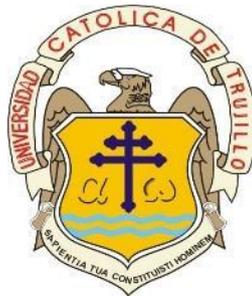


**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE**  
**INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES**  
**PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI**  
**SATIPO, JUNÍN - 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**  
**DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Br. Angelo Alexander Castañeda Hinostraza  
ORCID: 0009-0002-7475-2726

**ASESOR**

Msc. Ing. Juan Carlos Martell Ortiz  
<https://orcid.org/0009-0008-0023-548X>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Modelamiento, diseño e infraestructura hidráulica

**TRUJILLO- PERÚ**

**2023**

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería:

Yo Msc. Ing. Juan Carlos Martell Ortiz con DNI N° 47194499 como asesor del trabajo de investigación **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNÍN – 2023”**. Desarrollado por el bachiller Angelo Alexander Castañeda Hinostroza con DNI N° 75793699, Egresado del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de clasificación designada por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



-----  
**Juan C. Martell Ortiz**  
**MSc. ING. CIVIL**  
**R. CIP 153009**  
DNI 47194499

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

**Arzobispo Metropolitano de Trujillo**

**Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI**

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

**Rectora y vicerrectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI**

Dr. Ena Obando Peralta

**Vicerrectora de Investigación**

Mg. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

R.P. Mg. Ricardo Angulo Bazauri

**Gerente de Desarrollo Institucional**

Cpc. Alejandro Carlos García Flores

**Gerente de Administración y Finanzas**

Dra. Teresa Sofía Reategui Marín

**Secretaria General**

## **DEDICATORIA**

*Ante todo, a Dios, por otorgarme existencia y la de mi familia y permitirme culminar mi carrera profesional, enseñándome virtudes y principios para mi realización como buen ciudadano y exitoso profesional.*

*A mis padres por el afecto constante, el apoyo incondicional que cada día me otorgan, y de esta manera poder lograr mis metas propuestas y superar todos los obstáculos presentados en el transcurso de mi vida y enseñarme a mantener una actitud positiva.*

*A mis hermanos que siempre me apoyan con su amor y comprensión para poder culminar con mis estudios, siendo un gran motivo para salir adelante, y a toda mi familia, por los consejos, apoyo y la unidad en casa.*

***Angelo Alexander Castañeda Hinostraza***

***Autor***

## **AGRADECIMIENTO**

*Ante todo, le agradezco a Dios por otorgarme existencia y la oportunidad de realizar una meta más en mi vida y seguir adelante a lado de mi familia y todos mis seres queridos en estos tiempos muy difíciles que hemos pasado, pero seguimos adelante.*

*A mis padres por el apoyo constante y por todas las enseñanzas que siempre me han brindado y que siempre están motivándome, apoyándome y siempre juntos ante cualquier problema que vengan afrontaremos como familia.*

*A mis hermanos porque en todo momento están a mi lado por ser mi motivación de seguir adelante y por todo el amor y paciencia que me han tenido.*

*A nuestra prestigiosa Universidad Católica de Trujillo, por los estudios brindados y los docentes por todo el transcurso de la enseñanza brindado a mi persona.*

*Al Mg. Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña, por ser un buen Asesor y guía de mi trabajo de investigación muy agradecido.*

***Angelo Alexander Castañeda Hinostraza***

***Autor***

## INDICE

<b>AUTORIDADES UNIVERSITARIAS</b> .....	2
<b>DEDICATORIA</b> .....	4
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	5
<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	17
<b>II. METODOLOGÍA</b> .....	77
<b>2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación</b> .....	77
<b>2.2. Población y muestra</b> .....	79
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recojo de datos</b> .....	80
<b>2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información</b> .....	82
<b>2.5. Aspectos éticos en investigación</b> .....	83
<b>III. RESULTADOS</b> .....	85
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	138
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	143
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	144
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	145
<b>ANEXOS</b> .....	151
Anexo 1: Instrumento de recolección de la información.....	152
Anexo 2: Ficha técnica .....	159
Anexo 3: Operacionalización de variables .....	161
Anexo 4: Perfiles de lámina de agua para 2, 10, 25 y 50 años .....	163
Anexo 5: Metrados .....	169
Anexo 6: Costos Unitarios.....	175
Anexo 7: Matriz de consistencia .....	183
Anexo 8: Estudio de Mecánica de Suelos .....	185
Anexo 9: Panel Fotográfico.....	221
Anexo 10: Planos.....	231

## INDICE DE FIGURAS

- Figura N° 01 Países afectados por inundaciones en todo el mundo 2021-2022..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 02 Impacto de desastres naturales en América Latina ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 03 Ciclón Yaku e inundaciones en el Perú ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 04 Dengue, aumento de mosquitos por agua empozada ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 05 Inundación de la avenida Raymondi por falta de sistema de drenaje pluvial. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 06 Levantamiento topográfico en obra ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 07 Relieve de superficie terrestre..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 08 Estructura de un suelo mixto..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 09 Estructura molecular del agua..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 10 Representación del ciclo hidrológico del agua ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 11 ¿Qué es la escorrentía?..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 12 Red de drenaje pluvial, Perú ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 13 Sistema de alcantarillado pluvial ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 14 Tipos de sumideros ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 15 Conductos cerrados – secciones transversales ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 16 Conductos abiertos – secciones transversales..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 17 Ejemplo de desagüe a la salida de una obra de drenaje transversal .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 18 Características de una cuenca hidrográfica.. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 19 Precipitaciones en el ciclo del agua ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 20 Aparatos que miden precipitaciones ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 21 Hietograma de precipitación ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 22 Curvas duración, intensidad y frecuencia .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 23 Resumen de las ecuaciones de tiempo de concentración.. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 24 Zonas y subzonas pluviométricas ..... **¡Error! Marcador no definido.**

- Figura N° 25 Método tradicional representado gráficamente.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 26 Secciones transversales de cunetas forma y material ..**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 27 Plano de ingreso en el sumidero de solera ..**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 28 Sumidero grande con conexión a cámara - S1 .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 29 Sumidero grande con conexión a tubería - S2 .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 30 Sumidero chico con conexión a la cámara - S3 .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 31 Sumidero chico con conexión a la tubería - S4.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 32 Clasificación de clases de cargas .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 33 Sistemas para áreas industriales, tránsito con vehículo pesado y montacargas  
**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 34 Sistema unitario .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 35 Sistema separativo .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 36 Sistema pseudoseparativo .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 37 Sistema doblemente separativo.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 38 Sistema dual.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 39 Sistema combinado .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 40 Canalización por gravedad.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 41 Evacuación por elevación .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 42 Evacuación a presión .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 43 Etapas del diseño de un SUDS.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 44 Rutas naturales de drenaje.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 45 Flujos y puntos de descarga existentes .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 46 Espacios verdes abiertos .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 47 Estructura vial .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 48 Flujos de excedencia.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 49 Ciclo hidrograma urbano .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 50 Esquema conceptual de red separativa.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 51 Componentes físicos empleados en el modelado de sistema de drenaje pluvial urbano;**¡Error! Marcador no definido.**

- Figura N° 52 Software StormWater Management Model . **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 53 Aplicaciones típicas del software SWMM... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 54 Etapas de investigación..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 55 Plano catastral urbano de Satipo ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 56 Imagen geográfica de zona de estudio ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 57 Cuenca del río Tambo en Satipo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 58 Ubicación de calicatas en el área de estudio **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 59 Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la Muestra N° 01  
**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 60 Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la Muestra N° 02  
**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 61 Histograma de registro histórico (1964-2018)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 62 Intensidad – duración para un periodo retorno de 2 años . **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 63 Intensidad – duración para un periodo retorno de 5 años . **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 64 Intensidad – duración para un periodo retorno de 10 años; **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 65 Intensidad – duración para un periodo retorno de 25 años; **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 66 Intensidad – duración para un periodo retorno de 50 años; **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 67 Curvas de intensidad – duración y frecuencia de la cuenca..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 68 Delimitación de sub cuencas del área de estudio..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 69 Modelado de simulación de la cuenca de la zona de estudio..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 70 Frecuencia para un periodo retorno de 2 años, ingresado al WSMM. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 71 Curva de serie temporal periodo retorno de 2 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura N° 72 Frecuencia para un periodo retorno de 5 años, ingresado al WSMM. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 73 Curva de serie temporal periodo retorno de 5 años .....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 74 Frecuencia para un periodo retorno de 10 años, ingresado al WSMM;**¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 75 Curva de serie temporal periodo retorno de 10 años ...**¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 76 Frecuencia para un periodo retorno de 25 años, ingresado al WSMM;**¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 77 Curva de serie temporal periodo retorno de 25 años ...**¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 78 Frecuencia para un periodo retorno de 50 años, ingresado al WSMM;**¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 79 Curva de serie temporal periodo retorno de 50 años ...**¡Error! Marcador no definido.**

Figura N° 80 Modelado en 3D sistema de Drenaje Pluvial para Avenida Raymondi.  
**¡Error! Marcador no definido.**

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Composición de suelo .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 02 Peso específico relativo Gs para suelos .....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 03 Obras de drenaje superficial.....**¡Error! Marcador no definido.**

- Tabla N° 04 Coeficiente “n” de Manning para cunetas de calzadas y calles ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 05 Coeficientes de escorrentía (C) para áreas urbanas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 06 Coeficientes de escorrentía (C) usados racionalmente **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 07 Subdivisión de territorio en Zonas y subzonas pluviométricas y valores de parámetros K'g y E0 que definen la distribución de probabilidades hg en cada punto  
**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 08 Valores de parámetros a , n y K..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 09 Captación de agua por sumidero..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 10 Diámetros mínimos de tuberías en colectores de aguas pluviales ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 11 Coeficientes de Manning para colectores .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 12 Velocidad máxima para tuberías en drenaje pluvial (m/s) **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 13 Coordenadas de ubicación de las avenidas de estudio. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 14 Levantamiento topográfico de la Avenida Raymondi y sus alrededores  
**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 15 Resultados obtenidos del levantamiento topográfico... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 16 Ubicación de calicatas..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 17 Perfil estratigráfico de la calicata N° 01 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 18 Perfil estratigráfico de la calicata N° 02 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 19 Análisis granulométrico Calicata N° 01 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 20 Análisis granulométrico Calicata N° 02 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 21 Límites de Atterberg de la muestra N° 01 ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 22 Límites de Atterberg de la muestra N° 02 ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 23 Humedad natural en la Calicata 01 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 24 Humedad natural en la Calicata 02 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 25 Datos de información de la microcuenca de la zona de estudio ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 26 Datos de precipitaciones de la estación pluviométrica Satipo (1964-2018)  
**¡Error! Marcador no definido.**

- Tabla N° 27 Cálculo de la desviación cuadrática de los 51 años .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 28 Cálculo de probabilidad de ocurrencia de precipitaciones Gumbel.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 29 Coeficientes de duración para 24 horas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 30 Precipitaciones máximas para 2, 5, 10, 25 y 50 años en 24 horas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 31 Intensidad de lluvia (mm/hora) según periodo de retorno **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 32 Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 2 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 33 Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 5 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 34 Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 10 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 35 Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 25 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 36 Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 50 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 37 Intensidades (mm/h) y tiempo de duración para 60 minutos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 38 Características de las sub cuencas del área de estudio. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 39 Cálculo de pendientes de la sub cuenca ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 40 Cálculo de pendientes en conductos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 41 Cotas de fondo de los nudos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 42 Opciones de análisis para 2, 5, 10, 25 y 50 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 43 Escorrentías en sub cuencas para un periodo retorno de 2 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 44 Nivel de nudos para un periodo retorno de 2 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 45 Aporte en nudos para un periodo retorno de 2 años .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 46 Resumen de vertido para un periodo de 2 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**

- Tabla N° 47 Escorrentías en sub cuencas para un periodo retorno de 5 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 48 Nivel de nudos para un periodo retorno de 5 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 49 Aporte en nudos para un periodo retorno de 5 años .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 50 Resumen de vertido para un periodo de 5 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 51 Escorrentías en sub cuencas para un periodo retorno de 10 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 52 Nivel de nudos para un periodo retorno de 10 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 53 Aporte en nudos para un periodo retorno de 10 años .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 54 Resumen de vertido para un periodo de 10 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 55 Escorrentías en sub cuencas para un periodo retorno de 25 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 56 Nivel de nudos para un periodo retorno de 25 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 57 Aporte en nudos para un periodo retorno de 25 años .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 58 Resumen de vertido para un periodo de 25 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 59 Escorrentías en sub cuencas para un periodo retorno de 50 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 60 Nivel de nudos para un periodo retorno de 50 años..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 61 Aporte en nudos para un periodo retorno de 50 años .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 62 Resumen de vertido para un periodo de 50 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 63 Presupuesto para la construcción del sistema de drenaje pluvial en Av. Raymondi **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 64 Operacionalización de variables ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla N° 65 Matriz de consistencia..... **¡Error! Marcador no definido.**



## RESUMEN

La presente investigación, está basada en el lineamiento de investigación de acuerdo a la Universidad Católica de Trujillo, que es Modelamiento, diseño e infraestructura hidráulica, considerando como problema general ¿De qué manera el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales mejorará la avenida Raymondi, Satipo, Junín – 2023?, se tuvo como objetivo el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales en la Av. Raymondi, basados en la norma CE.040 y el software de modelación SWMM. El enfoque de investigación adoptado fue de carácter descriptivo simple y se optó por un diseño de investigación no experimental de tipo transversal. Los resultados de la topografía presentaron una pendiente mínima de 0.90% y una pendiente máxima de 2.70%; en el estudio de suelos se encontró para la Calicata N° 01 un suelo (ML), limo orgánico, y para la Calicata N° 02 un suelo (SM), arena limosa con grava; en el estudio hidrológico se obtuvo valores de 28.90 mm para 2 años, 39.09 mm para 5 años, 48.53 mm para 10 años, 66.47 mm para 25 años y 83.54 mm para 50 años. El modelamiento en el software SWMM 5.2, caudales máximos respectivos de 4.20, 5.98, 7.87, 11.31 y 14.80 L/s. La estructura a diseñar fue de 2 canales pluviales de similares dimensiones: 0.50 m de profundidad y 0.80 m de ancho. Con la incorporación de juntas de dilatación ubicadas a intervalos de 2.50 metros y rejillas de fierro laminado de dimensiones 5.00 m \* 0.80 m, en conformidad con las especificaciones de la normativa CE.040 del RNE. Estas rejillas están colocadas en la parte superior del canal. El costo total estimado para la edificación del sistema de drenaje pluvial se estima en S/ 3 '481,257.77 soles.

**Palabras claves:** *sistema de drenaje pluvial, levantamiento topográfico, estudio hidrológico, estudio de mecánica de suelos.*

## ABSTRACT

The present investigation is based on the research guideline according to the Catholic University of Trujillo, which is Modeling, design and hydraulic infrastructure, considering as a general problem How will the design of the stormwater drainage system improve the avenue Raymondi, Satipo, Junín – 2023?, the objective was to design the stormwater drainage system on Av. Raymondi, based on the CE.040 standard and the SWMM modeling software. The research approach adopted was simple descriptive in nature and a non-experimental cross-sectional research design was chosen. The results of the topography presented a minimum slope of 0.90% and a maximum slope of 2.70%; In the soil study, a soil (ML), organic silt, was found for Calicata N° 01, and for Calicata N° 02 a soil (SM), silty sand with gravel; In the hydrological study, values of 28.90 mm for 2 years, 39.09 mm for 5 years, 48.53 mm for 10 years, 66.47 mm for 25 years and 83.54 mm for 50 years were obtained. Modeling in SWMM 5.2 software, respective maximum flow rates of 4.20, 5.98, 7.87, 11.31 and 14.80 L/s. The design structure was 2 storm channels of similar dimensions: 0.50 m. deep and 0.80 m. Wide. With expansion joints positioned at intervals of 2.50 meters and laminated iron gratings of 5.00 m \* 0.80 m, in accordance with the RNE CE.040 regulations, arranged in the upper part of the channel. Concluding with a total budget for the construction of the storm drainage system it would amount to S/ 3,481,257.77 soles.

Keywords: storm drainage system, topographic survey, hydrological study, soil mechanics study

## I. INTRODUCCIÓN

Jean-Pierre Bouchard (2023), señala que el aumento del cambio climático y el calentamiento global han llevado a una mayor incidencia de lluvias torrenciales e inundaciones en todo el mundo. Fuertes lluvias durante el mes de abril 2022 y principios de mayo provocaron inundaciones en todas partes del mundo con excepción de la Antártida. Los países afectados durante estos dos meses se registran en la Figura N° 1.

### Figura N° 01

*Países afectados por inundaciones en todo el mundo 2021-2022*



Fuente: Jean-Pierre Bouchard, 2023.

El mapa de la Figura N°1 pinta un panorama sombrío del alcance de las inundaciones en el mundo en 2021-2022. En el año 2012 hubo 432 eventos desastrosos reportados en todo el mundo y el 52% (223) de estos eventos fueron inundaciones. Los costes humanos y socioeconómicos de estas inundaciones han sido extremas. Se reportaron 4.143 muertes en 2021 como resultado de inundaciones con la proporción de muertes por continente siendo: Asia (48,7%), América (43,2%), África (5,1%), Europa (2,9%) y Oceanía (0,1%). Se reportaron pérdidas económicas por inundaciones de alrededor de 74.400 millones de dólares estadounidenses.

Un informe de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2020), informa que América Latina y el Caribe fundan como la segunda área geográfica de principal susceptibilidad a desastres naturales a nivel mundial. En esta región, las inundaciones se destacan como el tipo de desastre más común. En las dos últimas décadas, se documentaron 548 eventos de este tipo, generando pérdidas económicas que alcanzan la cifra de mil millones de dólares y afectando directamente a aproximadamente 53 millones de personas.

**Figura N° 02**

*Impacto de desastres naturales en América Latina*



Fuente: OCHA, 2020.

Brasil figura entre las naciones más vulnerables a este tipo de tragedias a nivel global, pero otros países de acuerdo como Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Panamá, Perú, Venezuela y Uruguay también han experimentado sus efectos. En particular, Colombia ha registrado la mayor cantidad de población perjudicada, con más de 11 millones de personas afectadas en los últimos años. Las inundaciones son consideradas una de las calamidades naturales más costosas debido a la extensa gama de perjuicios que pueden ocasionar. Estos daños abarcan pérdidas directas en términos de bienes físico ambientales, como propiedades y viviendas, entorno ambiental y las producciones en todos los ámbitos económicos.

Además, también influyen en aspectos vinculados con el bienestar y provocan perjuicios de vidas humanas.

Un informe producido por las Coordinación de Asuntos Humanitarios (2023), indica que en los meses de Marzo – Mayo del 2023, las regiones costa, sierra y selva sintieron los efectos devastadores del Ciclón Yaku. Los desbordamientos de los ríos causaron la muerte de 67 personas además de daños significativos a 12.077 viviendas, 103 centros educativos, 135 establecimientos de salud y 6.700 medios de transporte y 14.730 acequias.

La Región Lima se encuentra en alerta roja debido a las lluvias extremas, con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi) pronosticando fuertes lluvias y precipitaciones desde el 9 de marzo hasta el 11 de mayo.

### **Figura N° 03**

*Ciclón Yaku e inundaciones en el Perú*



Fuente: Diario El Peruano, 2023.

Este fenómeno Ciclón Yaku, causó que las fuertes lluvias en la Avenida Raimondi, provincia de Satipo, región Junín, inundando varias viviendas, Causando afectaciones a numerosas personas al bloquear las alcantarillas y desbordar las cunetas destinadas a drenar las aguas pluviales. En las avenidas y calles de Satipo, las lluvias intensas han estado ocurriendo de manera constante. La falta de trabajos de encauzamiento en pequeñas quebradas ha provocado que sus cauces se inunden, lo que ha llevado a desbordamientos en diferentes áreas. Además, el aumento de la población en estos sectores ha resultado en una urbanización descontrolada en los últimos años, sin considerar las condiciones urbanísticas mínimas.

Según Yuan Donghai (2023), en Satipo la mayoría de las rejillas de drenaje pluvial se puede observar evidencia de basura y sedimentos arrastrados por las lluvias pasadas, junto con los desechos arrojados por los ciudadanos, lo que crea puntos de contaminación. Durante las precipitaciones, uno de los principales desafíos del sistema de alcantarillado es la obstrucción causada por grandes cantidades de basura que llegan a las rejillas junto con el agua, provocando inundaciones.

El Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda y publicado el 8 de mayo del 2019. Esta regulación de carácter obligatorio incluyó la incorporación de la Norma CE.040 Drenaje Pluvial Urbano, la cual establecía todos los criterios técnicos necesarios para llevar a cabo el diseño de infraestructuras de este tipo a nivel nacional. Su enfoque se dirige hacia la gestión eficaz de las precipitaciones en entornos urbanos, dando el propósito de prevenir desgracias en construcciones y obras públicas, por ejemplo, carreteras, redes de agua y sistemas eléctricos, entre otros. Además, enfatizaba la importancia de evitar la acumulaciones de agua que pudiera generarse puntos de contaminación o la propagación de enfermedades.

#### **Figura N° 04**

*Dengue, aumento de mosquitos por agua empozada*



Fuente: Infobae, 2020.

El compromiso que los municipios debían asumir no fue implementado de manera efectiva, lo que ha llevado a enfrentar problemas recurrentes a lo largo de los años. Debido a esta situación, el 20 de julio de 2018, el gobierno peruano emitió el Decreto Legislativo N° 1356 para aprobar la Ley General de Drenaje Pluvial. Esta ley establece claramente las responsabilidades y acciones que los gobiernos regionales y locales deben llevar a cabo en relación con el drenaje pluvial.

Seguimos careciendo de drenajes pluviales diseñados con criterios técnicos y científicos adecuados, en conformidad con la norma CE.040. En lugar de soluciones bien planificadas, nos encontramos con soluciones temporales e insuficientes, lo que resulta embarazoso para cualquier profesional de ingeniería con formación adecuada.

### **Figura N° 05**

*Inundación de la avenida Raymondi por sistema de drenaje colapsado*



Fuente: Elaboración propia.

La Agencia Peruana de Noticias Andina (2023), informa que la avenida Raymondi no cuenta con un plan integral de drenaje pluvial, siendo absolutamente necesario y urgente elaborarlo, convirtiéndose en una obligación prioritaria. Los efluentes a la avenida Raimondi de 522.62 m. son: Jirón José Pardo 360.40 m, Jirón Juan Santos Atahualpa de 363.32 m, Av. Micaela Bastidas 343.73 m. y Jr. Julio C. Tello de 373.78 m. Siendo causantes del empozamiento en la avenida Raymondi. Que con el tiempo trae enfermedades como el dengue, daños a los vehículos e inundaciones en las viviendas aledañas. Afectando a más de 900 estudiantes de la Institución Educativa Francis Irazola.

Ante esta problemática es imperativo diseñar un sistema de drenaje pluvial, siendo el problema general: ¿De qué manera el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales mejorará la avenida Raymondi, Satipo, Junín – 2023?

Para el desarrollo del problema general de la investigación se plantea los siguientes problemas específicos:

- ¿Cómo será la fisiografía, pendiente, cotas y perfil longitudinal, con el equipo GNSS, para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?

- ¿Cómo será el perfil estratigráfico, % de humedad natural, análisis granulométrico, límites de Atterberg y análisis de corto directo, de la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?
- ¿Cuál será la intensidad máxima, hietograma, y curva de intensidad en periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 años para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?
- ¿Cómo será el modelamiento para el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales con el software SWMM, para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?
- ¿Cuál será el costo constructivo del sistema de drenaje de aguas pluviales diseñado para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?

La implementación de un sistema de drenaje de aguas pluviales en las zonas urbanas y rurales de Satipo es una necesidad de interés general que favorece el adecuado progreso de la urbe y contribuye a elevar el nivel de bienestar de sus habitantes.

La presente investigación se justifica de manera práctica, ya que los resultados brindarán soluciones concretas para solucionar el problema de inundaciones y empozamiento de aguas pluviales, por el inadecuado funcionamiento del sistema de drenaje pluvial urbano en el distrito de Satipo.

La presente investigación se justifica metodológicamente, ya que los métodos, técnicas e instrumentos utilizados en esta investigación confirman su validez. Es por eso que se hace la propuesta de un diseño que se ajusta a la metodología de Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS), usado bajo el enfoque sostenible en otros países. Al ser una investigación válida y confiable, puede servir como referencia en futuros trabajos relacionados con esta línea de investigación.

La justificación social de esta investigación radica en que los resultados del presente estudio elevarán el desarrollo socioeconómico de la ciudad de Satipo, aumentando la calidad de vida de los pobladores, disminuyendo enfermedades como el Dengue y promoviendo el turismo al tener un drenaje que no permita inundaciones en las calles y avenidas.

La presente investigación se justifica económicamente, pues establece una herramienta muy eficaz para la municipalidad de Satipo, ya que en caso de ser imprescindible se tomarán los resultados de la actual investigación, para asegurar el desarrollo del proyecto de drenaje en la avenida Raymondi, distrito Satipo - Junín.

Para poder desarrollar la investigación se ha formulado el siguiente objetivo general:

Determinar la mejora del diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales en la avenida Raymondi, distrito Satipo – Junín 2023.

Se plantean los objetivos específicos:

- Determinar la fisiografía, pendiente, distancias, cotas mínimas y máximas y perfil longitudinal, con el equipo GNSS, para la avenida Raymond, Satipo – Junín 2023.
- Realizar el perfil estratigráfico, porcentaje de humedad natural con pesos de taras y microondas, análisis granulométrico con tamices de 3” – N° 200, de 35% a 75 %, límites de Atterberg con la cuchara de Casagrande y el ensayo de corte directo con la máquina de corte.
- Calcular la intensidad máxima, hietograma y curva de intensidad en periodos de retornos de 2,5,10,25,50 años en la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023.
- Realizar el modelamiento de la red de drenaje de aguas pluviales con el software SWMM, para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023.
- Calcular los costos unitarios, metrados y presupuesto constructivo del sistema de drenaje propuesto.

De acuerdo a lo establecido en el problema general, se plantea la hipótesis general de la siguiente manera:

Las mejoras de la avenida Raymondi por el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales son: Drenaje óptimo de aguas pluviales, solucionando el problema de inundación, enfermedades, fisuras y grietas en el pavimento rígido y confort en el tránsito de peatones y vehículos.

Y de acuerdo a lo establecido en los problemas específicos, se planteó como hipótesis específicas de la siguiente manera:

- La fisiografía plana de 2.7 % de pendiente, influye positivamente, al drenaje pluvial ya que nos proporciona altitudes de cotas que varían entre 300 m.s.n.m hasta 720 m.s.n.m para el diseño.
- La impermeabilidad y el porcentaje de humedad natural del suelo influye de manera satisfactoria para el diseño de drenaje pluvial de la avenida Raymondi, proporcionando un suelo que no se satura hasta el 1.50 m con una capacidad portante de 0.5 km/cm<sup>2</sup>.
- Los cálculos hidrológicos para el diseño de drenaje pluvial, influyen de manera eficaz, proporcionando la precipitación máxima para periodos de retorno de 2,5,10,25,50 años.

- El modelamiento influye positivamente en el diseño del sistema de drenaje pluvial, otorgando las medidas ancho, largo, altura del canal con rejilla.
- El costo total del sistema de drenaje pluvial propuesto resulta ser económico que no superará los S/. 3 '500,000.00.

Descripción de los antecedentes internacionales:

En Bangladesh, Siam Alam (2023) autor del artículo científico denominado ***“Diseño de una red de drenaje de aguas pluviales para la mitigación de inundaciones urbanas utilizando SWMM: un estudio de caso en la ciudad de Dhaka en Bangladesh”***, tuvo como objetivo emplear el modelado matemático en SWMM para diseñar una red de drenaje robusta capaz de gestionar eficazmente las aguas pluviales para escenarios de precipitaciones proyectadas a lo largo de 50 y 100 años. Utilizó la metodología de análisis de frecuencia, para estimar la tormenta de modelo de diseño proporcionado a 50 y 100 años de periodos de retorno para el área de estudio. Como resultados tuvo que los niveles de inundación variaron considerablemente para los periodos de retornos de 50 y 100 años. Por los 50 años período de retorno, las profundidades máximas de inundación terrestre oscilaron entre 0,01 m y 0,22 m, mientras que para los 100 años período de retorno, el rango se expandió a 0,02 m 0,31 m. En conclusión, el estudio demuestra que la inundación la profundidad puede alcanzar hasta 0,61 metros durante un retorno de 100 años de precipitación.

En Georgia, Youngjun Son (2023), autor del artículo científico denominado ***“WRF-HYDRO-CUFA: un modelo de inundación costero-urbano escalable y adaptable basado en los modelos WRF-HYDRO y SWMM”***, tuvo como objetivo desarrollar un modelo de inundación de hiper resolución para sistemas costeros-urbanos, WRF-Hydro-CUFA (Coastal Urban Flood Applications). En metodología se basó en un modelo hidrológico basado en procesos distribuidos SWMM, para representar procesos hidrológicos urbanos. Teniendo como resultados un rango de inundación de 0,015 ma 0,25 m. En conclusión, los procesos de aplicación y mejora de WRF-Hydro-CUFA se pueden transferir y adaptar en otras comunidades costeras que enfrentan riesgos de inundación similares, pero con acceso limitado a modelos de inundación.

En China, Xuan Li (2022), autor del artículo científico denominado ***“Diseño óptimo de sistemas urbanos de drenaje de aguas pluviales basado en algoritmos evolutivos impulsados por datos en línea”***, tuvo como objetivo comparar los rendimientos del esquema

de planificación local de un caso de la ciudad de Xi'an China con el algoritmo de enjambre de partículas (PSO) y el modelado de procedimiento de aguas pluviales SWMM. Como metodología usó un algoritmo evolutivo basado en datos en línea junto con el modelo de gestión de aguas pluviales (SWMM 5.1), desarrollando el enfoque novedoso para un diseño de optimización de la red de drenaje de UDS. Los resultados confirmaron que su enfoque metodológico propuesto es factible y altamente eficiente, lo que lleva a una reducción del 32% en las inundaciones totales de las resultantes del esquema de planificación local. Como conclusión el tiempo computacional promedio se redujo en un 57 %, mientras que el efecto de control de inundación fue mejor en comparación con la optimización del algoritmo PSO. Estos resultados sugieren que nuestro enfoque de diseño de optimización es confiable y aplicable, y puede beneficiar y ayudar a los diseñadores en la práctica.

En Irak, Maryam Mohammed (2021), autora del artículo científico denominado *“Modelado de los impactos del cambio climático y las inundaciones en el sistema de alcantarillado sanitario utilizando la simulación SWMM: un estudio de caso”*, tuvo como objetivo de este estudio fue examinar los impactos de los cambios climáticos y las inundaciones en el sistema de alcantarillado del barrio de Al-Shuhada en la ciudad de Samawah, Irak, utilizando el modelo de gestión de aguas pluviales (SWMM). La metodología empleada consistió en evaluar el rendimiento del sistema de saneamiento antes y después de eventos de precipitación con distintos periodos de retorno (dos, cinco, diez y veinticinco años). Se realizó una calibración manual del modelo SWMM ajustando la característica influyente de la subcuenca mediante descargas modeladas y mediciones. Los valores SE (0,123) y R (0,86) se mantuvieron dentro de los límites, demostrando la validez del modelo. Los resultados de la evaluación señalaron un desempeño eficiente del sistema en condiciones de clima seco, pero revelaron inundaciones en algunas áreas durante eventos de aguas pluviales en clima húmedo. En contestacion al cambio climático, al variar el periodo de retorno de 2 a 25 años, se observó un aumento en el volumen de inundación del sistema de alcantarillado sanitario y el porcentaje de pozos de registro inundados, pasando de 2504 m<sup>3</sup> al 10% a 8868 m<sup>3</sup> y 24%, respectivamente. Por otro lado, la propuesta de agregar dos líneas de alcantarillado adicionales resultó en una notable reducción de los eventos de inundación. En conclusión, el SWMM demostró ser una herramienta eficaz para prever volúmenes y ubicaciones de inundaciones en diversas intensidades de lluvia, así como para evaluar la capacidad de las soluciones sugeridas para mitigar estos eventos.

Descripción de los antecedentes nacionales:

En Chiclayo, Danitza Chaname (2023), en su tesis de titulación denominado **“Diseño del sistema de drenaje pluvial del Pueblo Tradicional Zaña, distrito de Zaña, Chiclayo, Lambayeque 2023”**, tuvo como objetivo desarrollar un sistema de drenaje de aguas pluviales diseñado para restablecer la captación, conducción y evacuación de estas aguas. La investigación se sustentó en un enfoque cuantitativo y descriptivo, con un diseño orientado a objetivos que culminó en una idea de modelo hidráulico especialmente ajustada a las necesidades de la ciudad de Zaña. Los resultados de la investigación incluyeron un levantamiento topográfico que reveló pendientes en un rango de 0.10% a 22.09%. Asimismo, se llevó a cabo los ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos (EMS) que determinó la predominancia de suelo limoso y una calidad de suelo considerada buena según el CBR al 95%. Los estudios hidrológicos e hidráulicos, realizados conforme a la norma CE.040 del R.N.E, arrojó una intensidad de precipitación de 13.198 mm/h con un caudal de 1.34 m<sup>3</sup>/s. Además, mediante modelamiento en SWMM, se identificaron las áreas de inundación, destacando las calles Jirón. Tarata, Jirón. Santo Toribio y Avenida. San Agustín. Según el análisis de riesgo, se determinó que 334 viviendas y 820 habitantes se hallan en zonas de RIESGO MUY ALTO ante posibles inundaciones pluviales. En conclusión, como solución de drenaje pluvial, se propuso la instalación de 23 sumideros con ventanas de longitud de 2 y 2.5 metros.

En Cajamarca, Lilian Castañeda (2023), en su tesis de titulación denominado **“Influencia de la estructura de conducción de drenaje pluvial en la Av. San Martín de Porres y Jr. Historia de la ciudad de Cajamarca, 2022”**, tuvo como propósito primordial estudiar el influjo de la conformación de conducciones del drenaje pluvial en la Avenida San Martín y la calle jirón Historia de la ciudad de Cajamarca. Esta metodología empleada en esta investigación fue de modelo aplicado y de tipo descriptivo no correlacional. Los resultados derivados de los análisis hidrológicos en el valle urbano, abarcando un área de 0.063 km<sup>2</sup>, condujeron a la propuesta de un diseño para la gestión de valles de 0.19 m<sup>3</sup>/s y 0.22 m<sup>3</sup>/s, con etapas de retornos de 2 y 10 años. La evaluación de este diseño se llevó a cabo mediante el uso de software como Hcanales y paripé SWMM 5vE, analizando el procedimiento y control del aturdimiento desde las áreas más altas hasta las más bajas en segmentos longitudinales de 754m en la calle Historia y 290m en la Avenida San Martín, resultando en un 89% de inundación. La conclusión del estudio señaló donde el esquema proyectado es

realizable, permitiendo que las divisiones de las cunetas cuenten con pendientes que lleguen a 1.80 por ciento, y un espejo de agua de 0.60m y un estirado de 0.20m. Se sugiere la implementación de un conducto íntimo que permita descargas de secciones rectangulares que cuente con una base de 0.40m y un tirante de 0.30m..

En Tacna, Ángel Ancachi (2022), en su tesis de titulación denominada ***“Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la A.V. Jorge Basadre Grohmann utilizando el software SWMM, en el Distrito de Alto Alianza – Tacna”***, tuvo como objetivo elaborar un modelo del sistema de drenaje pluvial urbano en la Avenida Jorge Basadre Grohmann, utilizando el software SWMM, permitiendo el objetivo de prosperar la movilidad transitar como peatonales. Este diseño se fundamentó en las precipitaciones registradas durante los años 2019 y 2020 en el área correspondiente al sector V del distrito Alto Alianza, conforme a los planos catastrales actuales. El método de investigación adoptada fue de carácter descriptivo-explicativo, empleando un visón cuantitativo y un diseño no experimental de tipo transversal y descriptivo. El reporte necesario fue recopilado a partir de fuentes como SENAMHI y observaciones en el terreno, para luego realizar un examen y procedimiento de datos que permitiera establecer indicadores hidrológicos esenciales para el modelo. Todo este proceso, se siguieron las pautas establecidas por la norma capacitada actual CE.040 (Drenaje Pluvial). Los componentes del diseño fueron determinados mediante iterativos modelados concertación con el software SWMM 5vE. Como respuesta, se logró determinar el caudal captado de 111.62 LPS durante una lluvia constante con una duración de 6 horas, considerando un etapa de regreso de 10 años. En resumen, la ejecución del diseño fue exitosa, incorporando elementos finales como tuberías de PVC con diámetros que oscilan entre 300 mm y 600 mm, sumideros del tipo rejilla R-121 y un buzón de registro con profundidades que varían desde 1.10 m hasta 11.75 m.

En Otuzco, Pedro Luna (2022), en su tesis de titulación denominada ***“Diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano en la ciudad de Otuzco, La Libertad mediante el uso del modelo matemático SWMM”***, tuvo como objetivo desarrollar una técnica de drenaje pluvial a la ciudadanía en la ciudad de Otuzco, La Libertad, operando el modelo matemático SWMM. La metodología aplicada involucró un examen hídrico dando a identificar las lluvias para el modelamiento y poder lograr los distintos criterios del valle, autorizando así mismo las particularidades fisonomía en la zona de estudio. Utilizando estas virtudes, se

llevó a cabo la simulación del modelamiento seguro de drenaje pluvial a la ciudadanía, conduciendo tanto la vaguada del modelo de los tirantes mayores. Basándonos en estos resultados, se procedió al diseño de los elementos del sistema de drenaje y se propusieron soluciones sostenibles para abordar el obstáculo de las crecidas acumulaciones en la ciudadanía, complementando la técnica propuesta. Los resultados obtenidos revelan que se ideó un sistema de drenaje destinado a una población de 29,309 habitantes, con una etapa de retorno de 10 años y precipitaciones de 57.06 mm, con una intensidad de lluvia de 28.53 mm. El diseño comprendió canales de dimensiones 1 metro x 0.45 m, conducto de 45 centímetro, 50 centímetro y 63 centímetro, y tirantes con variaciones entre el 12% y el 77%, con velocidades mínimas de 0.95 m/s y máximas de 2.83 m/s. En resumen, para determinar estos calibres de conductos y velocidades de flujo de los conductos, el modelo empleó la fórmula de Manning. La evaluación de diámetros, velocidades, y el porcentaje de secciones acumuladas e inclinación de los recopiladores y conductos se realizó para verificar los acatamientos de la norma especificada peruana OS.060.

#### Antecedentes regionales:

En Huancayo, José Crispin (2023), en su tesis de titulación denominado ***“Estudio hidrológico para el diseño de obras de arte con tecnología fotométrica de la carretera JU-108 tramo: km 7+000 al km 17+500, provincia de Huancayo-Junín”***, determina como meta evaluar la mejora en el aprendizaje hídrico mediante el uso de tecnología fotométrica en el esquema de ingenio de arte para el segmento de la vía JU-108, comprendido desde el kilómetro 7+000 hasta el kilómetro 17+500, fue el propósito de este proyecto. La metodología auxiliar siguió el método científico, siendo de índole aplicada y de nivel correlacional, con un diseño correspondiente a esta correlación. Los resultados obtenidos revelaron un caudal estimado en el valle de 22.49 metros cúbicos/s. estas estructuras de ingeniería circularon concebidas considerando etapas de regreso de 5, 10, 20 y 25 años, con el diseño final orientado a periodos de retornos de 25 años. En este diseño, las secciones de las cunetas adoptaron una configuración triangular con dimensiones de base = 0.40 metros, tirante = 0.25 metros y altura = 0.40 metros. Los sumideros mostraron divisiones redondeado con un diámetro de 18”, largura de 10.50 metros y una inclinación de 0.5 por ciento. En estas zanjas, se optó por una sección trigonal con 10 metros de cimiento, abarcando una longitud de 10m de la vía, con un superior de altura de 0.25 metros y una inclinación diagonal del 3 por ciento. El pontón proyectado añadió una luz de 10 metros y una losa con un grosor

de 0.45m. En resumen, se pudo apreciar que la ciencia aplicada de fotogrametría demuestra efectividad, optimizando la temporada de la investigación. En contraste, este enfoque topográfico peculiar resulta inferior eficaz al requerir mayores gastos económicos, rendimiento de mano de obra y época.

En Tarapoto, Shessira Del Castillo (2021), en su tesis de titulación denominada ***“Diseño de drenaje pluvial en la localidad de Las Palmas utilizando la metodología BIM, para mejorar el escurrimiento superficial, Tarapoto 2021”***, tuvo como meta general diseñar una técnica de drenaje pluvial en la localidad Las Palmas, utilizando la metodología BIM (Building Information Modeling). Este enfoque de investigación fue no experimental, ya que no implicó la creación de situaciones, sino la evaluación de circunstancias existentes. El tipo de investigación llevado a cabo fue descriptivo-cuantitativo, utilizando como muestra 6 segmentos de calles proyectados con una longitud total de 2,576.80 metros en el sistema de drenaje pluvial, abarcando cunetas y alcantarillas. En el desarrollo de la investigación, se emplearon diversas técnicas e instrumentos para la recopilación de datos, entre las cuales se incluyeron formatos, reglamento técnicas peruanas (NTP) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) con la norma OS 060. Se llevaron a cabo investigaciones de mecánica de suelos, levantamientos topográficos, análisis hidrológicos e hidráulicos, así como la estimación de costos y presupuesto. Al concluir, se llevó a cabo una comparación detallada entre el diseño de drenaje pluvial tradicional y el elaborado mediante la metodología BIM, utilizando el software en 3D Revit. Como resultado, se evidenció que la utilización de herramientas BIM conlleva un margen de error un 12% menor en el modelado y medido, principalmente debido a su capacidad para identificar interferencias entre elementos como cunetas y alcantarillas de manera más precisa.

En Chilca, Alexander Pihue (2021), en su tesis de titulación denominada ***“Influencia de las Precipitaciones Pluviales Frente a la Capacidad Hidráulica de la Red de Tuberías del Jirón Basadre – Chilca- 2021”***, tuvo como objetivo analizar el impacto de las lluvias en relación a la virtud hídrica de la conducción de tuberías en el Jirón Basadre - Chilca fue el objetivo principal. La metodología utilizada se caracterizó como aplicado, dando un enfoque descriptivo-correlacional y un diseño de investigación no experimental. La población objeto de estudio comprendió el Jirón Basadre en la zona de Chilca, ubicado en el departamento de Junín. Estos coronamientos obtenidos, se estableció un diseño de cuneta con un área de 0.08 m<sup>2</sup>, un radio hidráulico de 0.082, un perímetro mojado de 0.967 m y un coeficiente de rugosidad

de 0.013. Asimismo, concluyendo un valle de evacuación de 0.13 m<sup>3</sup>/seg para 6 cunetas. En resolución, las muestras de hipótesis establecieron verificar que la inclinación en el tramo de evacuación BZ14-IO – TUB 14 es del 0.692%, cumpliendo con el requisito de una pendiente mínima del 0.5% establecido en la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esto garantiza una celeridad baja a tubo exceso que satisface los estándares normativos.

En El Tambo – Huancayo, Alina Alanya (2019), en su tesis de titulación denominado ***“Diseño del Drenaje Pluvial Cerrado y Modelamiento de Avenidas con el Software SWMM, El Tambo, Huancayo.”***, el propósito principal de este estudio fue elaborar el diseño de un sistema de drenaje pluvial cerrado y llevar a cabo la modelización de las avenidas utilizando el programa SWMM 5.0 en la carretera Flor de Mayo, El Tambo, Huancayo. La presuposición general formulada sugería que el modelo y la modelización de la técnica de desagüe pluvial obtuso, específicamente del tipo cuadrilongo de concreto armado, abordarían más factible la causa de inundaciones en este mencionado tramo. El método de investigación aplicado fue de naturaleza científica, con un enfoque práctico. La índole de la investigación fue descriptiva y explicativa, mientras que se adoptó un diseño no empírico de tipo transversal la ciudadanía estudiada abarcó la calle principal Flor de Mayo en la zona de El Tambo y la provincia de Huancayo, con una extensión total de 2.5 km. Los resultados se seleccionaron de manera no probabilística o voluntario, comprendiendo el tramo de la calle Mariscal Castilla hasta la calle Huancavelica, con una longitud total de 575.00 metros. Como resultado, se propuso un conducto de concreto armado con una resistencia de  $F'c = 210$  Kg/cm para el cimientado y paredes, y  $F'c = 280$  Kg/cm para la losa superior. Se definieron tres dimensiones diferentes para los tramos L1 a L8 (1.80m \* 1.50m), L9 al L10 (1.80m \* 1.80m), y L'11 al L12 (2.00m \* 1.80m). En resumen, se concluye que este modelo y la modelización de la técnica de desagüe pluvial cerrado, específicamente tiene un tipo cuadrilongo de concreto armado, resuelven de manera eficaz este contratiempo de acumulación y empozamiento por precipitaciones de lluvias en la vía Flor de Mayo, El Tambo, Huancayo.

Descripción de las bases teóricas :

## **Topografía**

Joseph Wheaton (2014), señala que nos facilita la determinación de dimensiones de la superficie mediante la medición de distancias, direcciones y elevaciones. Su utilidad es crucial en la realización de proyectos, por lo que se debe llevar a cabo con tres principios esenciales: responsabilidad, eficiencia y simplicidad.

### **Figura N° 06**

*Levantamiento topográfico en obra*

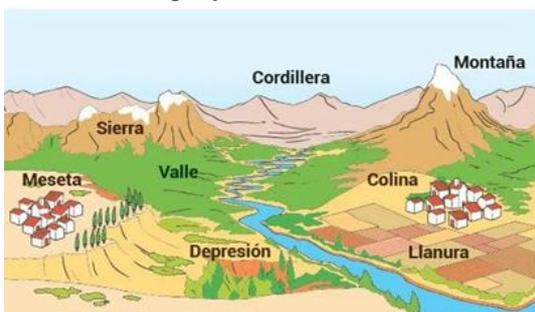


Fuente: Joseph Wheaton, 2014.

**Estudio de la topografía:** según Wheaton (2014), informa que se dedica a explorar las características de la superficie terrestre y los métodos aplicables para representar diversas formas y elementos que componen el planeta Tierra.

### **Figura N° 07**

*Relieve de superficie terrestre*



Fuente: Joseph Wheaton, 2014.

**Aplicación de la topografía:** Se usa para realizar planos bidimensionales de la superficie de la tierra, así mismo para poder marcar los puntos importantes dentro de un plano de terreno, lo que hace que sea factible de poder construir viviendas, carreteras, puentes, etc.

## **Mecánica de suelos**

La mecánica de suelos, según Víctor Karyakin (2017), expone que estos proveen las herramientas esenciales para enfrentar diversos desafíos en el ámbito de la ingeniería.

El origen y desarrollo del suelo constituyen uno de los primeros análisis para segmentar o inferir la presencia de diferentes formaciones litológicas y comportamientos diversos. Además, permiten conocer los pesos y volúmenes del suelo, así como sus variaciones cuando experimentan cambios en su contenido de humedad. Estas clasificaciones se llevan a cabo en laboratorios especializados en granulometría y plasticidad, donde se pueden evaluar e identificar las propiedades de suelos granulares. Además, las características de los suelos finos, determinadas por la plasticidad de sus partículas finas, también dependen de la cantidad y frecuencias de magnitud de los granos que fundan en el suelo.

Se divide en dos propiedades el estudio de suelo:

### **Propiedades Física:**

Permiten su identificación y clasificación entre la diversidad de entornos naturales. Estas propiedades, a su vez, están condicionadas por la ubicación geográfica del suelo, así como por la entraña y grosor de los estratos. Así mismo las propiedades real y mecánicas del suelos, están detallados de la siguiente manera:

**Composición del suelo:** Es un periodo muy importante para el conducto de nutrientes, por lo cual los minerales y las materias orgánicas en el suelo retienen y acumulan los nutrientes, el agua en el suelo provee nutrientes para que las plantas los absorban con factibilidad.

### **Tabla N° 01**

*Composición de suelo*

<b>Miembro del terreno</b>	<b>Tanto por ciento %</b>
Sustancia inorgánica: peñasco	40– 50 %
Sustancia orgánica: tierra negra	5%
H2O	25 %
O2	25 %

Fuente: Víctor Karyakin, 2017.

