

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA
URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Hidrología e Hidráulica

AUTOR:

Br. PADILLA MELÉNDEZ, IRINA SILVANA

JURADO EVALUADOR:

Presidente: Ing. GUILLERMO CABANILLAS QUIROZ, CIP: 17902

Secretario: Ing. ROCÍO DURAND ORELLANA, CIP: 60518

Vocal: Ing. WILLIAM GALICIA GUARNIZ, CIP: 96091

ASESOR:

Ms. VERTIZ MALABRIGO, MANUEL

Código ORCID:0000-0001-9168-8258

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 30 DE MAYO DE 2022

**Piura – Perú
2022**

DEDICATORIA

A mis padres César Padilla e Irina Meléndez, quienes estuvieron a mi lado inculcándome valores, y cuyo esfuerzo y apoyo hicieron posible la culminación de mi carrera profesional.

A mi hermano Humberto, mi abuela Esperanza y mis tíos José y Gorki.

A mis abuelos Bertha, Humberto e Iván, quienes desde el cielo guían el camino que debo seguir.

A Chispita, mi compañerita incondicional en las largas e interminables jornadas de estudio.

Br. Irina Silvana Padilla Meléndez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme vida, salud y motivación para no dejarme vencer ante los obstáculos que se me presentaron.

Agradezco a las personas que contribuyeron a mi formación personal y profesional: Mis padres César Padilla Varona e Irina Meléndez Talledo, y a mis tíos José Padilla Varona y Gorki Meléndez Talledo.

A mi asesor, el ingeniero Manuel Vértiz, por guiarme y orientarme durante la realización del presente trabajo de tesis.

Br. Irina Silvana Padilla Meléndez

RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo analizar el caudal pluvial de la cuenca urbana “Los Rosales”, la cual año a año durante el periodo lluvioso presenta inconvenientes de inundación en algunos puntos y la imposibilidad de drenar dichas masas de agua de manera natural hacia un curso mayor.

Para el cálculo del caudal se empleó el método racional. Este método requiere información de entrada obtenida a través de estudios realizados a la zona de investigación, tales como levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos y registros hidrológicos y meteorológicos.

También se evaluó la capacidad de drenaje existente en las vías públicas y del canal de drenaje, ubicados en el interior de la cuenca, a través del método de Manning para canales abiertos, verificando que se encuentran en condiciones de evacuar el volumen de agua calculado.

El resultado de la investigación fue que las dimensiones y pendientes de las vías y canales de drenaje son suficientes para evacuar el caudal pluvial en la cuenca urbana Los Rosales. Sin embargo, la problemática de la topografía de la cuenca hace necesario proponer un nuevo sistema de drenaje que complemente al existente. Dicho sistema consiste en la construcción de sumideros de calzada, una red subterránea de drenaje pluvial y el mejoramiento del canal de drenaje existente.

Palabras clave: Caudal pluvial, Cuenca urbana, Método racional, Drenaje, Canales abiertos.

ABSTRACT

The objective of this Thesis research is to analyze the fluvial flow of the urban watershed “Los Rosales”, where every year, during the rainy months, it presents flooding in some low points and the impossibility of draining these water masses naturally toward a higher course.

First, flow was calculated by the rational method. This method needs some input information, and it was obtained through studies carried out in the research area, such as topographic survey, study of soil mechanics, and hydrological and meteorological records.

Also, existing draining capacity of the streets and drainage channel, both inside the watershed, was evaluated through Manning method for open channels, checking they have the capacity to take the calculated water volume out of watershed.

Research results in slope and dimensions of streets and channel are enough to evacuate the flow in Los Rosales watershed. However, the topography situation of the basin makes necessary to propose a new drainage system, complementing the existing one. This system consists of the construction of roadway drains, an underground pluvial drainage network and the improvement of the existing drainage channel.

Keywords: Rainwater flow, Urban basin, Rational method, Drainage, Open channels.

PRESENTACIÓN

Estimados Miembros del Jurado:

Como parte de los procedimientos indicados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, me es grato presentar el informe de Tesis, titulado: "ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA", con el objetivo de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Atentamente,

Br. Irina Silvana Padilla Meléndez

Tesis: "ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"

JURADO EVALUADOR:

ING. CABANILLAS QUIROZ, Guillermo
PRESIDENTE
CIP: 17902

ING. DURAND ORELLANA, Rocío
SECRETARIO
CIP: 60518

ING. GALICIA GUARNIZ, William
VOCAL
CIP: 96091

ASESOR:

ING. VERTIZ MALABRIGO, Manuel
ASESOR
CIP: 71188

TABLA DE CONTENIDO

PRELIMINARES	
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTARCT	iv
PRESENTACIÓN	v
ÍNDICE O TABLA DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE IMÁGENES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.1.1. Realidad problemática	1
1.1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación	3
1.3.1. Justificación por conveniencia	3
1.3.2. Justificación por implicaciones prácticas	3
1.3.3. Justificación por el valor teórico	3
1.3.4. Justificación por utilidad metodológica	4
CAPÍTULO 2: MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2.1. Antecedentes Internacionales.....	5
2.2.2. Antecedentes Nacionales	6
2.2.3. Antecedentes Locales	6
2.2. Hidrología	7
2.2.1. Definición	7
2.2.2. Cuencas hidrográficas	8
2.2.3. Características de la cuenca.....	8
2.3. Precipitaciones.....	10
2.3.1. Definición	10

2.3.2. Factores climatológicos	10
2.3.3. Formación de precipitaciones	13
2.3.4. Información hidrológica.....	13
2.3.5. Tormenta de diseño	15
2.4. Escorrentía y caudales	19
2.4.1. Escorrentía superficial	19
2.4.2. Estimación de caudales de diseño	21
2.4.3. Tiempo de concentración.....	24
2.5. Drenaje pluvial.....	26
2.5.1. Definición	26
2.5.2. Propósito.....	26
2.5.3. Clasificación.....	27
2.5.4. Cunetas y canales	28
2.5.5. Sumideros.....	37
2.5.6. Alcantarillado pluvial	40
2.6. Sistema de hipótesis	43
2.6.1. Hipótesis de investigación	43
2.6.2. Variables de investigación	43
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA EMPLEADA.....	44
3.1. Alcances de la investigación	44
3.1.1. Tipo y nivel de investigación	44
3.1.2. Diseño de investigación	44
3.1.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.1.4. Población y muestra	45
3.2. Descripción de la cuenca “Los Rosales”	45
3.2.1. Condiciones climatológicas.....	46
3.2.2. Topografía de la cuenca	47
3.2.3. Uso de suelo.....	48
3.2.4. Tipo de suelo	48
3.2.5. Tiempo de concentración.....	50
3.3. Procesamiento y análisis de datos.....	50
3.3.1. Periodo de retorno	51
3.3.2. Precipitación	51

3.3.3. Área de la cuenca.....	53
3.3.4. Coeficiente de escorrentía.....	53
3.3.5. Coeficiente de compacidad.....	55
3.4. Sistema de drenaje pluvial existente.....	56
3.4.1. Estado situacional.....	56
3.4.2. Capacidad de drenaje existente	70
CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	73
4.1. Presentación de resultados	73
4.1.1. Caudal pluvial de la cuenca Los Rosales	73
4.1.1. Capacidad de drenaje existente	73
4.2. Docimasia de hipótesis	78
CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
5.2. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	80
5.2.1. Propuesta de sistema de drenaje	80
5.2.2. Diseño de dren pluvial	81
5.2.3. Diseño de sumideros	84
5.2.4. Redes de alcantarillado pluvial	87
5.2.5. Buzones.....	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.01: Periodo de retorno para R y n.....	16
Tabla N° 2.02: Riesgo admisible máximo para obras de drenaje.	17
Tabla N° 2.03: Coeficientes de duración lluvias entre 1 y 48 horas.....	19
Tabla N° 2.04: Valores del coeficiente de escorrentía C	22
Tabla N° 2.05: Valores del coeficiente de escorrentía C	23
Tabla N° 2.06: Ecuaciones para determinar el tiempo de concentración de la cuenca.....	25
Tabla N° 2.07: Velocidades máximas permisibles	27
Tabla N° 2.08: Coeficientes de rugosidad “n” para canales revestidos desarmables.....	34
Tabla N° 2.09: Coeficientes de rugosidad “n” de para cunetas.	35
Tabla N° 2.10: Dimensiones mínimas para canales triangulares.....	36
Tabla N° 2.11: Coeficientes de rugosidad “n” para tuberías de alcantarillado. 41	
Tabla N° 2.12: Velocidades máximas en tuberías de alcantarillado.	42
Tabla N° 2.13: Cuadro de operacionalización de variables.	43
Tabla N° 3.01: Resumen de ensayos de laboratorio - EMS.	49
Tabla N° 3.02: Cálculo del coeficiente de escorrentía C de diseño.	55
Tabla N° 3.03: Área y caudal de subcuencas.....	71
Tabla N° 3.04: Área y caudal de cada tramo del dren.	72
Tabla N° 4.01: Análisis de capacidad y demanda del dren.....	75
Tabla N° 4.02: Análisis capacidad y demanda de infraestructura vial.	77
Tabla N° 5.01: Diseño de dren pluvial – ca. Las Amapolas tramo II.....	82
Tabla N° 5.02: Diseño de sumideros de calzada.....	84
Tabla N° 5.03: Diseño de sumideros de calzada.....	86
Tabla N° 5.04: Diseño de red de alcantarillado: Colector Principal N° 01.....	88
Tabla N° 5.05: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 01....	89
Tabla N° 5.06: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 02....	89
Tabla N° 5.07: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 03....	90
Tabla N° 5.08: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 04....	90
Tabla N° 5.09: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 05....	91
Tabla N° 5.10: Diseño de red de alcantarillado: Colector Principal N° 02.....	92

Tabla N° 5.11: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 06....	92
Tabla N° 5.12: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 07....	93
Tabla N° 5.13: Resumen diseño de colectores.....	93
Tabla N° 5.14: Buzones de Inspección.....	95
Tabla N° 5.15: Resumen Alcantarillado Pluvial en la cuenca Los Rosales.....	96

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1.01: Zona en depresión en la cuenca Los Rosales (Av. Los Zánganos)	2
Imagen N° 2.01: Esquema de circulación de vientos en la superficie de la Tierra.	12
Imagen N° 2.02: Ejemplo de curva de doble masa.....	14
Imagen N° 2.03: Secciones de cunetas.....	29
Imagen N° 2.04: Flujo en canales abiertos.....	30
Imagen N° 2.05: Tipos de sumideros.	38
Imagen N° 2.06: Sumidero de calzada.	39
Imagen N° 3.01: Delimitación de la cuenca.....	46
Imagen N° 3.02: Ubicación de la divisoria de aguas (Av. Raimondi).....	47
Imagen N° 3.03: Ubicación de la divisoria de aguas (Ca. Las Camelias y Av. Las Gardenias).....	48
Imagen N° 3.04: Sectorización de superficies de drenaje	54
Imagen N° 3.05: Canal de drenaje, entre Mz. LL (Urb. Santa María del Pinar).	57
Imagen N° 3.06: Acceso al dren (Urb. Santa María del Pinar).	57
Imagen N° 3.07: Segundo tramo del dren (Urb. Santa María del Pinar).....	58
Imagen N° 3.08: Interrupción entre primer y segundo tramo del dren.	58
Imagen N° 3.09: Calle asfaltada entre Mz. L y N (Urb. Santa María del Pinar).	59
Imagen N° 3.10: Acceso al tercer tramo del dren – Av. Las Casuarinas.	59
Imagen N° 3.11: Tercer tramo del dren (Urb. Santa María del Pinar).....	60
Imagen N° 3.12: Discontinuidad en dren (Urb. Santa María del Pinar).	60
Imagen N° 3.13: Cuarto tramo del dren (Urb. Santa María del Pinar).	61
Imagen N° 3.14: Deflexión en la alineación del dren (Urb. Santa María del Pinar).	61
Imagen N° 3.15: Quinto tramo del dren (Urb. Santa María del Pinar).	62
Imagen N° 3.16: Calle Las Amapolas (Urb. Santa María del Pinar).	62
Imagen N° 3.17: Av. Las Gardenias, pendiente hacia ca. Las Amapolas.....	63

Imagen N° 3.18: Calle Las Amapolas, zona no pavimentada (Urb. Los Rosales).	64
Imagen N° 3.19: Calle Las Amapolas (Urb. Los Rosales).	64
Imagen N° 3.20: Intersección Las Gardenias y Las Amapolas.	65
Imagen N° 3.21: Intersección calle Las Amapolas y Av. Los Zánganos.	65
Imagen N° 3.22: Inexistencia de elementos de drenaje en intersección.	66
Imagen N° 3.23: Av. Los Zánganos, int. con calle S/N (Urb. La Providencia).	67
Imagen N° 3.24: Avenida Las Palmeras, intersección con calle Las Dalias. ...	67
Imagen N° 3.25: Intersección Av, Las Casuarinas y Av. Los Tallanes.	68
Imagen N° 3.26: Avenida Las Casuarinas (Urb. Santa María del Pinar).	68
Imagen N° 3.27: Calle Las Fresas (Urb. Santa María del Pinar).	69
Imagen N° 3.28: Av. Las Gardenias (Urb. Los Rosales y Santa María del Pinar).	69
Imagen N° 3.29: Calle S/N (Urb. La Providencia).	70
Imagen N° 4.01: Secciones de dren pluvial.	74
Imagen N° 4.02: Comparación capacidad vs. demanda del dren.	75
Imagen N° 4.03: Secciones viales de calles y avenidas (Parte 1).	76
Imagen N° 4.04: Secciones viales de calles y avenidas (Parte 2).	77
Imagen N° 4.05: Comparación capacidad vs. demanda de infraestructura vial.	78
Imagen N° 5.01: Daño en el pavimento (Av. Casuarinas – Santa María del Pinar).	80
Imagen N° 5.02: Comparación capacidad vs. demanda de nuevo diseño de dren.	83
Imagen N° 5.03: Secciones de dren pluvial modificadas.	83
Imagen N° 5.04: Secciones de dren pluvial proyectadas.	84
Imagen N° 5.05: Comparación Demanda Vs. Capacidad de sumideros proyectados.	86
Imagen N° 5.06: Detalle de sumideros.	87
Imagen N° 5.07: Detalle de sección transversal de colectores.	94
Imagen N° 5.08: Capacidad vs. Demanda de colectores.	94

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: Plano de ubicación y localización del área de estudio

ANEXO 02: Plano de topografía de la cuenca

ANEXO 03: Estudio de Mecánica de Suelos

ANEXO 04: Registros de precipitación diaria anual

ANEXO 05: Análisis estadístico de datos hidrológicos

ANEXO 06: Plano de distribución de superficies

ANEXO 07: Plano de cursos de agua - Planta

ANEXO 08: Plano de cursos de agua - Perfiles Longitudinales

ANEXO 09: Plano de sub cuencas

ANEXO 10: Plano de secciones viales existentes

ANEXO 11: Plano de propuesta de Drenaje Pluvial

ANEXO 12: Resolución de aprobación de Proyecto de Tesis

ANEXO 13: Constancia de Asesor

CAPÍTULO 01

INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Realidad problemática

Año a año se presentan precipitaciones en la región Piura, como consecuencia de los fenómenos climatológicos y como parte del ciclo lluvioso.

Las lluvias en la costa son de baja a moderada intensidad, a excepción de periodos en los cuales se presenta el Fenómeno El Niño. Sin embargo, muchas zonas de la ciudad sufren inundaciones y una gran dificultad para evacuar dichos caudales al curso de agua principal (en este caso, el río Piura).

La deficiente evacuación pluvial se debe a:

- La topografía de la ciudad: lo que genera que muchas zonas se conviertan en cuencas ciegas y sea casi imposible evacuar el agua por gravedad.
- Estructuras de drenaje pluvial deficientes o nulas: Son pocas las zonas que cuentan con un sistema de drenaje pluvial (proyectado o construido), muchas han fracasado en su objetivo de evitar inundaciones; sin embargo, la mayor parte de la zona urbana no cuenta con sistemas de evacuación de aguas pluviales.

Hace algunos años se registró la ocurrencia del fenómeno conocido como “El Niño Costero”, que puso en evidencia la poca calidad de las obras de infraestructura ejecutadas en la región. Se espera que pronto ocurran eventos similares, ya que son comunes en la región. De ser así, la ciudad no estaría preparada para afrontarlo.

La interrogante de la investigación es cuál es el caudal para el que debe diseñarse un sistema de drenaje pluvial en la cuenca “Los Rosales”.

Imagen N° 1.01: Zona en depresión en la cuenca Los Rosales (Av. Los Zánganos)



Fuente: Walac Noticias (2017)

1.1.2. Formulación del problema

Problema general: ¿Es posible evacuar eficientemente el caudal pluvial esperado en la cuenca Los Rosales?

Problemas específicos:

- ¿Cuál es la precipitación promedio registrada en la ciudad de Piura durante el periodo lluvioso a través de las estaciones meteorológicas?
- ¿Cuál es el caudal a evacuar en la cuenca urbana “Los Rosales”?
- ¿De qué manera es posible evacuar el agua resultante de las lluvias en la cuenca urbana “Los Rosales”?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Calcular el caudal pluvial esperado en la cuenca Los Rosales durante el periodo lluvioso y analizar los inconvenientes en su evacuación.

1.2.2. Objetivos específicos

- Calcular la precipitación promedio ocurrida en la ciudad de Piura durante la temporada de lluvias, obtenida de datos registrados por las estaciones meteorológicas.
- Calcular el caudal a evacuar en la cuenta urbana.
- Proponer el diseño de un sistema de evacuación de aguas pluviales en la cuenca urbana.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación por conveniencia

Ya que la ciudad de Piura está compuesta por cuencas ciegas que afectan a la población en los periodos lluviosos del año, se propone crear un sistema de drenaje eficiente que permita evacuar las aguas pluviales sin dar lugar a inundaciones, evitando daños e incomodidades a los vecinos.

1.3.2. Justificación por implicaciones prácticas

El estudio del caudal de la cuenca Los Rosales propondrá una medida para solucionar los problemas que acarrearán las constantes inundaciones en las urbanizaciones que la cuenca abarca, reduciendo los daños materiales resultantes de los periodos lluviosos y un eventual Fenómeno El Niño

1.3.3. Justificación por el valor teórico

El estudio aplica distintos conceptos hidrológicos, hidráulicos y estadísticos para la obtención de la variable de diseño, así como los procedimientos que se detallan en la normativa peruana vigente.

1.3.4. *Justificación por utilidad metodológica*

El trabajo de investigación permitirá tener una base de datos para implementar a futuro obras hidráulicas que solucionen el problema de la cuenca Los Rosales; además de servir como guía para estudios similares en distintas áreas de la región.

CAPÍTULO 02

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Camargo Ramírez & Lozada Chamorro, 2018) “*DISEÑO DE SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN BOGOTÁ, CALLE 127 CON AUTOPISTA NORTE*”. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Los investigadores proponen una alternativa ante la problemática de la insuficiente capacidad y desborde en los sistemas de drenaje actual en la zona baja del río Bogotá, a través de la implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en tres intersecciones de la autopista norte, con el fin de reducir el impacto de las inundaciones en la zona urbana. El resultado de la investigación es que la implementación de los SUDS permitiría reducir el volumen capaz de provocar inundaciones hasta en un 29%.

(Ortiz Hernández & Moreno Torres, 2017) “*ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL DRENAJE URBANO CONVENCIONAL VERSUS MEDIDAS SUDS EN UN SECTOR ENTRE CALLES 106 A 110 Y ENTRE CARRERAS 7 A 9 DE LA LOCALIDAD DE USAQUÉN, BOGOTÁ*”, trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de La Salle, Bogotá. Tiene como objetivo realizar una comparación del comportamiento hidráulico e impacto generado entre el sistema de drenaje convencional y el sistema urbano de drenaje como sostenible, que promueve la integración de la infraestructura y el entorno natural; ello ante la problemática de la falta de permeabilidad del suelo debido incremento de las zonas urbanas. Se concluyó que la implementación del sistema de drenaje con techos verdes reduce el caudal de escorrentía de manera más eficiente que el sistema convencional, tanques de almacenamiento y cunetas verdes.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Escudero Cueva & Pérez Taype, 2019) “ANÁLISIS HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL SECTOR PARCO CHICO, CIUDAD DE POMABAMBA, ÁNCASH – PERÚ”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil. La investigación se centró en el estudio hidrológico que se requiere para el diseño de un sistema de drenaje en el sector Parco Chico, provincia Pomabamba, capaz de dar solución a la problemática de la inexistencia de un sistema de drenaje adecuado. Se compararon la eficiencia y costos de construcción de la implementación de sistemas de drenaje con periodos de retorno de 10 y 25 años, encontrando que el segundo resulta más recomendable, ya que, a criterio de los tesisistas, sus dimensiones son consistentes con las precipitaciones de la zona.

(Nuñez Culqui, 2019) “CÁLCULO DE PRECIPITACIONES Y CAUDALES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN EL ÁMBITO DEL DISGTRITI DE SORITOR, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN, APLICANDO EL PROYECTO DE LA NORMA TÉCNICA OS.060 DEL AÑO 2014”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil. En este estudio se buscó evaluar la efectividad de los métodos de diseño de obras de drenaje pluvial. La información física de la cuenca se obtuvo a través de los planos catastrales y topográficos de la zona; mientras que los datos de precipitaciones fueron proporcionados por el SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDRÁULICA (SENAMHI). Finalmente, se logró determinar que la aplicación del proyecto de norma técnica OS0.60 del año 2014 permitirá un diseño optimizado de los sistemas de drenaje pluvial urbano.

2.1.3. Antecedentes Locales

(Quintana Ordoñez, 2021) “ANÁLISIS Y DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL PARA A.H. LOS ALGARROBOS I Y II ETAPA (PIURA)”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, en la cual se diseñó una propuesta de drenaje pluvial en la cuenca del A.H. Los Algarrobos, zona que no cuenta con infraestructura vial capaz de drenar el agua proveniente de precipitaciones, teniendo como base

estudios previos de mecánica de suelos y levantamiento topográfico. Por medio del método racional se calculó el caudal pico y, con ayuda de software, se diseñaron las cunetas de evacuación del flujo. Finalmente, la tesista presenta los costos y cronogramas de ejecución de dicha propuesta.

(Hernández-Jiménez, 2018) “*DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN URB. EL CHILCAL DE LA CIUDAD DE PIURA*”, presentada como tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Dicho trabajo de tesis propone el diseño de un sistema de drenaje pluvial en la cuenca ciega ubicada en la Urb. El Chilcal, el cual recolecta el caudal a través de rejillas y lo transporta a una caseta de bombeo, desde donde lo evacúa al dren de la Av. César Vallejo. Los parámetros de diseño se calculan a través del método racional, y se siguen los lineamientos indicados por la Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano.

2.2. Hidrología

2.2.1. Definición

De acuerdo a Hidrología en la Ingeniería (Monsalve Sáenz, 1999), la hidrología es la ciencia que estudia la existencia, distribución y propiedades del agua en el planeta, así como su interacción con el medio ambiente y seres vivos.

Es de importancia su aplicación en el dimensionamiento y diseño de obras de infraestructura hidráulica, como reservorios, elementos de irrigación, drenaje, aprovechamiento de energía, así como control y regulación de cursos y embalses de agua. Está relacionada a otras ciencias como la meteorología, climatología, hidráulica, estadística.

Su unidad mínima de estudio es la cuenca hidrográfica.

2.2.2. Cuencas hidrográficas.

Una cuenca hidrográfica es un área donde todo escurrimiento, proveniente de las precipitaciones, convergen hacia un mismo dren o curso natural de agua. Se define topográficamente a través de las líneas divisorias de aguas.

La línea divisoria es aquella línea que une los puntos de cotas altas en la cuenca, separando el destino del agua de las precipitaciones que formaran parte de distintos sistemas hidrográficos. Puede ser superficial (divisoria topográfica) o subterránea (divisoria freática), ambas líneas no necesariamente coinciden.

La entrada se da a través de las precipitaciones dentro de los límites de la cuenca, transformándose en caudal o esorrentía. Parte del agua que cae como precipitación se infiltra en el suelo y fluye, verticalmente hacia estratos más profundos (percolación), o lateralmente (esorrentía subterránea). Al nivel de agua acumulado en el interior de las capas de suelo se le conoce como nivel freático.

El sistema de drenaje de la cuenca se compone del río principal y sus tributarios. Cada curso tiene un orden, que depende de la cantidad de cursos interceptados. Así, los de grado 1 no cuentan con tributarios, los de grado 2 interceptan dos cursos de grado 1, los de grado "n" interceptan cursos de grado "n-1". (Monsalve Sáenz, 1999)

2.2.3. Características de la cuenca

Las características de la cuenca dependen de varios factores como la morfología de la cuenca, el tipo de suelo, geología, etc.

- Área de drenaje: Área plana comprendida entre las divisorias topográficas.
- Forma: Influye en el tiempo de concentración, que es el tiempo necesario para que el agua llegue desde los puntos más lejanos hasta la salida.
- Coeficiente de compacidad o Índice de Gravelius (K): Relación entre el perímetro de la cuenca y la circunferencia de un área equivalente a la de la

cuenca. Para una cuenca circular, su coeficiente será igual a 1, mientras más irregular, mayor será su coeficiente de compacidad.

$$K_c = 0.28 P / \sqrt{A} \quad (2.01)$$

- Factor de Forma: Relación entre el ancho medio y la longitud axial (longitud del curso más largo)

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (2.02)$$

- Densidad de drenaje: Relación entre la longitud de todos los cursos de agua y el área de la cuenca.
- Extensión media de la escorrentía superficial: Distancia media que el agua deberá escurrir sobre los terrenos de la cuenca.
- Pendiente: Gradiente de elevación en la cuenca. Controla la velocidad del curso e influye en el tiempo de concentración.
- Curva hipsométrica: Representación gráfica del relieve de la cuenca, muestra el porcentaje de área acumulada igualada o excedida para una cota determinada. A la cota mínima le corresponde el 100% del área acumulada. Permite definir características fisiográficas de la cuenca, como la profundidad del valle.
- Elevación media de la cuenca: Se puede obtener como la media de la curva hipsométrica (elevación correspondiente al 50% del área acumulada).
- Pendiente de la corriente principal: Influye en la velocidad de escurrimiento, a mayor pendiente existirá mayor velocidad, permitiendo calcular el tiempo de recorrido del agua en el curso principal.
- Tiempo de concentración (t_c): El tiempo de concentración de la cuenca, es el tiempo necesario para que el agua sea transportada desde el punto más lejano del curso principal de agua hasta el punto de salida de la cuenca, y así acumular el caudal pico. Depende de la longitud del curso más largo de agua y de su pendiente.
- Rectángulo equivalente: Es un rectángulo de área igual a la de la cuenca, con lado menor l y lado mayor L . Paralelo al lado menor l se trazan líneas

que representan las curvas de nivel, espaciadas de tal manera que el área formada en el rectángulo sea proporcional al área que las separa en la cuenca.

- Tipo de suelo: La permeabilidad del tipo de suelo influye en la capacidad de infiltración; a mayor impermeabilidad, mayor escorrentía. Ningún suelo es 100% impermeable ni totalmente homogéneo.

(Monsalve Sáenz, 1999)

Las características de la cuenca se obtienen a partir de la realización de los estudios de campo, que además permiten evaluar la existencia de condiciones de vulnerabilidad y la variación de sus factores en el espacio y tiempo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

2.3. Precipitaciones

2.3.1. Definición

La fuente de entrada que produce el caudal son las precipitaciones que ocurren dentro de los terrenos que conforman la cuenca. Se entiende por precipitación a la caída de partículas de agua en estado líquido, sólido o acuoso desde una nube o grupo de nubes hasta el suelo (lluvia, nieve, granizo, rocío).

2.3.2. Factores climatológicos

La ocurrencia de precipitaciones no es igual en el tiempo ni en el espacio geográfico, y está dada por la interacción de diferentes factores meteorológicos, entre ellos la presión atmosférica, circulación de vientos, temperatura del aire, temperatura del agua, humedad del aire y radiación solar.

El aire se compone de:

- Aire seco: Nitrógeno y Oxígeno en un 99% de su volumen, y Argón y dióxido de carbono en un 1% de su volumen.
- Vapor de agua: Proveniente de la evaporación del agua en océanos, ríos, lagos y embalses. Puede llegar a ser el 4% del volumen del aire natural en las zonas tropicales.
- Partículas sólidas en suspensión: Partículas inorgánicas que reciben el nombre de aerosoles, y son responsables del grado de condensación del vapor de agua y de la formación de nubes.

Ya que los factores climatológicos no son constantes en tiempo y espacio, influyen la formación y distribución de lluvias de la siguiente manera:

Influencia de la temperatura: La zona ecuatorial está expuesta a una mayor radiación y mayores temperaturas, lo que ocasiona que las masas de aire se calienten, se vuelven más livianas y se elevan a altitudes mayores. En las altitudes inferiores es reemplazado por masas de aire calientes provenientes de latitudes mayores. El aire caliente es transportado a los polos, por encima de las corrientes de aire frío.

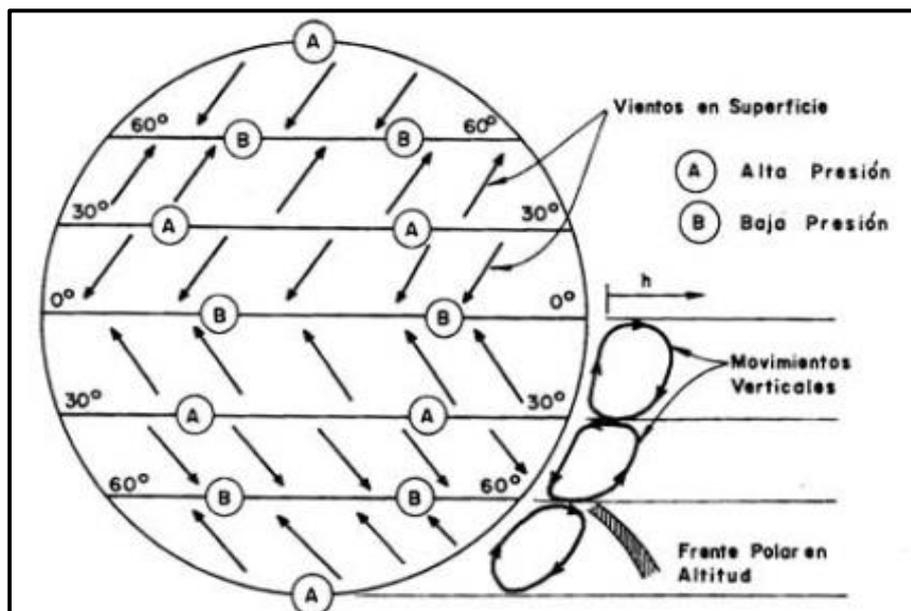
En las ciudades, la temperatura es más elevada que en el campo.

Influencia de la presión: La presión atmosférica no se distribuye de manera constante en todo el globo, el Ecuador concentra bajas presiones, a diferencia de los polos.

Los vientos divergen horizontalmente de las zonas de altas presiones, desplazándose a las de bajas presiones; y verticalmente en ascenso en zonas de bajas presiones.

- Son zonas de bajas presiones: Faja ecuatorial (0°) y fajas polares (60°).
- Son zonas de altas presiones: Fajas subtropicales (30°) y cascos polares (90°).

Imagen N° 2.01: Esquema de circulación de vientos en la superficie de la Tierra.



Fuente: Hidrología en Ingeniería (Monsalve Sáenz, 1999)

Influencia de la humedad atmosférica: La humedad es la concentración de vapor de agua en el aire. Se considera que un espacio está saturado cuando contiene la máxima cantidad de vapor de agua posible para una temperatura dada, la máxima capacidad de vapor de agua depende directamente de la temperatura del ambiente.

La humedad tiende a descender con el aumento de la altitud y con la disminución de temperatura. Suele ser máxima en verano y mínima en invierno.

La condensación del vapor de agua reduce el contenido de humedad del aire.

El proceso de radiación permite que se active el ciclo hidrológico. La radiación se transforma en calor sensible, calentando el aire y volviéndolo menos denso. Ya que la superficie de la tierra no es homogénea, el aire se calienta de forma desigual, creando estratos de aire de distinta densidad. El aire más cercano a la superficie se calienta con mayor facilidad, por lo que empieza a ascender.

En la tropósfera, se presentan disminuciones de temperatura conforme aumenta la altitud. El aire caliente, conforme aumenta su altitud llega a estratos de menor temperatura, tiende a enfriarse y deja de ascender.

2.3.3. Formación de precipitaciones

Como se mencionó en la sección anterior, una serie de factores propician el calentamiento y evaporación del agua, pasando a formar parte del aire en forma de vapor de agua. Al aumentar la temperatura del aire, este se vuelve menos denso y se eleva a estratos superiores.

Cuando un volumen de aire saturado se eleva adiabáticamente, se expande y se enfría dinámicamente, al enfriarse el vapor de agua se produce condensación, es decir la transformación de estado gaseoso a líquido. Se forman pequeñas gotas de agua alrededor de los núcleos higroscópicos, las cuales precipitan cuando al alcanzar el tamaño necesario para hacerlo, acumulándose entre sí.

2.3.4. Información hidrológica

La información hidrológica consiste en el registro de datos de precipitaciones y caudales, a través de una estación meteorológica, con el fin de ser procesados y utilizados en la predicción de posibles eventos y en el diseño de estructuras hidráulicas.

La precipitación se expresa como la altura de agua (h) acumulada en un área durante un periodo de tiempo específico. La intensidad de la precipitación es la cantidad de agua que cae en una unidad de tiempo.

$$i = \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (2.03)$$

La duración de la precipitación es el periodo de tiempo desde el inicio hasta el fin de la precipitación, expresado en horas.

La información recolectada debe formar parte de una serie de datos continuos en el tiempo, de no contar con dicha información completa se recurrirá

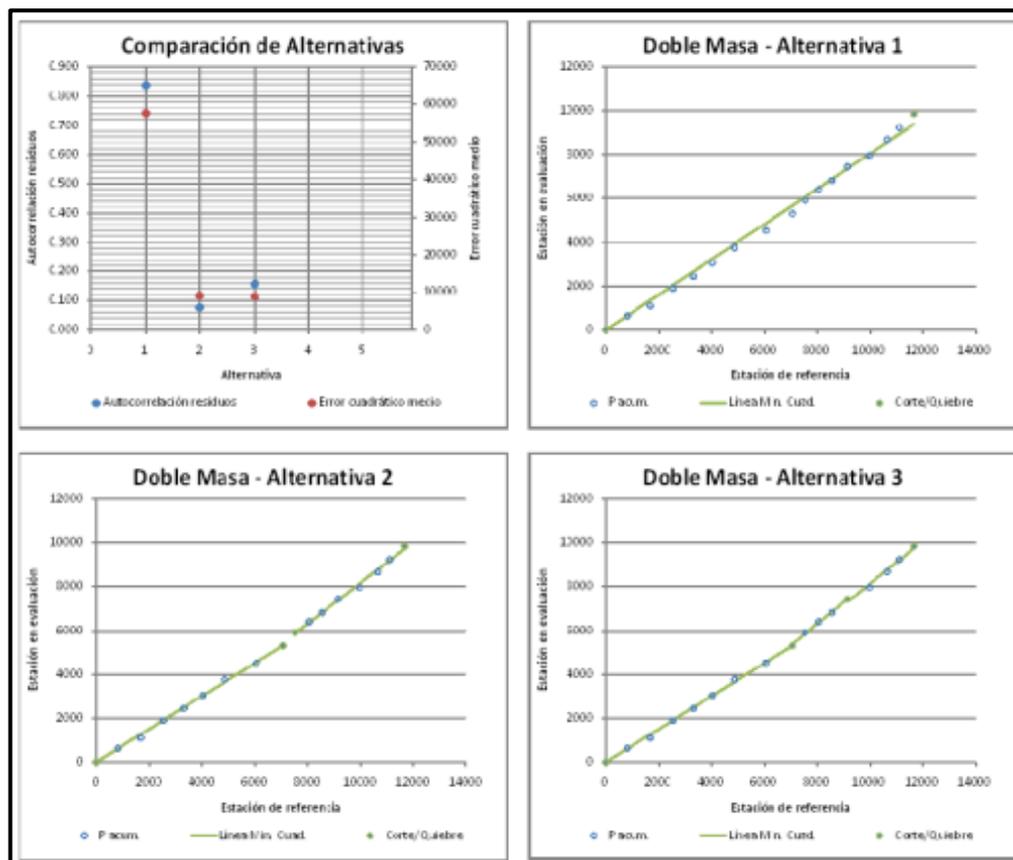
a completarla basándose en registros de otras estaciones cercanas de características similares. Se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$P_x = \frac{(N_x/N_1)P_1 + (N_x/N_2)P_2 + (N_x/N_3)P_3 + \dots (N_x/N_n)P_n}{n} \quad (2.04)$$

Donde P_x es la información que se busca completar, N_x es el promedio anual de la estación de interés, y P_i y N_i el acumulado de las precipitaciones y promedio anual de todas las estaciones de referencia, respectivamente.

La verificación de la homogeneidad de los datos completados se puede hacer a través de la construcción de la curva de doble masa, que consiste en graficar los totales anuales acumulados en la estación de interés vs el acumulado anual de las demás estaciones. Si la pendiente de la curva se mantiene uniforme, significa que los datos son homogéneos.

Imagen N° 2.02: Ejemplo de curva de doble masa.



Fuente: “Método de Análisis de Consistencia Computacional, aplicado al estudio y comparación de registros de precipitaciones” (Bonilla, López, & Miranda, 2011)

De los registros de información hidrológica se extraen las siguientes medidas estadísticas:

- Media: Promedio de todos los valores.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.05)$$

- Mediana: Valor con 50% de probabilidad de ocurrencia.
- Moda: Valor que más se repite.
- Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}\right)} \quad (2.06)$$

- Varianza:

$$Var = S^2 \quad (2.07)$$

- Coeficiente de variación:

$$C_v = S/\bar{X} \quad (2.08)$$

2.3.5. Tormenta de diseño

La tormenta de diseño es la precipitación media esperada sobre la cuenca para un periodo de retorno dado. Es uno de los datos de la entrada del sistema para distintos cálculos hidrológicos para el diseño y dimensionamiento de obras hidráulicas.

La precipitación media se puede tomar como el promedio de los datos registrados por una estación meteorológica o, de existir más de una estación por el método de los polígonos de Thiessen o de las líneas isoyetas.

- Polígonos de Thiessen: Consiste en asignar una medida ponderada a cada registro, proporcional al área de influencia del aparato. El área de influencia de cada aparato se delimita trazando mediatrices en las líneas que los unen entre sí. La precipitación media será:

$$\bar{P} = \frac{\sum(A_i * P_i)}{\sum A_i} \quad (2.09)$$

- Método de las isoyetas: Consiste en trazar una serie de curvas que delimiten zonas de igual precipitación, similar a las curvas de nivel, donde el valor de la precipitación reemplaza las cotas del terreno.

Periodo de retorno: Es el periodo para el cual se espera que un evento sea igualado o excedido al menos una vez. Establece una relación entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo que se espera asumir en caso de falla de la estructura (factores técnicos y económicos) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n \quad (2.10)$$

Tabla N° 2.01: Periodo de retorno para R y n.

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC, 2013)

Tabla N° 2.02: Riesgo admisible máximo para obras de drenaje.

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
 - Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - Vida Útil considerado (n)

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
 - Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
 - Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
 - Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.
- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
 - El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: [Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje \(MTC, 2013\)](#)

La probabilidad de ocurrencia de un evento (variable aleatoria x_i) se obtiene de aplicar las funciones de probabilidad mencionados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje:

- Distribución Normal o Gauss

$$z_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S} \quad (2.11)$$

$$x_i = \bar{X} + z_i * S \quad (2.12)$$

- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

Frecuencia de llluvias: La frecuencia es el inverso del periodo de retorno, es decir, cuántas veces puede repetirse un evento en un lapso de tiempo, generalmente de un año.

La frecuencia con que un evento de orden i puede ser igualado o superado es:

$$F(x \geq x_i) = \frac{i}{n} \quad (\text{Método de California}) \quad (2.13)$$

$$F(x \geq x_i) = \frac{i}{n+1} \quad (\text{Método de Kimbal}) \quad (2.14)$$

(Monsalve Sáenz, 1999)

Curvas IDF: Es un elemento que relaciona la intensidad de la precipitación, su duración y la probabilidad de ocurrencia.

Se requiere información pluviográfica, seleccionando la mayor intensidad por cada tiempo de duración y año, y determinar la frecuencia de cada serie. Se asigna una probabilidad de ocurrencia a cada intensidad, correspondiente a su duración.

La duración de la lluvia debe ser igual al tiempo de concentración de la cuenca, ya que es ahí cuando alcanza su caudal pico.

En caso no se cuente con información pluviográfica detallada, el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC, 2013) recomienda calcular la intensidad de la precipitación a partir de los datos de precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un factor de duración que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 2.03: Coeficientes de duración lluvias entre 1 y 48 horas

DURACION DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC, 2013)

2.4. Escorrentía y caudales

2.4.1. Escorrentía superficial

Consiste en el flujo libre de agua a través de la superficie terrestre, proveniente de la filtración de agua subterránea y del exceso de precipitación ocurrido luego de una lluvia intensa.

Se conoce como exceso de precipitación a la porción de agua, resultante de la precipitación, que no se ha infiltrado en el suelo y que tampoco ha quedado retenida en depresiones, y que escurre superficialmente.

El [Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje \(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013\)](#), menciona que el volumen restante entre la precipitación

total y la precipitación efectiva se conoce como abstracciones o pérdidas. Está conformado por los volúmenes resultantes de:

- Infiltración: Proceso a través del cual el agua acumulada en la superficie penetra a través de los estratos de suelo.
- Evaporación: Proceso en el cual el agua en estado líquido, al aumentar su temperatura, se convierte en vapor de agua, como resultado del intercambio de calor en el ambiente.
- Intercepción: Agua de lluvia que no logra llegar al suelo porque cae sobre vegetación o edificaciones y luego se evapora.
- Retención superficial: Volumen de agua que acumulado en depresiones o charcos.
- Flujo subsuperficial: Traslado de agua en dirección lateral en el interior de los estratos de suelo.

La escorrentía superficial está condicionada por varios factores, de tipo climáticos, fisiográficos o intervención humana.

