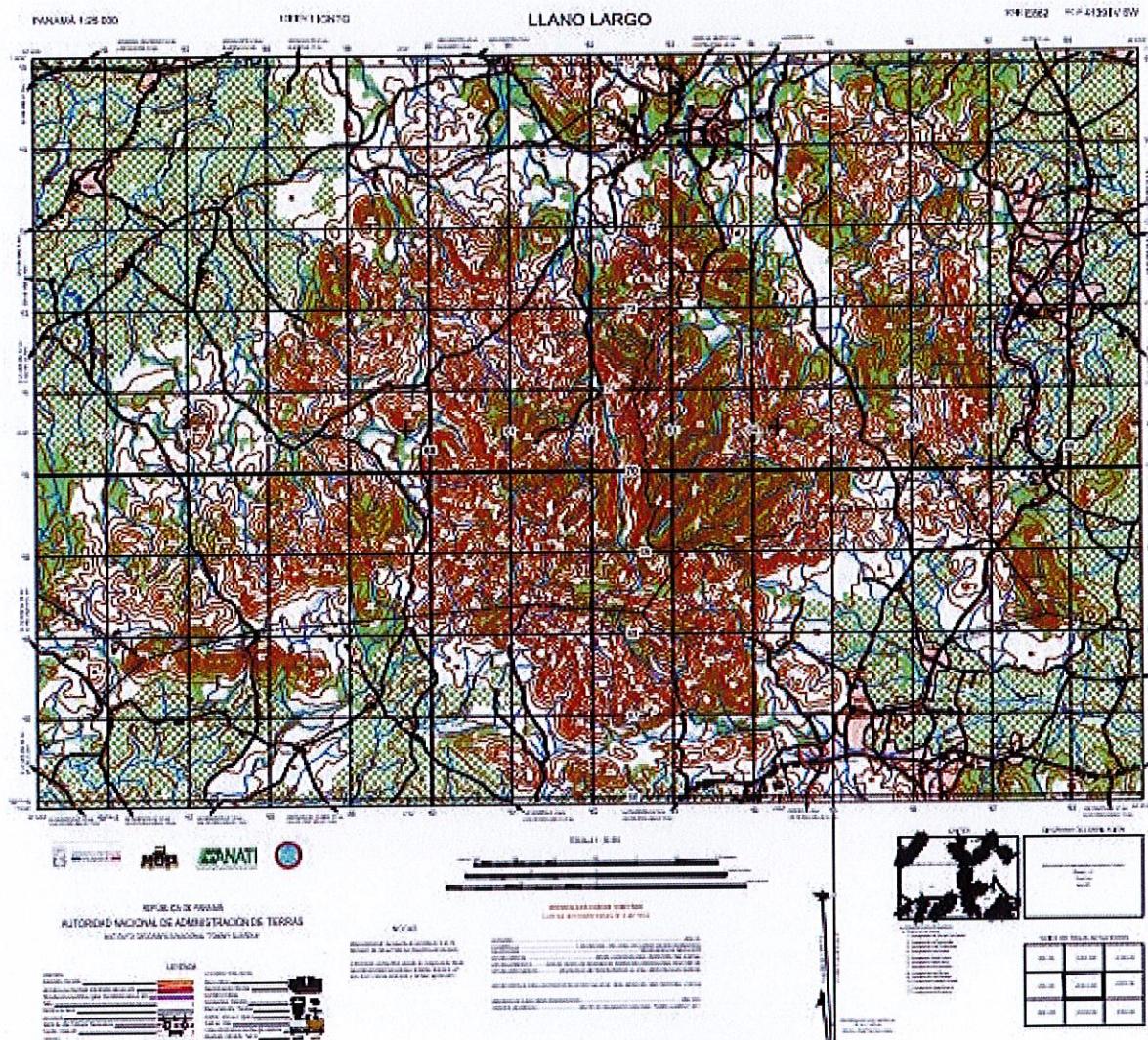
REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024



CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE ESTUDIO HIDROLÓGICO FECHA: MARZO 2024 CONTRATISTA





CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

6.0 INVENTARIO DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

Como un procedimiento inicial para el diseño y dimensionamiento del sistema de drenaje se ejecutó una evaluación de campo con el objetivo de analizar las condiciones de las calles y detectar los puntos donde se necesita mejorar el drenaje por falta de capacidad hidráulica de la estructura existente. Se referencia sobre el terreno y se plasma su situación en plantas generales, describiendo sus características geométricas, constructivas y su condición actual, de forma tal que quedan suficientemente definidas para evaluar su capacidad hidráulica o las características de su posible ampliación.

En los puntos de las calles objeto de este estudio de drenaje se encontraron las siguientes obras de drenaje transversal existentes que se describen en la Tabla 1.

TABLA 1. INVENTARIO DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL EXISTENTES



CAMINO	ESTACIÓN	DIÁMETRO	LONGITUD	LADO
BIJAO-COLÓN-RASCADOR-SAN LUIS	0K+625.00	0.90	6.0	TRANSV.
		0.45		
	1K+135.00	0.60	6.0	
	1K+660.00	0.60	6.0	
	2K+077.00	0.60	8.40	
	2K+265.00	0.75	8.60	
	2K+725.00	0.60	4.80	
	3K+270.00	0.45	7.20	
	3K+940.00	0.60	9.60	
	5K+240.00	0.90	9.60	
RAMAL BIJAO-COLON-RASCADOR-SAN LUIS	0K+480.62	0.45	6.0	TRANSV.