Densidad, porosidad e índice de vacíos: Este ejemplar representativo de suelo muestra atributos de una composición arenosa con contenido arcilloso, presentando una estructura visual a una escala considerable. También es posible ver las partículas sólidas conformadas por píldoras de arena, partículas de arcillas y coloides compactados. Además, se resume de manera representativa el volumen y la masa de las diversas fases de la sustancia en el peso del suelo, incluyendo un volumen total.

$$V = V_s + V_v = V_s + V_a + V_w$$

Donde  $V_s$  es el volumen de los sólidos, por lo cual  $V_a$  el del atmosfera y  $V$  el del agua contenido en los poros.

El peso total es:

$$W = W_s + W_v = W_s + W_w$$

La carga del aire ( $W_a$ ) es igual a cero, y se emplea comúnmente para clasificar los suelos y establecer vinculación matemáticas que describen la composición de las fases, como se detalla a continuación:

La relación de vacíos se define como el cociente entre el volumen de los espacios vacíos y el volumen total en una masa de suelo, y se representa como un valor decimal.

**Figura N° 08**

*Estructura de un suelo mixto*



Fuente: Victor Kaliakin, 2017.

La porosidad ( $n$ ) se define como la proporción del tamaño de espacios vacíos expresada como un porcentaje del volumen total máximo de la muestra de suelo analizada, sin incluir ni el aire ni el agua que puedan encontrarse en esos espacios.

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100$$

Estas relaciones de vacíos y porosidad también pueden ser calculadas utilizando las siguientes fórmulas:

$$e = \frac{n}{1 - n} \qquad e = \frac{n}{1 + e}$$

La relación entre porosidad y vacíos de un suelo está intrínsecamente ligada al grado de compactación o consolidación, siendo determinante para la capacidad portante del suelo, la cual aumenta a medida que ambas relaciones disminuyen. Contenido de Humedad ( $W$ ): Estos procedimientos esta concorde al porcentaje que representa el peso del agua ( $W$ ) con respecto al peso de los sólidos en la masa del suelo.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W_s$$

El grado de saturación, denotado como S, indica el por ciento del volumen de H<sub>2</sub>O con respecto al volumen total de espacios vacíos.

$$W = \frac{W_w}{V_v} \times 100$$

En este contexto, la saturación se refiere al estado en el que los vacíos de un suelo están completamente ocupados por agua, mientras que las saturaciones parciales indican que los vacíos están parcialmente llenos de agua.

Densidad específica (P): Corresponde a la relación entre la masa y las unidades de volumen, medida en kg/m<sup>3</sup> o g/cm<sup>3</sup>. El grado de saturación, identificado como S, refleja el porcentaje del volumen ocupado por agua en relación con el volumen total de vacíos disponibles.

$$Y = \frac{W}{V}$$

El peso específico de un suelo se refiere a su estado natural de humedad. La determinación del peso específico también se lleva a cabo en muestras de suelo perturbadas, obtenidas a través de tubos de penetración herméticos. En el ámbito de la mecánica de suelos, se pueden identificar las siguientes muestras de ensayos, además de otras:

**Tabla N° 02**

*Peso específico relativo G<sub>s</sub> para suelos*

Suelos	G <sub>s</sub>
Gravilla	2.65 a 2.68
Liza	2.65 a 2.68
Barro inorgánico	2.68 a 2.75
Barro orgánico	2.58 a 2.65
Fango inorgánico	2.62 a 2.68

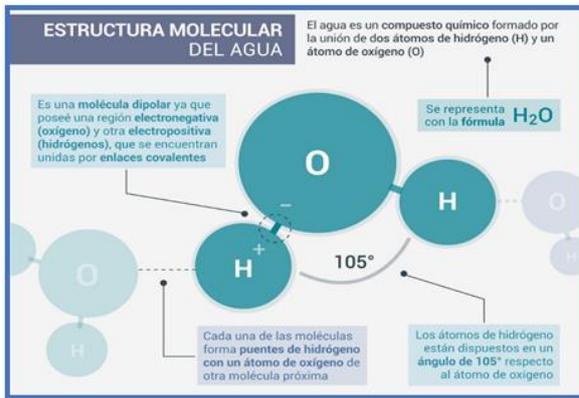
Fuente: Victor Kaliakin, 2017.

**Agua**

Di Zhu (2023), señala que el agua consiste en dos pizca de hidrógeno y el otro de oxígeno unidos por medio de un vinculo covalente. El vocablo "agua" usualmente se utiliza para describir esta sustancia en su fase líquida, aunque también puede encontrarse en su estado sólido conocido como hielo, así como en su forma gaseosa llamada vapor.

## Figura N° 09

### Estructura molecular del agua



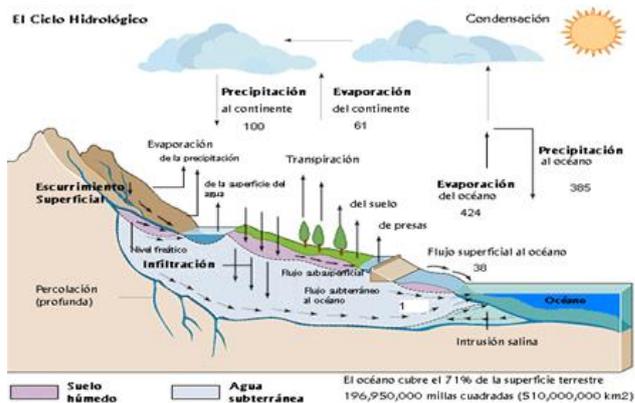
Fuente: Centro virtual de información del agua, 2019.

### Ciclo hidrológico del agua

Di Zhu (2023), la hidro circulación o ciclo hidrológico implica el movimiento continuo del agua entre las diversas reservas que constituyen la hidrósfera. Este proceso representa un ciclo biogeoquímico en el cual las reacciones químicas son mínimas, ya que el agua mayormente se desplaza de un punto a otro o alterna entre diferentes estados físicos.

## Figura N° 10

### Representación del ciclo hidrológico del agua



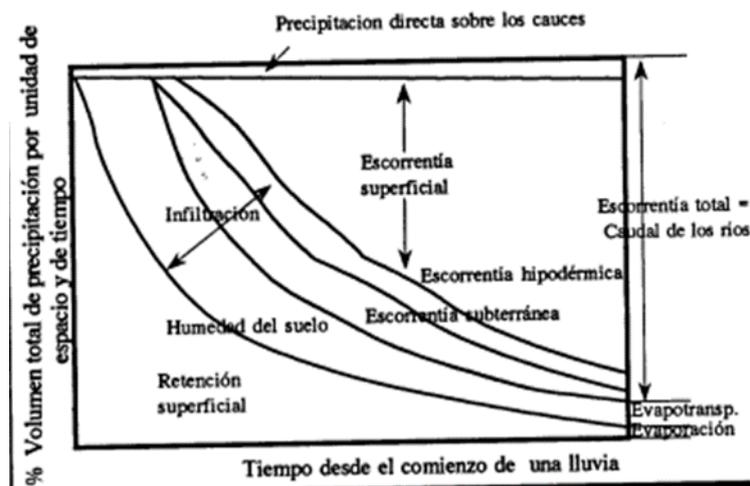
Fuente: Construmine, 2019.

### Escurrimiento

Iris Vogeler (2023), define el escurrimiento superficial, por lo cual implica corriente de H<sub>2</sub>O que se desplaza sobre el terreno. La lluvia atraviesa la superficie terrestre en dirección descendente debido a la influencia de la gravedad. Una porción de esta agua se infiltra, amplificando la humedad del suelo y al abastecimiento de aguas subterráneas.

## Figura N° 11

¿Qué es la escorrentía?



Fuente: Geo-ambiental, 2020.

## Hidrología urbana

La hidrología urbana se enfoca en aspectos particulares ligados al ciclo del agua dentro de entornos urbanos e industriales. Esto abarca tanto los cursos de agua naturales, como también considera las aguas pluviales, subterráneas, ríos y lagos. Además, comprende la infraestructura y sistemas relacionados con el suministro y tratamiento de agua en una ciudad.

## Drenaje pluvial

Linchao Wang (2021), describe como el sistema o conjunto de instalaciones diseñadas para recoger y dirigir las aguas de lluvia que fluyen sobre la ciudad. Estas aguas son gestionadas a través de estructuras planificadas para realizar procesos de instilar, colar, retención, detención, o son transportadas mediante conductos hacia su descarga en los cuerpos de agua naturales cercanos.

## Figura N° 12

Red de drenaje pluvial, Perú



Fuente: Grupo TYPESA, 2022.

Al erigir una carretera, en la mayoría de los casos se interrumpe el flujo natural del agua, permitiendo su circulación solamente en las zonas determinadas por el proyecto, con el objetivo de agilizar su evacuación. En consecuencia, el flujo de agua que previamente fluía sin restricciones debe ser gestionado de manera apropiada para dirigirlo hacia esos puntos específicos, dando origen a la necesidad de realizar estructuras para captación y conducción.

#### Distribución de drenaje pluvial

El drenaje superficial puede categorizarse como longitudinal o diagonal, como la orientación de las estructuras en relación con la coordenada de la carretera. En la Tabla N° 01 se resumen los diversos elementos empleados para el drenaje superficial, donde son un conjunto que constituyen el sistema de desagüe pluvial.

**Tabla N° 03**

#### *Obras de drenaje superficial*

Sistema de alcantarillado pluvial		
Obras de drenaje superficial	Transversal	Longitudinal
<b>Ubicación</b>	Cruza la vía de un lado a otro	Paralela al eje de la vida
<b>Dispositivo</b>	Diferencias de pendientes: bombeo, peraltes, alcantarillas, ductos.	Cunetas-badenes, bordillos, canaletas, cunetas, canales.
<b>Descarga</b>	Cunetas, canales, cauces naturales.	Sumideros, colectores y cauces naturales.

Fuente: Miranda, (2018).

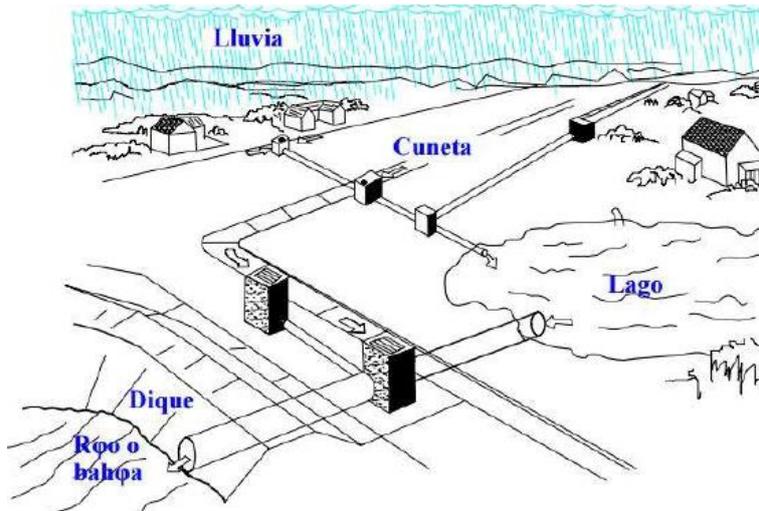
Para el dimensionamiento y ubicación de estas obras, se considerarán los siguientes criterios:

- **Sección:** Se buscará mantener las dimensiones originales del curso de agua y evitar reducciones significativas, optando por un diseño que exceda las dimensiones estándar si es necesario.
- **Planta:** En la medida de lo posible, las estructuras de drenaje transversal serán ubicadas en línea con la dirección del curso de agua natural.
- **Perfil:** Se intentará adecuar el diseño del elemento de drenaje transversal al contorno del lecho del curso de agua en la medida de lo posible.

En esta investigación, los términos "alcantarillado pluvial" y "drenaje pluvial" son intercambiables y se refieren a lo mismo.

**Figura N° 13**

*Sistema de alcantarillado pluvial*



Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2018.

### **Sistema de drenaje pluvial**

Alanya (2019), indica que cuando se investiga un sistema de drenaje pluvial, se comienza por establecer la siguiente definición: Se puede afirmar que se trata del conjunto de mediciones tangibles e intangibles que se implementan con el propósito de prevenir en las prudencias de la eficaz de estos perjuicios que las aguas provenientes de la precipitación puedan ocasionar a los pobladores o a los bienes en las áreas urbanas, así como para evitar que entorpezcan el funcionamiento cotidiano de la vida en la ciudad. En el área residencial y edificaciones de la zona, se debe planificar y construirse las instalaciones sanitarias de manera que realizan transportar las aguas residuales hacia el sistema de alcantarillado sanitario. Al mismo tiempo, las aguas pluviales provenientes de techos y patios internos deben fluir libremente hacia las calles, donde serán recogidas por sumideros o desagües apropiadamente situados.

### **Tipos de sistemas de drenaje pluvial en urbes**

La Norma Técnica Peruana CE.040 (2021) “Drenaje Pluvial Urbano”; clasifica dos tipos:

Drenaje urbano menor. - Técnica de desagüe de aguas de lluvia diseñado para gestionar flujos que ocurren en intervalos de 2 a 10 años.

Drenaje ciudadanía superior. - Sistema de desagüe pluvial que maneja caudales poco frecuentes y, además de emplear las estructuras del alcantarillado pluvial convencional, utiliza las áreas designadas por los bordillos de las aceras como rutas de evacuación.

### **Componentes del sistema de drenaje**

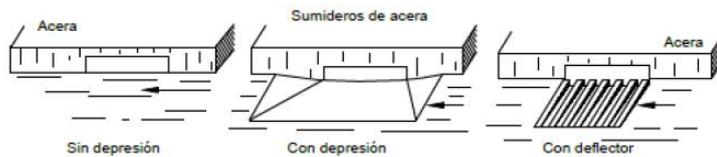
El sistema de drenaje pluvial está constituido por grupo de conductos y canales diseñados para desalojar el escurrimiento superficial generada por las lluvias. En un principio, el agua se recoge mediante desagües situados en las vías y se conduce a través de una red de tuberías que se amplían conforme se incrementa el área de drenaje. Con el tiempo, estos conductos adquieren dimensiones mayores y dirigen el flujo hacia una serie de canales, que finalmente desembocan en un río.

a. Estructura captadora de agua pluvial. - Se encargan de recoger las aguas que serán transportadas. En esta técnica de alcantarillado pluvial, se emplean sumideros o bocas de tormenta como estructuras de captación. Asimismo, puede haber conexiones desde las viviendas para canalizar la precipitación que cae en techos y patios.

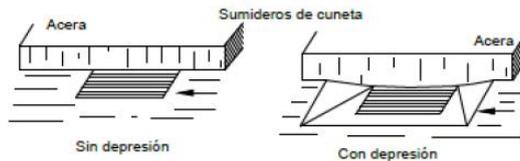
**Figura N° 14**

*Tipos de sumideros*

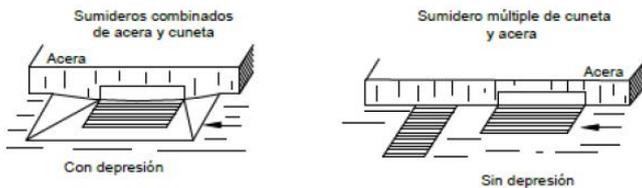
SUMIDERO LATERAL DE SARDINEL O SOLERA



SUMIDERO DE FONDO



SUMIDERO MIXTO O COMBINADO

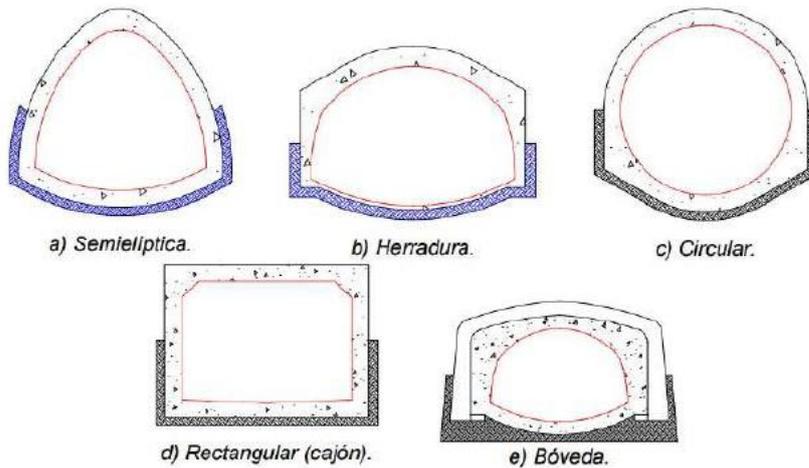


Fuente: Norma Drenaje Pluvial Urbano CE.040, 2021.

b. Estructuras que conducen el agua pluvial. - Conducen las aguas recogidas por las estructuras de captación hacia lugares destinados a tratamiento o descarga. Constituyen el núcleo esencial de un sistema de alcantarillado y están compuestos por canalón cerrados y canales llanos, los cuales son denominados tuberías y canales, respectivamente.

**Figura N° 15**

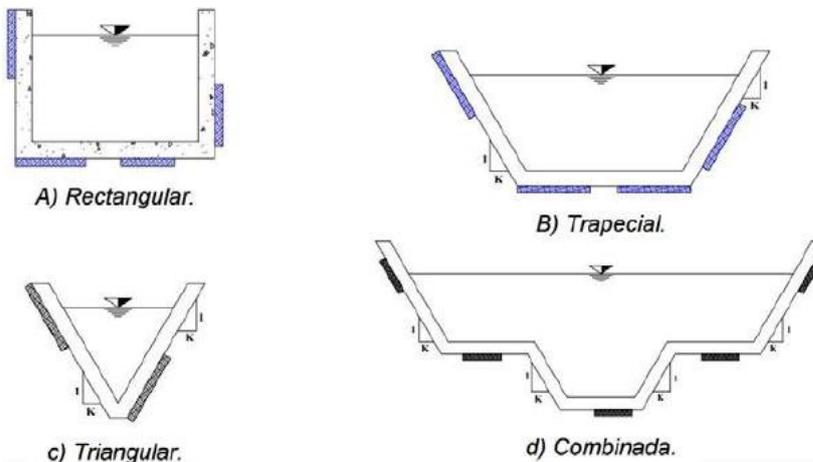
*Conductos cerrados – secciones transversales*



Fuente: Comisión nacional del agua, 2018.

**Figura N° 16**

*Conductos abiertos – secciones transversales*



Fuente: Comisión nacional del agua, 2018.

c. Estructuras de mantenimiento y/o conexión. - Simplifican la unión y cuidado para estas vías que constituyentes del sistema de alcantarillado. Además de posibilitar la interconexión de múltiples tuberías, incluso si varían en tamaño o composición, también ofrecen los espacios precisos donde un poblador pueda descender al nivel de las tuberías y realizar tareas de limpieza y evaluación de los conductos. Estas construcciones reciben el nombre de cámaras de inspección.

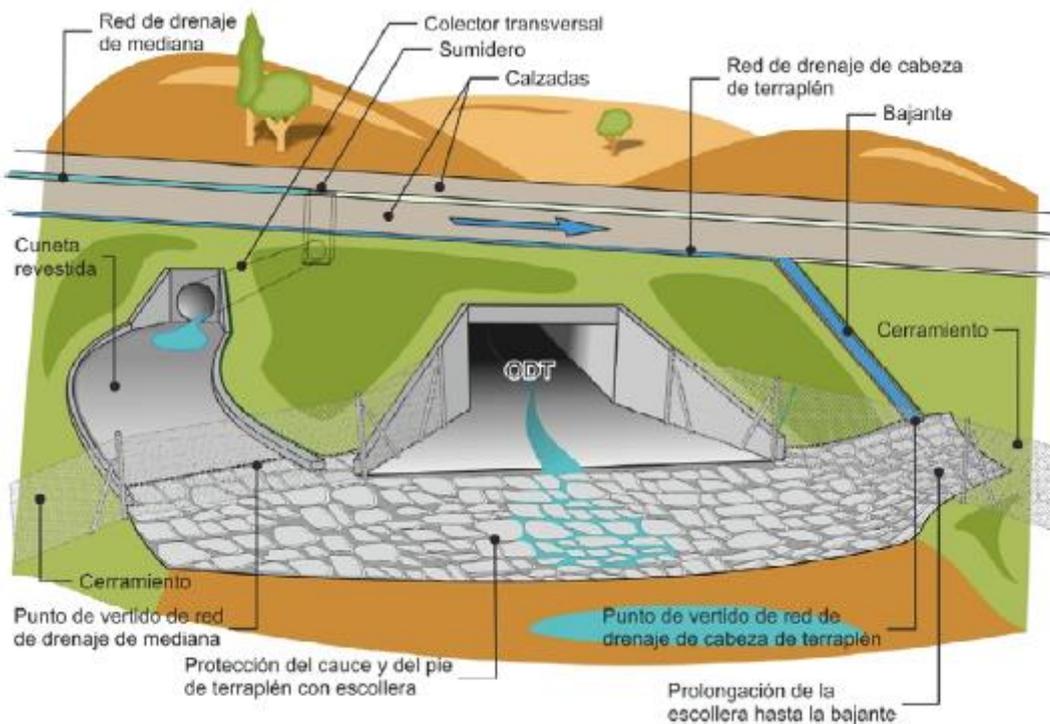
d. Estructuras de descarga. - Constituyen construcciones finales que resguardan y garantizan que el desagüe último del sistema de alcantarillado permanezca despejado, ya que previenen eventuales perjuicios al tramo final de tubería que podrían originarse debido a la fuerza de la corriente hacia donde se descarga el sistema o al flujo saliente de la tubería.

e. Instalaciones complementarias. - Engloba en esta categoría a todos los conectados que no son imperativamente componentes de todos los sistemas de alcantarillado, pero que en determinadas situaciones resultan fundamentales para su apropiado desempeño. Entre estas se incluyen las estaciones de bombeo, las plantas de tratamiento, las construcciones para cruzar obstáculos, los depósitos para regular y contener el flujo, los dispositivos para disminuir la energía del flujo, y otros similares.

f. Disposición final. - La ubicación finalizada de las aguas recolectadas por un sistema de alcantarillado no constituye una estructura intrínseca del sistema, pero es esencial en el diseño global del proyecto de alcantarillado. Su relevancia radica en la necesidad de definir previamente, antes de la ejecución de este proyecto, el destino de las aguas sobrantes o pluviales. La omisión de esta planificación puede dar lugar a daños significativos al medio ambiente y potencialmente afectar a la población que utiliza o reside en las proximidades de la zona de vertido.

**Figura N° 17**

*Ejemplo de desagüe a la salida de una obra de drenaje transversal*



Fuente: Boletín Oficial del Estado – España, 2016.

En la planificación del sistema de desecamiento ciudadano, solo se tiene en cuenta la excedencia de agua en la superficie, sin contemplar el flujo que ocurre por debajo de la superficie o en el subsuelo, debido a que el tiempo de retraso en esos casos es

considerablemente largo, por lo tanto, no ejerce una influencia significativa en la determinación de las dimensiones apropiadas del sistema.

## Hidrología

Wilfred Brustaert (2023), indica que la hidrología es la disciplina científica que se enfoca en el análisis del agua, explorando su procedencia, movimiento y distribución sobre la superficie terrestre. Además, indaga en las características químicas y físicas del agua y cómo esta interactúa con el entorno, incluyendo la vida biológica. La hidrología suministra al ingeniero o especialista en hidrología las técnicas para resolver los desafíos prácticos que emergen durante la concepción, planificación y operación de estructuras hidráulicas.

### Conceptos hidrológicos

a) Cuenca hidrográfica. - Juanlong Feng (2023), señala que una cuenca de aguas es un área de tierra continental que es drenada por un solo conjunto de corrientes naturales, lo que significa que sus aguas fluyen hacia el océano mediante un río o se dirigen hacia un solo lago sin salida. La restricción de un valle hidrográfica se establece en medio de la línea de las cumbres, que también se conoce como divisoria de aguas.

### Figura N° 18

*Características de una cuenca hidrográfica*



Fuente: Romelio Avendaño, 2018.

b) Cuenca urbanística.- Brutsaert (2023), señala que es la zona de captación en la cual los cursos de agua naturales, como arroyos y ríos, son sustituidos por un sistema de alcantarillado y saneamiento, que además podría ser influenciado por los hábitos de consumo de agua de los residentes urbanos.

c) Precipitación. - En el ámbito de la meteorología, la precipitación abarca todas las variedades de hidrometeoros que descienden desde la atmósfera y alcanzan la superficie terrestre. Este proceso engloba elementos como la lluvia, llovizna, nieve y granizo,

excluyendo a la virga, neblina y rocío, ya que estas últimas son manifestaciones de condensación y no se consideran como formas de precipitación.

**Figura N° 19**

*Precipitaciones en el ciclo del agua*



Fuente: Ecología verde, 2022.

La evaluación de la precipitación ha sido primordialmente efectuada mediante instrumentos climáticos denominados pluviómetro y pluviógrafo. Ambos se fundamentan en la determinación de una capa de precipitación (en milímetros), que se considera como la dimensión del rango de H2O que se recolecta sobre el suelo sin meter ni evaporarse, en una unidad de área.

**Figura N° 20**

*Aparatos que miden precipitaciones*



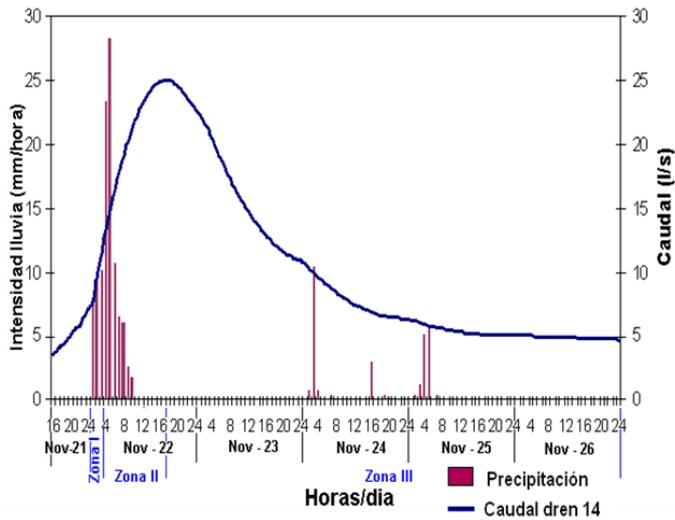
Fuente: Instituto Politécnico Nacional – México, 2020.

d) Híbridos. - Un hietograma de precipitación consiste en una representación gráfica de la variación de la intensidad de la lluvia a lo largo del tiempo. Por ejemplo, en las distribuciones de lluvia que abarcan 24 horas, esta magnitud de la lluvia cada vez es más y aumenta de manera progresiva hasta llegar a un punto máximo, para luego descender

gradualmente. La ubicación y rapidez con que se alcanza este punto máximo son los factores distintivos entre diferentes distribuciones. Es fundamental comprender que estas distribuciones están diseñadas para tormentas teóricas, no necesariamente para eventos de lluvia reales.

**Figura N° 21**

*Hietograma de precipitación*



Fuente: José Molina, 2021.

e) Duración de lluvias. - La persistencia es una de las características primordiales y más destacadas de las tormentas, abarcando el conjunto completo de intervalos de precipitación. La estimación de la duración de la precipitación es evidente, ya que la intensidad promedio de la tormenta tiende a reducirse con la duración, mientras que el área que contribuye al flujo en la cuenca tiende a aumentar con el prolongamiento de la tormenta. Comúnmente, se expresa en unidades de horas o minutos.

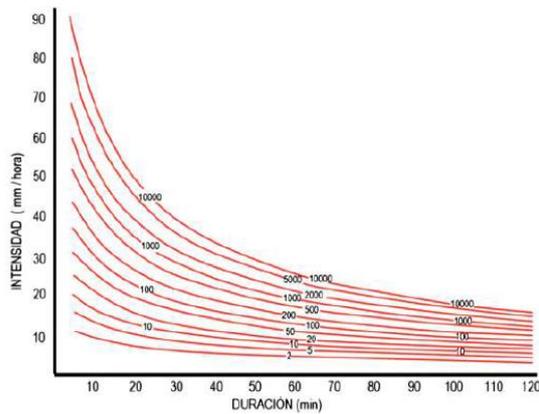
f) Intensidad de lluvias. - La intensidad de la lluvia se refiere a la medida que indica la fuerza con la que está ocurriendo la precipitación. La lluvia más intensa implica las mayores tasas de intensidad. Esta medida se define como la cantidad acumulada de lluvia en relación con la unidad de tiempo, generalmente expresada en milímetros por hora (mm/h). Podemos anticipar la cantidad de lluvia que podría caer, pero es crucial tener en cuenta que, para cualquier episodio de lluvia, a medida que se reduce el periodo de tiempo considerado, la intensidad de la lluvia tiende a aumentar.

g) Curvas de duración, intensidad y frecuencia. - Estas relaciones también resultan significativas en el modelo hidráulico de las infraestructuras de drenaje urbano. Ilustran cómo varía la intensidad de la lluvia en diferentes intervalos temporales, vinculados a

diversas probabilidades de ocurrencia. Asimismo, son importantes para apreciar de manera indirecta el caudal de agua proveniente de cuencas pequeñas con baja permeabilidad, basándose en la cantidad de precipitación recibida.

**Figura N° 22**

*Curvas duración, intensidad y frecuencia*



Fuente: Diseño de drenaje pluvial, 2015.

h) Distribución de lluvias. - La precipitación o lluvia que cae sobre la tierra se distribuye de diversas maneras:

- Cuando la lluvia se acumula en la superficie del terreno esto es almacenamiento superficial.
- Cuando parte de la lluvia se infiltra en el suelo, lo que disminuye el caudal máximo esto es almacenamiento de agua infiltrada.
- Cuando el agua se retiene en el suelo durante un largo periodo y se pierde por evaporación, esto es almacenamiento por retención.
- Cuando el agua se retiene en el suelo por un corto periodo de tiempo y luego fluye hacia afuera. El objetivo es retrasar el flujo H<sub>2</sub>O hacia el desagüe, esto es almacenamiento detención.

flujo que sale del almacenamiento de detención puede manifestarse de varias formas:

- A través del suelo que aún no está saturado con agua, en las capas cercanas a la superficie terrestre, esto es flujo no saturado.
- A través de acuíferos saturados más profundos, flujos de aguas subterráneas.
- A través de la superficie de la tierra, cuando el suelo no puede absorber toda la lluvia, hay escurrimiento superficial.
- Parte de precipitaciones que no es absorbida por el terreno y fluye directamente sobre la superficie de la tierra, denominado escurrimiento superficial.

i) Tiempo de concentración. - En determinadas zonas, se observa que la recolección de agua tiene una distancia hidráulica más corta para llegar a un punto de descarga en comparación con otras áreas. Esto implica que, aunque la lluvia comience en un lugar, podría transcurrir cierto tiempo, ya sea minutos u horas, antes de que el H<sub>2</sub>O alcance la máxima descarga. Se asume que el momento de máxima escorrentía tiene lugar durante la época de densidad, conocido como "tc", donde todo el valle contribuye al corriente en el punto de salida. El tiempo de concentración se define como el tiempo que tarda una gota de H<sub>2</sub>O en desplazarse desde el punto más distante de la cuenca hasta el punto bajo consideración, y puede calcularse utilizando una ecuación específica:

$$t_c = t_{cs} + t_t$$

Donde:

$t_c$  = *Tiempo de concentración*

$t_{cs}$  = *Tiempo de concentración sobre la superficie*

$t_t$  = *Tiempo de traslado a través de colectores*

Epoca de concentración sobre la superficie

Usando la muestra de Kirpich, para estimar el tiempo de concentración sobre la superficie.

$$t_{cs} = 0.1947xD^{0.77}xS^{-0.385}$$

Donde:

$t_c$  = *Tiempo de concentración superficial mínima*

$D$  = *Distancia del curso de agua más larga (Km)*

$t_t$  = *Tiempo de traslado a través de colectores (m/m)*

Tiempo de traslado en los colectores

Se usará la fórmula de Mannig, para calcular el tiempo de traslado en los colectores (tubería, canales, vialidad, etc).

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

$V$  = *Velocidad promedio del flujo (m/seg)*

$R_h$  = *Radio hidráulico de la tubería, canal*  $R_h = \frac{A_m}{P_m}$  (m)

$A_m$  = *Área transversal del flujo (m<sup>2</sup>)*

$P_m$  = *Perímetro mojado (m)*

$$S = \text{Pendiente hidráulica del tramo } S = \frac{h}{t}$$

$n = \text{Coeficiente de fricción}$

A continuación, la tabla N° 02 detalla los tipos de calzada y/o cuneta y su respectivo coeficiente “n” de rugosidad.

**Tabla N° 04**

*Coeficiente “n” de Manning para cunetas de calzadas y calles*

Tipo de cuneta o calzada	n de Manning
<b>Cuneta de concreto con acabado paleteado</b>	0.012
<b>Calzada de asfalto</b>	
Textura suave o lisa	0.013
Textura rugosa	0.016
<b>Cuneta de concreto-calzada de asfalto</b>	
Suave o liso	0.013
Rugoso	0.015
<b>Calzada de concreto</b>	
Acabado	0.014
Acabado escobillado	0.016

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

El tiempo de traslado será:

$$t_t = \frac{d}{V}$$

Donde:

$t_t = \text{Tiempo de traslado (seg)}$

$d = \text{Distancia del tramo en el cual escurre el agua (m)}$

$V = \text{Velocidad promedio de traslado (m/seg)}$

La época de reunión de cada cuneta y/o calzada se calcula al sumar el tiempo de concentración de la región directamente influyente en la entrada del canal, junto con el tiempo de concentración de las áreas que alimentan aguas arriba. En el caso de múltiples regiones aportantes aguas arriba, se elige el tiempo de concentración más extenso de las opciones disponibles. Los bajos o con inclinaciones significativas, si la época de concentración es inferior a 5 minutos, se tomará este periodo como el mínimo para las áreas de menor contribución de agua de lluvia

## Figura N° 23

### Resumen de las ecuaciones de tiempo de concentración

METODO Y FECHA	FORMULA PARA $t_c$ (min)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0,01947 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$ $t_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$ <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 de siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3% a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto, multiplicar $t_c$ por 0,4; para canales de concreto, multiplicar por 0,2; sin ajustes para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0,0195 \cdot \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$ <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)	$t_c = \frac{525 \cdot (0,0000276 \cdot i + c) \cdot L^{0,33}}{S^{0,333} \cdot i^{0,667}}$ <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 césped; 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 $\leq 3800$ .

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

j) Ciclo de retorno. – la época de retorno y la constancia son descripciones estadísticas que definen la dureza de un evento de precipitación. El intervalo de recurrencia indica el tiempo que pasa entre dos episodios de lluvia con una magnitud específicas. La frecuencia o probabilidades de excedencias es el inverso del intervalo de recurrencia. En términos naturales, la lluvia más larga es de poca frecuencia frecuente y presenta la intensidad más elevada.

k) Coeficiente de escorrentía. - El coeficiente “C”, representa la proporción de la precipitación que se transforma en escurrimiento. que cae se dirige hacia el sistema de alcantarillado, ya que una parte se pierde debido a factores como evaporación, retención en la vegetación, en zanjas, conductos o depresiones, así como por infiltración en el suelo. Entre estos factores, la infiltración es el de mayor relevancia y, por esta razón, en ciertos casos se denomina coeficiente de impermeabilidad.

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

$c$  = Coef. de escorrentía de cada una de las áreas parciales

$a$  = Área parcial (ha)

$C = \text{Coeficiente de escorrentía promedio}$

La siguiente tabla muestra virtudes de coeficiente de escurrimiento donde la superficie es analizado.

**Tabla N° 05**

*Coeficientes de escorrentía (C) para áreas urbanas*

Características de la superficie	Coeficiente de escorrentía
<b>Calles</b>	
Pavimento asfáltico	0.70 a 0.95
Pavimento de concreto	0.80 a 0.95
Pavimento de adoquines	0.70 a 0.85
<b>Veredas</b>	0.70 a 0.85
<b>Techos y azoteas</b>	0.75 a 0.95
<b>Césped, suelo arenoso</b>	
Pendiente plana (0-2%)	0.05 a 0.10
Pendiente promedio (2-7%)	0.10 a 0.15
Pendiente pronunciada (>7%)	0.15 a 0.20

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

**Tabla N° 06**

*Coeficientes de escorrentía (C) usados racionalmente*

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Áreas de desarrollo</b>							
Asfáltico	73	77	81	86	90	95	100
Concreto / Techo	75	80	83	88	92	97	100

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

**Información pluviométrica**

Cuando un análisis hidrológico necesite definir losa arqueados de magnitud - persistencia- constancia, específicas la ubicación de la investigación, se seguirán los siguientes pasos:

- a) En caso de que la zona objeto de investigación esté en las proximidades de una estación de monitoreo pluviométrico, se utilizará directamente del arqueado asociada a esa temporada.
- b) en el departamento de investigación presenta los datos pluviométricos, se calculará la distribución de frecuencia de las lluvias máximas en un periodo de 24 horas para dicha estación. Posteriormente, utilizando la información suministrada por la temporada

pluviométrica está más cerca, se valoran las lluvias para intervalos de tiempo inferiores a 24 horas y para los periodos de retorno específicos necesarios.

$$I_{(t,T)} = \frac{P_{(t,T)}}{t}$$

Donde:

$I_{t,T}$  = Intensidad para un tiempo  $t$  y periodo de retorno  $T$ .

$P_{t,T}$  = Precipitación para condiciones similares.

c) En situaciones similares, se puede optar por utilizar curvas IDF previamente establecidas mediante un análisis regional.

Si se decide utilizar la indagación departamental "Hidrología del Perú" realizado por IILA - UM - SENAMHI en 1983 y ajustado posteriormente, las fórmulas específicas de las curvas IDF están presentadas en las tablas que siguen.

$$i_{(t,T)} = a * (1 + K * T) * (t + b)^{n-1}$$

Para  $t < 3$  horas

Donde:

$I_{t,T}$  = Intensidad de lluvia (mm/hora)

$a$  = Parámetro de intensidad (mm)

$K$  = Parámetro de frecuencia

$b$  = Parámetro de tiempo (hora)

$n$  = Parámetro de duración

$t$  = Tiempo (hora)

$P_{24,T} = \varepsilon_g * (1 + K * T)$

$$a = \left(\frac{1}{t_g}\right)^n * \varepsilon_g$$

Donde:

$P_{24,T}$  = Precipitación máxima en 24 horas para periodo  $T$  de retorno

$T$  = Tiempo de retorno

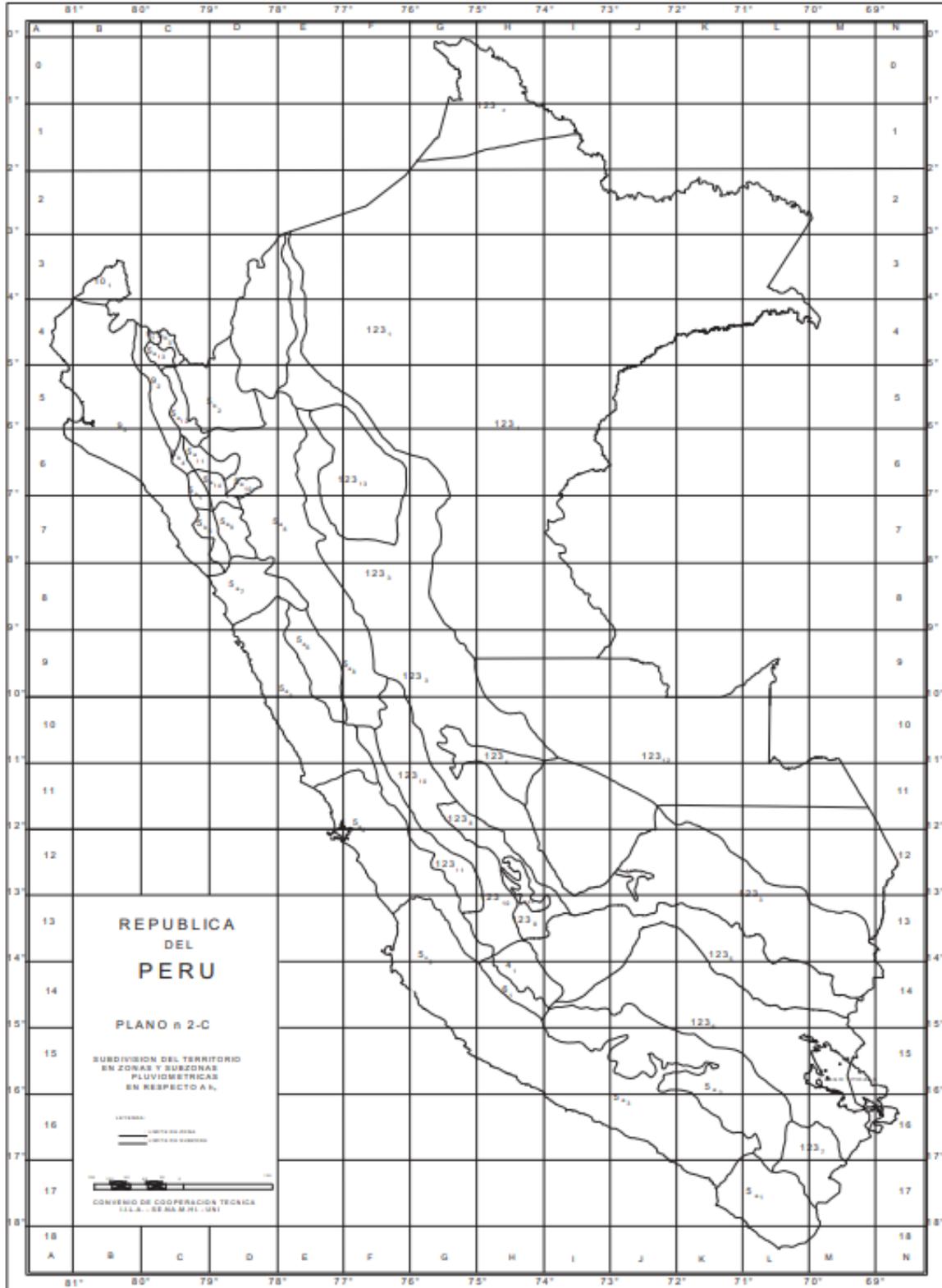
$t_g$  = Duración de la lluvia, asumiendo un promedio de 15,20 hs por día

$K$  =  $K'g$ , parámetro de frecuencia por zona (Tabla 5)

$b$  = 0,50 horas (costa); 0.4 horas (sierra); 0.2 horas (selva)

$\varepsilon_g$  = Parámetro para calcular  $P_{24,T}$

**Figura N° 24**  
Zonas y subzonas pluviométricas



Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

**Tabla N° 07**

*Subdivisión de territorio en Zonas y subzonas pluviométricas y valores de parámetros K'g y E0 que definen la distribución de probabilidades hg en cada punto*

ZONA	K'g	Subzona	Eo
<b>123</b>	K'g = 0.553	123 <sub>1</sub>	Eo = 85.0
		123 <sub>2</sub>	Eo = 75.0
		123 <sub>3</sub>	Eo = 100 – 0.022 Y
		123 <sub>4</sub>	Eo = 70 – 0.019 Y
		123 <sub>5</sub>	Eo = 24.00
		123 <sub>6</sub>	Eo = 30.50
		123 <sub>7</sub>	Eo = -2 + 0.006 Y
		123 <sub>8</sub>	Eo = 26.60
		123 <sub>9</sub>	Eo = 23.30
		123 <sub>10</sub>	Eo = 6 + 0.005 Y
		123 <sub>11</sub>	Eo = 1 + 0.005 Y
		123 <sub>12</sub>	Eo = 75.00
		123 <sub>13</sub>	Eo = 70.00
<b>4</b>	K'g = 0.861	4 <sub>1</sub>	Eo = 20.00
<b>5a</b>	K'g = 11 * Eg <sup>-0.85</sup>	5a <sub>1</sub>	Eo = -7.60 + 0.006 Y (Y>2300)
		5a <sub>2</sub>	Eo = 32 – 0.177 Dc
		5a <sub>3</sub>	Eo = -13 + 0.010 Y (Y>2300)
		5a <sub>4</sub>	Eo = 3.80 + 0.0053 Y (Y>1500)
		5a <sub>5</sub>	Eo = -6 + 0.007 Y (Y>2300)
		5a <sub>6</sub>	Eo = 1.4 + 0.0067
		5a <sub>7</sub>	Eo = -2 + 0.007 Y (Y>2000)
		5a <sub>8</sub>	Eo = 24 + 0.0025 Y
		5a <sub>9</sub>	Eo = 9.4 + 0.0067 Y
		5a <sub>10</sub>	Eo = 18.8 + 0.0028 Y
		5a <sub>11</sub>	Eo = 32.4 + 0.004 Y
		5a <sub>12</sub>	Eo = 19.0 + 0.005 Y

		$5a_{13}$	
		$5a_{14}$	

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

Donde:

$Y =$  *Altitud en metros sobre el nivel del mar*

$D_c =$  *Distancia a la cordillera en Km.*

$D_m =$  *Distancia al mar en Km.*

**Tabla N° 08**

*Valores de parámetros a, n y K*

SUB ZONA	ESTACIÓN	N° TOTAL DE ESTACIONES	VALOR DE a	VALOR DE a
<b>123<sub>1</sub></b>	321 – 385	2	0.357	32.20
<b>123<sub>3</sub></b>	384 – 787 – 805	3	0.405	$a = 37.85 - 0.0083 Y$
	244 – 193	2	0.432	
<b>123<sub>13</sub></b>	850 – 903	2	0.353	9.20
<b>123<sub>5</sub></b>	840 – 913 – 918	4	0.380	11
	654 – 674 – 679	9	0.232	14
<b>123<sub>6</sub></b>	769	1	0.242	12.1
<b>123<sub>8</sub></b>	446 – 557 – 594	14	0.254	$a = 3.01 + 0.0025 Y$
	508 – 667 – 719	5	0.286	$a = 0.46 + 0.0023 Y$
<b>123<sub>9</sub></b>	935 – 968	2	0.301	$a = 14.1 - 0.078 D_c$
	559	1	0.303	$a = -2.6 + 0.0031 Y$
<b>123<sub>11</sub></b>	248	1	0.434	$a = 5.80 + 0.0009 Y$
<b>5a<sub>2</sub></b>				
<b>5a<sub>5</sub></b>				
<b>5a<sub>10</sub></b>				

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

### **Estimación de gastos pluviales**

Estos procesos presentan seguidamente como objetivo calcular estos caudales máximos de agua de lluvia o inundaciones excepcionales. Los caudales que contribuyen al sistema de drenaje debido a la precipitación pluvial están influenciados por diversos factores, siendo los más significativos:

- Dimensiones de area de drenaje (A)

- Estructura de zona a drenar (f)
- Inclinación del suelo (S)
- Potencia de lluvia (i)
- Formula de permeabilidad (k)

La elaboración de la función compleja  $Q = F(A, f, S, i, k)$  llevó a los investigadores en este campo a intentar derivar fórmulas más simples que conectaran todos los componentes involucrados en ella. A partir de estas investigaciones, se desarrollaron los siguientes métodos:

- Forma lógico
- Forma del esquema alemán
- Forma de la curva S
- Forma del hidrograma unitario preciso
- Hidrogramas unificado resumido

### **Criterio racional o escorrentía directa**

Posiblemente uno de los modelos más antiguos para analizar la coherencia entre la precipitación y la escorrentía, que se remonta a 1851 o 1889, es también uno de los más utilizados debido a su simplicidad. Se fundamenta en suponer que en la zona de estudio hay una precipitación uniforme durante un cierto periodo, lo que permite que el flujo en la cuenca alcance un estado estable y se mantenga un caudal constante en la salida.

$$Q_p = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

$$Q_p = \text{Gasto de pico (m}^3/\text{s)}$$

$$C = \text{Coeficiente de escurrimiento}$$

$$i = \text{Intensidad media de la lluvia (mm/h)}$$

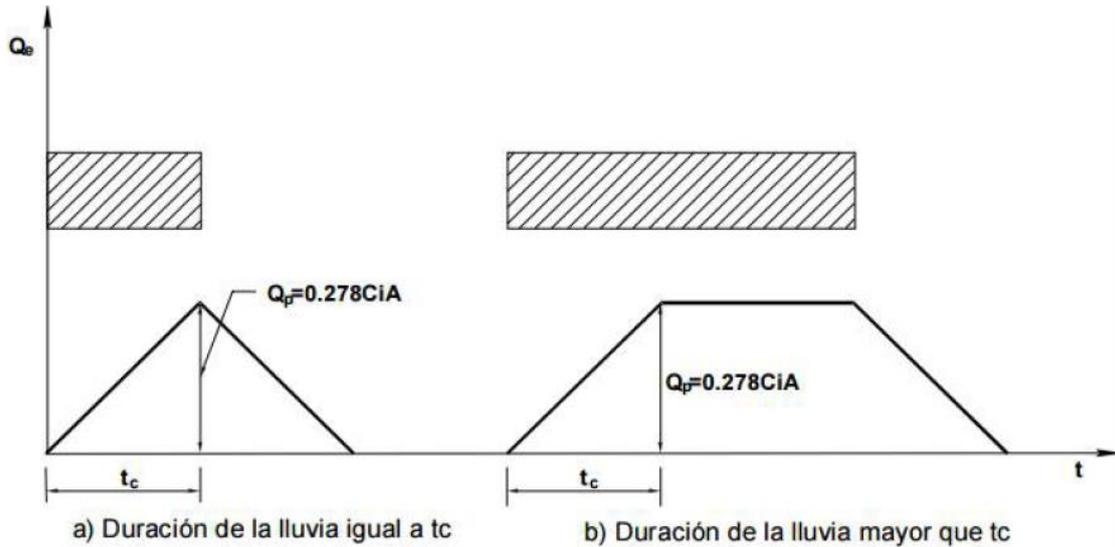
$$A = \text{Área de cuenca (km}^2\text{)}$$

$$0.278 = \text{Factor de conversión de unidades}$$

De acuerdo con la Norma CE.040 (2021), se recomienda utilizar esta norma cuando el tamaño de la zona del valle es igual o menor a 13 kilómetros cuadrados.