Como factores climáticos están las características de las precipitaciones, que son la principal fuente de ingreso de volúmenes de agua, puesto que una mayor intensidad y/o duración lograra que el suelo llegue al límite de su capacidad de infiltración. La frecuencia de las lluvias también influye, ya que una precipitación ocurrida posterior a otra tendrá mayor capacidad de escorrentía al encontrar el suelo húmedo o saturado.

Son factores fisiográficos la capacidad de infiltración del suelo y el área de la cuenca, ya que a mayor área existirá un mayor volumen de agua.

La intervención humana se manifiesta a través de la construcción de obras hidráulicas que en algunos casos se encargan de represar grandes volúmenes de agua, modificando los caudales, o la intervención de los cursos de los ríos, que provocan la alteración de propiedades como la velocidad de escorrentía. (Monsalve Sáenz, 1999).

2.4.2. Estimación de caudales de diseño

Se entiende por caudal al volumen de escorrentía superficial por unidad de tiempo.

$$Q = \frac{V_E}{t} \quad (2.15)$$

Se recurre al cálculo de caudales cuando no se cuenta con registros de aforo.

El caudal de ingreso por una precipitación (Q) igual a la precipitación por unidad de tiempo de duración uniforme en toda el área de la cuenca.

$$Q = i * A \quad (2.16)$$

Sin embargo, solo la lluvia efectiva produce el caudal de escorrentía y este depende además del coeficiente de escorrentía C.

$$C = \frac{Q}{i * A} \quad (2.17)$$

Coeficiente de escorrentía (C): Es la cuantificación de los volúmenes de escorrentía total en relación con el volumen total precipitado. Dicha relación depende del tipo de superficie de escurrimiento.

Los valores teóricos del coeficiente de escorrentía se muestran a continuación:

Tabla N° 2.04: Valores del coeficiente de escorrentía C

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA, C
PRADOS:	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05-0.10
Suelos arenosos, promedio, 2-7%	0.15-0.20
Suelos pesados, planos, 2%	0.13-0.17
Suelos pesados, promedio, 2-7%	0.18-0.22
Suelos pesados, pendientes, 7%	0.25-0.35
DISTRITOS COMERCIALES:	
Áreas de centro de ciudad	0.70-0.95
Áreas vecinas	0.50-0.70
RESIDENCIAL:	
Áreas casas individuales separadas	0.30-0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40-0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60-0.75
Suburbana	0.25-0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50-0.70
INDUSTRIAL:	
Áreas livianas	0.50-0.80
Áreas pesadas	0.60-0.90
PARQUES, CEMENTERIOS	0.10-0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20-0.35
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20-0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10-0.30
CALLES:	
Astaltadas	0.70-0.95
Concreto	0.80-0.95
Ladrillo	0.70-0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75-0.85
TECHOS	0.75-0.95

Fuente: [Hidrología en la ingeniería \(G. Monsalve, 1999\)](#)

Además, el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje ([MTC, 2013](#)), propone los siguientes valores:

Tabla N° 2.05: Valores del coeficiente de escorrentía C

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: [Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje \(MTC, 2013\)](#)

Los principales métodos de estimación de caudales son los siguientes:

Método racional: Es un método aplicable para cuencas con áreas menores a 10 Km². El caudal máximo o caudal pico de la cuenca se produce por una lluvia de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, tiempo necesario para que todo punto de la cuenca aporte escorrentía. La descarga máxima (Q_P) es igual a:

$$Q_p = 0.278 * C * I * A \quad (2.18)$$

Para cuencas con áreas menores a 13 Km² es posible aplicar la ecuación del método racional modificado.

$$Q = 0.278 * C * I * A * K \quad (2.19)$$

Donde K es el coeficiente de compacidad, descrito en la ecuación (2.01).

Hidrograma Unitario: Un hidrograma es la representación gráfica de la variación de una variable hidrológica a través del tiempo. Un hidrograma unitario es característico para una cuenca, pues representa la variación del caudal en el tiempo para una precipitación de intensidad unitaria (1 mm o 1 cm) y duración específica (1h, 2h, etc.)

Hidrograma Sintético: Consiste en la creación de un hidrograma artificial simulado para calcular el caudal pico de una cuenca de la cual no se han obtenido datos hidrológicos, teniendo como información los parámetros fisiográficos de dicha cuenca. Son hidrogramas sintéticos: Hidrograma triangular SCS e Hidrograma de Snyder.

(Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC, 2013))

2.4.3. Tiempo de concentración

Es el tiempo en el cual se espera que el agua recorra desde el punto más alejado hasta la salida de la cuenca (MTC, 2013), necesario para que la precipitación proveniente de todos los puntos de la cuenca aporte al caudal de escorrentía. Además, representa la duración crítica de lluvia capaz de producir el caudal pico.

El tiempo de concentración depende de las características propia de la cuenca, como geometría, pendiente, tipo de suelo y longitud del curso principal. Es posible el cálculo del tiempo de concentración a través de los métodos propuestos por distintos investigadores a lo largo de los años, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla N° 2.06: Ecuaciones para determinar el tiempo de concentración de la cuenca.

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947.L^{0.77}.S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195\left(\frac{L^2}{H}\right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525.(0.0000276.i + c).L^{0.33}}{S^{0.333}.i^{0.667}}$ <p>i = intensidad de lluvia, mm/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, m. S = pendiente de la trayectoria de flujo, m/m.</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3800 .
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035\frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.
Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley (1965) Aron y Erborge (1973)	$t_c = \frac{7.L^{0.6}.n^{0.6}}{I^{0.4}.S^{0.3}}$ <p>L = longitud del flujo superficial, m. n = coeficiente de rugosidad de Manning. I = Intensidad de lluvia, mm/h. S = pendiente promedio del terreno-m/m.</p>	Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto I (Intensidad de lluvia) como t_c son desconocidos, la superposición de una curva de Intensidad - duración - frecuencia da una solución gráfica directa para t_c .
Ecuación de retardo SCS (1973)	$t_c = \frac{0.0136.L^{0.8}\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ <p>L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo), m. CN = Número de curva SCS S = pendiente promedio de la cuenca, m/m.</p>	Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que $t_c = 1.67$ x retardo de la cuenca.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC, 2013)

2.5. Drenaje pluvial

2.5.1. Definición

Se entiende por drenaje al proceso en el cual se retira del terreno el exceso de agua no utilizable, como se indica en la [Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano \(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006\)](#).

Drenaje Urbano: Drenaje en centros poblados y ciudades, siguiendo los criterios urbanísticos.

Así mismo, el drenaje se puede clasificar según la magnitud del sistema en:

- Drenaje Mayor: Sistemas que evacúan caudales con poca frecuencia de ocurrencia y que, además de utilizar los sistemas de drenaje menor, utilizan la calzada y sardineles como canales de evacuación.
- Drenaje Menor: Sistema que evacúa caudales con mayor probabilidad de ocurrencia (entre 2 y 10 años).

2.5.2. Propósito

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013](#)) propone que el agua localizada en la superficie de rodadura y la que es aportada por los taludes adyacentes debe ser encauzada y evacuada para evitar daños a la estructura y a la transitabilidad.

Las obras de drenaje pluvial tendrán un periodo de diseño según el tipo e importancia de la estructura, mencionados previamente.

La pendiente de los cursos de evacuación debe ser tal que la velocidad producida permita la condición de autolimpieza del dren, pero sin exceder a una que ocasione erosión de las paredes. Se recomiendan valores entre 0.5% y 2%.

Los rangos de velocidades se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 2.07: Velocidades máximas permisibles

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierta de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

* Para flujos de muy corta duración

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC.

Fuente: [Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje \(MTC, 2013\)](#)

Además de la autolimpieza del sistema y de evitar la erosión, se debe evitar la sedimentación de partículas sólidas arrastradas por el flujo de agua, ya sea controlando la velocidad o diseñando zonas de depósito de sedimentos.

2.5.3. Clasificación

Los sistemas de drenaje se clasifican según su magnitud (Sección 2.5.1.).

Según la trayectoria del flujo de agua respecto al eje de la vía se clasifican en:

- Drenaje Transversal: El curso de agua fluye de manera perpendicular al eje de la vía. Son estructuras de drenaje transversal los puentes, alcantarillas y badenes.
- Drenaje Longitudinal: El curso de agua fluye en el mismo sentido que el eje de la vía. Comprende cunetas y sistemas de tuberías.

([Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013](#))

2.5.4. Cunetas y canales

De acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC, 2013), las cunetas son zanjas longitudinales abiertas en el terreno, paralelas y adyacentes a la vía, tienen como objetivo recolectar y evacuar el flujo superficial a los sumideros localizados aguas abajo.

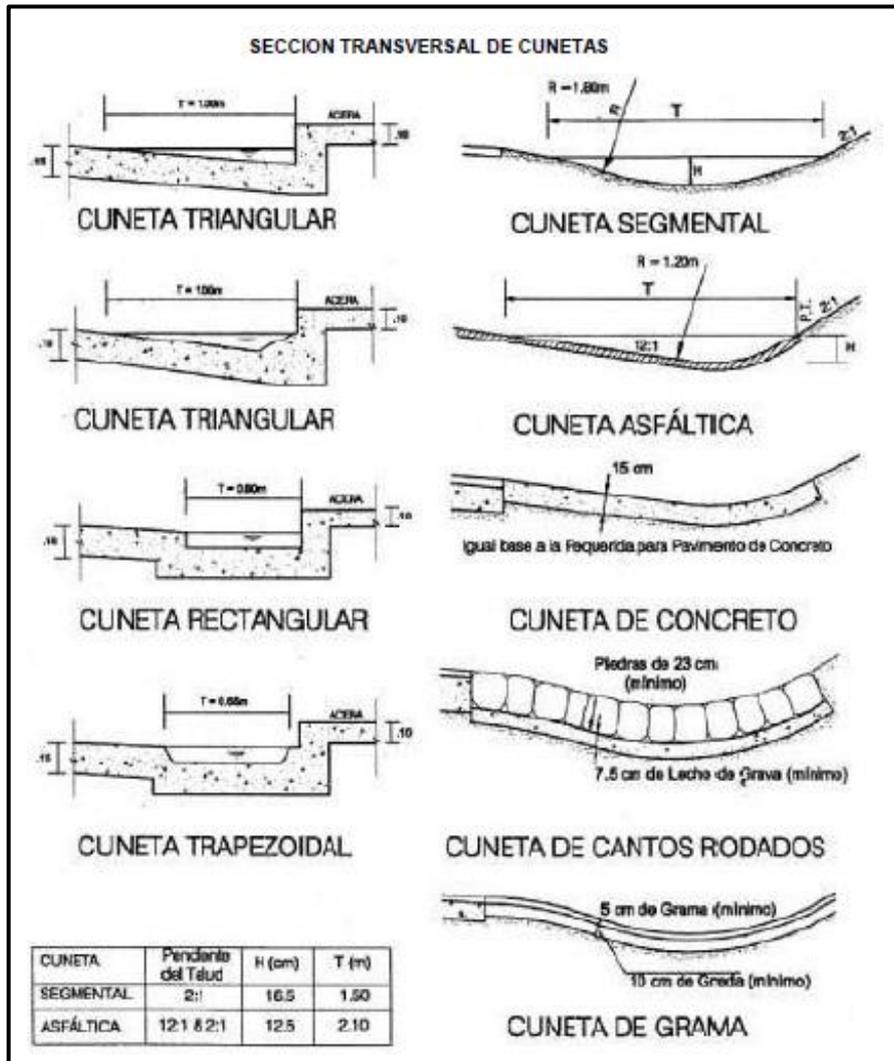
El diseño de las cunetas se rige por la capacidad de la cuneta llena o por la velocidad máxima admisible.

Las cunetas pueden tener sección transversal triangular, rectangular o trapezoidal, construidas in situ o prefabricadas. Los elementos geométricos que conforman la cuneta son:

- Ancho (T): medido desde el borde de la rasante hasta el vértice de la sección. De acuerdo a la Norma OS.060: Drenaje Pluvial (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006), el ancho de la cuneta puede ser igual al ancho de la berma en vías de alto tránsito, o igual a la mitad de la calzada para vías de bajo tránsito.
- Profundidad. Medida verticalmente desde el fondo del vértice hasta el borde de la rasante.
- Talud interno: Inclinación de los lados de la cuneta.

A continuación, se presentan las posibles secciones de cunetas, propuestas por la Norma OS.060: Drenaje Pluvial.

Imagen N° 2.03: Secciones de cunetas



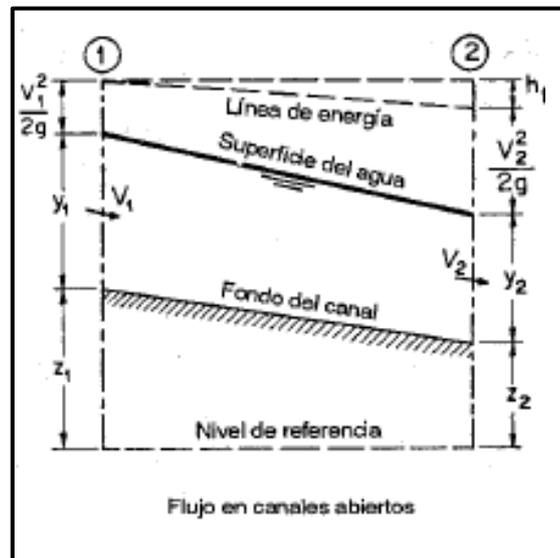
Fuente: Norma OS.060 (MVCS, 2006)

El manual de hidrología, Hidráulica y Drenaje sugiere que las cunetas sean diseñadas como canales abiertos.

De acuerdo a lo descrito en Hidráulica de Canales (Chow, 2004), se considera como canal abierto al flujo de agua en un conducto con superficie libre, a diferencia del flujo en tuberías que operan a sección llena, sometido a la presión atmosférica. La línea de energía del canal abierto se compone de la altura piezométrica (Z_i), que coincide con la línea de fondo del canal, la línea de gradiente hidráulico (Y_i), paralela línea de superficie del canal debido a que este sólo se encuentra bajo la acción de la presión atmosférica, y la altura de velocidad:

$$\frac{V_i^2}{2g} \quad (2.20)$$

Imagen N° 2.04: Flujo en canales abiertos.



Fuente: [Hidráulica de Canales \(Chow, 2004\)](#)

Los canales abiertos se pueden clasificar en función a la variación de sus propiedades en el espacio y el tiempo:

- Flujo uniforme: La profundidad del canal se mantiene constante en toda su longitud.
- Flujo permanente: La profundidad del canal no varía con el tiempo. No es flujo permanente las crecientes y oleadas, donde hay variaciones instantáneamente.
- Flujo continuo: En todo el curso del canal no se presentan entradas ni salidas de agua. La ecuación de continuidad es:

$$Q = V_1 * A_1 = V_2 * A_2 \quad (2.21)$$

Los canales abiertos también pueden clasificarse en función a su trayectoria.

- Flujo laminar: Predominan las fuerzas viscosas sobre el fluido, el cual sigue una trayectoria suave y definida.

- Flujo turbulento: Predominan las fuerzas de inercia, generando un movimiento caótico y desordenado de las partículas que componen el fluido.

El canal abierto puede ser natural o artificial:

- Naturales: ríos, arroyos, arroyuelos, quebradas, corrientes subterráneas que transportan agua con superficie libre; sus propiedades hidráulicas suelen ser irregulares. El estudio de canales naturales requiere conocimientos en hidráulica, hidrología, sedimentación (hidráulica fluvial).
- Artificiales: Son el resultado de la intervención humana, como canales, canaletas, cunetas, cuyas propiedades pueden ser controladas. Las teorías hidráulicas producirán resultados bastante precisos para fines de diseño. También se define como un canal largo de pendiente suave, construido sobre el terreno, con superficie sin revestir o revestido de piedras, concreto, madera o materiales bituminosos.

Un canal construido con sección y pendiente constante se conoce como prismático. Además de lo mencionado anteriormente, el diseño de un canal abierto depende de los siguientes elementos:

- Nivel: elevación de la superficie libre del canal, tomada desde un nivel de referencia.
- Ancho superficial (T): ancho de la sección en la superficie libre.
- Área mojada: área de la sección transversal del flujo.
- Perímetro mojado: Contorno de la sección transversal de flujo.
- Radio hidráulico: Relación entre el área de la sección y perímetro mojado.

El flujo uniforme se da únicamente en canales artificiales, donde la velocidad, profundidad y sección de flujo, al ser controladas, se mantienen constantes. Las velocidades en un canal a flujo constante suelen ser pequeñas para mantener su estabilidad.

El diseño de canales se rige por la ecuación de Manning, desarrollada por el ingeniero Robert Manning en 1889:

$$V = \frac{R_h^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (2.22)$$

Donde S es la pendiente del canal y depende de la topografía del terreno, y R el radio hidráulico de la sección, definido como la relación entre el área sobre el perímetro mojado, y n es el coeficiente de rugosidad.

$$R_h = \frac{Area}{P. mojado} \quad (2.23)$$

Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados (López Cualla, 2003), menciona que la sección hidráulica óptima de un canal es aquella que tiene mayor capacidad por área y menor perímetro mojado. El semi círculo es la sección hidráulica de mayor eficiencia, pero por razones constructivas se opta por una sección trapezoidal equivalente a medio hexágono regular.

Por lo tanto, el caudal que transporta el canal será:

$$Q = V * A = A * \frac{R_h^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (2.24)$$

Para un caudal, pendiente y coeficiente de rugosidad existe una sección eficiente definida como:

$$A * R^{2/3} = \frac{Q * n}{S^{1/2}} \quad (2.25)$$

La ecuación de Manning es comúnmente utilizada debido a su sencillez y a que produce resultados muy cercanos a la realidad.

El coeficiente n, o coeficiente de rugosidad de Manning, es la cuantificación de los factores que producen resistencia al flujo. El coeficiente de rugosidad no se mantendrá constante, y puede variar por los siguientes motivos:

- Rugosidad superficial: Tamaño de los granos de material que conforma el perímetro mojado; a mayor tamaño se entiende una mayor rugosidad.

- Vegetación: Es un elemento que retarda el flujo, dependiendo de la altura, distribución y tipo de vegetación. A mayor densidad de vegetación aumentará el valor de n . Sin embargo, la vegetación influye sólo hasta cierta altura.
- Altura promedio: para canales con las mismas características, el de menor profundidad tiene mayor valor de n .
- Irregularidad del canal: La presencia de crestas o pequeñas lomas de arena y demás irregularidades producen rugosidad adicional. Los cambios abruptos en la sección también aumentan el valor de n .
- Alineamiento del canal: la presencia de curvas horizontales aumenta el valor de n , además, permite la acumulación de sólidos flotantes.
- Sedimentación y socavación: La sedimentación puede convertir un canal regular en uno uniforme, reduciendo el valor de n . Caso contrario puede ocurrir con la socavación.
- Nivel y caudal: a menor profundidad se hacen más evidentes las irregularidades del canal.
- Material en suspensión: el transporte de material en suspensión requiere de una mayor energía, lo que aparentemente aumenta la rugosidad del canal.

(Chow, 2004)

Se considerará un valor de n constante si es que las demás características del canal también se mantienen constantes. Se tomarán los valores presentados por Monsalve para canales revestidos desarmables, tomando los valores mayores cuando no se prevea un mantenimiento rutinario.

Tabla N° 2.08: Coeficientes de rugosidad “n” para canales revestidos desarmables.

TIPO DE CANAL			MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido b. Acero soldado con remaches c. Metal corrugado sub - dren dren para aguas lluvias	0.009 0.010 0.013 0.017 0.021	0.010 0.012 0.016 0.019 0.024	0.013 0.014 0.017 0.021 0.030
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto tubo recto y libre de basuras tubo con curvas, conexiones afinado tubo de alcantarillado con cámaras, entradas. Tubo con moldaje de acero. Tubo de moldaje madera cepillada Tubo con moldaje madera en bruto b. Madera duelas laminada y tratada c. Albañilería de piedra.	0.010 0.011 0.011 0.013 0.012 0.012 0.015 0.010 0.015 0.018	0.011 0.013 0.012 0.015 0.013 0.014 0.017 0.012 0.017 0.025	0.013 0.014 0.014 0.017 0.014 0.016 0.020 0.014 0.020 0.030
B. CANALES REVESTIDOS	B.1 METAL	a. Acero liso sin pintar pintado b. Corrugado	0.011 0.012 0.021	0.012 0.013 0.025	0.014 0.017 0.030
	B.2 NO METÁLICO	a. Madera Sin tratamiento Tratada Planchas b. Concreto afinado con plana afinado con fondo de grava sin afinar excavado en roca de buena calidad excavado en roca descompuesta c. Albañilería piedra con mortero piedra sola	0.010 0.011 0.012 0.011 0.015 0.014 0.017 0.022 0.017 0.023	0.012 0.012 0.015 0.013 0.017 0.017 0.020 0.027 0.025 0.032	0.014 0.015 0.018 0.015 0.020 0.020 0.030 0.035
C. EXCAVADO		a. Tierra, recto y uniforme nuevo grava con algo de vegetación b. Tierra, sinuoso sin vegetación con malezas y pasto maleza tupida, plantas fondo pedregoso - malezas. c. Roca suave y uniforme irregular d. Canales sin mantención maleza tupida Fondo limpio, bordes con vegetación	0.016 0.022 0.022 0.023 0.025 0.030 0.025 0.025 0.035 0.050 0.040	0.018 0.025 0.027 0.025 0.030 0.035 0.035 0.040 0.080 0.050	0.020 0.030 0.033 0.030 0.033 0.040 0.040 0.040 0.050 0.120 0.080

D. CORRIENTES NATURALES	D.1. CORRIENTES MENORES (ANCHO SUPERF. < 30 m)	a. Ríos en planicies rectos, sin zonas muertas	0.025	0.030	0.033	
		rectos sin zonas muertas con piedras y malezas	0.030	0.036	0.040	
		Sinuoso, vegetación y piedras	0.035	0.045	0.050	
		Sinuoso, vegetación y bastante pedregoso	0.045	0.050	0.060	
		Abundante vegetación, sinuoso.	0.075	0.100	0.150	
		b. Torrentes de montaña, sin vegetación, bordes abruptos.	0.030	0.040	0.050	
		Árboles y arbustos sumergidos	0.040	0.050	0.070	
		Parcialmente en crecidas con piedras y Pocas rocas grandes rocas y piedras en el fondo.				
		D.2 PLANICIES DE INUNDACION	a. con pasto sin arbusto	0.025	0.030	0.035
		pastizales bajos	0.030	0.035	0.050	
pastizales altos						
b. áreas cultivadas	0.020	0.030	0.040			
sin cultivo	0.030	0.040	0.050			
con cultivos						
c. Arbustos y Malezas	0.040	0.060	0.080			
escasos	0.070	0.100	0.160			
densos						
d. Arboles	0.110	0.150	0.200			
sauces	0.030	0.040	0.050			
tierra despejada con troncos						
D3 Ríos Principales (ancho superior a 30 m)	Secciones Regulares	0.025	-	0.060		
	Secciones Irregulares	0.035	-	0.100		

Fuente: Hidráulica de canales abiertos (Chow, 1983)

Tabla N° 2.09: Coeficientes de rugosidad “n” de para cunetas.

Cunetas de las Calles	Coefficiente de Rugosidad N
a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado	0.012
b. Pavimento asfáltico	
1) Textura liso	0.013
2) Textura Rugosa	0.016
c. Cuneta de concreto con pavimento asfáltico	
1) Textura liso	0.013
2) Textura Rugosa	0.015
d. Pavimento de concreto	
1) Acabado con llano de madera	0.014
2) Acabado escobillado	0.016
e. Ladrillo	
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n, en	0.002

Fuente: Norma OS.060: Drenaje pluvial urbano (MVCS, 2006)

Las dimensiones mínimas de las cunetas se muestran en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, y dependen de la frecuencia de lluvias en la zona.

Tabla N° 2.10: Dimensiones mínimas para canales triangulares.

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC, 1995)

La velocidad del flujo debe ser tal que permita la condición de autolimpieza y evite la sedimentación de sólidos transportados por la masa de agua, pero, sin exceder la velocidad límite admisible, que es aquella que evita la erosión del material de revestimiento. El revestimiento de los canales evita la erosión de las paredes y no permite pérdidas por infiltración (Chow, 2004)

Las velocidades límites admisibles se muestran en la **Tabla N° 2.07**.

Adicionalmente, la sección del canal contará con un borde libre entre la superficie del flujo y la parte superior del canal, utilizado para prevenir desbordes.

El criterio de aceptación del diseño será que el caudal de diseño del canal, calculado con el sistema propuesto previamente, sea mayor que el caudal de aporte de la cuenca.

El agua de las cunetas debe descargar cada 250 metros (200 metros para regiones muy lluviosas) a una red de alcantarillado de alivio sin que estas afecten las propiedades adyacentes.

2.5.5. Sumideros

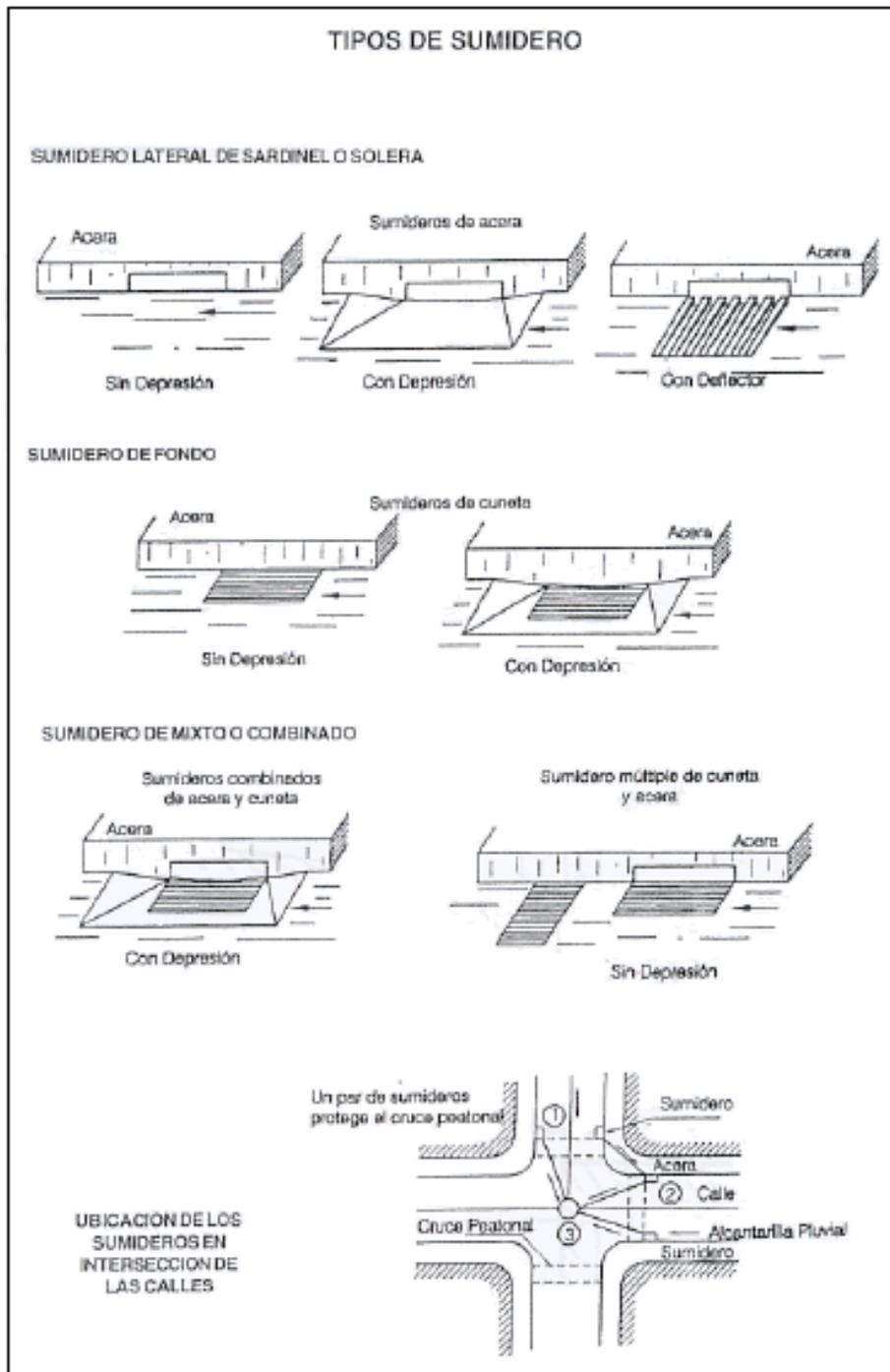
Los sumideros son elementos ubicados en puntos bajos y previos al cruce peatonal, que permiten la recolección de agua de las cunetas para depositarlas en las tuberías de alcantarillado pluvial. Se componen de un mecanismo de captación y una caja de recolección (López Cualla, 2003).

La elección del tipo de sumidero dependerá de las condiciones económicas, hidráulicas y de ubicación. La Norma OS.060 (MVCS, 2006) sugiere el uso de tres tipos de sumideros:

- Sumidero lateral en sardinel: Consiste en una abertura vertical en el sardinel lateral, lo que permitirá el pase del flujo desde la cuneta hacia el colector. Se recomienda en calles con pendiente menor al 3%.
- Sumidero de fondo: Abertura en el fondo de la cuneta, cuya pendiente debe ser mayor a 3%. Se puede añadir una depresión para mejorar su capacidad de captación.
- Sumidero de calzada: Abertura en todo el ancho de la calzada, transversal al sentido del tráfico. Se utiliza cuando se espera grandes volúmenes de agua y sedimentos.

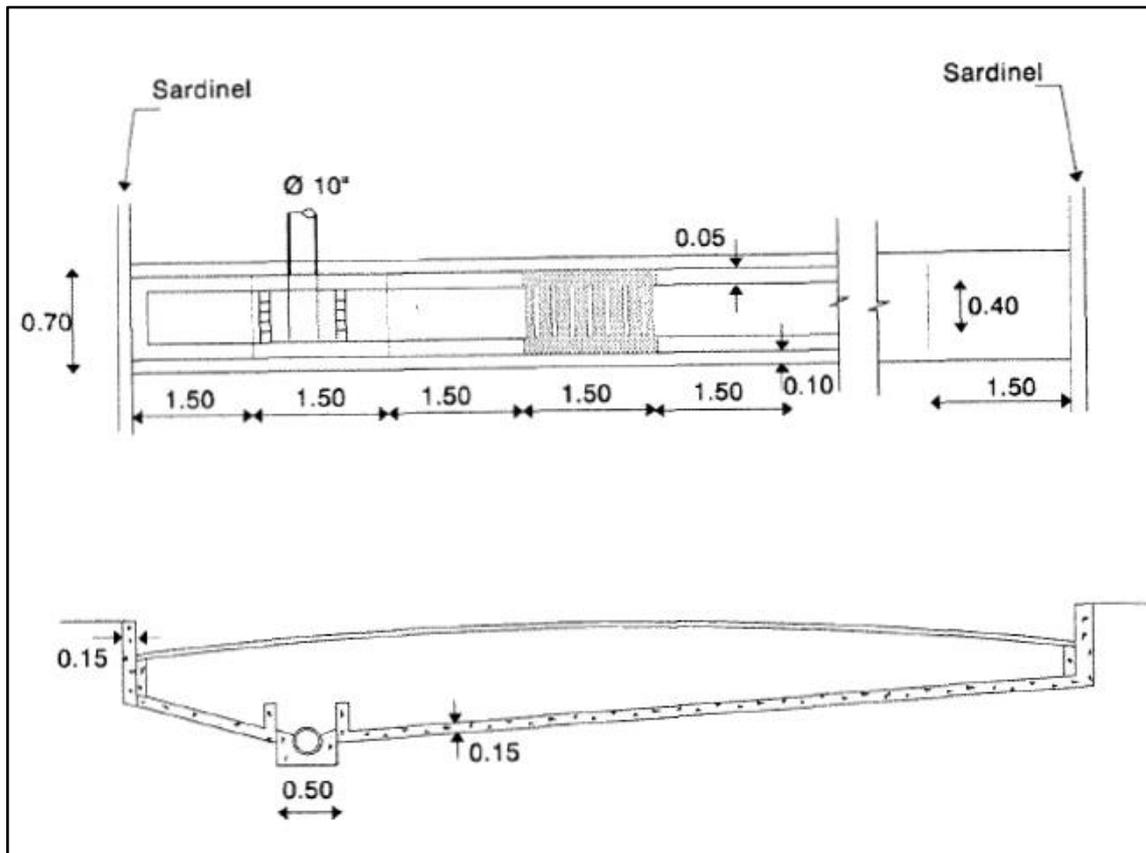
Adicionalmente se puede hacer uso del sumidero mixto, que consiste en la combinación de un sumidero lateral y un sumidero de fondo, incrementando la capacidad de captación.

Imagen N° 2.05: Tipos de sumideros.



Fuente: Norma OS.060 (MVCS, 2006)

Imagen N° 2.06: Sumidero de calzada.



Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado (López Cualla, 2003)

La ubicación del sumidero, como se mencionó en los párrafos posteriores, se da en los puntos bajos, en la zona previa a las intersecciones para evitar inconvenientes con el tráfico. Además, se pueden colocar sumideros en el tramo intermedio a las intersecciones y, en caso de requerir su colocación en serie, estos deben estar espaciados a 6 m como mínimo.

El diseño de un sumidero requiere establecer los siguientes parámetros:

Q: caudal en la cuneta (m^3/s).

Y: profundidad máxima de aproximación al sumidero (m).

S_0 : pendiente longitudinal de la calle.

Z: inverso de S_0 .

n: coeficiente de rugosidad de Manning.

L: longitud de ventana (m).

A_0 : área neta del flujo en rejilla (m^2)

a: depresión en la cuneta (m).

Posteriormente se aplicarán las siguientes ecuaciones a conveniencia:

Ecuación de diseño para sumideros laterales en sardinel:

$$\frac{Q}{L} = \frac{0.39}{Y} \left[(Y + a)^{5/2} - a^{5/2} \right] \quad (2.26)$$

Ecuación de diseño para sumideros de fondo:

$$Q = 2.96 * A_0 * (Y + a)^{1/2} \quad (2.27)$$

(López Cualla, 2003)

2.5.6. Alcantarillado pluvial

Se entiende por alcantarillado al conjunto de tuberías y demás elementos complementarios que tienen como finalidad recolectar y evacuar las aguas residuales de origen doméstico, industrial o pluvial (López Cualla, 2003).

El alcantarillado pluvial se ocupa de evacuar los caudales resultantes de la escorrentía superficial por precipitación en la cuenca, captados por sumideros y transportados hacia depósitos naturales, como mares, ríos, lagos, quebradas, etc., o artificiales (MVCS, 2006). El caudal a evacuar se calculará a través de los métodos de estimación de escorrentía superficial en cuencas hidrográficas, tales como el método racional en cuencas pequeñas o el método de hidrograma unitario para cuencas mayores.

Todo tipo de alcantarillado, sea domiciliario, industrial o pluvial, es diseñado para trabajar por gravedad y no a presión, con una sección parcialmente llena,

asumiendo que el flujo es uniforme y permanente, es decir, que sus propiedades no varían en el espacio ni en el tiempo.

El diseño hidráulico de una tubería por gravedad sigue los principios de los canales abiertos, puesto que la sección parcialmente llena permite la formación de una superficie libre.

Para el cálculo de la sección transversal de la tubería se utiliza la ecuación de Manning (Ecuación (2.24):

$$Q = A * \frac{R_h^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

La norma OS.060: Drenaje pluvial Urbano establece los valores del coeficiente de rugosidad de Manning para materiales de uso común en la construcción de redes de alcantarillado.

Tabla N° 2.11: Coeficientes de rugosidad “n” para tuberías de alcantarillado.

Tubería	Coeficiente de Rugosidad “n” de Manning
Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polivinilo	0.010
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010

Fuente: Norma OS.060: Drenaje pluvial urbano (MVCS, 2006)

La norma OS.060 (MVCS, 2006) propone que las redes de alcantarillado cuenten con pozos de inspección de 1.20 metros de diámetro, permitiendo el ingreso de una persona que realice labores de limpieza y mantenimiento, ubicados en la intersección de las calles o espaciados cada 100 metros en tramos largos.

La ubicación vertical de las redes de alcantarillado debe ser a una distancia prudente de la ubicación de las redes de agua para evitar filtraciones y

contaminación de las últimas. Según la norma OS.060 (MVCS, 2006), deben ubicarse a 1 metro de profundidad, medido desde la cota de rasante; además, el diámetro de las redes se incrementará conforme aumente el área de drenaje. Así como también indica que los rangos de velocidad de flujo deben estar entre 0.9 m/s, velocidad necesaria para garantizar la autolimpieza y evitar la sedimentación de partículas, y una velocidad máxima que no permita la erosión del material en las paredes de la tubería.

Tabla N° 2.12: Velocidades máximas en tuberías de alcantarillado.

Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)		
Material de la Tubería		Agua con fragmentos de Arena y Grava
Asbesto Cemento		3.0
Hierro Fundido Dúctil		3.0
Cloruro de Polivinilo		6.0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio		3.0
Arcilla Vitrificada		3.5
Concreto Armado de:	140 Kg/cm ²	2.0
	210 Kg/cm ²	3.3
	250 Kg/cm ²	4.0
	280 Kg/cm ²	4.3
	315 Kg/cm ²	5.0
Concreto Armado de curado al vapor	>280 Kg/cm ²	6.6

Fuente: Norma OS.060 (MVCS, 2006)

La pendiente mínima es aquella que garantice la velocidad mínima de 0.9 m/s. En caso no sea posible lograr la velocidad de autolimpieza, se colocarán registros cada 100 metros.

Finalmente, las redes de alcantarillado descargarán en depósitos de agua a una altura prudente del nivel al que se encuentren, con el fin de evitar la obstrucción, sumersión o destrucción de la salida de la tubería. Los niveles de entrega serán:

- 1.5 m sobre el nivel del mar.
- 1 m sobre el nivel del río esperado en 50 años.
- 1 m sobre el nivel del lago esperado en 50 años.

2.6. Sistema de hipótesis

2.6.1. Hipótesis de investigación

El caudal pluvial en la cuenca Los Rosales sobrepasa la capacidad de drenaje del sistema existente, ocasionando inundación en algunos puntos.

2.6.2. Variables de investigación

A continuación, se muestra el cuadro de operacionalización de variables.

Tabla N° 2.13: Cuadro de operacionalización de variables.

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
Caudal de diseño	Se entiende como la cantidad de agua que posiblemente tenga que evacuar una cuenca en un determinado periodo de tiempo, resultado de una precipitación de diseño ocurrida en la cuenca	Precipitación	Lluvia registrada en un área geográfica y cuantificada en una unidad de tiempo.	Lluvia	Razón
				Inundación	Nominal
				Clima	Nominal
		Área de la cuenca	Delimitación del espacio geográfico donde el agua proveniente de lluvias escurre en un mismo dren natural.	Área	Razón
				Topografía	Nominal
				Drenes secundarios	Nominal
		Coeficiente de escorrentía	Coeficiente que cuantifica la capacidad de escorrentía de una superficie según el tipo de suelo o material predominante.	Forma de la cuenca	Razón
				Tipo de suelo	Nominal
				Tipo de pavimento	Nominal
				Infiltración	Razón

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 03

METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Alcances de la investigación

3.1.1. Tipo y nivel de investigación

Se trata de una investigación de tipo aplicada y cuantitativa, ya que se basa en variables y resultados cuantificables. Además, la metodología la convierte en una investigación de tipo hipotético-deductivo.

Basándose en el método de contrastación de hipótesis, se trata de una investigación descriptiva y explicativa.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación consiste en procedimientos de recolección de datos para realizar una investigación descriptiva y la propuesta de una alternativa de solución a la problemática de la zona de estudio.

3.1.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se da a través de la revisión de documentación de información topográfica e hidrológica de la cuenca, revisión de imágenes satelitales para tener una idea general del área de estudio, visitas a campo que permitan conocer al detalle el estado situacional y la toma de medidas en el área de estudio.

Los datos obtenidos fueron almacenados y procesados con ayuda de softwares como Microsoft Excel, AutoCAD 2022 y AutoCAD Civil 3D 2022.

3.1.4. Población y muestra

La población de estudio son las cuencas urbanas en la ciudad de Piura que presentan imposibilidad de descarga de manera natural, también llamadas cuencas ciegas, debido a que son zonas de bajas cotas y con tendencia a inundaciones durante los periodos lluviosos anuales, lo que imposibilita la circulación peatonal y vehicular.

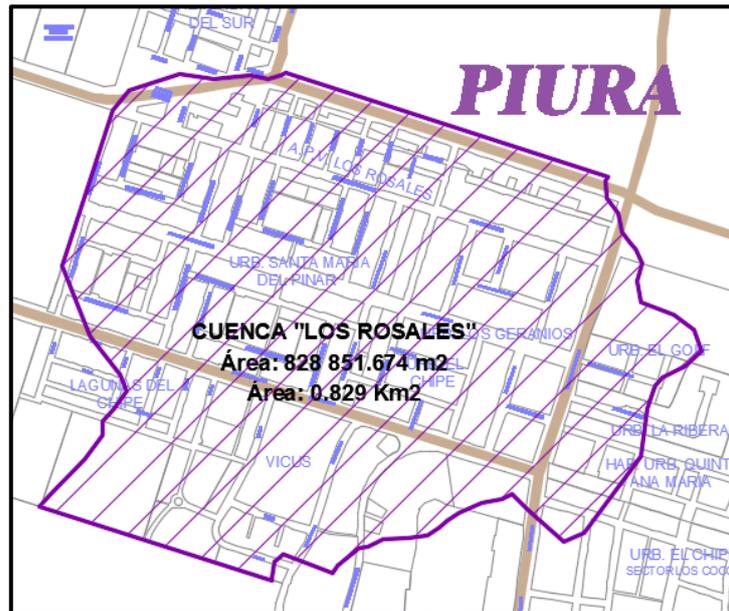
La muestra elegida es la cuenca Los Rosales, ubicada en el lado norte de la ciudad, cuyo problema de inundación suele ser un tema de discusión año a año, pero hasta ahora no se ha dado una solución definitiva.

3.2. Descripción de la cuenca “Los Rosales”

La cuenca Los Rosales se ubica en la zona norte de la ciudad de Piura, comprende las urbanizaciones Los Rosales, Santa María del Pinar, La Laguna del Chipe, Vicús, y parte de las urbanizaciones San Eduardo, El Golf y La Ribera.

La ubicación y delimitación del área de la cuenca puede observarse en el **Anexo 01**: Plano de ubicación y localización de la cuenca Los Rosales. El proceso de delimitación del área geográfica de la cuenca será. A continuación, se muestra una imagen de la delimitación de la cuenca:

Imagen N° 3.01: Delimitación de la cuenca.



Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Condiciones climatológicas

El clima presente en la cuenca Los Rosales es representativo de la ciudad de Piura, ubicada en la costa norte del país, cuyo ecosistema es el desierto y bosques de algarrobos.

El clima de Piura es cálido, desértico y oceánico. La temperatura promedio es de 26 °C.

Los periodos lluviosos anuales comprenden los meses de verano (diciembre a marzo). La ocurrencia de del Fenómeno El Niño ocasiona precipitaciones extraordinarias, registrando 2148 mm entre agosto de 11982 y julio de 1983, y 1909 en el periodo 1997-1998, siendo los meses más lluviosos entre diciembre y junio.

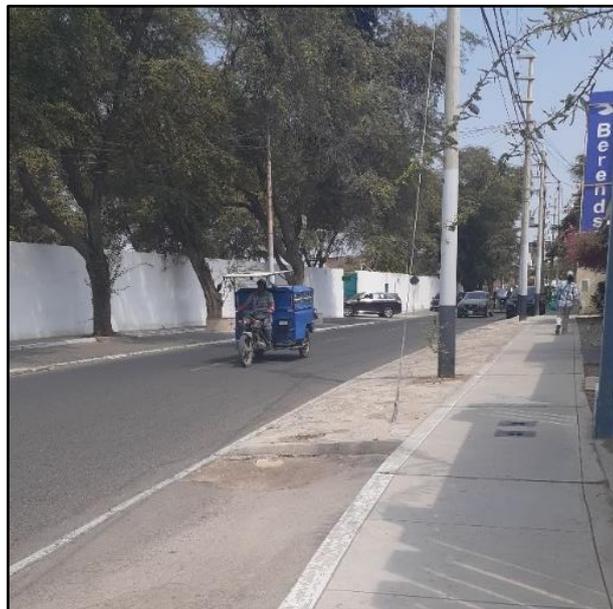
La precipitación media acumulada anual para el periodo 1955-1991 es 103.2 mm. (Instituto Geofísico del Perú, s.f.)

3.2.2. Topografía de la cuenca

La topografía de la cuenca se presenta en el **Anexo 02**: Plano de topografía de la cuenca Los Rosales. La información se obtuvo a través de la exportación del registro de puntos topográficos por medio de los programas Google Earth y Global Mapper, procesados a través del software AutoCAD Civil 3D para crear una superficie y curvas de nivel.

El área de la cuenca tiene cotas que oscilan entre los 44 y 26 m.s.n.m. Es una cuenca pequeña conformada por un terreno plano, que no presenta regiones montañosas, pero sí zonas bajas cerradas sin posibilidad de drenar.

Imagen N° 3.02: Ubicación de la divisoria de aguas (Av. Raimondi).



Fuente: Propia

Imagen N° 3.03: Ubicación de la divisoria de aguas (Ca. Las Camelias y Av. Las Gardenias).



Fuente: Propia

3.2.3. *Uso de suelo*

El uso de suelos es de tipo residencial, predominando las edificaciones destinadas a viviendas, predios escolares y universitarios y algunos establecimientos comerciales. Existen edificaciones multifamiliares de baja altura (hasta 4 niveles). Algunos lotes no han sido construidos, por lo que se encuentran en condiciones de terreno natural y en algunos casos cubiertos de vegetación.

Las vías públicas consisten en calles y avenidas, cuya superficie de rodadura es de pavimento flexible (asfáltico), veredas de concreto frotachado y áreas verdes. Debido a la falta de mantenimiento, las consecuencias de los periodos lluviosos y a la acumulación de agua pluvial en depresiones, algunas áreas de pavimento han sufrido daños y las capas inferiores de la estructura vial se encuentran expuestas.

3.2.4. Tipo de suelo

El tipo de suelo se determinó de la información obtenida por el estudio de mecánica de suelos elaborado como parte del expediente del proyecto “REPARACIÓN DE CANAL DE DRENAJE EN EL(LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA”, elaborado por la Municipalidad Provincial de Piura en el año 2018, la cual se presenta en el **Anexo 03**: Estudio de mecánica de suelos.

Luego de la aplicación de ensayos de granulometría por tamizaje, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, compactación por Proctor modificado, CBR y sales solubles de muestras extraídas de la excavación de tres calicatas a cielo abierto, se tienen los siguientes resultados:

Tabla N° 3.01: Resumen de ensayos de laboratorio - EMS.

CALICATA	C-1				C-2				C-3	
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-1	M-2	M-3	M-4	M-1	M-2
Profundidad (m)	0.20 - 0.60	0.60 - 1.30	1.30 - 2.50	2.50 - 2.70	0.05 - 0.60	0.60 - 1.30	1.30 - 1.60	1.60 - 1.70	0.05 - 0.30	0.30 - 2.00
% pasa malla N° 4	39.3	100	100	100	41.4	100	100	100	37.5	100
% pasa malla N° 200	11.2	85	9.4	21.4	11.2	6.7	81.7	19.5	9.2	8.3
% Grava	60.7	0	0	0	58.6	0	0	0	62.5	0
% Arena	28.1	15	90.6	78.6	30.2	93.3	18.3	80.5	28.3	91.7
Límite líquido	24	35	NP	26	21	NP	34	21	27	NP
Límite plástico	6	16	NP	6	5	NP	17	5	8	NP
Contenido de humedad %	8.9	26.3	9.4	20.2	7.9	9.9	11.1	5.6	8	16.9
Clasificación de suelos "AASHTO"	A-1-a (0)	A-6 (13)	A-3 (0)	A-2-4 (0)	A-1-a (0)	A-3 (0)	A-6 (13)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-3 (0)
Clasificación de suelos "SUCS"	GP - GC	CL	SP - SM	SC - SM	GP - GM	SP - SM	CL	SC - SM	GP - GC	SP - SM
Proctor modificado MDS (gr/m3)			1.673							
Óptimo de humedad (%)			16.4							

Fuente: “Reparación de canal de drenaje en la cuenca de las urbanizaciones Los Rosales, Las Gardenias y Santa María del Pinar en la localidad Piura, distrito de Piura, provincia Piura, departamento Piura” (Municipalidad Provincial de Piura, 2018)

Se concluye se trata de suelo tipo arenoso con presencia de arcillas transportadas, medianamente expansible y con presencia de nivel freático al momento de realizarse el estudio en el mes de julio de 2018.

3.2.5. Tiempo de concentración (t_c)

El tiempo de concentración (t_c) depende del curso principal de agua, por lo cual se trazaron los cursos de agua dentro de la cuenca, presentados en el **Anexo 07**: Plano de cursos de agua - Planta. El **Anexo 08**: Plano de cursos de agua - Perfiles Longitudinales presenta los perfiles longitudinales de cada uno de los cursos de agua, en los cuales se puede observar la pendiente de cada tramo. Aquí también se puede observar cuál es el recorrido del flujo desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de descarga.

La distancia comprendida entre el punto más alejado de la cuenca hasta la salida de la misma es de 1,189.941 m, medida a través del eje del curso principal de la cuenca, señalado en el **Anexo 07**. La cota en el punto más alejado es 44 m.s.n.m., y la cota en el punto de salida es de 26 m.s.n.m., la diferencia de cotas entre ambos puntos es de 18 metros. Su pendiente promedio es de 1.50%.

Para el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca se empleó la ecuación de Kirpich (1940), señalada en la **Tabla N° 2.06**: Ecuaciones para determinar el tiempo de concentración de la cuenca:

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385} \quad (3.01)$$

En la Tabla se explica que L es la longitud del canal principal desde aguas arriba hasta la salida y S es la pendiente media de la cuenca, por lo tanto,

$$t_c = 0.01947 * 1,189.941^{0.77} * 0.015^{-0.385}$$

$$t_c = 22.82 \text{ minutos}$$

3.3. Procesamiento y análisis de datos

Para la estimación del caudal de la cuenca urbana Los Rosales se aplicó uno de los métodos mencionados en el capítulo anterior. Se optó por el método racional debido a su simplicidad, a la confiabilidad de sus resultados y a que es

aplicable a la cuenca urbana Los Rosales debido a que se trata de una cuenca pequeña.

Se hará uso de la ecuación 2.19:

$$Q = 0.278 * C * I * A * K$$

Los parámetros que forman parte de la ecuación son: Precipitación, área de la cuenca y coeficiente de escorrentía, además de parámetros secundarios, como son tiempo de concentración, periodo de retorno, pendiente de la cuenca, longitud del curso principal y factor de forma.

A continuación, se explica el proceso con el cual se determinaron sus valores.

3.3.1. Periodo de retorno (T)

El periodo de retorno se determina según el tipo de estructura, tiempo de vida útil e importancia de esta. Para ese estudio, el periodo de retorno fue seleccionado a partir de la **Tabla N° 2.01**: Periodo de retorno para R y n, extraída del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, proporcionado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el año 2013, y del valor propuesto por la Norma OS.060: Drenaje Pluvial

El periodo de retorno indicado para obras de drenaje pluvial urbano es: 25 años.

3.3.2. Precipitación (i)

La información meteorológica base fue tomada en la estación meteorológica Miraflores, ubicada en el distrito de Castilla (Longitud: 80°36'59.55"; Latitud: 5°10'31"), a pocos metros del área de estudio. La información fue solicitada a la sede del Servicio Nacional de Meteorología e Hidráulica (SENAMHI) en Piura (Ver **Anexo 04**: Registros de precipitación diaria anual).

Los registros de precipitación diaria de los que dispone el SENAMHI están en unidades mm/día, es decir, se trata de un registro de máxima precipitación diaria. Al no contar con información específica de la duración de la lluvias o curvas IDF, el valor de la precipitación máxima en 24 horas debió ser multiplicado por uno de los factores indicados en la **Tabla N° 2.03**, extraída del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC, 2013, p 36).

El cálculo de la precipitación de diseño obedece a métodos propuestos por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Debido a que el periodo de retorno es de 25 años, se optó por utilizar series anuales de las máximas precipitaciones (Ver **Anexo 05**: Análisis estadístico de datos hidrológicos), tomando el valor de mayor precipitación diaria acumulada en un periodo de 20 años, desde 2000 hasta 2019.

En la sección **3.2.5. Tiempo de concentración** se encontró que el tiempo de concentración de la cuenca urbana Los Rosales es igual a 22.28 minutos, por lo que se recurrirá una duración de 1 hora. De acuerdo a la tabla mencionada, el coeficiente es de 0.25, por lo que cada uno de los valores será multiplicado por dicho factor. El procedimiento de cálculo se muestra en el Ver **Anexo 05**: Análisis estadístico de datos hidrológicos.

La estimación de la precipitación esperada para un periodo de retorno de 25 años (4.00 % de probabilidad de ocurrencia) ha sido calculada a través del método estadístico de la distribución Normal o de Gauss (Ecuación 2.12), donde:

$$X \text{ (Valor promedio obtenido de los registros)} = 6.72 \text{ mm/h}$$

$$S \text{ (Desviación estándar, medida estadística obtenida de los registros)} = 6.61$$

$$Z_i \text{ (Coeficiente de probabilidad para 4\%)} = 2.05$$

$$X_i \text{ (Precipitación con 4.00\% de probabilidad de excedencia):}$$

$$x_i = \bar{X} + (S * Z_i)$$

$$x_i = 6.72 + (6.61 * 2.05)$$

$$x_i = 20.264 \text{ mm/h}$$

3.3.3. Área de la cuenca (A)

Teniendo los planos topográficos de la zona (**Anexo 02:** Plano de topografía de la cuenca Los Rosales), el área de la cuenca Los Rosales ha sido delimitada a través del método de la línea divisoria de aguas.

Debido a la intervención humana y por tratarse de una cuenca localizada en una zona urbana, existen construcciones compuestas de extensos cercos perimétricos, como es el caso de dos universidades ubicadas dentro del área natural de la cuenca. Tales cercos alteran el curso de las aguas y modifican la delimitación espacial de la cuenca.

El área de la cuenca urbana Los Rosales es de 0.829 Km²

3.3.4. Coeficiente de escorrentía (C)

El coeficiente de escorrentía depende de las condiciones del suelo. Ya que se trata de una cuenca urbana, los tipos de superficie comprendidos son: pavimento asfáltico, veredas de concreto, cobertura vegetal; y el área de cada superficie se ha obtenido de los planos de lotización de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía para el cálculo del caudal será obtenido como un promedio ponderado entre los coeficientes correspondientes a cada uno de los tipos de superficie mencionados previamente, e indicados en la **Tabla N° 2.03:** Coeficientes de duración lluvias entre 1 y 48 horas y **Tabla N° 2.04:** Valores del coeficiente de escorrentía C, por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, proporcionado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para terrenos con pendientes suaves (entre 1% y 5%). El procedimiento se muestra a continuación:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * C_i}{A_i} \quad (3.02)$$

Las áreas que conforman cada tipo de superficie fueron delimitadas en el plano urbanístico de la cuenca, en el cual se separan las áreas don superficies tipo: cobertura vegetal, pavimento asfáltico, concreto y viviendas. Dicha separación se muestra en el **Anexo 06**: Plano de distribución de superficies, o en la imagen a continuación:

Imagen N° 3.04: Sectorización de superficies de drenaje



LEYENDA	
	Límite de la cuenca
	Terreno natural
	Vegetación ligera
	Vegetación densa
	Concreto y asfalto
	Viviendas

Fuente: Propia

A continuación, se muestran las áreas que ocupan cada tipo de superficie y el coeficiente C para cada una de ellas.

Tabla N° 3.02: Cálculo del coeficiente de escorrentía C de diseño.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)					
Item	Tipo de superficie	Área (A _i) (m ²)	Área %	Coef. Escorrentía (C _i)	A _i *C _i
01	Concreto y asfalto	242,416.705	29.25%	0.85	206,054.199
02	Vegetación densa	48,818.026	5.89%	0.05	2,440.901
03	Vegetación ligera	27,677.798	3.34%	0.10	2,767.780
04	Terreno natural	61,062.570	7.37%	0.30	18,318.771
05	Viviendas	448,876.575	54.16%	0.40	179,550.630
		Σ= 828,851.674			Σ= 409,132.281

Fuente: Elaboración propia.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * C_i}{A_i} = \frac{409,132.281}{828,851.674} = 0.494$$

3.3.5. Coeficiente de compacidad (K)

De acuerdo a la ecuación 2.01, el coeficiente de compacidad es la relación entre el perímetro real de la cuenca, entre el perímetro de una circunferencia con igual área a la de la cuenca. En este caso se tiene que la cuenca tiene un perímetro de 3,831.489 m y un área de 828,851.674 m². Una circunferencia de igual área tendría un radio de 513.65 m, y un perímetro de 3227.33 m, por lo tanto, el coeficiente compacidad sería:

$$K_c = \frac{3,831.489}{3,227.33} = 1.187$$

O también:

$$K_c = 0.28 P/\sqrt{A} = 0.28 * \frac{3831.489}{\sqrt{828,851.674}} = 1.187$$

3.4. Sistema de drenaje pluvial existente

Como parte de la investigación, se han evaluado las condiciones en que se encuentra el actual sistema de drenaje pluvial en la cuenca urbana Los Rosales a través de visitas a campo y si tiene la capacidad suficiente para drenar el caudal calculado en la sección anterior.

3.4.1. Estado situacional

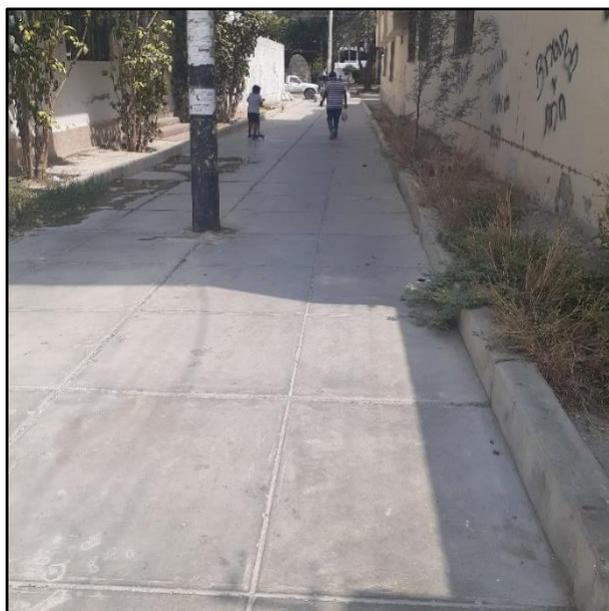
El diagnóstico del estado situacional del sistema de drenaje pluvial existente en la cuenca urbana Los Rosales permitirá encontrar los factores que influyen positiva y/o negativamente en el drenaje de la escorrentía superficial de la cuenca.

La visita técnica a la zona de estudio permitió determinar que las urbanizaciones comprendidas en el área de la cuenca Los Rosales no cuentan con un sistema de cunetas y sumideros, por lo que se asume la inexistencia de alcantarillado pluvial subterráneo.

Se pudo constatar la presencia de un canal de drenaje que atraviesa la urbanización Santa María del Pinar, desde la avenida Las Palmeras (entre Santa María del Pinar y La Laguna del Chipe) hasta la calle Las Amapolas (entre la calle Las Diamelas y la avenida Las Gardenias en Santa María del Pinar). El punto de descarga del dren es una zona con pavimentación seriamente deteriorada.

La sección del dren se compone de una losa de concreto, confinada por sardineles peraltados del mismo material.

Imagen N° 3.05: Canal de drenaje, entre Mz. LL (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

La calzada de la avenida Las Palmeras, que sirve de acceso al dren se encuentra en mal estado de conservación, presentando baches y obstruyendo el ingreso con un montículo de material desprendido del pavimento.

Imagen N° 3.06: Acceso al dren (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

El curso del dren no es continuo, sino que es interrumpido por calles asfaltadas, tanto transversal como longitudinalmente.

Imagen N° 3.07: Segundo tramo del dren (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

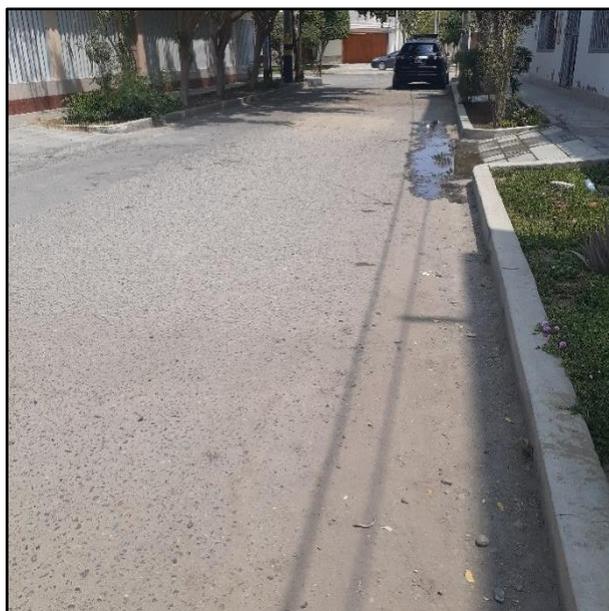
Imagen N° 3.08: Interrupción entre primer y segundo tramo del dren.



Fuente: Propia

En las demás calles y avenidas, es la calzada la estructura que permite la evacuación del agua de origen pluvial. Las demás vías cuentan con pavimentación asfáltica, aunque en algunos tramos se encuentra en mal estado de conservación y presentan daños moderados a severos.

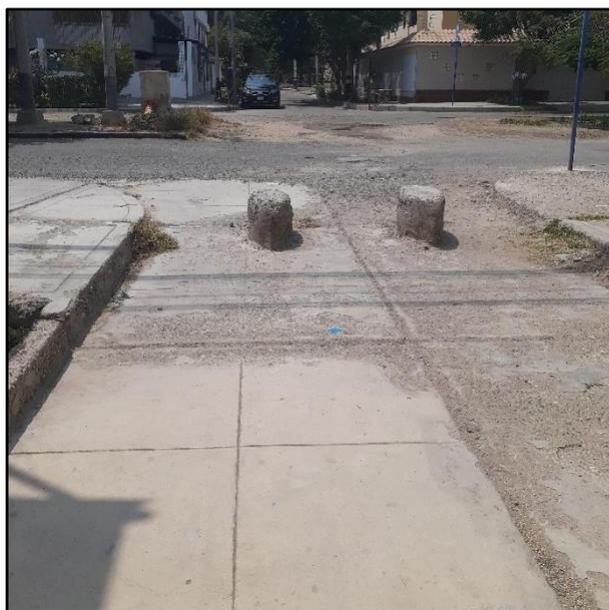
Imagen N° 3.09: Calle asfaltada entre Mz. L y N (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

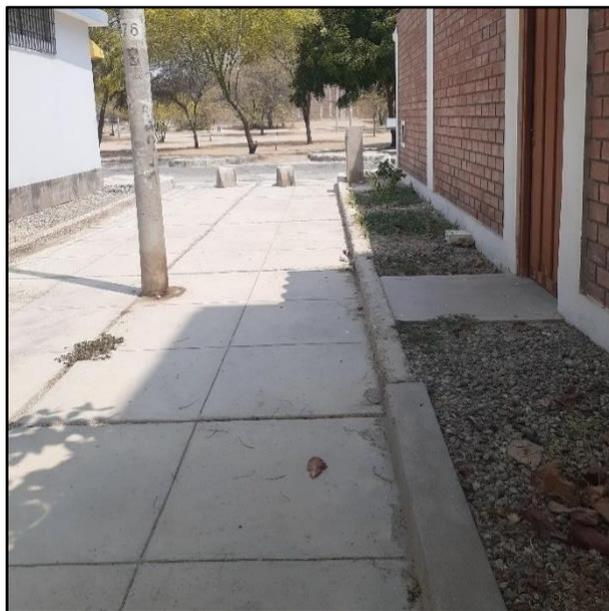
El tercer tramo del dren atraviesa la manzana E, inmediatamente después de la intersección con la avenida Las Casuarinas. Dicha intersección presenta daños severos en la calzada y, al igual que en el primer tramo, el acceso al dren se ha visto obstruido debido al estado del pavimento.

Imagen N° 3.10: Acceso al tercer tramo del dren – Av. Las Casuarinas.



Fuente: Propia

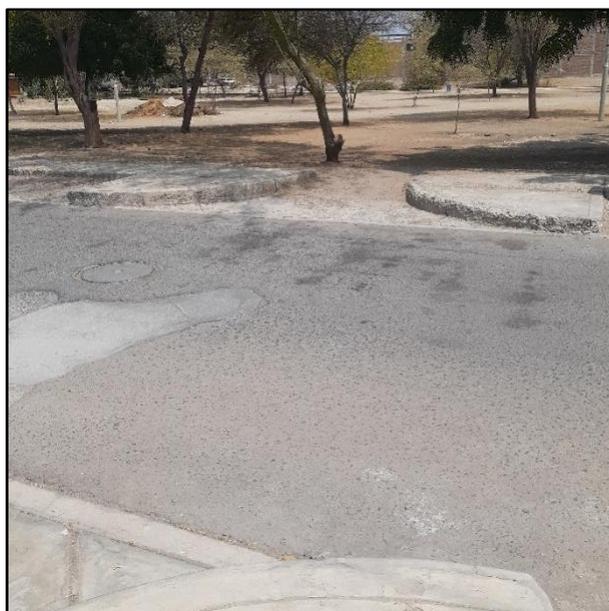
Imagen N° 3.11: Tercer tramo del dren (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

El siguiente tramo del dren no continúa en la misma dirección, si no que ha sido desplazado algunos metros en dirección este al ingresar al parque. Esta nueva sección ha sido reducida drásticamente.

Imagen N° 3.12: Discontinuidad en dren (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

Imagen N° 3.13: Cuarto tramo del dren (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

El dren sufre un cambio de dirección hacia el este. Este es el último tramo, el cual descarga en la calle Las Amapolas.

Imagen N° 3.14: Deflexión en la alineación del dren (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

Imagen N° 3.15: Quinto tramo del dren (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

Imagen N° 3.16: Calle Las Amapolas (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

La avenida Las Gardenias (Separación entre Santa María del Pinar y Los Rosales) evacúa las aguas provenientes del lado oeste de la cuenca, hasta depositarlas en la calle Las Amapolas para que estas escurran en dirección norte.

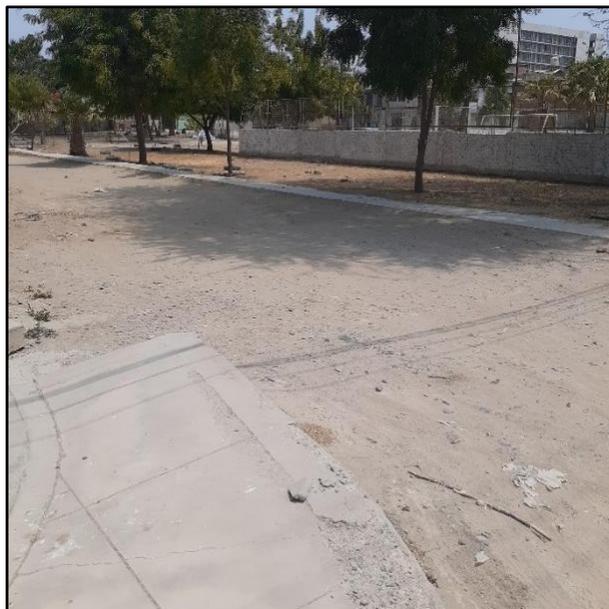
Imagen N° 3.17: Av. Las Gardenias, pendiente hacia ca. Las Amapolas.



Fuente: Propia

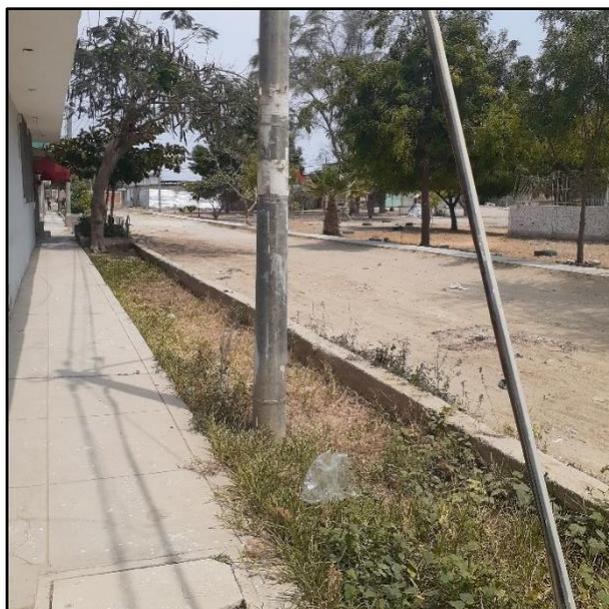
Sin embargo, la calle Las Amapolas, en su tramo posterior a la avenida Las Gardenias, no cuenta con una vía pavimentada con una superficie y pendiente capaces de continuar drenando el agua hacia el punto más bajo, por lo que gran parte del volumen se queda estancado en la intersección de ambas vías.

Imagen N° 3.18: Calle Las Amapolas, zona no pavimentada (Urb. Los Rosales).



Fuente: Propia

Imagen N° 3.19: Calle Las Amapolas (Urb. Los Rosales).



Fuente: Propia

Debido a la inundación en la intersección Las Gardenias – Las Amapolas, a la pavimentación con asfalto y a la formación de lagunas, la superficie de rodadura del pavimento presenta severos daños estructurales.

Imagen N° 3.20: Intersección Las Gardenias y Las Amapolas



Fuente: Propia

La avenida Los Zánganos fue rehabilitada hace pocos años, y cuenta con un diseño de pavimento rígido con losas optimizadas, veredas de concreto, áreas verdes, área de estacionamiento de vehículos con pavimento articulado y ciclovía de concreto.

Imagen N° 3.21: Intersección calle Las Amapolas y Av. Los Zánganos.



Fuente: Propia

Dicha intersección representa el punto de salida de la cuenca (Ver **Anexo 02**: Plano de topografía de la cuenca Los Rosales y **Anexo 07**: Plano de cursos de agua - Planta). Sin embargo, no es posible evacuar el caudal hacia ningún otro punto, ya que la topografía no lo permite por tratarse de una cuenca ciega, y la vía pública no cuenta con los elementos de drenaje necesarios.

Imagen N° 3.22: Inexistencia de elementos de drenaje en intersección.



Fuente: Propia

La avenida Los Zánganos presenta otro punto ciego, a inmediaciones de la calle S/N en la urbanización La Providencia

Imagen N° 3.23: Av. Los Zánganos, int. con calle S/N (Urb. La Providencia).



Fuente: Propia

Además del curso principal que descarga en el canal de drenaje pluvial de la urbanización Santa María del Pinar, la cuenca urbana Los Rosales cuenta con otras cuatro sub cuencas, cuyo caudal fluye a través de calles y avenidas existentes hasta descargar en otros puntos ciegos. Al igual que en las vías analizadas previamente, las inundaciones han provocado daños en los pavimentos.

Imagen N° 3.24: Avenida Las Palmeras, intersección con calle Las Dalias.



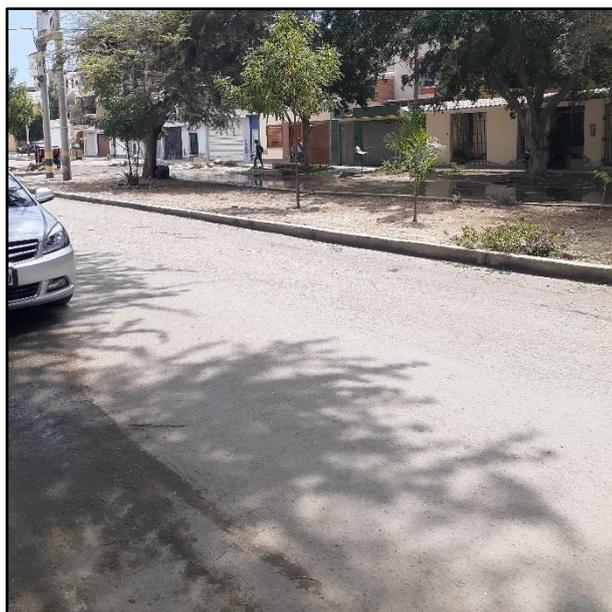
Fuente: Propia

Imagen N° 3.25: Intersección Av, Las Casuarinas y Av. Los Tallanes.



Fuente: Propia

Imagen N° 3.26: Avenida Las Casuarinas (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

Imagen N° 3.27: Calle Las Fresas (Urb. Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

Los tramos de las vías asfaltadas que mantienen su superficie en buen estado son aquellas que cuentan con pendiente suficiente para asegurar el escurrimiento de los caudales pluviales, por lo que no existe inundación.

Imagen N° 3.28: Av. Las Gardenias (Urb. Los Rosales y Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

Algunas calles de la urbanización La Providencia no cuentan con pavimentación, si no que se encuentran en terreno natural.

Imagen N° 3.29: Calle S/N (Urb. La Providencia).



Fuente: Propia

3.4.2. Capacidad de drenaje existente

Debido a la inexistencia de cunetas, son las vías públicas las que hacen las veces de canal de evacuación. Como parte del alcance de la investigación se procedió a evaluar la capacidad hidráulica del dren que desemboca en la calle Las Amapolas y las vías que deberían drenar los puntos más bajos.

El dren se comporta como un canal abierto de sección rectangular, cuya sección transversal se delimita por la losa de fondo, la cual cumple también la función área de tránsito peatonal, y los sardineles laterales.

El proceso de análisis de un canal abierto se presenta en la sección **2.5.4. Cunetas y canales**, y la ecuación de cálculo (Ecuación 2.24) se muestra a continuación:

$$Q = A * \frac{R_h^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Las dimensiones (ancho y altura) de cada tramo se obtuvo a través de la toma de medidas in situ, presentadas en el **Anexo 10: Plano de Secciones viales** existentes; mientras que la pendiente del tramo se obtuvo de los planos de cursos de agua (**Anexo 08**).

Los valores del coeficiente de rugosidad “n” de Manning fueron extraídos de la **Tabla N° 2.09: Coeficientes de rugosidad “n” de para cunetas**, proporcionada por la Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano. Utilizando valores de 0.016 para pavimentos asfálticos de textura rugosa y 0.016 para pavimento de concreto con acabado escobillado. En el caso de las vías sin pavimentar, se optó por un coeficiente de 0.020, valor máximo correspondiente a canales excavados en tierra, rectos y uniformes, de la **Tabla N° 2.08: Coeficientes de rugosidad “n” para canales revestidos desarmables**, debido a que la rasante natural de la calle tiene una alineación recta, más no tiene una pendiente totalmente uniforme.

Para determinar la demanda, se ha dividido la cuenca principal Los Rosales en subcuencas de menor área, delimitadas por la divisoria de aguas. El caudal de cada subcuenca es proporcional al área de drenaje de cada una.

A continuación, se muestra el proceso de estimación de caudales en las subcuencas.

Tabla N° 3.03: Área y caudal de subcuencas.

CAUDAL SUBCUENCAS				
Item	Referencia	Área (m2)	Área (%)	Qi
1	Curso principal	400771.382	48.35%	1.322
2	Zona noroeste	59525.094	7.18%	0.196
3	Zona sureste	106879.887	12.89%	0.353
4	Zona centroeste	104366.985	12.59%	0.344
5	Zona noreste	70699.041	8.53%	0.233
6	Zona este	86609.225	10.45%	0.286

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del caudal demandado para cada tramo se ha seguido un procedimiento similar al anterior, de modo que el punto de salida de cada área acumulada de drenaje coincida con el punto de acceso de cada vía a analizar.

Tabla N° 3.04: Área y caudal de cada tramo del dren.

CAUDAL SUB CUENCA N°01				
Item	Referencia	Área (m2)	Área (%)	Qi
1	Tramo 1	136012.095	16.41%	0.449
2	Tramo 2	165042.249	19.91%	0.544
3	Calle S/N	236461.777	28.53%	0.780
4	Tramo 3	257723.396	31.09%	0.850
5	Las Diamelas	282793.307	34.12%	0.933
6	Tramo 4	282793.307	34.12%	0.933
7	Tramo 5	335898.207	40.53%	1.108
8	Calle Las Amapolas	335898.207	40.53%	1.108
9	Calle Las Amapolas II	346282.193	41.78%	1.142

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el caudal demandado para cada tramo, es posible evaluar la capacidad de evacuación del dren.

CAPÍTULO 4

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Caudal pluvial de la cuenca

En la sección 3.3. se calcularon los parámetros que intervienen en la estimación del caudal esperado en la cuenca urbana Los Rosales a través del método racional, para un periodo de diseño de 25 años. Como se mencionó previamente, la ecuación de cálculo se describe en el capítulo 2 (Ecuación 2.19):

$$Q = 0.278 * C * I * A * K$$

Los parámetros de diseño se calcularon en las secciones 3.3.1. hasta 3.3.6

Coeficiente de escorrentía (C): 0.494

Precipitación (i): 20.264 mm/h

Área de la cuenca (A): 0.829 Km²

Coeficiente de compacidad (K): 1.187

$$Q = 0.278 * C * I * A * K$$

$$Q = 0.278 * 0.494 * 20.264 * 0.829 * 1.187$$

El caudal de escorrentía es igual a **2.734** m³/s.

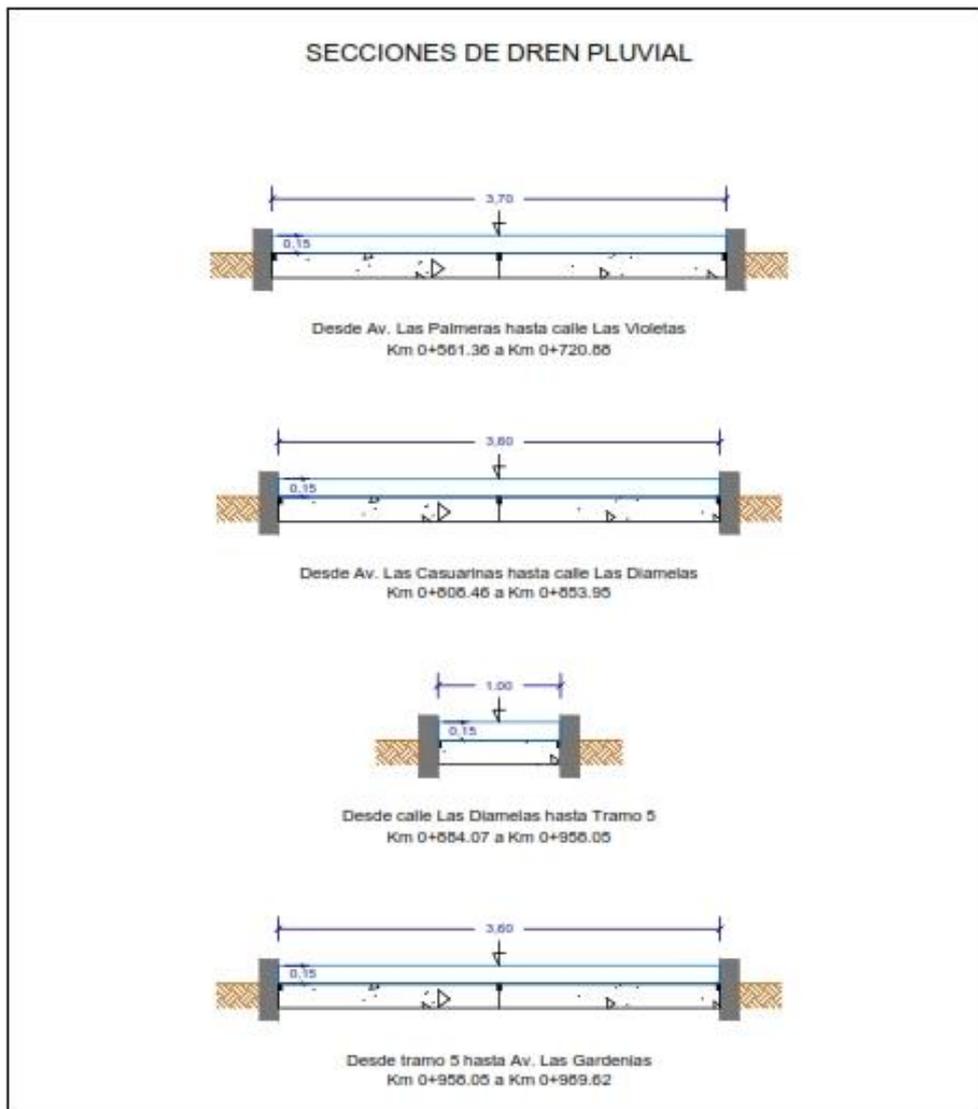
4.1.2. Capacidad de drenaje de la cuenca

En el capítulo anterior (**Sección 3.4.**) se explicó el procedimiento para reconocer la situación en que se encuentra el sistema de drenaje existente en la cuenca urbana Los Rosales de la ciudad de Piura, también se realizó un análisis hidráulico del sistema de drenaje existente en la cuenca para verificar que tenga la

capacidad suficiente para evacuar. Las secciones transversales del canal de drenaje y de las vías asfaltadas se muestran más adelante, sin embargo, también son presentadas en el **Anexo 10**: Plano de secciones viales existentes.

A continuación, se presentan los resultados del análisis hidráulico Capacidad vs. Demanda del dren principal en la cuenca.

Imagen N° 4.01: Secciones de dren pluvial.



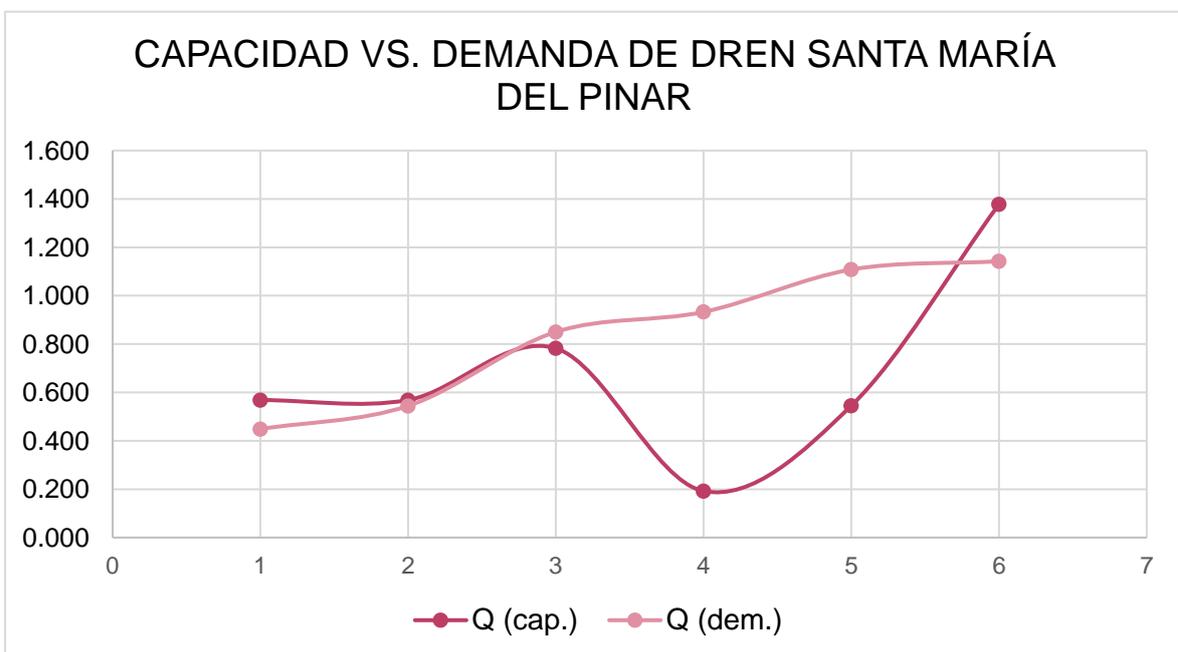
Fuente: Propia

Tabla N° 4.01: Análisis de capacidad y demanda del dren.