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.0 ESTUDIO HIDROLÓGICO

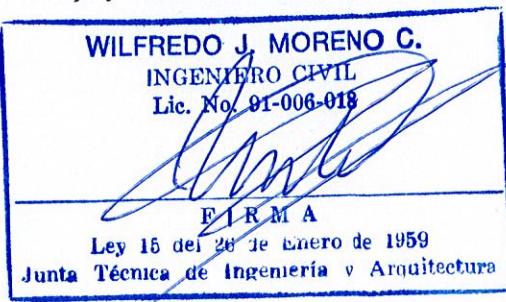
El propósito de la presente sección es el de resumir los criterios de diseño hidrológico/hidráulico que serán implementados en el proyecto de Rehabilitación de las Calles del Distrito de Los Santos, como parte del diseño de las obras de drenaje transversal. Un adecuado diseño de drenaje relacionado con la precipitación pluvial extrema es esencial para garantizar un nivel de seguridad operativo de las estructuras.

El diseño de las obras de drenaje superficial es un componente crítico para el sistema vial y más aún para una canalización artificial de la escorrentía. Seguidamente se detallan los criterios en relación con los siguientes aspectos de diseño:

- Selección del período de retorno de la Tormenta de Diseño.
- Estimación del Caudal de Diseño.
- Criterios Hidráulicos para las obras de drenaje.

Para análisis, estudio e implementación del sistema de drenaje fueron evaluados los siguientes parámetros:

- Disposición de las obras de drenaje.
- Información Hidrológica.
- Parámetros Morfológicos y características de las cuencas de drenaje.
- Identificación de cauces de drenaje y su incidencia en las obras con base en la topografía existente.





CONTRATANTE

ESTUDIO HIDROLÓGICO

FECHA: MARZO 2024

CONTRATISTA

7.1 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS UTILIZADOS

7.1.1 TIEMPO DE RETORNO

La decisión de diseño más importante relacionada con obras de drenaje corresponde a la selección del período de retorno de los eventos de diseño. Una consideración normalmente utilizada está relacionada con el proceso de verificación del diseño para las obras de drenaje es el uso de un evento de menor frecuencia que el recomendado (tormenta de mayor magnitud). Siguiendo las normas contenidas dentro del pliego de cargos, los períodos de recurrencia que serán utilizados se presentan en la tabla # 2.

WILFREDO J. MORENO C.
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 91-006-018

F A R M A

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

**TABLA # 2. CONDICIONES DE PERÍODO DE RETORNO SEGÚN
ESTRUCTURA**

TIPO DE ESTRUCTURA	PERÍODO DE RETORNO
Alcantarillas tubulares pluviales, aliviaderos y cunetas	1:20 años
Cajones pluviales, cauces de ríos y quebradas	1:50 años
Puentes o Superestructuras	1:100 años

7.1.2 PLUVIOMETRÍA

En este estudio, las intensidades de lluvias se han obtenido de las formulaciones contenidas en Manual de Aprobación de Planos del MOP, tercera edición de abril de 2021, las cuales fueron elaboradas por estudiantes de la Universidad Tecnológica de Panamá y asesorado por el Ing. Erick Vallester, realizadas en el

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024



CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE

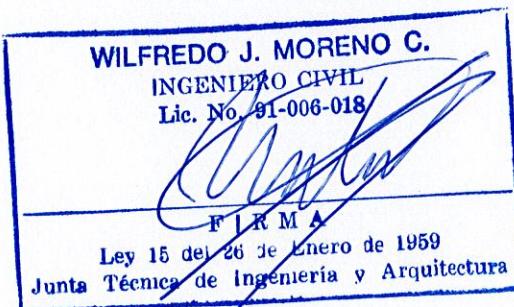
ESTUDIO HIDROLÓGICO

FECHA: MARZO 2024

CONTRATISTA

2015 y quienes desarrollaron las ecuaciones de intensidad-duración y frecuencia para 10 cuencas hidrográficas de la República de Panamá.

De la recopilación de datos de precipitación pluvial en las diferentes estaciones meteorológicas que se ubican en las cuencas estudiadas, se obtuvieron curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia, para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30, 50 y 100 años. Las curvas que utilizaremos en nuestros análisis son para períodos de retorno de 50 años (cajones pluviales). A continuación, se muestra la cuenca número 128 (Río La Villa), donde se encuentran ubicados las calles en estudio, y la curva de intensidad-duración y frecuencia de la cuenca 134 del Río Grande (se utilizarán los datos de esta por ser la más cercana al área donde se realiza el estudio), para todas las calles contenidas en este estudio de drenaje.