## Figura N° 25

Método tradicional representado gráficamente



Fuente: Manual de drenaje urbano, 2015.

### Tipos de drenaje

En este modelo de desagüe de alcantarillado, están los componentes del sistema son dimensionados para su construcción y funcionamiento en escenarios futuros de precipitaciones, los cuales no superen los niveles hidrológicos de diseño predefinidos. La captación y transporte de H<sub>2</sub>O pluviales desde calzadas y aceras implica:

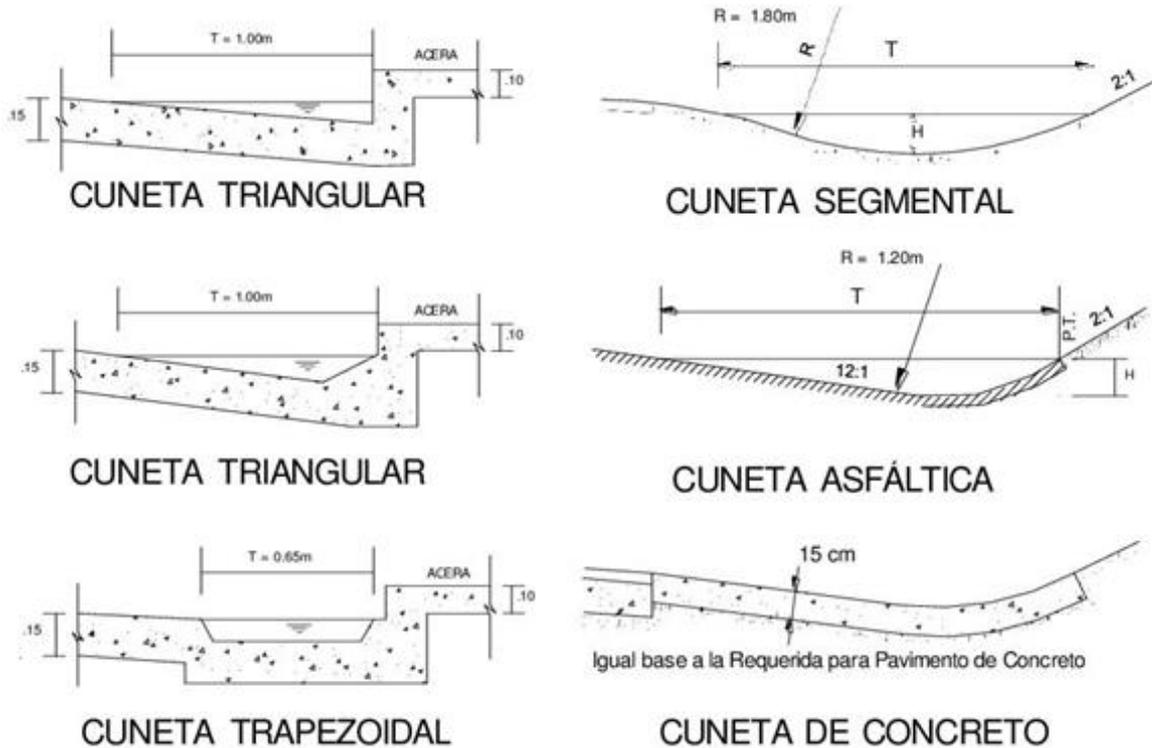
#### a) Cunetas

Augusto Guimarães (2022), define que las cunetas son canales alargados situados a ambos lados de la vía, o en su ausencia, en un solo lado. Pueden estar revestidas o no, y su función principal es recoger, transportar y eliminar de manera eficiente los caudales de agua superficial.

La Norma CE.040 (2021), señala que las cunetas diseñadas para recolectar y transportar las precipitaciones de asfalto y aceras pueden presentar las siguientes formas en su división transversal: circular, triangular, trapezoidal, donde son medido y en forma de V. Las dimensiones, pendientes y otras propiedades de las cunetas se establecen considerando el flujo que va a circular por ellas. Es necesario asegurarse de que la resistencia hidráulica de la estructura sea mayor que el valle estimado para el modelo.

## Figura N° 26

Secciones transversales de cunetas forma y material



Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

### Sumidero

A medida que la acumulación de flujo alcanza la capacidad de diseño en la cuenca, se introduce en el sistema de drenaje mediante sumideros. De acuerdo con la Norma CE.040 (2021), esta opción del tipo de sumidero dependerá de diversos factores, , consideraciones geográfica. Pueden clasificarse en tres diferentes, cada uno con múltiples variantes.

- vertedero periférico en Sardinel o Solera: Esta modalidad de ingreso implica una abertura vertical en el sardinel por donde fluye el agua de los conductos. Se utiliza específicamente en segmentos para las inclinaciones longitudinales son inferiores al tres %.

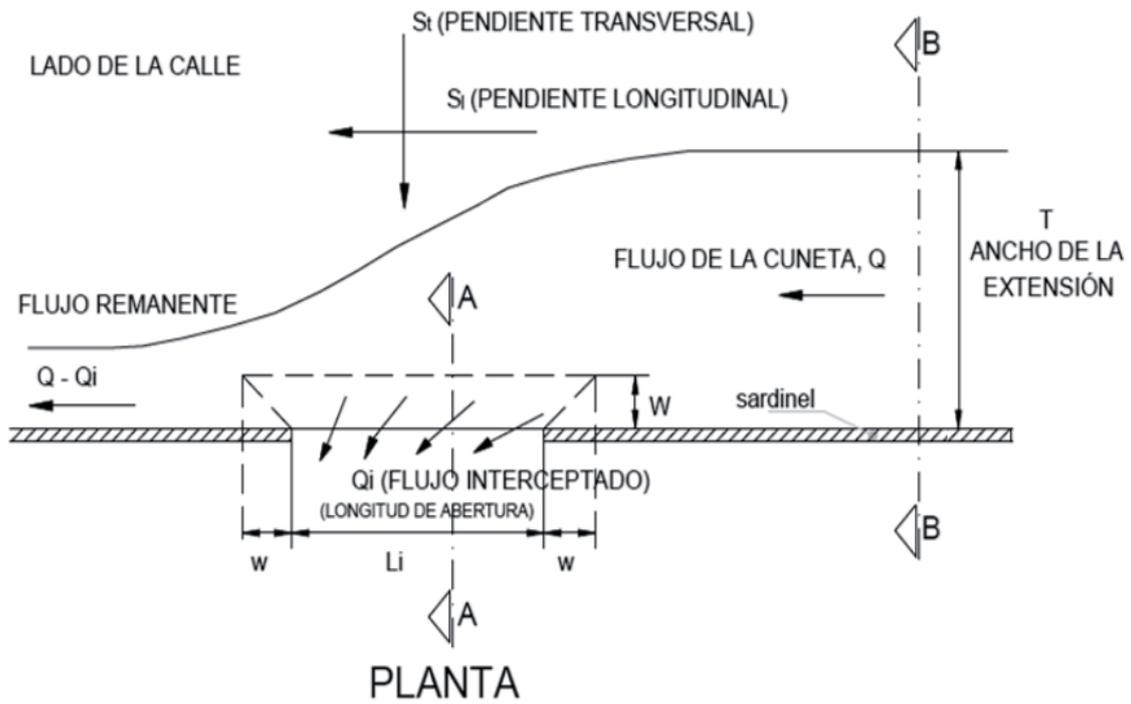
- Sumideros de Fondo: Esta categoría de entrada se compone de una boca ubicada en la canal y cubierta por uno o más vertederos. Se aplicarán en casos donde las pendientes longitudinales de las cunetas superen el 3%.

Tipos de sumideros que se utilizarán, según la norma CE.040 (2021):

- Sumidero tipo 1: Tipo grande con conexión a la cámara.
- Sumidero tipo 2: Tipo grande con conexión a la tubería.
- Sumidero tipo 3: Tipo chico con conexión a la cámara.
- Sumidero tipo 4: Tipo chico conectado a la tubería.

**Figura N° 27**

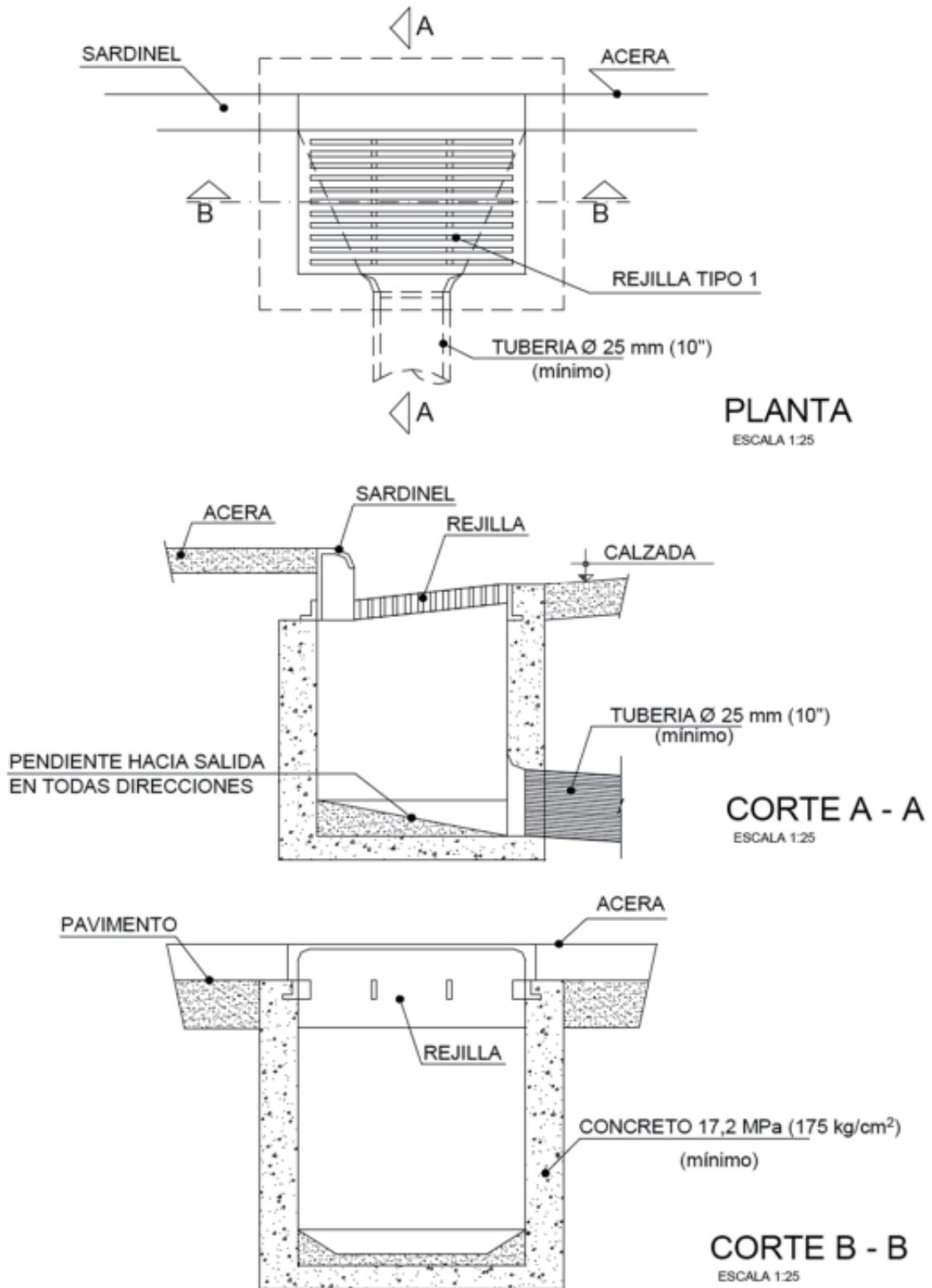
*Plano de ingreso en el sumidero de solera*



Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

**Figura N° 28**

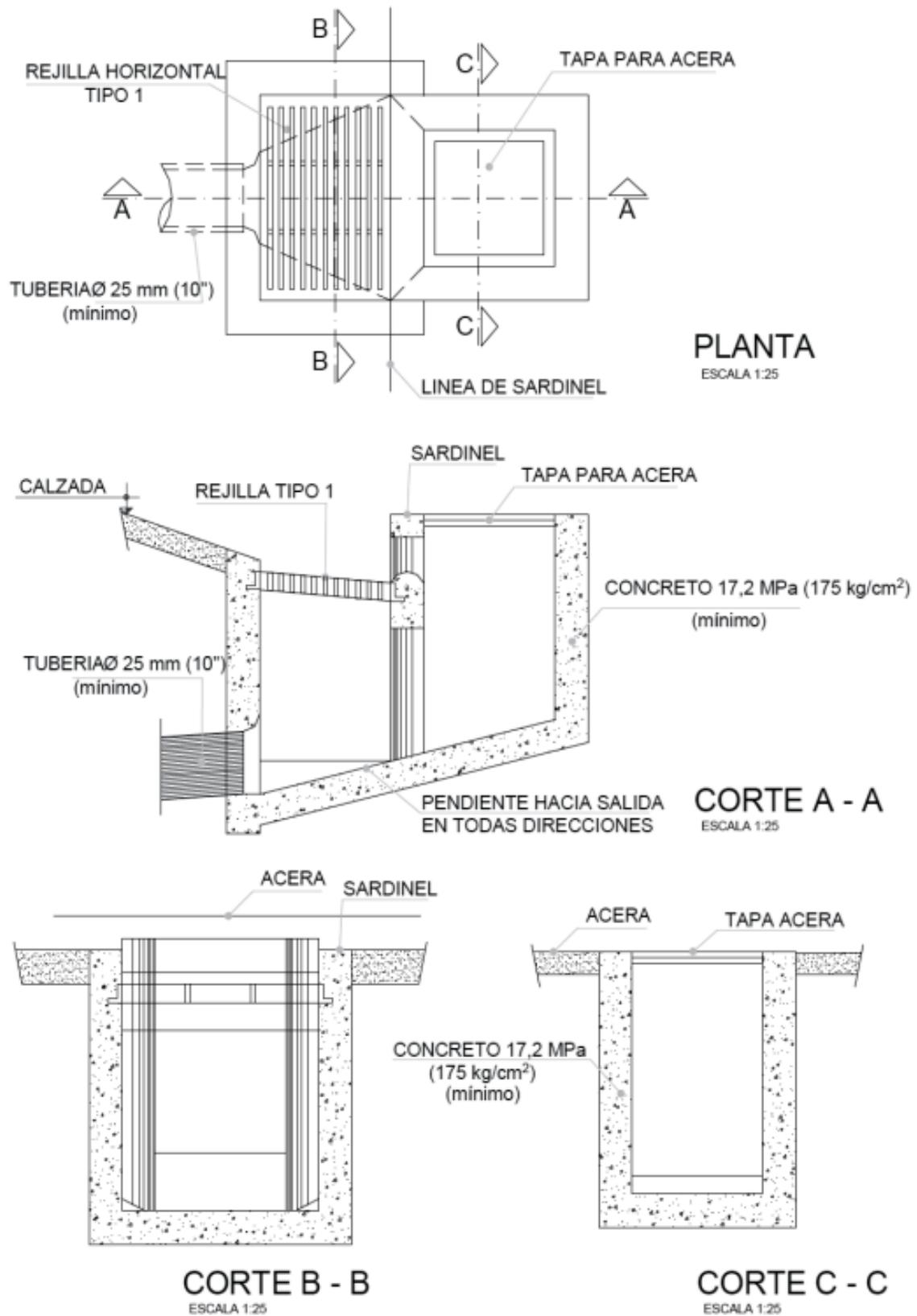
*Sumidero grande con conexión a cámara - S1*



Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

**Figura N° 29**

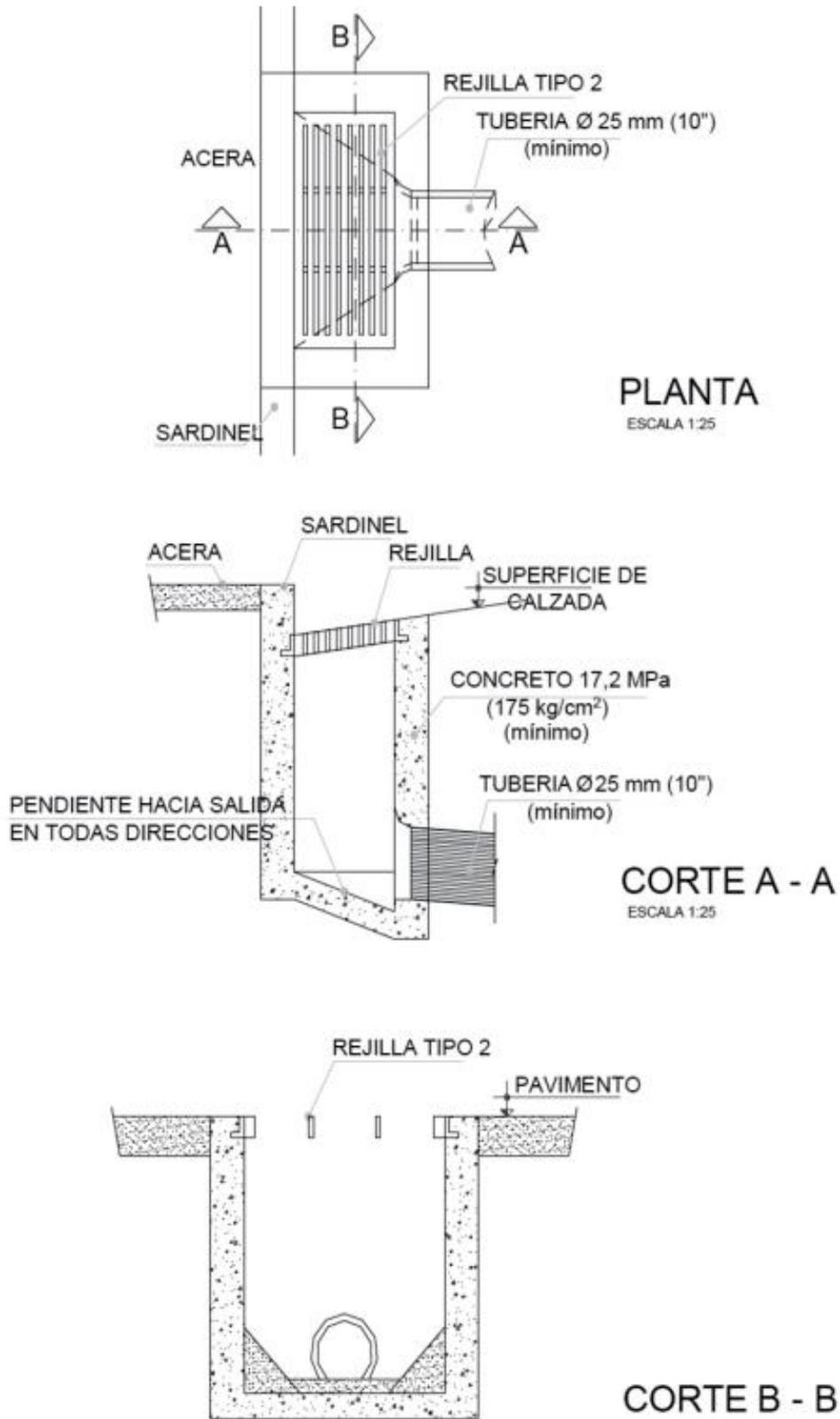
*Sumidero grande con conexión a tubería - S2*



Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

**Figura N° 30**

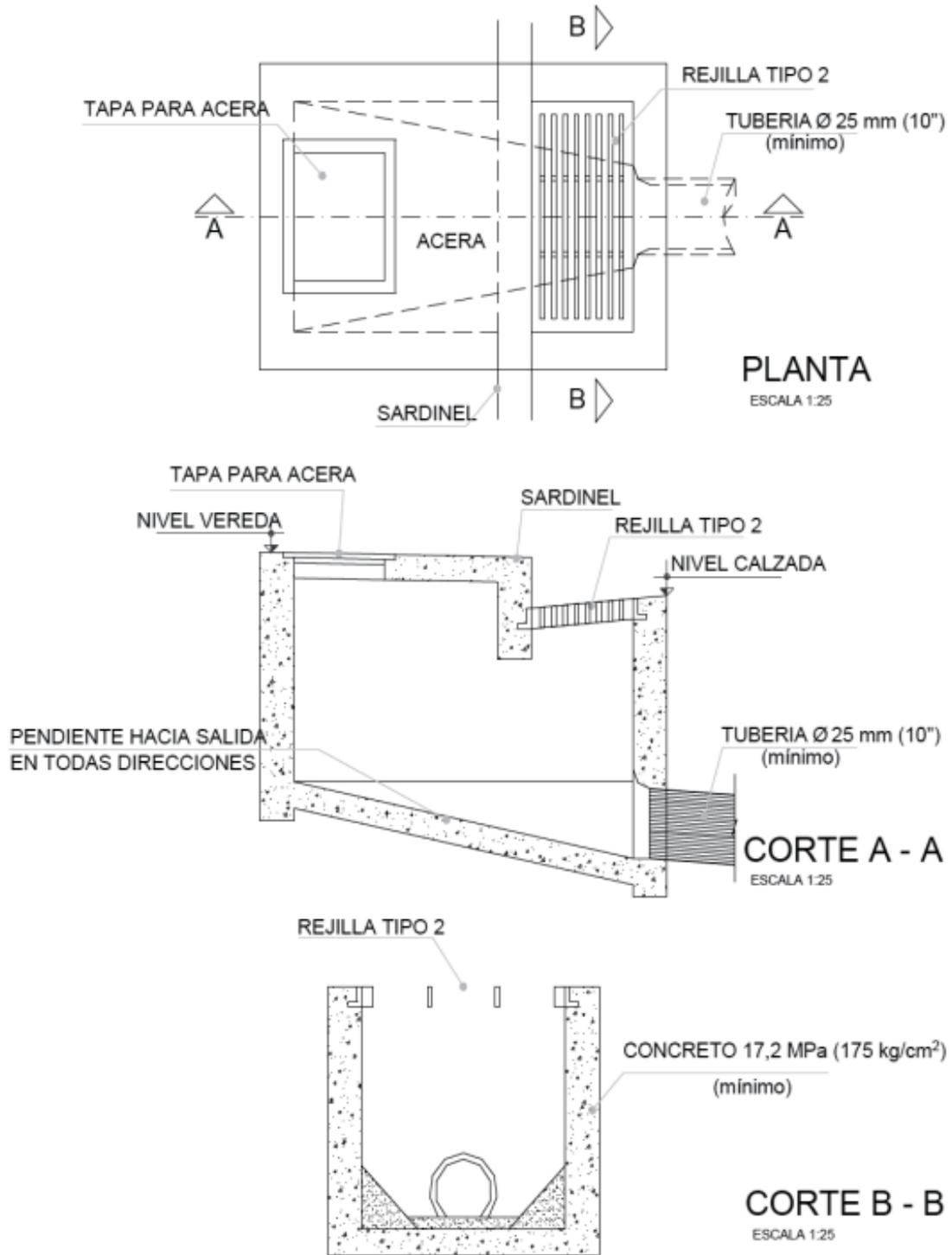
*Sumidero chico con conexión a la cámara - S3*



Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

**Figura N° 31**

*Sumidero chico con conexión a la tubería - S4*



Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

## Captación de agua por sumidero

El análisis hidráulico de los dispositivos de recolección de H<sub>2</sub>O es un campo que ha recibido poca atención por parte de los fabricantes. En la actualidad, hay una amplia variedad de sumideros disponibles, cuyos diversos diseños no se enfocan en mejorar necesariamente la capacidad de captación de estos elementos. En cambio, su diversidad de diseños suele estar motivada principalmente por criterios estéticos, la integración en el entorno urbano y la adecuación a las resistencias requeridas para su funcionamiento.

$$E = A * \left( \frac{Q_{3m}}{y} \right)^{-B}$$

Donde:

*E = Eficiencia de captación de la reja*

*Q = Caudal circulante en un ancho de 3 m junto al bordillo (l/s)*

*y = Calado del agua inmediatamente antes de la reja (mm)*

*A, B = Parámetros de ajuste*

### Tabla N° 09

*Captación de agua por sumidero*

Tipo	Longitud	Anchura	Área total	Área de huecos
R – 121	78 cm	36.40 cm	2839 cm <sup>2</sup>	1214 cm <sup>2</sup>
IMPU	78 cm	34.10 cm	2659 cm <sup>2</sup>	876 cm <sup>2</sup>
Ebro	77.60 cm	34.50 cm	2677 cm <sup>2</sup>	1050 cm <sup>2</sup>
E – 25	64 cm	30 cm	1920 cm <sup>2</sup>	693 cm <sup>2</sup>
Delta – 50	65.5 cm	29.50 cm	1667 cm <sup>2</sup>	763 cm <sup>2</sup>
Interceptora	97.5 cm	49.50 cm	4825 cm <sup>2</sup>	1400 cm <sup>2</sup>

Fuente: Gómez, 2014.

### Diseño de rejillas

Es esencial considerar dos aspectos fundamentales: las cargas que la rejilla debe soportar, incluyendo su propio peso, y el área de entrada necesaria para cumplir con un caudal estimado previamente. Además, es importante determinar si la rejilla estará expuesta al tránsito de personas, bicicletas, personas en sillas de ruedas, montacargas o vehículos, para ajustar el diseño en función de estos requisitos específicos. El material más comúnmente utilizado es el acero, y las especificaciones de calibre, dimensiones y secciones adecuadas se determinarán en función de las cargas requeridas.

## Figura N° 32

### Clasificación de clases de cargas

Los canales prefabricados ACO satisfacen los requisitos de carga de la norma BS EN 1433:2002 - *Canales de drenaje para áreas vehiculares y peatonales*. Dentro de esta norma, los productos se prueban para determinar su resistencia a la carga según su clasificación.

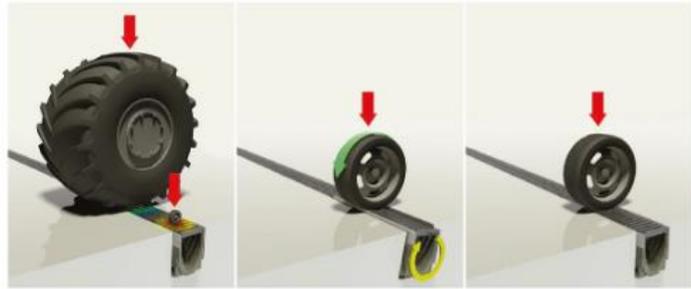
Las clases de carga consideradas van desde A15 a F900 y cubren todo tipo de aplicaciones, desde áreas peatonales hasta espacios de servicio pesado, como pistas de aterrizaje.

Estas son las seis clases de carga consideradas en la norma BS EN 1433:2002.

**NOTA:** La clasificación de cargas no indica una carga con peso estático.

Durante la vida útil de una trinchera estará sometida a la acción de fuerzas de distinta índole y experimentará efectos de tensión, compresión y torsión. Por este motivo, es importante definir el tipo de cargas a que estará sometida para asegurar un óptimo desempeño y su durabilidad.

Clase	EN 1433	Uso
	A 15	Peatonal, ciclovías, áreas con mínimo tránsito (sólo vehículos domésticos ligeros).
	B 125	Áreas peatonales, vehículos ligeros y estacionamientos privados.
	C 250	Estacionamientos públicos, estaciones de servicio (automóviles) y vehículos comerciales ligeros.
	D 400	Vías de comunicación urbanas y de alta velocidad, estacionamientos para todo tipo de vehículos.
	E 600	Áreas industriales, espacios con tránsito de vehículos pesados, montacargas, estaciones de servicio.
	F 900	Aeropuertos, instalaciones industriales y militares, patios de servicio y estacionamientos.



Fuente: Aqua Infraestructura, 2019.

## Figura N° 33

### Sistemas para áreas industriales, tránsito con vehículo pesado y montacargas

Los sistemas integrados ACO son adecuados para todo tipo de proyectos de ingeniería, desde estacionamientos comerciales hasta aplicaciones de servicio pesado, y opciones sustentables. ACO ofrece una gama de soluciones innovadoras para la gestión de aguas superficiales.

	Monoblock PD	Monoblock RD	PowerDrain
<b>Opciones de rejilla</b>	Integrada	Integrada	2 modelos disponibles
<b>Rejilla recomendada</b>	Canal monolítico con rejilla incorporada	Canal monolítico con rejilla incorporada	Rejilla peatonal o rejilla ranurada de alta capacidad
<b>Otros materiales</b>	Disponible en colores natural, negro y gris, bajo pedido	N/A	N/A

### Qmax



<b>Opciones de rejilla</b>	Varios modelos
<b>Rejilla recomendada</b>	Modelo con ranura de alta capacidad hierro dúctil
<b>Otros materiales</b>	N/A

Fuente: Aqua Infraestructura, 2019.

## Colectores

La evaluación de la corriente, en cuanto a los conductos cerrados así mismo abiertos, se basa en las aplicaciones de tres ecuaciones fundamentales del sistema de fluidos: la ecuación de continuidad, la ecuación de la energía y la ecuación de la cantidad de movimiento. La circulación de la corriente a lo largo de un canal puede ser clasificada como corriente en canal abierto o flujo en carga, dependiendo de la presencia o ausencia de una superficie líquida libre expuesta a la presión atmosférica. Cuando el conducto transporta el fluido bajo presión y está completamente lleno, se denomina flujo en carga. En el caso de que el flujo ocurra en una vía parcialmente escasa o en un conducto abierto, se identifica como flujo en canal o flujo en lámina libre.

### Diámetro de tuberías

#### Tabla N° 10

*Diámetros mínimos de tuberías en colectores de aguas pluviales*

Tipo de colector	Diámetro mínimo (m)
Colector troncal	0.50
Lateral troncal	0.40
Conductor lateral	0.40

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

### Diseño hidráulico

Este modelo hidráulico compilador de aguas pluviales, es posible emplear los principios de diseño aplicados a conductos cerrados. Para calcular los valles, se utilizará las fórmulas de Manning, haciendo uso de los coeficientes de rugosidad asociados a cada tipo de material, de acuerdo con la tabla proporcionada:

#### Tabla N° 11

*Coefficientes de Manning para colectores*

Tubería	Coefficiente 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 PVC	0.010
Arcilla vitrificada	0.010

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

### Velocidades en el sistema de drenaje pluvial

Velocidad mínima. – Es necesario mantener una velocidad mínima de 0.90 m/s cuando el agua fluye a través de un conducto completamente lleno evitando la sedimentación de partículas arrastradas por la precipitación, como arena y grava.

Velocidad máxima. – estas velocidades máximas permitida son conductos que presentan mayores cantidades mínimas de sedimentos en suspensión está determinada por el material de los conductos y no debe excederse los ideas indicados en la tabla siguiente. Esta medida se implementa con el objetivo de prevenir el desgaste de las paredes causado por la erosión.

**Tabla N° 12**

*Velocidad máxima para tuberías en drenaje pluvial (m/s)*

<b>Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)</b>	
<b>Material de la tubería</b>	<b>Agua con fragmentos de arena y grava</b>
Asbesto Cemento	3.00
Hierro fundido dúctil	3.00
Cloruro de Polivinilo	6.00
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3.00
Arcilla vitrificada	3.50
Concreto armado de:	
140 kg/cm <sup>2</sup>	2.00
210 kg/cm <sup>2</sup>	3.30
250 kg/cm <sup>2</sup>	4.00
280 kg/cm <sup>2</sup>	4.30
315 kg/cm <sup>2</sup>	.00

Fuente: Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, 2021.

### **Pendiente mínima**

El reglamento nacional de edificaciones CE.040 “Drenaje Pluvial” (2021), establece que las inclinaciones mínimas de esquema, están en relación con los diámetros, serán aquellas que garanticen una velocidad mínima de 0,90 m/s cuando el flujo se encuentra a capacidad total en el conducto. No obstante, para lograr este objetivo, en algunas situaciones la pendiente de la tubería puede ser notablemente superior a la pendiente natural del terreno.

### **Registros**

Estos datos tomados deberán contar con un espacio suficiente donde una persona pueda ingresar y permitir también las instalaciones de una chimenea. En el caso de colectores, el calibre mínimo de los registros será de 1,20 ms. Cuando el canal tenga dimensiones adecuadas.

## Buzones

En el caso de colectores con un diámetro inferior a 1,20 metros, se requiere que el buzón de acceso esté posicionado de manera centrada sobre la coordenada longitudinal del conducto. Así mismo el calibre la vía es mayor que el del buzón, este se desplazará hasta que esté tangente a uno de los lados del tubo, con el fin de facilitar la colocación óptima de los escalones en el registro. En situaciones donde el diámetro del colector supera los 1,20 metros y cuenta con entradas laterales en uno al otro lado del registro, el desplazamiento se realizará hacia el lado del lateral de menor tamaño. Las estructuras de unión solo se emplearán en el caso de colectores con un diámetro superior a 1 metro

## Tipos de colectores

Sistema unitario. - La combinación de conductos para transportar tanto aguas residuales como aguas pluviales resulta ser la opción más económica.

### Figura N° 34

*Sistema unitario*



Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022.

Sistema separativo. - Cuando las aguas residuales y pluviales se transportan a través de conductos distintos e independientes, se requiere una inversión mayor tanto en la construcción como en el mantenimiento de dichas infraestructuras.

### Figura N° 35

*Sistema separativo*



Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022.

Sistema semiseparativo. - La evacuación se lleva a cabo empleando conductos distintos, aunque se dimensiona el conducto de aguas residuales de manera que pueda gestionar también las aguas pluviales. Esta práctica se aplica en situaciones en las no es viable avalar

estas separaciones entre las aguas residuales y pluviales debido a la reconfiguración de la red.

**Figura N° 36**

*Sistema semiseparativo*



Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022

Sistema doblemente separativo. - En esta configuración, las aguas residuales urbanas, H<sub>2</sub>O sobrantes industriales y H<sub>2</sub>O lluvia son conducidas por conductos separados y autónomos.

**Figura N° 37**

*Sistema doblemente separativo*

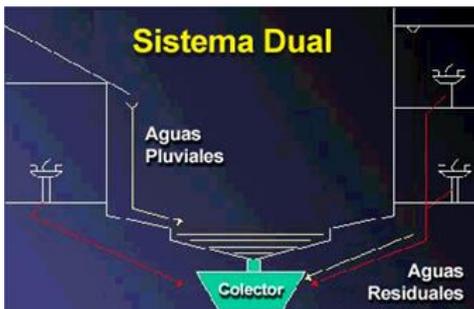


Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022

Sistema dual: Son aquellos que diseñan y dimensionan las calzadas para el conducto por partes de lenguas fluviales, permitiendo una reiteración de transportes por la parcela y subterráneo.

**Figura N° 38**

*Sistema dual*



Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022

Sistema combinado: Son combinaciones de diferentes sistemas.

**Figura N° 39**

*Sistema combinado*



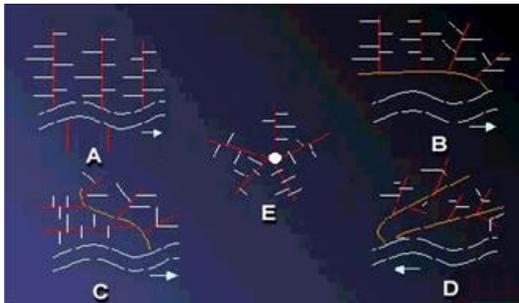
Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022

**Colectores según tipo de evacuación:**

Por gravedad: donde el H<sub>2</sub>O circula debido a las pendientes que viene incluido el colector y pueden traer diferentes trazados que son: (a), canalizaciones transversales, (b), canalizaciones transversales, (c), canalizaciones longitudinales para areas, (d), canalizaciones, (e), canalizaciones radiales.

**Figura N° 40**

*Canalización por gravedad*



Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022

Por elevación: aquí se debe a la razón topográfica o también facilitar un problema sin poder armar un sifón, donde tenemos que ejecutarlo una elevación mecánica de las aguas.

**Figura N° 41**

*Evacuación por elevación*



Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022

A fuerza o circulación forzado: donde el H2O proviene debido a una presión teniendo en consideración la vía con el canal en peso.

**Figura N° 42**

*Evacuación a presión*



Fuente: I-Agua Saneamiento, 2022

Flujo por gravedad en tuberías de drenaje, como menciona el autor, se refiere al movimiento del agua de escorrentía de lluvias, que generalmente se produce por gravedad debido a la variabilidad significativa en el caudal de conducción. Sin embargo, la práctica común es verificar la capacidad de conducción de este sistema frente a eventos más extremos por lo cual es diseñado. En esta evaluación, esto asegura que el caudal del modelo sea igual o menor al caudal superior del canal. Para determinar el valle que una tubería circular puede transportar por gravedad, se utiliza la fórmula empírica de Manning.:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad , \quad R = \frac{A}{P} \quad , \quad Q = V * A$$

Donde:

*Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)*

*V: Velocidad media del flujo (m/s)*

*A: Área de la sección hidráulica (m<sup>2</sup>)*

*P: Perímetro mojado (m)*

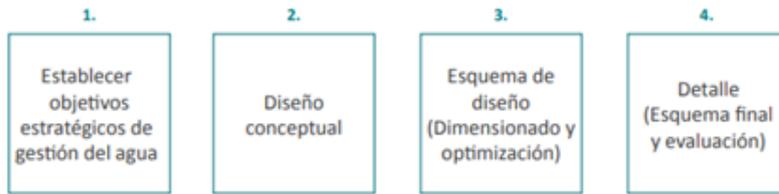
*R: Radio hidráulico (m)*

*S: Pendiente de fondo (m/m)*

**Criterios metodológicos bajo el enfoque SUDS:** Lang Hoang (2016), señala que al emplear el agua con el propósito de modelar y mejorar el entorno urbano, se busca maximizar la funcionalidad, la convivencia y el valor del espacio urbano. Además, se establecen directrices de diseño para las Soluciones Urbanas de Drenaje Sostenible (SUDS), conectándolas con los criterios de diseño, selección tipológica y dimensionamiento.

### Figura N° 43

Etapas del diseño de un SUDS.



Fuente: Rodríguez, 2017.

### Dimensionado y optimización:

Teniendo la capacidad de intervenir en varias escalas mediante pretratamientos y técnicas consecutivas, lo que facilita el logro de todos los objetivos establecidos. En el proceso de dimensionamiento, comenzamos con el caudal pico y simulamos las transformaciones. Es importante destacar que este método se basa en ciertas suposiciones y tiene limitaciones, restringiendo su aplicabilidad a cuencas con áreas inferiores a 50 km<sup>2</sup>.

$$Q = \frac{CiA}{3600}$$

Donde:

*Q*: Caudal (l/s)

*C*: Coeficiente de escorrentía

*I*: Intensidad de lluvia (mm/hr)

*A*: Área en m<sup>2</sup>

Por lo tanto, el dimensionamiento puede realizarse a una superficie dada, determinando los cálculos correspondiente.

$$h_{m\acute{a}x} = a * (e^{(-bxt_d)} - 1) \quad ; \quad a = \frac{A_b}{P} = \frac{A_D * i}{P * K} \quad ; \quad b = \frac{P * K}{n * A_b}$$

Donde:

*K* : Coeficiente de infiltración (m/b)

*A<sub>D</sub>*: Área a drenar (m<sup>2</sup>)

*A<sub>b</sub>*: Área base de elementos (m<sup>2</sup>)

*n* : Porosidad

*I* : Intensidad pluviométrico (m/h)

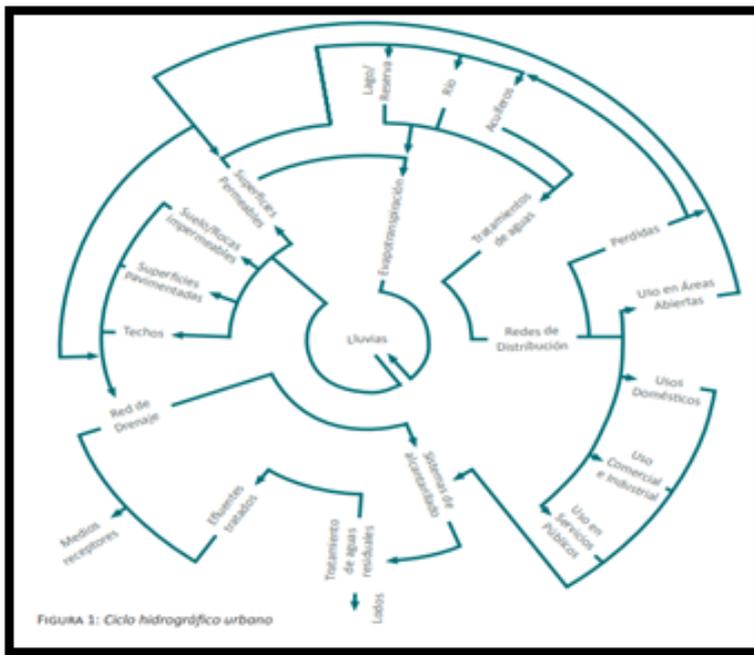
*t<sub>d</sub>*: Duración de la tormenta

*P* : Perímetro del sistema de infiltración

**Gestión Integral del Agua Urbana (GIAU):** Hoang Lang (2016), indica que la sostenibilidad del recurso hídrico está vinculada a la planificación urbana. Actualmente, se observa que la cantidad de los pobladores de Europa están metabolizados, verterla en ríos o mares después de pasar por plantas depuradoras y cumplir con normativas. El medio ambiente contemporáneos muestran una hidrográfica compleja que involucra tanto la época natural de la precipitación como las circulaciones subterráneas para el consumo y saneamiento del agua.

**Figura N° 44**

*Ciclo hidrograma urbano*

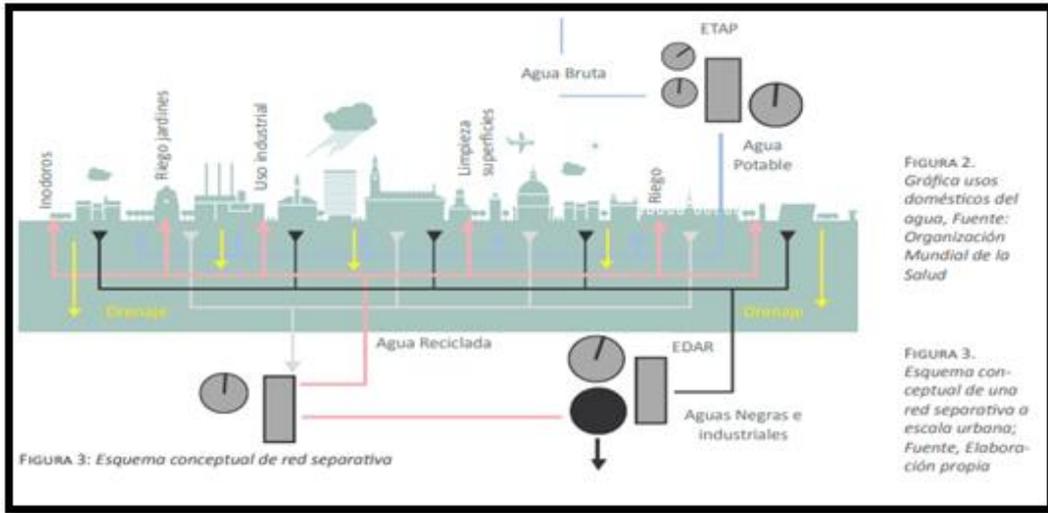


Fuente: Rodríguez, 2017.

Estos datos implican un principal esquema urbano, lo cual permite introducirlo la infraestructura indispensable. Pero hoy en día la realidad esta combatiendo sobre la factibilidad de la implantación de estas redes.

## Figura N° 45

### Esquema conceptual de red separativa



Fuente: Rodríguez, 2017.

### Modelamiento Hidrológico:

La simulación y análisis de un sistema de diseño para el drenaje de aguas pluviales en una zona específica se realizará mediante un esquema de simulación. Este esquema permite observar los comportamientos de criterios meteorológicos y valles inferiores, donde se relacionan a nodos e intersecciones facilitar el drenaje encargados de transportar las aguas pluviales.

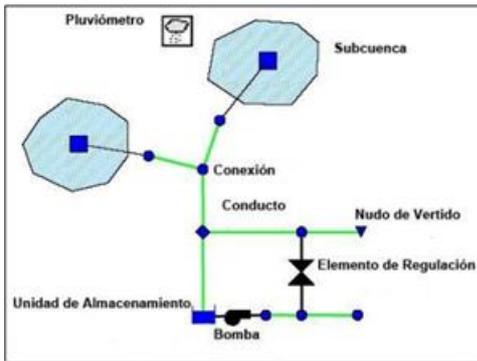
### El Modelo de simulación Storm Water Management Model (SWMM 5.2 EPA):

Chengshuai Liu (2023), detalla que se trata de un modelo para análisis y modelado del sistema de drenaje urbano, donde esta versión aplicada cuenta con una interfaz visual que permite un manejo amigable para el usuario. Además puede simular canales o conductos con secciones de diferentes tipos: circular, rectangular, ovoide, trapezoidal, parabólicas y naturales.

El Storm Water Management Model (SWMM 5.2) de la EPA proporciona un modelado dinámico de simulaciones para la gestión de precipitaciones y escorrentías, permitiendo la determinación de cronologías en distintas etapas expandidas y analizando la actitud de las precipitaciones. En este modelamiento de aguas pluviales, SWMM 5.2 considera una serie de pasos que son bien primordial en este diseño, donde son representados en diferentes etapas hidrológicas o hidráulicas como precipitaciones, generando escurrimiento y flujo de aguas.

**Figura N° 46**

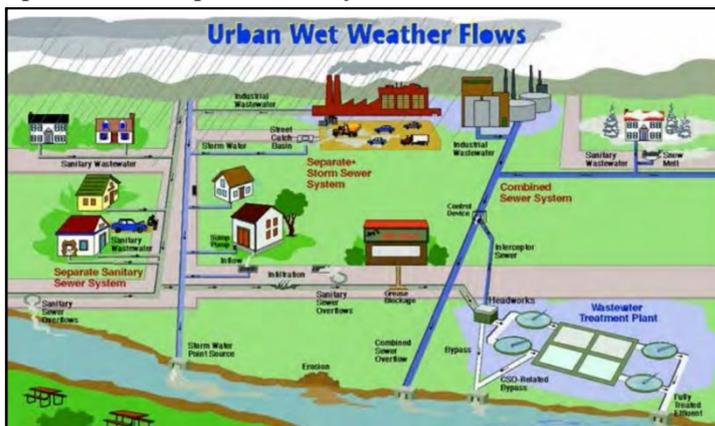
*Componentes físicos empleados en el modelado de sistema de drenaje pluvial urbano*



Fuente: Chengshuai Liu, 2022.

**Figura N° 47**

*Aplicaciones típicas del software SWMM*



Fuente: United States Environmental Protection Agency, 2023.

### **Definición de términos básicos**

- Levantamiento topográfico hidrográfico.- Según Ahmed Raju (2022), informa que son trabajos para la obtención de planos de masas de agua, líneas de litorales o costeras relieves de fondos de lagos y ríos.
- Topografía del suelo.- Ahmed Raju (2022), indica que son tipos en lo cual garantiza que los mapas y los límites hayan sido designados en áreas de tierras sean conciso.
- Topografía de la construcción.- Según Ahmed Raju (2022), aquí es donde se analizan las variadas condiciones físicas y los flujos de agua superficial en la tierra.
- Fisiografía.- Fu Xing Wan (2023), indica que son tipos en lo cual garantiza que los mapas y los límites hayan sido designados en áreas de tierras sean conciso.
- Superficie terrestre.- Según Fuxing Wan (2023), informa que se emplea para referirse a la totalidad de la tierra o en su defecto, o parte del vasto territorio que ostenta a la misma.