CAPACIDAD HIDRÁULICA DE DREN SANTA MARÍA DEL PINAR											
Item	Nombre	Superficie	A (m)	H (m)	S	n	Área	R. h.	V	Q (cap.)	Q (dem.)
1	Mz LL	Concreto	3.70	0.15	0.004	0.016	0.555	0.139	1.024	0.569	0.449
2	Parque	Concreto	3.70	0.15	0.004	0.016	0.555	0.139	1.024	0.569	0.544
3	MZ E	Concreto	3.60	0.15	0.008	0.016	0.540	0.138	1.449	0.782	0.850
4	Parque I	Concreto	1.00	0.15	0.008	0.016	0.150	0.115	1.283	0.192	0.933
5	Parque II	Concreto	3.60	0.12	0.008	0.016	0.432	0.113	1.261	0.545	1.108
6	Las Amapolas II	T. Natural	6.70	0.15	0.010	0.020	1.005	0.144	1.371	1.378	1.142

Fuente: Propia

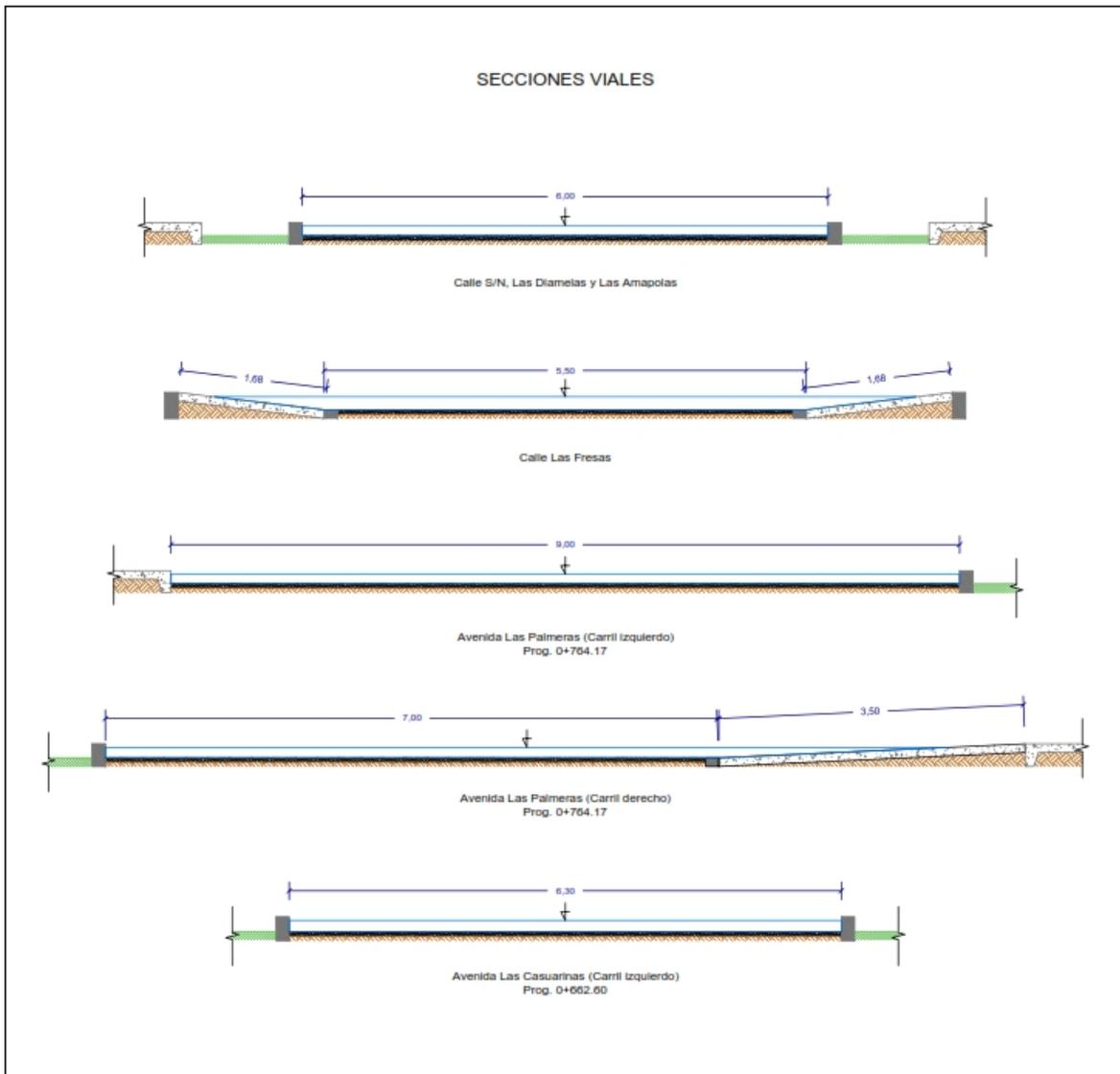
Imagen N° 4.02: Comparación capacidad vs. demanda del dren.



Fuente: Propia

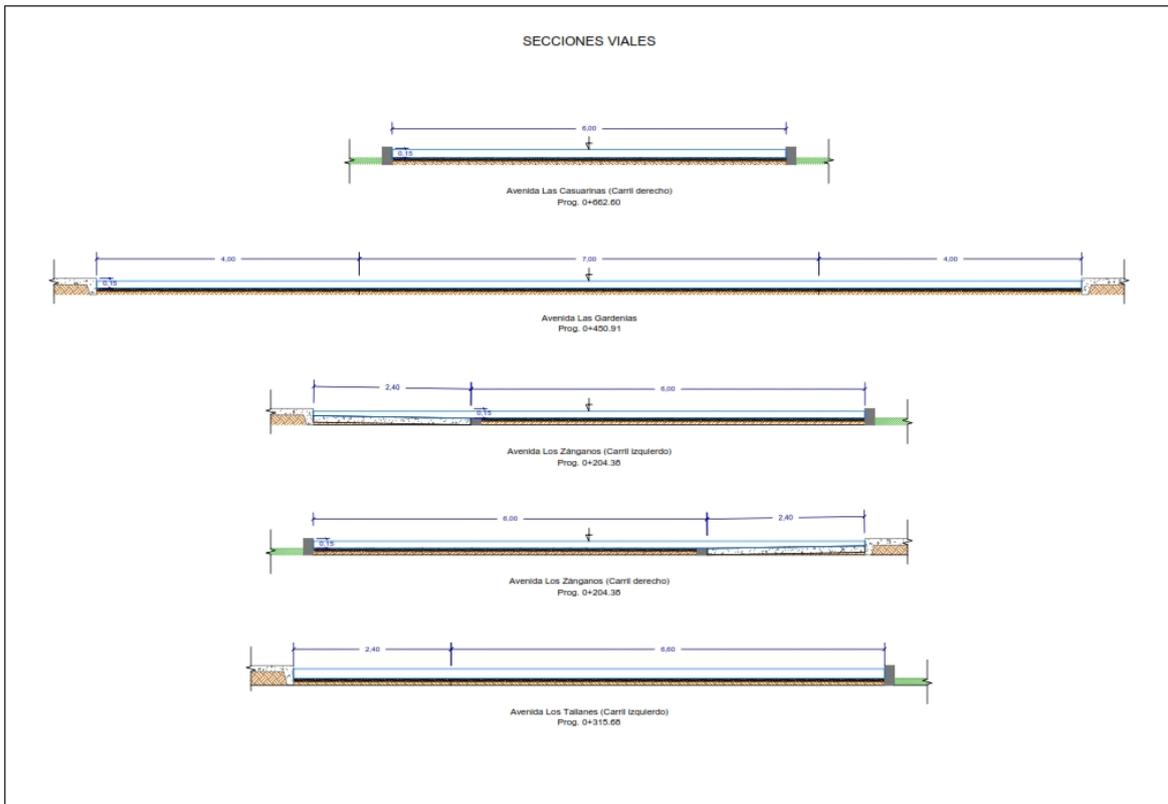
En la siguiente tabla, se muestran los resultados del análisis hidráulico Capacidad vs. Demanda realizado a las vías asfaltas que también forman parte del dren pluvial y a aquellas que representan puntos problemáticos en el drenaje de la cuenca.

Imagen N° 4.03: Secciones viales de calles y avenidas (Parte 1).



Fuente: Propia

Imagen N° 4.04: Secciones viales de calles y avenidas (Parte 2).



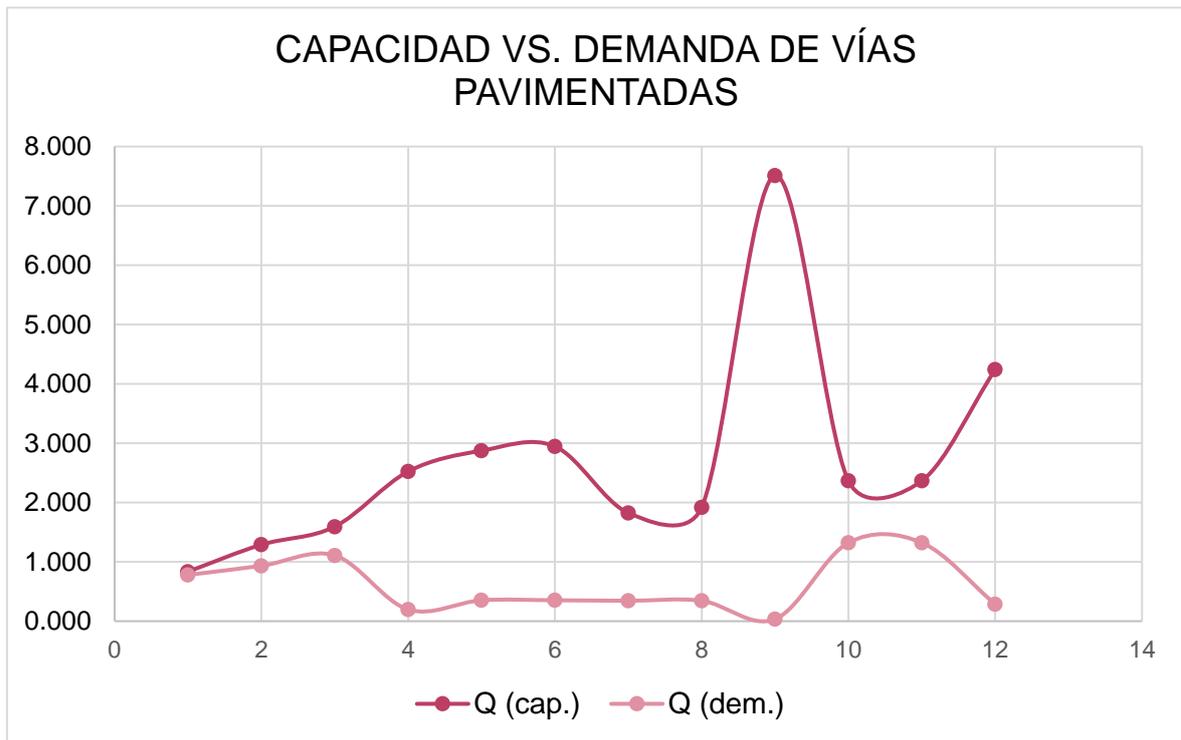
Fuente: Propia

Tabla N° 4.02: Análisis capacidad y demanda de infraestructura vial.

CAPACIDAD HIDRÁULICA DE INFRAESTRUCTURA VIAL											
Item	Nombre	Superficie	A (m)	H (m)	S	n	Área	R. h.	V	Q (cap.)	Q (dem.)
1	Ca. S/N (Mz L-N)	Asfalto	6.00	0.15	0.004	0.018	0.90	0.143	0.928	0.836	0.780
2	Ca. Las Diamelas	Asfalto	6.00	0.15	0.008	0.017	0.90	0.143	1.433	1.289	0.933
3	Ca. Las Amapolas I	Asfalto	6.00	0.18	0.008	0.018	1.08	0.170	1.475	1.593	1.108
4	Ca. Las Fresas	Asfalto	5.50	0.15	0.033	0.018	1.01	0.124	2.491	2.523	0.196
5	Av. Las Palmeras (D)	Asfalto	7.00	0.12	0.056	0.018	1.00	0.102	2.882	2.874	0.353
6	Av. Las Palmeras (I)	Asfalto	9.00	0.11	0.056	0.018	0.99	0.107	2.975	2.946	0.353
7	Av. Las Casuarinas (D)	Asfalto	6.00	0.12	0.037	0.018	0.72	0.115	2.536	1.826	0.344
8	Av. Las Casuarinas (I)	Asfalto	6.30	0.12	0.037	0.018	0.76	0.116	2.539	1.920	0.344
9	Av. Las Gardenias	Asfalto	15.00	0.15	0.047	0.018	2.25	0.147	3.338	7.510	0.034
10	Av. Los Zánganos (D)	Asfalto	6.00	0.11	0.050	0.018	0.88	0.102	2.700	2.366	1.322
11	Av. Los Zánganos (I)	Asfalto	6.00	0.11	0.050	0.018	0.88	0.102	2.700	2.366	1.322
12	Av. Los Tallanes	Asfalto	9.00	0.15	0.042	0.018	1.35	0.145	3.141	4.240	0.286

Fuente: Propia

Imagen N° 4.05: Comparación capacidad vs. demanda de infraestructura vial.



Fuente: Propia

4.2. Docimasia de hipótesis

Se puede afirmar que la hipótesis de investigación “El caudal pluvial en la cuenca Los Rosales sobrepasa la capacidad de drenaje del sistema existente, ocasionando inundación en algunos puntos” es verdadera.

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados

En el **Capítulo 4** se presentaron los resultados de investigar la situación en que se encuentra el sistema de drenaje pluvial de la cuenca urbana Los Rosales. Se puede ver a través de los resultados del análisis a las vías existentes y al canal de drenaje pluvial que no todas las secciones transversales tienen el dimensionamiento suficiente para evacuar el caudal pluvial que les corresponde según su área de influencia. Además, la existencia de inundaciones se debe a otros factores como:

- Secciones transversales con capacidad hidráulica insuficiente.
- Daños en el pavimento asfáltico.
- Inexistencia de pavimento en algunas calles.
- Discontinuidad en el dren principal.
- Bloqueo del acceso a los tramos del dren con sobras de material asfáltico.
- Mal estado de los sardineles laterales en calles, avenidas y dren pluvial.
- Puntos bajos sin salida.

La problemática explicada se puede observar en las Imágenes **3.05** hasta **3.29**, en la Sección **3.4.1**.

Imagen N° 5.01: Daño en el pavimento (Av. Casuarinas – Santa María del Pinar).



Fuente: Propia

5.2. Propuesta de investigación

5.2.1. Propuesta de sistema de drenaje

El presente trabajo propone una alternativa de sistema de drenaje que permitirá solucionar la problemática señalada en la sección anterior y evacuar el caudal de la cuenca urbana Los Rosales de una manera eficiente, sin producir daño a la infraestructura urbana y malestar a los vecinos y usuarios de las vías públicas.

La propuesta de drenaje consiste en la rehabilitación de los elementos de drenajes existentes para incrementar su capacidad de evacuación, así como la construcción de infraestructura que permita el transporte del agua acumulada en los puntos bajos hacia un curso de agua mayor, en este caso, el río Piura debido a su cercanía. Se compone de:

- Incremento de sección hidráulica de canal de drenaje.
- Rehabilitación de pavimentos dañados.
- Pavimentación en las vías colectoras faltantes.
- Prolongación del dren pluvial y construcción de nuevos tramos.
- Mantenimiento periódico de los accesos al dren.
- Mantenimiento y rehabilitación de sardineles peraltados en calles, avenidas y dren pluvial
- Construcción de sumideros de calzada en zonas inundables.
- Construcción de tuberías de evacuación pluvial.
- Construcción de buzones de inspección.

Los detalles de los elementos de drenaje existentes y proyectados se muestran en el **Anexo 11**: Plano de propuesta de Drenaje Pluvial.

En la Sección **3.2.4.** se mencionó la existencia del expediente técnico del proyecto “REPARACIÓN DE CANAL DE DRENAJE EN EL(LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA”, donde se contempla la reconstrucción del dren pluvial que atraviesa las urbanizaciones Santa María del Pinar y Los Rosales como una alternativa temporal a las lluvias que se registran en los meses de verano.

El alcance de la presente investigación comprende la propuesta y diseño elementos de drenaje aún inexistentes y necesarios para asegurar la adecuada evacuación del as aguas pluviales en la zona, como una alternativa de solución a largo plazo a las inundaciones en las cuencas ciegas. A diferencia del mencionado estudio, se enfocará en un área de drenaje de mayor magnitud, tomando en cuenta otras cuencas ciegas que no tienen opción a descargar al dren y el mejoramiento de la infraestructura existente.

5.2.2. Diseño de dren pluvial

El dren pluvial que cruza la urbanización Santa María del Pinar presenta interrupciones en su longitud, por lo que es necesaria la construcción de pavimento

rígido en las intersecciones del dren y las calles transversales a este, y de las calles longitudinales que forman parte del curso principal, así como la construcción de nuevos tramos del canal de drenaje que permitan prolongarlo hasta el punto de descarga hacia las tuberías en la zona más baja de la cuenca.

La reconstrucción de las vías existentes puede hacerse manteniendo las dimensiones existentes, ya que se verificó que sus dimensiones transversales son suficientes para evacuar el caudal pluvial esperado una vez en 25 años.

Para el diseño de los tramos nuevos se utilizó nuevamente la teoría de los canales abiertos (ecuaciones 2.22 y 2.24), donde el caudal de diseño de cada tramo se calculó como un porcentaje del caudal total de la cuenca, dependiendo del área ponderada de la subcuenca que le corresponde.

Se ha propuesto el diseño del canal de drenaje en el segundo tramo de la calle Las Amapolas, comprendida entre las avenidas Las Gardenias y Los Zánganos en la urbanización Los Rosales. Si bien, dicho tramo tiene una capacidad hidráulica favorable y suficiente para evacuar el caudal que le corresponde, es necesaria su construcción con concreto para mejorar su eficiencia y evitar filtraciones al subsuelo y terrenos cercanos.

Se asume que el segundo tramo de la calle Las Amapolas evacuará el caudal proveniente en ambas direcciones de la avenida Las Gardenias, además del 20% del caudal proveniente del primer tramo de la misma calle en dirección aguas arriba.

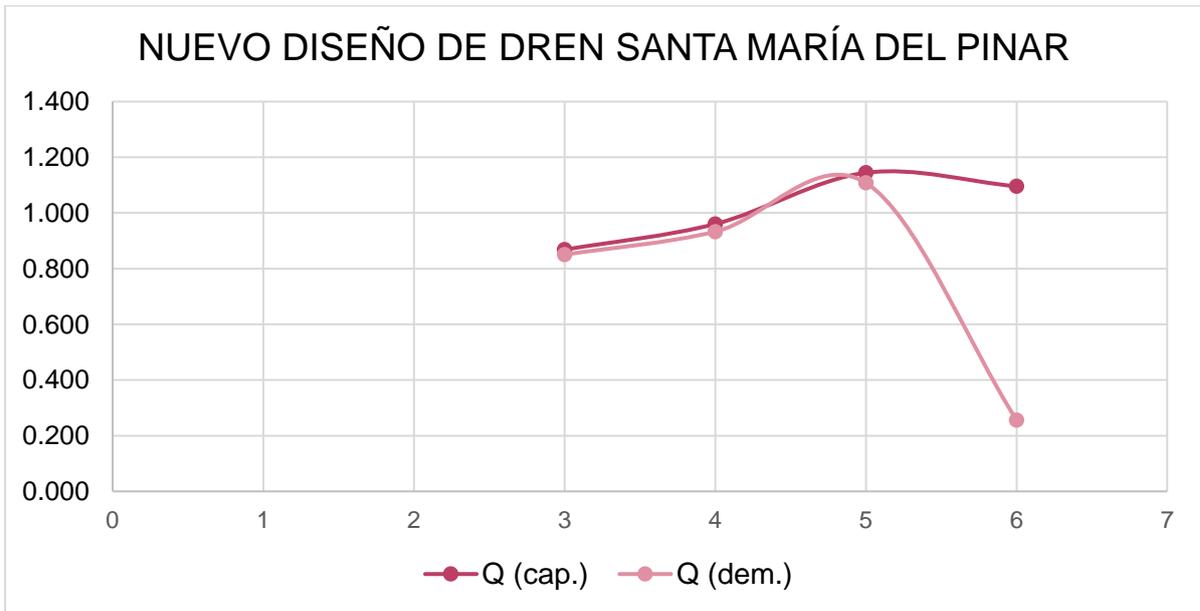
A continuación, se muestran los cálculos necesarios para diseñar la sección hidráulica que provea al dren de la capacidad de drenaje suficiente, asumiendo también que el dren tendrá un borde libre del 25% de su altura.

Tabla N° 5.01: Diseño de dren pluvial – ca. Las Amapolas tramo II

NUEVO DISEÑO DE DREN SANTA MARÍA DEL PINAR											
Item	Nombre	Superficie	A (m)	H (m)	S	n	Área	R. h.	V	Q (cap.)	Q (dem.)
3	MZ E	Concreto	3.60	0.16	0.008	0.016	0.576	0.147	1.507	0.868	0.850
4	Parque I	Concreto	1.00	0.46	0.008	0.016	0.460	0.240	2.088	0.960	0.933
5	Parque II	Concreto	3.60	0.19	0.008	0.016	0.684	0.172	1.673	1.144	1.108
6	Las Amapolas II	Concreto	6.70	0.11	0.007	0.013	0.737	0.107	1.487	1.096	0.256

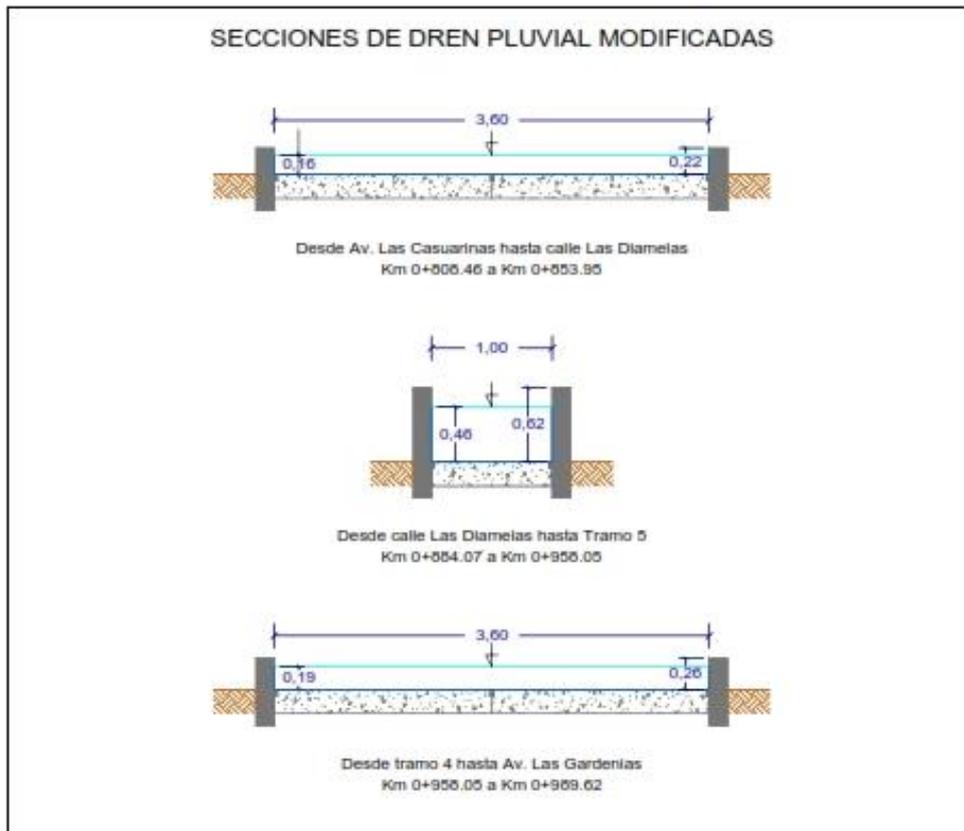
Fuente: Propia

Imagen N° 5.02: Comparación capacidad vs. demanda de nuevo diseño de dren.



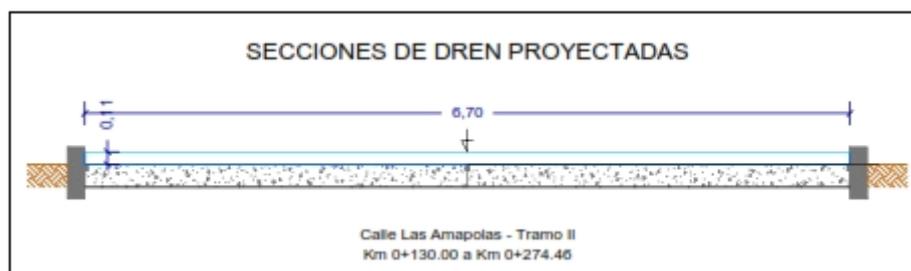
Fuente: Propia

Imagen N° 5.03: Secciones de dren pluvial modificadas.



Fuente: Propia

Imagen N° 5.04: Secciones de dren pluvial proyectadas.



Fuente: Propia

Las nuevas secciones del canal de drenaje proyectado tendrán un borde libre de 25% del área del canal como un área de seguridad, teniendo las siguientes dimensiones:

Tabla N° 5.02: Diseño de sumideros de calzada.

DIMENSIONES DE CANAL DE DRENAJE					
Item	Nombre	Superficie	A (m)	H (m)	S
3	MZ E	Concreto	3.60	0.22	0.01
4	Parque I	Concreto	1.00	0.62	0.01
5	Parque II	Concreto	3.60	0.26	0.01
6	Las Amapolas II	Concreto	6.70	0.15	0.01

Fuente: Propia

5.2.3. Diseño de sumideros

El diseño de drenaje pluvial comprende la recolección del agua acumulada en los puntos bajos a través de sumideros con el objetivo de dar solución a la inundación en dichos puntos, y así facilitar su transporte a las tuberías de drenaje pluvial.

De acuerdo a lo indicado en la Sección 2.5.5. los sumideros deberán colocarse a una distancia de 250 metros entre sí, o previos a los cruces peatonales en las esquinas. En esta ocasión, los sumideros se proyectan previo a los cruces peatonales para evitar inundaciones en las esquinas y que el agua escurra superficialmente hasta los puntos bajos, y en los puntos críticos de las cuencas ciegas.

Debido a la magnitud de las inundaciones se optó por el uso de sumideros de calzada, cuyo diseño es similar al de un sumidero de fondo (ecuación 2.27), tomando la sección vial como un canal o cuneta y el ancho del sumidero igual al ancho de la calzada. La profundidad máxima de aproximación (Y) se tomará igual a la altura útil del canal.

$$Q = 2.96 * A_0 * (Y + a)^{1/2}$$

Se prevé la construcción de 11 sumideros de calzada, distribuidos de la siguiente manera:

- S1: Ubicado en la calle Las Fresas, progresiva 0+098.70, próximo a la intersección con la avenida Las Gardenias, evacuando el caudal de la sub cuenca N° 02.
- S2: Ubicado en la calle Las Amapolas, en la progresiva 0+114.75, intersección con la avenida Las Gardenias, evacuando el 80% del caudal recolectado por el canal de drenaje hasta ese punto.
- S3 y S4: Ubicados en la intersección de la avenida Los Zánganos con calle Las Amapolas, progresiva 0+204.59, en las calzadas derecha e izquierda, respectivamente, evacuando la totalidad del caudal de las sub cuencas 01 y 02.
- S5 y S6: Ubicados en ambas calzadas de la avenida Las Casuarinas, en la progresiva 0+662.60, previo a la calle Los Cerezos, el cual evacúa el caudal de la sub cuenca N° 04.
- S7 y S8: Ubicados en la progresiva 0+530.82 de la avenida Los Zánganos, en ambas calzadas, captando el total de la sub cuenca N° 05.
- S9 y S10: Localizados en las dos calzadas la avenida Las Palmeras, cerca de la intersección con la calle Las Dalias, en la progresiva 0+764.17, evacúa el caudal correspondiente a la sub cuenca N° 03.
- S11: Ubicado en la intersección de las avenidas Los Tallanes y Las Casuarinas, progresiva 0+315.68, en la calzada izquierda, se ocupa de drenar el caudal de la sub cuenca N° 06.

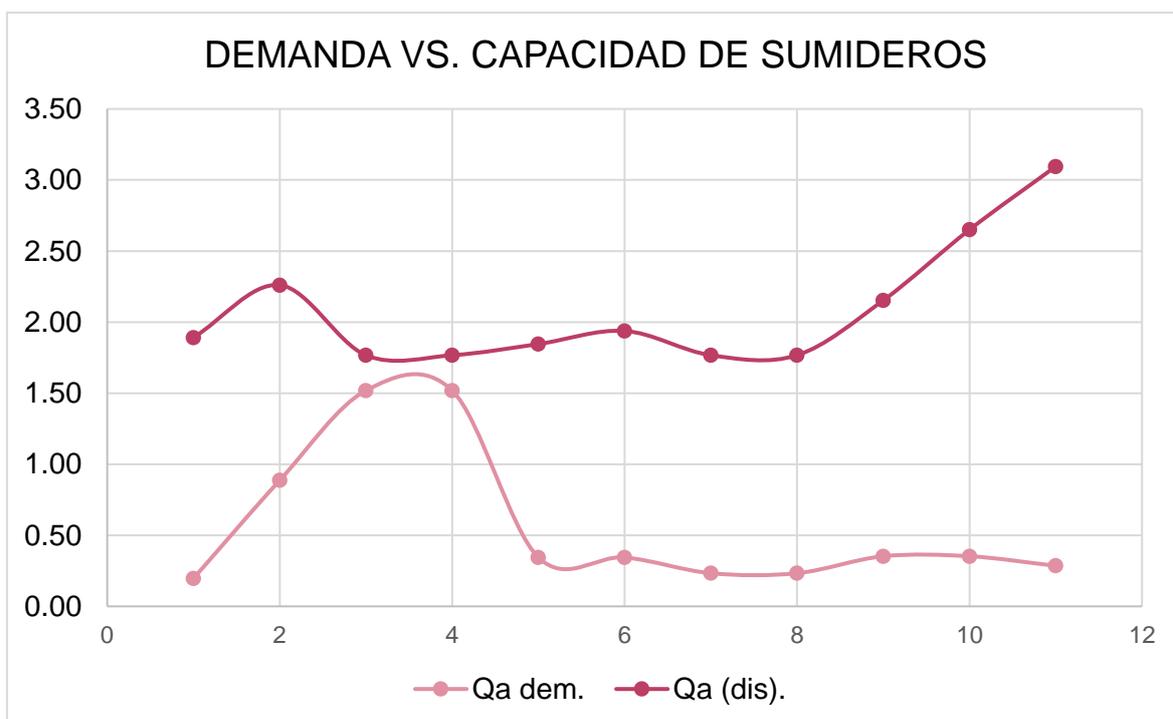
El caudal de evacuación de cada sumidero depende del caudal a evacuar en cada subcuenca (ver **Tabla N° 3.03**).

Tabla N° 5.03: Diseño de sumideros de calzada.

DISEÑO DE SUMIEROS										
Item	Calle	Progresiva	Calzada	Q	Qa dem.	Y	Ancho (m)	LO (m)	A0 (m)	Qa (dis).
S1	Las Fresas	0+098.70	Única	0.196	0.196	0.15	5.500	0.300	1.650	1.892
S2	Las Amapolas	0+114.75	Única	1.108	0.886	0.18	6.000	0.300	1.800	2.260
S3	Los Zánganos (D)	0+204.59	Derecha	1.518	1.518	0.11	6.000	0.300	1.800	1.767
S4	Los Zánganos (I)		Izquierda	1.518	1.518	0.11	6.000	0.300	1.800	1.767
S5	Las Casuarinas (D)	0+662.60	Derecha	0.344	0.344	0.12	6.000	0.300	1.800	1.846
S6	Las Casuarinas (I)		Izquierda	0.344	0.344	0.12	6.300	0.300	1.890	1.938
S7	Los Zánganos (D)	0+530.82	Derecha	0.286	0.286	0.11	6.000	0.300	1.800	1.767
S8	Los Zánganos (I)		Izquierda	0.286	0.286	0.11	6.000	0.300	1.800	1.767
S9	Las Palmeras (D)	0+764.17	Derecha	0.353	0.353	0.12	7.000	0.300	2.100	2.153
S10	Las Palmeras (I)		Izquierda	0.353	0.353	0.11	9.000	0.300	2.700	2.651
S11	Los Tallanes	0+315.68	Derecha	0.286	0.286	0.15	9.000	0.300	2.700	3.095

Fuente: Propia

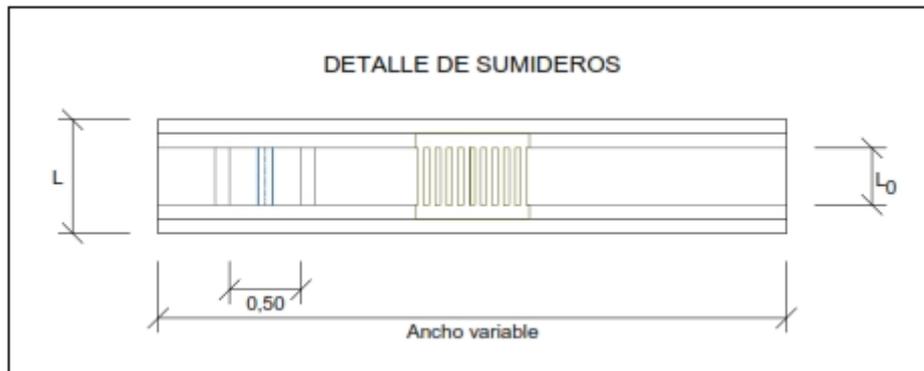
Imagen N° 5.05: Comparación Demanda Vs. Capacidad de sumideros proyectados.



Fuente: Propia

El detalle de las dimensiones y ubicación de cada sumidero será presentado en el Plano de detalles de elementos de drenaje proyectados, el cual forma parte del **Anexo 11:** Plano de propuesta de drenaje pluvial.

Imagen N° 5.06: Detalle de sumideros.



Fuente: Propia

5.2.4. Redes de alcantarillado pluvial

Se propone la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial capaz de evacuar por gravedad el agua acumulada en los puntos bajos hacia el río Piura, aprovechando la diferencia de cotas.

El diseño se ha dividido en distintos tramos de colectores, cuyos diámetros varían según el caudal y área de drenaje de la sub cuenca correspondiente. Además, se plantea la descarga a través de dos puntos: el primero por el lado noreste, denominado colector principal, evacuando los caudales de las sub cuencas N° 01; 02; 04 y 05; mientras que el segundo, por el lado sureste de la cuenca, el cual evacúa el caudal de las sub cuencas N° 03 y 06.

Las tuberías serán diseñadas para trabajar con el 75% de sección llena, y diseñadas haciendo uso de la ecuación de Manning (ecuación 2.24):

$$Q = A * \frac{R_h^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Para todas las tuberías de la red se eligió un coeficiente de rugosidad $n=0.010$ por tratarse de tuberías de PVC, valor extraído de la **Tabla N° 2.11**.

La distribución y longitud de las redes depende de la ubicación de los sumideros desde donde se capta la escorrentía de las calzadas de las distintas calles y avenidas (Ver **Anexo 11**: Plano de propuesta de Drenaje Pluvial).

Colector Principal N° 01. Se ubica en la avenida Los Zánganos, desde el sumidero S5 hasta el punto de descarga en el margen del río Piura. Evacúa los caudales de las sub cuencas N° 01; 02; 04 y 05, en total 2.096 m³/s, con una pendiente de 0.002 m/m.

Tabla N° 5.04: Diseño de red de alcantarillado: Colector Principal N° 01.

COLECTOR PRINCIPAL N° 01						
Sub cuencas 01; 02; 04 y 05						
Av. Los Zánganos						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
10	0.25	0.152	1.009	0.151	1.402	0.213
11	0.28	0.184	1.110	0.166	1.494	0.275
12	0.30	0.219	1.211	0.181	1.583	0.347
13	0.33	0.257	1.312	0.196	1.670	0.429
14	0.36	0.298	1.413	0.211	1.754	0.523
15	0.38	0.342	1.514	0.226	1.837	0.628
16	0.41	0.389	1.615	0.241	1.918	0.746
17	0.43	0.439	1.716	0.256	1.997	0.877
18	0.46	0.493	1.817	0.271	2.074	1.022
19	0.48	0.549	1.918	0.286	2.151	1.180
20	0.51	0.608	2.018	0.301	2.225	1.353
21	0.53	0.670	2.119	0.316	2.299	1.541
22	0.56	0.736	2.220	0.331	2.371	1.745
23	0.58	0.804	2.321	0.346	2.443	1.964
24	0.61	0.876	2.422	0.361	2.513	2.200
		D (m)	1.219	48	2.513	2.200

Fuente: Propia

Colector Secundario N° 01. Comprende la calle Las Fresas y avenida Las Gardenias, desde el sumidero S1 hasta S2. Evacúa el caudal de 0.196 m³/s proveniente de la sub cuenca N° 02 en una pendiente de 0.006 m/m.

Tabla N° 5.05: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 01.

COLECTOR SECUNDARIO N° 01						
Subcuenca 02						
Calle Las Fresas y Av. Las Gardenias						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
8	0.20	0.097	0.807	0.120	1.913	0.186
9	0.23	0.123	0.908	0.136	2.069	0.255
D (m)			0.457	18	2.069	0.255

Fuente: Propia

Colector Secundario N° 02. Comprende la calle Las Amapolas, en el tramo entre las avenidas Las Gardenias hasta Los Tallanes, evacuando un caudal de 1.083 m³/s de la sub cuenca N° 02 y parte de la sub cuenca N° 01. Tiene una pendiente de 0.009 m/m.

Tabla N° 5.06: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 02.

COLECTOR SECUNDARIO N° 02						
Sub cuenca N° 01 y N°02						
Calle Las Amapolas						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
8	0.20	0.097	0.807	0.120	2.264	0.220
9	0.23	0.123	0.908	0.136	2.449	0.302
10	0.25	0.152	1.009	0.151	2.628	0.399
11	0.28	0.184	1.110	0.166	2.800	0.515
12	0.30	0.219	1.211	0.181	2.967	0.650
13	0.33	0.257	1.312	0.196	3.130	0.804
14	0.36	0.298	1.413	0.211	3.288	0.980
15	0.38	0.342	1.514	0.226	3.443	1.178
D (m)			0.762	30	3.443	1.178

Fuente: Propia

Colector Secundario N° 03. Se ubica en la avenida Los Zánganos, desde los sumideros S3 y S4, en la progresiva 0+204.59 hasta 0+369.93, evacuando el 20% restante de la sub cuenca N° 01, igual a 1.518 m³/s con una pendiente de 0.002.

Tabla N° 5.07: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 03.

COLECTOR SECUNDARIO N° 03						
Sub cuenca N°01 y N°02						
Av. Los Zánganos						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
8	0.20	0.097	0.807	0.120	1.208	0.118
9	0.23	0.123	0.908	0.136	1.307	0.161
10	0.25	0.152	1.009	0.151	1.402	0.213
11	0.28	0.184	1.110	0.166	1.494	0.275
12	0.30	0.219	1.211	0.181	1.583	0.347
13	0.33	0.257	1.312	0.196	1.670	0.429
14	0.36	0.298	1.413	0.211	1.754	0.523
15	0.38	0.342	1.514	0.226	1.837	0.628
16	0.41	0.389	1.615	0.241	1.918	0.746
17	0.43	0.439	1.716	0.256	1.997	0.877
18	0.46	0.493	1.817	0.271	2.074	1.022
19	0.48	0.549	1.918	0.286	2.151	1.180
20	0.51	0.608	2.018	0.301	2.225	1.353
21	0.53	0.670	2.119	0.316	2.299	1.541
		D (m)	1.067	42	2.299	1.541

Fuente: Propia

Colector Secundario N° 04. Comprende una pequeña longitud en la avenida Las Casuarinas, desde los sumideros S5 y S6 en la progresiva 0+662.60, y la mayor parte de su longitud en la calle Los Cerezos, hasta su intersección con la avenida Los Zánganos en la progresiva 0+369.93. Evacúa un caudal de 0.344 m³/s y tiene una pendiente de 0.005.

Tabla N° 5.08: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 04.

COLECTOR SECUNDARIO N° 04						
Subcuenca N°04						
Calle Los Cerezos						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
8	0.20	0.097	0.807	0.120	1.687	0.164
9	0.23	0.123	0.908	0.136	1.824	0.225
10	0.25	0.152	1.009	0.151	1.957	0.298
11	0.28	0.184	1.110	0.166	2.086	0.384
		D (m)	0.559	22	2.086	0.384

Fuente: Propia

Colector Secundario N° 05. Se extiende desde la intersección de la avenida Los Zánganos y calle Los Cerezos, en la progresiva 0+369.93, hasta los sumideros S7 y S8 en la progresiva 0+530.82 de la misma avenida. Evacúa el caudal total de las sub cuencas N°01, 02 y 04, un total de 1.863 m³/s con una pendiente de 0.002.

Tabla N° 5.09: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 05.

COLECTOR SECUNDARIO N° 05						
Subcuencas N°01, N°02 y N°04						
Av. Los Zánganos						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
8	0.20	0.097	0.807	0.120	1.208	0.118
9	0.23	0.123	0.908	0.136	1.307	0.161
10	0.25	0.152	1.009	0.151	1.402	0.213
11	0.28	0.184	1.110	0.166	1.494	0.275
12	0.30	0.219	1.211	0.181	1.583	0.347
13	0.33	0.257	1.312	0.196	1.670	0.429
14	0.36	0.298	1.413	0.211	1.754	0.523
15	0.38	0.342	1.514	0.226	1.837	0.628
16	0.41	0.389	1.615	0.241	1.918	0.746
17	0.43	0.439	1.716	0.256	1.997	0.877
18	0.46	0.493	1.817	0.271	2.074	1.022
19	0.48	0.549	1.918	0.286	2.151	1.180
20	0.51	0.608	2.018	0.301	2.225	1.353
21	0.53	0.670	2.119	0.316	2.299	1.541
22	0.56	0.736	2.220	0.331	2.371	1.745
23	0.58	0.804	2.321	0.346	2.443	1.964
		D (m)	1.168	46	2.443	1.964

Fuente: Propia

Colector Principal N° 02. Evacúa el caudal total de las sub cuencas N° 03 y N° 06, equivalente a 0.638 m³/s, desde el punto de convergencia de los dos ramales secundarios en la intersección de las avenidas Las Palmeras y Los Tallanes, hasta su punto de descarga, próximo al margen del río Piura, en una cota de 23 m.s.n.m. Tiene una pendiente de 0.003.

Tabla N° 5.10: Diseño de red de alcantarillado: Colector Principal N° 02.