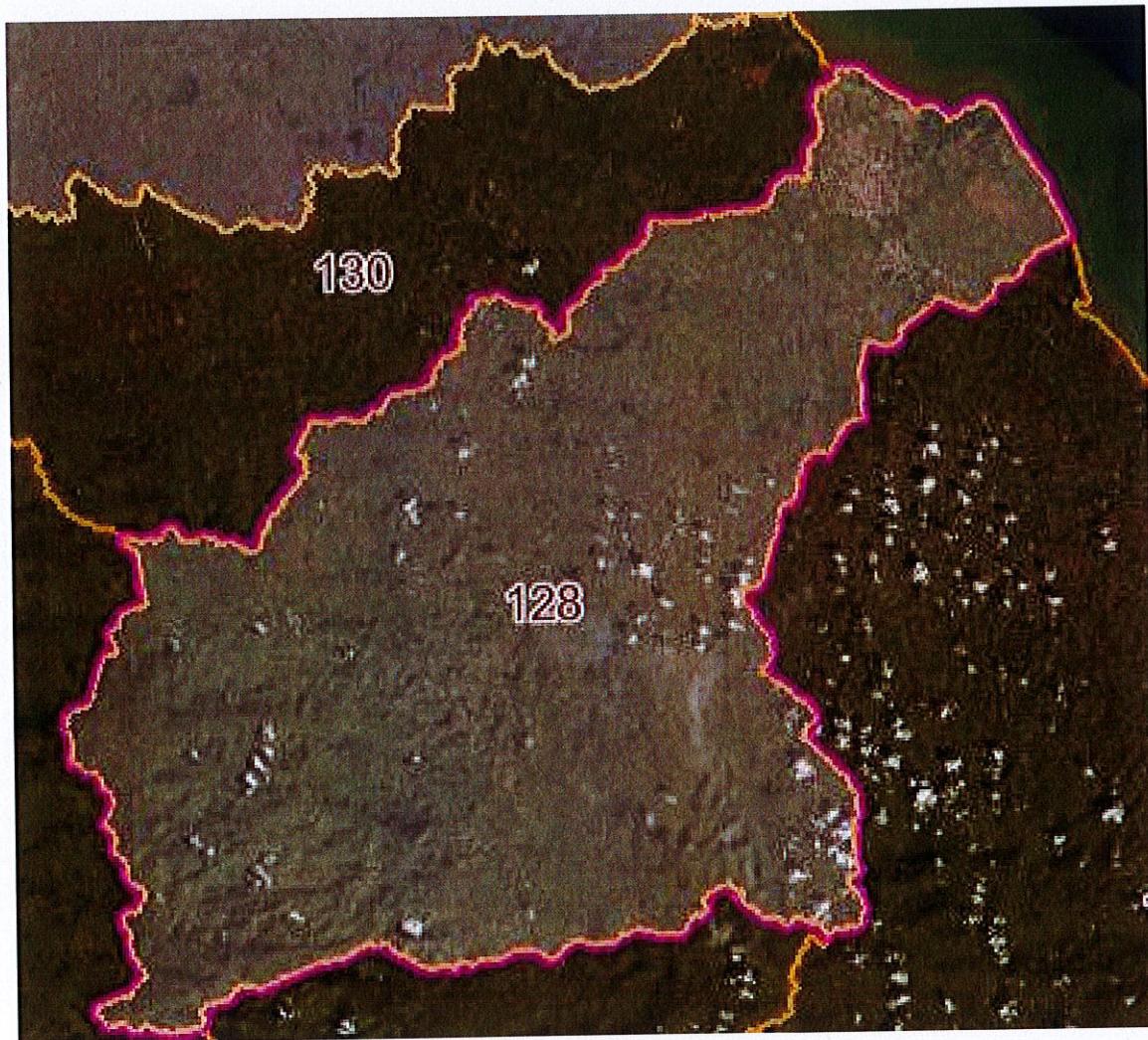
REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024

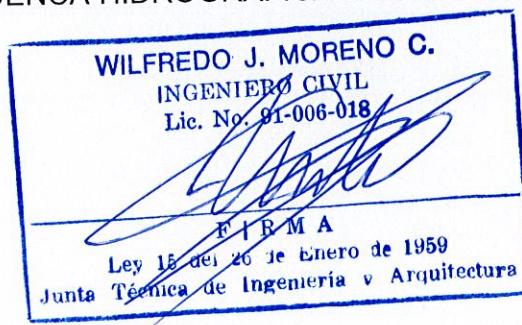


CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------



CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO LA VILLA





CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

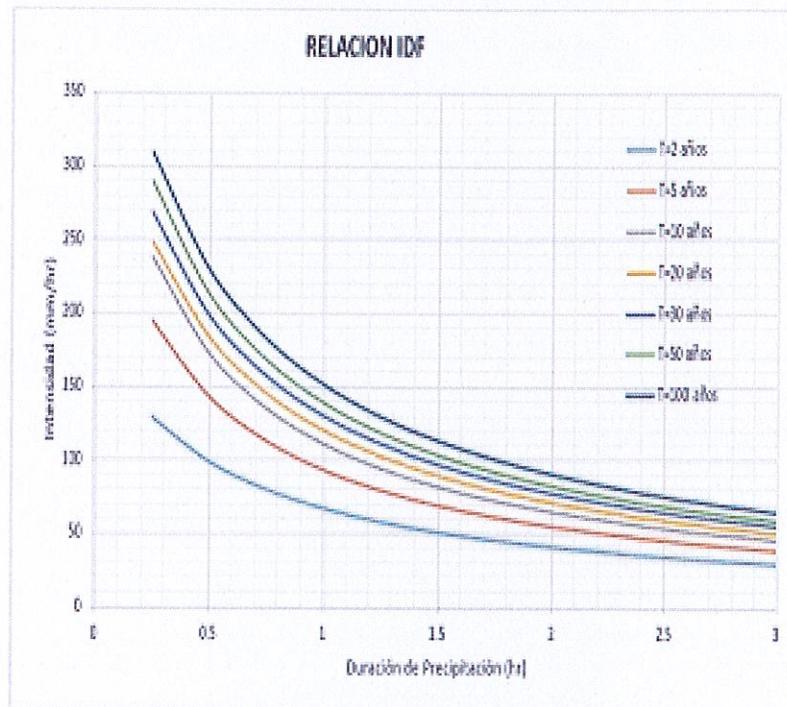


Gráfico: 03-134 Relación Intensidad-Duración-Frecuencia.

Tabla: Ecuación de Intensidad Relación Frecuencia para Eventos con Duración d en Horas de la cuenca de Río Grande [mm/hr].

$$I = \frac{a}{d + b}$$

T(años)	2	5	10	20	30	50	100
a	105.293	135.135	156.25	175.438	188.679	200	222.32
b	0.5684	0.4459	0.4062	0.4561	0.4528	0.41	0.4566
R ²	99.33	99.74	99.74	99.72	99.72	99.71	99.71

207

CURVA DE INTENSIDAD-DURACIÓN Y FRECUENCIA PARA EL RÍO GRANDE
WILFREDO J. MORENO C.