- Mediciones topográficas.- Ahmed Raju (2022), explica que la deslindación ocurre cuando el dueño de un terreno enfrenta un problema con una entidad gubernamental o está involucrado en una disputa con otro individuo. En este proceso, es necesario demostrar la superficie real del terreno, la ubicación precisa de sus límites y llevar a cabo una tasación para determinar su valor.
- Replanteo de terreno.- Según Ahmed Raju (2022), la parcelación surge cuando hay interés en la distribución de terrenos o en modificaciones de planes de ordenación urbana que requieren cambios en el uso y la distribución de terrenos, así como la implementación de obras y edificaciones.
- Sistema de drenaje pluvial.- Babak Azari (2022), informa que es una técnica de conductos, compiladores e instalaciones complementarias donde es acumulado el H<sub>2</sub>O de precipitaciones permitiendo su recolección para ser trasladado a su vertimiento, así mismo evita perjuicios materiales y ciudadania.
- Sistema urbano de drenaje sostenible.- Según Azari (2022), Afirma que su propósito es reducir al mínimo los efectos del crecimiento urbano en términos de volumen y calidad de la escorrentía a lo largo de su recorrido, desde su origen hasta su destino. De esta manera, buscan potenciar la agregación paisajística y primordial social y ambiental de la intervención urbanística.
- Hidrología.- Rebecca Münich (2023), indica que es un campo dentro de las disciplinas relacionadas con la Tierra que se dedica a examinar el agua, abordando su presencia, cómo se reparte, cómo fluye y las características físicas, químicas y mecánicas que la definen en los mares, la atmósferas y la superficies terrestres.
- Aguas pluviales. - Se da a conocer que son las aguas provenientes de las precipitaciones naturales, específicamente en entornos urbanos, donde corresponden al H<sub>2</sub>O de precipitaciones que no son absorbidas por el terreno y fluye a lo largo de edificaciones, calles, estacionamientos y otras superficies.
- Alcantarilla.- Rebecca Münich (2023), indica que se trata de estructuras hidráulicas diseñadas para guiar aguas en aumento, drenajes y corrientes naturales que pasan por debajo de esta conformación de relleno en áreas con suelo o roca, siendo crucial considerar la dirección del flujo de la alcantarilla.
- Canal. - Describe como un conducto al aire libre utilizado para el transporte de fluidos, donde el desplazamiento se realiza debido al peso propio del fluido y a la inclinación de la estructura.

- Cuenca.- Según Elena Crowley (2023), es una zona de terreno fundado donde el agua drena en punto común ya sea una cuenca, río o lago cercano. Así mismo son primordiales hasta un punto ecológico, determinando mantenerse la biodiversidad y la integridad de los suelos.
- Esgurrimiento superficial.- Elena Crowley (2023), indica que es la parte del agua de lluvia en la que se filtra y se mueve lateralmente por los estratos más elevados hasta llegar al cauce, de drenaje durante y después de que haya llovido.
- Impermeabilización.- Según Tibin Zhang (2018), describe como el proceso en el cual se integran o aplican materiales con el propósito de evitar el paso del agua, es decir, que sean impermeables. Este tipo de instalaciones se realizan principalmente en techos y fachadas, ya que son estas áreas las que están más expuestas y frecuentemente afectadas por la lluvia.
- Pluviógrafo.- Tibin Zhang (2018), expone que se trata de instrumentos meteorológicos utilizados para el estudio y análisis de las precipitaciones. Su funcionamiento y uso están estrechamente vinculados con el pluviómetro. Su principal tarea consiste en registrar gráficamente la cantidad de agua caída en un periodo de tiempo específico.
- Mecánica de suelos.- Yoko Ono (2021), explica que la mecánica de suelos consiste en la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas relacionados con las cargas aplicadas a la capa superficial de la corteza terrestre. Esta disciplina fue establecida por Karl Von Terzaghi a partir de 1925, quien esclareció el comportamiento mecánico de medios porosos saturados, como suelos, hormigón y rocas, y desarrolló la teoría de la consolidación.
- Suelo gravoso.- Según Yoko Ono (2021), la grava es un material compuesto por fragmentos de roca que tienen un tamaño mayor que la arena pero menor que las rocas más grandes. Por lo tanto, un suelo gravoso está compuesto principalmente por partículas de grava, junto con posiblemente arena, limo y arcilla.
- Suelo limoso.- Yoko Ono (2021), indica que es un tipo de suelo que está compuesto principalmente por partículas de tamaño intermedio, conocidas como limo. El limo es una fracción de suelo compuesta por partículas finas que son más pequeñas que las partículas de arena, pero más grandes que las de arcilla. Los suelos limosos tienen una textura suave y sedosa al tacto y pueden retener agua más eficazmente que los suelos arenosos debido al tamaño de las partículas.

- Suelo arcilloso.- Según Zunji Jian (2022), detalla que es un tipo de suelo que está compuesto principalmente por partículas extremadamente pequeñas y finas llamadas arcilla. La arcilla es una fracción de suelo que tiene un tamaño de partícula mucho más pequeño que la arena y el limo. Los suelos arcillosos tienen una textura suave y pegajosa cuando están húmedos y pueden ser bastante compactos cuando están secos.
- Suelo arenoso.- Zunji Jian (2022), define que es un tipo de suelo que está compuesto principalmente por partículas de arena. La arena es una fracción de suelo que consiste en partículas granulares más grandes que las del limo y la arcilla. Los suelos arenosos tienen una textura suelta y áspera al tacto, y las partículas de arena están menos cohesionadas entre sí en comparación con las partículas más finas de otros tipos de suelos.

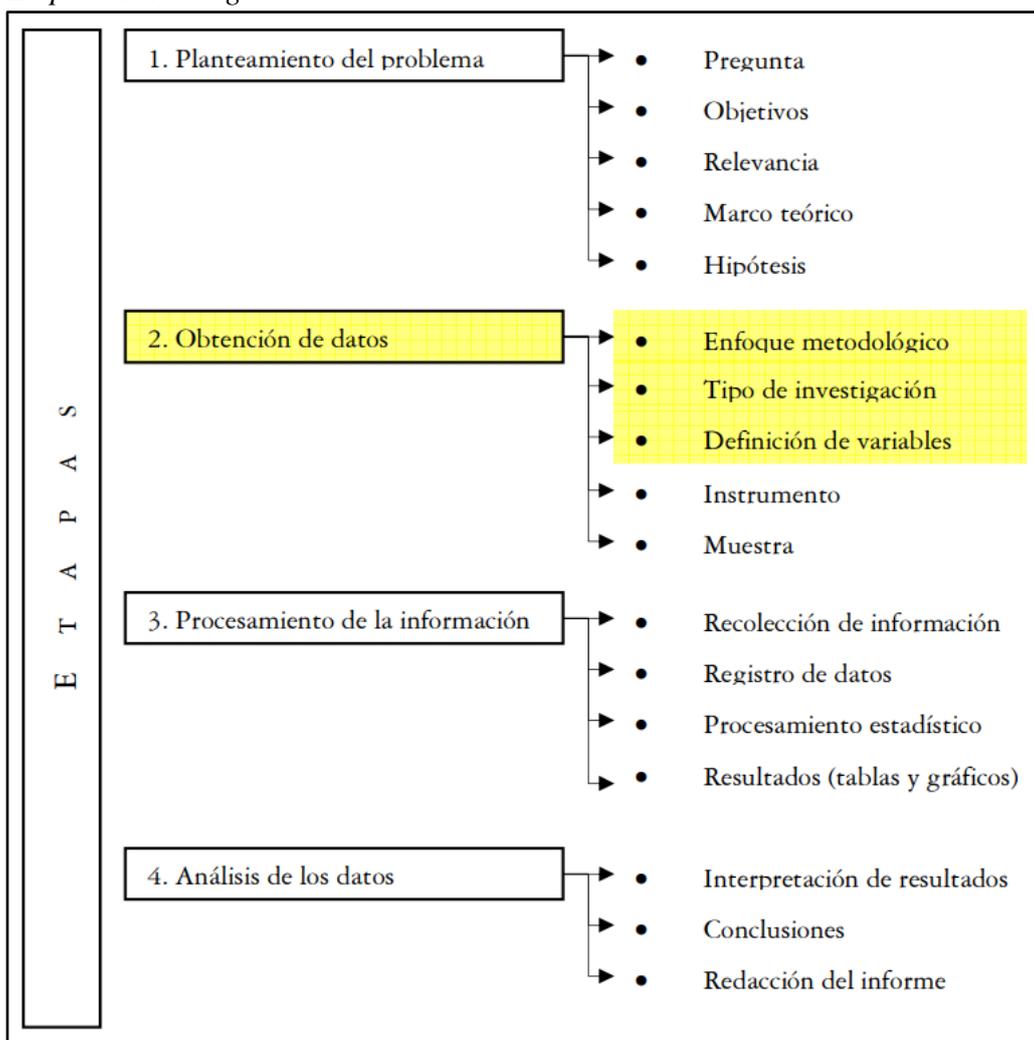
## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

Según Daniel Cauas (2015), Después de analizar los “initial stages” de una indagación, se han establecido ciertas explicaciones que facilitan el progreso en las etapas subsiguientes del estudio. Siguiendo el siguiente esquema, los siguientes pasos se centran en determinar el enfoque mediante el cual se adquirirá la información.

**Figura N° 48**

*Etapas de investigación*



Fuente: Daniel Cauas (2015)

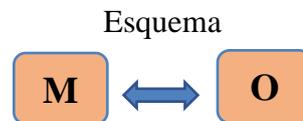
Este estudio de investigación se tuvo un enfoque cuantitativo, por ser la descripción de un diseño de drenaje pluvial para la avenida Raymondí, donde se usó métodos y procedimientos, matemáticos, cálculo hidráulicos, y el software SWMM, para lograr el objetivo que permitió encontrar las características del diseño del sistema de drenaje

pluvial para el mejoramiento de la avenida Raymondi, calle Satipo, Junín – 2023, así mismo se obtuvo bajo los parámetros de la recolecta de datos y esto a su vez se fundamentó en las mediciones y el análisis, parámetros estadísticos poblacional debido a su influencia del territorio, que para algunos casos se debe emplear métodos matemáticos y de ingeniería a partir de datos recolectados, lo cual sirvió como modelo para propuestas de construcción y viable en los costos y beneficios. Este trabajo fue una investigación descriptiva simple, ya que se buscó calcular las medidas en que se pueda visualizar y conocer todos los procedimientos, características y perfiles donde se escribieron, de manera coherente y ordenada. Así mismo se brindó información en torno al sistema de diseño de drenaje aguas pluviales, lo cual se indaga a diferentes proyectos con problemáticas atendidas, para obtener criterios de aplicación y beneficios a los habitantes, al medio ambiente y a la economía circular. Así mismo los diseños de drenaje de aguas pluviales ya aplicado en otros proyectos, permiten ser viable para poder alcanzar el objetivo de esta investigación.

El presente trabajo fue una investigación aplicada, ya que se enmarcará, en un proceso integrador lo que hace esto que involucre al desarrollo tecnológico y de nuevas estrategias ya que esto es orientado a la optimización de las condiciones actuales en donde puede ser implementado con al determinación de hacer más viable en este caso el sistema de diseño de drenaje aguas pluviales, tanto a nivel de diseño físico y socio técnico mediante métodos de ingeniería. Ya que estos conceptos mencionados fueron considerados para poder llevar a cabo los estudios previos, que además influyeron en el diseño de drenaje de aguas pluviales de acuerdo a las normas técnicas peruana, (NTP), Norma OS 100: “Infraestructura Sanitaria para las poblaciones Urbanos”, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Ministerio de transporte y Comunicaciones, Norma IS 010: “Instalaciones Sanitarias para edificaciones”, Código Sanitario del Perú – D.L. 17505, Ley General de Aguas y su Reglamento – D.L. 17752 de 24.07.90, etc.

En la siguiente investigación el diseño fue no experimental, donde se surgieron procedimientos analizando los parámetros e indicadores, así mismo su comportamiento que fue reflejado, es decir que, en el diseño de drenaje de aguas pluviales en la Av. Raymondi, distrito Satipo, donde se examinó una serie de referencias bibliográficas y normativas para determinar los diferentes criterios de diseño, tantos civiles, ambientales

como sanitarios, buscando consigo las estrategias más eficaz de tener un tipo de viviendas sostenibles.



Leyenda del diseño:

M: Muestra en la que se realiza el estudio

O: informaciones relevantes o de interés recogida

## 2.2. Población y muestra

Según José Ventura (2017), la población se compone de factores que presentan ciertos atributos que se desean investigar. Por este motivo, entre la población y la muestra existe un enfoque inductivo (de lo específico a lo general), con la expectativa de que la porción observadas (en este caso, la muestra) sea una representación de la totalidad (la población en cuestión). Esto se hace para asegurar que las conclusiones derivadas del estudio sean confiables.

### Población

Se toma como población el distrito de Satipo el cual tiene una longitud de 7.80 km, un perímetro de 7.828,45 m y un área de 3.22 km<sup>2</sup>. Así mismo esto se caracteriza según el plan desarrollo urbano, la cantidad de los predios contribuyentes (viviendas) son de 7513 en la ciudad de Satipo.

### Muestra

Se toma de muestra la zona más vulnerable dentro del casco urbano de Satipo, que son las viviendas es el tramo de la calle de la Av. Raymondi que tiene la cantidad de predios contribuyentes en total de 280 (viviendas), son de 119 en la zona de estudio, zona crítica, teniendo una longitud de 522.62 m, con mayor afectación de las lluvias torrenciales en las viviendas dichos inundaciones son provocadas y comprendidos por las concentraciones de las aguas que provienen de las calles: Jr. José Pardo de 360.40 m. que tiene la cantidad de 25 viviendas, Jr. Juan Santos Atahualpa de 363.32 m. que tiene la cantidad de 21 viviendas, Av. Micaela Bastidas de 343.73 m. , Jr. Julio C. Tello de 373.78 m. que tiene la cantidad de 35 viviendas.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Según Sandra Hernández (2020), al iniciar un trabajo investigativo, es vital contemplar los enfoques, procedimientos y herramientas como aquellos componentes que aseguran la faceta empírica del estudio. En este contexto, el método establece la ruta de continuar en la investigación, las técnicas engloban un grupo de instrumentos mediante los cuales se lleva a cabo dicho método, y el instrumento incorpora los recursos o medios que facilitan la ejecución de la investigación. Asimismo, la utilización de técnicas de recopilación de datos representa una fase en la cual se examinan y transforman los datos con el propósito de resaltar información relevante, lo cual conlleva a la formulación de conclusiones y el respaldo a la toma de decisiones.

Técnica de recojo de datos: Se usa la investigación de campo y la observación, donde se comprendido y recogió, la información más factible para registrarlo y elaborarlo los datos, así mismo proceder los elementos para recolectar dicha información; también es necesario hacer uso de las técnicas métricas que sirven para efectuar las mediciones, así mismo extraer y recopilando informaciones relevantes estadístico son necesarios para el diseño y modelamiento, el estudio hidrológico que se realizará con la información de las estaciones meteorológicas del SENAMHI y de las normas influyentes del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### Fuentes técnicas

- Investigación de datos y antecedentes recopilados de la zona de urbanización de las calles de la ciudad de Satipo.
- Reglamentos nacionales de edificaciones, título II. “Habilitaciones Urbanas” Obras Saneamiento.
- Precipitación pluvial producto de torrenciales lluvias en la Ciudad de Satipo.
- Estudios hidrológicos de la ciudad de Satipo.
- Capacidad de almacenamiento de agua de lluvia en la ciudad de Satipo.
- Sistema de acondicionamiento de redes de distribución de agua de lluvia en la Ciudad de Satipo.
- Costos del sistema de diseño de drenaje pluvial de agua de lluvia en la ciudad de Satipo.
- Análisis de datos.
- Determinación de propuestas de sistema de diseños de captación de agua de lluvia.

Instrumento de recojo de datos: Podríamos describirlo como un recurso material que el investigador emplea para registrar información o datos relacionados con la variable de estudio. Estos instrumentos son esenciales para abordar la pregunta de investigación, y es crucial que sean confiables y válidos para asegurar la calidad de los datos, otorgando así valor e importancia al análisis de los datos y las conclusiones. Algunos de los instrumentos utilizados incluyen:

- **Cámara fotográfica:** Este instrumento será utilizado para recolectar evidencias de cómo están las viviendas y calles de la ciudad de Satipo y así adjuntar en el proyecto de investigación.
- **Fichas de campo:** Servirá esta herramienta para recolectar toda la información de la infraestructura de la ciudad de Satipo, y así intervenir para el proyecto de investigación.
- **Wincha y/o regla:** Herramienta utilizada para mediciones en cada una de los afluentes y la avenida Raymondi, para luego dibujar en el AutoCAD y en el software WSM.
- **GPS Diferencial:** Método de ubicación relativa que se apoya en la corrección de los datos adquiridos por un receptor GPS, mediante la incorporación de información proveniente de uno o varios receptores GPS estacionarios.
- **Planos:** Se diseñaron los planos levantamiento topográfico del área de estudio, plano catastral urbano, plano de riesgos y el plano de modelamiento y el diseño en 3D.
- **Laboratorio de Suelos INGEODINÁMICA E.I.R.L.:** Se procedió a realizarse el estudio de mecánica de suelos de las 02 calicatas tomadas en la Av. Raymondi para obtener los siguientes resultados: Perfil estratigráfico, análisis de granulometría, límites de Atterberg y la humedad natural.
- **Software SWMM:** Se usó el software SWMM 5.2., para el dimensionamiento y modelamiento de aguas pluviales en la Av. Raymondi.
- **Libros y/o manuales de referencia:** Así mismo también se utilizará atreves de los libros y páginas de web:
  - Normas básicas de instalaciones de interiores de suministro de H<sub>2</sub>O (NIA) donde se recolectó toda la información para desarrollar el proyecto.
  - Reglamento nacional de edificaciones (RNE), título II: “Habilitaciones Urbanas”, Capítulo 3, “Obras de saneamiento”, a la normativa que fue último

modificado de la norma OS.060 de drenaje pluvial urbano a norma técnica CE.40, drenaje pluvial del reglamento nacional de edificaciones.

- Normas técnicas peruanas, (NTP).
- Norma OS 100: “Infraestructura Sanitaria para las poblaciones Urbanos”
- Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Ministerio de transporte y Comunicaciones.
- Norma IS 010: “Instalaciones Sanitarias para edificaciones”
- Código Sanitario del Perú – D.L. 17505.
- Ley General de Aguas y su Reglamento – D.L. 17752 de 24.07.90.
- Hojas de cálculo para el estudio y análisis de la información brindada por las estaciones meteorológicas del SENAMHI.
- El software de Google Earth Pro, El Mapsource, AutoCAD, Autodesk Civil 3d
- Programa software SWMM: Modelamiento de redes de saneamiento y pluvial urbano.
- Se realizará el levantamiento topográfico de la zona a intervenir considerando las pendientes y los posibles aportadores de caudal pluvial para un futuro sostenible.
- Se realizará el estudio hidrológico

#### **2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

Según Hidalgo Arsenio (2019), dentro del proceso de formación de saberes en el ámbito de la investigación, comúnmente se mencionan los enfoques cualitativos y cuantitativos. El enfoque cuantitativo representa un método estructurado para investigar la realidad, centrado principalmente en el análisis de variables categorizadas y numéricas. En gran medida, se vale de herramientas estadísticas para resaltar las tendencias de los datos y para establecer vínculos funcionales entre las variables, con el propósito de explicar y anticipar las relaciones e interdependencias entre ellas.

##### **Estudios**

Se inicio procediendo a la recolección de la información necesaria del lugar de estudio, luego se procederá a realizar los estudios correspondientes para obtener las informaciones necesarias en el diseño del sistema de reutilización. Lo cual comprende inicialmente el estudio topográfico de la zona tomando las principales características del terreno de área de estudio. El estudio de mecánica de suelos, donde se tomaron 02

muestras de calicatas en la Av. Raymondi, y llevar al subsiguiente proceso que en el laboratorio Geodinámica EIRL. Donde se obtendrá los siguientes resultados: Perfil estratigráfico, análisis de granulometría, límites de Atterberg y la humedad natural, ensayo de corte directo. En el análisis hídrico se usará la táctica Gumbel donde se halla el valor superior máximo de precipitación para épocas de regresos de 2, 5, 10, 25, 50 años.

### **Diseño de sistema de drenaje pluvial**

Enseguida obtener la información del estudio Hidrológico se realizará el diseño del sistema de drenaje pluvial, usando el software SWMM 5.2, que servirá para la modelización de las redes de aguas pluviales y saneamiento, así mismo se ha tomado en cuenta los siguientes parámetros que son: importar datos de entrada para el cálculo de drenaje, diseñar y dimensionar los componentes de un sistema de drenaje para el centro de inundaciones, diseñar distintos elementos de retención o infiltración para el control de inundaciones, controles hidrológicos y contaminaciones, diseñar estrategias para la minimización de los vertidos desde las redes de saneamientos unitarios, la evaluación de los impactos de las infiltraciones en los sistemas de drenaje unitarios y separativos, diseñar y evaluar la operatividad de las medidas para el control de escorrentía, de manera que se usa la aplicación para simular su transporte y comportamiento a la vez se estudia la calidad y se ven los resultados de manera viable de las técnicas SUDS. Así mismo se toman en consideración los indicadores que facilitan las normas regidas, también se tendrán consideraciones de información brindada de los estudios referenciados, usando herramientas de ingenieriles, para la cual proceder, luego se procederá al modelamiento de la estructura en los programas adecuados para su apreciación y análisis. Paralelo a ello se trabajará la parte estadística, con cálculos de los caudales y demandas de agua requerida, y por último la estimación y evaluación económica del diseño drenaje de agua pluviales.

### **2.5. Aspectos éticos en investigación**

Según el Código de Ética de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI (2019), tiene como propósito fundamental es fomentar el conocimiento y el bien común, expresado a través de principios y valores éticos que orientan la investigación en el ámbito universitario. Este quehacer debe llevarse a cabo con pleno respeto a la

normativa legal correspondiente y a los principios éticos establecidos en este Código, con el objetivo de lograr una mejora continua basada en las experiencias derivadas de su aplicación y la adaptación a nuevas circunstancias. Como estudiantes, asumimos el compromiso de promover la integridad y el desarrollo humano, contribuyendo así a nuestra capacidad profesional y dignidad. Nos esforzamos por actuar con lealtad frente al público y trabajamos arduamente para impulsar el crecimiento del prestigio, la calidad y la capacidad de la ingeniería dentro de la sociedad.

- Respeto de la persona humana: Según, (UCT, 2019), nos da a conocer que debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la libertad, confidencialidad y privacidad.
- Consentimiento informado y expreso: Según, (UCT, 2019), las participaciones de los usuarios han sido de manera voluntaria e informados lo cual hace que no se usen datos personales en la presente investigación.
- Fomento del desarrollo sostenible: Según, (UCT, 2019), nos da a conocer que busca proponer, diseñar, desarrollar, ejecutar y difundir investigaciones científicas y respetando la biodiversidad con criterios de sostenibilidad, pertinencia y validez científica.
- Responsabilidad, rigor científico y veracidad: Según, (UCT, 2019), nos da a conocer donde se observa una conducta cabal durante el desarrollo de una investigación. Así mismo proceder con rigor científico para asegurar la validez, fiabilidad y credibilidad de fuentes, métodos y datos.

### III. RESULTADOS

#### Ubicación del proyecto

La ciudad de Satipo “Capital Ecológica de la Selva Central”, creada el 26 de Marzo de 1935 se encuentra ubicada en el departamento de Junín, a una altura 628 m.s.n.m., siendo sus coordenadas geográficas, 11° 15’ 7.99’’ Amplitud Sur y 74° 38’ 19’’ de Longitud Oeste.

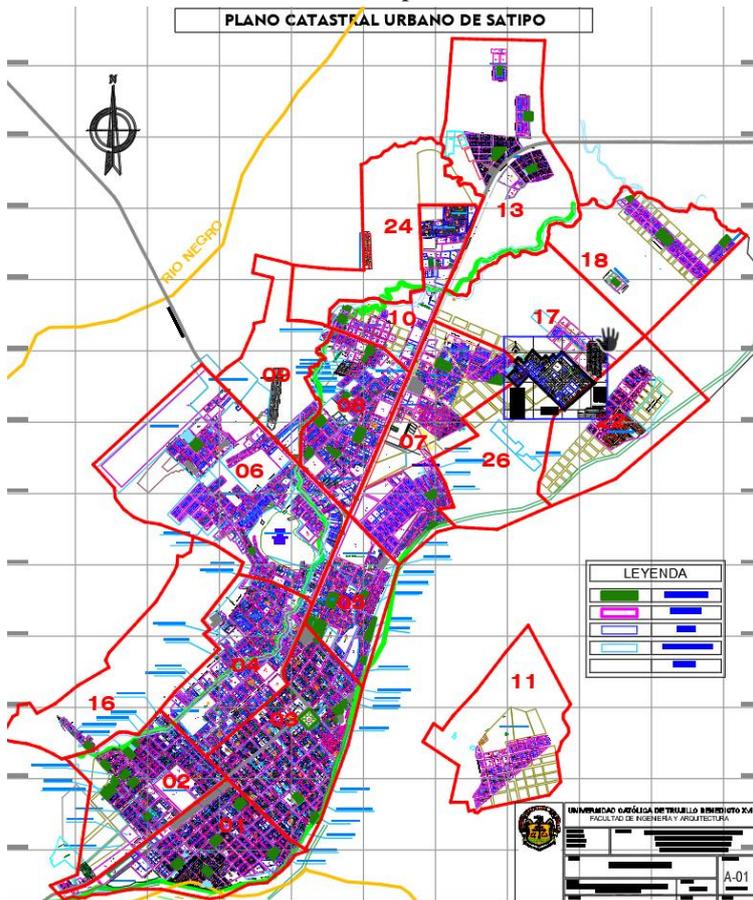
Regionalmente, ubicado la selva alta del Perú, de ambiente tropical, cálido, húmedo y lluvioso con una temperie media anual de 24.8 °C. Conformada geográficamente por la cuenca del río Tambo y sus tributarios mayores, los ríos Ene y Perené.

#### Datos catastrales del distrito de Satipo

El plano catastral representa la disposición de calles y divisiones de terrenos en la región de interés. En este trabajo, se emplearon fundamentos catastrales proporcionados por el Departamento de Catastro de la División de Progreso Ciudadanía de la Municipalidad Distrital de Satipo. Este documento se encuentra anexado en el presente estudio.

#### Figura N° 49

*Plano catastral urbano de Satipo*



Fuente: Departamento de Catastro de la División de Desarrollo Urbano, 2010.

La amplitud demarcada en el pueblo de Satipo es de 6,788 hect. Contando una topografía irregular, levemente montuoso, las inclinaciones son contemporáneos abarcando en toda la ciudad mudan entre 0.95% a 3.5% en el área céntrico, y de 1.5% a 4% en la demarcación excéntrico

### Ubicación geográfica de la zona de estudio

La avenida Raymondi, donde se está proyectando el estudio de drenaje pluvial está comprendido y localizado en el área urbana de la ciudad de Satipo.

**Tabla N° 13**

*Coordenadas de ubicación de las avenidas de estudio*

Avenida	Alineamiento	Coordenadas UTM (WGS84)			
		Punto Inicial (P1)		Punto Final (P2)	
		Oeste (m)	Sur (m)	Oeste (m)	Sur (m)
Raymondi	Oeste – Este	74°38'43.70	11°15'23.94"	74°38'31.68"	11°15'13.28"
Jr. José Pardo	Norte – Sur	74°38'49.09"	11°15'18.94"	74°38'41.05"	11°15'26.50"
Jr. Juan Atahualpa	Norte – Sur	74°38'46.39"	11°15'16.82"	74°38'38.52"	11°15'24.38"
Av. Micaela Bastidas	Norte – Sur	74°38'44.64"	11°15'15.22"	74°38'36.95"	11°15'22.79"
Jr. Rubén Calegari	Norte - Sur	74°38'38.82"	11°15'17.48"	74°38'35.06"	11°15'21.14"
Pje. Durancito	Norte - Sur	74°38'36.30"	11°15'17.34"	74°38'33.64"	11°15'19.85"
Jr. 28 de Julio	Norte – Sur	74°38'36.66"	11°15'13.16"	74°38'31.97"	11°15'18.31"
Jr. Julio C. Tello	Norte – Sur	74°38'36.48"	11°15'7.79"	74°38'29.10"	11°15'15.97"

Fuente: Coordenadas del levantamiento topográfico.

**Figura N° 50**

*Imagen geográfica de zona de estudio*



Fuente: Google Earth, 2023.

### Localización política del proyecto

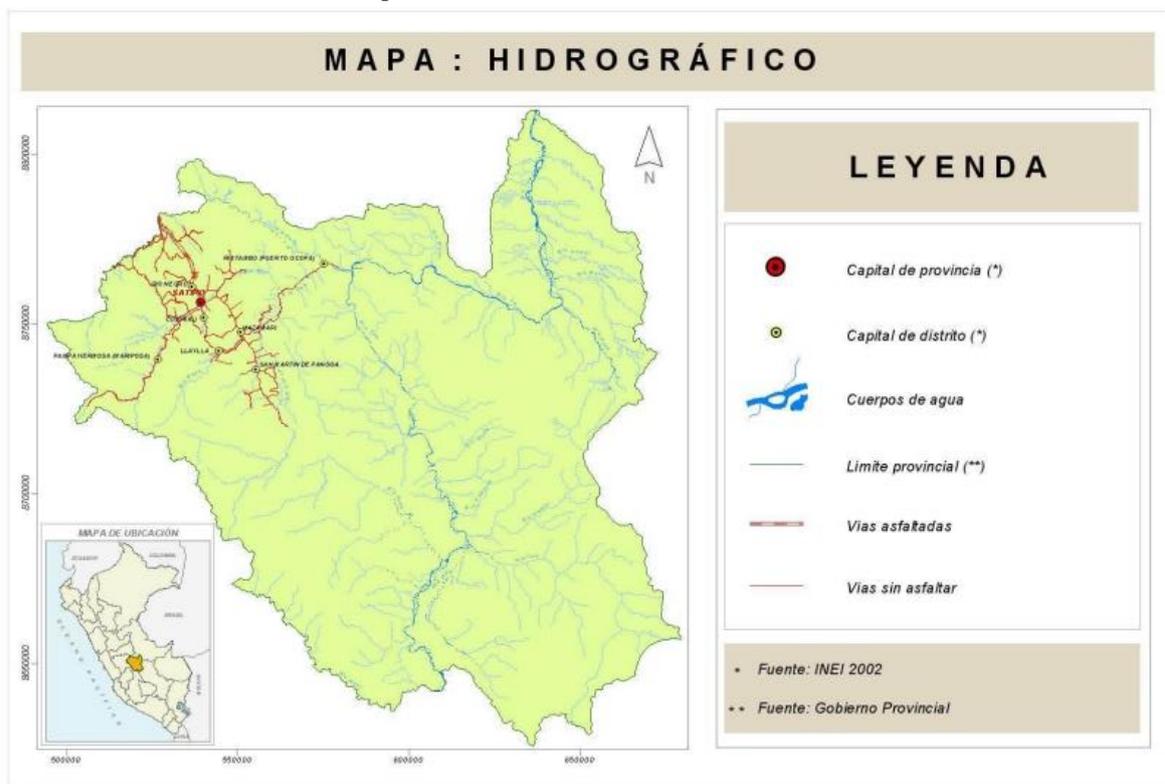
Región : Junín  
Provincia : Satipo  
Distrito : Satipo  
Sector : Avenida Raymondi

### Localización hidrográfica del proyecto

Vertiente : Río Ucayali  
Cuenca: Río Tambo  
Río : Río Tambo, Río Ene y Perené.

### Figura N° 51

*Cuenca del río Tambo en Satipo*



Fuente: Hidrografía e hidrología en Satipo, 2022.

### Levantamiento topográfico de la zona de estudio

Se realizó la inspección completa de la zona con el propósito de realizar el estudio topográfico necesario para calcular los puntos de referencia y determinar los valores y asignaciones correspondientes, entre otros aspectos.

**Tabla N° 14***Levantamiento topográfico de la Avenida Raimondi y sus alrededores*

Punto	Este	Norte	Cota	Referencia
1	539.142.987	8.755.862.643	635.512	eje
2	539.143.227	8.755.862.918	635.504	bz
3	539.151.202	8755865.38	635.381	bc
4	539.146.881	8.755.870.276	635.333	bc
5	539.145.788	8.755.869.543	635.376	bc
6	539.145.097	8.755.869.205	635.389	bc
7	539143.74	8.755.869.061	635.394	bc
8	539.141.731	8.755.869.958	635.36	bc
9	539.135.371	8.755.865.045	635.356	bc
10	539.135.302	8.755.865.071	635.663	vereda
11	539.141.005	8.755.870.702	635.508	vereda
12	539146.89	8.755.870.311	635.491	vereda
13	539.151.174	8.755.865.363	635.498	vereda
14	539.150.185	8755864.38	635.453	bc
15	539.149.738	8.755.863.075	635.401	bc
16	539.149.747	8755861.82	635.524	bc
17	539.150.765	8.755.859.821	635.51	bc
18	539.150.816	8.755.859.801	635.698	bc
19	539.145.286	8.755.854.081	635.493	bc
20	539.145.193	8.755.854.047	635.779	vereda
21	539.144.359	8.755.855.052	635.498	bc
22	539.143.234	8755855.87	635.509	bc
23	539.142.011	8.755.856.302	635.509	bc
24	539.140.747	8.755.856.053	635.575	bc
25	539.139.494	8.755.855.049	635.507	bc
26	539.139.475	8.755.854.982	635.735	vereda
27	539134.88	8.755.859.674	635.764	vereda
28	539135.93	8.755.861.119	635.495	bc
29	539.134.818	8.755.859.666	635.434	bc
30	539.136.158	8.755.862.562	635.335	bc
31	539.135.828	8.755.864.297	635.415	bc
32	539.135.187	8.755.865.311	635.372	bc
33	539.120.077	8.755.879.841	635.544	lp
34	539121.28	8.755.880.844	635.244	vereda
35	539.121.327	8.755.880.868	634.949	bc
36	539.121.643	8.755.881.237	635.009	bc
37	539.126.655	8.755.886.116	635.039	bc
38	539.126.997	8.755.886.442	634.95	cuneta
39	539.127.015	8.755.886.458	635.204	vereda
40	539.128.286	8.755.887.707	635.225	lp
41	539.123.991	8.755.883.853	635.091	eje
42	539.119.478	8.755.897.562	634.725	lp
43	539.118.382	8.755.896.144	635.069	vereda
44	539.118.389	8.755.896.123	634.834	cuneta
45	539.118.041	8.755.895.803	634.855	bc

46	539.115.609	8.755.893.298	634.927	eje
47	539.113.168	8.755.890.788	634.798	bc
48	539.113.246	8.755.890.722	634.8	cuneta
49	539.113.163	8.755.890.676	635.082	vereda
50	539105.45	8.755.904.643	634.68	eje
51	539.107.962	8.755.907.049	634.56	bc
52	539.108.282	8.755.907.299	634.51	cuneta
53	539.108.326	8.755.907.314	634.77	vereda
54	539.109.721	8.755.908.605	634.786	lp
55	539.102.782	8.755.902.337	634.586	bc
56	539.102.446	8.755.902.137	634.509	cuneta
57	539102.34	8.755.902.117	634.76	vereda
58	539.100.986	8.755.900.922	634.9	lp
59	539.087.333	8.755.916.033	634.175	lp
60	539.088.699	8.755.917.347	634.12	vereda
61	539.088.751	8.755.917.389	633.83	cuneta
62	539.089.017	8.755.917.672	633.902	bc
63	539.091.471	8.755.920.211	633.997	eje
64	539.093.904	8.755.922.731	633.941	bc
65	539.094.141	8755922.96	633.83	cuneta
66	539.094.268	8.755.923.011	634.125	vereda
67	539.095.869	8.755.924.497	634.134	lp
68	539.083.016	8.755.935.717	633.612	vereda
69	539.082.986	8.755.935.714	633.319	cuneta
70	539.082.671	8.755.935.366	633.405	bc
71	539.080.019	8.755.933.009	633.492	eje
72	539.077.415	8.755.930.748	633.434	bc
73	539.077.071	8.755.930.481	633.314	cuneta
74	539.076.987	8.755.930.425	633.646	vereda
75	539.075.598	8755929.41	633.716	lp
76	539.075.305	8.755.932.475	633.317	bc
77	539.074.224	8.755.933.506	633.257	bc
78	539.073.015	8.755.934.359	633.231	bc
79	539.071.912	8.755.934.631	633.231	bc
80	539.070.621	8755934.55	633.216	baden
81	539.069.646	8.755.934.106	633.185	baden
82	539.067.451	8755932.11	633.651	cuneta
83	539.067.452	8.755.932.146	633.169	cuneta
84	539.070.504	8.755.929.395	633.818	lp
85	539.066.788	8.755.932.815	633.186	bc
86	539.064.746	8.755.935.046	633.169	eje
87	539.062.056	8.755.938.095	633.082	bc
88	539.063.364	8.755.939.305	633.092	bc
89	539.061.394	8.755.941.408	633.02	bc
90	539.060.172	8.755.940.305	633.059	bc

91	539.055.448	8.755.945.438	632.897	bc
92	539057.48	8.755.943.203	632.956	eje
93	539.054.803	8.755.946.156	632.899	cuneta
94	539054.78	8755946.25	633.104	vereda
95	539.052.283	8.755.949.007	633.084	lp
96	539.055.922	8.755.947.204	632.953	bc
97	539.056.827	8.755.948.119	632.875	bc
98	539.057.723	8.755.947.455	632.857	cuneta
99	539.058.418	8.755.948.192	632.851	baden
100	539.057.119	8.755.949.657	632.836	baden
101	539.056.932	8.755.948.481	632.835	baden
102	539.057.062	8755950.28	632.808	bc
103	539.056.771	8.755.951.827	632.785	bc
104	539.056.127	8.755.953.136	632.723	bc
105	539.062.427	8.755.958.774	632.688	bc
106	539.063.189	8.755.957.952	632.739	bc
107	539.063.796	8.755.957.578	632.799	bc
108	539064.84	8.755.957.189	632.814	bc
109	539.065.885	8.755.957.149	632.815	bc
110	539.066.824	8.755.957.309	632.839	bc
111	539.067.907	8.755.957.876	632.823	bc
112	539.073.211	8.755.951.917	632.965	bc
113	539.074.018	8.755.952.673	632.953	bc
114	539.072.716	8.755.951.184	632.958	bc
115	539.072.786	8755950.58	633.02	bc
116	539.073.147	8.755.949.876	633.017	bc
117	539.073.779	8.755.949.442	632.978	bc
118	539.074.364	8.755.949.318	633.046	bc
119	539075.21	8.755.949.665	633.042	bc
120	539.075.969	8.755.950.443	633.055	bc
121	539.080.336	8.755.943.632	633.118	bc
122	539.079.751	8.755.942.947	633.152	bc
123	539.079.351	8.755.941.914	633.131	bc
124	539.079.295	8.755.940.724	633.194	bc
125	539.079.568	8.755.939.575	633.199	bc
126	539.074.105	8.755.940.892	633.145	bz
127	539.064.884	8.755.951.474	632.902	bz
128	539.030.066	8.755.988.985	631.846	bz
129	539.006.976	8.756.022.997	631.291	lp
130	539.006.041	8.756.021.839	631.439	vereda
131	539.005.963	8.756.021.797	631.299	cuneta
132	539.005.662	8.756.021.266	631.462	bc
133	539003.19	8.756.019.029	631.599	eje
134	539.000.792	8.756.016.502	631.59	bc
135	539.000.491	8.756.016.297	631.56	cuneta

136	539.000.462	8.756.016.322	631.792	vereda
137	538.999.864	8.756.019.422	633.057	rio
138	538.998.495	8.756.020.886	632.985	rio
139	538.993.965	8.756.029.274	631.461	bz
140	538.994.013	8.756.029.189	631.476	eje
141	538992.98	8756039.09	631.49	lp
142	538.991.648	8.756.037.732	631.507	vereda
143	538.991.642	8756037.78	631.343	cuneta
144	538.991.288	8.756.037.579	631.418	bc
145	538.988.625	8.756.035.223	631.446	eje
146	538.986.075	8.756.032.949	631.47	bc
147	538.985.643	8.756.032.637	631.398	cuneta
148	538.985.556	8.756.032.644	631.757	vereda
149	538981.21	8.756.032.976	631.762	lp
150	538.958.093	8756069.64	631.574	bz
151	538922.65	8.756.109.118	632.243	bz
152	538.919.406	8.756.102.375	632.324	esq
153	538.927.454	8756112.39	631.965	esq
154	538.926.079	8.756.111.068	632.083	vereda
155	538.925.779	8.756.110.752	632.145	bc
156	538.920.454	8.756.106.095	632.136	bc
157	538.920.175	8.756.105.907	632.147	cuneta
158	538.920.185	8.756.105.876	632.235	vereda
159	538.923.099	8.756.108.371	632.207	eje
160	538.917.829	8.756.114.523	632.304	bz
161	538.923.952	8.756.115.447	632.106	pte
162	538.925.829	8.756.113.662	632.228	pte
163	538.915.305	8.756.106.941	632.199	pte
164	538.917.183	8.756.105.138	632.219	pte
165	538.915.508	8.756.106.634	631.019	rio
166	538.916.906	8.756.105.372	630.736	rio
167	538.913.574	8.756.105.987	631.094	rio
168	538.916.261	8.756.103.595	631.052	rio
169	5.389.253.859	8.756.116.537	630.756	rio
170	538.927.268	8.756.115.012	630.867	rio
171	5.389.082.176	8.756.100.675	631.237	rio
172	5.389.101.639	8.756.098.799	631.221	rio
173	5.389.078.391	8.756.101.134	6.321.435	canal
174	5.389.108.212	8.756.098.153	632.364	canal
175	538.925.645	8.756.113.928	630.811	rio
176	538.926.466	8.756.114.092	630.916	rio
177	538.924.186	8756115.37	630.747	rio
178	538.924.645	8.756.115.941	630.804	rio
179	538.926.249	8.756.118.914	631.979	bc
180	538.923.009	8756122.25	631.988	bc

181	538.921.863	8.756.122.988	632.458	lp
182	538.917.673	8756123.11	632.731	lp
183	538.916.394	8.756.124.509	632.583	lp
184	538.913.144	8.756.122.473	632.51	bc
185	538.914.621	8.756.120.967	632.444	bc
186	538.917.315	8.756.119.745	632.288	bc
187	538.919.264	8.756.119.702	632.142	bc
188	538922.63	8.756.121.951	632.045	bc
189	538.906.935	8.756.119.314	632.675	bc
190	538.906.791	8.756.117.749	632.756	lp
191	538.908.096	8.756.117.686	632.577	bc
192	538.908.439	8.756.117.036	632.54	bc
193	538.908.595	8.756.115.429	632.555	bc
194	538.908.291	8.756.114.115	632.666	bc
195	538.907.564	8756112.93	632.697	bc
196	538.907.209	8.756.112.486	632.695	bc
197	538.906.734	8.756.113.276	632.941	lp
198	538.917.472	8756114.89	632.271	eje
199	538.893.482	8.756.101.979	633.261	lp
200	538.893.971	8.756.101.102	633.155	vereda
201	538.895.214	8.756.100.091	633.019	bc
202	538895.44	8.756.099.782	632.823	cuneta
203	538.896.072	8.756.099.223	632.806	cuneta
204	538.897.746	8756097.53	632.99	eje
205	538.899.778	8.756.095.746	632.731	bc
206	538.900.528	8.756.094.947	632.349	canal
207	538.900.821	8.756.094.351	631.359	rio
208	538.909.931	8.756.104.981	632.39	bz
209	538.903.156	8.756.090.485	632.84	canal
210	538.902.556	8.756.091.261	631.52	rio
211	538904.34	8.756.089.149	632.96	lp
212	538.875.585	8.756.077.142	634.002	bz
213	538.833.625	8.756.039.904	635.553	bz
214	538.817.516	8.756.020.615	636.185	canal
215	538.818.031	8.756.020.093	635.154	rio
216	538.787.655	8.755.998.819	637.714	bz
217	538.789.528	8756003.45	637.274	bc
218	538.787.416	8.756.003.168	637.337	bc
219	538.782.854	8.756.000.398	637.592	bc
220	538.781.845	8.756.001.764	637.67	bc

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Las características de la topografía en el área de estudio, es una fisiografía llana, variada de quebradas recortadas, colinas y terrazas bajas, medias y altas, conformado por valles del río Satipo, presentando una inclinación mínima de 0.90% y una pendiente máxima de 2.70%, casi con una cota mínima de 622.235 m.s.n.m y una cota máxima de 654.359 m.s.n.m.

**Tabla N° 15***Resultados obtenidos del levantamiento topográfico*

Resultados obtenidos del levantamiento topográfico				
Nombre	Cota Inicial m.s.n.m.	Cota Final m.s.n.m.	Distancia m	Pendiente
Av. Raymondi	632.00	646.00	522.62	2.68 %
Jr. Juan Santos Atahualpa	641.15	648.00	363.32	1.89 %
Av. Micaela Bastidas	646.67	638.91	343.73	2.26%
Jr. 28 de Julio	635.98	633.53	244.82	1.00 %
Jr. Julio C. Tello	635.51	632.30	373.78	0.86 %

Fuente: Elaboración propia

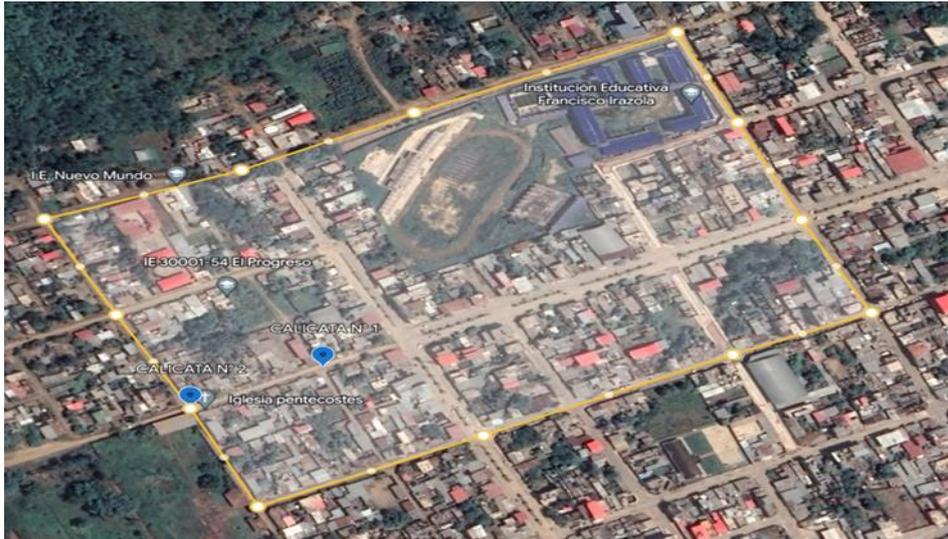
En la tabla N° 15, se pueden observar las pendientes de la avenida Raymondi y los 4 afluentes, siendo la pendiente mayor de 2.68% y la pendiente menor de 0.86%.

### **Análisis de Mecánica de Suelos en la avenida Raimondi y sus alrededores**

Se llevaron a cabo los análisis de suelos, seguidos por la evaluación de sus características físicas y químicas, siguiendo las pautas establecidas por las normas técnicas actuales. Estas normas también proporcionan directrices para los parámetros, procedimientos, métodos y cálculos requeridos para cada prueba específica, los cuales se aplicaron en la investigación. Además, se hace referencia a la norma CE.040, sección 7.4, que establece que análisis de tierra remodelada debe incluir la ejecución de trincheras en un rango exiguo de 100 m y máximo de 500 m lineales. En nuestro estudio, combinamos las distancias de las calles Av. Raymondi y Jr. Manual Prado utilizando Google Earth, resultando en un área de estudio de 490.04 m. De este total, aproximadamente 325.8 metros eran pavimentados, mientras que 164.24 m eran de terreno sin pavimentar, abarcando casi dos manzanas. Como parte de nuestra investigación, se efectuaron excavaciones en dos calicatas dentro de esta área de estudio del proyecto, como se ilustra en la Figura N° 58.