COLECTOR PRINCIPAL N° 02						
Subcuencas N° 03 y N° 06						
Av. Las Palmeras						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
10	0.25	0.152	1.009	0.151	1.422	0.216
11	0.28	0.184	1.110	0.166	1.515	0.279
12	0.30	0.219	1.211	0.181	1.606	0.352
13	0.33	0.257	1.312	0.196	1.694	0.435
14	0.36	0.298	1.413	0.211	1.780	0.530
15	0.38	0.342	1.514	0.226	1.863	0.637
16	0.41	0.389	1.615	0.241	1.945	0.757
		D (m)	0.813	32	1.945	0.757

Fuente: Propia

Colector Secundario N° 06. Evacúa el caudal proveniente de la sub cuenca N° 03, equivalente a 0.353 m³/s, desde su captación en los sumideros S9 y S10 en la progresiva 0+764.17 de la avenida Las Palmeras hasta la progresiva 0+882.40 de la misma avenida, donde converge el colector N° 07. Tiene una pendiente de 0.003.

Tabla N° 5.11: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 06.

COLECTOR SECUNDARIO N° 06						
Subcuenca N° 03						
Av. Las Palmeras						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
8	0.20	0.097	0.807	0.120	1.225	0.119
9	0.23	0.123	0.908	0.136	1.326	0.163
10	0.25	0.152	1.009	0.151	1.422	0.216
11	0.28	0.184	1.110	0.166	1.515	0.279
12	0.30	0.219	1.211	0.181	1.606	0.352
13	0.33	0.257	1.312	0.196	1.694	0.435
		D (m)	0.660	26	1.694	0.435

Fuente: Propia

Colector Secundario N° 07. Evacúa el caudal de 0.286 m³/s, proveniente de la sub cuenca N° 06, desde el sumidero S11 ubicado en la progresiva 0+315.68 de la avenida Los Tallanes, hasta la progresiva 0+080.57, intersección de esta con la avenida Las Palmeras, punto de inicio del Colector Principal N° 02. Tiene una pendiente de 0.005.

Tabla N° 5.12: Diseño de red de alcantarillado: Colector secundario N° 07.

COLECTOR SECUNDARIO N° 07						
Subcuenca N° 06						
Av. Los Tallanes						
R (")	R (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
8	0.20	0.097	0.807	0.120	1.725	0.168
9	0.23	0.123	0.908	0.136	1.866	0.230
10	0.25	0.152	1.009	0.151	2.002	0.304
		D (m)	0.508	20	2.002	0.304

Fuente: Propia

Se puede comprobar que todos los rangos cumplen con los criterios de aceptación planteados por la normativa vigente. Sus velocidades de diseño se encuentran por encima del límite mínimo (0.9 m/s), que asegura la velocidad de autolimpieza del sistema, las pendientes de cada tramo permiten la existencia de dichas velocidades. La velocidad tampoco excede la velocidad máxima permitida, 6.0 m/s para tubería de PVC, indicadas en la Tabla N° 2.12, la cual evita la erosión del material.

Los valores de diámetro, pendiente, velocidad de diseño, demanda de caudal y caudal de diseño se muestran en la siguiente tabla resumen.

Tabla N° 5.13: Resumen diseño de colectores.

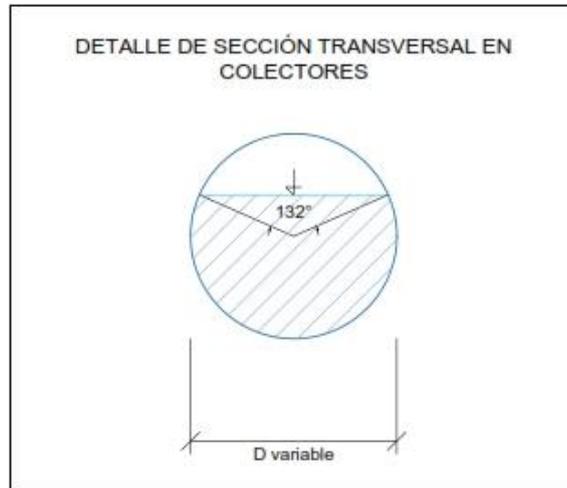
RESUMEN DISEÑO DE COLECTORES							
NOMBRE	L (m)	Q dem. (m³/s)	S (m/m)	D (m)	D (")	V dis. (m/s)	Q dis. (m³/s)
Colector Principal N° 01	674.177	2.148	0.002	1.219	48	2.513	2.200
Colector Secundario N° 01	325.255	0.196	0.006	0.457	18	2.069	0.255
Colector Secundario N° 02	154.369	1.083	0.009	0.762	30	3.443	1.178
Colector Secundario N° 03	169.114	1.518	0.002	1.067	42	2.299	1.541
Colector Secundario N° 04	364.046	0.344	0.005	0.559	22	2.086	0.384
Colector Secundario N° 05	163.893	1.863	0.002	1.168	46	2.443	1.964
Colector Principal N° 02	600.162	0.638	0.003	0.813	32	1.945	0.757
Colector Secundario N° 06	113.173	0.353	0.003	0.660	26	1.694	0.435
Colector Secundario N° 07	235.037	0.286	0.005	0.508	20	2.002	0.304

Fuente: Propia

Los detalles de las secciones transversales se muestran en el Plano de detalles de elementos de drenaje proyectados, que forma parte del **Anexo 11:**

Plano de propuesta de Drenaje Pluvial y en la gráfica que se muestra a continuación:

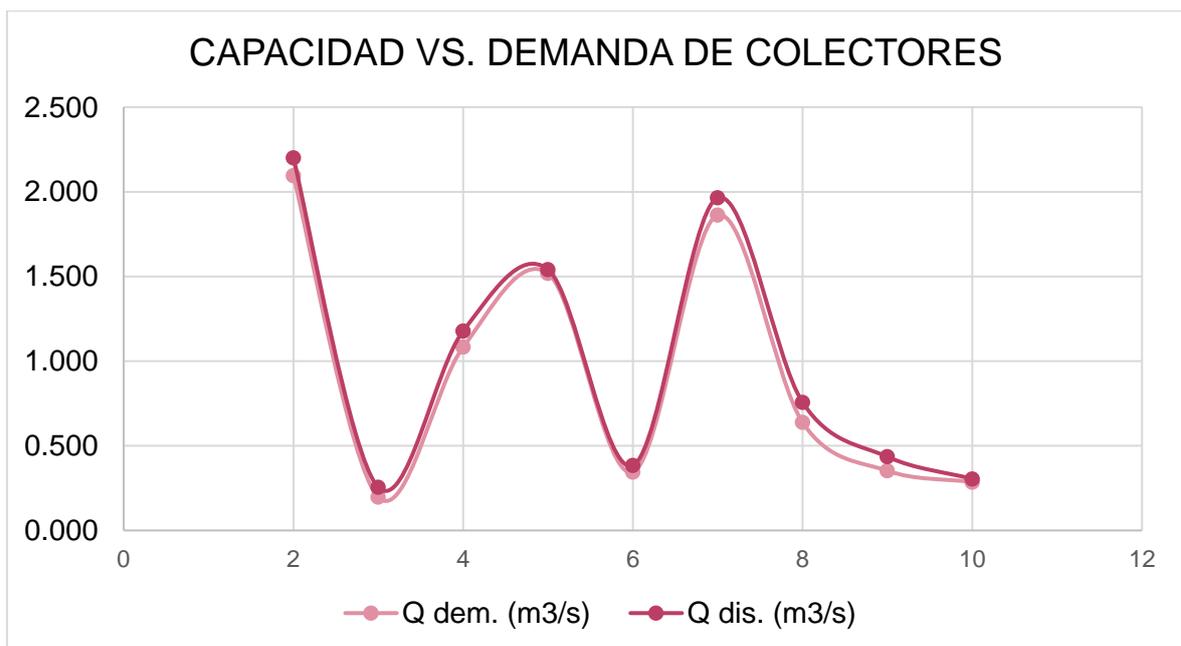
Imagen N° 5.07: Detalle de sección transversal de colectores.



Fuente: Propia

Además, se puede comprobar que, en todos los tramos, la capacidad del colector es mayor que la demanda del mismo. La gráfica Capacidad vs. Demanda se muestra a continuación:

Imagen N° 5.08: Capacidad vs. Demanda de colectores.



Fuente: Propia

5.2.5. Buzones

Se contempla la construcción de 19 buzones de inspección en los puntos de cambio de dirección de los tramos de tubería, intersección de varios ramales, y en zona intermedia de tramos rectos de longitud mayores a 200 m, con el fin de facilitar las labores de limpieza y mantenimiento de la red de alcantarillado.

Las dimensiones de cada colector dependen de la demanda de profundidad necesaria para mantener las pendientes de diseño mencionadas en la sección 5.2.4., mientras que el diámetro es de 1.20 para todos los buzones.

Tabla N° 5.14: Buzones de Inspección.

Item	Nombre	Prof.	Diám.	C.T.	C.F.
1	BZ-01	2.51	1.20	31.11	28.60
2	BZ-02	3.07	1.20	30.69	27.62
3	BZ-03	1.30	1.20	28.00	26.70
4	BZ-04	1.20	1.20	26.67	25.47
5	BZ-05	1.54	1.20	28.20	26.66
6	BZ-06	4.27	1.20	30.00	25.73
7	BZ-07	4.46	1.20	29.52	25.06
8	BZ-08	3.35	1.20	28.00	24.65
9	BZ-09	9.70	1.20	33.96	24.26
10	BZ-10	9.92	1.20	34.00	24.08
11	BZ-11	8.41	1.20	32.24	23.83
12	BZ-12	8.15	1.20	31.73	23.58
13	BZ-13	2.23	1.20	25.52	23.29
14	BZ-14	1.88	1.20	30.00	28.12
15	BZ-15	5.49	1.20	30.00	24.51
16	BZ-16	7.01	1.20	31.40	24.39
17	BZ-17	6.37	1.20	30.35	23.98
18	BZ-18	4.87	1.20	28.55	23.68
19	BZ-19	1.88	1.20	25.14	23.26

Fuente: Propia

Finalmente, se tiene el resumen de toda la red de alcantarillado pluvial de la cuenca urbana Los Rosales.

Tabla N° 5.15: Resumen Alcantarillado Pluvial en la cuenca Los Rosales.

ID	Nombre	Long (m)	Diám. (pulg)	Buzón		C.T.		C.F.		S	Profundidad	
				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final
1	C-01	33.74	18	S1	BZ-1	30.00	31.11	28.80	28.60	0.006	1.20	2.51
2	C-02	157.93	18	BZ-1	BZ-2	31.11	30.69	28.60	27.62	0.006	2.51	3.07
3	C-03	133.59	18	BZ-2	BZ-3	30.69	28.00	27.62	26.80	0.006	3.07	1.20
4	C-04	11.95	30	S2	BZ-3	28.00	28.00	26.80	26.70	0.008	1.20	1.30
5	C-05	142.42	30	BZ-3	BZ-4	28.00	26.67	26.70	25.47	0.009	1.30	1.20
6	C-06	169.11	42	BZ-4	BZ-7	26.67	29.52	25.47	25.06	0.002	1.20	4.46
7	C-07	29.15	22	S5; S6	BZ-5	28.00	28.20	26.80	26.66	0.005	1.20	1.54
8	C-08	193.96	22	BZ-5	BZ-6	28.20	30.00	26.66	25.73	0.005	1.54	4.27
9	C-09	140.94	22	BZ-6	BZ-7	30.00	29.52	25.73	25.06	0.005	4.27	4.46
10	C-10	163.89	46	BZ-7	BZ-8	29.52	28.00	25.06	24.65	0.003	4.46	3.35
11	C-11	160.28	48	BZ-8	BZ-9	28.00	33.96	24.65	24.26	0.002	3.35	9.70
12	C-12	72.58	48	BZ-9	BZ-10	33.96	34.00	24.26	24.08	0.002	9.70	9.92
13	C-13	102.93	48	BZ-10	BZ-11	34.00	32.24	24.08	23.83	0.002	9.92	8.41
14	C-14	102.93	48	BZ-11	BZ-12	32.24	31.73	23.83	23.58	0.002	8.41	8.15
15	C-15	117.73	48	BZ-12	BZ-13	31.73	25.52	23.58	23.29	0.002	8.15	2.23
16	C-16	117.73	48	BZ-13	Desc. 1	25.52	24.20	23.29	23.00	0.002	2.23	1.20
17	C-17	113.17	26	S9; S10	BZ-15	26.00	30.00	24.80	24.51	0.003	1.20	5.49
18	C-18	135.84	20	S11	BZ-14	30.00	30.00	28.80	28.12	0.005	1.20	1.88
19	C-19	99.20	20	BZ-14	BZ-15	30.00	30.00	28.12	27.62	0.005	1.88	2.38
20	C-20	48.33	32	BZ-15	BZ-16	30.00	31.40	24.51	24.39	0.002	5.49	7.01
21	C-21	163.91	32	BZ-16	BZ-17	31.40	30.35	24.39	23.98	0.003	7.01	6.37
22	C-22	119.53	32	BZ-17	BZ-18	30.35	28.55	23.98	23.68	0.003	6.37	4.87
23	C-23	166.64	32	BZ-18	BZ-19	28.55	25.14	23.68	23.26	0.003	4.87	1.88
24	C-24	101.75	32	BZ-19	Desc. 2	25.14	23.00	23.26	23.00	0.003	1.88	0.00

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

- Los datos pluviométricos son consistentes debido a la cercanía de la estación Miraflores, en el distrito de Castilla, a 1,646.98 m del centro geométrico de la cuenca urbana Los Rosales, en el distrito de Piura.
- La precipitación máxima, 20.38 mm/h, registrada en el año 2002, tiene una magnitud cercana a la máxima precipitación 20.264 mm/h, esperada por lo menos una vez cada 25 años.
- El caudal producido como consecuencia de precipitaciones es determinante en el dimensionamiento de las redes de alcantarillado pluvial y canales de drenaje.
- La sectorización de superficies de escorrentía y el cálculo del coeficiente C como un promedio ponderado permitió obtener un valor de 0.494 con mayor ajuste a la realidad de la cuenca. El tipo de superficie que predomina en la cuenca es la de viviendas.
- La topografía de la cuenca se compone de regiones planas y cuencas ciegas. La presencia de cuencas ciegas y puntos bajos sin salida reduce drásticamente la capacidad hidráulica de la vía y/o canal de drenaje, e imposibilita la evacuación de las masas de agua.
- La delimitación de sub cuencas y el trazo de cursos de drenaje permitieron ubicar en el mapa los puntos donde se generan problemas de inundación, comprobando lo observado en campo.
- El canal de drenaje pluvial que atraviesa la urbanización Santa María del Pinar desde la avenida Las Palmeras hasta la calle Las Amapolas cumple con tener una sección hidráulica dimensionada de forma eficiente, sin embargo, no es suficiente para evacuar en su totalidad el caudal de 0.456 m³/s en la cuenca urbana Los Rosales.
- No es necesaria la construcción de cunetas en las calles de la cuenca urbana Los Rosales, ya que el dimensionamiento de las vías existentes es suficiente para permitir el flujo de la escorrentía pluvial.
- Los sumideros de calzada son elementos de drenaje de gran utilidad en áreas como la cuenca urbana Los Rosales, donde se presentan cuencas

ciegas, ya que complementan el trabajo realizado por los canales, además, permite captar el agua estancada en las vías públicas en todo su ancho, sin interrumpir el tránsito vehicular o peatonal.

- Se optó por utilizar un sistema de evacuación por gravedad para aprovechar la diferencia de cotas entre el punto de salida de la cuenca y el nivel del río Piura. La pendiente de diseño permitió que sea posible que las velocidades de diseño de todos los tramos se mantuvieran dentro de los límites exigidos por las normas vigentes, además, el caudal de diseño de cada colector es mayor que el caudal demandado por la cuenca.
- Para el diseño de tuberías y del tramo faltante en el canal de drenaje se consideró una sección libre equivalente al 25% del colector, lo que permitirá el funcionamiento de las estructuras en lluvias esperadas en periodo mayor a 25 años.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las instituciones a cargo del registro y custodia de la información hidrológica y meteorológica de la región la implementación de mecanismos modernos de toma de datos para, de esta manera, contar con información precisa y fácil de procesar en la próxima realización de estudios similares.
- Se recomienda el mantenimiento y cuidado de la infraestructura vial existente, así como la rehabilitación de la superficie de los pavimentos, con el fin de no impedir el funcionamiento de las vías públicas como canales de drenaje.
- Se debe capacitar a los vecinos sobre el buen uso y cuidados de la infraestructura de drenaje pluvial, debido a que son ellos los beneficiarios de la ejecución de dichos proyectos.
- Se recomienda a las autoridades tener en cuenta el presente trabajo de investigación como una alternativa de ejecución que dé solución a los problemas de inundaciones en las urbanizaciones que comprenden la cuenca urbana Los Rosales.
- Se recomienda también el uso de la metodología desarrollada en el presente trabajo en el diseño de alternativas de drenaje en cuencas urbanas con características similares a la cuenca Los Rosales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonilla, J., López, P., & Miranda, S. (2011). *Método de Análisis de Consistencia Computacional, aplicado al estudio y comparación de registros de precipitaciones*. Instituto Nacional del Agua, Mendoza, Argentina.
- Camargo Ramírez, E. A., & Lozada Chamorro, J. (2018). *Diseño del sistema urbano de drenaje sostenible en Bogotá, calle 127 con Autopista Norte*. Bogotá, Colombia.
- Chow, V. T. (2004). *Hidráulica de canales abiertos*. Illinois, U.S.A.
- Escudero Cueva, C. S., & Pérez Taype, G. J. (2019). *Análisis hidrológico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en el sector Parco Chico, ciudad de Pomabamba, Áncash - Perú*. Lima, Perú.
- Hernández-Jiménez, M. (2018). *Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura*. Informe de tesis, Piura, Perú.
- Instituto Geofísico del Perú. (s.f.). *Portal IGP*. Obtenido de <http://met.igp.gob.pe/clima/HTML/piura.html>
- López Cualla, R. A. (2003). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (Segunda ed.). Colombia.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima, Perú: Diario Oficial "El Peruano".
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano*. Lima, Perú: Diario Oficial "El Peruano".
- Monsalve Sáenz, G. (1999). *Hidrología en Ingeniería* (Segunda ed.). Colombia.
- Municipalidad Provincial de Piura. (2018). *Reparación de canal de drenaje en la cuenca de las urbanizaciones Los Rosales, Las Gardenias y Santa María del*

Pinar en la localidad Piura, distrito de Piura, provincia Piura, departamento Piura. Piura, Perú.

Núñez Culqui, G. (2019). *Cálculo de precipitaciones y caudales para el diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en el ámbito del distrito de Soritor, provincia de Moyobamba – San Martín, aplicando el proyecto de norma técnica OS.060 del año 2014.* Informe de Tesis, Tarapoto, Perú.

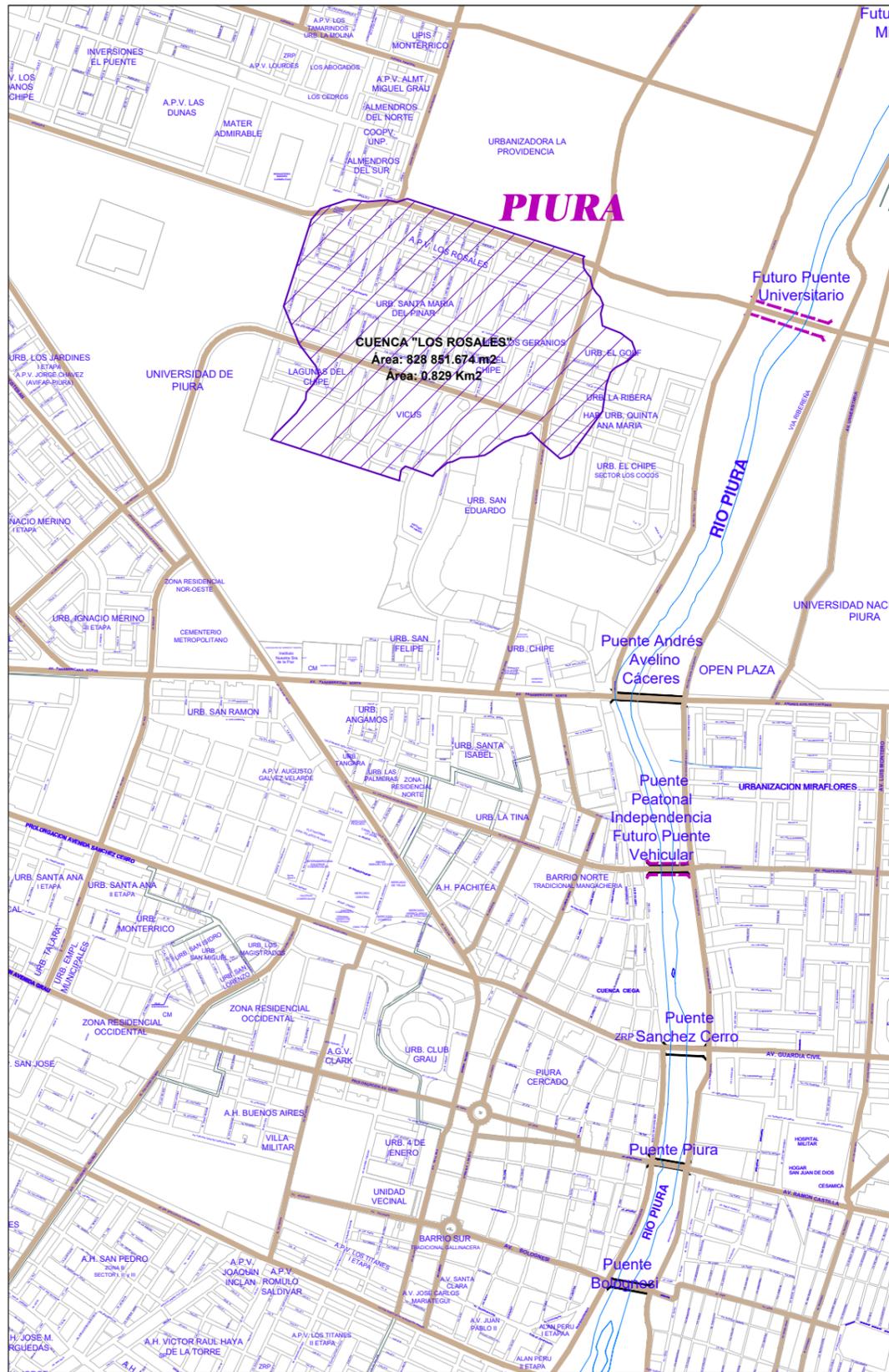
Ortiz Hernández, G. A., & Moreno Torres, H. J. (2017). *Estudio comparativo del comportamiento hidráulico del drenaje urbano convencional versus medidas SUDS en un sector entre calles 106 a 110 y entre carreteras 7 a 9 de la localidad de Usaquén, Bogotá.* Bogotá, Colombia.

Quintana Ordoñez, M. P. (2021). *Análisis y diseño de drenaje pluvial para A.H. Los Algarrobos I y II etapa (Piura).* Piura, Perú.

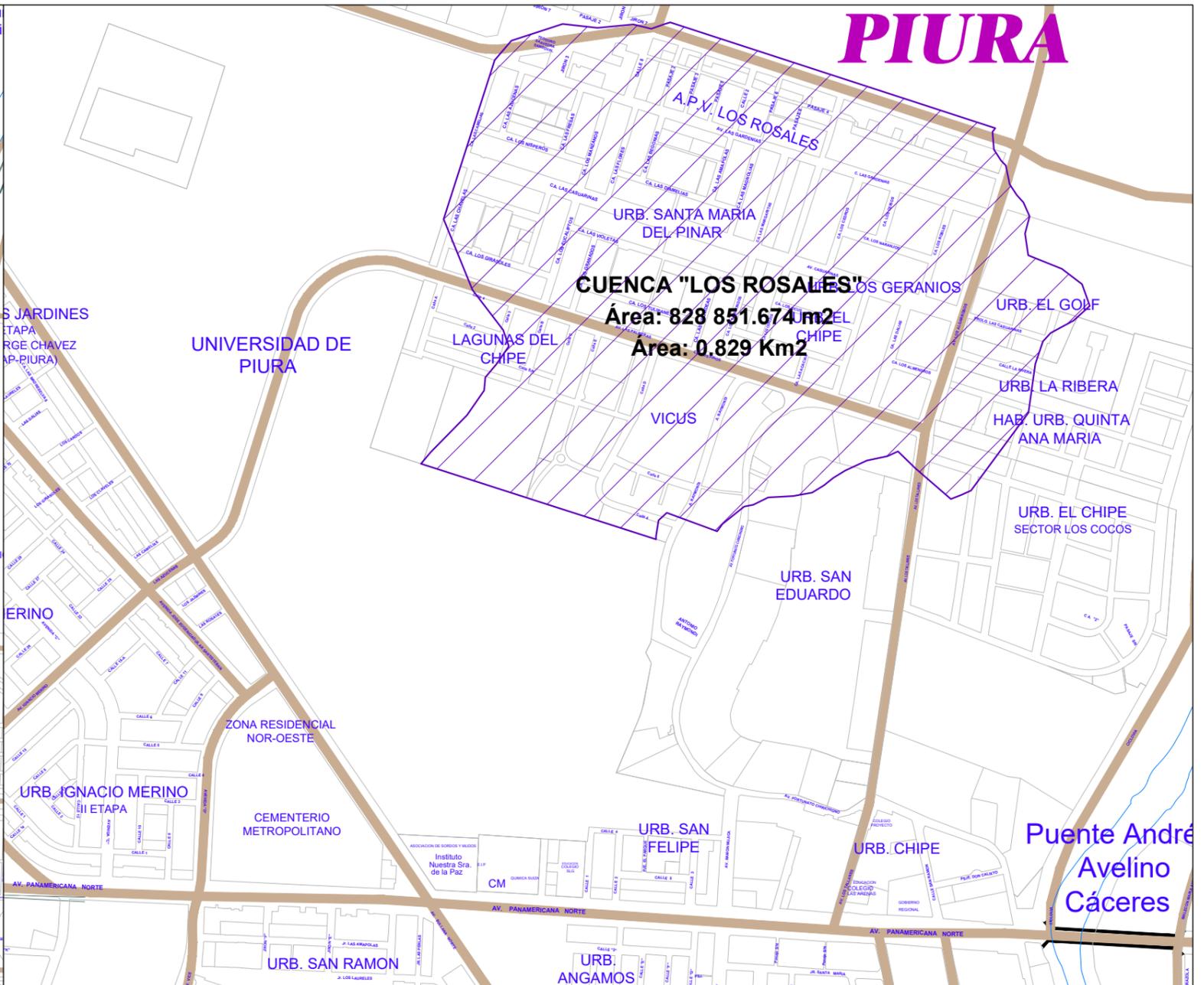
ANEXOS

ANEXO 01:

Plano de ubicación y localización de la cuenca Los Rosales



ESCALA: 1/20 000



ESCALA: 1/10 000

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO		
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"		
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ		
	PLANO DE UBICACIÓN CUENCA "LOS ROSALES"	
	FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: INDICADA
		LÁMINA: U-01

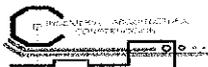
ANEXO 02:

Plano de topografía de la cuenca Los Rosales

ANEXO 03:

Estudio de Mecánica de Suelos

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



Proyecto	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"
Solicitante	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA
Ubicación	: Prov. Piura, Dpto. Piura

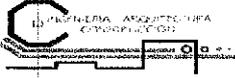
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
 (NTP 339.127)

Ubicación	Dren Los Rosales	FECHA: JULIO DEL 2018
-----------	------------------	-----------------------

IDENTIFICACION	Muestra	PROFUNDIDAD (m)	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO TARA (gr)	PESO AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD
C - 1	M - 1	0.20 - 0.60	198.13	184.90	35.51	13.23	149.09	8.9
	M - 2	0.60 - 1.30	148.72	124.64	34.02	23.88	90.82	26.3
	M - 3	1.30 - 2.50	216.69	199.49	25.90	16.23	173.56	9.4
	M - 4	2.50 - 2.70	249.65	212.14	26.42	37.51	185.72	20.2
C - 2	M - 1	0.05 - 0.60	189.69	177.95	28.41	11.80	149.44	7.9
	M - 2	0.60 - 1.30	167.82	172.62	23.52	14.80	149.00	8.9
	M - 3	1.30 - 1.80	147.22	139.66	32.25	11.47	103.60	11.1
	M - 4	1.60 - 1.70	178.65	170.65	28.86	8.00	141.69	5.5
C - 3	M - 1	0.05 - 0.30	255.83	192.32	26.74	13.31	165.58	6.0
	M - 2	0.30 - 2.00	166.32	138.40	32.14	17.92	106.26	15.9


Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
(NTP 339.128)

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA

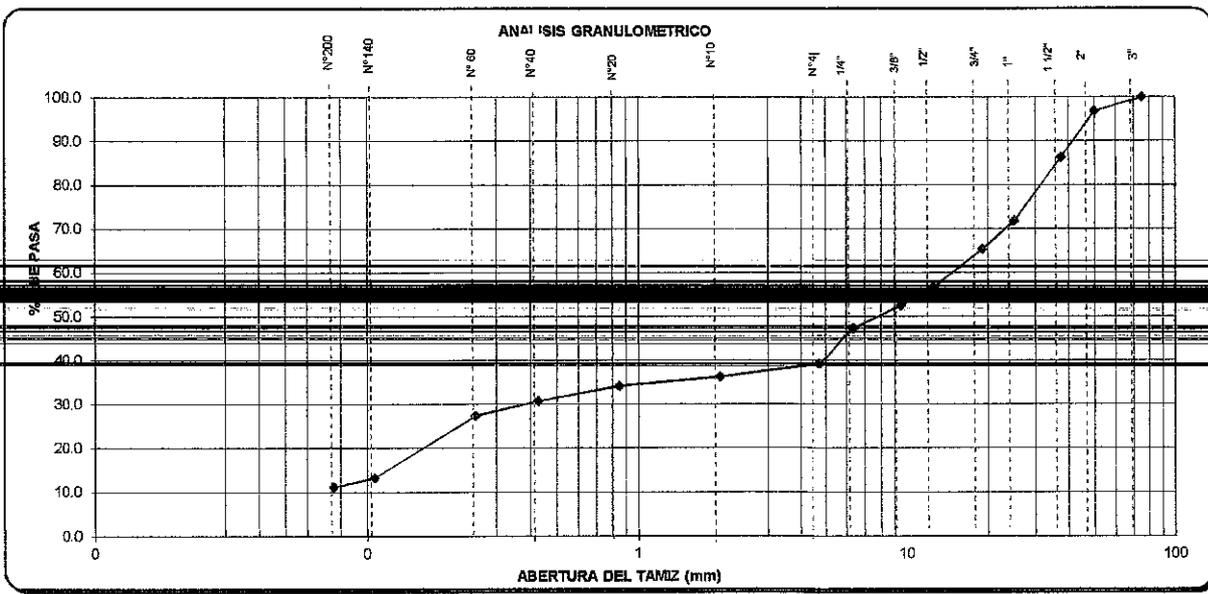
FECHA : JULIO DEL 2018

CALICATA : C-1 **Coordenadas:** 540881 - 9428608

MUESTRA : M - 1 / PROFUNDIDAD: 0.20 - 0.60m

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	75	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50	277.0	3.2	3.2	96.8
1 1/2"	37.5	934.0	10.6	13.8	86.2
1"	25.0	1277.0	14.5	28.3	71.7
3/4"	19.0	581.0	6.4	34.7	65.3
1/2"	12.5	767.0	8.6	43.3	56.7
3/8"	9.5	359.0	4.1	47.4	52.6
1/4"	6.3	464.0	5.3	52.7	47.3
4	4.75	705.0	8.0	60.7	39.3
10	2.00	11.0	3.0	63.7	36.3
20	0.850	7.9	2.1	65.8	34.2
40	0.425	15.0	3.4	69.2	30.8
60	0.250	12.9	3.4	72.6	27.4
140	0.106	53.9	14.1	86.7	13.3
200	0.075	8.0	2.1	88.8	11.2
BANDEJA		42.7	11.2	100.0	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL (gr)	8792.00
PORCION DE FINOS (gr)	150.00
% DE HUMEDAD	8.90
TAMAÑO MAXIMO	3"
% DE GRAVA	60.7
% DE ARENA	28.1
% PASANTE N° 200	11.2
L.L.	24
L.P.	18
I.P.	6
CLASIFIC. SUCS	GP - GC
CLASIFIC. AASHTO	A-1-a(0)
OBSERVACIONES:	
GRAVA MAL GRADADA CON ARCILLA	



[Signature]
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



METODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA

FECHA : JULIO DEL 2018 **Coordenadas:** 540881 - 9428608

CALICATA : C-1

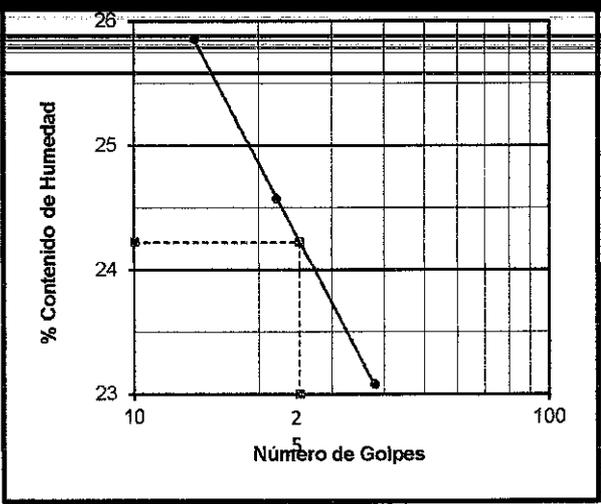
MUESTRA : M - 1 / PROFUNDIDAD: 0.20 - 0.60m

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	35T	2T	42T
2	Peso de la Tara grs.	9.29	9.02	9.35
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	25.61	28.69	30.82
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	22.55	24.81	26.41
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	3.06	3.88	4.41
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	13.26	15.79	17.06
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	23.1	24.6	25.8
8	°. De Golpes	38	22	14

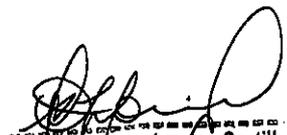
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	65T	88T		
2	Peso de la Tara grs.	11.96	12.27		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	15.89	17.44		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	15.29	16.66		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.60	0.78		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	3.33	4.39		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	18.0	17.8		
Promedio de Límite Plástico :				18	

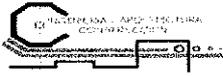


RESULTADOS:

L.L.	24
L.P.	18
I.P.	6


Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

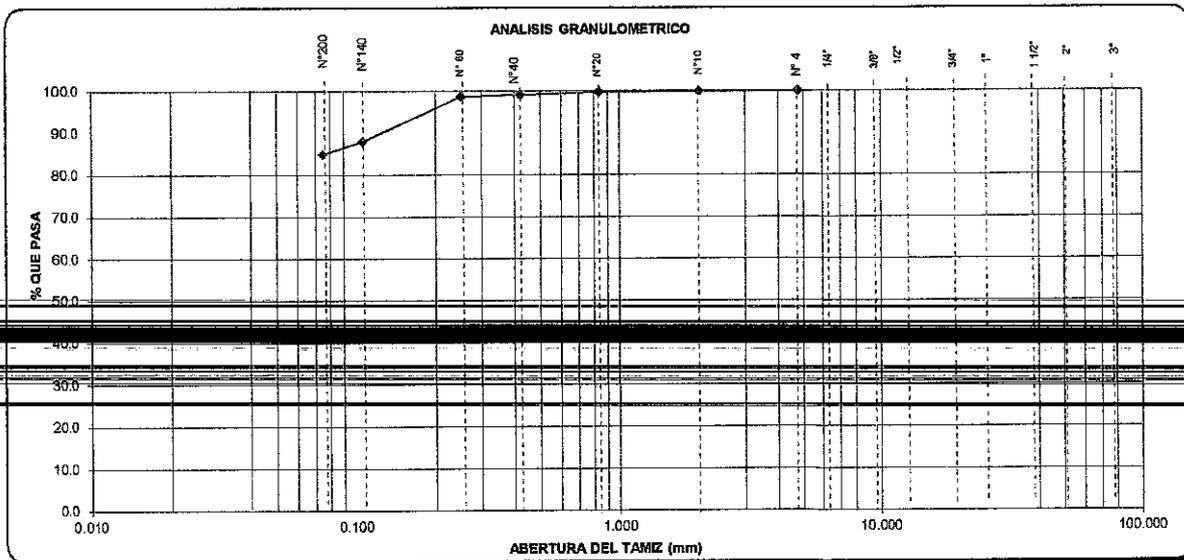
RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETICO
(NTP 339.128)

PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"	
SOLICITA	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA	
FECHA	JULIO DEL 2018	
CALICATA	IC-1	Coordenadas: 540881 - 9428608
MUESTRA	M - 2 / PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.30m	

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
3"	76.200					PESO INICIAL (gr)
2"	50.800					PORCION DE FINOS (gr)
1 1/2"	38.100					% DE HUMEDAD
1"	25.400					TAMAÑO MAXIMO
3/4"	19.050					% DE GRAVA
1/2"	12.700					% DE ARENA
3/8"	9.525					% PASANTE N° 200
1/4"	6.350					L.L.
4	4.760					L.P.
		0.0	0.0	0.0	100.0	IP.
10	2.000	0.1	0.1	0.1	99.9	CLASIFIC. SUCS
20	0.834	0.2	0.1	0.2	99.8	CLASIFIC. AASHTO
40	0.420	1.0	0.7	0.9	99.1	OBSERVACIONES:
60	0.250	0.6	0.4	1.3	98.7	
140	0.106	16.0	10.6	11.9	88.1	
200	0.075	4.6	3.1	15.0	85.0	
BANDEJA		127.5	85.0	100.0		ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD



[Signature]
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



METODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA

FECHA : JULIO DEL 2018 **Coordenadas:** 540881 - 9428608

CALICATA : C-1

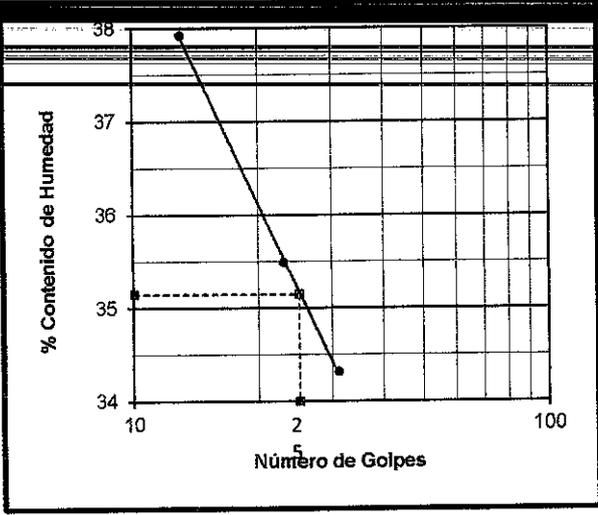
MUESTRA : M - 2 / PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.30m

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	21T	6T	37T
2	Peso de la Tara grs.	9.14	9.19	8.95
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	24.21	25.30	25.28
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	20.36	21.08	20.79
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	3.85	4.22	4.49
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	11.22	11.89	11.84
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	34.3	35.5	37.9
8	°. De Golpes	31	23	13

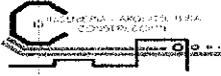
DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	200	69T		
2	Peso de la Tara grs.	11.95	12.17		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	17.08	18.02		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	16.25	17.08		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.83	0.94		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	4.30	4.91		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	19.3	19.1		
Promedio de Limite Plástico :		19			



L.L. : 35
 L.P. : 19
 I.P. : 16

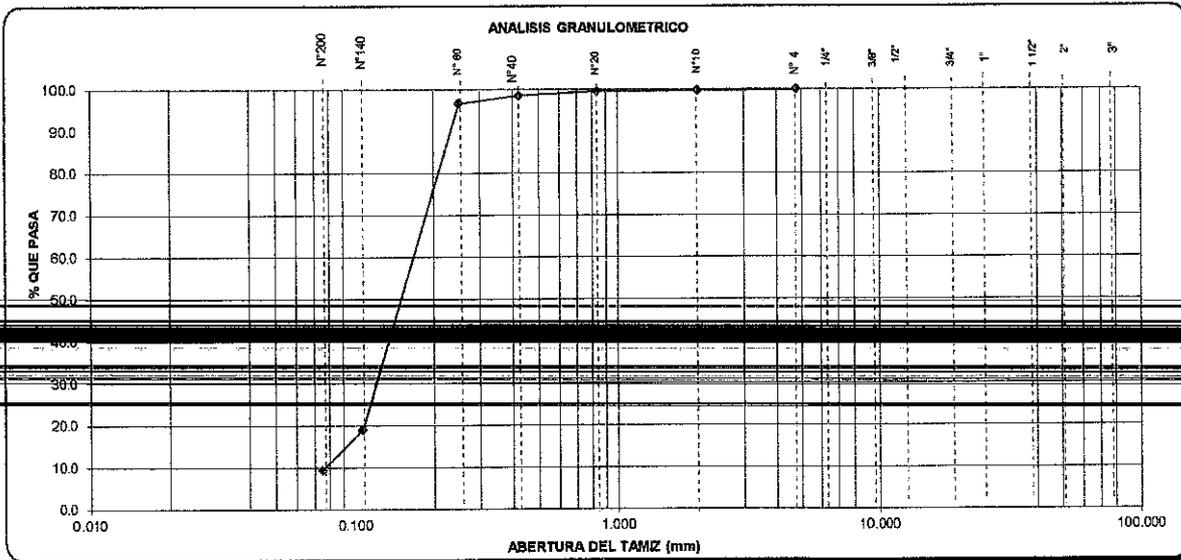
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
 (NTP 339.128)

PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"		
SOLICITA	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA		
FECHA	: JULIO DEL 2018		
CALICATA	: C-1	Coordenadas: 540881 - 9428608	
MUESTRA	: M - 3 / PROFUNDIDAD: 1.30 - 2.50m		

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
3"	76.200					PESO INICIAL (gr)
2"	50.800					PORCION DE FINOS (gr)
1 1/2"	38.100					% DE HUMEDAD
1"	25.400					TAMAÑO MAXIMO
3/4"	19.050					% DE GRAVA
1/2"	12.700					% DE ARENA
3/8"	9.525					% PASANTE N° 200
1/4"	6.350					L.L.
4	4.750					L.P.
10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.
20	0.834	0.4	0.3	0.3	99.7	CLASIFIC. SUCS
40	0.420	0.2	0.2	0.4	99.6	CLASIFIC. AASHTO
60	0.250	1.5	1.0	1.4	98.6	OBSERVACIONES:
140	0.106	2.8	1.9	3.3	96.7	ARENA MAL GRADADA CON LIMO
200	0.075	116.5	77.7	81.0	19.0	
200	0.075	14.4	9.6	80.6	9.4	
BANDEJA		14.2	9.4	100.0		



[Signature]
 Ricardo O. Llacsahuanga Castillo.
 Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO POR LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS (NTP 339.152)

PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"	
SOLICITA	:MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA	
FECHA	: JULIO DEL 2018	Coordenadas: 540881 - 9428608
CALICATA	:C-1	
MUESTRA	: M - 3 / PROFUNDIDAD: 1.30 - 2.50m	

ENSAYO DE DESTILACION

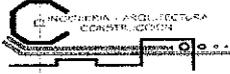
	1	2
ENSAYO N°	40	200
PIREX N°	50mL	50mL
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION	80.56	80.77
2.- PESO PIREX + SOLUCION	32.74	32.39
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL	32.72	32.37
4.- PESO PIREX	0.02	0.02
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)	47.82	48.38
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)	0.042	0.041
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)	0.042	
PROMEDIO %	0.042	

CONSIDERACIONES DEL ENSAYO: 3) RESIDUO POR DESTILACION A MAYOR DE 100° C

AL PORCIENTO Y POR DIFERENCIA DE VOLUMENES


Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

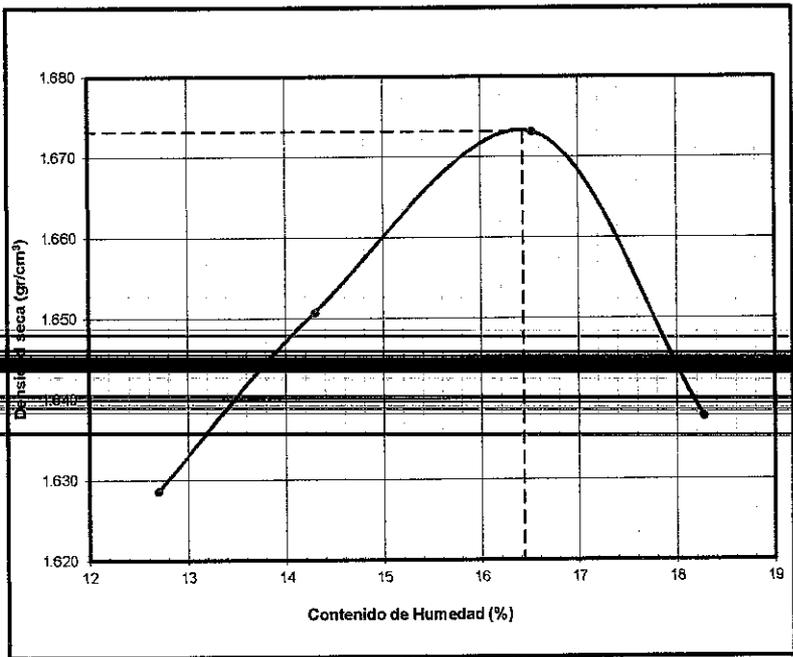
RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3)
(NTP 339.141)

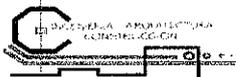
PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA
FECHA : JULIO DEL 2018
CALICATA : C-1 **Coordenadas:** 540881 - 9428608
MUESTRA : M - 3 / PROFUNDIDAD: 1.30 - 2.50m

N° de capas :	6	Altura de caída pisón:	45.8	cm	Peso de pisón (kg) :	4.528	Molde :	"A"		
Energía de Compact. Modificada :	27.7	kg. cm / cm3			Número de golpes/capa:	26	Pisón Manual:	"A"		
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3705	3754	3814	3802				
2	Peso de Molde	gr	1956	1956	1956	1956				
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1749	1798	1858	1846				
4	Volumen del Molde	cm³	953	953	953	953				
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm³	1.835	1.887	1.950	1.937				
6	Resipiente N°		5	78	8	24	31	102	20	48
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	185.7	128.4	232.6	224.1	185.9	218.5	227.6	245.5
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	168.8	115.0	206.4	199.8	164.9	192.5	196.3	211.7
9	Peso del Agua	gr	17.1	11.4	26.2	24.3	21.7	26.0	31.2	33.8
10	Peso de Tara	gr	32.6	28.3	26.6	26.0	33.7	34.7	26.0	25.9
11	Peso de Suelo Seco	gr	136.0	86.7	179.7	173.8	130.6	157.8	170.3	185.8
12	Contenido de Humedad	%	12.6	12.8	14.6	14.0	16.6	16.5	18.3	18.2
13	Promedio de Humedad	%	12.7		14.3		16.5		18.3	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm³	1.629	1.851	1.673	1.638				



Procedimiento utilizado : "A"
 Método de Preparación utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 104.45 lb/ft³
 Óptimo contenido de humedad : 16.4%
 (Note: The graph shows 16.5% as the optimum moisture content.)

Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841



Proyecto	"REPARACIÓN DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"		
Departamento	PIURA	Provincia	PIURA
Solicitante	MUNICIPALIDAD DE PIURA		

MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (NTP 339.146)

Ubicación	: Los Rosales - Las Gardemias - Urb. Santa María del Pinar		
Calicata	: C-1	Muestra	: M-3
Profundidad (m)	: 1.30 - 2.50	Fecha muestreo	: Julio del 2018
		Fecha ensayo	: Julio 2018

N° De Capas	5 capas				
	6	7	8		
N° De Molde	56	25	10		
N° De Golpes					
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	8300	8239	8106		
Peso del molde (gr)	3989	4002	4034		
Peso del suelo húmedo (gr)	4311	4237	4072		
Volumen del molde (cm³)	2302	2293	2318		
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.873	1.848	1.757		
Humedad %	11.90	12.35	12.75		
Densidad seca (gr/cm³)	1.674	1.645	1.558		

EXPANSION

Fecha	Hora de inicio/fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%

PENETRACION

Prensa Análogica

Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg.)	Carga Estd. (lb./pulg²)	Carga		Corregida		Carga		Corregida		Carga		Corregida	
			Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²
0.000					0.000				0.000					0.000
0.025	30"		19.00		67.4		14.00		50.4		10.00			36.8
0.050	1'		37.00		128.6		27.00		94.6		19.00			67.4
0.075	1'30"		54.00		186.4		36.00		125.2		25.00			87.8
0.100	2'	1,000	72.00		247.6		52.00		179.6		34.00			118.4
0.150	3'		100.00		342.9		77.00		264.6		50.00			172.8
0.200	4'	1,500	139.00		475.5		102.00		349.7		67.00			230.6
0.250	5'		169.00		577.5		122.00		417.7		79.00			271.4
0.300	6'	1,900	172.00		587.7		132.00		451.7		87.00			298.6
0.350	7'													
0.400	8'	2,300												
0.450	9'													
0.500	10'	2,600												

Anillo N° : 50 KN Capacidad : 10,000 Lbs. Sobrecarga : 15 Lbs. Constante : $y=23.343 + 2.02(x)$

Ingeniero : R.L.L.C

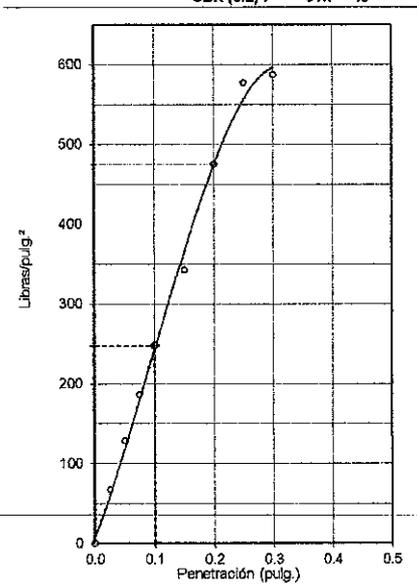
Ricardo O. Llacsahuanga
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

Proyecto	:"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"		
Departamento	: PIURA	Provincia	: PIURA
Solicitante	: MUNICIPALIDAD DE PIURA		

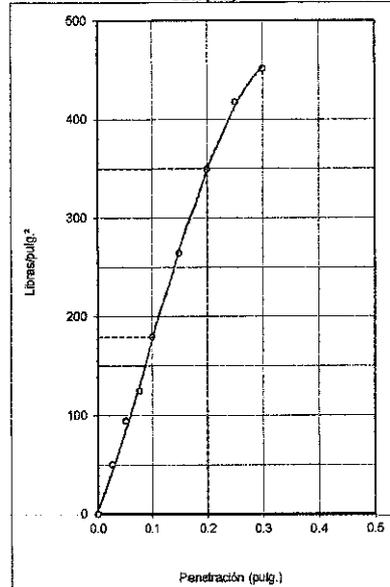
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (NTP 339.145)

Ubicación	: Av. Los Rubies	Muestra	: M-3	Coordenadas	: 540881 - 9428608
Calicata	: C-1	Fecha muestreo	: Julio del 2018	Fecha ensayo	: Julio del 2018
Profundidad (m)	: 1.30 - 2.50				

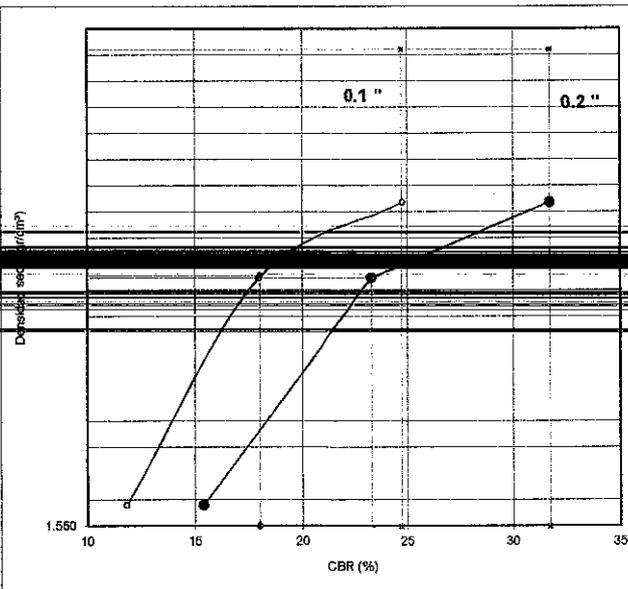
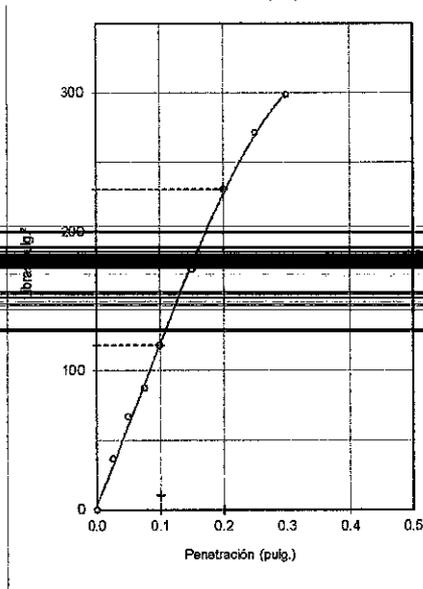
56 GOLPES
CBR (0.1) : 24.8 %
CBR (0.2) : 31.7 %



25 GOLPES
CBR (0.1) : 18.0 %
CBR (0.2) : 23.3 %



10 GOLPES
CBR (0.1) : 11.8 %
CBR (0.2) : 15.4 %



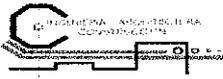
DENSIDAD SECA	1.673 gr/cm ³
HUMEDAD OPT.	16.40%

CBR (0.1) al 95 %	: 18.00 %
CBR (0.1) al 100 %	: 24.70 %

CBR (0.2) al 95 %	: 23.3 %
CBR (0.2) al 100 %	: 31.70 %

Ingeniero : R.L.L.C

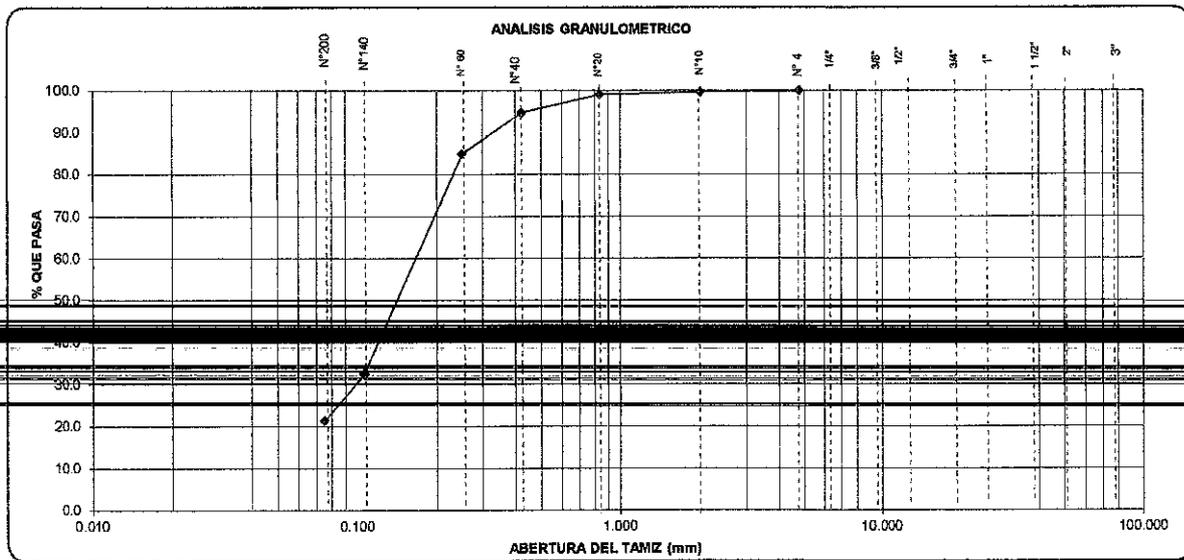
Ricardo O. Llacsahuanga Castilla
Ricardo O. Llacsahuanga Castilla
 Ing. Civil CIP N° 88841



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
 (NTP 339.128)

PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"	
SOLICITA	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA	
FECHA	: JULIO DEL 2018	
CALICATA	: C-1	Coordenadas: 540881 - 9428608
MUESTRA	: M - 4 / PROFUNDIDAD: 2.50 - 2.70m	

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
3"	76.200					PESO INICIAL (gr)
2"	50.800					PORCION DE FINOS (gr)
1 1/2"	38.100					% DE HUMEDAD
1"	25.400					TAMAÑO MAXIMO
3/4"	19.050					% DE GRAVA
1/2"	12.700					% DE ARENA
3/8"	9.525					% PASANTE N° 200
1/4"	6.350					L.L.
4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.
10	2.000	0.5	0.3	0.3	99.7	I.P.
20	0.834	0.9	0.6	0.9	99.1	CLASIFIC. SUICS
40	0.420	6.6	4.4	5.3	94.7	CLASIFIC. AASHTO
60	0.250	14.6	9.7	15.0	85.0	OBSERVACIONES:
140	0.106	76.6	52.4	67.5	32.5	
200	0.075	76.7	11.1	78.6	21.4	
BANDEJA		32.1	21.4	100.0		ARENA ARCILLO LIMOSA



Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



METODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA

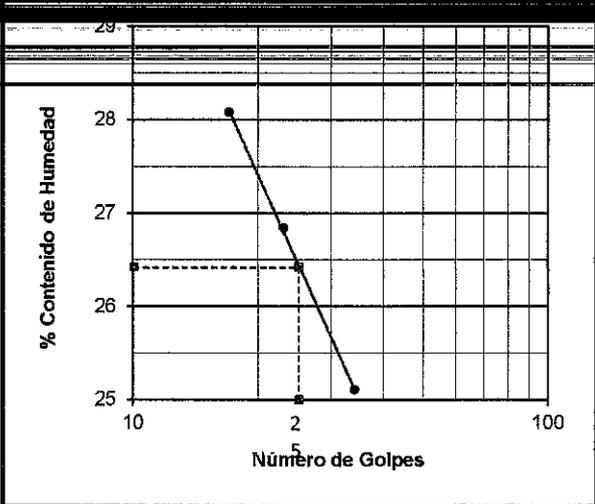
FECHA : JULIO DEL 2018 **Coordenadas:** 540881 - 9428608

CALICATA : C-1

MUESTRA : M - 4 / PROFUNDIDAD: 2.50 - 2.70m

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)					
N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	39T	55T	30T	
2	Peso de la Tara grs.	9.04	8.88	9.58	
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	26.18	28.65	30.06	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	22.74	24.46	25.57	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	3.44	4.19	4.49	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	13.70	15.61	15.99	
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	25.1	26.8	28.1	
8	° De Golpes	34	23	17	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)					
N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	87T	11T		
2	Peso de la Tara grs.	11.85	12.08		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	18.07	18.03		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	17.04	17.02		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.03	1.01		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	5.19	4.94		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	19.8	20.4		
Promedio de Limite Plástico :		20			



L.L.	26
L.P.	20
I.P.	6

[Handwritten Signature]
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
(NTP 339.128)

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA

FECHA : JULIO DEL 2018

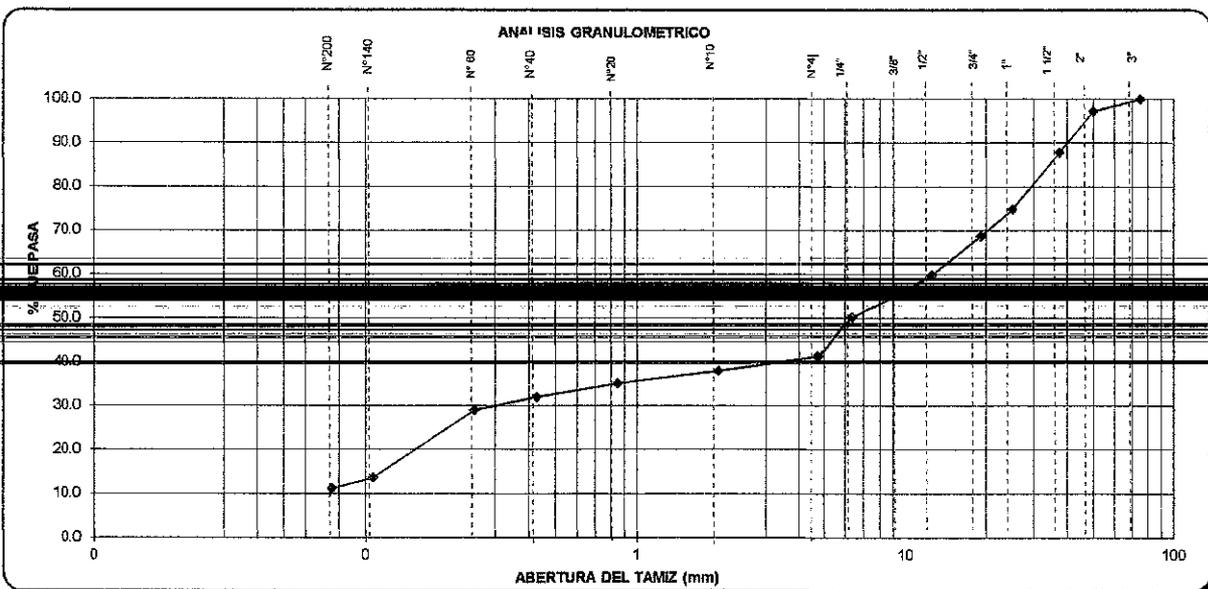
CALICATA : C-2

MUESTRA : M - 1 / PROFUNDIDAD: 0.05 - 0.60m

Coordenadas: 540760 - 9428432

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	75	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50	253.0	2.7	2.7	97.3
1 1/2"	37.5	665.0	9.4	12.1	87.9
1"	25.0	1198.0	13.0	25.1	74.9
3/4"	19.0	569.0	6.2	31.3	68.7
1/2"	12.5	821.0	8.9	40.2	59.8
3/8"	9.5	402.0	4.4	44.6	55.4
1/4"	6.3	474.0	5.1	49.7	50.3
4	4.75	820.0	8.9	58.6	41.4
10	2.00	12.3	3.4	62.0	38.0
20	0.850	10.3	2.8	64.8	35.2
40	0.425	11.3	3.1	68.0	32.0
60	0.250	11.0	3.0	71.0	29.0
140	0.106	55.6	15.3	86.3	13.7
200	0.075	9.0	2.5	88.8	11.2
BANDEJA		40.6	11.2	100.0	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL (gr)	9215.00
PORCION DE FINOS (gr)	150.00
% DE HUMEDAD	7.90
TAMAÑO MAXIMO	2"
% DE GRAVA	58.6
% DE ARENA	30.2
% PASANTE N° 200	11.2
L.L.	21
L.P.	16
I.P.	5
CLASIFIC. SUCS	GP-GM
CLASIFIC. AASHTO	A-1-a(0)
OBSERVACIONES:	
GRAVA MAL GRADADA CON LIMO	



Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



METODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA

FECHA : JULIO DEL 2018 **Coordenadas:** 540760 - 9428432

CALICATA : C-2

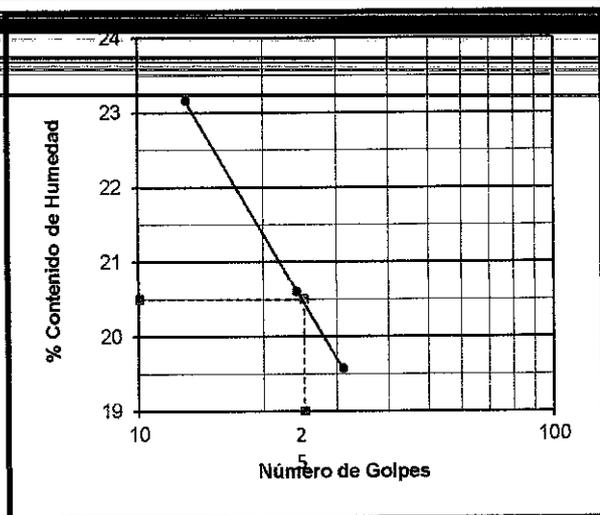
MUESTRA : M - 1 / PROFUNDIDAD: 0.05 - 0.60m

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

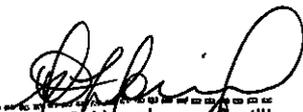
N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	44	48	13
2	Peso de la Tara grs.	9.18	9.23	9.31
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	25.37	28.25	33.24
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	22.72	25.00	26.74
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	2.65	3.25	4.50
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	13.54	15.77	19.43
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	19.57	20.61	23.16
8	° De Golpes	31	24	13

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

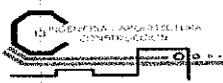
N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	10	32		
2	Peso de la Tara grs.	14.12	15.83		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	26.36	26.32		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	24.65	24.82		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.71	1.50		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	10.53	8.99		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	16.24	16.69		
Promedio de Limite Plástico :		16			



L.I.	21
L.P.	16
I.P.	5


Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

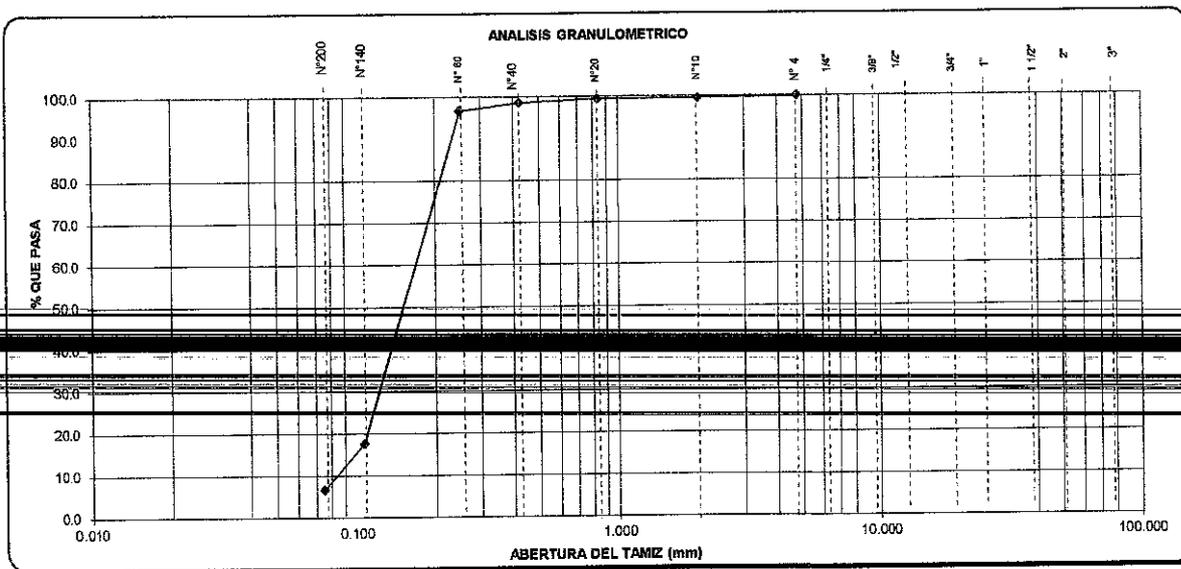
174



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
 (NTP 338.128)

PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"	
SOLICITA	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA	
FECHA	: JULIO DEL 2018	
CALICATA	: C-2	Coordenadas: 540760 - 9428432
MUESTRA	: M - 2 / PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.30m	

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
3"	76.200					PESO INICIAL (gr)
2"	50.800					PORCION DE FINOS (gr)
1 1/2"	38.100					% DE HUMEDAD
1"	25.400					TAMAÑO MAXIMO
3/4"	19.050					% DE GRAVA
1/2"	12.700					% DE ARENA
3/8"	9.525					% PASANTE N° 200
1/4"	6.350					L.L.
4	4.760					L.P.
		0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.
						CLASIFIC. SUCS
						CLASIFIC. AASHTO
10	2.000	0.6	0.4	0.4	99.6	OBSERVACIONES:
20	0.834	0.3	0.2	0.6	99.4	
40	0.420	1.2	0.8	1.4	98.6	
60	0.250	2.9	1.9	3.3	96.7	
140	0.106	118.7	79.1	82.4	17.6	
200	0.075	16.3	10.9	93.3	6.7	
BANDEJA		10.1	6.7	100.0		ARENA MAL GRADADA CON LIMO



[Signature]
 Ricardo O. Llacsahuanga Castill.
 Ing. Civil CIP N° 88841

175

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PAR LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS (NTP 339.152)

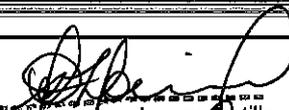


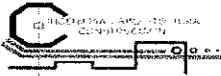
PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"	
SOLICITA	:MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA	
FECHA	: JULIO DEL 2018	Coordenadas: 540760 - 9428432
CALICATA	:C-2	
MUESTRA	: M - 2 / PROFUNDIDAD: 0.60 - 1.30m	

ENSAYO DE DESTILACION

	1	2
ENSAYO N°	5	2
PIREX N°	50mL	50mL
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION	80.5	81.25
2.- PESO PIREX + SOLUCION	32.64	32.29
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL	32.62	32.27
4.- PESO PIREX	0.02	0.02
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)	47.86	48.96
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)	0.042	0.041
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)	0.041	
PROMEDIO %	0.041	

CONSIDERACIONES DEL ENSAYO: 3) RESIDUO POR DESTILACION A MAYOR DE 100° C
 7) PORCENTAJE POR DIFERENCIA DE VOLUMENES

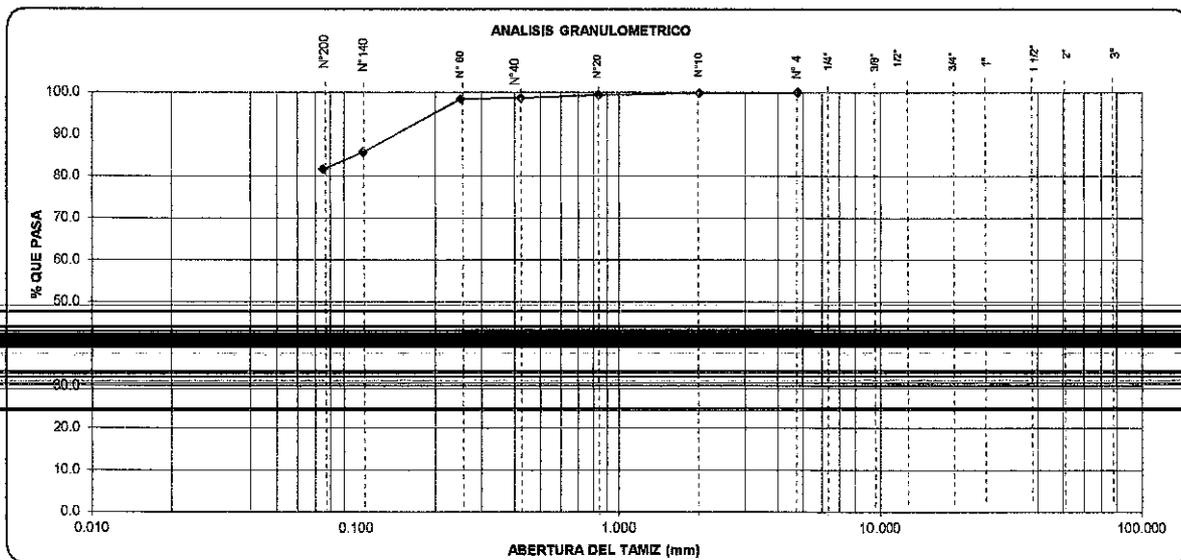

Ricardo O. Llacahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
 (NTP 339.128)

PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"	
SOLICITA	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA	
FECHA	: JULIO DEL 2018	
CALICATA	: C-2	Coordenadas: 540760 - 9428432
MUESTRA	: M - 3 / PROFUNDIDAD: 1.30 - 1.60m	

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
3"	76.200					PESO INICIAL (gr) 150.00
2"	50.800					PORCION DE FINOS (gr) 11.10
1 1/2"	38.100					% DE HUMEDAD ---
1"	25.400					TAMAÑO MAXIMO 0.0
3/4"	19.050					% DE GRAVA 16.3
1/2"	12.700					% PASANTE N° 200 81.7
3/8"	9.525					LL. 34
1/4"	6.350					L.P. 17
4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P. 17
10	2.000	0.2	0.1	0.1	99.9	CLASIFIC. SUCS CL
20	0.834	0.6	0.4	0.5	99.5	CLASIFIC. AASHTO A-8 (13)
40	0.420	1.2	0.8	1.3	98.7	OBSERVACIONES:
60	0.250	0.3	0.2	1.5	98.5	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
140	0.106	19.0	12.7	14.2	85.8	
200	0.075	6.3	4.1	18.3	81.7	
BANDEJA		122.6	81.7	100.0		



Ricardo Oswaldo Llacahuanga Castillo
 Ricardo O. Llacahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



METODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA

FECHA : JULIO DEL 2018 **Coordenadas:** 540760 - 9428432

CALICATA : C-2

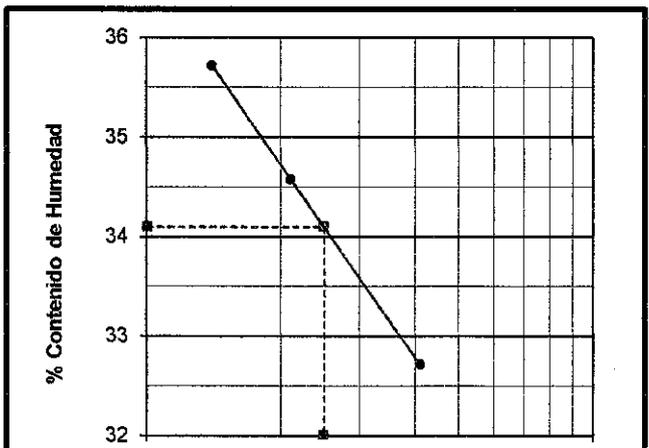
MUESTRA : M - 3 / PROFUNDIDAD: 1.30 - 1.60m

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	71	13	9
2	Peso de la Tara grs.	9.15	9.03	9.21
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	30.65	29.58	25.13
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	25.35	24.30	20.94
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	5.30	5.28	4.19
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	16.20	15.27	11.73
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	32.72	34.58	35.72
8	° De Golpes	41	21	14

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	105	17		
2	Peso de la Tara grs.	12.35	12.39		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	17.19	17.54		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	16.53	16.76		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.66	0.78		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	4.18	4.37		
Promedio de Límite Plástico:				17	



RESULTADOS:

L.L. : 34

L.P. : 17

I.P. : 17

Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS



METODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA

FECHA : JULIO DEL 2018 **Coordenadas:** 540760 - 9428432

CALICATA : C-2

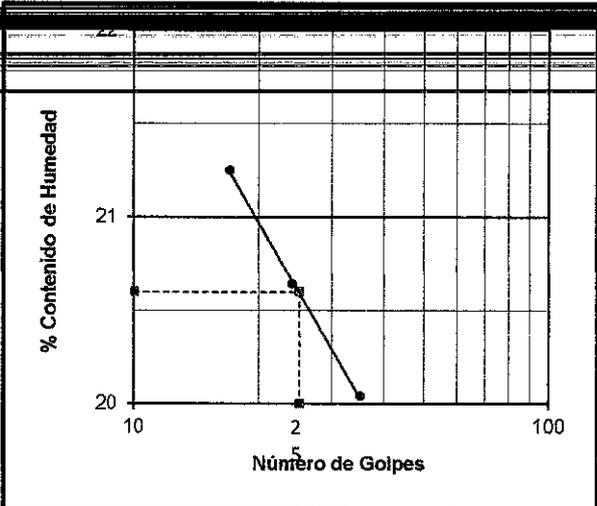
MUESTRA : M - 4 / PROFUNDIDAD: 1.60 - 1.70m

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	32	25	12
2	Peso de la Tara grs.	16.57	15.74	14.98
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	33.40	33.04	34.95
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	30.59	30.08	31.45
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	2.81	2.96	3.50
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	14.02	14.34	16.47
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	20.04	20.64	21.25
8	N.º De Golpes	35	24	17

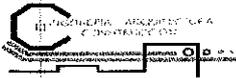
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	10	32		
2	Peso de la Tara grs.	14.12	15.83		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	26.36	26.32		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	24.65	24.82		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.71	1.50		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	10.53	8.99		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	16.24	16.69		
Promedio de Limite Plástico :		16			



L.I.	21
L.P.	16
I.P.	5


Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841

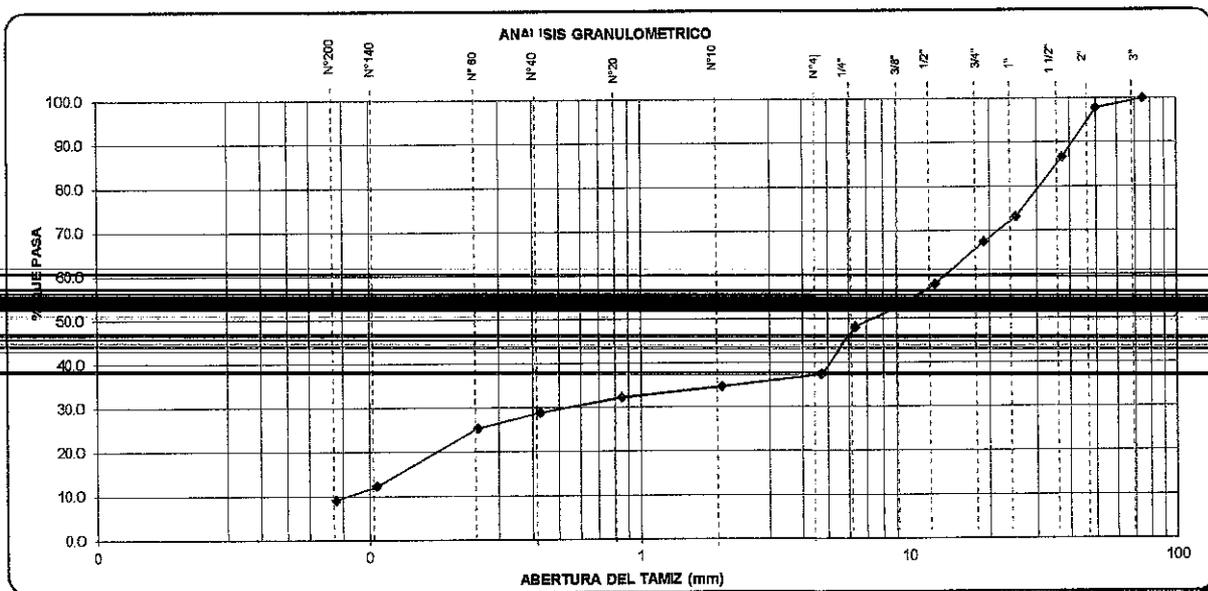


METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
(NTP 339.128)

PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"	
SOLICITA	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA	
FECHA	: JULIO DEL 2018	
CALICATA	: C-3	
MUESTRA	: M - 1 / PROFUNDIDAD: 0.05 - 0.30m	
Coordenadas: 540708 - 9428225		

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	75	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50	185.0	2.1	2.1	97.9
1 1/2"	37.5	965.0	11.2	13.3	86.7
1"	25.0	1176.0	13.6	26.9	73.1
3/4"	19.0	485.0	5.6	32.6	67.4
1/2"	12.5	832.0	9.6	42.2	57.8
3/8"	9.5	405.0	4.7	46.9	53.1
1/4"	6.3	425.0	4.9	51.8	48.2
4	4.75	923.0	10.7	62.5	37.5
10	2.00	1112	2.8	65.3	34.7
20	0.850	9.7	2.4	67.7	32.3
40	0.425	19.6	3.4	71.1	28.9
80	0.250	14.0	3.5	74.6	25.4
140	0.106	52.3	13.1	87.7	12.3
200	0.075	12.6	3.1	90.6	9.2
BANDEJA		36.7	9.2	100.0	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL (gr)	8 632.00
PORCION DE FINOS (gr)	150.00
% DE HUMEDAD	8.00
TAMAÑO MAXIMO	2"
% DE GRAVA	62.5
% DE ARENA	28.3
% PASANTE N° 200	9.2
L.L.	27
L.P.	19
I.P.	8
CLASIFIC. SUCS	GP-GC
CLASIFIC. AASHTO	A-2-4,(0)
OBSERVACIONES:	
GRAVA MAL GRADADA CON ARCILLA	



Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
Ing. Civil CIP N° 88841

RICARDO OSWALDO LLACSAHUANGA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP N° 88841
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE SUELOS, EVALUACION DE CANTERAS

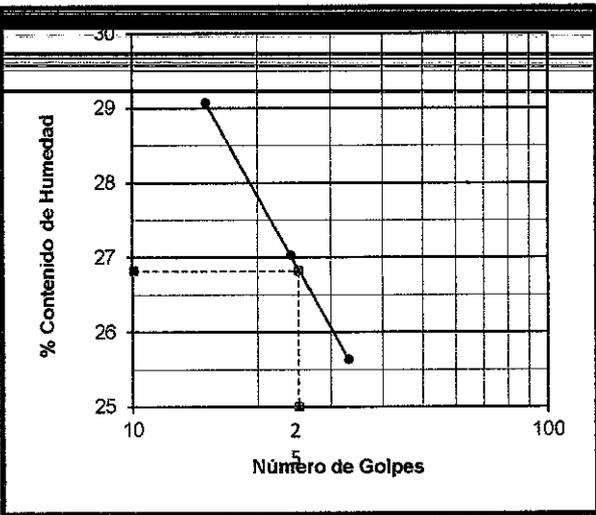


METODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

PROYECTO	"REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"		
SOLICITA	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA		
FECHA	: JULIO DEL 2018	Coordenadas: 540708 - 9428225	
CALICATA	: C-3		
MUESTRA	: M - 1 / PROFUNDIDAD: 0.05 - 0.30m		

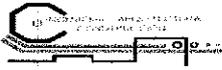
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)				
N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	42	44	45
2	Peso de la Tara grs.	9.34	9.18	9.14
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	29.53	26.52	27.21
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	25.41	22.83	23.14
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.12	3.69	4.07
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	16.07	13.65	14.00
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	25.64	27.03	29.07
8	º. De Golpes	33	24	15

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)					
N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	103	97		
2	Peso de la Tara grs.	12.31	12.30		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	18.62	18.90		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	17.66	17.83		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.96	1.07		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	5.35	5.53		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.94	19.35		
Promedio de Limite Plástico :					19



L.L.	: 27
L.P.	: 19
I.P.	: 8

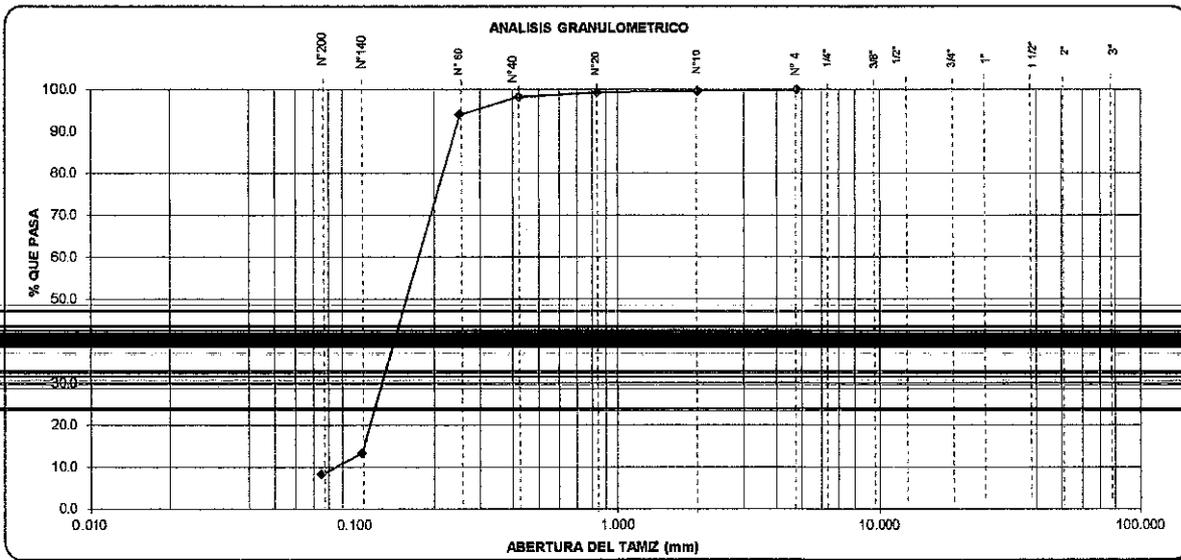
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing. Civil CIP N° 88841



METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
 (NTP 339.128)

PROYECTO "REPARACION DE CANAL DE DRENAJE EN EL (LA) CUENCA DE LAS URBANIZACIONES LOS ROSALES, LAS GARDENIAS, SANTA MARIA DEL PINAR EN LA LOCALIDAD PIURA, DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA"
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIURA
FECHA : JULIO DEL 2018
CALICATA : C-3 **Coordenadas:** 540708 - 9428225
MUESTRA : M - 2 / PROFUNDIDAD: 0.30 - 2.00m

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
3"	76.200					PESO INICIAL (gr)
2"	50.800					PORCION DE FINOS (gr)
1 1/2"	38.100					% DE HUMEDAD
1"	25.400					TAMAÑO MAXIMO
3/4"	19.050					% DE GRAVA
1/2"	12.700					% DE ARENA
3/8"	9.525					% PASANTE N° 200
1/4"	6.350					LL.
4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	LP.
						IP.
10	2.000	0.4	0.3	0.3	99.7	CLASIFIC. SUCS
20	0.854	0.8	0.4	0.7	99.3	CLASIFIC. AASHTO
40	0.420	1.6	1.1	1.7	98.3	OBSERVACIONES:
60	0.250	6.3	4.2	5.9	94.1	ARENA MAL GRADADA CON LIMO
140	0.108	121.0	80.7	88.6	13.4	
200	0.075	7.6	5.1	91.7	8.3	
BANDEJA		12.5	8.3	100.0		



[Handwritten Signature]
 Ricardo O. Llacsahuanga Castillo
 Ing Civil CIP N° 88841

ANEXO 04:

Registros de precipitación diaria anual

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2000

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1				1.0								
2												
3												
4		2.0	0.3	6.3	0.2							0.5
5		7.3		6.1								
6		0.4	0.1									
7			1.6									12.8
8			1.0									6.6
9					0.5							
10				3.8	2.0							
11				4.5								
12												
13												
14												
15												
16												
17						0.6						
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24			1.8			0.2						
25		0.8										
26	2.0											
27	0.2											
28												
29												
30												
31			1.4									

Total	2.2	10.5	6.2	21.7	2.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9
Medio	1.1	2.6	1.0	4.3	0.9	0.4						6.6

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2001

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1				12.6								
2				0.7								
3			36.7									
4												
5												
6												0.3
7				5.3								
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15			3.0									
16			1.3									
17	1.2		1.0									
18	2.6		61.5									
19			12.3									
20			0.5									
21	6.2											
22	1.3		9.6							0.5		
23			9.6									1.7
24		3.9	16.4									4.3
25			7.8									
26			1.0									
27		2.0	1.3									
28										0.2		
29			0.5									
30			1.9									
31			1.1									

Total	11.3	5.9	165.5	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	6.3
Medio	2.8	3.0	10.3	6.2						0.4		2.1

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2002

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1				11.0								
2				2.7								
3												
4		3.4										
5		0.6										
6				29.4								
7				91.5								
8												
9				2.0								
10												
11												
12											2.3	
13												
14												
15												0.4
16												
17		0.1										
18												
19			12.5									
20			13.2	0.1								
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27			8.5									
28			83.5									
29			2.0									
30												
31												

Total	0.0	4.1	119.7	136.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.4
Medio		1.4	23.9	22.8							2.3	0.4

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2003

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2		16.0										
3												
4												
5												
6		0.2										
7												
8		2.4										
9												
10									0.5			
11												
12												
13												
14												
15												
16											6.2	
17												
18												
19	4.1											
20						0.5						
21												
22												
23						0.8						
24												
25												
26												1.3
27												0.8
28		4.1										
29												
30			1.3									
31			3.2									

Total	4.1	22.7	4.5	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.5	0.0	6.2	2.1
Medio	4.1	5.7	2.3			0.7			0.5		6.2	1.1

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2004

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2											0.8	
3												
4												
5												
6												
7	2.8											
8	1.8	0.7										
9												
10												
11												
12												
13				0.6								
14				4.1								
15												3.4
16												3.3
17										0.1		
18					0.8							
19												
20										0.7		
21												
22												
23												
24												
25					0.3							
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Total	4.6	0.7	0.0	4.7	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	6.7
Medio	2.3	0.7		2.4	0.6					0.4	0.8	3.4

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2005

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2												
3												
4	1.3		0.1									
5			9.5									
6			6.3	0.5								
7	0.9		0.1									
8												
9		0.5										
10				0.1								
11												
12		0.2							2.5			
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27			1.1									
28												
29												
30												
31												

Total	2.2	0.7	17.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0
Medio	1.1	0.4	3.4	0.3					2.5			

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2006

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2												
3		0.2										
4		12.7										
5		7.1										
6		0.7										
7			1.7			0.3						
8			13.0			0.3						
9												
10												
11												
12												
13		0.5										
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												0.6
22												
23												
24			4.3								0.3	
25			0.6									
26												
27		3.2										
28		2.2										
29												
30			11.7									
31												0.6

Total	0.0	26.6	31.3	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2
Medio		3.8	6.3			0.3					0.3	0.6

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2007

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2												
3												
4												
5												
6											0.6	
7												
8					0.9							
9				0.9								
10			0.6	2.6								
11												
12												
13			2.7									
14												
15												
16												
17												
18			0.4									
19												
20	6.2											
21												
22												
23												
24	0.3											
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Total	6.5	0.0	3.7	3.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
Medio	3.3		1.2	1.8	0.9						0.6	

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2008

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1				2.0								
2	0.5			33.0								
3											0.2	
4												
5												
6												
7												
8							0.9					
9							0.5					
10												
11						0.2	0.9					
12						0.1						
13												
14		3.3	7.6									
15	0.5	3.7										
16		1.2	4.0									
17		4.2	3.5									
18		24.8	9.0									
19		29.5	6.4									
20		5.0	5.9									
21					1.0							
22		4.4	1.2									
23												
24	3.5	2.0	16.5									
25		13.0										
26		1.0										
27	1.0											
28	1.2	1.2		0.4						0.2		
29	0.5											
30				0.5								
31												

Total	7.2	93.3	54.1	35.9	1.0	0.3	2.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0
Medio	1.2	7.8	6.8	9.0	1.0	0.2	0.8	#DIV/0!	#DIV/0!	0.2	0.2	#DIV/0!