INGENIERO CIVIL

Lic. N°. 91-006-018

FIRMA

Ley 16 del 20 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

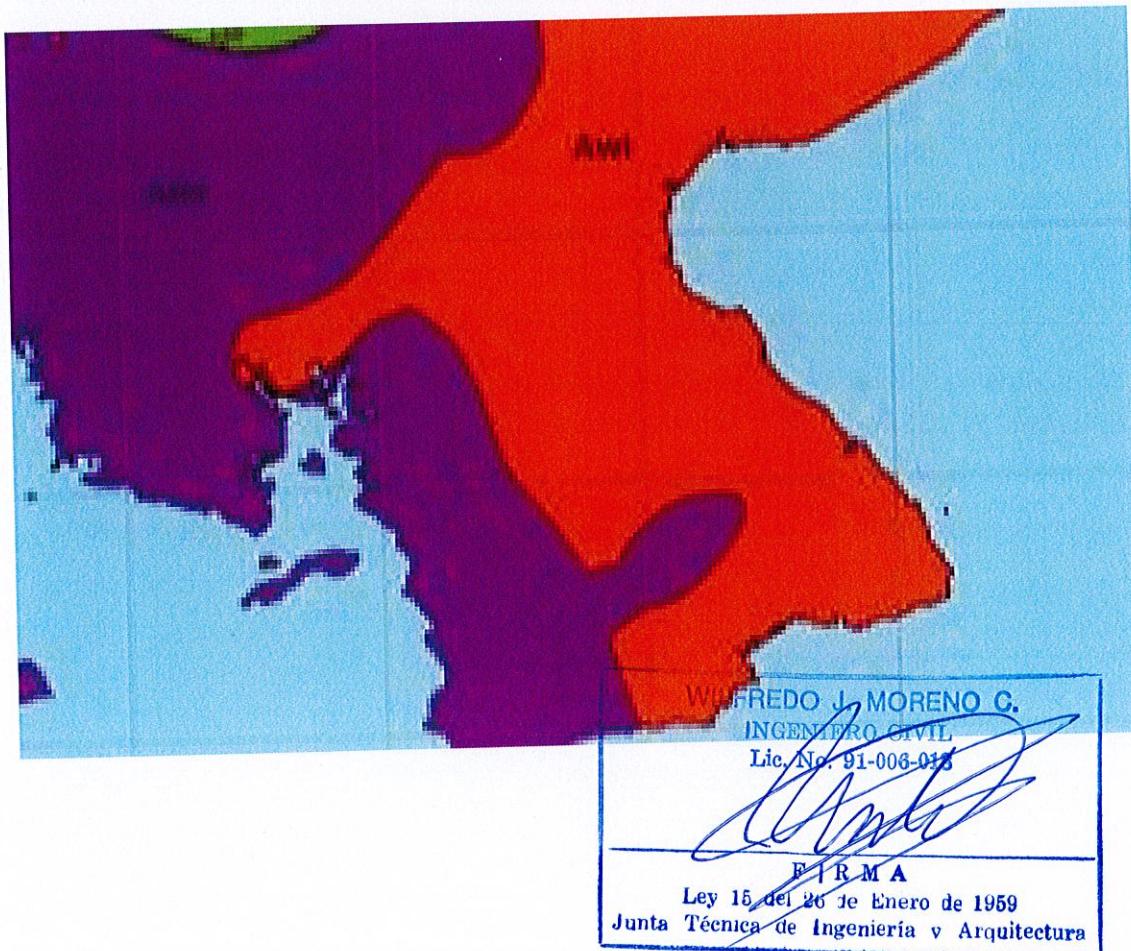


CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1.2.1 PRECIPITACIÓN

Los registros de precipitación media anual obtenidos para el área de los caminos ubicados en los Corregimientos de La Villa de Los Santos y El Guásimo (contenidas en este estudio), oscilan entre 800 a 2000 mm. Los meses de mayor precipitación son octubre y noviembre y los de menor precipitación febrero y marzo.

Para la cuenca 128 (Río La Villa), se presenta un clima tropical de sabana con una lluvia anual promedio de 2000 mm y una temperatura media de 27° C. La figura muestra la clasificación del clima del área según Koppen.





CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1.2.1.1 CALCULO DE INTENSIDADES DE LLUVIA

Para el cálculo de intensidad de lluvia se han tomado de las ecuaciones según el Manual de Requisitos para Aprobaciones de Planos del MOP (Panamá, 2021).

Para todos los caminos del Corregimiento de Los Olivos y El Guásimo (incluidas en este estudio), se utilizarán las curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia de la cuenca del Río Grande (134), cuyas ecuaciones para el cálculo de las intensidades de lluvia para el período de diseño es la siguiente:

	175.439		
i =	-----	TABLOT	20 AÑOS
	d + 0.456		

$$i = 181.510 * d^{-0.2829} \quad \text{BERNARD} \quad 20 \text{ AÑOS}$$

	200		
i =	-----	TABLOT	50 AÑOS
	d + 0.44		

$$i = 204.503 * d^{-0.2755} \quad \text{BERNARD} \quad 50 \text{ AÑOS}$$

En donde:

- i = Intensidad de lluvia en mm/hora.
- d = Tiempo de concentración en horas

Para nuestros análisis utilizaremos las ecuaciones de Tablot.





CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1.2.2 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para el cálculo del Tiempo de Concentración, serán utilizadas las fórmulas por el método recomendado por el Ministerio de Obras Públicas, La Fórmula del Departamento de Caminos de California y la adoptada por el SCC – Servicio de Conservación de Suelos. Seguidamente se describen estas fórmulas:

7.1.2.2.1 California Culverts Practic

$$T_c = 0.87 * ((L^3)/H)^{0.385} * 60$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración en minutos

L = longitud de la cuenca de drenaje en Km

H = Diferencia de elevación entre la parte alta y baja de la cuenca en metros

7.1.2.2.2 Kirpich

$$T_c = 0.0195 * (L^{0.77}) * (S^{0.385}) * 60$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración en minutos

L = longitud de la cuenca de drenaje en metros

S = pendiente media de la cuenca de drenaje en m/m





CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

7.1.2.2.3 Recomendada por el MOP

$$Tc = 0.8886 * ((L^3)/H)^{0.385} * 60$$

Donde:

Tc = tiempo de concentración en minutos

L = longitud de la cuenca de drenaje en Km

H = Diferencia de elevación entre la parte alta y baja de la cuenca en metros.

7.2 CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales de diseño serán estimados mediante la aplicación del Método Racional. El método es comúnmente utilizado para cuencas de contribución con áreas menores a 250 (Ha). Según la OMM (Organización Meteorológica Mundial) en su Guía de Prácticas hidrológicas, Cálculo de las descargas de los sistemas de drenaje, la aplicación del Método Racional es recomendada para los siguientes casos:

- Para el cálculo de caudales en el diseño de drenaje de pequeñas cuencas.
- Este método cuenta con una amplia base experimental para su aplicación, según la permeabilidad del terreno y relieve de la cuenca.
- El método racional es el más empleado debido a la escasez general de datos de escorrentía en pequeñas cuencas.





CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

La ecuación del Método Racional es:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

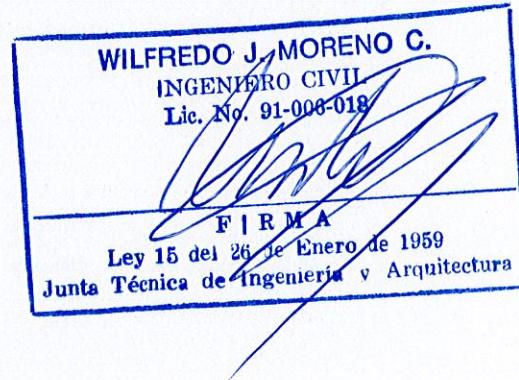
Donde:

Q: caudal punta de cálculo en (l/s)

A: área de la cuenca en (Ha)

I: Intensidad de lluvia en mm/h

C: Coeficiente de escorrentía de la cuenca.



7.2.1 ÁREA DE DRENAJE

Las áreas de drenaje serán estimadas según mosaico topográfico del Instituto Tommy Guardia y complementada con la topografía disponible levantada en campo.

7.2.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL ©

El coeficiente de escorrentía C define la proporción del componente superficial de la precipitación en la intensidad (I). El coeficiente de escorrentía superficial se puede adoptar en función del tipo de terreno siguiendo las recomendaciones de



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

"Hidrología Aplicada – Ven Te Chow". La tabla siguiente muestra los principales valores de este parámetro.

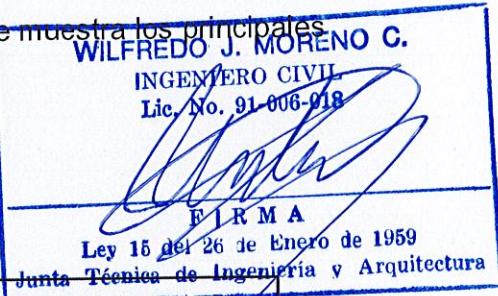


TABLA 15.1.1
Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
<i>Área de cultivos</i>							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<i>Pastizales</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Bosques</i>							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Nota: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada con autorización.

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

No obstante, para este proyecto El Ministerio de Obras Públicas exige la utilización de los siguientes valores mínimo de C:

C = 0.85	Para diseños pluviales en áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento
C = 0.90-1.00	Para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas
C = 1.00	Para diseños pluviales en áreas pluviales en áreas completamente pavimentadas.

En el caso que nos ocupa, nuestras cuencas estarían enmarcadas dentro de áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento, por lo que se tomaría un coeficiente de escorrentía de 0.85 (según prescripciones de pliego).

7.3. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

El sistema de drenaje a diseñar está constituido por cunetas, alcantarillas tubulares y cajones pluviales el cual para efectuar su dimensionamiento se utilizará la fórmula de Manning, que a continuación presentamos:

$$Q = (A * Rh^{2/3} * S^{1/2})/n$$

Q= Caudal en m^3/s

A= Área mojada en m^2

S= Pendiente en m/m





CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

Rh= Radio hidráulico en m

Para este diseño se tomará en cuenta las condiciones hidráulicas contempladas en los Términos de Referencia del pliego de cargos y que son las siguientes:

- Velocidad media entre 1.00 m/s < v < 5.00 m/s.
- Relación tirante hidráulico h/H de 0.80.
- Coeficiente de escorrentía C de 0.85 para áreas sub-urbanas.



8.0 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL (ODT)

8.1 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJÓN (ODT)

De acuerdo con el diseño de las calles realizado y al análisis de las diferentes cuencas se obtuvieron las siguientes obras de drenaje transversal que a continuación se muestran.