## Figura N° 52

Ubicación de calicatas en el área de estudio



Fuente: Google Earth, 2023.

Siendo los resultados obtenidos

- Perfil estratigráfico
- Análisis Granulométrico (ASTM D-422)
- Límites de consistencia (MTC E 110 y E 111 – ASTM D 4318 – AASHTO T-89)
- Contenido de humedad (ASTM D-2216, MTC E 108)

## Tabla N° 16

Ubicación de calicatas

Identificación de Muestras					
Calicatas	Profundidad (m)	Napa Freática	Coordenada		Cota
Suelo			Norte	Este	m.s.n.m.
CA - 1	1.50	NO	8755678.0	538778.0	643.00
CA - 2	1.50	1.40 m	8755614.0	538708.0	654.00

Fuente: Elaboración propia

### Perfil Estratigráfico

Un perfil estratigráfico se representa gráficamente para describir las características y la evolución temporal de un suelo utilizando enfoques manuales y visuales. En este proceso, se aplican los fundamentos geológicos, como los principios de uniformismo, estratificación superpuesta, horizontalidad y sucesión faunística, entre otros. Los resultados de las calicatas N° 01 y N° 02, se encuentran en las tablas N° 17 y N° 18 respectivamente.

**Tabla N° 17**

*Perfil estratigráfico de la calicata N° 01*

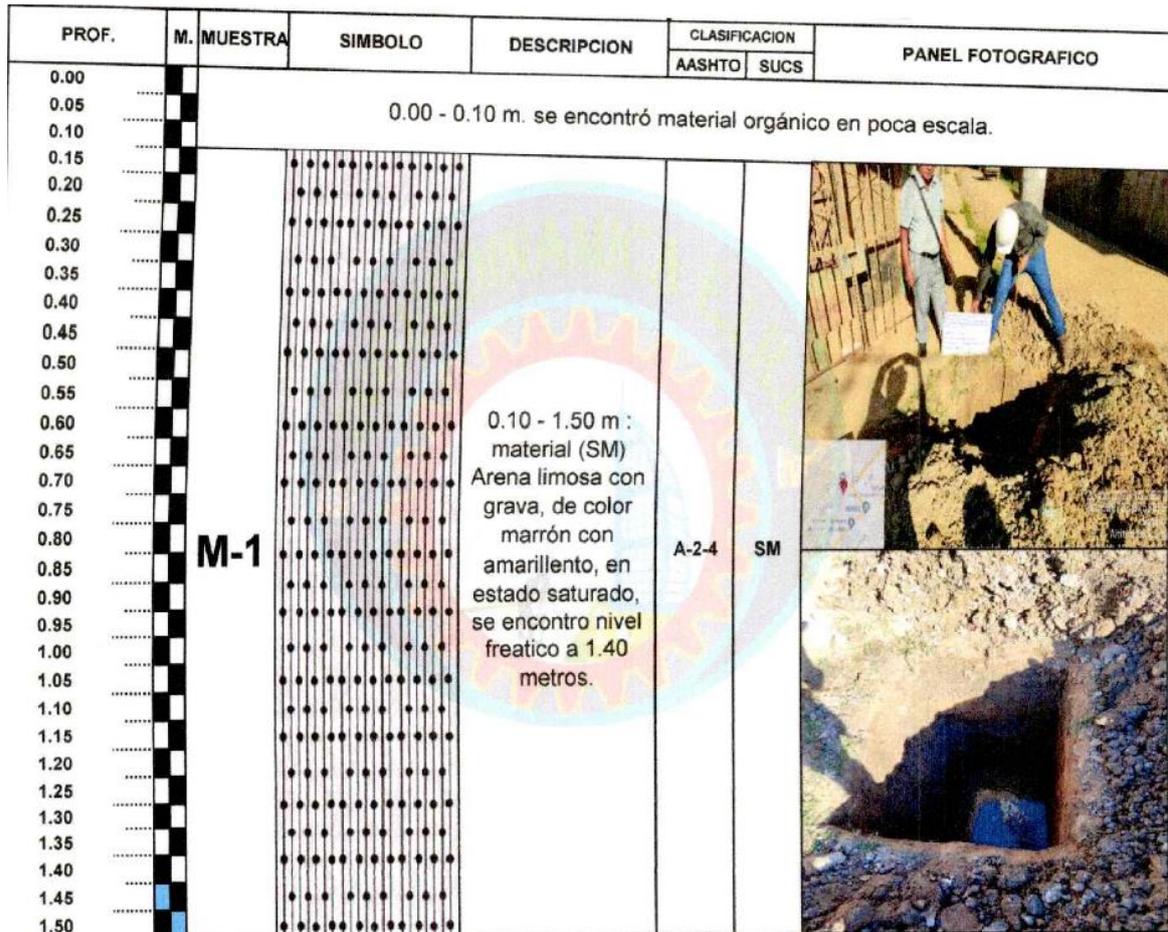
PROF.	M. MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION		PANEL FOTOGRAFICO
				AASHTO	SUCS	
0.00	<b>M-1</b>	[Simbolo de suelo ML: líneas verticales]	0.00 - 1.50 m : material (ML) Limos inorgánicos, de color marrón con amarillento, en estado húmedo.	A-4	ML	
0.05						
0.10						
0.15						
0.20						
0.25						
0.30						
0.35						
0.40						
0.45						
0.50						
0.55						
0.60						
0.65						
0.70						
0.75						
0.80						
0.85						
0.90						
0.95						
1.00						
1.05						
1.10						
1.15						
1.20						
1.25						
1.30						
1.35						
1.40						
1.45						
1.50						

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el estrato vertical de la CA N°1 de la muestra M-1 de 2000 gr. con una profundidad de 1.50 m, se obtuvo un material (ML) que se conceptualiza como un suelo tipo limo orgánico de color marrón amarillento, en estado humedecido. Con una clasificación AASHTO A-4, el suelo característico de esta categoría es un suelo con características de limo no plástico o con plasticidad moderada, generalmente compuesto por un 75% o más de partículas que atraviesan el tamiz número 200.

**Tabla N° 18**

*Perfil estratigráfico de la calicata N° 02*



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el perfil estratigráfico de la Calicata N° 02 de la muestra M-2 de 3732 gr. con una profundidad de 1.50 m, se determinó un material (SM) conceptualizado como un suelo cohesivo con grava, de coloración amarillento, en estado saturado, encontrándose napa freática a una profundidad de 1.40 m. Con una clasificación AASHTO A-2-4, aquí se presentan en subconjuntos que se introduce las muestras donde incluye un 35% o poco menos de la muestra que ha sido pasado por el tamiz N° 200, cuya participación que pasa por el tamiz N° 40 agarra las cualidades de los conjuntos A-4 Y A-5 Y, de suelos cohesivos.

**Análisis granulométrico (ASTM D-422)**

Para esta segunda evaluación, se dividieron los procedimientos en dos etapas. En la primera etapa, se ejecutó cuando la porción de la muestra atraviesa el tamiz N° 4 (4,750 mm). En este paso, se aplicó el proceso de tamizado o sedimentación, según las características particulares de la muestra y los datos necesarios. En contraste, la segunda

etapa se desarrolló cuando la parte de la muestra permanece en la superficie del tamiz N° 4 (4,750 mm). En esta fase, se llevó a cabo un lavado, que implica realizar una subdivisión de la muestra dependiendo del tipo de suelo, seguido por la medición y secado del material, junto con el registro de información relevante. Luego, se introduce la muestra en un recipiente, se la sumerge en agua y se le permite absorber; en la fase final, se procede a lavarla, recoger los elementos retenidos en otro contenedor y luego secarlos. Concluido esto, se realizó un tamizado en seco y se procedió con los cálculos.

**Tabla N° 19**

*Análisis granulométrico Calicata N° 01*

TAMIZ	Abert. Mm	Peso Ret.	%Ret Parc.	%Ret. Ac.	% Pasa	Huso D	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177,8									
6"	152,4									
5"	127						PESO TOTAL = 2,000.00 gr.			
4 1/2 "	114,3						PESO GRAVA = 14.70 gr.			
4"	101,6						PESO ARENA = 1,985.30 gr.			
3 1/2"	88,9						PESO FINO = 1,985.30 gr.			
3"	78,2						LÍMITE LÍQUIDO = 23.21 %			
2 1/2"	63,5						LÍMITE PLÁSTICO = 22.77 %			
2"	50,8						ÍNDICE PLÁSTICO = 0.44 %			
1 1/2"	38,1						CLASF. AASHTO = A - 4 (3)			
1"	25,4					100 - 100	CLASF. SUCS = ML			
3/4"	19									
1/2"	12,5									
3/8 "	9,5					60 - 100				
1/4 "	6,35				100					
#4	4,75	14,7	0,7	0,7	99,3	50 - 85				
#8	2,36		0	0,7	99,3		% Grava = 0,74 %			
#10	2	35,2	1,8	2,5	97,5	40 - 70	% Arena = 48,33 %			
#20	0,64		0	2,5	97,5		% Fino = 50,93 %			
#40	0,425	321,8	16,1	18,6	81,4	25 - 45	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S.	% Humedad
#50	0,3		0	18,6	81,4			306	265	15,47%
#80	0,18		0	18,6	81,4					
#100	0,15	419,2	21	39,6	60,4					
#200	0,075	190,4	9,5	49,1	50,9	8 - 15				
< #200	FONDO	1016,7	50,9	100	0					
FRACCIÓN		1985,3	DESCRIPCIÓN DE SUELO: LIMOS ORGÁNICOS							
TOTAL		2000								

Fuente: Elaboración propia.

El análisis granulométrico de la Calicata N° 01, determinó un 0.74% de grava equivalente a 14.70 gramos que pasaron por la malla 1/4" y se retuvieron en la malla #4, siendo el 99,26% la suma de arena y finos equivalente a 1'985.30 gramos de los cuales: 35.20 gramos quedaron retenidos en la malla #10, 321.80 gramos quedaron retenidos en la malla #40, 419.20 gramos retenidos en la malla #200, 190.40 gramos retenidos en la malla #200 y 1'016.70 gramos retenidos en el fondo.

**Tabla N° 20**

*Análisis granulométrico Calicata N° 02*

TAMIZ	Abert. Mm	Peso Ret.	%Ret Parc.	%Ret. Ac.	% Pasa	Huso D	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177,8									
6"	152,4									
5"	127						PESO TOTAL = 3,732.00 gr.			
4 1/2 "	114,3						PESO GRAVA = 646.00 gr.			
4"	101,6						PESO ARENA = 3,086.00 gr.			
3 1/2 "	88,9						PESO FINO = 3,086.00 gr.			
3"	78,2						LÍMITE LÍQUIDO = 27.51 %			
2 1/2 "	63,5				100,00		LÍMITE PLÁSTICO = 27.22 %			
2"	50,8	213,00	5,70	5,70	94,30		ÍNDICE PLÁSTICO = 0.29 %			
1 1/2 "	38,1		0,00	5,70	94,30		CLASF. AASHTO = A - 2 - 4 (0)			
1"	25,4	166,00	4,50	10,20	89,80	100 - 100	CLASF. SUCS = SM			
3/4"	19	14,00	0,40	10,60	89,40					
1/2"	12,5	85,00	2,30	12,90	87,10					
3/8 "	9,5	51,00	1,40	14,30	85,70	60 - 100				
1/4 "	6,35		0,00	14,30	85,70					
#4	4,75	117,00	3,10	17,40	82,60	50 - 85				
#8	2,36		0,00	17,40	82,60		% Grava = 17,33 %			
#10	2	188,40	5,00	22,40	77,60	40 - 70	% Arena = 53,06 %			
#20	0,64		0,00	22,40	77,60		% Fino = 29,61 %			
#40	0,425	859,30	23,00	45,40	54,60	25 - 45	% HUMEDAD			
#50	0,3		0,00	45,40	54,60		P.S.H.	P.S.S.	% Humedad	
#80	0,18		0,00	45,40	54,60		451	373	20,91%	
#100	0,15	679,00	18,20	63,60	36,40					
#200	0,075	254,00	6,80	70,40	29,60	8 - 15				
< #200	FONDO	1105,30	29,60	100,00	0,00					
FRACCIÓN		3088	DESCRIPCIÓN DE SUELO: ARENA LIMOSA CON GRAVA							
TOTAL		2000								

Fuente: Elaboración propia.

El análisis granulométrico de la Calicata N° 02, determinó un 17.33% de grava equivalente a 646.00 gramos que pasaron por la malla 2", de los cuales 213.00 gramos quedaron retenidos en la malla #2, 166.00 gramos retenidos en la malla #1, 14.00 gramos retenidos en la malla 3/4", 85 gramos retenidos en la malla 1/2", 51 gramos retenidos en la malla 3/8" y 117 gramos retenidos en la malla #4; siendo el 82,67% la suma de arena y finos equivalente a 3'086.00 gramos de los cuales: 188.40 gramos retenidos en la malla #10, 859.30 gramos retenidos en la malla #40, 679.00 gramos retenidos en la malla #100, 254.00 gramos retenidos en la malla #200 y 1'105.30 gramos retenidos en el fondo.

**Tabla N° 21***Límites de Atterberg de la muestra N° 01*

<b>LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)</b>			
N° TARRO	21	30	38
TARRO + SUELO HÚMEDO	47,88	52,43	62,65
TARRO + SUELO SECO	45,88	49,62	57,98
AGUA	2,00	2,81	4,70
PESO DEL TARRO	37,92	37,62	36,31
PESO DEL SUELO SECO	7,96	12,00	21,67
% DE HUMEDAD	25,13	23,42	21,69
N° DE GOLPES	17	24	34
<b>LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)</b>			
N° TARRO	8	24	
TARRO + SUELO HÚMEDO	25,36	24,50	
TARRO + SUELO SECO	24,47	23,60	
AGUA	0,89	0,90	
PESO DEL TARRO	20,58	19,63	
PESO DEL SUELO SECO	3,89	3,97	
% DE HUMEDAD	22,88	22,67	

Fuente: Elaboración propia

Para el límite líquido: el tarro N° 21, tuvo 7.96 gramos de muestra seca y 2 gr, de contenido de agua, siendo el peso del tarro de 37.92 gramos; con un 25.13% de humedad, aplicados 17 golpes. El tarro N° 30, tuvo 12.00 gramos de muestra seca y 2.81 gr. de contenido de agua, siendo el peso del tarro de 37.62 gramos; con un 23.42% de humedad, aplicados 24 golpes. El tarro N° 38, tuvo 21.67 gramos de muestra seca, 4.70 gramos de agua, el peso del tarro de 36.31 gramos; con 21.69% de humedad, aplicados 34 golpes.

Para el límite plástico, el tarro N° 8, tuvo 3.89 gr. de muestra seca y 0.89 gr. de agua, siendo el peso del tarro de 20.58 gr. y un 22.88% de humedad. El tarro N° 24, tuvo 3.97 gr. de muestra seca y 0.90 gr. de agua, siendo el peso del tarro de 19.63 gr. y un 22.67% de humedad.

**Figura N° 53***Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la Muestra N° 01*

<b>CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA</b>	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	23.21
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	22.77
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>	0.44

Fuente: Elaboración propia

En promedio la muestra de la Calicata N° 1, tuvo un límite líquido de 23.21%, donde el suelo inicia el comportamiento de un líquido viscoso, un límite plástico de 22.77% que es el contenido en humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un sólido y un índice

de plasticidad de 0.44 que expresa el tamaño del intervalo de variación del porcentaje de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico.

**Tabla N° 22**

*Límites de Atterberg de la muestra N° 02*

<b>LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)</b>			
N° TARRO	7	24	34
TARRO + SUELO HÚMEDO	56,20	53,78	48,92
TARRO + SUELO SECO	52,27	50,74	46,93
AGUA	3,93	3,04	1,99
PESO DEL TARRO	39,13	39,82	39,05
PESO DEL SUELO SECO	13,14	10,92	7,88
% DE HUMEDAD	29,91	27,84	25,25
N° DE GOLPES	18	24	34
<b>LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)</b>			
N° TARRO	18	16	
TARRO + SUELO HÚMEDO	23,38	23,31	
TARRO + SUELO SECO	22,55	22,55	
AGUA	0,83	0,76	
PESO DEL TARRO	19,52	19,74	
PESO DEL SUELO SECO	3,03	2,81	
% DE HUMEDAD	27,39	27,05	

Fuente: Elaboración propia

Para el límite líquido: el tarro N° 7, tuvo 13.14 gramos de muestra seca y 3.93 gr. de contenido de agua, siendo el peso del tarro de 39.13 gramos; con un 29.91% de humedad, aplicados 18 golpes. El tarro N° 24, tuvo 10.92 gr. de muestra seca y 3.04 gr. de contenido de agua, siendo el peso del tarro de 39.82 gramos; con un 27.84% de humedad, aplicados 24 golpes. El tarro N° 34, tuvo 7.88 gramos de muestra seca, 1.99 gr. de agua, el peso del tarro de 39.05 gramos; con 25.25% de humedad, aplicados 34 golpes.

Para el límite plástico, el tarro N° 18, tuvo 3.03 gr. de muestra seca y 0.83 gr. de agua, siendo el peso del tarro de 19.52 gr. y un 27.39% de humedad. El tarro N° 16, tuvo 2.81 gr. de muestra seca y 0.76 gr. de agua, el peso del tarro de 19.74 gr. y un 27.05% de humedad.

**Figura N° 54**

*Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la Muestra N° 02*

<b>CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA</b>	
LÍMITE LÍQUIDO	27.51
LÍMITE PLÁSTICO	27.22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0.29

Fuente: Elaboración propia.

En promedio la muestra de la Calicata N° 2, tuvo un límite líquido de 27.51%, donde la muestra inicia el comportamiento un líquido viscoso, un límite plástico de 27.22% que es el

contenido en humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un sólido y un índice de plasticidad de 0.29 que indica el tamaño del intervalo de variación del porcentaje de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico.

#### Contenido de humedad natural

El procedimiento de humedad natural abarca el análisis en un entorno de laboratorio del contenido de humedad por unidad de masa presente en suelos, rocas y sustancias afines. La disminución en la masa del material debido al proceso de secado se vincula con la pérdida de agua. Esta técnica de evaluación demanda un período prolongado de secado para alcanzar el contenido de agua del elemento en cuestión. Con el propósito de llevar a cabo esta tarea, se evalúa la humedad de un suelo en una depresión que se sella alrededor de 13 mm después de dejar caer repetidamente la cuchara de Casagrande, que desciende desde una altura de 1 cm, en un total de 25 ocasiones. La depresión se crea empleando un instrumento acanalado de medidas estandarizadas.

**Tabla N° 23**

*Humedad natural en la Calicata 01*

DATOS		
N° de Ensayo	1	2
Peso de Mat. Húmedo + Tara (gr.)	306,00	265,00
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	265,00	229,00
Peso de Tara (gr.)		
Peso de Agua (gr.)	41,00	36,00
Peso de Mat. Seco (gr.)	265,00	229,00
Humedad Natural (%)	14,47	15,72
Promedio de Humedad (%)	<b>15,60</b>	

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de humedad se calcula el promedio de los 2 ensayos, teniendo como resultado en la muestra de la Calicata N° 01 un 15,60% de humedad.

**Tabla N° 24***Humedad natural en la Calicata 02*

DATOS		
N° de Ensayo	1	2
Peso de Mat. Húmedo + Tara (gr.)	451,00	350,00
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	373,00	291,00
Peso de Tara (gr.)		
Peso de Agua (gr.)	78,00	59,00
Peso de Mat. Seco (gr.)	373,00	291,00
Humedad Natural (%)	20,91	20,27
Promedio de Humedad (%)	<b>20,59</b>	

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de humedad se calcula el promedio de los 2 ensayos, teniendo como resultado en la muestra de la Calicata N° 02 un 20,59% de humedad.

#### Análisis de corte directo (Ángulo de fricción y Cohesión)

El procedimiento de este análisis de corte directo abarca en un entorno de laboratorio, en realizar la deformación controlada, se realizó 3 pruebas, cada una bajo el enfoque de diferentes cargas normales para determinarse el efecto sobre la capacidad y desplazamiento.

**Tabla N° 25      Tabla**

Resumen de resultados de corte directo

CALICATAS	ESTRATOS	PROFUNDIDAD DE ESTRATO (m)	COHESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	ÁNGULO DE FRICCIÓN (*)	TIPO DE FALLA
C - 1	E - 1	DE 0.00 m a 1.50 m	0.14	25.9	Local por corte
C - 2	E - 1	DE 0.10 m a 1.50 m	0.15	30.6	Local por corte

Fuente: Elaboración propia

En este procedimiento se obtuvo la capacidad portante que tiene el terreno para soportar las cargas aplicadas, donde se consideró una falla por corte local, donde tiene colapso catastrófico, y está definido bajo la zapata, con una cohesión en la primera calicata de 0.14 kg/cm<sup>2</sup> y de 0.15 kg/cm<sup>2</sup> en la segunda calicata, con un ángulo de fricción de 25.9 en la calicata 1 y 30.6 en la calicata 2 con la capacidad admisible de carga de 0.50 kg/cm<sup>2</sup> en la calicata 1 y en la calicata 2 obteniendo una resistencia admisible de 0.70 kg/cm<sup>2</sup>.

## Estudio hidrológico en la ciudad de Satipo

Consideraciones para diseño: Se utiliza el método racional lo cual será aplicable en esta investigación, ya que la Norma Peruana CE.040 Drenaje Pluvial Urbano, nos dice que para cuencas menores de 13 km<sup>2</sup> se utiliza el método racional.

**Tabla N° 26**

*Datos de información de la microcuenca de la zona de estudio*

ÁREA	PERÍMETRO
167'681.95 m <sup>2</sup> 0.17 km	1'677.09 m 1.68 km

Fuente: Hidrografía e hidrología en Satipo, 2023.

### Cálculo de la intensidad máxima

Para determinar la máxima intensidad, se recopilamos datos sobre las lluvias más intensas en un periodo de 24 horas (superiores anuales) durante 55 años, desde 1964 hasta 2022, utilizando la información proporcionada por SENAMHI. Estos datos se obtuvieron de la estación meteorológica de Satipo, la más próxima a la investigación.

**Tabla N° 27**

*Datos de precipitaciones de la estación pluviométrica Satipo (1964-2022)*

<b>Estación:</b>	Satipo	<b>Longitud:</b>	74°36'31.28"	<b>Elevación:</b>	577 m.s.n.m.									
<b>Distrito:</b>	Satipo	<b>Latitud:</b>	11°13'28.82"	<b>Dpto.:</b>	Junín									
ESTACION DE SATIPO														
Nº	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	ANUAL
1	1964	19,80	32,00	24,00	21,00	15,00	5,10	28,00	19,00	18,00	29,00	23,50	45,00	279,40
2	1965	45,00	81,00	80,00	20,00	23,00	40,00	18,00	S/D	50,00	33,00	50,00	48,00	488,00
3	1966	72,00	25,00	45,00	26,00	75,00	0,00	70,00	41,00	60,00	32,00	32,00	60,00	538,00
4	1967	26,00	60,00	68,00	57,00	S/D	12,00	28,00	19,00	45,00	39,00	32,00	24,00	410,00
5	1968	48,00	46,00	33,00	41,00	26,10	31,00	17,00	0,00	26,00	40,00	S/D	S/D	308,10
6	1969	S/D	S/D	S/D	36,00	25,00	45,00	5,20	71,00	16,00	92,00	56,00	64,00	410,20
7	1970	40,00	46,00	56,00	64,00	16,00	24,00	11,00	20,20	25,00	25,00	26,00	47,00	400,20
8	1971	17,90	21,80	28,60	19,40	14,80	17,50	5,30	42,50	5,20	70,00	30,00	45,60	318,60
9	1972	56,00	35,00	37,20	25,00	44,30	17,10	9,70	55,30	26,00	22,00	38,20	23,00	388,80
10	1973	42,20	36,40	61,80	66,60	84,60	19,00	15,60	15,40	20,80	42,80	37,60	34,60	477,40
11	1974	30,00	20,00	26,80	28,80	28,20	7,20	41,00	25,80	7,20	23,60	27,20	23,20	289,00
12	1975	35,60	42,40	27,80	32,80	31,80	40,80	10,80	45,20	39,20	51,80	55,20	27,80	441,20
13	1976	40,20	31,20	70,20	26,20	26,80	63,40	8,80	15,40	21,40	75,20	22,80	35,80	437,40
14	1977	16,40	48,80	51,40	48,20	62,80	16,20	31,20	12,80	28,40	17,20	45,80	35,40	414,60
15	1978	55,20	85,40	54,20	31,20	38,20	13,80	3,40	11,40	29,40	31,80	62,40	42,80	459,20
16	1979	45,20	71,40	42,20	38,20	35,40	28,40	26,20	37,40	21,40	31,40	56,40	30,20	463,80
17	1980	65,20	65,80	47,20	52,40	16,20	41,20	10,20	15,80	58,20	35,40	12,80	18,20	438,60
18	1981	81,60	26,80	98,80	91,80	14,80	31,80	82,80	21,40	S/D	S/D	S/D	S/D	449,80
19	1982	S/D	S/D	S/D	25,80	14,20	28,80	26,80	21,80	S/D	51,80	S/D	S/D	169,20
20	1986	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	34,60	38,80	73,40

21	1987	43.80	68.80	21.80	34.80	13.80	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	68.80
22	1989	91.80	48.60	48.80	42.80	41.80	21.40	15.40	32.20	75.40	88.60	95.40	48.80	95.40
23	1990	78.60	48.60	38.60	21.40	81.80	48.80	26.40	75.40	28.60	54.80	25.80	26.40	81.80
24	1991	31.40	45.80	33.80	62.20	15.20	15.40	11.20	8.80	12.20	48.80	18.20	18.60	62.20
25	1992	21.60	33.80	48.80	25.80	15.80	25.20	25.20	38.80	28.80	18.20	42.40	22.60	48.80
26	1993	42.80	54.80	48.20	32.60	32.80	25.80	21.60	31.20	18.80	28.60	25.20	42.20	54.80
27	1994	42.60	42.40	74.60	22.60	20.60	9.20	8.20	12.80	14.20	72.60	32.60	25.80	74.60
28	1995	48.60	54.40	48.80	28.80	22.60	19.80	18.60	21.40	14.40	25.40	25.60	25.80	54.40
29	1996	99.60	142.40	292.20	62.40	64.60	60.10	40.20	50.20	5.40	23.20	20.80	11.20	292.20
30	1997	25.40	11.10	15.90	7.00	12.20	8.40	28.50	30.40	39.00	45.50	29.80	42.10	45.50
31	1998	26.30	34.30	49.80	51.30	8.00	20.10	5.00	17.50	53.00	60.00	31.10	34.80	60.00
32	1999	36.10	71.40	33.00	24.60	10.50	11.80	17.00	38.50	45.30	36.20	37.50	90.00	90.00
33	2000	38.70	34.80	37.00	36.50	40.00	10.70	6.20	25.30	30.90	20.50	33.50	27.00	40.00
34	2001	20.70	59.00	51.90	37.10	13.40	8.40	53.40	30.90	41.60	54.80	57.00	52.00	59.00
35	2002	30.00	44.80	29.90	20.80	28.60	19.40	63.80	40.70	34.20	38.10	40.90	34.80	63.80
36	2003	71.90	22.60	56.00	15.00	43.30	71.60	20.30	34.00	55.30	24.20	31.80	27.90	71.90
37	2004	79.00	45.80	25.60	63.10	45.50	15.50	49.50	40.00	24.40	24.40	55.50	43.70	79.00
38	2005	19.40	40.00	41.00	33.70	5.50	7.20	28.20	34.40	13.20	59.60	82.80	46.50	82.80
39	2006	53.90	40.40	22.60	21.40	17.50	48.00	10.50	32.60	22.60	62.00	27.20	43.00	62.00
40	2007	59.30	22.20	47.00	17.60	21.80	34.40	29.80	37.00	32.00	52.20	28.00	82.90	82.90
41	2008	37.50	69.80	38.70	61.50	24.10	12.40	18.00	18.50	34.20	36.00	34.40	46.20	69.80
42	2009	35.30	62.10	32.40	40.40	47.40	25.50	30.30	7.00	61.50	100.90	36.10	47.40	100.90
43	2010	39.20	67.10	43.10	35.70	11.90	57.60	26.20	21.00	11.20	29.20	33.90	50.20	67.10
44	2011	54.90	36.90	16.30	67.30	36.40	24.70	29.00	29.70	36.30	70.50	53.90	36.30	70.50
45	2012	47.80	47.00	87.90	36.00	15.90	29.00	8.60	13.70	16.20	42.50	29.30	39.10	87.90
46	2013	21.20	80.50	42.50	20.10	13.40	38.60	7.40	71.50	30.50	34.10	27.80	32.90	80.50
47	2014	34.60	29.10	28.50	33.60	29.00	32.80	19.30	22.10	44.30	34.60	62.30	42.30	62.30
48	2015	70.50	29.20	52.00	67.60	21.40	8.10	15.60	19.80	24.00	41.10	59.30	24.10	70.50
49	2016	30.90	38.00	19.90	18.10	1.90	11.70	19.00	60.50	27.60	55.00	30.40	53.50	60.50
50	2017	49.40	40.40	55.00	48.60	74.90	38.40	13.50	20.40	42.30	57.70	54.00	62.00	74.90
51	2018	39.60	54.20	31.50	41.20	15.40	32.00	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	54.20
52	2019	57.60	101.00	52.20	17.30	19.50	7.50	43.70	6.40	10.90	45.80	44.20	63.00	101.00
53	2020	92.60	28.20	21.10	49.70	59.00	29.20	6.80	39.60	22.00	30.00	8.10	23.90	92.60
54	2021	36.10	33.50	44.40	46.50	24.70	15.20	17.80	8.50	18.70	30.10	62.20	77.50	77.50
55	2022	45.70	32.20	55.00	52.40	122.20	48.10	5.30	27.20	92.30	37.90	20.70	39.50	122.20

Fuente: SENAMHI, 2023.

En la tabla N° 26 se observan los datos obtenidos de la estación meteorológica de Satipo del distrito Satipo, provincia Satipo, departamento de Junín. Donde la precipitación máxima durante 55 años fue de 651.00 mm en el año 1989. Se usó el método Gumbel, puesto que es utilizada para modelar la distribución máxima de precipitaciones.

Se usa la fórmula:

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{K * T^a}{D^b}$$

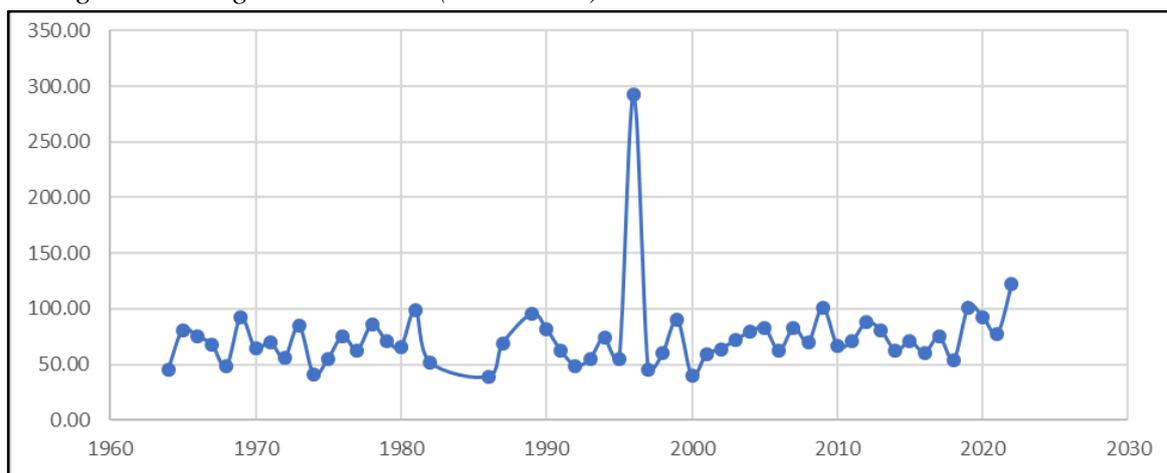
Donde:

$I_{m\acute{a}x}$  = Intensidad máxima (mm/hrs)

$T$  = Periodo de retorno (años)

$D$  = Duración (min)

$K_{a,b}$  = Parámetros de la ecuación

**Figura N° 55***Histograma de registro histórico (1964-2018)*

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 61 se puede observar la precipitación máxima de 292.20 mm registrada por el pluviómetro en Satipo.

**Tabla N° 28***Cálculo de la desviación cuadrática de los 51 años*

N°	Año	Mes	Precipitaciones (mm)	
		Máxima Precipitación	$X_i$ (máx. prec.)	$(X_i - \bar{X})^2$
1	1964	Diciembre	45.00	757.90
2	1965	Febrero	81.00	71.74
3	1966	Mayo	75.00	6.10
4	1967	Marzo	68.00	20.52
5	1968	Enero	48.00	601.72
6	1969	Octubre	92.00	379.08
7	1970	Abril	64.00	72.76
8	1971	Octubre	70.00	6.40
9	1972	Enero	56.00	273.24
10	1973	Mayo	84.60	145.68
11	1974	Julio	41.00	994.14
12	1975	Noviembre	55.20	300.33
13	1976	Octubre	75.20	7.13
14	1977	Mayo	62.80	94.67
15	1978	Febrero	85.40	165.64
16	1979	Febrero	71.40	1.28
17	1980	Febrero	65.80	45.29
18	1981	Marzo	98.80	690.11
19	1982	Octubre	51.80	429.73

<b>20</b>	1986	Diciembre	38.80	1137.71
<b>21</b>	1987	Febrero	68.80	13.91
<b>22</b>	1989	Noviembre	95.40	523.04
<b>23</b>	1990	Mayo	81.80	85.93
<b>24</b>	1991	Abril	62.20	106.71
<b>25</b>	1992	Marzo	48.80	563.11
<b>26</b>	1993	Febrero	54.80	314.35
<b>27</b>	1994	Marzo	74.60	4.28
<b>28</b>	1995	Febrero	54.40	328.70
<b>29</b>	1996	Marzo	292.20	48254.91
<b>30</b>	1997	Octubre	45.50	730.62
<b>31</b>	1998	Octubre	60.00	157.00
<b>32</b>	1999	Diciembre	90.00	305.20
<b>33</b>	2000	Mayo	40.00	1058.20
<b>34</b>	2001	Febrero	59.00	183.06
<b>35</b>	2002	Julio	63.80	76.21
<b>36</b>	2003	Enero	71.90	0.40
<b>37</b>	2004	Enero	79.00	41.86
<b>38</b>	2005	Noviembre	82.80	105.47
<b>39</b>	2006	Octubre	62.00	110.88
<b>40</b>	2007	Diciembre	82.90	107.54
<b>41</b>	2008	Febrero	69.80	7.45
<b>42</b>	2009	Octubre	100.90	804.86
<b>43</b>	2010	Febrero	67.10	29.48
<b>44</b>	2011	Octubre	70.50	4.12
<b>45</b>	2012	Marzo	87.90	236.24
<b>46</b>	2013	Febrero	80.50	63.52
<b>47</b>	2014	Noviembre	62.30	104.65
<b>48</b>	2015	Enero	70.50	4.12
<b>49</b>	2016	Agosto	60.50	144.72
<b>50</b>	2017	Mayo	74.90	5.62
<b>51</b>	2018	Febrero	54.20	335.99
<b>52</b>	2019	Diciembre	63.00	810.54
<b>53</b>	2020	Enero	92.60	402.80
<b>54</b>	2021	Diciembre	77.50	24.70
<b>55</b>	2022	Marzo	122.20	2467.11

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 27, se puede observar el cálculo de la desviación cuadrática para los 55 años (1964-2022).

**Tabla N° 29***Cálculo de probabilidad de ocurrencia de precipitaciones Gumbel*

Periodo Retorno	Variables Reducida	Precipitación (mm)	Probabilidad de Ocurrencia	Corrección de Intervalo Fijo
Años	Yt	Xt (mm)	F (Xt)	Xt (mm)
2	0.36651	66.78852	0.5000	75.47
5	1.49994	97.65924	0.8000	110.35
10	2.25037	118.09835	0.9000	133.45
25	3.19853	143.92321	0.9600	162.63
50	3.90194	163.08157	0.9800	184.28

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla N° 28 donde se considera épocas de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años donde se usaron las fórmulas:

$$\underline{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 72.52 \text{ mm}$$

Donde  $\underline{x}$  Es el promedio de precipitaciones máximas durante los últimos 51 años.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}{n - 1}} = 34.93 \text{ mm}$$

Donde  $S$  es la desviación estándar.

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 27.37 \text{ mm}$$

$$\mu = \underline{x} - 0,45 * S = 56.81 \text{ mm}$$

Donde  $\alpha$  y  $\mu$  son variables probabilísticas.

Fórmula de probabilidad de Gumbel:

$$F_{(x,\mu,\alpha)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}}$$

**Tabla N° 30***Coefficientes de duración para 24 horas*

Duración (Horas)									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

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

En la tabla N° 29 se visualiza la relacion de duración por horas, de precipitaciones en 1 día para la determinación de precipitaciones máximas de lluvia horaria.

**Tabla N° 31**

*Precipitaciones máximas para 2, 5, 10, 25 y 50 años en 24 horas*

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración				
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años
24 horas	X 24 = 100%	75,47	110,35	133,45	162,63	184,28
18 horas	X 18 = 91%	67,92	99,32	120,11	146,37	165,85
12 horas	X 12 = 80%	59,62	87,18	105,43	128,48	145,58
8 horas	X 8 = 68%	48,30	70,63	85,41	104,09	117,94
6 horas	X 6 = 61%	42,26	61,80	74,73	91,07	103,20
5 horas	X 5 = 57%	37,74	55,18	66,73	81,32	92,14
4 horas	X 4 = 52%	33,21	48,56	58,72	71,56	81,08
3 horas	X 3 = 46%	28,68	41,93	50,71	61,80	70,03
2 horas	X 2 = 39%	23,40	34,21	41,37	50,42	57,13
1 hora	X 1 = 30%	18,87	27,59	33,36	40,66	46,07

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 30 se visualiza las máximas precipitaciones para diversos epocas de tiempo en la estación pluviométrica de Satipo.

**Tabla N° 32**

*Intensidad de lluvia (mm/hora) según periodo de retorno*

Tiempo de duración		Años				
Hora	Minutos	2	5	10	25	50
24	1440	3,14	4,60	5,56	6,78	7,68
18	1080	3,77	5,52	6,67	8,13	9,21
12	720	4,97	7,27	8,79	10,71	12,13
8	480	6,04	8,83	10,68	13,01	14,74
6	360	7,04	10,30	12,46	15,18	17,20
5	300	7,55	11,04	13,35	16,26	18,43
4	240	8,30	12,14	14,68	17,89	20,27
3	180	9,56	13,98	16,90	20,60	23,34
2	120	11,70	17,11	20,68	25,21	28,56
1	60	18,87	27,59	33,36	40,66	46,07

Fuente: Elaboración propia

Se determinó en la tabla N° 31, estas magnitudes de lluvias con respecto a las precipitaciones superiores máximas diarias factibles, donde se toman en cuenta estos datos de precipitaciones máximas en 24 horas.

**Procedimiento de cálculos de magnitud, tiempo y constancia para las épocas de regreso de 2,5,10,25,50 años.**

**Tabla N° 33**

*Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 2 años*

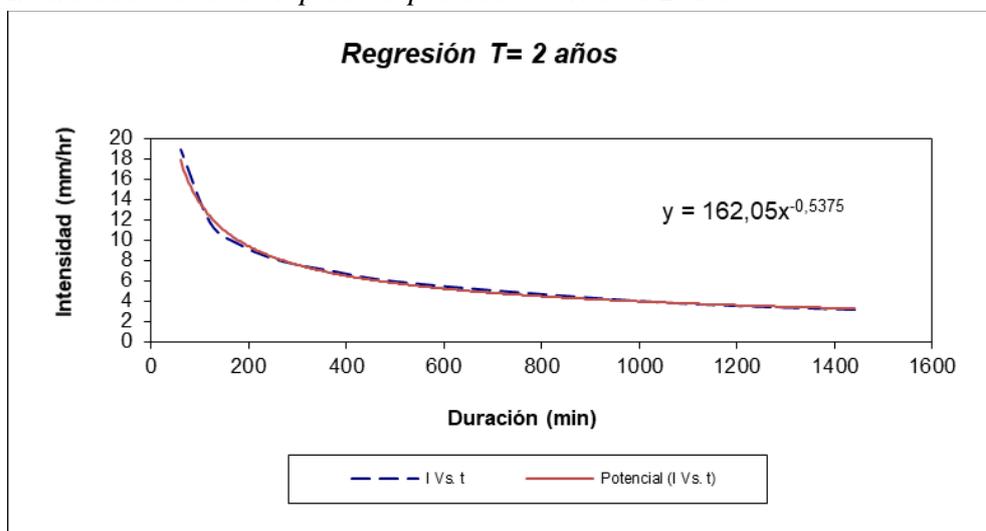
Periodo de retorno para T = 2 años						
N°	X (min)	Y (mm)	Ln X	Ln Y	Ln X * Ln Y	(Ln X) <sup>2</sup>
1	1440	3,14	7,27	1,15	8,33	52,88
2	1080	3,77	6,98	1,33	9,28	48,78
3	720	4,97	6,58	1,60	10,55	43,28
4	480	6,04	6,17	1,80	11,10	38,11
5	360	7,04	5,89	1,95	11,49	34,64
6	300	7,55	5,70	2,02	11,53	32,53
7	240	8,30	5,48	2,12	11,60	30,03
8	180	9,56	5,19	2,26	11,72	26,96
9	120	11,70	4,79	2,46	11,77	22,92
10	60	18,87	4,09	2,94	12,03	16,76
	<b>4980.00</b>	<b>80.94</b>	<b>58.16</b>	<b>19.62</b>	<b>109.40</b>	<b>346.94</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó en la tabla N° 32, los cálculos magnitud, tiempo y constancia para una época de regreso de 2 años.

**Figura N° 56**

*Intensidad – duración para un periodo retorno de 2 años*



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 34**

*Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 5 años*

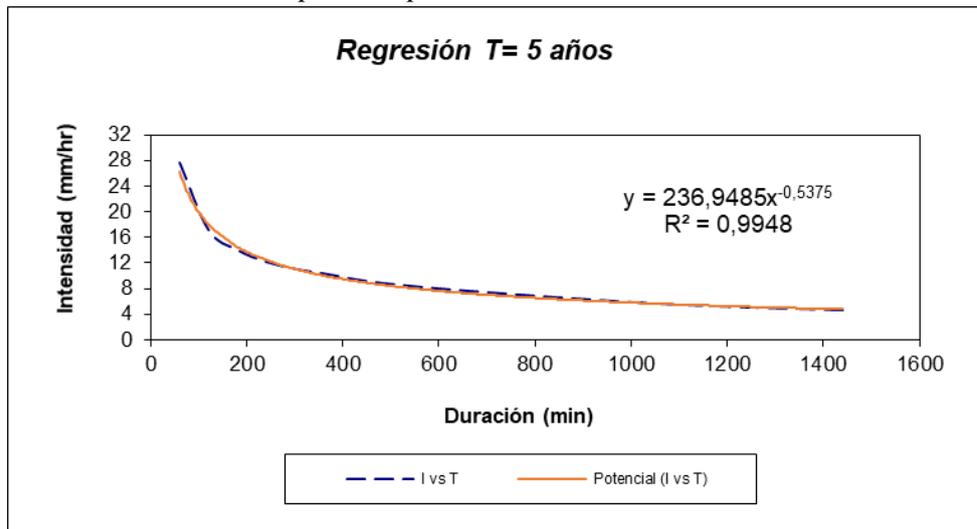
Periodo de retorno para T = 5 años						
N°	X (min)	Y (mm)	Ln X	Ln Y	Ln X * Ln Y	(Ln X) <sup>2</sup>
1	1440	4,60	7,27	1,53	11,10	52,88
2	1080	5,52	6,98	1,71	11,93	48,78
3	720	7,27	6,58	1,98	13,05	43,28
4	480	8,83	6,17	2,18	13,45	38,11
5	360	10,30	5,89	2,33	13,73	34,64
6	300	11,04	5,70	2,40	13,70	32,53
7	240	12,14	5,48	2,50	13,68	30,03
8	180	13,98	5,19	2,64	13,70	26,96
9	120	17,11	4,79	2,84	13,59	22,92
10	60	27,59	4,09	3,32	13,58	16,76
	<b>4980.00</b>	<b>118.36</b>	<b>58.16</b>	<b>23.42</b>	<b>131.50</b>	<b>346.94</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó en la tabla N° 33, los cálculos magnitud, tiempo y constancia para una época de regreso de 5 años.

**Figura N° 57**

*Intensidad – duración para un periodo retorno de 5 años*



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 35**

*Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 10 años*

Periodo de retorno para T = 10 años						
N°	X (min)	Y (mm)	Ln X	Ln Y	Ln X * Ln Y	(Ln X) <sup>2</sup>

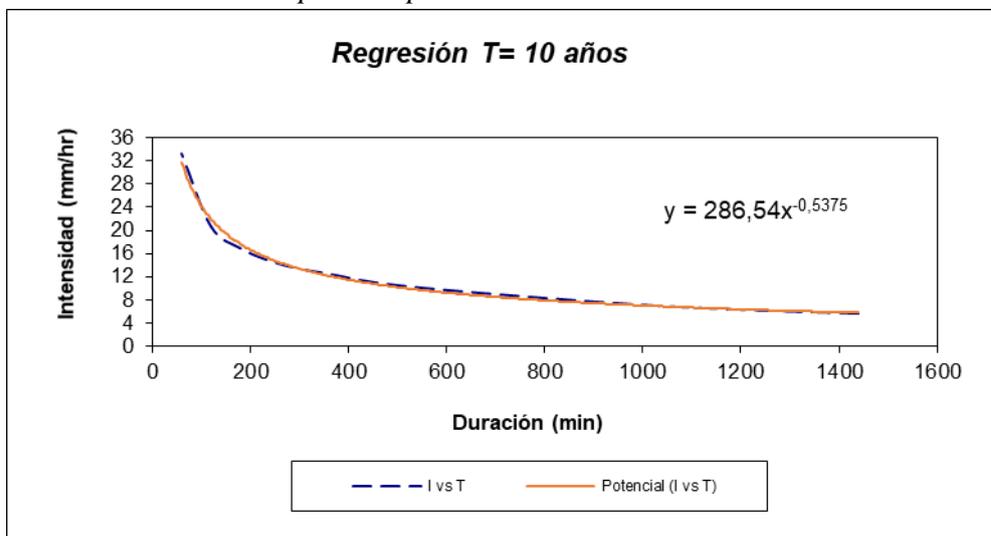
1	1440	5,56	7,27	1,72	12,48	52,88
2	1080	6,67	6,98	1,90	13,26	48,78
3	720	8,79	6,58	2,17	14,30	43,28
4	480	10,68	6,17	2,37	14,62	38,11
5	360	12,46	5,89	2,52	14,85	34,64
6	300	13,35	5,70	2,59	14,78	32,53
7	240	14,68	5,48	2,69	14,72	30,03
8	180	16,90	5,19	2,83	14,68	26,96
9	120	20,68	4,79	3,03	14,50	22,92
10	60	33,36	4,09	3,51	14,36	16,76
	<b>4980.00</b>	<b>143.13</b>	<b>58.16</b>	<b>25.32</b>	<b>142.55</b>	<b>346.94</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó en la tabla N° 34, los cálculos magnitud, tiempo y constancia para una época de regreso de 10 años.