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2009

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1					3.6							
2												
3		0.4										
4												
5		0.2	0.2									
6												
7												
8							0.2					
9	0.2											
10												
11												
12		9.0										
13	4.9	1.7										
14												
15												
16												1.0
17	18.3											
18	0.7											
19												0.6
20												
21		8.0										
22		2.0	12.0								0.4	
23		0.6	2.0								3.9	
24			1.8								0.7	
25			1.8									
26												
27												
28	5.0											
29	0.2											
30	0.4											
31												

Total	29.7	21.9	17.8	0.0	3.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	5.0	1.6
Medio	4.2	3.1	3.6		3.6		0.2				1.7	0.8

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2010

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2												
3												
4				1.4								
5		1.4		4.7								
6		35.0										
7		2.8										
8												
9		0.7										
10	1.0	20.5										
11												
12			1.9									
13			3.7									
14												
15		0.4	0.2									
16		3.4										
17												
18												
19			0.4		2.0					1.2		
20					2.0							
21												
22			2.0									
23												
24			0.1									
25												
26			0.1									
27												
28												
29			0.8	1.0								
30			4.7									
31			11.5									

Total	1.0	64.2	25.4	7.1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
Medio	1.0	9.2	2.5	2.4	2.0					1.2		

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2011

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7		1.8										
8				0.8								
9				9.0								0.4
10				0.1								
11												
12					0.3							
13					3.0							
14												
15				0.2								
16							3.6					
17												
18	1.4			0.3								
19												
20												
21												
22												
23												
24												0.8
25												
26												
27												
28											2.2	
29												
30												0.2
31												

Total	1.4	1.8	0.0	10.4	3.3	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	2.2	1.4
Medio	1.4	1.8		2.1	1.7		3.6				2.2	0.5

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2012

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1			1.0									
2		0.7										
3												
4		0.8		4.4								0.2
5	0.4	0.3	0.2	4.1								
6		9.4										
7	3.1	8.0		1.6								
8		8.0										
9		25.0										
10		5.5										
11		0.2										
12												
13		0.2										
14	0.3	0.2										
15												
16			0.2									
17		2.6	0.4							0.5		
18			7.6	0.6								
19			11.6									
20			1.4									
21		4.2										
22		3.9										
23			1.8									
24											0.2	
25			0.3								0.5	
26												
27			1.7									
28												
29												
30												
31												

Total	3.8	69.0	26.2	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.2
Medio	1.3	4.9	2.6	2.7						0.5	0.4	0.2

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2013

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1			6.0									
2												
3		2.8	22.6									
4		1.5	8.5									
5					1.4							
6		1.1			1.4							
7					0.1							
8												
9												
10												0.2
11												
12			2.0							0.2		
13			3.3									
14												
15					0.1					1.3		
16												
17												
18												
19												
20					1.0							
21												
22												
23	0.8											
24												
25												
26		3.8										
27												
28												
29												
30					3.4							
31												0.4

Total	0.8	9.2	42.4	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.6
Medio	0.8	2.3	8.5		1.2					0.8		0.3

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2014

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2												
3												
4	3.0											
5												
6												
7										1.0		
8												
9										0.4		
10										0.3		
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22		0.1										
23		2.3										
24		7.5	0.8							0.1		
25			6.5									
26												
27												
28												1.2
29												
30												0.2
31												

Total	3.0	9.9	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	1.4
Medio	3.0	3.3	3.7							0.5		0.7

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2015

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2					2.5							
3					1.0							
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14			1.5									
15		0.3	2.5									
16					0.5							
17												
18			16.8									
19			4.5									
20			18.0									
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28	0.2											
29												
30												
31												

Total	0.2	0.3	43.3	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Medio	0.2	0.3	8.7		1.3							

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año : 2017

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1		8.7	1.3									
2		25.3										
3		3.5	14.4	4.2								
4		3.0	4.7									
5	0.3	0.8	21.0									
6		0.8	15.0									
7		0.7	37.5	0.5								
8			16.8	0.2	1.0							
9				1.2	3.0							
10		3.5	4.8									
11			26.0									
12			66.0									
13			16.0									
14			1.0									
15			25.2									
16		8.3	1.6									
17		9.3	13.0									
18			14.4									
19			8.0	1.0	0.5		0.2					
20	0.4	2.0	11.0									
21	12.0	2.6	81.5									
22			1.5							1.8		
23			3.7									
24		5.2	1.0									
25	5.0	70.0	80.6									
26	0.4	14.0	4.8									
27												
28												0.2
29			0.5									
30	54.2		22.5									
31			5.0									

Total	72.3	157.7	498.8	7.1	4.5	0.0	0.2	0.0	0.0	1.8	0.0	0.2
Medio	12.1	10.5	18.5	1.4	1.5		0.2			1.8		0.2

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2018

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2												
3												
4				3.5								
5				1.8	1.2							
6		0.5										
7												
8												
9											0.2	
10												
11												
12												
13												
14												0.5
15												
16												
17	1.5											
18												
19												1.2
20					0.4							
21												0.6
22												
23												
24												
25											1.0	
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Total	1.5	0.5	0.0	5.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.3
Medio	1.5	0.5		2.7	0.8						0.6	0.8

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES		
Departamento : PIURA	Provincia : PIURA	Distrito : CASTILLA
Latitud : 5°10'31"	Longitud : 80°36'59.55"	Altitud : 34 msnm.
Tipo : MAP - Meteorológica	Código : 105100	Año: 2019

DIA	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1			2.8									
2												
3												
4												
5											0.5	
6		0.6										
7		6.1										
8		5.2										
9		1.4										
10												
11												
12												
13			3.0									
14		7.5										
15		0.5										
16												
17		2.0										
18		6.6										
19		4.0										
20		1.4										
21												
22										0.1		
23		2.4								0.1		
24		0.2										
25												
26												
27												
28	2.5											11.0
29												
30												
31												

Total	2.5	37.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	11.0
Medio	2.5	3.2	2.9							0.1	0.5	11.0

ANEXO 05:

Análisis estadístico de datos hidrológicos

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : MIRAFLORES

Departamento : PIURA

Provincia : PIURA

Distrito : CASTILLA

Latitud : 5°10'31"

Longitud : 80°36'59.55"

Altitud : 34 msnm.

Tipo : MAP - Meteorológica

Código : 105100

Serie Máxima Anual

AÑO / MES / DÍA	PRECIPITACIÓN	Orden	Precipitacion	Precipitacion	Frecuencia	
	(mm / día)		(mm / día)	(mm/h)	California	Kimbal
07/12/2000	12.8	1	91.5	22.88	0.05	0.05
18/03/2001	61.5	2	81.5	20.38	0.10	0.10
07/04/2002	91.5	3	62.3	15.58	0.15	0.14
02/02/2003	16.0	4	61.5	15.38	0.20	0.19
14/04/2004	4.1	5	35.0	8.75	0.25	0.24
05/03/2005	9.5	6	33.0	8.25	0.30	0.29
08/03/2006	13.0	7	25.0	6.25	0.35	0.33
20/01/2007	6.2	8	22.6	5.65	0.40	0.38
01/01/2008	33.0	9	18.3	4.58	0.45	0.43
17/01/2009	18.3	10	18.0	4.50	0.50	0.48
06/02/2010	35.0	11	16.0	4.00	0.55	0.52
09/04/2011	9.0	12	13.0	3.25	0.60	0.57
09/02/2012	25.0	13	12.8	3.20	0.65	0.62
03/03/2013	22.6	14	9.5	2.38	0.70	0.67
24/02/2014	7.5	15	9	2.25	0.75	0.71
20/03/2015	18.0	16	7.5	1.88	0.80	0.76
04/03/2016	62.3	17	7.5	1.88	0.85	0.81
21/03/2017	81.5	18	6.2	1.55	0.90	0.86
04/04/2018	3.5	19	4.1	1.03	0.95	0.90
14/02/2019	7.5	20	3.5	0.88	1.00	0.95

Media	6.72
Mediana	4.25
Moda	1.88
Varianza	43.64
Desviacion	6.61
Coefficiente de variación	0.98

ANEXO 06:

Plano de distribución de superficies



LEYENDA	
	Límite de la cuenca
	Terreno natural
	Vegetación ligera
	Vegetación densa
	Concreto y asfalto
	Viviendas

SUPERFICIE	ÁREA (m ²)
	448,876.575
	242,416.705
	48,818.026
	27,677.798
	61,062.57

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"

AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ



PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES CUENCA "LOS ROSALES"

LÁMINA:

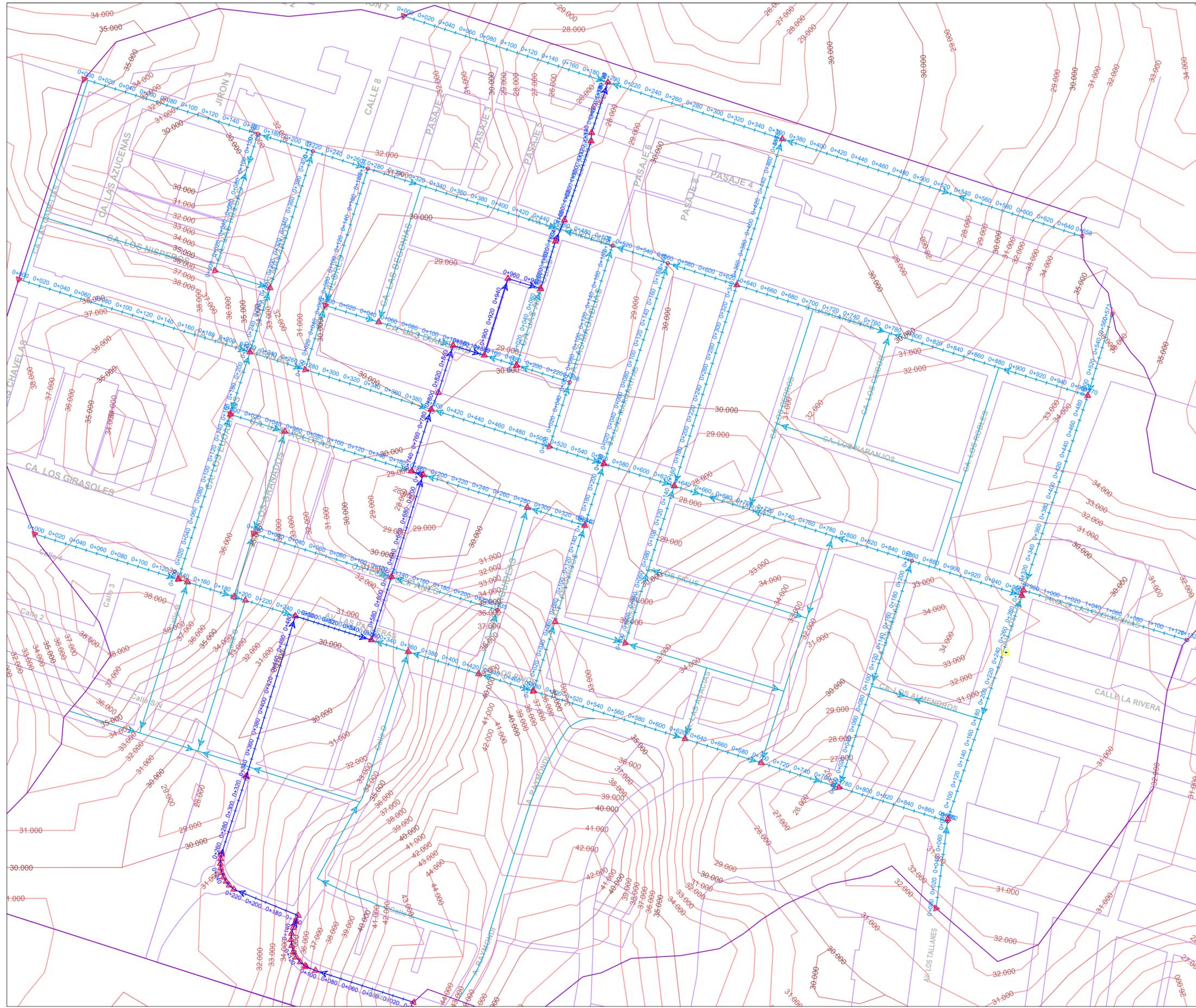
DS-01

FECHA:
ABRIL 2022

ESCALA:
1/5000

ANEXO 07:

Plano de cursos de agua - Planta



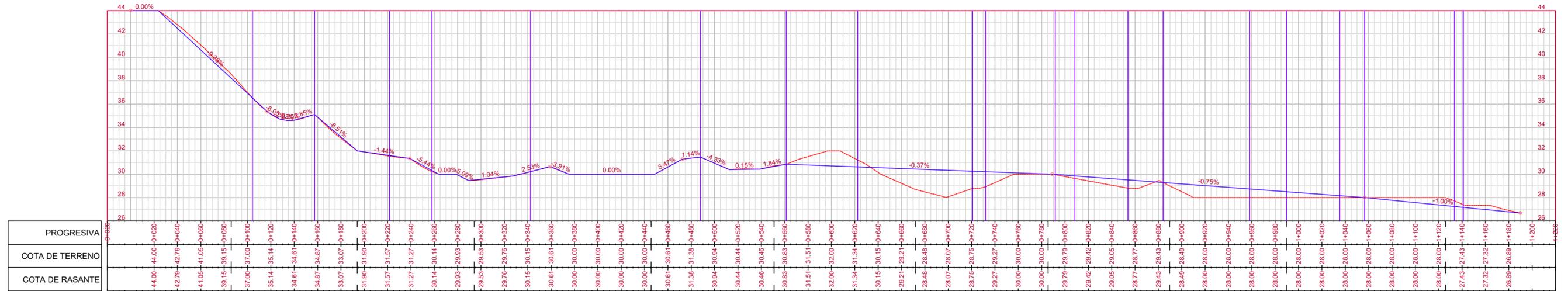
LEYENDA	
	Línea mayor
	Línea menor
	Límite de la cuenca
	Curso de agua
	Curso principal
	Sentido de flujo

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRERO	
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"	
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ	
	PLANO DE CURSOS DE AGUA Planta CUENCA "LOS ROSALES"
FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/2500
LÁMINA: CA-01	

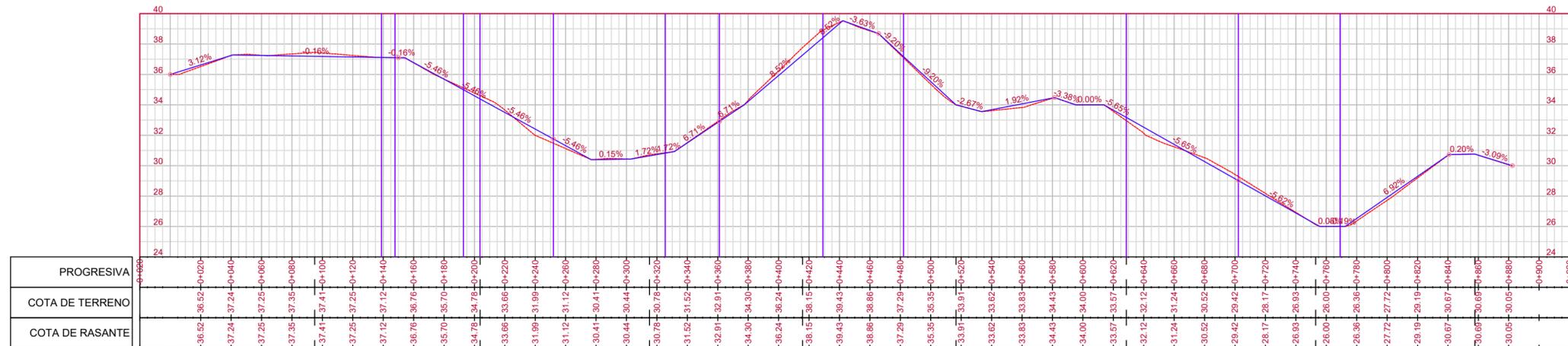
ANEXO 08:

Plano de cursos de agua - Perfiles Longitudinales

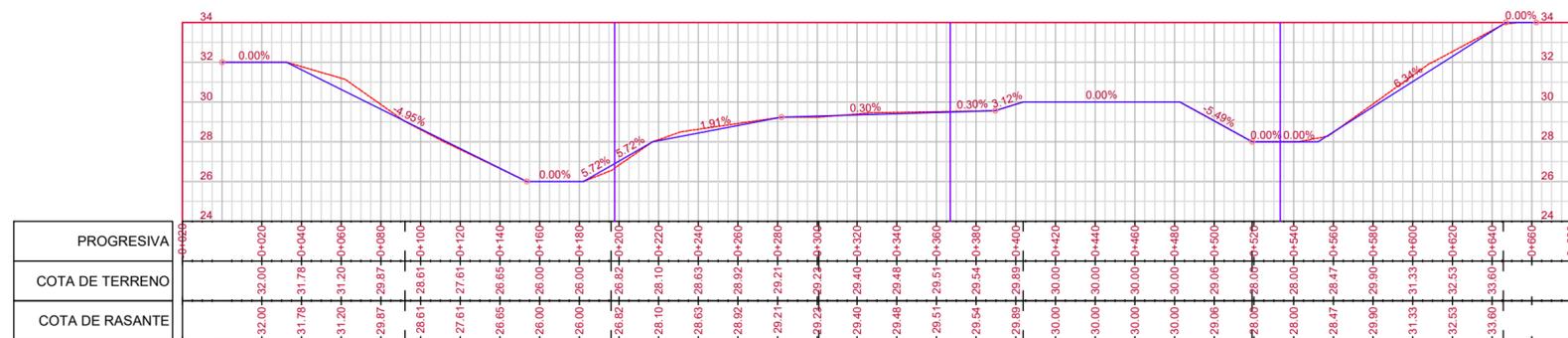
Curso principal PROFILE



Av. Las Palmeras PROFILE

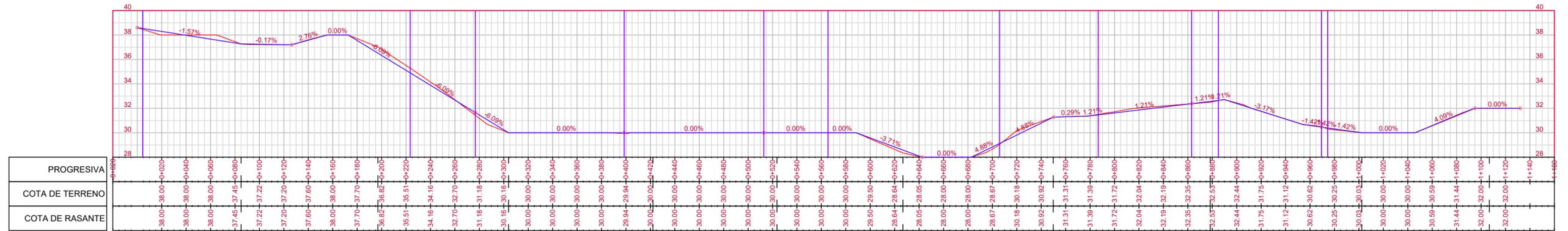


Av. Los Zánganos PROFILE



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"	
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ	
	PLANO DE CURSOS DE AGUA Perfiles longitudinales CUENCA "LOS ROSALES"
FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/2500
LÁMINA: PL-01	

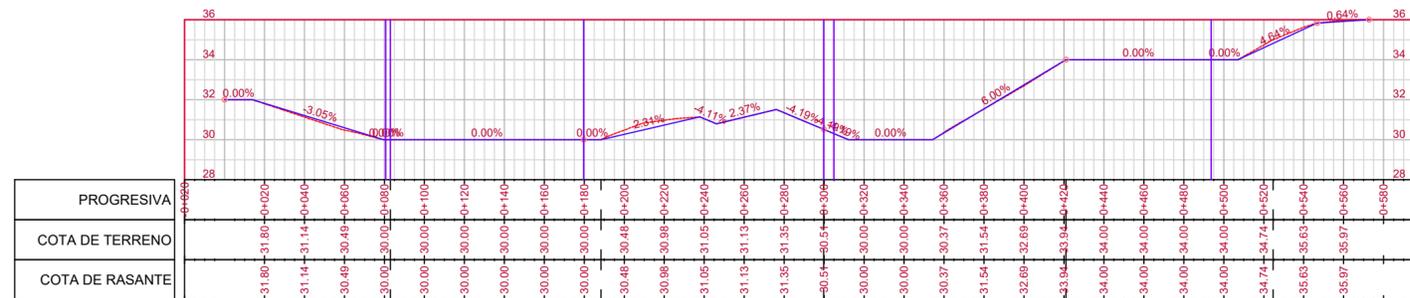
Av. Las Casuarinas PROFILE



Av. Las Gardenias PROFILE



Avenida Los Tallanes PROFILE



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"

AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ



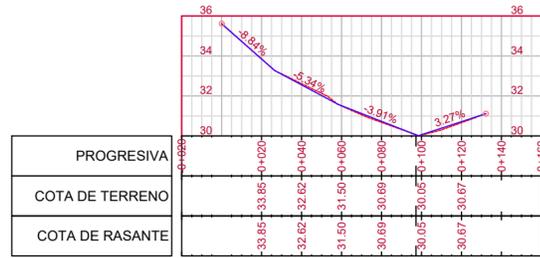
FECHA:
ABRIL 2022

PLANO DE CURSOS DE AGUA
Perfiles longitudinales
CUENCA "LOS ROSALES"

ESCALA:
1/2500

LÁMINA:
PL-02

Calle Las Fresas PROFILE



Calle Los Manzanos PROFILE



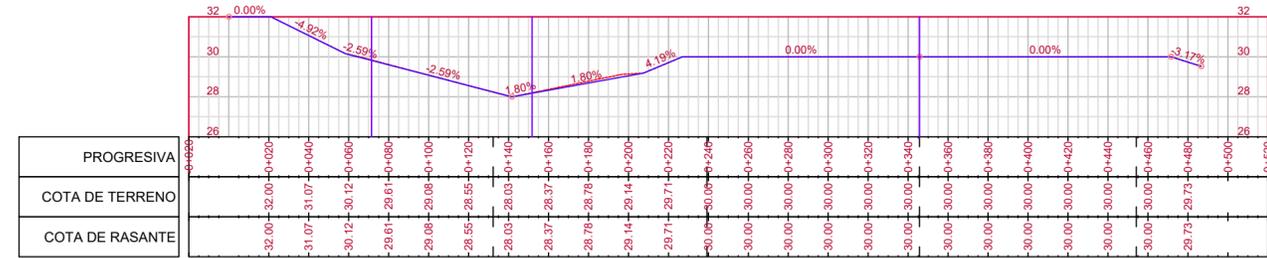
Calle Los Tulipanes PROFILE



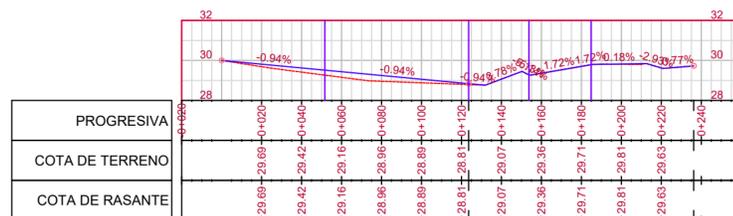
Calle Las Violetas PROFILE



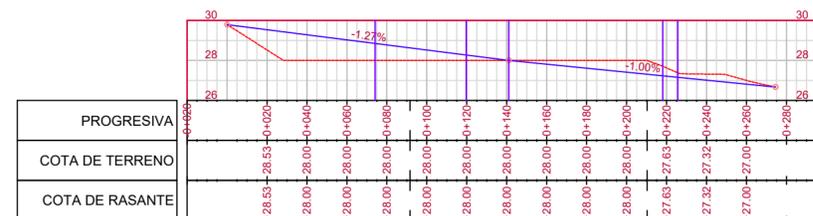
Calle Los Cerezos PROFILE



Calle Las Diamelas PROFILE



Calle Las Amapolas PROFILE



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"

AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ



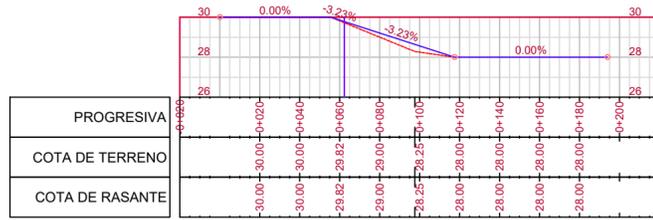
PLANO DE CURSOS DE AGUA
Perfiles longitudinales
CUENCA "LOS ROSALES"

LÁMINA:
PL-03

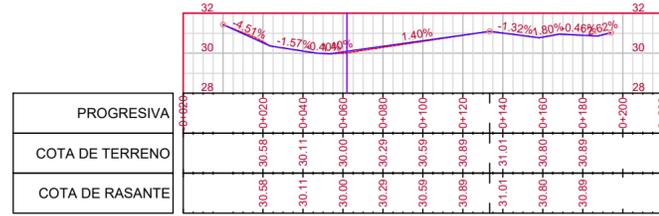
FECHA:
ABRIL 2022

ESCALA:
1/2500

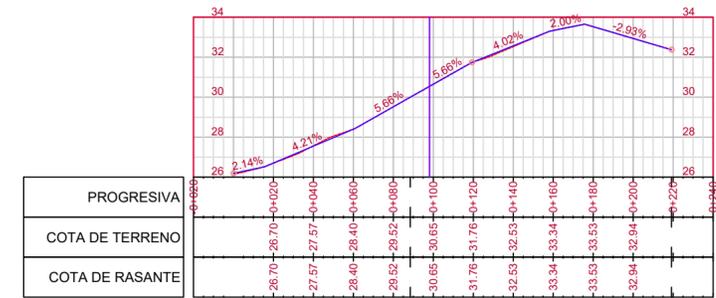
Calle Las Magnolias PROFILE



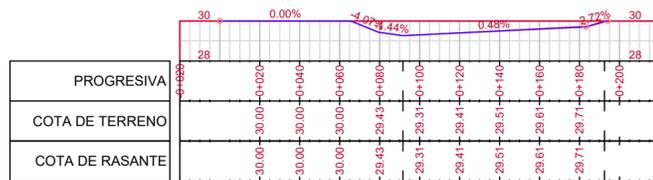
Calle Las Flores PROFILE



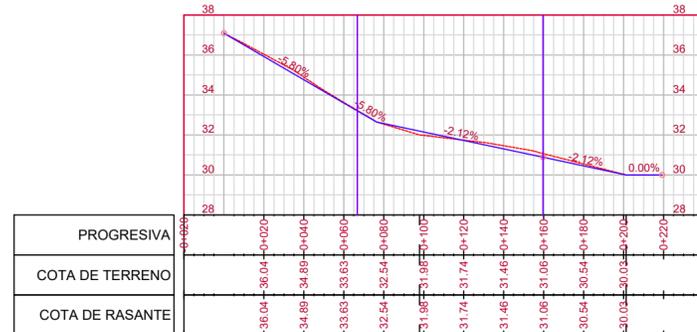
Calle Las Dalias PROFILE



Calle Las Margaritas PROFILE



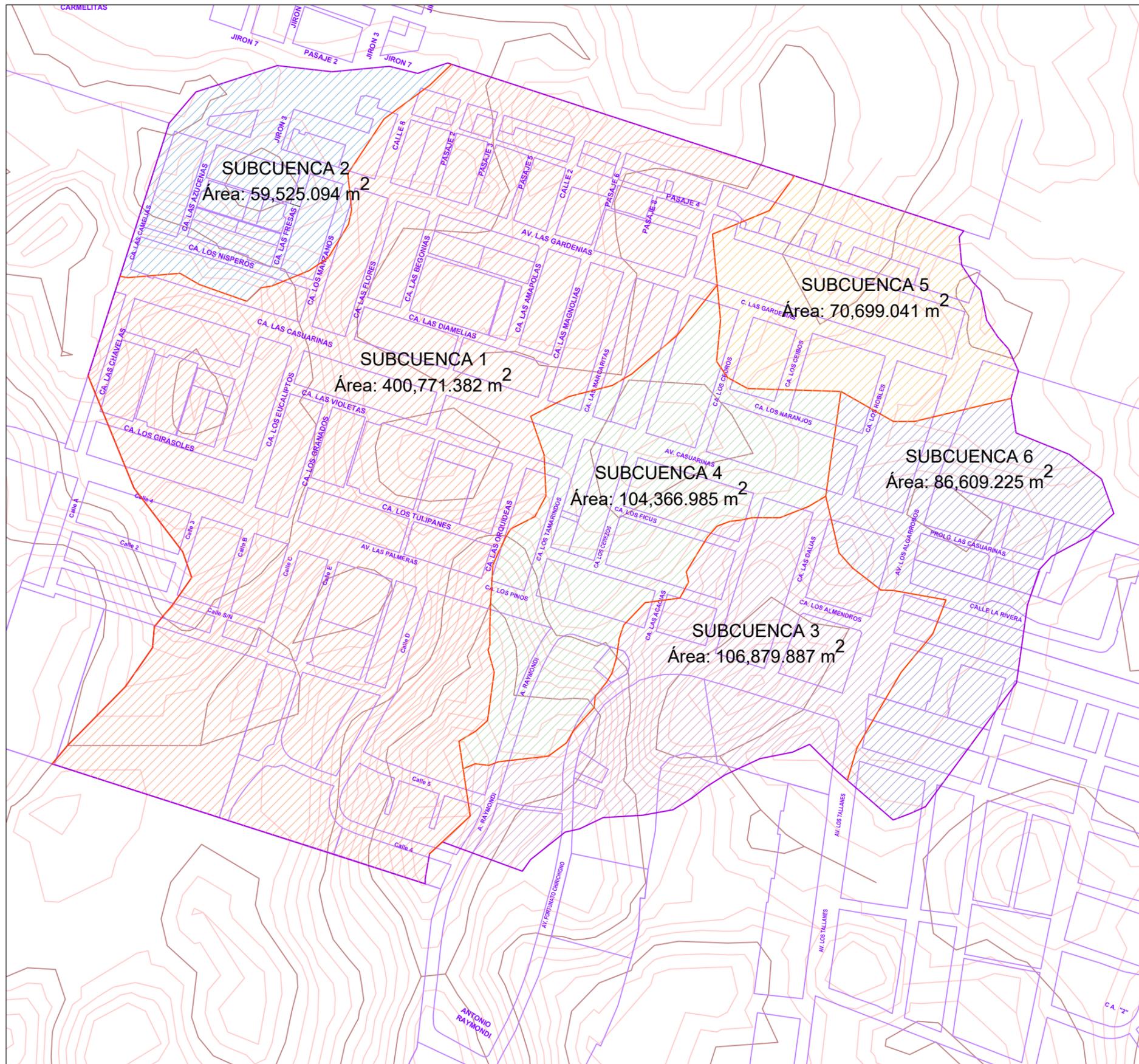
Calle Los Tamarindos PROFILE



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO		
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"		
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ		
	PLANO DE CURSOS DE AGUA Perfiles longitudinales CUENCA "LOS ROSALES"	LÁMINA:
	FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/2500

ANEXO 09:

Plano de subcuencas



LEYENDA	
	Línea mayor
	Línea menor
	Límite de la cuenca
	Límite subcuenca
	Área de subcuenca

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"

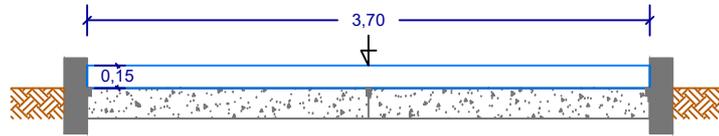
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ

	PLANO DE SUB CUENCAS CUENCA "LOS ROSALES"	LÁMINA:
	FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/5000

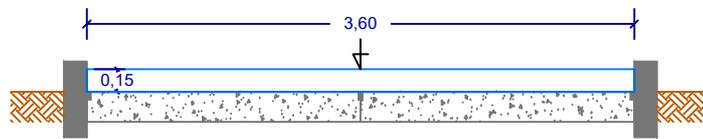
ANEXO 10:

**Plano de secciones viales
existentes**

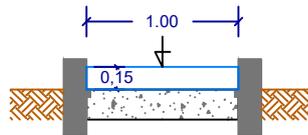
SECCIONES DE DREN PLUVIAL



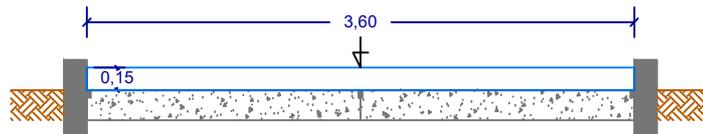
Desde Av. Las Palmeras hasta calle Las Violetas
Km 0+561.36 a Km 0+720.88



Desde Av. Las Casuarinas hasta calle Las Diamelas
Km 0+808.46 a Km 0+853.95



Desde calle Las Diamelas hasta Tramo 5
Km 0+884.07 a Km 0+958.05



Desde tramo 5 hasta Av. Las Gardenias
Km 0+958.05 a Km 0+989.62

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

**"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE
EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES,
UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"**

AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ



**PLANO SECCIONES VIALES
Canal de drenaje pluvial
CUENCA "LOS ROSALES"**

LÁMINA:

SV-01

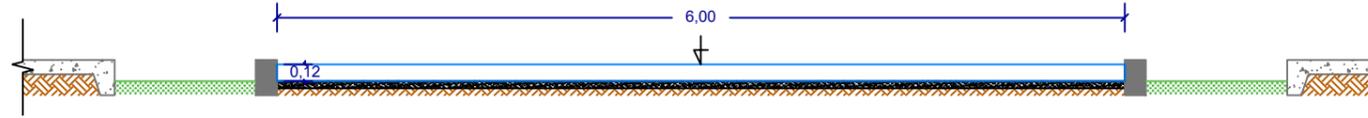
FECHA:

ABRIL 2022

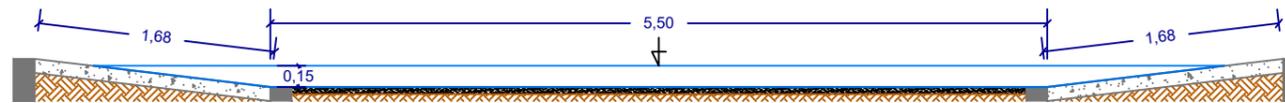
ESCALA:

1/50

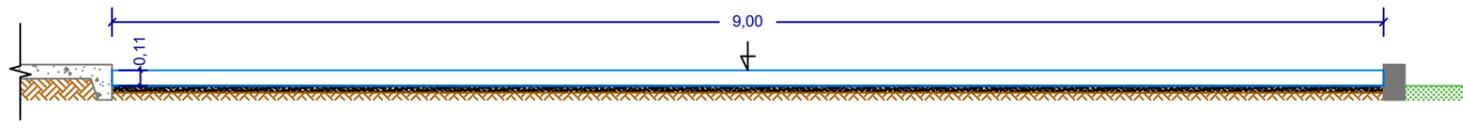
SECCIONES VIALES



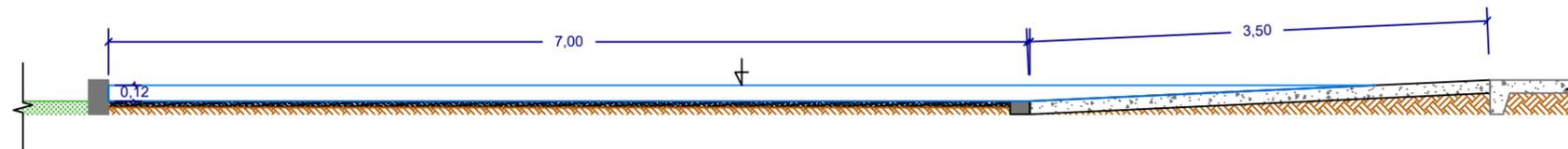
Calle S/N, Las Diamelas y Las Amapolas



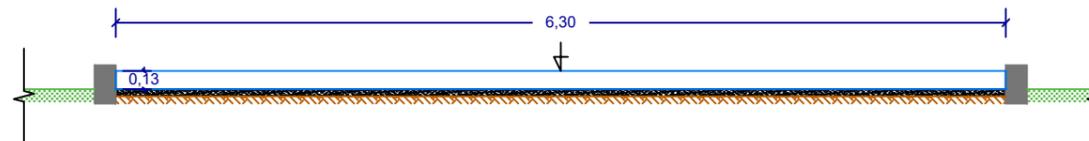
Calle Las Fresas



Avenida Las Palmeras (Carril izquierdo)
Prog. 0+764.17



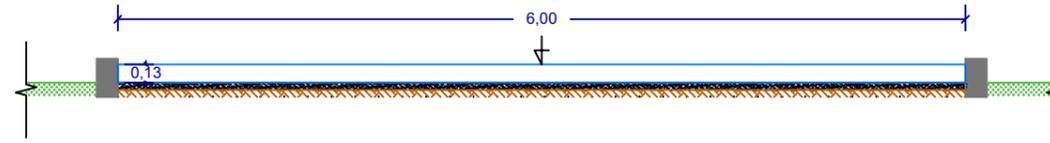
Avenida Las Palmeras (Carril derecho)
Prog. 0+764.17