CAMINO	DE	A	ESTACIÓN	DIMENSIÓN	LONGITUD	PENDIENTE	DETALLE
BIJAO-COLÓN-RASCADOR-SAN LUIS	CAB-1	CAB-2	0K+625.00	1.80	7.20	0.0070	TRANSV., DOBLE
	CAB-3	CAB-4	1K+135.00	0.75	7.20	0.0165	TRANSV.
	CAB-5	CAB-6	1K+660.00	1.05	7.20	0.0190	TRANSV.
	CJ-1	CJ-2	2K+077.00	2.44X2.44	10.00	0.0039	TRANSV., DOBLE
	CJ-3	CJ-4	2K+265.00	2.44X2.44	10.00	0.0049	TRANSV., DOBLE
	CAB-7	CAB-8	2K+725.00	1.20	7.20	0.0155	TRANSV.
	CAB-9	CAB-10	3K+270.00	1.35	7.20	0.011	TRANSV.
	CAB-11	CAB-12	3K+940.00	1.05	7.20	0.011	TRANSV., DOBLE
	CJ-5	CJ-6	5K+240.00	2.44X2.44	12.00	0.005	TRANSV., DOBLE
RAMAL BIJAO-COLÓN-RASCADOR-SAN LUIS	CAB-13	CAB-14	0K+000.00	0.75	7.20	0.0198	TRANSV.
	CAB-15	CAB-16	0K+240.00	0.75	7.20	0.0211	TRANSV.
	CJ-7	CJ-8	0K+480.62	2.44X1.83	6.00	0.0050	TRANSV., DOBLE



CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

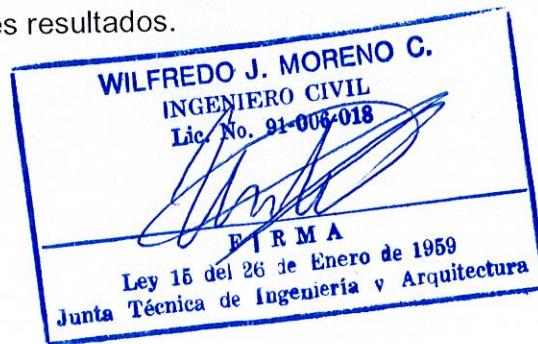
8.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN CUENCAS DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL TIPO CAJÓN

A través de los mapas y mosaicos del Instituto Geográfico Tommy Guardia se han podido definir las áreas y longitudes de drenajes para todas las estructuras de las calles comprendidas en este estudio.

CAMINO	PUNTO #	ESTACIÓN	AREA (M ²)	AREA (Ha)	Long. Del Cauce (m)	Long. Del Cauce (km)	Long. Del Cauce (pies)	Long. Del Cauce (millas)	Delta Elev. (m)	Delta Elev. (pies)
BIJAO-COLON-RASCADOR-SAN LUIS	CAB-1	0K+625.00	453300.00	45.33	2246.35	2.2464	7368.03	1.4040	48.0	157.44
	CAB-3	1K+135.00	19600.00	1.96	263.57	0.2636	864.51	0.1647	3.00	9.84
	CAB-5	1K+660.00	54900.00	5.49	330.94	0.3309	1085.48	0.2068	4.00	13.12
	CJ-1	2K+077.00	193900.00	19.390	1049.12	1.0491	3441.11	0.6557	14.00	45.92
	CJ-3	2K+265.00	732900.00	73.29	3026.72	3.0267	9927.64	1.8917	55.00	180.40
	CAB-7	2K+725.00	84900.00	8.490	528.57	0.5286	1733.71	0.3304	3.00	9.84
	CAB-9	3K+270.00	74500.00	7.450	386.02	0.3860	1266.15	0.2413	12.00	39.36
	CAB-11	3K+940.00	166200.00	16.620	1485.59	1.4856	4872.74	0.9285	25.00	82.00
	CJ-5	5K+240.00	419900.00	41.99	1217.24	1.2172	3992.55	0.7608	61.00	200.08
RAMAL BIJAO-COLON-RASCADOR-SAN LUIS	CAB-13	0K+000.00	21500.00	2.15	183.81	0.1838	602.90	0.1149	1.00	3.28
	CAB-15	0K+240.00	21400.00	2.14	158.53	0.1585	519.98	0.0991	1.00	3.28
	CJ-7	0K+480.62	565800.00	56.58	2356.31	2.3563	7728.70	1.4727	47.00	154.16

8.1.2 CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN EN OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL TUBULAR Y TIPO CAJÓN

Aplicando la fórmula para el cálculo del Tiempo de Concentración descrita en el punto 7.1.2.2, se obtienen los siguientes resultados.



REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

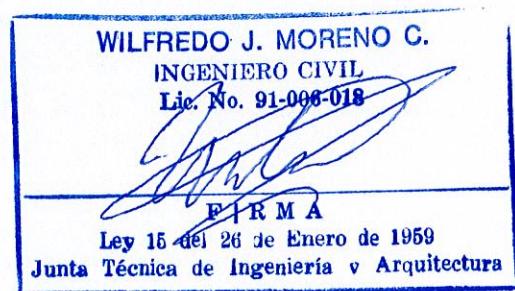
CONTRATO UAL-1-01-2024



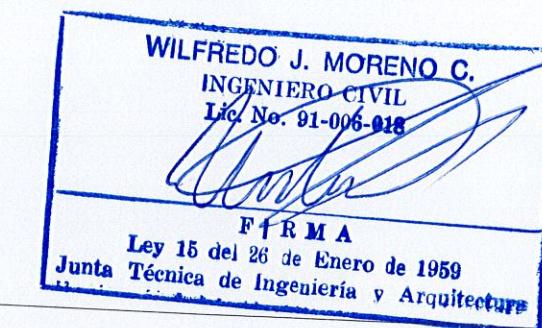
CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