**Figura N° 58**

*Intensidad – duración para un periodo retorno de 10 años*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 36**

*Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 25 años*

Periodo de retorno para T = 25 años						
N°	X (min)	Y (mm)	Ln X	Ln Y	Ln X * Ln Y	(Ln X) <sup>2</sup>
1	1440	6,78	7,27	1,91	13,92	52,88
2	1080	8,13	6,98	2,10	14,64	48,78
3	720	10,71	6,58	2,37	15,60	43,28
4	480	13,01	6,17	2,57	15,84	38,11
5	360	15,18	5,89	2,72	16,01	34,64
6	300	16,26	5,70	2,79	15,91	32,53

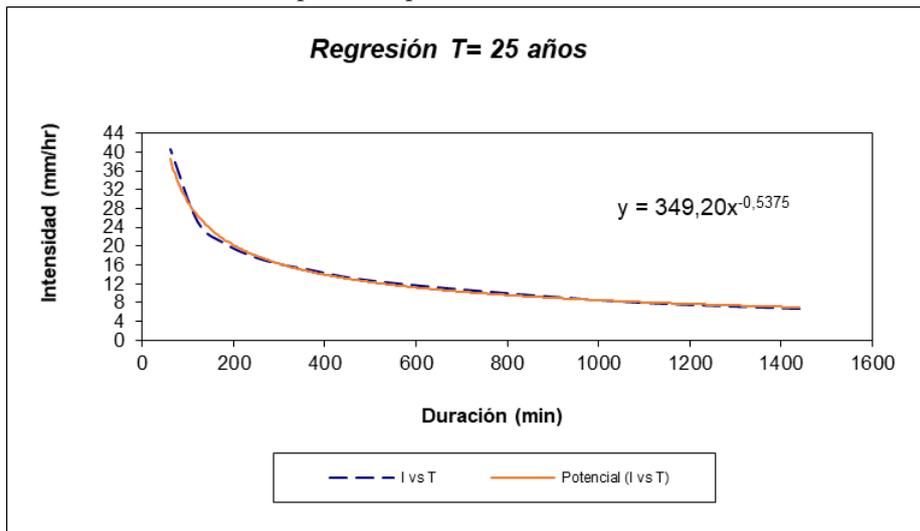
7	240	17,89	5,48	2,88	15,81	30,03
8	180	20,60	5,19	3,03	15,71	26,96
9	120	25,21	4,79	3,23	15,45	22,92
10	60	40,66	4,09	3,71	15,17	16,76
	<b>4980.00</b>	<b>174.42</b>	<b>58.16</b>	<b>27.30</b>	<b>154.04</b>	<b>346.94</b>

Fuente: Elaboración propia

Se determinó en la tabla N° 35, los cálculos magnitud, tiempo y constancia para una época de regreso de 25 años.

### Figura N° 59

*Intensidad – duración para un periodo retorno de 25 años*



Fuente: Elaboración propia

### Tabla N° 37

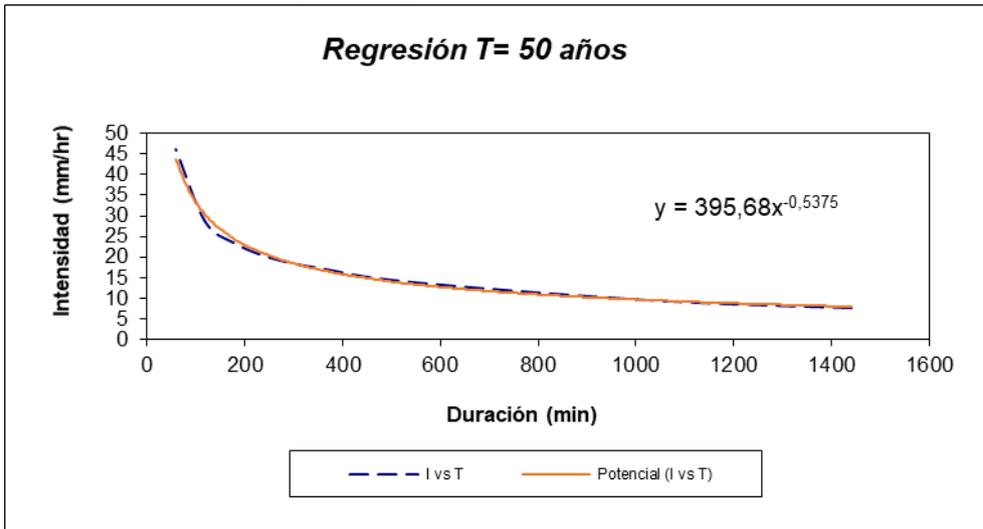
*Cálculo de curva de intensidad, duración y frecuencia para un periodo retorno de 50 años*

Periodo de retorno para T = 50 años						
N°	X (min)	Y (mm)	Ln X	Ln Y	Ln X * Ln Y	(Ln X) <sup>2</sup>
1	1440	7,68	7,27	2,04	14,82	52,88
2	1080	9,21	6,98	2,22	15,51	48,78
3	720	12,13	6,58	2,50	16,42	43,28
4	480	14,74	6,17	2,69	16,61	38,11
5	360	17,20	5,89	2,84	16,75	34,64
6	300	18,43	5,70	2,91	16,62	32,53
7	240	20,27	5,48	3,01	16,49	30,03
8	180	23,34	5,19	3,15	16,36	26,96
9	120	28,56	4,79	3,35	16,05	22,92
10	60	46,07	4,09	3,83	15,68	16,76
	<b>4980.00</b>	<b>197.64</b>	<b>58.16</b>	<b>28.55</b>	<b>161.32</b>	<b>346.94</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 60**

*Intensidad – duración para un periodo retorno de 50 años*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 38**

*Intensidades (mm/h) y tiempo de duración para 60 minutos*

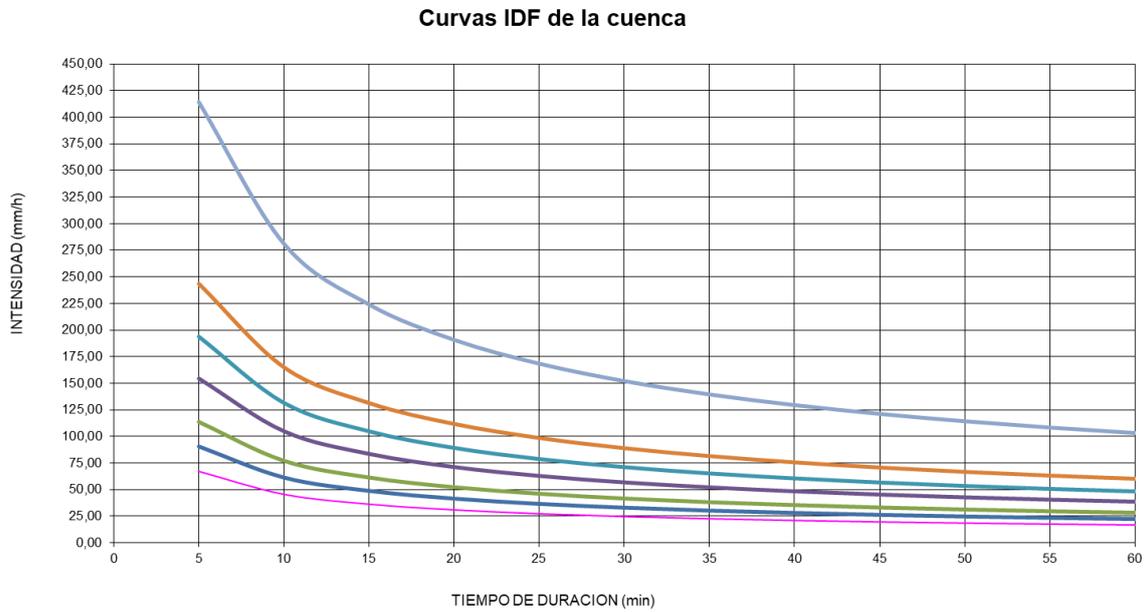
Tabla de intensidades – tiempo de duración												
Frec.	Duración en minutos											
Años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	66,99	45,43	36,20	30,82	27,20	24,56	22,53	20,90	19,57	18,45	17,49	16,66
5	90,62	61,46	48,98	41,69	36,79	33,22	30,47	28,28	26,47	24,96	23,66	22,53
10	113,8	77,25	61,56	52,40	46,24	41,75	38,30	35,54	33,27	31,36	29,73	28,32
25	9	104,5	83,27	70,88	62,55	56,48	51,81	48,08	45,01	42,43	40,22	38,31
50	154,0	0	104,6	89,08	78,62	70,99	65,12	60,42	56,57	53,33	50,55	48,15
	7	131,3	6									
	193,6	4										
	4											

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 37 se muestran los valores de intensidad (mm/h) de lluvias, en 60 minutos para las frecuencias de 2, 5, 10, 25 y 50 años.

**Figura N° 61**

*Curvas de intensidad – duración y frecuencia de la cuenca*



Fuente: Elaboración propia.

En la imagen N° 67 se puede visualizar magnitud, tiempo y constancia de 2, 5, 10, 25 y 50 años con una época de persistencia 60 minutos.

En el primer paso de los cálculos hidrológicos, se consideraron los límites de la microcuenca, que abarca un área de 167,681.95 m<sup>2</sup> con un contorno de 1,677.09 m. Estos cálculos hidrológicos están basados en fundamentos de la estación pluviométrico de Satipo inicios de 1964 hasta 2022, abarcando un total de 55 años. Durante este período, se registró una precipitación máxima de 292.20 mm en 1996. Estas precipitaciones máximas anuales se analizaron utilizando el método Gumbel para calcular su distribución de probabilidades pluviométricas, considerando períodos de regreso de 2, 5, 10, 25 y 50 años. Además, utilizando estos resultados adquiridos, se realizaron cálculos de aceleraciones superiores e intensidades diversas duraciones de lluvias en un lapso de 24 horas. Se determinaron coeficientes de regresión para calcular la intensidad de precipitación en épocas de 60 minutos, obteniendo los siguientes resultados: para un período de retorno de 2 años, la intensidad fue de 19.31 mm/h; para 5 años, fue de 24.76 mm/h; para 10 años, fue de 29.88 mm/h; para 25 años, fue de 38.30 mm/h; y para 50 años, fue de 46.23 mm/h. Estos datos

permitieron trazar la curva de intensidad-duración y frecuencia para los distintos períodos de retorno. Es importante destacar que en la actualidad, las precipitaciones en la ciudad de Satipo presentan una fuerte intensidad, superando los 59mm el 19 de febrero del 2023.

### **Modelamiento de la red de drenaje de aguas pluviales en el área de estudio**

Para llevar a cabo el modelamiento de la red de drenaje de la avenida Raymondi, se inició con la identificación de las vías donde se establecerá la fundación de conducto para aguas lluvias. Este objetivo era analizar las secuencias de tiempo de las precipitaciones (su intensidad, duración y frecuencia) según lo especificado en la norma CE.040.

Importancias primordiales:

Relación de hermeticidad “n”: Está establecido según la guía del programa V.5.2. se consideraron para valles dando un valor 0.013.

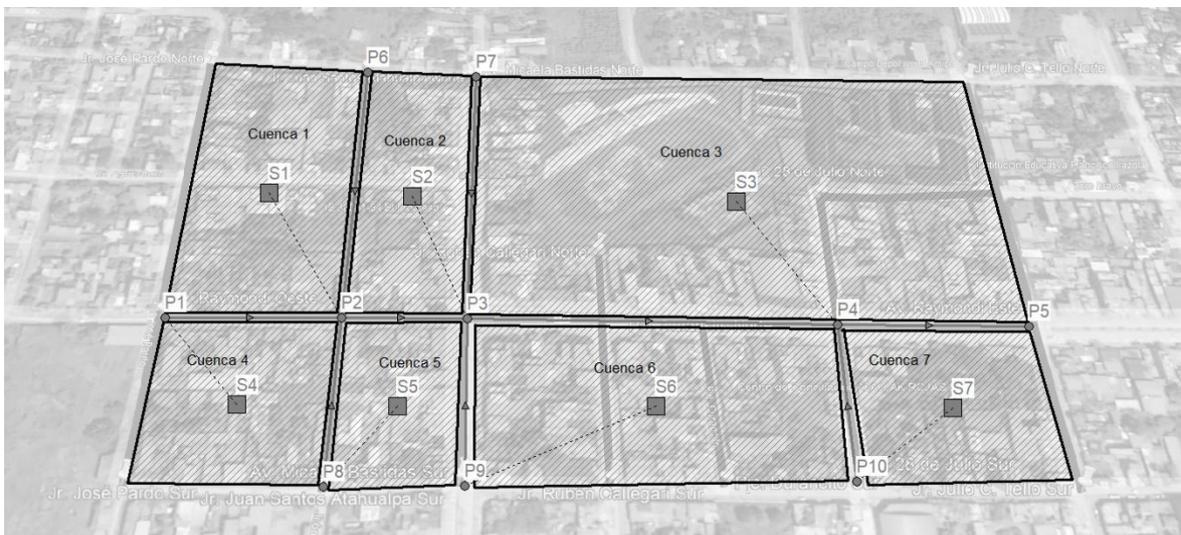
Coefficiente de permeabilidad “n”: Está establecido según la guía del programa V.5.2. se consideraron para valles dando un valor 0.20.

Modelamiento de infiltraciones: Se empleó la fórmula de Green Ampt.

Las subcuencas para este modelado del sistema de drenaje pluvial se delimitaron con el programa V.5.2. y el Software Google Earth.

### **Figura N° 62**

*Delimitación de subcuencas del área de estudio*



Fuente: Software SWMM V.5.2.

En la figura N° 68 se observa la delimitación de las 7 subcuencas en este modelado de una red hidráulica con el programa SWMM V.5.2.

**Tabla N° 39**

*Características de las subcuencas del área de estudio*

CUENCA	AREA (ha)	PERÍMETRO (m)	IMPERMEABILIDAD
C1	2.14	628	85%
C2	1.51	570	75%
C3	6.94	1074	45%
C4	1.10	411	90%
C5	0.68	335	100%
C6	2.13	614	90%
C7	1.14	427	30%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 38, detalla las áreas en hectáreas de cada subcuenca del área de estudio, siendo la subcuenca más grande la C3 con un área de 6.94 has., y un perímetro de 1074 m, la impermeabilidad se otorgó según el porcentaje de área perteneciente a árboles y áreas verdes; siendo la de mayor permeabilidad la subcuenca C7 con un 30%, y la menor permeabilidad la C5, dado a que no se halló zonas verdes en el área.

**Tabla N° 40**

*Cálculo de pendientes de la sub cuenca*

SUBCUEN CAS	COTA MAYOR	COTA MENOR	DIFERENCIA (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)
C1	654.00	644.00	10.00	245.59	4.071
C2	649.00	643.00	6.00	232.21	2.584
C3	647.00	633.00	14.00	395.07	3.544
C4	645.00	641.00	4.00	152.75	2.619
C5	644.00	640.00	4.00	128.76	3.107
C6	643.00	635.00	8.00	231.68	2.487
C7	635.00	635.00	0.00	154.36	0.015

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla N° 39, detalla las cotas en m.s.n.m., diferencia de latitudes y longitudes, para poder hallar las pendientes de cada subcuenca. Siendo la pendiente mayor de la subcuenca C1 4.071% y la pendiente menor la subcuenca C7 0.015%.

**Tabla N° 41**

*Cálculo de pendientes en conductos*

CONDUCTO	PENDIENTE (%)	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
L1	0.981	101.97	0.50	0.80
L2	1.385	72.19	0.50	0.80

L3	1.896	210.92	0.50	0.80
L4	1.778	112.48	0.50	0.80
L5	2.332	214.44	0.50	0.80
L6	1.843	217.07	0.50	0.80
L7	2.657	112.92	0.50	0.80
L8	2.736	109.66	0.50	0.80
L9	0.015	109.46	0.50	0.80

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 40 describe las pendientes y longitudes de los conductos (sistema de drenaje pluvial), dimensionando un canal cerrado con rejillas, de 0.50 m. de profundidad y 0.80 m. de ancho.

**Tabla N° 42**

*Cotas de fondo de los nudos*

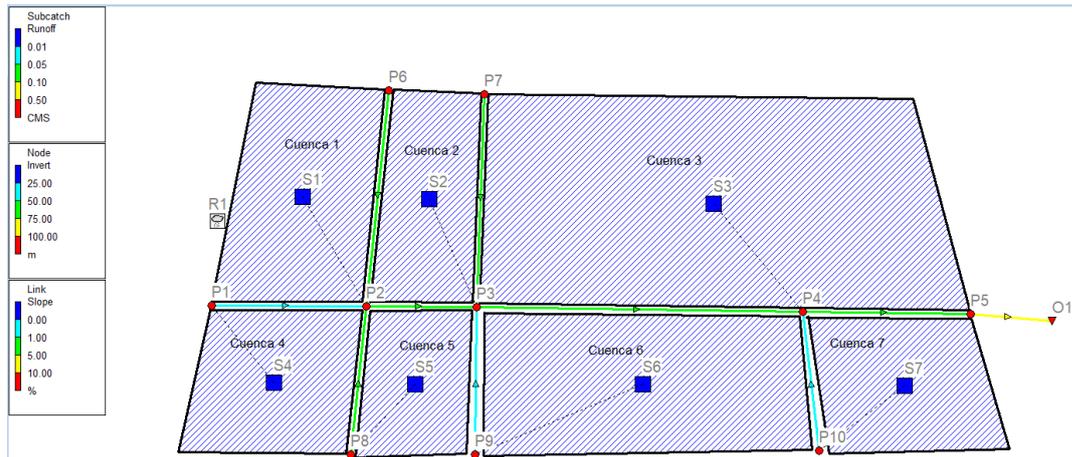
<b>NUDO</b>	<b>COTA DE FONDO</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>
P1	645.00	2.00
P2	644.00	2.00
P3	643.00	2.00
P4	635.00	2.00
P5	633.00	2.00
P6	649.00	2.00
P7	647.00	2.00
P8	641.00	2.00
P9	640.00	2.00
P10	635.00	2.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 41, describe las cotas de fondo y la profundidad de 2 m de los puntos o buzones modelados en el software WSM.

**Figura N° 63**

*Modelado de simulación de la cuenca de la zona de estudio*



Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2.

En la figura N° 69 se muestran los elementos que conforman la zona de estudio: Subcuencas, nudos, conductos y datos del pluviómetro. En la configuración diversas variables se introdujeron en los cálculos de curvas de intensidad detallados en la Tabla N° 37, donde se describe magnitud y constancia de 2, 5, 10, 25 y 50 años con una época permanente de 60 minutos.

**Tabla N° 43**

*Opciones de análisis para 2, 5, 10, 25 y 50 años*

Unidades de caudal	Litros por Segundo (LPS)
Modelos utilizados:	
Lluvia / Escorrentía	SI
Deshielo de Nieve	NO
Flujo Subterráneo	NO
Cálculo Hidráulico	SI
Estancamiento Permitido	NO
Calidad de Agua	NO
Método de Infiltración	GREEN _ AMPT
Método de Cálculo Hidráulico	KINWAVE
Fecha de Inicio	15/08/23
Fecha de Fin	15/08/23
Días previos sin lluvia	0.00
Tiempo de Informe	00:05:00
Intervalo para tiempo de lluvia	01:00:00
Intervalo de cálculo hidráulico	60 Segundos

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

En la tabla N° 42 se presentan los datos, configuraciones y resultados obtenidos en el modelamiento del sistema de drenaje pluvial en la avenida Raymondi, para un periodo de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años.

### **Modelamiento del sistema de drenaje pluvial en el software SWMM V5.2 para un periodo retorno de 2 años**

#### **Figura N° 64**

*Frecuencia para un periodo retorno de 2 años, ingresado al WSMM*

Time Series Editor

Time Series Name  
Hietograma1hora

Description  
Periodo de Retorno 2 Años

Use external data file named below

Enter time series data in the table below

No dates means times are relative to start of simulation.

Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	0:05	66.99
	0:10	45.43
	0:15	36.20
	0:20	30.82
	0:25	27.20
	0:30	24.56
	0:35	22.53
	0:40	20.90
	0:45	19.57
	0:50	18.45
	0:55	17.49

View

OK

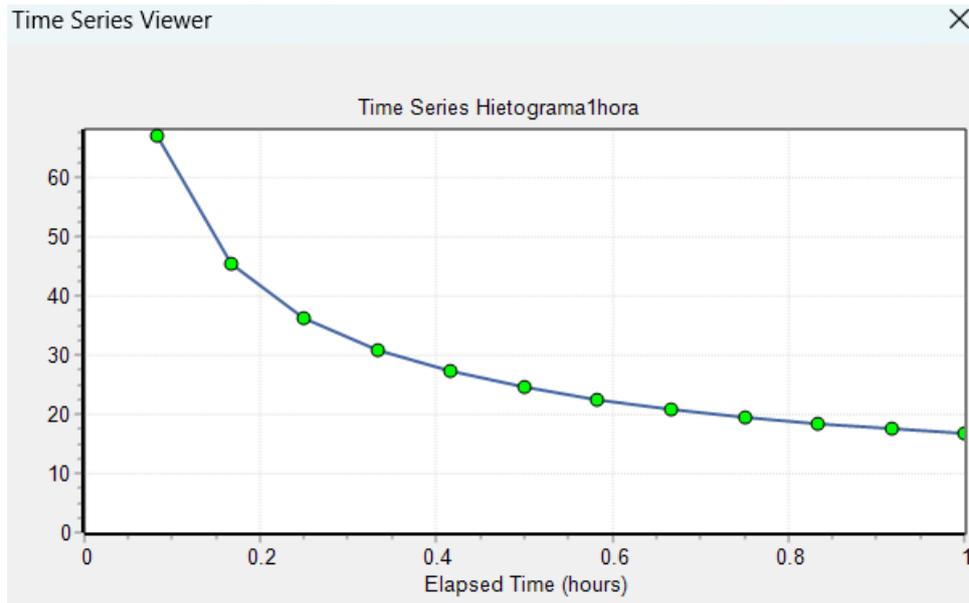
Cancel

Help

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Figura N° 65**

*Curva de serie temporal periodo retorno de 2 años*



Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 44**

*Escorrentías en subcuencas para un periodo retorno de 2 años*

Subcuenc a	Precipitació n Total mm	Infiltración Total mm	Escorrentí a Total	Escorrentía Total 10 ^6 L	Escorrentí a Punta L/seg	Coefficiente Escorrentía
<b>C1</b>	28.90	0.10	29.30	1.47	0.68	1.014
<b>C2</b>	28.90	0.59	28.75	1.44	0.59	0.995
<b>C3</b>	28.90	0.10	29.29	1.46	0.66	1.013
<b>C4</b>	28.90	0.24	29.12	1.46	0.62	1.007
<b>C5</b>	28.90	0.00	29.37	1.47	0.63	1.016
<b>C6</b>	28.90	0.25	29.11	1.46	0.62	1.007
<b>C7</b>	28.90	0.52	28.66	1.43	0.50	0.992

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la tabla N° 43 los resultados de escurrimientos para cada uno de los valles en una época de regreso de 2 años.

**Tabla N° 45**

*Nivel de nudos para un periodo retorno de 2 años*

Nudo	Nivel Medio (m)	Nivel Máximo (m)	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Instante Nivel Máximo (hora:min)
<b>P1</b>	0.00	0.08	643.08	00:15
<b>P2</b>	0.01	0.15	642.15	00:13
<b>P3</b>	0.01	0.15	641.15	00:13
<b>P4</b>	0.01	0.24	633.24	00:16

<b>P5</b>	0.01	0.24	631.24	00:16
<b>P6</b>	0.00	0.00	647.00	00:00
<b>P7</b>	0.00	0.00	645.00	00:00
<b>P8</b>	0.00	0.06	644.06	00:15
<b>P9</b>	0.00	0.08	642.08	00:15
<b>P10</b>	0.00	0.07	634.07	00:15
<b>O1</b>	0.00	0.12	628.12	00:16

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 46**

*Aporte en nudos para un periodo retorno de 2 años*

Nudo	Aporte Lateral Máximo L/s	Aporte Total Máximo L/s	Instante de Aporte Máximo (hora:min)	Vol. Aporte Lateral $10^6$ Lt	Vol. Aporte Total $10^6$ Lt
<b>P1</b>	0.622	0.622	00:15	1.46	1.46
<b>P2</b>	0.679	1.892	00:13	1.47	4.40
<b>P3</b>	0.591	3.093	00:15	1.44	7.30
<b>P4</b>	0.659	4.202	00:16	1.46	10.20
<b>P5</b>	0.000	4.199	00:16	0	10.20
<b>P6</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P7</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P8</b>	0.630	0.630	00:15	1.47	1.47
<b>P9</b>	0.620	0.620	00:15	1.46	1.46
<b>P10</b>	0.505	0.505	00:15	1.43	1.43
<b>O1</b>	0.000	4.200	00:16	0	10.20

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se observa en la Tabla N° 43 el nivel máximo lateral y total de cada nudo.

**Tabla N° 47**

*Resumen de vertido para un periodo de 2 años*

Resumen de Vertidos				
Nudo de Vertido	Frecuencia de Vertido %	Caudal medio L/s	Caudal Máximo L/s	Volumen Total $10^6$ Lt
O1	51.36	0.230	4.200	10.211

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la tabla N° 44 la magnitud de nodo de vertido. El análisis realizado en esta época de recurrencia de 2 años no presenta congestión ni inundaciones en los puntos de conexión, y tampoco indica sobrecarga en las tuberías o canales. La frecuencia de vertido fue de 51.36%, el caudal medio fue de 0.23 L/s, un caudal máximo usado de 4.20 L/s, y el volumen total fue de  $10.21 \times 10^6$  Lt.

## Modelamiento del sistema de la red hidraulica en el software SWMM V5.2 en épocas de retorno de 5 años

### Figura N° 66

*Frecuencia para un periodo retorno de 5 años, ingresado al WSMM*

Time Series Editor

Time Series Name  
Hietograma1hora

Description  
Periodo de Retorno 5 Años

Use external data file named below

Enter time series data in the table below

No dates means times are relative to start of simulation.

Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	0:05	90.62
	0:10	61.46
	0:15	48.98
	0:20	41.69
	0:25	36.79
	0:30	33.22
	0:35	30.47
	0:40	28.28
	0:45	26.47
	0:50	24.96
	0:55	23.66

View

OK

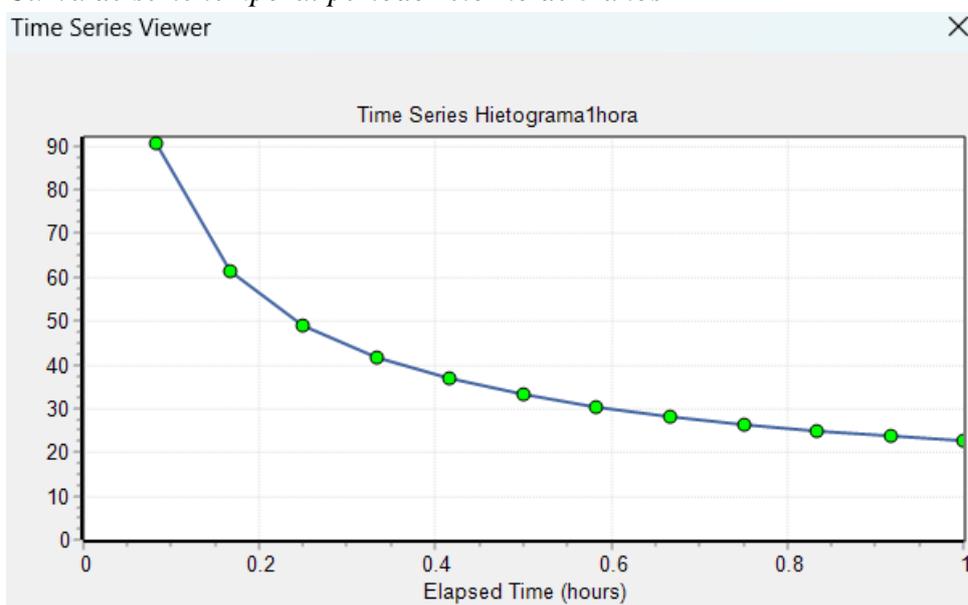
Cancel

Help

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

### Figura N° 67

*Curva de serie temporal periodo retorno de 5 años*



Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 48***Escorrentías en subcuencas para un periodo retorno de 5 años*

Subcuenc a	Precipitació n Total mm	Infiltración Total mm	Escorrentí a Total	Escorrentía Total 10 ^6 L	Escorrentí a Punta L/seg	Coefficiente Escorrentía
<b>C1</b>	39.09	0.10	37.82	1.89	0.99	1.016
<b>C2</b>	39.09	0.62	31.84	7.28	0.86	1.001
<b>C3</b>	39.09	0.10	37.81	1.89	0.97	1.015
<b>C4</b>	39.09	0.25	35.81	3.71	0.91	1.011
<b>C5</b>	39.09	0.00	39.78	0.00	0.93	1.018
<b>C6</b>	39.09	0.25	35.80	3.71	0.90	1.011
<b>C7</b>	39.09	0.55	33.64	5.36	0.73	0.997

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se analiza en la tabla N° 47 los datos de escurrimientos en cada uno de los valles en épocas de regreso de 5 años.

**Tabla N° 49***Nivel de nudos para un periodo retorno de 5 años*

Nudo	Nivel Medio (m)	Nivel Máximo (m)	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Instante Nivel Máximo (hora:min)
<b>P1</b>	0.00	0.10	643.10	00:10
<b>P2</b>	0.01	0.19	642.19	00:12
<b>P3</b>	0.01	0.19	641.19	00:12
<b>P4</b>	0.01	0.31	633.31	00:13
<b>P5</b>	0.01	0.31	631.31	00:14
<b>P6</b>	0.00	0.00	647.00	00:00
<b>P7</b>	0.00	0.00	645.00	00:00
<b>P8</b>	0.00	0.08	644.08	00:10
<b>P9</b>	0.00	0.10	642.10	00:10
<b>P10</b>	0.00	0.09	634.09	00:15
<b>O1</b>	0.01	0.16	628.16	00:14

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 50***Aporte en nudos para un periodo retorno de 5 años*

Nudo	Aporte Lateral Máximo L/s	Aporte Total Máximo L/s	Instante de Aporte Máximo (hora: min)	Vol. Aporte Lateral 10 ^6 Lt	Vol. Aporte Total 10 ^6 Lt
<b>P1</b>	0.907	0.907	00:10	1.98	1.98
<b>P2</b>	0.995	2.747	00:12	1.99	5.96
<b>P3</b>	0.863	4.467	00:12	1.96	9.90
<b>P4</b>	0.970	5.981	00:13	1.98	13.80

<b>P5</b>	0.000	5.975	00:14	0	13.90
<b>P6</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P7</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P8</b>	0.925	0.925	00:10	1.99	1.99
<b>P9</b>	0.897	0.897	00:10	1.98	1.98
<b>P10</b>	0.730	0.730	00:15	1.98	1.95
<b>O1</b>	0.000	5.975	00:14	0	13.90

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se observa en la Tabla N° 49 el nivel máximo lateral y total de cada nudo.

### Tabla N° 51

*Resumen de vertido para un periodo de 5 años*

<b>Resumen de Vertidos</b>				
Nudo de Vertido	Frecuencia de Vertido %	Caudal medio L/s	Caudal Máximo L/s	Volumen Total 10 ^6 Lt
O1	51.47	0.312	5.975	13.854

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se observa en la Tabla N° 48 la magnitud de nodos de vertidos. El análisis realizado en épocas de recurrencia de 5 años no muestra congestión ni inundaciones en los puntos de conexión, y tampoco indica sobrecarga en las tuberías o canales. La frecuencia de vertido fue de 51.47%, el caudal medio fue de 0.312 L/s, un caudal máximo usado de 5.975 L/s, y el volumen total fue de 13.854 x 10 ^6 Lt.

## Modelamiento del red hidráulica en el software SWMM V5.2 para una epoca de regreso de 10 años

### Figura N° 68

Frecuencia para un periodo retorno de 10 años, ingresado al WSMM

Time Series Name  
Hietograma1hora

Description  
Periodo de Retorno 10 Años

Use external data file named below

Enter time series data in the table below

No dates means times are relative to start of simulation.

Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	0:05	113.89
	0:10	77.25
	0:15	61.56
	0:20	52.40
	0:25	46.24
	0:30	41.75
	0:35	38.30
	0:40	35.54
	0:45	33.27
	0:50	31.36
	0:55	28.32

View

OK

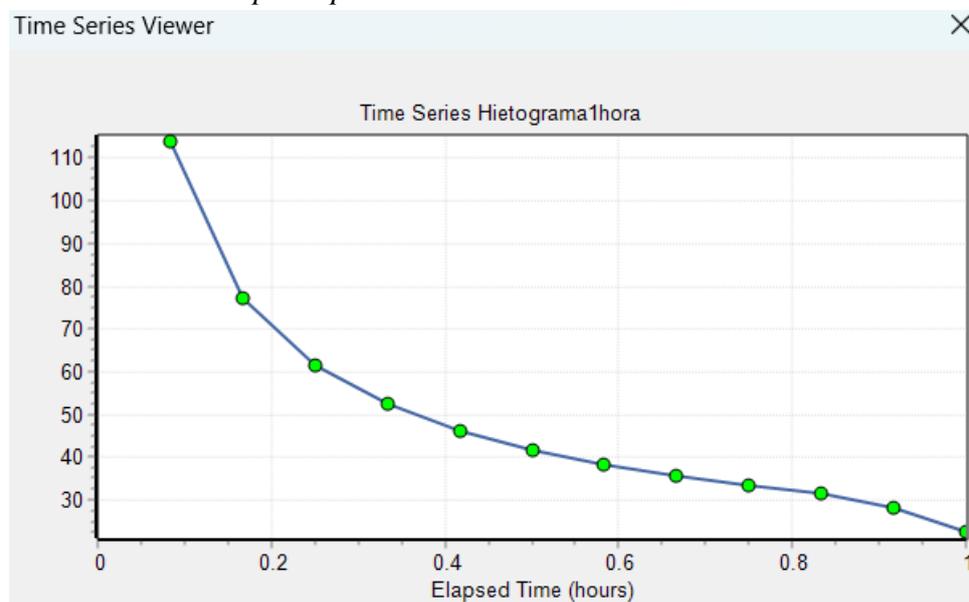
Cancel

Help

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

### Figura N° 69

Curva de serie temporal periodo retorno de 10 años



Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 52***Escorrentías en subcuencas para un periodo retorno de 10 años*

Subcuenc a	Precipitació n Total mm	Infiltración Total mm	Escorrentí a Total	Escorrentía Total 10 ^6 L	Escorrentí a Punta L/seg	Coefficiente Escorrentía
<b>C1</b>	48.53	0.11	49.34	2.47	1.32	1.017
<b>C2</b>	48.53	0.63	48.73	2.44	1.15	1.004
<b>C3</b>	48.53	0.11	49.33	2.47	1.29	1.016
<b>C4</b>	48.53	0.26	49.15	2.46	1.21	1.013
<b>C5</b>	48.53	0.00	49.42	2.47	1.23	1.018
<b>C6</b>	48.53	0.26	49.15	2.46	1.20	1.013
<b>C7</b>	48.53	0.56	48.59	2.43	0.96	1.001

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se examina en la tabla N° 5, los datos escurrimientos para cada uno de los valles en épocas de regreso de 10 años.

**Tabla N° 53***Nivel de nudos para un periodo retorno de 10 años*

Nudo	Nivel Medio (m)	Nivel Máximo (m)	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Instante Nivel Máximo (hora:min)
<b>P1</b>	0.00	0.12	643.12	00:10
<b>P2</b>	0.01	0.24	642.24	00:11
<b>P3</b>	0.01	0.24	641.24	00:12
<b>P4</b>	0.01	0.39	633.39	00:13
<b>P5</b>	0.01	0.39	631.39	00:13
<b>P6</b>	0.00	0.00	647.00	00:00
<b>P7</b>	0.00	0.00	645.00	00:00
<b>P8</b>	0.00	0.10	644.10	00:10
<b>P9</b>	0.00	0.12	642.12	00:10
<b>P10</b>	0.00	0.11	634.11	00:15
<b>O1</b>	0.01	0.19	628.19	00:13

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 54***Aporte en nudos para un periodo retorno de 10 años*

Nudo	Aporte Lateral Máximo L/s	Aporte Total Máximo L/s	Instante de Aporte Máximo (hora: min)	Vol. Aporte Lateral 10 ^6 Lt	Vol. Aporte Total 10 ^6 Lt
------	---------------------------------	----------------------------	--	---------------------------------	----------------------------------

<b>P1</b>	1.213	1.213	00:10	2.46	2.46
<b>P2</b>	1.315	3.638	00:11	2.47	7.41
<b>P3</b>	1.153	5.913	00:12	2.44	12.3
<b>P4</b>	1.287	7.894	00:13	2.47	17.2
<b>P5</b>	0.000	7.878	00:13	0	17.2
<b>P6</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P7</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P8</b>	1.235	1.235	00:10	2.47	2.47
<b>P9</b>	1.201	1.201	00:10	2.46	2.46
<b>P10</b>	0.957	0.957	00:15	2.43	2.43
<b>O1</b>	0.000	7.877	00:13	0	17.2

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la Tabla N° 53 el rango superior lateral y y la totalidad de cada nudo.

### **Tabla N° 55**

*Resumen de vertido para un periodo de 10 años*

<b>Resumen de Vertidos</b>				
Nudo de Vertido	Frecuencia de Vertido %	Caudal medio L/s	Caudal Máximo L/s	Volumen Total 10 ^6 Lt
O1	51.47	0.388	7.877	17.228

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la Tabla N° 52, la magnitud de nodos de vertidos. El análisis realizado para épocas de recurrencia de 10 años no presenta congestión ni inundaciones en los puntos de conexión, y tampoco indica sobrecarga en las tuberías o canales. La frecuencia de vertido fue de 51.47%, el caudal medio fue de 0.388 L/s, un caudal máximo usado de 7.877 L/s, y el volumen total fue de 17.228 x 10 ^6 Lt.

## Modelamiento del sistema de red hidráulica en el software SWMM V5.2 en épocas de regreso de 25 años

### Figura N° 70

*Frecuencia para un periodo retorno de 25 años, ingresado al WSMM*

Time Series Editor

Time Series Name  
Hietograma1hora

Description  
Periodo de Retorno 25 Años

Use external data file named below

Enter time series data in the table below

No dates means times are relative to start of simulation.

Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	0:10	104.50
	0:15	83.27
	0:20	70.88
	0:25	62.55
	0:30	56.48
	0:35	51.81
	0:40	48.08
	0:45	45.01
	0:50	42.43
	0:55	40.22
	0:60	38.31

View

OK

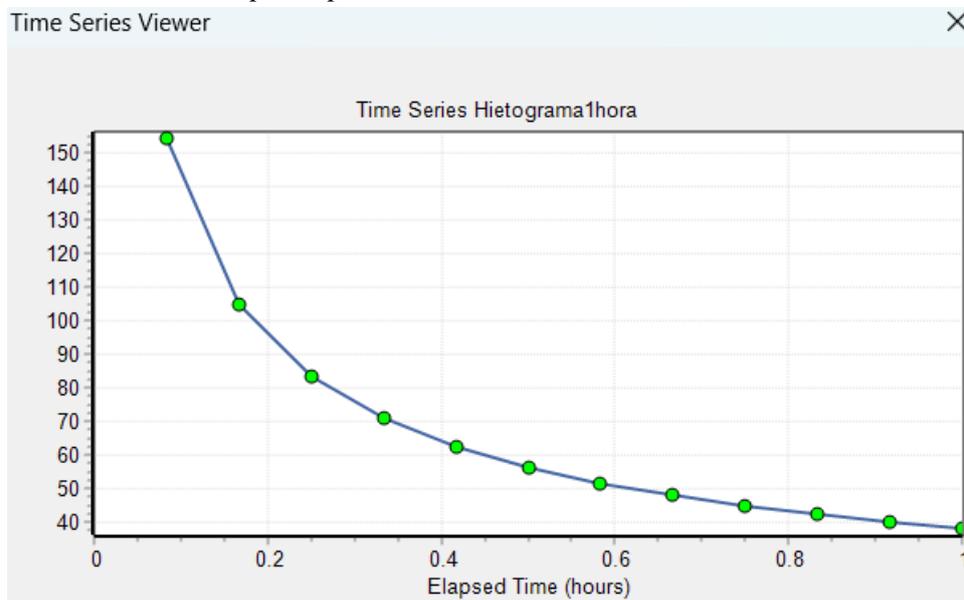
Cancel

Help

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

### Figura N° 71

*Curva de serie temporal periodo retorno de 25 años*



Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 56***Escorrentías en subcuencas para un periodo retorno de 25 años*

Subcuenc a	Precipitació n Total mm	Infiltración Total mm	Escorrentí a Total	Escorrentía Total 10 ^6 L	Escorrentí a Punta L/seg	Coficiente Escorrentía
<b>C1</b>	66.47	0.11	67.60	3.38	1.88	1.017
<b>C2</b>	66.47	0.66	66.96	3.35	1.67	1.007
<b>C3</b>	66.47	0.11	67.61	3.38	1.85	1.017
<b>C4</b>	66.47	0.27	67.44	3.37	1.76	1.015
<b>C5</b>	66.47	0.00	67.72	3.39	1.79	1.019
<b>C6</b>	66.47	0.27	67.43	3.37	1.75	1.015
<b>C7</b>	66.47	0.59	66.82	3.34	1.35	1.005

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la tabla N° 55, los resultados de escurrimiento en cada uno de los valles en épocas de regreso de 25 años.

**Tabla N° 57***Nivel de nudos para un periodo retorno de 25 años*

Nudo	Nivel Medio (m)	Nivel Máximo (m)	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Instante Nivel Máximo (hora:min)
<b>P1</b>	0.00	0.16	643.16	00:10
<b>P2</b>	0.01	0.31	642.31	00:11
<b>P3</b>	0.01	0.31	641.31	00:11
<b>P4</b>	0.02	0.52	633.52	00:12
<b>P5</b>	0.02	0.52	631.52	00:13
<b>P6</b>	0.00	0.00	647.00	00:00
<b>P7</b>	0.00	0.00	645.00	00:00
<b>P8</b>	0.00	0.13	644.13	00:10
<b>P9</b>	0.00	0.16	642.16	00:10
<b>P10</b>	0.01	0.13	634.13	00:15
<b>O1</b>	0.01	0.25	628.25	00:13

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 58***Aporte en nudos para un periodo retorno de 25 años*

Nudo	Aporte Lateral Máximo L/s	Aporte Total Máximo L/s	Instante de Aporte Máximo (hora:min)	Vol. Aporte Lateral 10 ^6 Lt	Vol. Aporte Total 10 ^6 Lt
<b>P1</b>	1.759	1.759	00:10	3.37	3.37
<b>P2</b>	1.880	5.235	00:11	3.38	10.20
<b>P3</b>	1.671	8.508	00:11	3.35	16.90
<b>P4</b>	1.848	11.345	00:12	3.38	23.60
<b>P5</b>	0.000	11.314	00:13	0	23.60
<b>P6</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P7</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P8</b>	1.786	1.786	00:10	3.39	3.39
<b>P9</b>	1.745	1.745	00:10	3.37	3.37
<b>P10</b>	1.353	1.353	00:15	3.34	3.34
<b>O1</b>	0.000	11.313	00:13	0	23.60

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la Tabla N° 55 el nivel máximo lateral y total de cada nudo.

**Tabla N° 59***Resumen de vertido para un periodo de 25 años*

Resumen de Vertidos				
Nudo de Vertido	Frecuencia de Vertido %	Caudal medio L/s	Caudal Máximo L/s	Volumen Total 10 ^6 Lt
O1	51.63	0.530	11.313	23.630

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se puede visualizar en la Tabla N° 56, la magnitud de nodos de vertidos. El análisis realizado en épocas de recurrencia a 25 años, no se encuentra congestión ni inundaciones en los puntos de conexión, y tampoco indica sobrecarga en las tuberías o canales. La frecuencia de vertido fue de 51.63%, el caudal medio fue de 0.53 L/s, un caudal máximo usado de 11.313 L/s, y el volumen total fue de 23.630 x 10 ^6 Lt.

## Modelamiento del sistema red hidráulica en el software SWMM V5.2 en épocas de regreso de 50 años

### Figura N° 72

*Frecuencia para un periodo retorno de 50 años, ingresado al WSMM*

Time Series Editor

Time Series Name  
Hietograma1hora

Description  
Periodo de Retorno 50 Años

Use external data file named below

Enter time series data in the table below

No dates means times are relative to start of simulation.

Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	0:05	193.64
	0:10	131.34
	0:15	104.66
	0:20	89.09
	0:25	78.62
	0:30	70.99
	0:35	65.12
	0:40	60.42
	0:45	56.57
	0:50	53.33
	0:55	50.55

View

OK

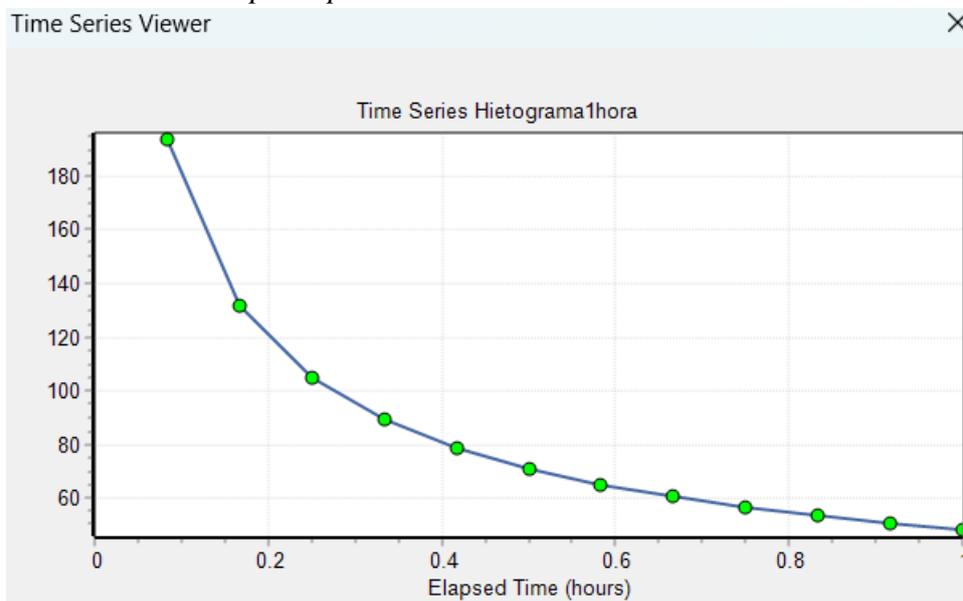
Cancel

Help

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

### Figura N° 73

*Curva de serie temporal periodo retorno de 50 años*



Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 60***Escorrentías en subcuencas para un periodo retorno de 50 años*

Subcuenc a	Precipitació n Total mm	Infiltración Total mm	Escorrentí a Total	Escorrentía Total 10 ^6 L	Escorrentí a Punta L/seg	Coefficiente Escorrentía
<b>C1</b>	83.54	0.11	84.95	4.25	2.44	1.017
<b>C2</b>	83.54	0.69	84.31	4.22	2.20	1.009
<b>C3</b>	83.54	0.11	84.97	4.25	2.41	1.017
<b>C4</b>	83.54	0.28	84.82	4.24	2.31	1.015
<b>C5</b>	83.54	0.00	85.11	4.26	2.34	1.019
<b>C6</b>	83.54	0.28	84.82	4.24	2.29	1.015
<b>C7</b>	83.54	0.61	84.21	4.21	1.74	1.008

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la tabla N° 59, los resultados de escurrimientos en cada uno de los valles en épocas de regreso de 50 años.

**Tabla N° 61***Nivel de nudos para un periodo retorno de 50 años*

Nudo	Nivel Medio (m)	Nivel Máximo (m)	Cota Máxima (m.s.n.m.)	Instante Nivel Máximo (hora:min)
<b>P1</b>	0.01	0.19	643.19	00:10
<b>P2</b>	0.01	0.38	642.38	00:11
<b>P3</b>	0.01	0.38	641.38	00:11
<b>P4</b>	0.02	0.65	633.65	00:12
<b>P5</b>	0.02	0.65	631.65	00:13
<b>P6</b>	0.00	0.00	647.00	00:00
<b>P7</b>	0.00	0.00	645.00	00:00
<b>P8</b>	0.00	0.16	644.16	00:10
<b>P9</b>	0.01	0.20	642.20	00:10
<b>P10</b>	0.01	0.16	634.16	00:15
<b>O1</b>	0.01	0.30	628.30	00:13

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

**Tabla N° 62***Aporte en nudos para un periodo retorno de 50 años*

Nudo	Aporte Lateral Máximo L/s	Aporte Total Máximo L/s	Instante de Aporte Máximo (hora: min)	Vol. Aporte Lateral 10 ^6 Lt	Vol. Aporte Total 10 ^6 Lt
------	---------------------------------	----------------------------	--	---------------------------------	----------------------------------

<b>P1</b>	2.310	2.310	00:10	4.24	4.24
<b>P2</b>	2.442	6.833	00:11	4.25	12.80
<b>P3</b>	2.195	11.120	00:11	4.22	21.20
<b>P4</b>	2.408	14.862	00:12	4.25	29.70
<b>P5</b>	0.000	14.803	00:13	0	29.70
<b>P6</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P7</b>	0.000	0.000	00:00	0	0
<b>P8</b>	2.341	2.341	00:10	4.26	4.26
<b>P9</b>	2.294	2.294	00:10	4.24	4.24
<b>P10</b>	1.744	1.744	00:15	4.21	4.21
<b>O1</b>	0.000	14.806	00:13	0	29.70

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la tabla N° 59 los rangos superiores máximos y la totalidad de cada nodo.