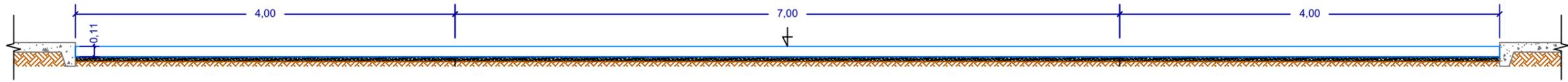
Avenida Las Casuarinas (Carril izquierdo)
Prog. 0+662.60

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO		
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"		
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ		
	PLANO SECCIONES VIALES Calles y avenidas asfaltadas CUENCA "LOS ROSALES"	
	FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/50
		LÁMINA: SV-02

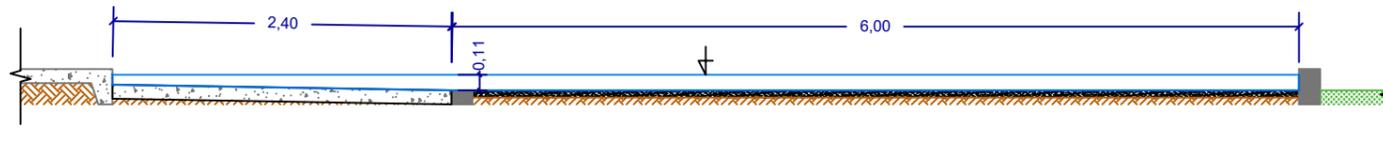
SECCIONES VIALES



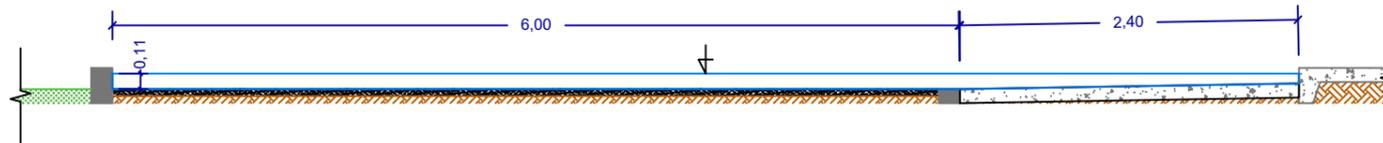
Avenida Las Casuarinas (Carril derecho)
Prog. 0+662.60



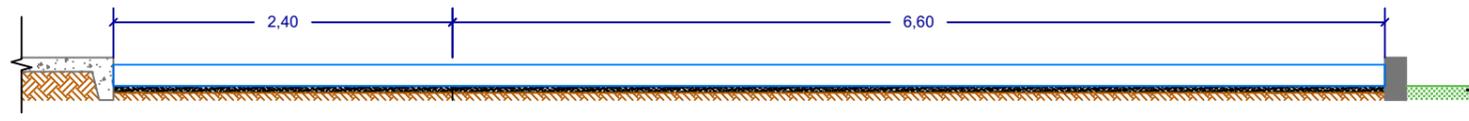
Avenida Las Gardenias
Prog. 0+450.91



Avenida Los Zánganos (Carril izquierdo)
Prog. 0+204.38



Avenida Los Zánganos (Carril derecho)
Prog. 0+204.38

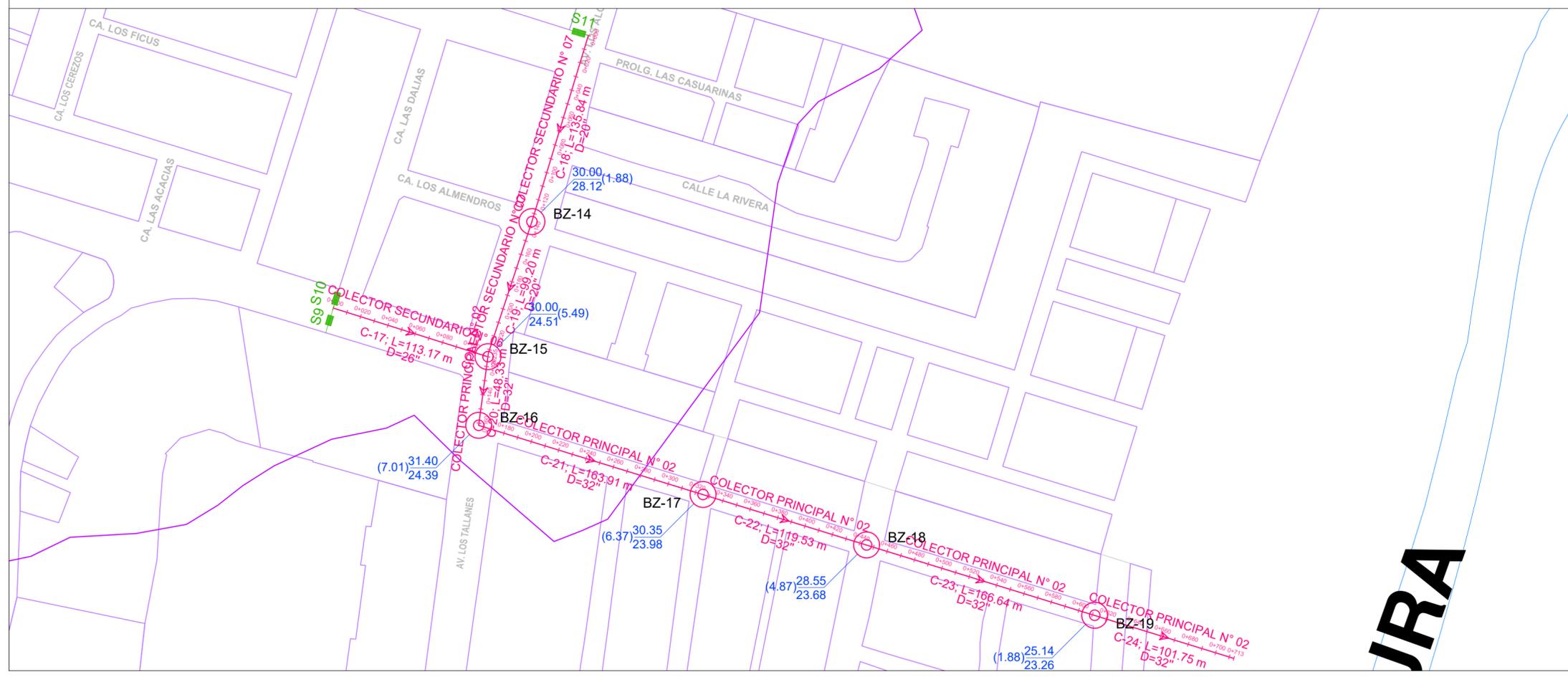
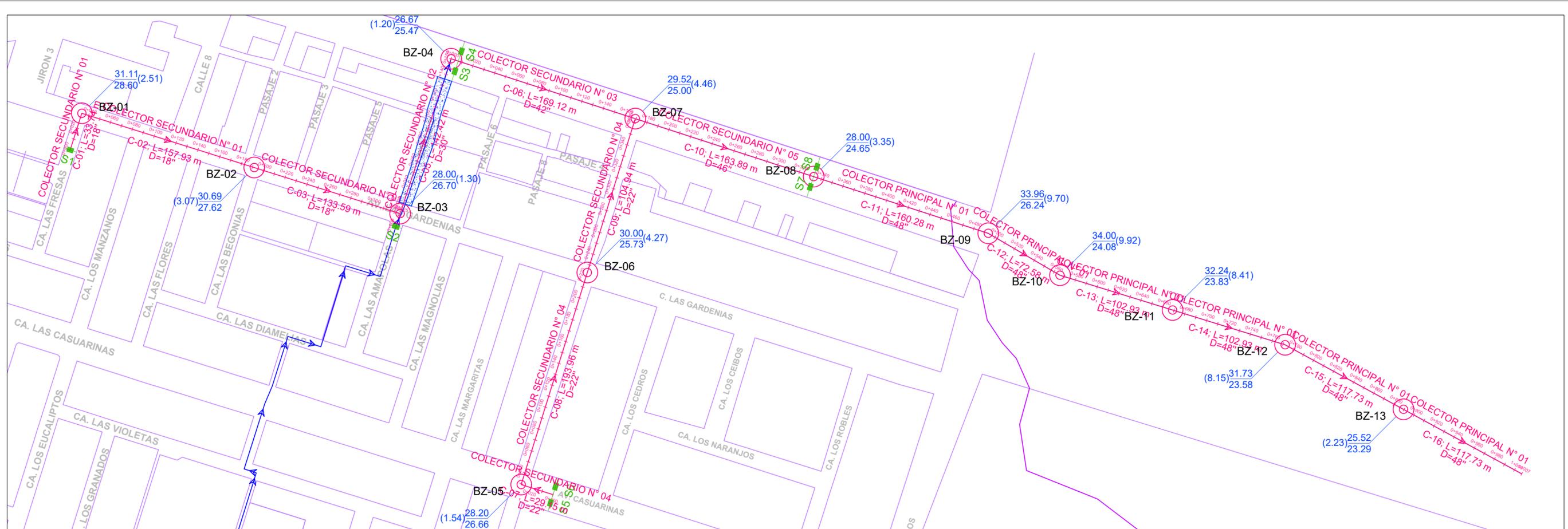


Avenida Los Tallanes (Carril izquierdo)
Prog. 0+315.68

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO		
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"		
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ		
	PLANO SECCIONES VIALES Calles y avenidas asfaltadas CUENCA "LOS ROSALES"	
	FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/50
		LÁMINA: SV-03

ANEXO 11:

Plano de propuesta de Drenaje Pluvial



LEYENDA	
	Línea mayor
	Línea menor
	Límite de la cuenca
	Canal proyectado
	Alcantarillado pluvial
	Dirección de flujo
	Buzón
	Sumidero de calzada

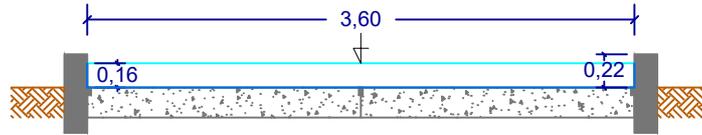
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"

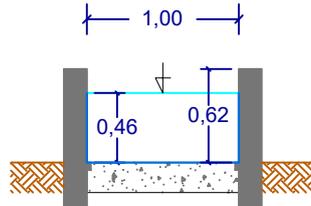
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ

	PLANO DE PROPUESTA DE DRENAJE PLUVIAL - Planta CUENCA "LOS ROSALES"		LÁMINA:
	FECHA:	ESCALA:	DP-01
	ABRIL 2022	1/2500	

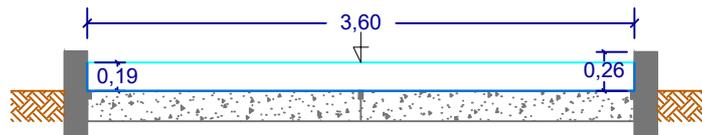
SECCIONES DE DREN PLUVIAL MODIFICADAS



Desde Av. Las Casuarinas hasta calle Las Diamelas
Km 0+808.46 a Km 0+853.95

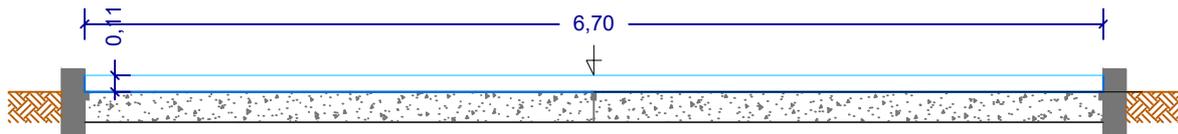


Desde calle Las Diamelas hasta Tramo 5
Km 0+884.07 a Km 0+958.05



Desde tramo 4 hasta Av. Las Gardenias
Km 0+958.05 a Km 0+989.62

SECCIONES DE DREN PROYECTADAS



Calle Las Amapolas - Tramo II
Km 0+130.00 a Km 0+274.46

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

**"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE
EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES,
UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"**

AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ



**PLANO DE PROPUESTA DE
DRENAJE - Secciones de dren
CUENCA "LOS ROSALES"**

LÁMINA:

DP-02

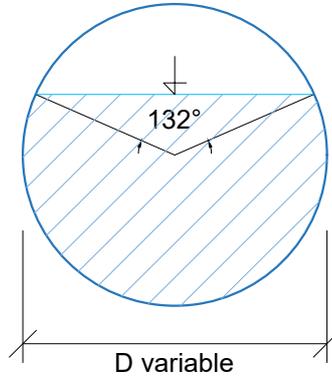
FECHA:

ABRIL 2022

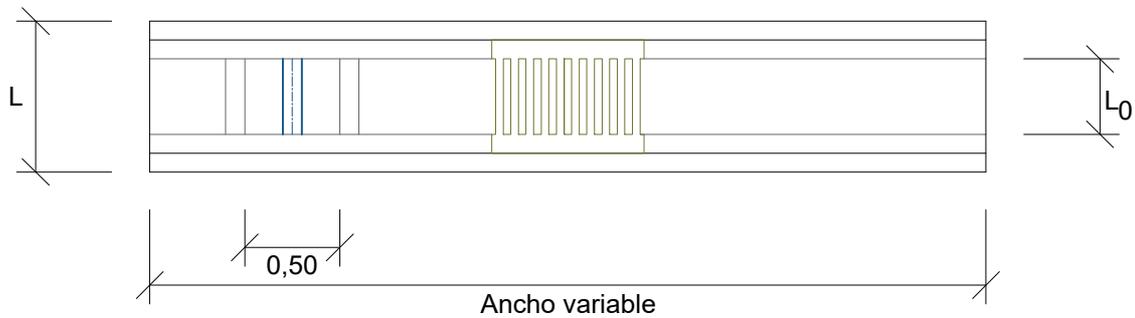
ESCALA:

1/50

DETALLE DE SECCIÓN TRANSVERSAL EN COLECTORES



DETALLE DE SUMIDEROS



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"

AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ



PLANO DE PROPUESTA DE DRENAJE - Detalles CUENCA "LOS ROSALES"

LÁMINA:

DP-03

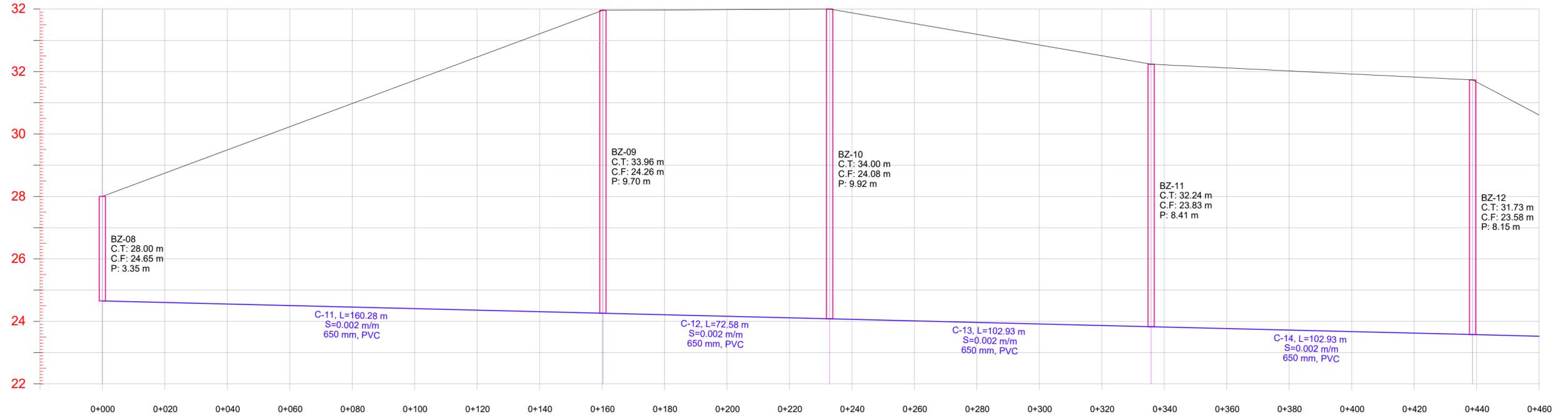
FECHA:

ABRIL 2022

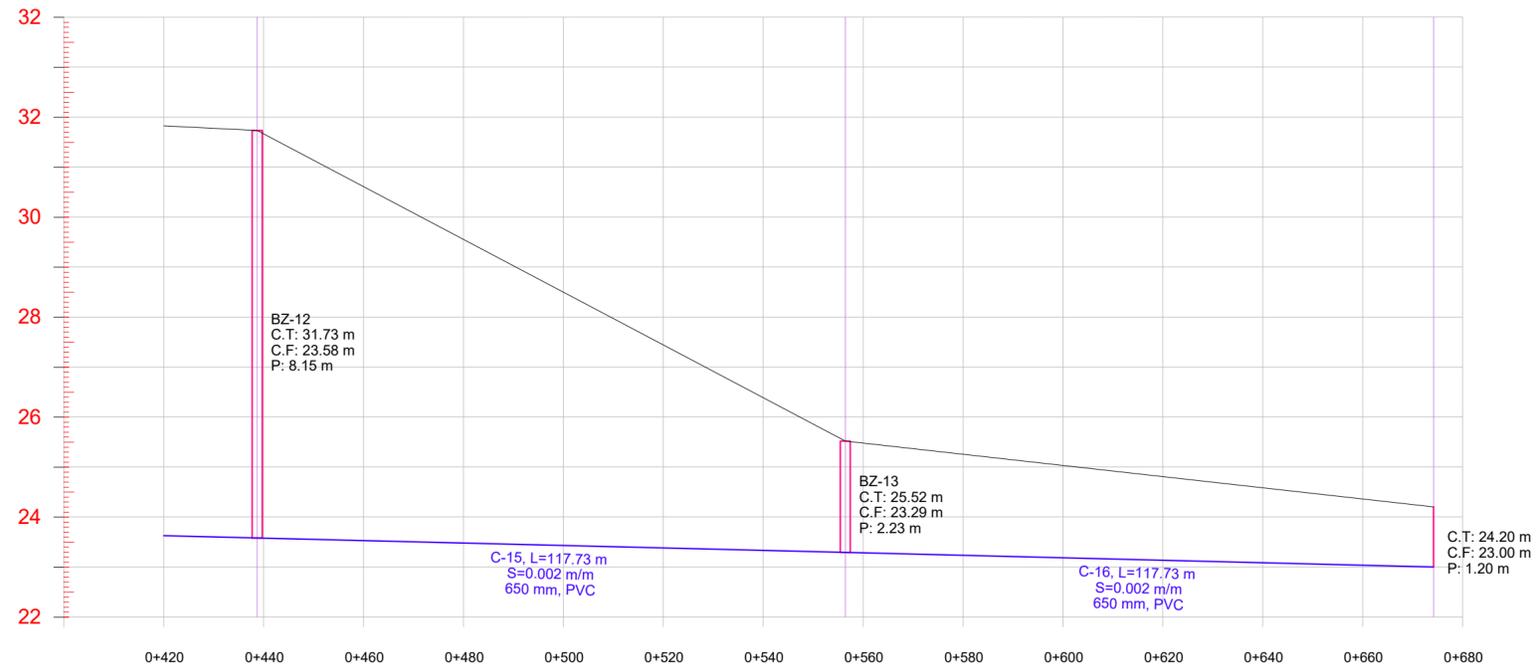
ESCALA:

1/40

PERFIL COLECTOR PRINCIPAL N° 01 (Parte I)

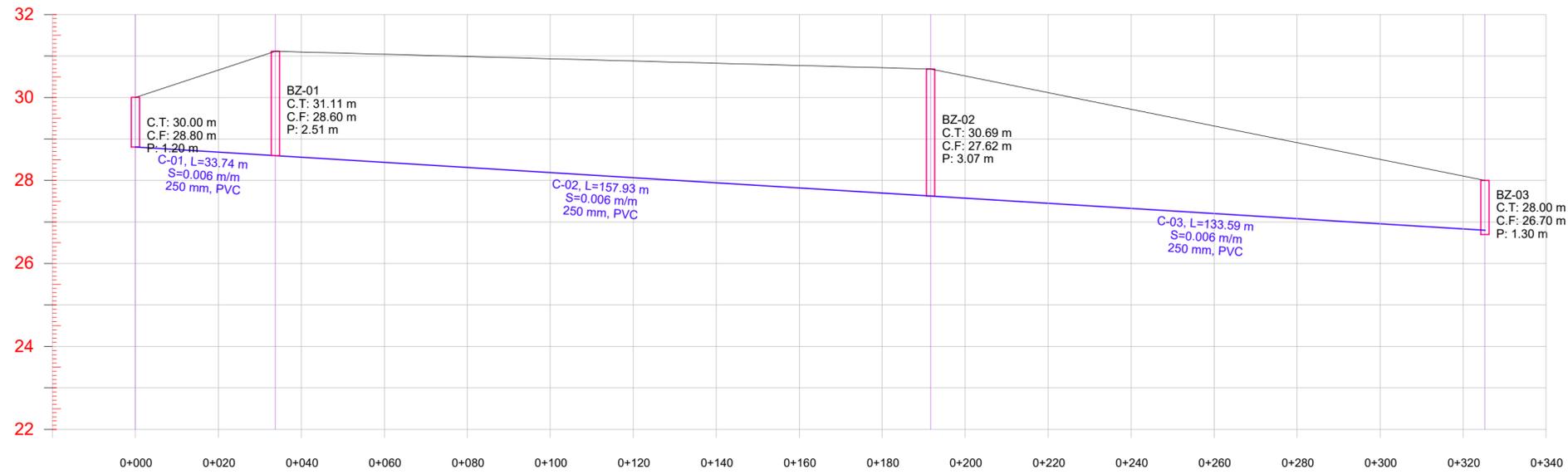


PERFIL COLECTOR PRINCIPAL N° 01 (Parte II)

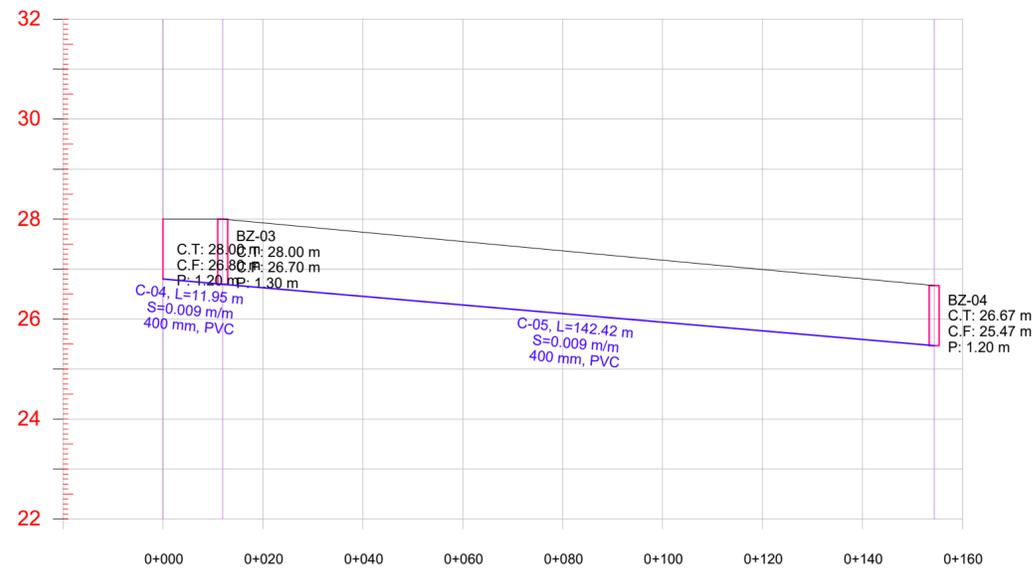


UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"	
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ	
	PLANO DE PROPUESTA DE DRENAJE - Perfiles Longitudinales CUENCA "LOS ROSALES"
	LÁMINA: DP-04
FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/1000

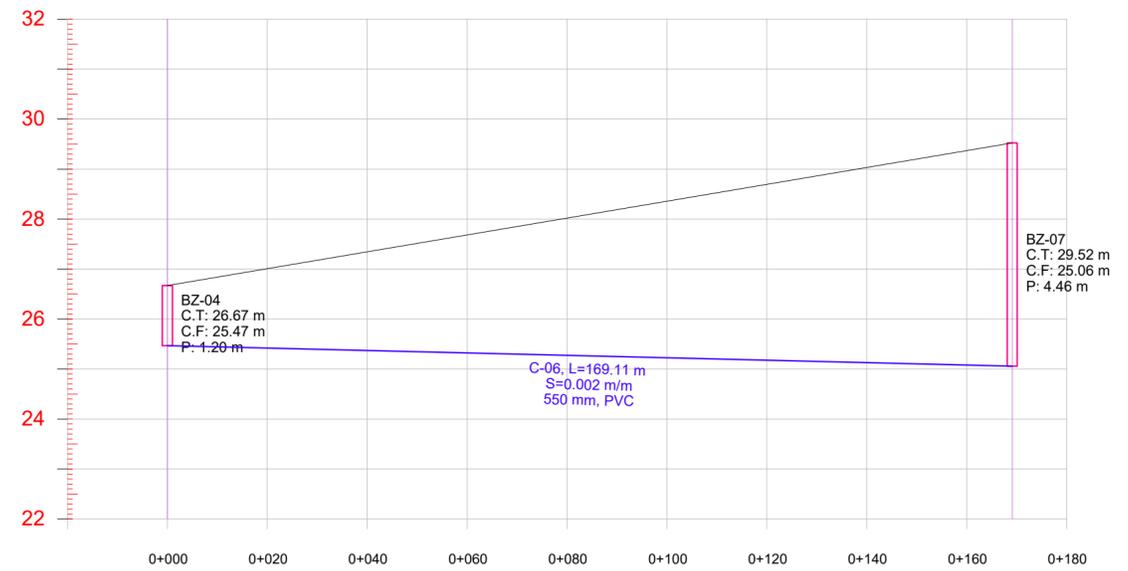
PERFIL COLECTOR SECUNDARIO N° 01



PERFIL COLECTOR SECUNDARIO N° 02

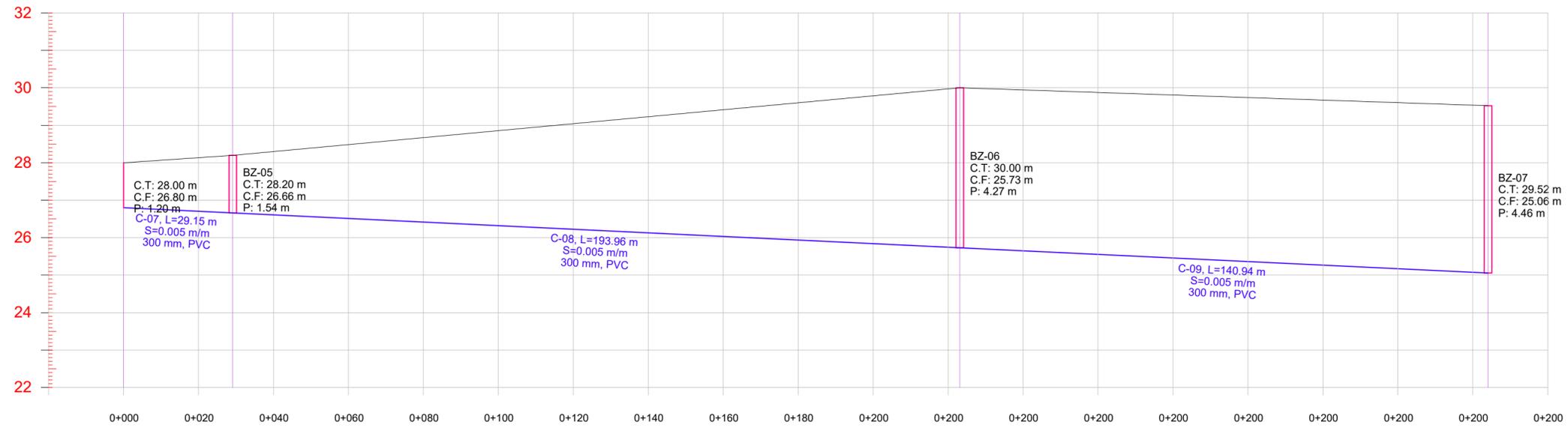


PERFIL COLECTOR SECUNDARIO N° 03

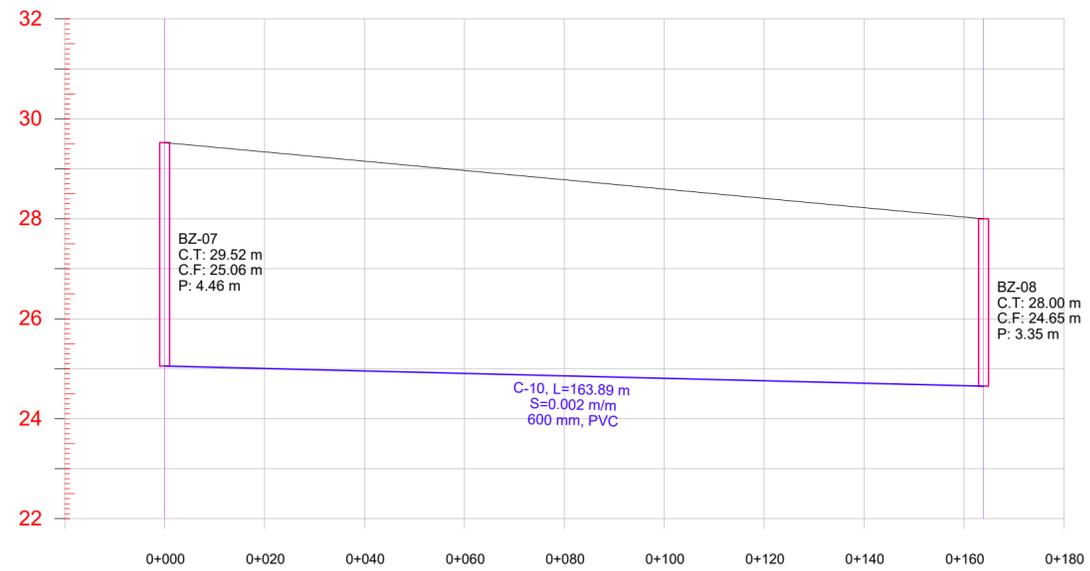


UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"	
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ	
	PLANO DE PROPUESTA DE DRENAJE - Perfiles Longitudinales CUENCA "LOS ROSALES"
	LÁMINA: DP-05
FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/1000

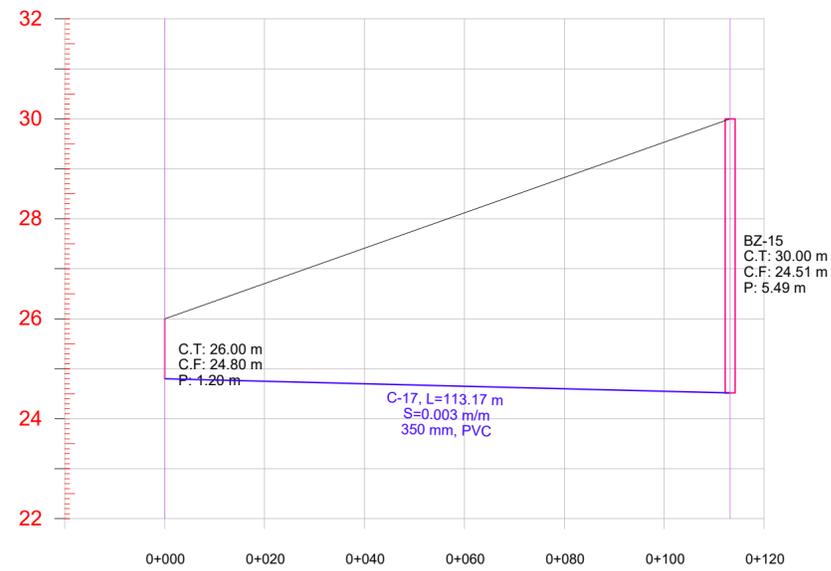
PERFIL COLECTOR SECUNDARIO N° 04



PERFIL COLECTOR SECUNDARIO N° 05

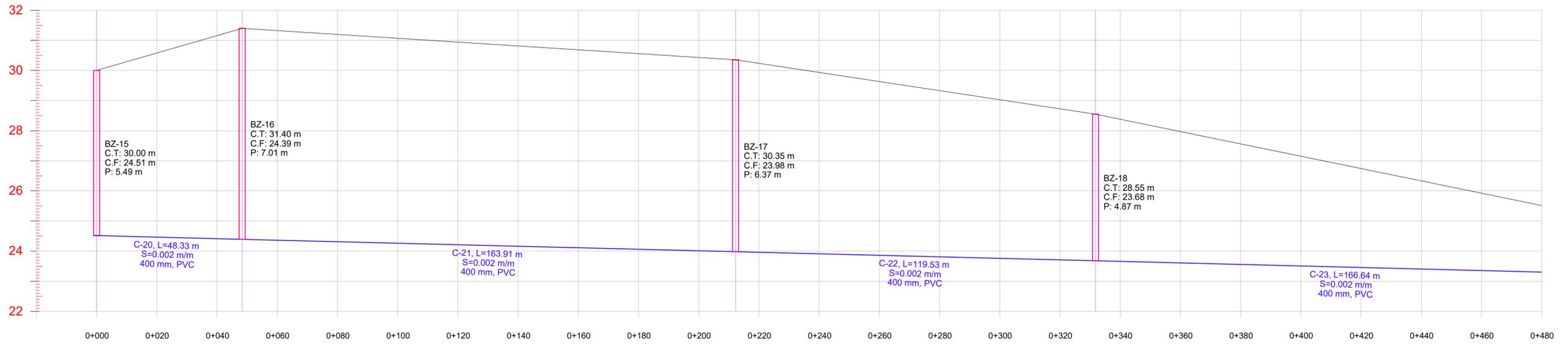


PERFIL COLECTOR SECUNDARIO N° 06

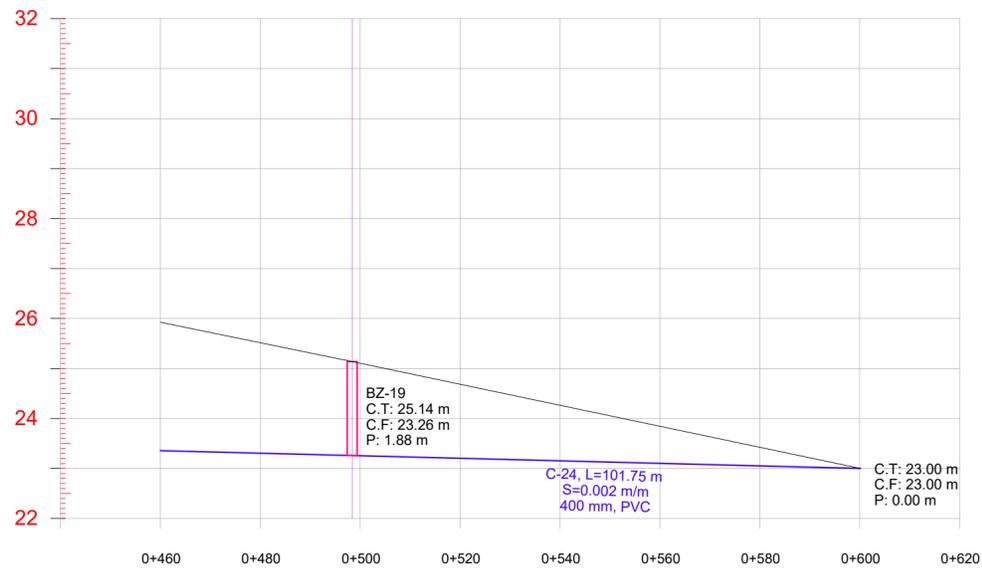


UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO	
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"	
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ	
	PLANO DE PROPUESTA DE DRENAJE - Perfiles Longitudinales CUENCA "LOS ROSALES"
	LÁMINA: DP-06
FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/1000

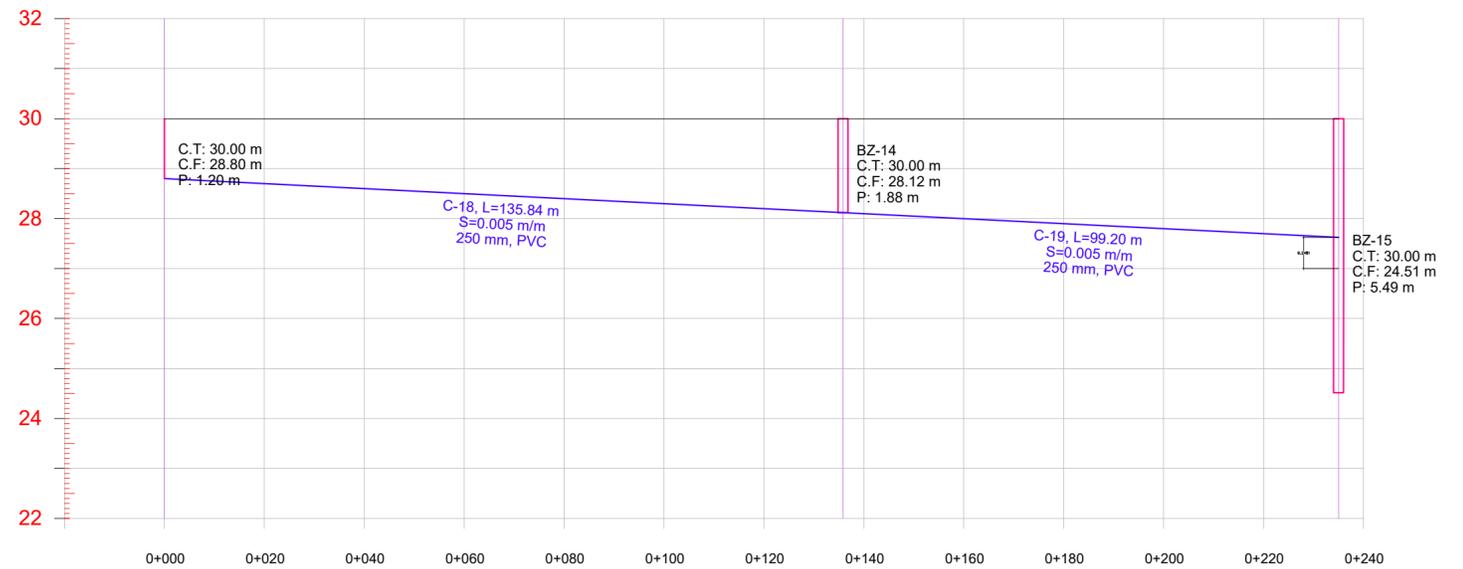
PERFIL COLECTOR PRINCIPAL N° 02 (Parte I)



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL N° 02 (Parte II)



PERFIL COLECTOR SECUNDARIO N° 07



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	
"ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA"	
AUTOR: IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ	
	PLANO DE PROPUESTA DE DRENAJE - Perfiles Longitudinales CUENCA "LOS ROSALES"
	LÁMINA: DP-07
FECHA: ABRIL 2022	ESCALA: 1/1000

ANEXO 12:

Resolución de aprobación de Proyecto de Tesis



RESOLUCIÓN N° 0130-2022-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado “**ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA**”, del Bachiller: **IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ing. GUILLERMO CABANILLAS QUIROZ**, Presidente; **Ing. ROCIO DURAND ORELLANA**, Secretario; **Ing. WILLIAM GALICIA GUARNIZ**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR la modalidad de titulación solicitada por el Bachiller: **IRINA SILVANA PADILLA MELÉNDEZ**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: APROBAR y DISPONER la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: “**ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA**”.

TERCERO: COMUNICAR al Bachiller que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.




Dr. Ángel Alandca Quenta
DECANO

ANEXO 13:

Constancia de Asesor

INFORME FINAL DE ASESORAMIENTO DE TESIS

Señor: Decano de la Facultad de Ingeniería
Asunto: Informe final de asesoramiento de tesis
Fecha: Trujillo, 30 de abril de 2022

De conformidad con el Artículo 33º del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la **Resolución de Facultad N°0130-2022-FI-UPAO**, el suscrito, docente asesor de la Tesis titulada: **“ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA”** de la Bachiller: PADILLA MELENDEZ, IRINA SILVANA; cumpla con informar sobre el asesoramiento realizado, detallando lo siguiente:

Que los Tesisistas han cumplido con las etapas y cronogramas establecidos, asimismo con el proceso de la investigación de acuerdo con el proyecto de tesis, doy conformidad a su trabajo de investigación, para que puedan continuar con sus trámites para optar el Título Profesional.

Por lo expuesto, agradeceré a usted, tomar en consideración el presente trabajo, para su evaluación y emisión del dictamen que corresponda por parte del jurado.

Atentamente,


.....
Asesor
ING. MANUEL VERTIZ MALABRIGO
CIP: 71188

Adjunto:

- ✓ *Reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Turnitin y firmado por el suscrito, que no supera el 20 %.*

ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA

por Irina Silvana Padilla Meléndez

Fecha de entrega: 13-abr-2022 10:25a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1809778586

Nombre del archivo: Informe_I.S.P.M..docx (5.88M)

Total de palabras: 20169

Total de caracteres: 109785


MANUEL A. VERTIZ MALABRIGO
ING. CIVIL
R. CIP. 71108

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA
URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Hidrología e Hidráulica

AUTOR:

Br. PADILLA MELÉNDEZ, IRINA SILVANA

ASESOR:

Ms. VERTIZ MALABRIGO, MANUEL

Código ORCID:0000-0001-9168-8258

Piura – Perú

2022


MANUEL A. VERTIZ MALABRIGO
ING. CIVIL
CIP 71185

ANÁLISIS DEL CAUDAL PLUVIAL RESULTANTE EN LA CUENCA URBANA LOS ROSALES, UBICADO EN EL DISTRITO DE PIURA

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

www.infoteca.cnptia.embrapa.br

Fuente de Internet

1%

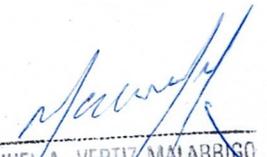
Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo


MANUEL A. VERTIZ MALABRIGO
ING. CIVIL
R. CIP. 71186