CARRILLO	PUNTO #	ESTACIÓN	KIRPICH			CALIFORNIA CULVERTS PRACTIC			RECOMENDACIÓN DEL MOP			
			TC (min)	L (m)	Delta	S (m/m)	TC (min)	L (km)	H (m)	TC (min)	L (KM)	H (m)
BIJAO-COLON-RASCADOR-SAN LUIS	CAB-1	0K+625.00	32.64	2246.35	48.0	0.0214	29.95	2.2464	48.0	33.47	2.2464	38.0
	CAB-3	1K+135.00	7.99	263.57	3.00	0.0114	7.33	0.2636	3.00	7.49	0.2636	3.00
	CAB-5	1K+660.00	10.39	330.94	3.00	0.0091	9.53	0.3309	3.00	9.74	0.3309	3.00
	CJ-1	2K+077.00	21.77	1049.12	14.00	0.0133	19.97	1.0491	14.00	20.40	1.0491	14.00
	CJ-3	2K+265.00	43.70	3026.72	55.00	0.0182	40.10	3.0267	55.00	40.96	3.0267	55.00
	CAB-7	2K+725.00	17.85	528.57	3.00	0.0057	16.37	0.5286	3.00	16.72	0.5286	3.00
	CAB-9	3K+270.00	7.28	386.02	12.00	0.0311	6.68	0.3860	12.00	6.82	0.3860	12.00
	CAB-11	3K+940.00	26.02	1485.59	25.00	0.0168	23.88	1.4856	25.00	24.39	1.4856	25.00
	CJ-5	5K+240.00	14.67	1217.24	61.00	0.0501	13.46	1.2172	61.00	13.74	1.2172	61.00
RAMAL BIJAO-COLON-RASCADOR-SAN LUIS	CAB-13	0K+000.00	8.04	183.81	1.00	0.0054	7.38	0.1838	1.00	7.54	0.1838	1.00
	CAB-15	0K+240.00	6.78	158.53	1.00	0.0063	6.22	0.1585	1.00	6.35	0.1585	1.00
	CJ-7	0K+480.62	34.77	2356.31	47.00	0.0199	31.90	2.3563	47.00	32.59	2.3563	47.00



REPUBLICA DE PANAMA ESTADO PLURAL	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
REHABILITACION DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS	
CONTRATO UAL-1-01-2024	
CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO
	FECHA: marzo 2024
CONTRATISTA	



8.1.3 CALCULOS HIDRÁULICOS RESULTANTES

CONSORCIO RI-LOS SANTOS CÁLCULOS HIDRÁULICOS TUBOS PLUVIALES Y CAJONCITOS																					
PERÍODO DE RETORNO = 1:20 AÑOS, 1:50 AÑOS			Cálculo =			C* <i>i</i> *A			%			q			*100			Q			
DE	A	T de C.	AREA (Has)	Distancia	Elevación Fondo	∅	C	Intensidad	QLL	q por tubo	S	Sección Llena	% Elementos Hidráulicos	Tirante	Vel.	Rugos.					
CP N°	CP N°	min	tramo	acumulado	(m)	Superior	Inferior	(m)	mm/hora	m ³ /seg	m ³ /seg	(m/m)	m ³ /seg	m/seg	%	%	(m)	m/seg	n		
CAB-1	CAB-2	33.47	45.33	45.330	7.20	23.77	23.72	1.80	0.85	173.045	18.521	9.260	0.0070	9.617	3.779	96.29	78.83	113.89	1.419	4.304	0.013
CAB-3	CAB-4	7.49	1.960	1.960	7.20	31.46	31.34	0.75	0.85	302.074	1.398	1.398	0.0165	1.430	3.237	97.76	80.00	113.96	0.600	3.689	0.013
CAB-5	CAB-6	9.74	5.490	5.490	7.20	32.70	32.57	1.05	0.85	283.729	3.678	3.678	0.0190	3.764	4.34	97.72	79.90	114.15	0.839	4.954	0.013
CJ-1	CJ-2	20.40	19.390	75.970	10.00	32.42	32.38	2.44X2.44	0.85	256.410	45.993	22.996	0.0039	65.309	5.484	35.21	77.21	91.17	1.884	5.000	0.013
CJ-3	CJ-4	40.96	73.290	81.780	10.00	32.98	32.93	2.44X2.44	0.85	178.147	34.399	17.199	0.0049	73.204	6.148	23.49	57.83	81.28	1.411	4.997	0.013
CAB-7	CAB-8	16.72	8.49	8.49	7.20	42.93	42.82	1.20	0.85	238.777	4.786	4.786	0.0155	4.901	4.333	97.65	79.92	113.96	0.959	4.938	0.013
CAB-9	CAB-10	6.82	7.45	7.45	7.20	43.78	43.70	1.35	0.85	307.968	5.417	5.417	0.011	5.598	3.911	96.77	79.19	113.91	1.069	4.455	0.013
CAB-11	CAB-12	24.39	16.62	16.62	7.20	49.11	49.03	1.05	0.85	203.408	7.982	3.991	0.011	4.089	3.615	97.60	91.33	113.97	0.959	4.12	0.013
CJ-5	CJ-6	13.74	41.99	41.99	12.00	54.63	54.58	2.44X2.44	0.85	298.923	29.636	14.818	0.005	73.947	6.21	20.04	51.72	77.47	1.262	4.811	0.013
CAB-13	CAB-14	7.54	2.15	2.15	7.20	33.66	33.51	0.75	0.85	301.614	1.531	1.531	0.0198	1.566	3.546	97.77	79.87	113.96	0.599	4.041	0.013
CAB-15	CAB-16	6.35	2.140	2.14	7.20	38.10	38.06	0.75	0.85	312.262	1.578	1.578	0.0211	1.617	3.66	97.59	79.87	113.99	0.599	4.172	0.013
CJ-7	CJ-8	32.59	56.580	56.58	6.00	34.39	34.33	2.44X1.83	0.85	203.424	27.176	13.588	0.0050	50.044	5.604	27.15	64.97	83.60	1.189	4.685	0.013