### Tabla N° 63

*Resumen de vertido para un periodo de 50 años*

<b>Resumen de Vertidos</b>				
Nudo de Vertido	Frecuencia de Vertido %	Caudal medio L/s	Caudal Máximo L/s	Volumen Total 10 ^6 Lt
O1	51.68	0.666	14.806	29.717

Fuente: Modelamiento en Software SWMM V5.2

Se visualiza en la tabla N° 60, la magnitud de nodos de vertidos. El análisis realizado en épocas de recurrencia de 50 años no presenta congestión ni inundaciones los puntos de conexión, y tampoco indica sobrecarga en las tuberías o canales. La frecuencia de vertido fue de 51.68%, el caudal medio fue de 0.666 L/s, un caudal máximo usado de 14.806 L/s, y el volumen total fue de 29.717 x 10 ^6 Lt.

Se realizó a cabo un estudio de modelado de inundaciones en la avenida Raymondi del distrito Satipo, abarcando un área de 168 '025.62 m<sup>2</sup>, que se subdividió en 7 subcuencas. Se consideraron diversos periodos de retorno: 2, 5, 10, 25 y 50 años, con caudales máximos de 4.20 L/s, 5.98 L/s, 7.87 L/s, 11.31 L/s y 14.80 L/s respectivamente. Estos caudales fueron determinados mediante el uso del software SWMM 5.2. El objetivo era simular el flujo en la avenida Raymondi y cómo se descargaría en el riachuelo. Los resultados de este análisis permitieron determinar las dimensiones del canal y de las rejillas, de un sistema de red hidráulica.

## **Características de diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales en Satipo – Junín**

Con datos obtenidos con respecto al modelado del comportamiento en el programa SWMM V.5.2, se pudo obtener un esquema de conducto cerrado con rejillas, en la avenida Raymondi para 500 m; y los jirones José Pardo 334.70 m, Jr. Juan Santos Atahualpa 332.74 m, Av. Micaela Bastidas 332.77 m, Jr. Julio C. Tello de 346.97 m. Con un total de diseño de 1 '847.18 m.

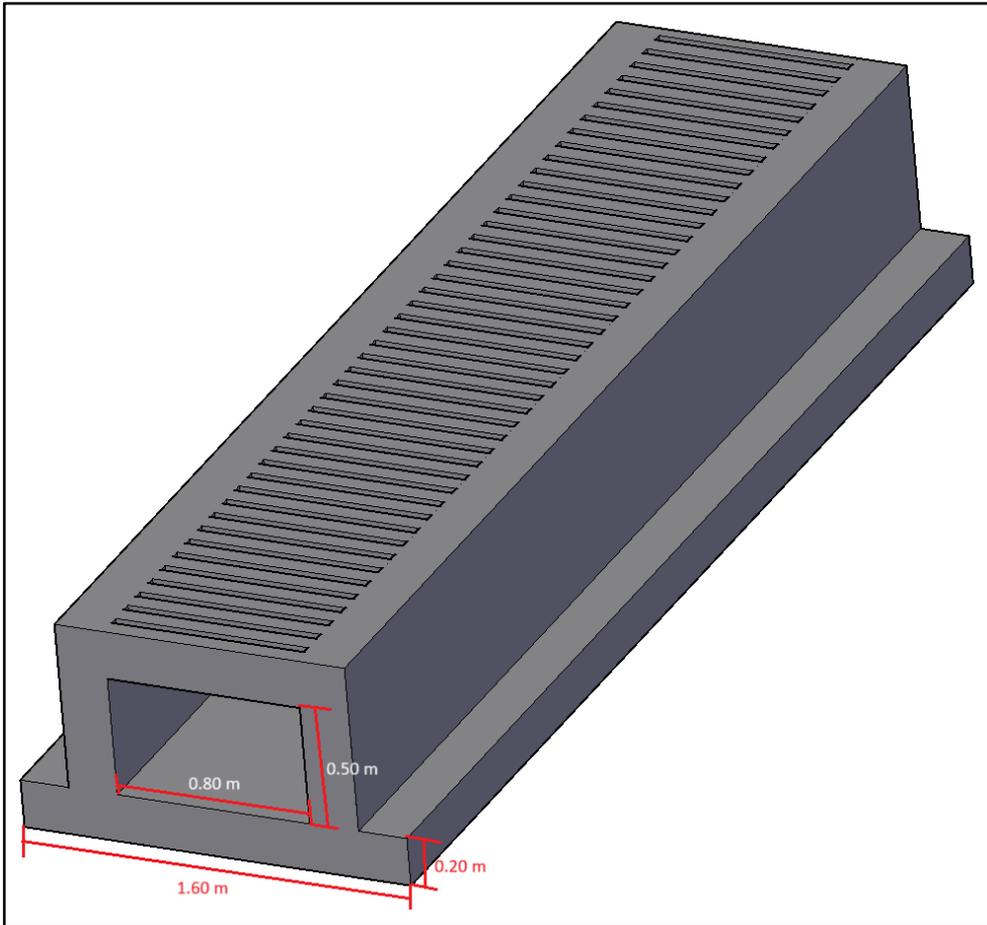
Para el conducto L1 al O1 se diseñó un canal cerrado de 0.50 m. de profundidad y 0.80 m. de ancho, la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y el límite de fluencia del acero de  $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

### **MODELADO EN 3D**

Se dimensionó 20 cm de lados laterales a ambos lados del cimiento del conducto, la tapadera del conducto fueron rejillas de 5 m. de longitud y 0.80 m. de anchura y 0.07 m. de abertura, la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y el límite de fluencia del acero  $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

**Figura N° 74**

*Modelado en 3D sistema de Drenaje Pluvial para Avenida Raymondi.*



Fuente: Elaboración propia

## Presupuesto del sistema de red hidráulica para el mejoramiento de la Av. Raymondi, distrito Satipo – Junín 2023

**Tabla N° 64**

*Presupuesto para la construcción del sistema de drenaje pluvial en Av. Raymondi*

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS E INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				<b>56,750.14</b>
01.01	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				<b>56,750.14</b>
01.01.01	almacén y guardiana en Obra (Alquiler)	glb	4.00	1,250.00	5,000.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60 x 2.40 mts.	und	1.00	1,618.66	1,618.66
01.01.03	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA PARA LÍMITE DE SEGURIDAD EN OBRA	m2	2,522.00	0.90	2,269.80
01.01.04	COLOCACIÓN DE PUENTE PROVISIONALES	und	19.00	250.00	4,750.00
01.01.05	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				<b>43,111.68</b>
01.01.05.01	ALQUILER DE BAÑOS PORTÁTILES	und	4.00	600.00	2,400.00
01.01.05.02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>40,711.68</b>
01.01.05.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	3,049.82	3.87	11,802.80
01.01.05.02.02	<b>TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO</b>				<b>28,908.88</b>
01.01.05.02.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	3,049.82	1.99	6,069.14
01.01.05.02.02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO EN EJECUCIÓN.	m2	3,049.82	4.21	12,839.74
01.01.05.02.02.03	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>10,000.00</b>
01.01.05.02.02.03.01	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
02	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>2,315,599.75</b>
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>87,763.46</b>
02.01.01	CORTE MASIVO CON MAQUINARIA PARA CANAL	m3	2,724.00	11.77	32,061.48
02.01.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJAS	m2	3,026.66	5.65	17,100.63
02.01.03	COMPACTACIÓN DE FONDOS DE ZANJAS	m2	2,270.00	9.31	21,133.70
02.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3,405.00	5.13	17,467.65
02.02	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>120,387.51</b>
02.02.01	<b>SOLADOS</b>				<b>120,387.51</b>
02.02.01.01	SOLADO E=4" MEZCLA DE CONCRETO F' C=140 Kg/cm2	m2	3,026.66	39.45	119,401.74
02.02.01.02	VERTIDO DE CANAL EXISTENTE	m3	3.24	304.25	985.77
02.03	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>2,107,448.78</b>
02.03.01	CONCRETO EN PAREDES Y LOSA INFERIORES F" c 210 Kg/cm2, CANAL PLUVIAL	m3	2,609.79	351.40	917,080.21
02.03.02	CONCRETO EN LOSA SUPERIOR F' c 280 Kg/cm2, CANAL PLUVIAL.	m3	1,701.79	389.21	662,353.69
02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CANAL PLUVIAL	m2	6,053.33	37.71	228,271.07
02.03.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 CANAL PLUVIAL	kg	40,226.32	6.22	250,207.71
02.03.05	CURADO DE CONCRETO CON AGUA	m2	2,522.22	4.64	11,703.10
02.03.06	REJILLA DE INGRESO DE AGUAS PLUVIALES	und	252.22	150.00	37,833.00
03	<b>PRUEBA DE CALIDAD</b>				<b>2,366.46</b>
03.01	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO, ENSAYO DE COMPRESIÓN	und	48.00	30.92	1,484.16
03.02	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO Y PROCTOR	und	15.00	58.82	882.30
04	<b>TRABAJOS FINALES DE OBRA</b>				<b>4,492.08</b>
04.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	3,278.89	1.37	4,492.08
	<b>COSTOS DIRECTO</b>				<b>2,379,208.43</b>
	<b>GASTOS GENERALES 10%</b>				<b>237,920.84</b>
	<b>UTILIDAD 14%</b>				<b>333,089.18</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>2,950,218.45</b>

Fuente: Elaboración propia.

Son: Tres millones cuatrocientos ochenta y un mil doscientos cincuenta y siete y 77 /100 nuevos soles.

En esta tabla N° 63 se visualiza la valoración constructiva de la red hidráulica en la zona de estudio, se realizó con los costos de la ciudad Satipo, así mismo este costo de mano de obra corresponde al Régimen de construcción civil, los análisis de costos se tomaron en cuenta de la Cámara Peruana de la Construcción CAPECO.

Para determinar el presupuesto necesario para implementar el sistema de drenaje de aguas pluviales de la Av. Raymondi y los jirones efluentes, se comenzó con el cálculo de metrados admitiendo en consideración la extensión del conducto, donde abarca una distancia de 2 '522.22 metros. Este proceso tomó en cuenta las características del terreno y su topografía.

Como resultado de este análisis, se determinó que el costo total para la obra del sistema de red hidráulica sería de S/ 3 '481,257.77 soles, dando forma a una valorización presupuestal detallado para la realización del proyecto de drenaje pluvial.

#### IV. DISCUSIÓN

- Objetivo general: “Determinar la mejora del diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales en la avenida Raymondi, distrito Satipo, Junín – 2023.”

Mediante la utilización del software SWMM versión 5.2, se tomó la decisión de seleccionar un tipo de canal cerrado con el propósito de prevenir desbordamientos e inundaciones en la Avenida Raimondi y sus afluentes. Se planteó la construcción de un conducto de concreto hormigón cerrado, empleando concreto de resistencia  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para el piso y las paredes de la tubería, mientras que se optó por hormigón armado de  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> para las tapadera o techos del conducto, donde estos soportan el paso de vehículos. Se dimensionó: para el conducto L1 al O1 se diseñó un canal cerrado de 0.50 m de profundidad y 0.80 m de ancho.

El modelo de diseño de la red hidráulica se materializa como un conducto de hormigón armado cerrado con juntas de espacio posicionadas a intervalos de 2.50 metros y rejillas de acero laminación de 5.00 m \* 0.80 m, conforme a la normativa CE.040 del RNE, dispuestas en la parte superior del canal. Esto está en consonancia con la afirmación de Youngjun Son (2023), donde se señala que estos calculos fueron diseñados cumpliendo con los parámetros establecidos. En relación a Youngjun Son (2023), después de ejecutar los cálculos procesados de esquema son necesarios para alcanzar los metas planteados, se eligió implementar un carácter de cuneta rectangular y revestido, con el fin de lograr una mayor eficaz. Se propone utilizar hormigón con resistencia  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la expiación de las cunetas de hormigón armado y  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> para las re de hidraulica.

- Primer objetivo específico: “Determinar la fisiografía, pendiente, distancias, cotas mínimas y máximas, y perfil longitudinal, con el equipo GNSS, para la avenida Raymondi, distrito Satipo – Junín 2023.

Respecto al levantamiento topográfico, el perfil longitudinal muestra un terreno que se caracteriza por ser llano, presentando una ligera inclinación de mínima visibilidad. En esta región, la elevación alcanza un punto máximo de 654.359 m.s.n.m. y un mínimo de 622.235 m.s.n.m. Las características de la topografía en la zona de estudio, es una fisiografía variada de quebradas recortadas, colinas y terrazas bajas, medias y altas, conformado por valles del río Satipo, presentando una inclinación mínima de 0.90% y una inclinación máxima de 2.70%.

En el contexto de este análisis, el estudio realizado por Xuan Li (2022) aborda el asunto de la siguiente manera: Durante el levantamiento topográfico de la zona de estudio, se llegó a la conclusión de que la forma del terreno es irregular y su superficie es moderadamente plana. La altitud más baja registrada es de 25 m.s.n.m, por tanto, los más elevado es de 38 metros. Además, respecto a la altitud sobre el nivel del mar, el estudio de Alam Siam (2023) destaca que la topografía del área es un elemento crucial que influye en los dimensionamientos hidráulicos y el diseño estructural de las estructuras propuestas. Siguiendo la línea de pensamiento de Hassan Mohammed (2021), se concluye que la topografía del lugar desempeña un papel fundamental en el proceso de evaluar hidráulica y en el diseño estructurales de las obras proyectadas. En este sentido, se puede notar que todos los autores concuerdan en la importancia del estudio topográfico en el desarrollo del diseño del sistema de drenaje pluvial.

- Segundo objetivo específico: “Realizar el perfil estratigráfico, porcentaje de humedad natural con pesos de taras y el horno microondas, análisis granulométrico con tamices de 3” – N° 200 de 35 % a 75%, y el ensayo de corte directo.

Se procedió a extraer 02 muestras de suelo en la Av. Raymondi ubicación de la avenida principal donde se llevaron a cabo los estudios. Estas muestras fueron posteriormente trasladadas al laboratorio Ingeodinámica E.I.R.L. con el fin de analizar las propiedades mecánicas del suelo. Los resultados obtenidos revelaron diversas propiedades físicas en la calicata N° 01 de la muestra M-1 de 2000 gr. con una profundidad de 1.50 m, se obtuvo un material (ML) que se conceptualiza como un suelo tipo limo orgánico de color marrón amarillento, en estado humedecido, con una clasificación AASHTO A-4, el suelo característico de esta categoría es un suelo con características de limo no plástico o con plasticidad moderada. Se halló una humedad natural del 15,47%. Límite líquido de 23.21 y límite plástico de 22.77. y la capacidad portante de la calicata 01 es de 0.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

En la calicata N°2 de la muestra M-2 de 3732 gr. con una profundidad de 1.50 m, se determinó un material (SM) conceptualizado como un suelo tipo arena limosa con grava, de color marrón amarillento, en estado saturado, encontrándose napa freática a una profundidad de 1.40 m. Con una clasificación AASHTO A-2-4. Se halló una humedad natural del 20,91%. Límite líquido de 27.51 y límite plástico de 27.22 y la calicata 02 es de 0.70 Kg/cm<sup>2</sup>.

En contraposición a la opinión de Alexander Pihue (2021), quien refería al tipo de suelo en el área de estudio, basándose en un informe técnico sobre la investigación del

terreno, se pudo establecer que la composición del suelo era diversa. Es fundamental tener en cuenta estas características del suelo, tal como señala el proyecto mencionado anteriormente con una resistencia mínima de 0.964 kg/cm<sup>2</sup>. Esto subraya la importancia de comprender las propiedades y la resistencia admisible de carga de tierra en el proyecto en cuestión.

- Tercer objetivo específico: “Calcular la intensidad máxima, hietograma y curva de intensidad en periodos retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años en la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023.”

En el proceso de análisis hidrológico e hidráulico, se comenzó con la consideración de la delimitación de la microcuenca, abarcando un área de 167'681.95 m<sup>2</sup> y un perímetro de 1'677.09 m., para llevar a cabo los cálculos hidrológicos, se recurrió a los registros de la estación pluviométrica Satipo, recopilados desde 1964 hasta 2018, cubriendo un total de 51 años. De este conjunto de datos se extrajo las aceleraciones superiores anual registradas, que fue de 651.00 mm en el año 1989. Con base en estas aceleraciones superiores se aplicó el método Gumbel para llevar a cabo los cálculos de distribución de probabilidades pluviométricas. Este enfoque probabilístico ha sido utilizado previamente por otros investigadores, como mencionan Burga (2023) y Ancachi (2022). Los detalles matemáticos de estos cálculos se encuentran en las tablas N° 25 a N° 62, abarcando períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años.

Además, se derivaron precipitaciones máximas e intensidades para diferentes duraciones de lluvia en un periodo de 24 horas. Así mismo se determinó el cambio de variable donde calculamos la intensidad de aceleraciones en 60 minutos. Los resultados indicaron valores de 28.90 mm para 2 años, 39.09 mm para 5 años, 48.53 mm para 10 años, 66.47 mm para 25 años y 83.54 mm para 50 años. Estos cálculos dieron lugar a la construcción de la curva de magnitud-persistencia y constancia en los distintos periodos de épocas.

Estas conclusiones coinciden con las investigaciones previas de Castañeda (2022) y Luna (2022), quienes abogaban por el uso probabilístico del método Gumbel. En términos del estudio hidrológico, se basó en los resultados mensuales de aceleración de la temporada pluviométrico de Satipo. En cuanto al modelamiento hídrico, se requirieron fundamentos de tormentas específicas, razón por ende se adoptó el procedimiento de disposición probabilístico de Gumbel. Los caudales máximos calculados por el software SWMM fueron 4.20 L/s, 5.98 L/s, 7.87 L/s, 11.31 L/s y 14.80 L/s respectivamente.

- Cuarto objetivo específico: “Realizar el modelamiento de la red de drenaje de aguas pluviales con el software SWMM 5.2, para la avenida Raymondi, distrito Satipo – Junín 2023.”

Se llevó a cabo la modelación en la avenida Raymondi para 522.62 m; y los jirones José Pardo 334.70 m, Jr. Juan Santos Atahualpa 332.74 m, Av. Micaela Bastidas 332.77 m, Jr. Julio C. Tello de 346.97 m. Con un total de diseño de 1 '847.18 m. En consonancia, se tomaron en consideración en épocas de regreso de 2, 5, 10, 25 y 50 años, generando caudales máximos respectivos de 4.20 L/s, 5.98 L/s, 7.87 L/s, 11.31 L/s y 14.80 L/s respectivamente mediante la utilización del Software SWMM 5.2. Este software permite simular el desagüe hacia el riachuelo, resultando en el diseño óptimo para la avenida Raymondi. Es importante señalar que, a diferencia del método racional que se basa en magnitud de aceleraciones uniformes, el SWMM 5.2 los cálculos de series temporales son calculados en 24 horas.

En este contexto, comparto la opinión de la investigadora Del Castillo (2021), quien propone para los valles un modelo, se requiere modelamiento diversas variables continuas para evaluar cómo varía el comportamiento del flujo de agua desde una subcuenca hasta los puntos de interés. Un estudio similar realizado por Crispín (2023) en el distrito de Tambo, Huancayo - Junín, consideró una zona de 185 km<sup>2</sup>, dividiéndola en 4 valles para una valoración más precisa del flujo de H<sub>2</sub>O. Además, se presentaron eventos extraordinarios con épocas de regreso de 25, 30 y 40 años, conduciendo caudales de 276,370 L/s, 354,830 L/s y 522,760 L/s seguidamente. Estos caudales fueron hallados utilizando la táctica racional y dirigían el H<sub>2</sub>O hacia una planta de tratamiento.

De acuerdo al cotejo con los valles de vertidos hallados mediante la modelación, se identificó un margen de discrepancia del 5%, esta diferencia se atribuye al hecho de que el método racional considera a un plazo de centralización de magnitud de aceleraciones específicas, por tanto, el programa analizar diversas variables de 24 horas.

- Quinto objetivo específico: “Calcular los costos unitarios, metrados y presupuesto constructivo del sistema de drenaje propuesto.”

Con estos datos hallados del modelamiento software SWMM V.5.2, se logró diseñar un conducto cerrado con rejillas, en la avenida Raymondi para 522.60 m; y los jirones José Pardo 334.70 m, Jr. Juan Santos Atahualpa 332.74 m, Av. Micaela Bastidas 332.77 m, Jr. Julio C. Tello de 346.97 m. Con un total de diseño de 1 '847.18 m.

Para el conducto L1 al O1 se diseñó un canal cerrado de 0.50 m. de profundidad y 0.80 m. de ancho, la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y el límite de fluencia del acero de  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

## V. CONCLUSIONES

### PRIMERA

Durante las comprobaciones de las pendientes, se observó que en el tramo de la red en el área de estudio la pendiente es de 0.692%. Esta cifra cumple con el requerimiento de una pendiente mínima del 0.5%, tal como está establecido en la norma CE.040 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Esto garantiza el cumplimiento de la condición necesaria para lograr una velocidad mínima en el flujo de tubo lleno.

### SEGUNDA

A través del estudio de mecánica de suelos, se realizó la identificación de dos calicatas, cada una de 1.50 metros de profundidad, siguiendo las indicaciones estipuladas en la norma CE.040 Drenaje Pluvial Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones. A partir de este análisis, se logró exponer algunas características físico-mecánicas del suelo, llegando a la conclusión de que en la Av. Raymondi se encuentra dos tipos de suelo designados como limos orgánicos y arena limosa con grava. Estos suelos se caracterizaron por tener una plasticidad moderada y una capa freática a 1.40 m con capacidad portante de 0.50 y 0.70 kg/cm<sup>2</sup> con fines de diseño de cimentación o excavación a 1.20 metros. Esta clase de suelo se considera de consistencia suave.

### TERCERA

Se obtuvieron precipitaciones máximas e intensidades correspondientes a diferentes duraciones de lluvia durante un periodo de 24 horas. Además, se calculó las variables de regresión para estimar la intensidad de aceleraciones un intervalo de 60 minutos. Los resultados arrojaron valores de 28.90 mm para un periodo de retorno de 2 años, 39.09 mm para 5 años, 48.53 mm para 10 años, 66.47 mm para 25 años y 83.54 mm para 50 años. En relación a los caudales máximos, calculados utilizando el software SWMM 5., se registraron valores de 4.20 L/s, 5.98 L/s, 7.87 L/s, 11.31 L/s y 14.80 L/s respectivamente para los mismos periodos de retorno mencionados anteriormente.

### CUARTA

Para el conducto L1 al O1 se diseñó un canal cerrado de 0.50 m. de profundidad y 0.80 m. de ancho, la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y el límite de fluencia del acero de  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . Se dimensionó 20 cm de lados laterales a ambos lados del cimientado del conducto, la tapadera de la tubería fueron rejillas de 5 m. de longitud y 0.80 m. de ancho y 0.07 m. de abertura, la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y el límite de fluencia del acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

## **VI. RECOMENDACIONES**

### **PRIMERA**

Con relación al estudio topográfico, se recomienda emplear equipos que estén debidamente calibrados, a fin de evitar posibles errores en el campo. Es igualmente recomendable establecer puntos geodésicos con el propósito de lograr una ubicación geográfica más precisa. Esto facilitará la obtención de un punto de referencia fundamental para asegurar la exactitud en la recopilación de datos topográficos. Además, es esencial que la ubicación de los puntos de referencia se realice en lugares que sean representativos de la zona en estudio.

### **SEGUNDA**

En relación al estudio hidrológico, se recomienda usar el método Gumbel utilizado para modelar las distribuciones máximas, por lo que se usa para calcular valores extremos. Y de este modo calcular la intensidad y constancia en épocas de regreso de 2, 5, 10, 25 y 50 años.

### **TERCERA**

En lo que concierne a los análisis de mecánica de suelos, se recomienda que, en caso de ser factible, se extienda la cobertura a lo largo de toda el área del proyecto, tal como establece la norma CE.040 de Drenaje Pluvial Urbano. Esto permitiría la obtención de un conjunto más amplio de muestras, lo que a su vez brindaría información de mayor precisión. Además, es aconsejable llevar a cabo una evaluación de parámetros adicionales, como el pH, los niveles de sulfatos, cloruros y sales, con el propósito de determinar el grado de agresividad del suelo.

### **CUARTA**

Se recomienda emplear tecnologías de información, softwares como el WSMM, AutoCAD 2022 y S10 con el fin de lograr una mayor exactitud en la estimación de cantidades y presupuestos. También es recomendable utilizar estas herramientas de manera precisa para prevenir la obtención de resultados inexactos durante el proceso de modelado.

### **QUINTA**

Es aconsejable elaborar un presupuesto tomando en consideración las tablas salariales y los beneficios sociales proporcionados por la federación de construcción civil. Adicionalmente, es recomendable incorporar los precios basados en las cotizaciones ofrecidas por proveedores locales al determinar los costos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agencia Peruana de Noticias Andina. (2023). Selva Central en emergencia: lluvias intensas inundan viviendas en distrito de Río Negro. *Noticiero de Andina*, 1–12. <https://andina.pe/agencia/noticia-selva-central-emergencia-lluvias-intensas-inundan-viviendas-distrito-rio-negro-878254.aspx>
2. Alam, S. (2023). Designing Stormwater Drainage Network for Urban Flood Mitigation using SWMM: A Case Study on Dhaka City of Bangladesh. *American Journal of Water Resources*, Volume 11(2), 65–78. <http://article.journalofwaterresources.com/pdf/AJWR-11-2-3.pdf>
3. Alanya Padilla, A. S. (2019). *Diseño del Drenaje Pluvial Cerrado y Modelamiento de Avenidas con el Software Swmm, El Tambo, Huancayo*. [Tesis de Titulación, Universidad Peruana Los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1313>
4. Ancachi Hualpa, W. A. (2022). *Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la A.V. Jorge Basadre Grohmann utilizando el software SWMM, en el Distrito de Alto Alianza - Tacna* [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4507>
5. Arsenio, H. (2019). Técnicas estadísticas en el análisis cuantitativo de datos. *Revista Sigma*, Volumen 15(1), 28–44. <http://funes.uniandes.edu.co/15431/>
6. Babak Azari. (2022). Urban storm water drainage system optimization using a sustainability index and LID/BMPs. *Sustainable Cities and Society*, Volume 76(1), 1–21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670721007666>
7. Bouchard, J.-P. (2023). Global Warming and Psychotraumatology of Natural Disasters: The Case of the Deadly Rains and Floods of April 2022 in South Africa. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, Volume 181(3), 234–239. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003448722002062>
8. Castañeda Lopez, L. R. (2023). *Influencia de la estructura de conducción de drenaje pluvial en la Av. San Martín de Porres y Jr. Historia de la ciudad de Cajamarca, 2022* [Tesis de Titulación, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33628>
9. Causa, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. *Biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia*, 1–11. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36805674/1-Variables-libre.pdf?1425133381=&response-content-disposition>

10. Chaname Burga, D. B. (2023). *Diseño del sistema de drenaje pluvial del Pueblo Tradicional Zaña, distrito de Zaña, Chiclayo, Lambayeque 2023* [Tesis de Titulación, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6138>
11. Chengshuai Liu. (2023). BK-SWMM flood simulation framework is being proposed for urban storm flood modeling based on uncertainty parameter crowdsourcing data from a single functional region. *Journal of Environmental Management, Volume 344*, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479723012707>
12. Crispín Martínez, J. M. (2023). *Estudio hidrológico para el diseño de obras de arte con tecnología fotométrica de la carretera JU-108 tramo: km 7+000 al km 17+500, provincia de Huancayo-Junín* [Tesis de Titulación, Universidad Peruana Los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5463>
13. Del Castillo Acho, S. (2021). *Diseño de drenaje pluvial en la localidad de Las Palmas utilizando la metodología BIM, para mejorar el escurrimiento superficial, Tarapoto 2021* [Tesis de Titulación, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98371>
14. Di Zhu. (2023). Exploring a multi-objective optimization operation model of water projects for boosting synergies and water quality improvement in big river systems. *Journal of Environmental Management, Volume 345(2)*, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479723014615>
15. Elena Crowley-Ornelas. (2023). Investigating hydrologic alteration in the Pearl and Pascagoula River basins using rule-based model trees. *Environmental Modelling & Software, Volume 163(2)*, 15–62. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815223000531>
16. Fuxing Wang. (2023). Assessing the impacts of physiography refinement on Stockholm summer urban temperature simulated with an offline land surface model. *Urban Climate, Volume 49(2)*, 1–32. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095523001256>
17. Guimarães Guilherme, F. A. (2022). Effect of drainage ditches on diversity, structure and dynamics vegetation in campos de murundus (mound fields). *Ecological Engineering, Volume 182(2)*, 1–31. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857422001847>
18. Hassan Mohammed, M. (2021). Modeling the impacts of climate change and flooding on sanitary sewage systems using SWMM simulation: A case study. *Results in Engineering, 12(3)*, 1–8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123021001080>

19. Hernández Mendoza, S. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA*, Volumen 9(17), 51–53. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>
20. Hoang, L. (2016). System interactions of stormwater management using sustainable urban drainage systems and green infrastructure. *Urban Water Journal*, Volume 21(2), 739–758. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/1573062X.2015.1036083?src=getftr>
21. Iris Vogeler. (2023). Simulating water and nitrogen runoff with APSIM. *Soil and Tillage Research*, Volume 227(4), 1–10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198722002793>
22. Joseph Wheaton. (2014). A methodological intercomparison of topographic survey techniques for characterizing wadeable streams and rivers. *Geomorphology*, Volume 206(1), 343–361. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X13005230>
23. Junlong Feng. (2023). Linking hydrological connectivity to sustainable watershed management in the Loess Plateau of China. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, Volume 18(3), 1–38. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468584423000533>
24. Linchao Wang. (2021). Spotting strategic storm drain inlets in flat urban catchments. *Journal of Hydrology*, Volume 600, 1–15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169421005515>
25. Luna Narro, P. D. (2022). *Diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano en la ciudad de Otuzco, La Libertad mediante el uso del modelo matemático SWMM* [Tesis de Titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21652>
26. Ministerio de Vivienda, C. y S. (2021). Modificación de la norma técnica OS.060 drenaje pluvial urbano a norma técnica CE.040 drenaje pluvial del Reglamento Nacional de Edificaciones. *Resolución Ministerial N° 126-2021-Vivienda*, Volume 1(2), 1–35. <https://elperuano.pe/NormasElperuano/2021/04/24/1947021-1/1947021-1.htm>
27. Pihue Ylizarbe, A. (2021). *Influencia de las precipitaciones pluviales frente a la capacidad hidráulica de la red de tuberías del jirón Basadre – Chilca- 2021* [Tesis de Titulación, Universidad Peruana Los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2637>
28. Plaremesa. (2021). Sistema de Drenaje Pluvial. *Revista Mexicana de Saneamiento y Alcantarillado*, 1–21. <https://www.plaremesa.net/sistema-de-drenaje->



36. U.S. Environmental Protection Agency. (2023). Storm Water Management Model (SWMM). *U.S. Environmental Protection Agency*, 1–18. <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>
37. Ventura León, J. L. (2017). ¿Población o Muestra? *Revista Cubana de Salud Pública, Volumen* 43(4), 1. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0864-34662017000400014&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0864-34662017000400014&script=sci_arttext&tlng=en)
38. Victor Kaliakin. (2017). Soil Mechanics Calculations, Principles, and Methods. *Butterworth-Heinemann, Volume* 5(2), 1–447. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128044919/soil-mechanics#book-description>
39. Wilfried Brutsaert. (2023). Hydrology. *Cambridge University Press, Volume* 2, 1–89. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FV6lEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=hydrology&ots=ksQJqqGEVn&sig=yPakncQ05tXEh3QIxeDZBnN6mN4#v=onepage&q=hydrology&f=false>
40. Xuan Li. (2022). An Online Data-Driven Evolutionary Algorithm–Based Optimal Design of Urban Stormwater-Drainage Systems. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Volume* 148(11), 1–229. [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001699](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001699)
41. Youngjun Son. (2023). WRF-Hydro-CUFA: A scalable and adaptable coastal-urban flood model based on the WRF-Hydro and SWMM models. *Environmental Modelling & Software, Volume* 167, 1–115. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364815223001561>
42. Yuan, D., Zhao, L., Yan, C., Zhou, J., Cui, Y., Wu, R., Cui, J., Wang, J., Wang, C., & Kou, Y. (2023). Distribution characteristics of microplastics in storm-drain inlet sediments affected by the types of urban functional areas, economic and demographic conditions in southern Beijing. *Environmental Research, 220*, 115224. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2023.115224>
43. Zunji Jian. (2022). Soil clay is a key factor affecting soil phosphorus availability in the distribution area of Masson pine plantations across subtropical China. *Ecological Indicators, Volume* 144(3), 95–124. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X22009554>



# ANEXOS

## Anexo 1: Instrumento de recolección de la información

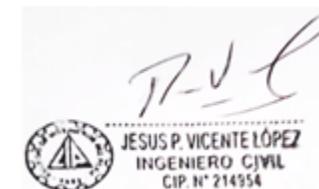
**Tabla N° 65 Instrumento de recolección de datos.**

Sub - Cuenca	Cantidad de Viviendas Relevadas	Hab. / Vivienda	Viviendas que refieren no tener presión suficiente y continua de agua		Viviendas que utilizan bomba de agua conectada de manera directa a la red		Viviendas que reciben agua con características organolépticas modificadas		Viviendas con desborde de líquido cloacal frecuente		Viviendas ubicadas en sector que se inunda		INDICE DE RIESGO HÍDRICO SANITARIO
			Pond. Índice	3	Pond. Índice	1,5	Pond. Índice	2,5	Pond. Índice	2	Pond. Índice	1	
			Indicador	Índice	Indicador	Índice	Indicador	Índice	Indicador	Índice	Indicador	Índice	
Av. Raymondi	119	3,65	0,82	1,64	0,41	0,82	0,68	1,37	0,55	1,10	0,27	0,55	5,48
Jr. José Pardo	25	4,77	0,63	1,26	0,31	0,63	0,52	1,05	0,42	0,84	0,21	0,42	4,19
Jr. Juan Santos	21	5,71	0,53	1,05	0,26	0,53	0,44	0,88	0,35	0,70	0,18	0,35	3,50
Av. Micaela Bastidas	42	3,63	0,83	1,65	0,41	0,83	0,69	1,38	0,55	1,10	0,28	0,55	5,51
Jr. Rubén Cagliari	18	4,90	0,61	1,22	0,31	0,61	0,51	1,02	0,41	0,82	0,20	0,41	4,08
Jr. 28 de Julio	20	4,13	0,73	1,45	0,36	0,73	0,61	1,21	0,48	0,97	0,24	0,48	4,84
Jr. Julio C. Tello	35	4,63	0,65	1,30	0,32	0,65	0,54	1,08	0,43	0,86	0,22	0,43	4,32
											5 - 6		MUY RIESGOSO
											4 - 5		EN RIESGO
											3 - 5		BAJO RIESGO

Ing. Luber. B. Vicente Flores

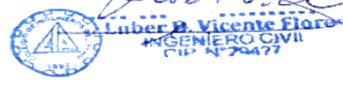
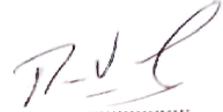
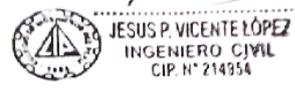


Ing. Jesús. P. Vicente Flores



Fuente: Elaboración propia (2023).

## Anexo 2: Ficha técnica

<b>Nombre original del instrumento:</b>	<b>Cálculo de indicadores e índice de riesgo hídrico-sanitario (UNESCO)</b>	
<b>Autor y año:</b>	BACH. ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA - 2023	
<b>Objetivo del Instrumento</b>	Evaluar y diagnosticar el sistema sanitario y drenaje pluvial de la Av. Raymondi, Jr. José Pardo, Jr. Juan Santos, Av. Micaela Bastidas, Jr. Rubén Cagliari, Jr. 28 de Julio, Jr. Julio C. Tello.	
<b>Usuarios</b>	280 Viviendas de las 7 Sub Cuencas y Raymondi, Jr. José Pardo, Jr. Juan Santos, Av. Micaela Bastidas, Jr. Rubén Cagliari, Jr. 28 de Julio, Jr. Julio C. Tello. - Satipo 2023	
<b>Forma de Administración o Modo de aplicación:</b>	Visita a la Av. Raymondi y Censo por parte del tesista, toma de datos mediante observación, medición y evaluación.	
<b>Validez:</b>	Ing. Luber B. Vicente Flores	Ing. Jesús P. Vicente Flores
	 	 
<b>Confiabilidad:</b>	El instrumento presentó un nivel de confiabilidad del 95%.	

### Anexo 3: Operacionalización de variables

**Tabla N° 66**

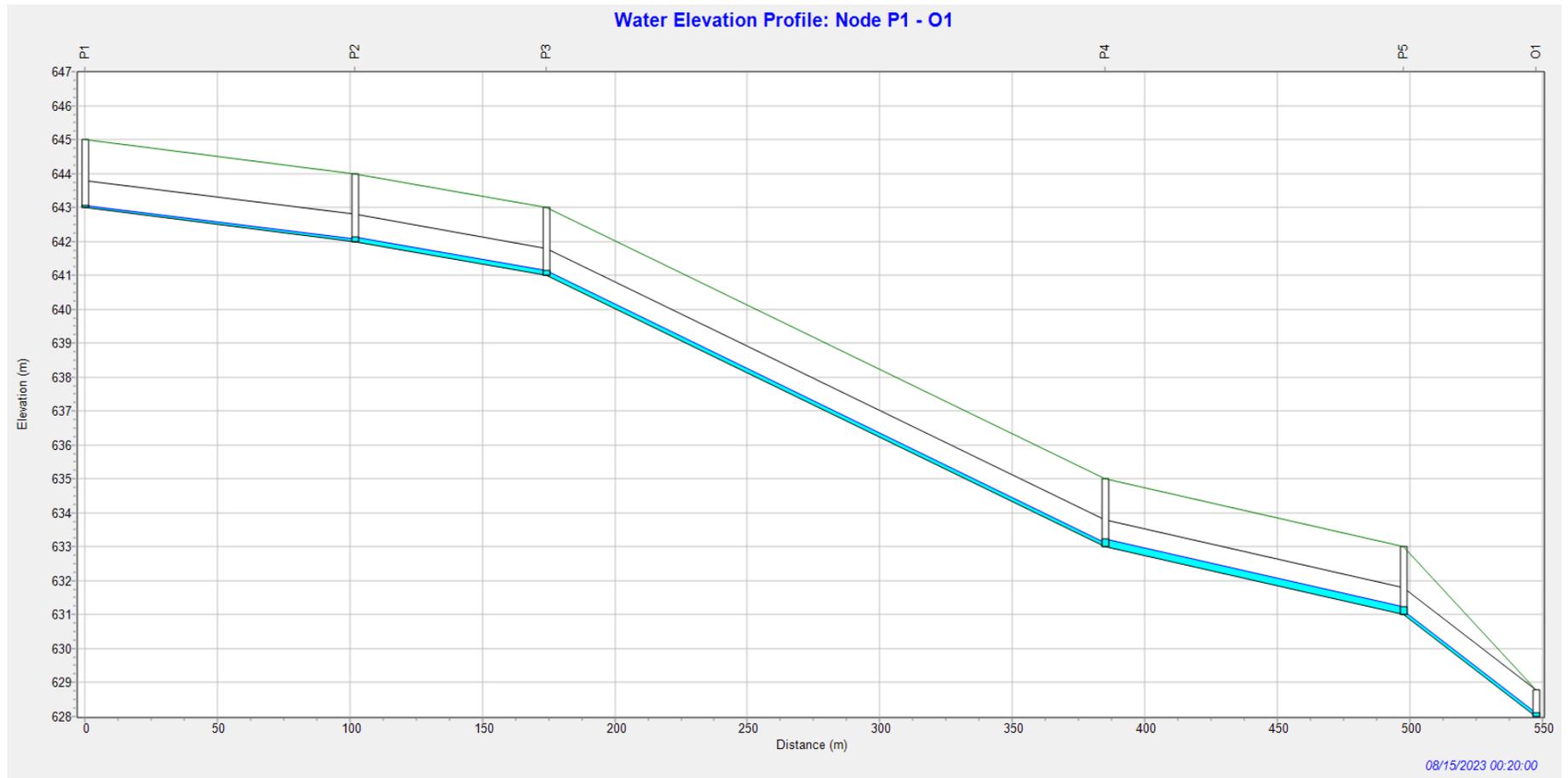
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de Medición
<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Mejoramiento en la avenida Raymondi</p>	<p>Según Plaremesa (2021), un sistema de drenaje pluvial engloba un conjunto de conductos, sumideros y elementos adicionales que posibilitan la pronta evacuación de las aguas pluviales.</p> <p>Según Shessira del Castillo (2021), el mejoramiento es la reparación y/o rehabilitación de pavimentos para extender su vida útil.</p>	<p>El diseño se realizará aplicando las normas CE.040, OS 100, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje y las normas de los softwares Google Earth, AutoCAD y SWMM 5.2.</p> <p>El mejoramiento se llevará a cabo mediante el diseño del sistema de drenaje pluvial.</p>	Estudios básicos de ingeniería	Topografía	1	Equipo GNSS	Nominal
				Catastro	2	Civil 3D	Nominal
				Mecánica de Suelos	3	Formatos de Laboratorio	Nominal
				Precipitaciones	4	Excel	Intervalo
			Estudio hidrológico	Intensidad	5	Datos de estación meteorológica SENAMHI	Intervalo
				Periodos de Retorno	6		Intervalo
				Presión	7		
				Velocidad	8		
			Modelamiento	Volúmenes	9	Software Water Model 5.2	Nominal
				Caudales Máximos	10		
			Diseño	Drenaje pluvial	11	AutoCAD	Nominal
				Canal	12		
				Metrados	12		
				Costos unitarios	13	Hoja de cálculo Excel- S10	Nominal
Presupuesto	Presupuesto general	14					

*Nota:* La tabla nos resume de forma detallada las variables y cómo se van a medir. Fuente: Elaboración propia (2023)

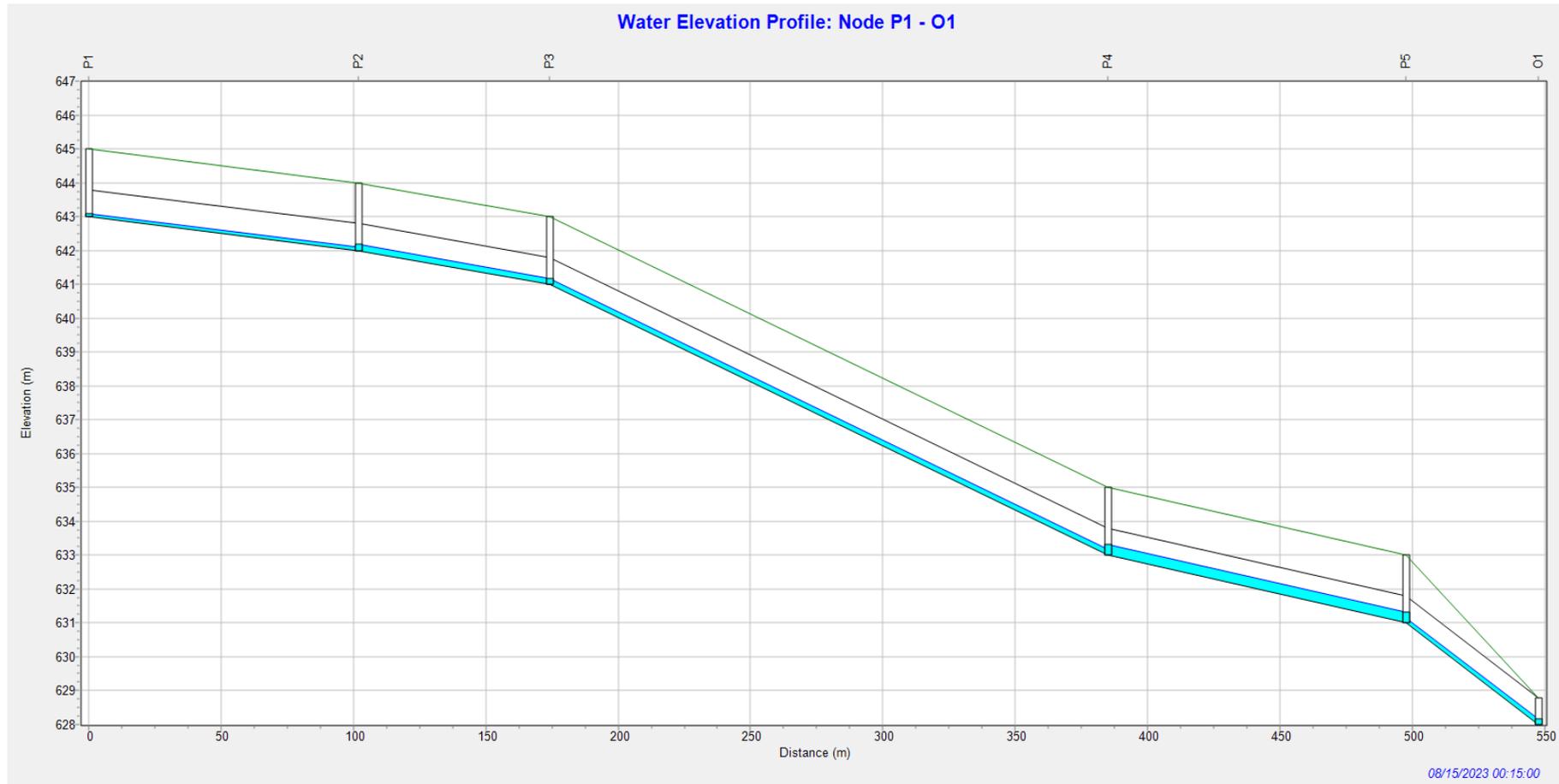
Anexo 4: Perfiles de lámina de agua para 2, 10, 25 y 50 años

Perfil de la Lámina de Agua: Nudos P1- O1, periodo retorno de 2 años



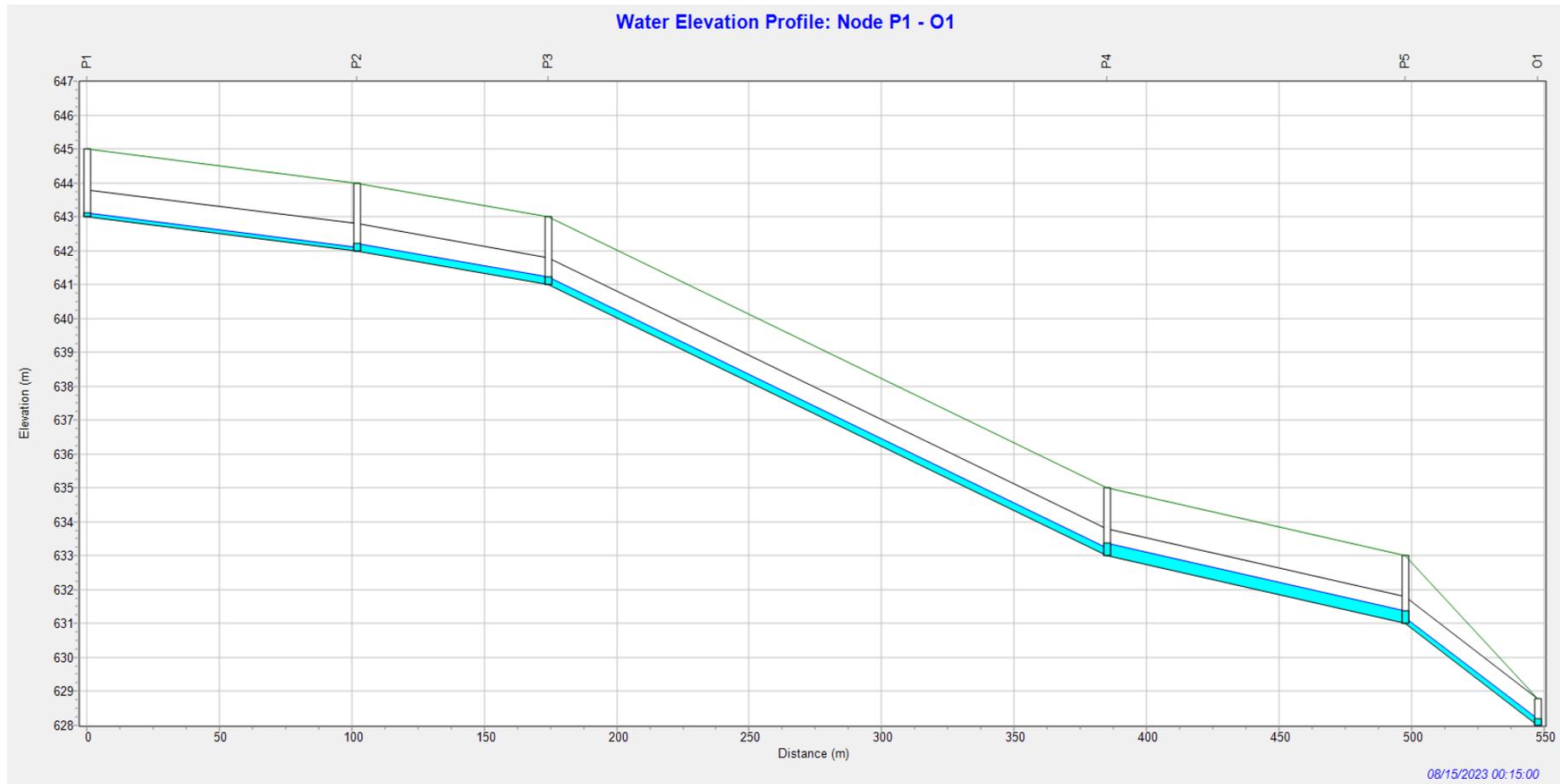
Simulación de escorrentía para un periodo retorno de 2 años, de acuerdo a las dimensiones propuestas para el canal rectangular, el caudal es mínimo y no presenta inundación