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024



CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------



Firmado: -----

Ingeniero Civil

CONSORCIO IR-LOS SANTOS

REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024



CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA

ANEXOS



REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

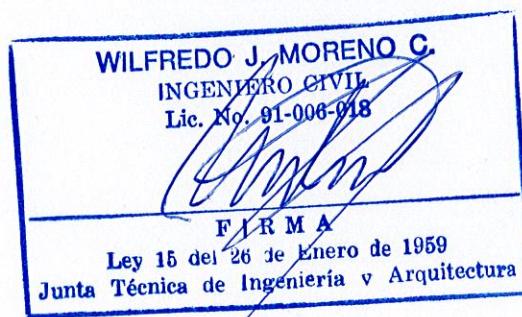
CONTRATO UAL-1-01-2024



CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA

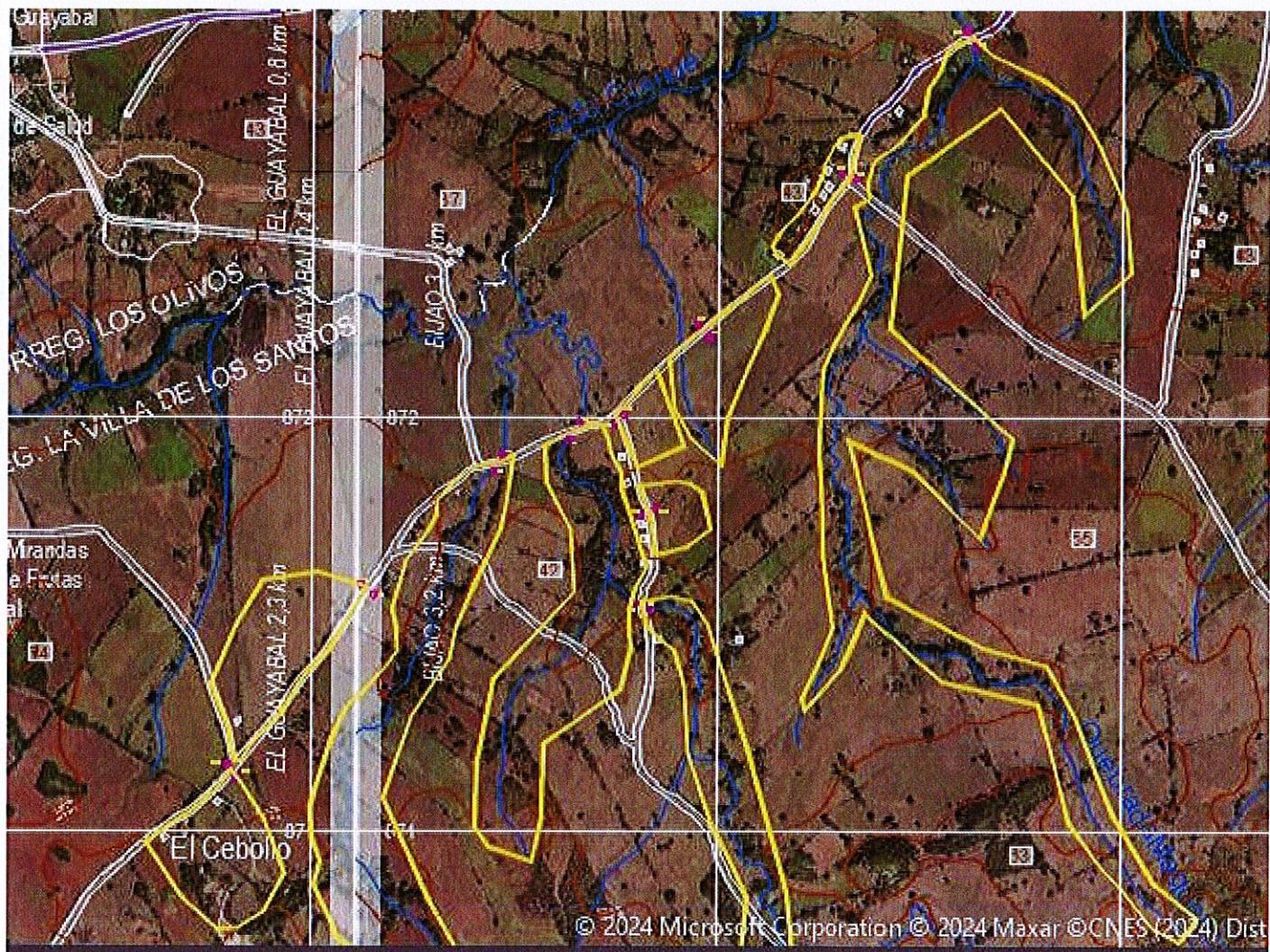
ANEXO I. PLANOS DE CUENCAS





CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------



REHABILITACIÓN DE CALLES EN EL DISTRITO DE LOS SANTOS

CONTRATO UAL-1-01-2024



CONSORCIO IR LOS SANTOS

CONTRATANTE	ESTUDIO HIDROLÓGICO	FECHA: MARZO 2024	CONTRATISTA
-------------	---------------------	-------------------	-------------