Perfil de la Lámina de Agua: Nudos P1- O1, periodo retorno de 5 años



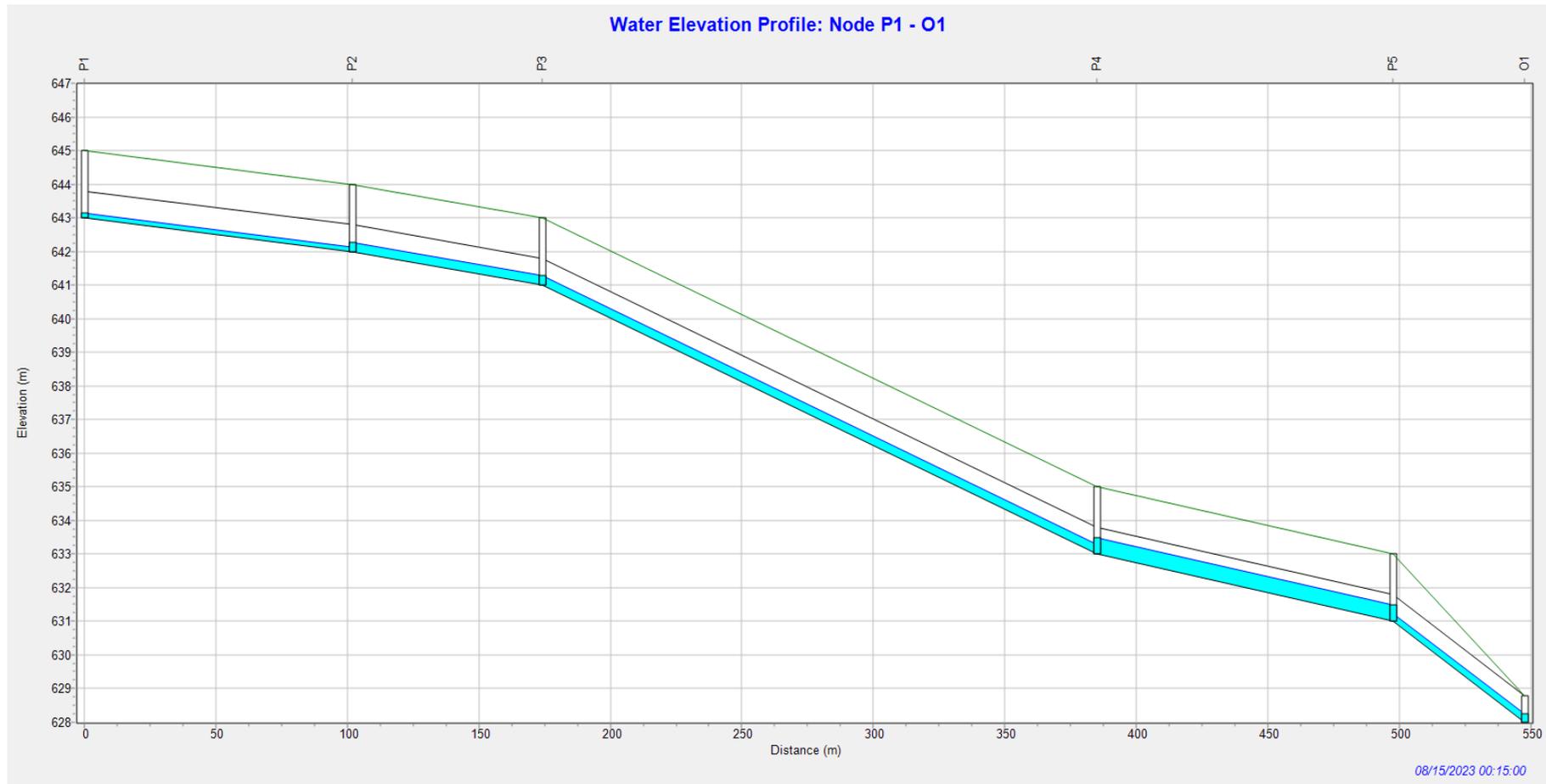
Simulación de escorrentía para un periodo retorno de 5 años, de acuerdo a las dimensiones propuestas para el canal rectangular, el caudal es mínimo y no presenta inundación

Perfil de la Lámina de Agua: Nudos P1- O1, periodo retorno de 10 años



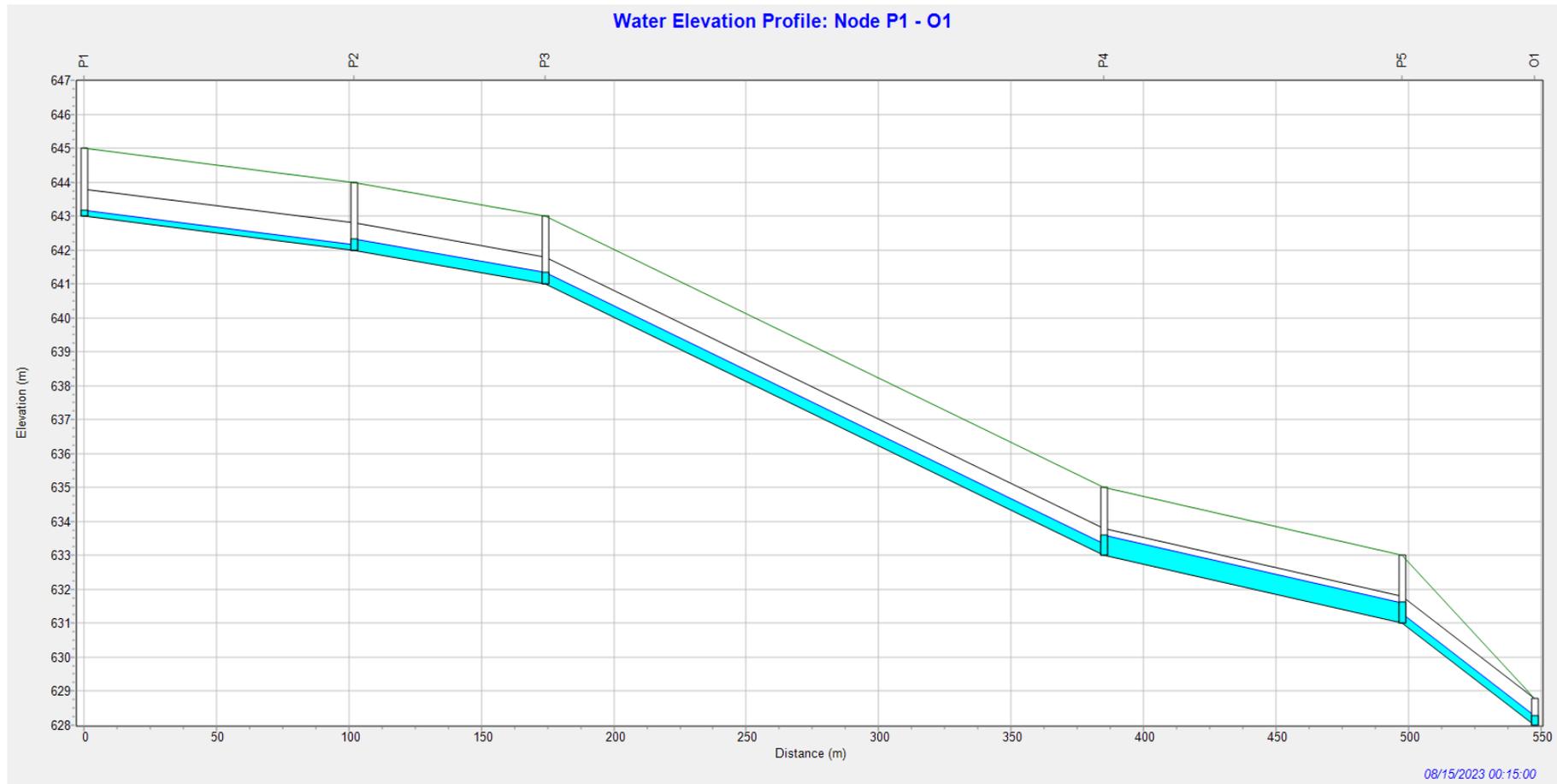
Simulación de escorrentía para un periodo retorno de 10 años, de acuerdo a las dimensiones propuestas para el canal rectangular, el caudal es mínimo y no presenta inundación

Perfil de la Lámina de Agua: Nudos P1- O1, periodo retorno de 25 años



Simulación de escorrentía para un periodo retorno de 25 años, de acuerdo a las dimensiones propuestas para el canal rectangular, el caudal es mínimo y no presenta inundación

Perfil de la Lámina de Agua: Nudos P1- O1, periodo retorno de 50 años



Simulación de escorrentía para un periodo retorno de 50 años, de acuerdo a las dimensiones propuestas para el canal rectangular, el caudal es mínimo y no presenta inundación

## Anexo 5: Metrados

**PLANILLA DE METRADOS**

**Servicio** DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PRODUCTO DE LLUVIAS TORRENCIALES PARA LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023

**Region** Junin  
**Provincia:** Satipo

**Distrito** Satipo  
**Fecha** oct-23

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	LARGO (M)	ANCHO (m)	ALTO (m)	FACT. O PESO	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>	<b>OBRAS PROMSIONALES</b>								
<b>01.01</b>	<b>CONSTRUCCIONES PROMSIONALES</b>								
01.01.01	ALMACEN Y GUARDIANA EN OBRA	mes							<b>2.00</b>
			2.00	—	—	—	—	2.00	
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60 X 2.40 m	und							<b>1.00</b>
			1.00	—	—	—	—	1.00	
01.01.03	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA LIMITE DE SEGURIDAD OBRA	m							<b>2522.22</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		2.00	101.97				203.94	
	Nudo P2 - Nudo P3		2.00	72.19				144.38	
	Nudo P3 - Nudo P4		2.00	210.92				421.84	
	Nudo P4 - Nudo P5		2.00	112.48				224.96	
	Nudo P2 - Nudo P6		2.00	214.44				428.88	
	Nudo P2 - Nudo P8		2.00	112.92				225.84	
	Nudo P3 - Nudo P7		2.00	217.07				434.14	
	Nudo P3 - Nudo P9		2.00	109.66				219.32	
	Nudo P4 - Nudo P10		2.00	109.46				218.92	
01.01.04	COLOCACIÓN DE PUENTES PROVISIONALES	und							<b>19.00</b>
	Jr. José Pardo		3.00					3.00	
	Jr. Juan Santos Atahualpa		3.00					3.00	
	Av. Micaela Bastidas		3.00					3.00	
	Jr. 28 de Julio		1.00					1.00	
	Jr. Julio C. Tello		3.00					3.00	
	Av. Raymondi		6.00					6.00	
01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES	und							<b>4.00</b>
	Aquiler de baños provisionales		4.00					4.00	
01.03	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.03.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m <sup>2</sup>							<b>3049.82</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		1.00	101.97	2.60			265.12	
	Nudo P2 - Nudo P3		1.00	72.19	2.60			187.69	
	Nudo P3 - Nudo P4		1.00	210.92	2.60			548.39	
	Nudo P4 - Nudo P5		1.00	112.48	2.60			292.45	
	Nudo P2 - Nudo P6		1.00	214.44	2.30			493.21	
	Nudo P2 - Nudo P8		1.00	112.92	2.30			259.72	
	Nudo P3 - Nudo P7		1.00	217.07	2.30			499.26	
	Nudo P3 - Nudo P9		1.00	109.66	2.30			252.22	
	Nudo P4 - Nudo P10		1.00	109.46	2.30			251.76	
01.04	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEOS								
01.04.01	TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m <sup>2</sup>							<b>3049.82</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		1.00	101.97	2.60			265.12	
	Nudo P2 - Nudo P3		1.00	72.19	2.60			187.69	
	Nudo P3 - Nudo P4		1.00	210.92	2.60			548.39	
	Nudo P4 - Nudo P5		1.00	112.48	2.60			292.45	
	Nudo P2 - Nudo P6		1.00	214.44	2.30			493.21	
	Nudo P2 - Nudo P8		1.00	112.92	2.30			259.72	
	Nudo P3 - Nudo P7		1.00	217.07	2.30			499.26	
	Nudo P3 - Nudo P9		1.00	109.66	2.30			252.22	
	Nudo P4 - Nudo P10		1.00	109.46	2.30			251.76	

01.04.02	T RAZO DE NIVELES Y REPLANTEO DURANTE EJECUCION	m2							<b>3049,82</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		1,00	101,97	2,60			265,12	
	Nudo P2 - Nudo P3		1,00	72,19	2,60			187,69	
	Nudo P3 - Nudo P4		1,00	210,92	2,60			548,39	
	Nudo P4 - Nudo P5		1,00	112,48	2,60			292,45	
	Nudo P2 - Nudo P6		1,00	214,44	2,30			493,21	
	Nudo P2 - Nudo P8		1,00	112,92	2,30			259,72	
	Nudo P3 - Nudo P7		1,00	217,07	2,30			499,26	
	Nudo P3 - Nudo P9		1,00	109,66	2,30			252,22	
	Nudo P4 - Nudo P10		1,00	109,46	2,30			251,76	
<b>01.05</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>								
	Equipo de Protección Individual	glb	1,00						<b>1,00</b>
<b>02</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>								
<b>02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>								
02.01.01	CORTE MASIVO C/MAQUINARIA EN CANAL	m3							<b>2724,00</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		2,00	101,97	1,20	0,90		220,26	
	Nudo P2 - Nudo P3		2,00	72,19	1,20	0,90		155,93	
	Nudo P3 - Nudo P4		2,00	210,92	1,20	0,90		455,59	
	Nudo P4 - Nudo P5		2,00	112,48	1,20	0,90		242,96	
	Nudo P2 - Nudo P6		2,00	214,44	1,20	0,90		463,19	
	Nudo P2 - Nudo P8		2,00	112,92	1,20	0,90		243,91	
	Nudo P3 - Nudo P7		2,00	217,07	1,20	0,90		468,87	
	Nudo P3 - Nudo P9		2,00	109,66	1,20	0,90		236,87	
	Nudo P4 - Nudo P10		2,00	109,46	1,20	0,90		236,43	
02.01.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDOS DE ZANJAS	m2							<b>3026,66</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		2,00	101,97	1,20			244,73	
	Nudo P2 - Nudo P3		2,00	72,19	1,20			173,26	
	Nudo P3 - Nudo P4		2,00	210,92	1,20			506,21	
	Nudo P4 - Nudo P5		2,00	112,48	1,20			269,95	
	Nudo P2 - Nudo P6		2,00	214,44	1,20			514,66	
	Nudo P2 - Nudo P8		2,00	112,92	1,20			271,01	
	Nudo P3 - Nudo P7		2,00	217,07	1,20			520,97	
	Nudo P3 - Nudo P9		2,00	109,66	1,20			263,18	
	Nudo P4 - Nudo P10		2,00	109,46	1,20			262,70	
02.01.03	COMPACTACION FONDOS DE ZANJAS	m2							<b>2270,00</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		2,00	101,97		0,90		183,55	
	Nudo P2 - Nudo P3		2,00	72,19		0,90		129,94	
	Nudo P3 - Nudo P4		2,00	210,92		0,90		379,66	
	Nudo P4 - Nudo P5		2,00	112,48		0,90		202,46	
	Nudo P2 - Nudo P6		2,00	214,44		0,90		385,99	
	Nudo P2 - Nudo P8		2,00	112,92		0,90		203,26	
	Nudo P3 - Nudo P7		2,00	217,07		0,90		390,73	
	Nudo P3 - Nudo P9		2,00	109,66		0,90		197,39	
	Nudo P4 - Nudo P10		2,00	109,46		0,90		197,03	
02.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3							<b>3405,00</b>
	Eliminación de Material Excedente (0,25 %expansión)		1,25	2724,00					
<b>02.02</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>								
02.02.01	SOLADOS								
	SOLADO E = 4" MEZCLADE CONCRETO F'c = 140 kg/cm2	m2							<b>3026,66</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		2,00	101,97	1,20			244,73	
	Nudo P2 - Nudo P3		2,00	72,19	1,20			173,26	
	Nudo P3 - Nudo P4		2,00	210,92	1,20			506,21	
	Nudo P4 - Nudo P5		2,00	112,48	1,20			269,95	
	Nudo P2 - Nudo P6		2,00	214,44	1,20			514,66	
	Nudo P2 - Nudo P8		2,00	112,92	1,20			271,01	
	Nudo P3 - Nudo P7		2,00	217,07	1,20			520,97	

	Nudo P3 - Nudo P9		2,00	109,66	1,20		263,18
	Nudo P4 - Nudo P10		2,00	109,46	1,20		262,70
02.02.02	VERTIDO A CANAL EXISTENTE						
	Emboquillado de piedra con concreto Fc = 140 kg/cm2	m2					3,24
	Paredes		2,00	3,00	1,50	0,20	1,80
	Piso		1,00	3,00	2,40	0,20	1,44
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
02.03.01	CANAL PLUMAL CERRADO						
02.03.01.01	CONCRETO EN PAREDES Y LOSA INFERIOR Fc = 210 kg/cm2	m3					2609,79
	PAREDES						
	Nudo P1 - Nudo P2		4,00	101,97	0,20	0,90	73,42
	Nudo P2 - Nudo P3		4,00	72,19	0,20	0,90	51,98
	Nudo P3 - Nudo P4		4,00	210,92	0,20	0,90	151,86
	Nudo P4 - Nudo P5		4,00	112,48	0,20	0,90	80,99
	Nudo P2 - Nudo P6		4,00	214,44	0,20	0,90	154,40
	Nudo P2 - Nudo P8		4,00	112,92	0,20	0,90	81,30
	Nudo P3 - Nudo P7		4,00	217,07	0,20	0,90	156,29
	Nudo P3 - Nudo P9		4,00	109,66	0,20	0,90	78,96
	Nudo P4 - Nudo P10		4,00	109,46	0,20	0,90	78,81
	LOSA INFERIOR						
	Nudo P1 - Nudo P2		2,00	101,97	0,80	0,20	32,63
	Nudo P2 - Nudo P3		2,00	72,19	0,80	0,90	103,95
	Nudo P3 - Nudo P4		2,00	210,92	0,80	0,90	303,72
	Nudo P4 - Nudo P5		2,00	112,48	0,80	0,90	161,97
	Nudo P2 - Nudo P6		2,00	214,44	0,80	0,90	308,79
	Nudo P2 - Nudo P8		2,00	112,92	0,80	0,90	162,60
	Nudo P3 - Nudo P7		2,00	217,07	0,80	0,90	312,58
	Nudo P3 - Nudo P9		2,00	109,66	0,80	0,90	157,91
	Nudo P4 - Nudo P10		2,00	109,46	0,80	0,90	157,62
02.03.01.02	CONCRETO EN LOSA SUPERIOR Fc = 280 kg/cm2 CANAL PLUMAL						1701,79
	Nudo P1 - Nudo P2		2,00	101,97	0,80	0,20	32,63
	Nudo P2 - Nudo P3		2,00	72,19	0,80	0,90	103,95
	Nudo P3 - Nudo P4		2,00	210,92	0,80	0,90	303,72
	Nudo P4 - Nudo P5		2,00	112,48	0,80	0,90	161,97
	Nudo P2 - Nudo P6		2,00	214,44	0,80	0,90	308,79
	Nudo P2 - Nudo P8		2,00	112,92	0,80	0,90	162,60
	Nudo P3 - Nudo P7		2,00	217,07	0,80	0,90	312,58
	Nudo P3 - Nudo P9		2,00	109,66	0,80	0,90	157,91
	Nudo P4 - Nudo P10		2,00	109,46	0,80	0,90	157,62
02.03.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CANAL PLUMAL						
	PAREDES EXTERIORES	m2					2270,00
	Nudo P1 - Nudo P2		2,00	101,97		0,90	183,55
	Nudo P2 - Nudo P3		2,00	72,19		0,90	129,94
	Nudo P3 - Nudo P4		2,00	210,92		0,90	379,66
	Nudo P4 - Nudo P5		2,00	112,48		0,90	202,46
	Nudo P2 - Nudo P6		2,00	214,44		0,90	385,99
	Nudo P2 - Nudo P8		2,00	112,92		0,90	203,26
	Nudo P3 - Nudo P7		2,00	217,07		0,90	390,73
	Nudo P3 - Nudo P9		2,00	109,66		0,90	197,39
	Nudo P4 - Nudo P10		2,00	109,46		0,90	197,03
	PAREDES INTERIORES	m2					1765,55
	Nudo P1 - Nudo P2		2,00	101,97		0,70	142,76
	Nudo P2 - Nudo P3		2,00	72,19		0,70	101,07
	Nudo P3 - Nudo P4		2,00	210,92		0,70	295,29
	Nudo P4 - Nudo P5		2,00	112,48		0,70	157,47
	Nudo P2 - Nudo P6		2,00	214,44		0,70	300,22

	Nudo P2 - Nudo P8		2.00	112.92		0.70		158.09	
	Nudo P3 - Nudo P7		2.00	217.07		0.70		303.90	
	Nudo P3 - Nudo P9		2.00	109.66		0.70		153.52	
	Nudo P4 - Nudo P10		2.00	109.46		0.70		153.24	
	LOSA INFERIOR	m2							<b>2017.78</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		2.00	101.97	0.80			163.15	
	Nudo P2 - Nudo P3		2.00	72.19	0.80			115.50	
	Nudo P3 - Nudo P4		2.00	210.92	0.80			337.47	
	Nudo P4 - Nudo P5		2.00	112.48	0.80			179.97	
	Nudo P2 - Nudo P6		2.00	214.44	0.80			343.10	
	Nudo P2 - Nudo P8		2.00	112.92	0.80			180.67	
	Nudo P3 - Nudo P7		2.00	217.07	0.80			347.31	
	Nudo P3 - Nudo P9		2.00	109.66	0.80			175.46	
	Nudo P4 - Nudo P10		2.00	109.46	0.80			175.14	
02.03.01.04	ACERO DE REFUERZO Fy = 4,200 kg/cm2 CANAL PLUMAL	kg							<b>118738.10</b>
	Fierro de $\phi$ 3/8" en Kg.		1.00	11,534.89				11,534.89	
	Fierro de $\phi$ 1/2" en Kg.		1.00	107,203.21				107,203.21	
02.03.01.05	CURADO DE CONCRET O CON AGUA	m2							<b>2522.22</b>
	Nudo P1 - Nudo P2		2.00	101.97				203.94	
	Nudo P2 - Nudo P3		2.00	72.19				144.38	
	Nudo P3 - Nudo P4		2.00	210.92				421.84	
	Nudo P4 - Nudo P5		2.00	112.48				224.96	
	Nudo P2 - Nudo P6		2.00	214.44				428.88	
	Nudo P2 - Nudo P8		2.00	112.92				225.84	
	Nudo P3 - Nudo P7		2.00	217.07				434.14	
	Nudo P3 - Nudo P9		2.00	109.66				219.32	
	Nudo P4 - Nudo P10		2.00	109.46				218.92	
<b>03</b>	<b>PRUEBAS DE CALIDAD</b>								
30.01	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRET O (ENSAYO DE COMPRESION)	und							<b>48.00</b>
	Rotura de probetas de concreto		48.00					48.00	
03.02	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO Y PROCTOR	und							<b>15.00</b>
	Ensayo de Densidad y Proctor		1.00	15.00				15.00	
<b>04</b>	<b>TRABAJOS FINALES DE OBRA</b>								<b>3278.89</b>
	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2							
	Limpieza final de obra		1.00	1261.11	2.60			3,278.89	

**METRADO DE ACERO**

H	Ø	N° DE ELEMENTOS	N° DE PIEZAS	LONG. (m)	LONGITUDES (m)			
					3/4"	5/8"	1/2"	3/8"
<b>ACEROS TRANSVERSALES</b>								
L1	3/8"	15		101.97				1529.55
L2	3/8"	15		72.19				1082.85
L3	3/8"	15		210.92				3163.8
L4	3/8"	15		112.48				1687.2
L5	3/8"	15		214.44				3216.6
L6	3/8"	15		112.92				1693.8
L7	3/8"	15		217.07				3256.05
L8	3/8"	15		109.66				1644.9
L9	3/8"	15		109.46				1641.9

<b>PAREDES Y BASE</b>								
L1	1/2"	3400		2.70				9180
L2	1/2"	2407.333333		2.70				6500
L3	1/2"	7031.666667		2.70				18986
L4	1/2"	3750.333333		2.70				10126
L5	1/2"	7149		2.70				19302
L6	1/2"	3765		2.70				10166
L7	1/2"	7236.666667		2.70				19539
L8	1/2"	3656.333333		2.70				9872
L9	1/2"	3649.666667		2.70				9854

<b>PAREDES DE BUZONES</b>								
Transversal	3/8"	48	28	1.20				1613
Paredes y base	3/8"	10	28	5.00				1400

<b>TECHO DE BUZONES</b>								
Transversales	1/2"	20	28	1.00				560
Longitudinales	1/2"	20	28	1.24				694.4

					Long.	Kg.	Parcial	
Fierro de Ø 3/8" en Kg.	Kg.	1			21929	1	11535	Kg.
Fierro de Ø 1/2" en Kg.	Kg.	1			114779	1	107203	Kg.

## Anexo 6: Costos Unitarios

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO JUNIN - 2023						
Subpresupuesto	001 AVENIDA RAYMONDI					Fecha presupuesto	06/10/2023
Partida	01.01.01 Almacen y guardenia en Obra (Alquiler)						
Rendimiento	gbi/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : gbi		1,250.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
03013500010004	Equipos Alquiler de local al mes	gbi		1.0000	1,250.00	1,250.00	
						1,250.00	
Partida	01.01.02 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60 x 2.40 mts.						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		1,618.66	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	22.70	181.60	
0101010005	PEON	hh	4.0000	32.0000	16.22	519.04	
						700.64	
	<b>Materiales</b>						
0204120004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3/4	kg		2.0000	7.20	14.40	
0207030001	HORMIGON	m3		0.3750	41.00	15.38	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.0000	19.27	38.54	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		68.0000	8.78	597.04	
0231010003	MADERA ROLLIZO D=8	m2		12.0000	10.00	120.00	
0242030002	Gigantografia de 2.40 m x 3.60 m	und		1.0000	127.12	127.12	
						912.48	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.7900	700.64	5.54	
						5.54	
Partida	01.01.03 CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA PARA LIMITE DE SEGURIDAD EN OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : m2		0.90	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	0.0017	0.0272	16.22	0.44	
						0.44	
	<b>Materiales</b>						
02310100010004	MADERA EUCALIPTO	p2		0.0500	2.20	0.11	
0241020002	CINTA PLASTICA EN OBRA	rtl		0.0100	33.90	0.34	
						0.45	
	<b>Equipos</b>						
0301060007	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.44	0.01	
						0.01	
Partida	01.01.04 COLOCACION DE PUENTE PROVICIONALES						
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		250.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
01010300080003	COLOCACION DE PUENTES PROVISIONAL	und		1.0000	250.00	250.00	
						250.00	
Partida	01.01.05.01 ALQUILER DE BAÑOS PORTATILES						
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		600.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
01010300080004	BAÑOS PORTATILES EN OBRA	und		2.0000	300.00	600.00	
						600.00	

Fecha : 25/10/2023 12:48:46

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023						
Subpresupuesto	001 AVENIDA RAYMONDI					Fecha presupuesto	06/10/2023
Partida	01.01.05.02.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>3.87</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0200	22.70	0.45	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	16.22	3.24	
						<b>3.69</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.69	0.18	
						<b>0.18</b>	
Partida	01.01.05.02.02.01 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>1.99</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0213	16.22	0.35	
01010300000008	TOPOGRAFO	hh	6.0000	0.0640	21.83	1.40	
						<b>1.75</b>	
	<b>Materiales</b>						
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0020	8.78	0.02	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0002	31.98	0.01	
02760100100001	WINCHA METALICA DE 50 m	und		0.0010	5.00	0.01	
						<b>0.04</b>	
	<b>Equipos</b>						
03010000020002	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0107	7.63	0.08	
0301000020	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0107	6.78	0.07	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.75	0.05	
						<b>0.20</b>	
Partida	01.01.05.02.02.02 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO EN EJECUCION.						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>4.21</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	16.22	0.74	
01010300000008	TOPOGRAFO	hh	6.0000	0.1371	21.83	2.99	
						<b>3.73</b>	
	<b>Materiales</b>						
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0020	8.78	0.02	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0002	31.98	0.01	
02760100100001	WINCHA METALICA DE 50 m	und		0.0010	5.00	0.01	
						<b>0.04</b>	
	<b>Equipos</b>						
03010000020002	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0229	7.63	0.17	
0301000020	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0229	6.78	0.16	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.73	0.11	
						<b>0.44</b>	
Partida	01.01.05.02.02.03. EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		<b>10,000.00</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Materiales</b>						
0262160003	KIT DE EQUIPO DE SEGURIDAD	und		40.0000	250.00	10,000.00	
						<b>10,000.00</b>	

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023  
 Subpresupuesto 001 AVENIDA RAYMONDI Fecha presupuesto 06/10/2023

Partida 02.01.01 CORTE MASIVO CON MAQUINARIA PARA CANAL

Rendimiento m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m3 11.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	22.70	0.91
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	16.22	1.30
<b>2.21</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.21	0.07
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0400	237.29	9.49
<b>9.56</b>						

Partida 02.01.02 REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJAS

Rendimiento m2/DIA MO. 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m2 5.65

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.2000	0.0200	22.70	0.45
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.96	1.80
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2000	16.22	3.24
<b>5.49</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.49	0.16
<b>0.16</b>						

Partida 02.01.03 COMPACTACION DE FONDOS DE ZANJAS

Rendimiento m2/DIA MO. 70.0000 EQ. 70.0000 Costo unitario directo por : m2 9.31

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1143	22.70	2.59
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1143	17.96	2.05
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1143	16.22	1.85
<b>6.49</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.49	0.19
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.1143	23.00	2.63
<b>2.82</b>						

Partida 02.01.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento m3/DIA MO. 220.0000 EQ. 220.0000 Costo unitario directo por : m3 5.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0182	17.96	0.33
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0364	16.22	0.59
<b>0.92</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.92	0.03
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0010	0.0364	114.80	4.18
<b>4.21</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023  
 Subpresupuesto 001 AVENIDA RAYMONDI Fecha presupuesto 06/10/2023

Partida 02.02.01.01 SOLADO E=4" MESCLA DE CONCRETO F" C=140 Kg/cm2

Rendimiento m2/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000 Costo unitario directo por : m2 39.45

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	22.70	3.63
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.96	2.87
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.6400	16.22	10.38
<b>16.88</b>						
<b>Materiales</b>						
0207030001	HORMIGON	m3		0.1200	41.00	4.92
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1000	1.50	0.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.7500	19.27	14.45
0290250009	MESCLADORA DE TROMPO 9-11 P3 - 20 HP	hm		0.0800	7.13	0.57
<b>20.09</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.88	0.51
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.5000	0.0800	24.60	1.97
<b>2.48</b>						

Partida 02.02.01.02 VERTIDO DE CANAL EXISTENTE

Rendimiento m3/DIA MO. 4.8000 EQ. 4.8000 Costo unitario directo por : m3 304.25

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	3.3333	22.70	75.67
0101010005	PEON	hh	2.0000	3.3333	16.22	54.07
<b>129.74</b>						
<b>Materiales</b>						
02190100010024	CONCRETO Fc 140 Kg/cm2 CON MESCLADORA	m3		0.5714	294.05	168.02
<b>168.02</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	129.74	6.49
<b>6.49</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO JUNIN - 2023

Subpresupuesto 001 AVENIDA RAYMONDI Fecha presupuesto 06/10/2023

Partida 02.03.01 CONCRETO EN PAREDES Y LOSA INFERIORES F<sup>c</sup> 210 Kg/cm<sup>2</sup>, CANAL PLUVIAL

Rendimiento m3/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 Costo unitario directo por : m3 351.40

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	22.95	1.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	22.70	10.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.96	7.98
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.4444	16.22	72.09
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4444	22.70	10.09
<b>101.27</b>						
<b>Materiales</b>						
0201010010	ACEITE GRADO 90	gal		0.0080	41.17	0.33
0201020001	GRASA MULTIPROPOSITO	kg		0.0080	8.40	0.07
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.3200	11.80	3.78
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4738	49.20	23.31
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5829	53.30	31.07
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2293	1.50	0.34
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.4000	19.27	181.14
0290250009	MESCLADORA DE TROMPO 9-11 P3 - 20 HP	hm		0.2222	7.13	1.58
<b>241.62</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.27	3.04
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.5000	0.2222	24.60	5.47
<b>8.51</b>						

Partida 02.03.02 CONCRETO EN LOSA SUPERIOR F<sup>c</sup> 280 Kg/cm<sup>2</sup>, CANAL PLUVIAL.

Rendimiento m3/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 Costo unitario directo por : m3 389.21

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	22.95	1.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	22.70	10.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.96	7.98
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.4444	16.22	72.09
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4444	22.70	10.09
<b>101.27</b>						
<b>Materiales</b>						
0201010010	ACEITE GRADO 90	gal		0.0080	41.17	0.33
0201020001	GRASA MULTIPROPOSITO	kg		0.0800	8.40	0.67
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.3200	11.80	3.78
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4461	49.20	21.95
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5471	53.30	29.16
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2337	1.50	0.35
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		11.5000	19.27	221.61
0290250009	MESCLADORA DE TROMPO 9-11 P3 - 20 HP	hm		0.2222	7.13	1.58
<b>279.43</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.27	3.04
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.5000	0.2222	24.60	5.47
<b>8.51</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301001 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023

Subpresupuesto 001 AVENIDA RAYMONDI

Fecha presupuesto 06/10/2023

Partida 02.03.03 ENCOFRADO Y DESEMCOFRADO DE CANAL PLUVIAL

Rendimiento m2/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 Costo unitario directo por : m2 37.71

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	22.95	1.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	22.70	10.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	17.96	7.98
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4444	16.22	7.21
						<b>26.30</b>
<b>Materiales</b>						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.2000	3.94	0.79
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.0300	3.94	0.12
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.0100	3.94	0.04
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0250	3.94	0.10
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0100	3.94	0.04
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		2.5000	3.81	9.53
						<b>10.62</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.30	0.79
						<b>0.79</b>

Partida 02.03.04 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 CANAL PLUVIAL

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.22

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	22.70	0.73
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.96	0.57
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	16.22	0.52
						<b>1.82</b>
<b>Materiales</b>						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0600	3.94	0.24
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	3.94	4.06
						<b>4.30</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.82	0.05
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	0.2500	0.0080	6.78	0.05
						<b>0.10</b>

Partida 02.03.05 CURADO DE CONCRETO CON AGUA

Rendimiento m2/DIA MO. 1,050.0000 EQ. 1,050.0000 Costo unitario directo por : m2 4.64

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.5000	0.0114	16.22	0.18
						<b>0.18</b>
<b>Materiales</b>						
0207020001	ARENA	m3		0.0200	53.30	1.07
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		1.1900	1.50	1.79
						<b>2.86</b>
<b>Equipos</b>						
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0076	210.00	1.60
						<b>1.60</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0301001 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO JUNIN - 2023						
Subpresupuesto	001 AVENIDA RAYMONDI		Fecha presupuesto 06/10/2023				
Partida	02.03.06	REJILLA DE INGRESO DE AGUAS PLUVIALES					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			150.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos						
04110300040003	REJILLA DE INGRESO DE AGUA PLUVIALES		und		1.0000	150.00	150.00
							150.00
Partida	03.01	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO, ENSAYO DE COMPRESION					
Rendimiento	und/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : und			30.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1333	16.22	2.16
							2.16
	Materiales						
02902300500002	PRUENA DE ROTURA DE PROBETAS		und		1.0000	28.70	28.70
							28.70
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.16	0.06
							0.06
Partida	03.02	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO Y PROCTOR					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			58.82
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0262100002	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO Y PROCTOR		und		1.0000	58.82	58.82
							58.82
Partida	04.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			1.37
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	10.0000	0.0800	16.22	1.30
							1.30
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.30	0.07
							0.07

Anexo 7: Matriz de consistencia

**Tabla N° 67**  
Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales para el mejoramiento de la avenida Raymondi Satipo, Junín – 2023.	<p><b>Problema General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué manera el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales mejorará la Avenida Raymondi?</li> </ul> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo será la fisiografía, pendiente, cotas y perfil longitudinal, con el equipo GNSS, para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?</li> <li>¿Cómo será el perfil estratigráfico, y % de humedad natural, análisis granulométrico, límites de Atterberg y el</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las mejoras de la Av. Raymondi por el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales son: Drenaje óptimo de aguas pluviales, solucionando el problema de inundación, enfermedades, fisuras y grietas en el pavimento rígido y confort en el tránsito de peatones y vehículos.</li> </ul> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La fisiografía es plana de 2.7 % de pendiente, influye positivamente, al drenaje pluvial, ya que nos proporciona altitudes de cotas que varían entre 300 m.s.n.m hasta 720 m.s.n.m, para el diseño.</li> <li>La impermeabilidad y el porcentaje de humedad natural del suelo influye de manera satisfactoria para el diseño de drenaje pluvial, de la avenida Raymondi, proporcionando un</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la mejora del diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales en la avenida Raymondi, distrito Satipo, Junín – 2023.</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la fisiografía, pendiente, distancias, cotas mínimas, máximas y perfil longitudinal, con el equipo GNSS, para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023.</li> <li>Realizar el perfil estratigráfico, porcentaje de humedad natural con pesos de taras y el horno microondas, análisis granulométrico con tamices de 2” – N° 200,</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales</p>	<p>Área Tributaria</p> <p>Características topográficas</p> <p>Condiciones Hidráulicas</p>	<p><b>Tipo</b></p> <p>Cuantitativo, nivel aplicado, explicativo.</p> <p><b>Diseño</b></p> <p>Investigación no experimental, transversal descriptiva.</p> <p><b>Población</b></p> <p>Distrito de Satipo, con una longitud de 7.80 km, perímetro de 7.828,45 m y área de 3.22 km<sup>2</sup>.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Se tomó de muestra la zona más vulnerable dentro del casco urbano de Satipo, la Av. Raymondi, con sus afluentes: Jr. José Pardo de 360.40 m., Jr. Juan Santos Atahualpa de 363.32 m., Av. Micaela Bastidas de 343.73</p>

	<p>análisis de corte directo de la Av. Raymondi, Satipo – Junín 2023?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será la intensidad máxima, hietograma, y curva de intensidad en periodos de retorno de 2,5,10,25,50 años para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?</li> <li>• ¿Cómo será el modelamiento para el diseño del sistema de drenaje de aguas pluviales con el software SWMM, para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?</li> <li>• ¿Cuál será el costo constructivo del sistema de drenaje de aguas pluviales diseñado para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023?</li> </ul>	<p>suelo que no se satura hasta el 1.50 m, con una capacidad portante de 0.5 km/cm2.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cálculos hidrológicos para el diseño de drenaje pluvial, influyen de manera eficaz, proporcionando la precipitación máxima para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años.</li> <li>• El modelamiento influye positivamente en el diseño del sistema de drenaje pluvial, otorgando las medidas ancho, largo y altura del canal con rejilla.</li> <li>• El costo total del sistema de drenaje pluvial propuesto, resulta ser económico que no superará los S/ 3 '500,000.00 soles.</li> </ul>	<p>de 35% a 75%, límites de Atterberg con la cuchara de Casagrande y el ensayo de corte directo con la máquina de corte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular la intensidad máxima, hietograma, y curva de intensidad en periodos de retorno de 2,5,10,25,50 años en la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023.</li> <li>• Realizar el modelamiento de la red drenaje de aguas pluviales con el software SWMM 5.2, para la avenida Raymondi, Satipo – Junín 2023.</li> <li>• Calcular los costos unitarios, metrados y presupuesto constructivo del sistema de drenaje propuesto.</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente</b> Mejoramiento de la avenida Raymondi</p>	<p>Mecánica de Suelos  Patologías  Confort  Drenaje</p>	<p>m. y Jr. Julio C. Tello de 373.78 m.</p> <p><b>Método de análisis de investigación</b></p> <p>Se inició recolectando la información necesaria del lugar de estudio, el estudio topográfico, el estudio de mecánica de suelos, el estudio hidrológico y se usó el método Gumbel para hallar el valor máximo de precipitación para periodos retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años, procediendo hacer el modelamiento en el software SWMM 5.2, para hallar el caudal máximo mediante el diseño de un canal cerrado, luego determinado el costo constructivo del diseño de drenaje pluvial del canal.</p>
--	---	--	--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 8: Estudio de Mecánica de Suelos



**INFORME N° 01 - 2023 - INGEODINAMICA / LAB.**

**A :** ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA  
**De :** INGEODINAMICA E.I.R.L.  
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento  
**Asunto :** Informe del estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación de las 2 calicatas del drenaje pluvial de la av. raymondi cuadra 12  
**Referencia :** TESIS: "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO – JUNIN, 2023"  
**Fecha :** Satipo, 23 de junio del 2023

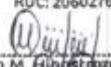
Por medio del presente me dirijo a Usted, para informarle los resultados de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos con fines de cimentación de la muestra del terreno de fundación, la cual se ubica en la **calicata 1** lado izquierdo ubicado en el drenaje pluvial de la Av. Raymondi cuadra 12 con coordenadas Norte: 8755678.0 Este: 538778.0 y Cota: 643 msnm y la **calicata 2** lado izquierdo ubicado en el drenaje pluvial de la Av. Raymondi cuadra 12 con coordenadas Norte: 8755614.0 Este: 538708.0 y Cota: 654 msnm. La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante los cuales fueron sometidos a ensayos que se detallan en lo siguiente.

- Capacidad Admisible de Suelos
- Análisis de Corte directo (Angulo de fricción y cohesión)
- Perfil Estratigráfico
- Análisis Granulométricos (METODO ASTM D-422)
- Humedad Natural (ASTM D-2216, MTC E 108)
- Límites de Atterberg (ASTM D 4318, AASHTO T-89 y T-90)

Sin otro en particular

Adjunto: Informe del estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación de las 2 calicatas del drenaje pluvial de la av. raymondi cuadra 12 y Exp. 22-A0-IMS-23-06-2023.

Atentamente.

  
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
Pedro M. Hinojosa C.  
GERENTE GENERAL

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento





**ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA CALICATA  
N° 1 LADO IZQUIERDO DEL DRENAJE PLUVIAL  
EN LA AV. RAYMONDI CUADRA 12**

- Capacidad Admisible de Suelos
- Análisis de Corte directo (Angulo de fricción y cohesión)
- Perfil Estratigráfico
- Análisis Granulométricos (METODO ASTM D-422)
- Humedad Natural (ASTM D-2216, MTC E 108)
- Límites de Atterberg (ASTM D 4318, AASHTO T-89 y T-90)

  
Pedro M. Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
  
VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS





### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

PROYECTO : "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : 1

MUESTRA : M-1

PROFUND. : 0.00 - 1.50 METROS

UBICACIÓN : AV. RAYMONDI CUADRA 12

NIVEL FREA : NO SE ENCONTRO

ING. RESP. : P.H.M.C.

TEC. RESP. : V.M.M.G.

FECHA : 22/06/2023

LADO : IZQUIERDO

#### CONTENIDO DE HUMEDAD :

N° DE RECIPIENTE	1	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	125.20
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	83.80	PESO DEL ANILLO (g)	49.27
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	72.40	PESO DE LA MUESTRA (g)	75.93
PESO DEL AGUA (gr.)	11.40	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20.19
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	-	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	41.10
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	72.40	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.847
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	15.75	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.596

ESFUERZO NORMAL : 0,5 kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	-	0.00		0.00	0.00
0.03	-	0.03		0.23	0.01
0.06	-	0.06		0.55	0.03
0.12	-	0.12		0.87	0.04
0.21	-	0.21		1.19	0.06
0.30	-	0.30		1.51	0.07
0.45	-	0.45		1.83	0.09
0.60	-	0.60		2.15	0.11
0.75	-	0.75		2.47	0.12
0.90	-	0.90		2.79	0.14
1.05	-	1.05		3.11	0.15
1.20	-	1.20		3.43	0.17
1.35	-	1.35		3.75	0.19
1.50	-	1.50		4.07	0.20
1.65	-	1.65		4.39	0.22
1.80	-	1.80		4.71	0.23
2.10	-	2.10		5.03	0.25
2.40	-	2.40		5.35	0.27
2.70	-	2.70		5.67	0.28
3.00	-	3.00		5.99	0.30
3.60	-	3.60		6.31	0.31
4.20	-	4.20		6.63	0.33
4.80	-	4.80		6.95	0.34
5.40	-	5.40		7.27	0.36
6.00	-	6.00		7.59	0.38
7.00	-	7.00		8.54	0.42

  
Pedro M. Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249



INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025

  
VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012465 TEL: 064245259



Jiron los Incas N° 217 Satipo - Junin



inggeodinamica\_eirla@outlook.co

30



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

**PROYECTO :** "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"

**MATERIAL :** TERRENO DE FUNDACION

**CALICATA :** 1

**MUESTRA :** M-1

**PROFUND. :** 0.00 - 1.50 METROS

**UBICACIÓN :** AV. RAYMONDI CUADRA 12

**NIVEL FREA :** NO SE ENCONTRO

**ING. RESP. :** P.H.M.C.

**TEC. RESP. :** V.M.M.G.

**FECHA :** 22/06/2023

**LADO :** IZQUIERDO

Nº DE RECIPIENTE	2	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	124.20
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	90.50	PESO DEL ANILLO (g)	49.27
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	78.30	PESO DE LA MUESTRA (g)	74.93
PESO DEL AGUA (gr.)	12.20	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20.19
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	-	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	41.10
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	78.30	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.823
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	15.58	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.577

**ESFUERZO NORMAL : 1,0 kg/cm<sup>2</sup>**

TIEMPO (min)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	-	0.00		0.00	0.00
0.03	-	0.03		0.44	0.02
0.06	-	0.06		1.26	0.06
0.12	-	0.12		2.08	0.10
0.21	-	0.21		2.90	0.14
0.30	-	0.30		3.72	0.18
0.45	-	0.45		4.54	0.22
0.60	-	0.60		5.36	0.27
0.75	-	0.75		6.18	0.31
0.90	-	0.90		7.00	0.35
1.05	-	1.05		7.82	0.39
1.20	-	1.20		8.64	0.43
1.35	-	1.35		9.46	0.47
1.50	-	1.50		10.28	0.51
1.65	-	1.65		11.10	0.55
1.80	-	1.80		11.92	0.59
2.10	-	2.10		12.74	0.63
2.40	-	2.40		13.56	0.67
2.70	-	2.70		14.38	0.71
3.00	-	3.00		15.20	0.75
3.60	-	3.60		16.02	0.79
4.20	-	4.20		16.84	0.83
4.80	-	4.80		17.66	0.87
5.40	-	5.40		18.48	0.92
6.00	-	6.00		19.30	0.96
7.00	-	7.00		20.04	0.99

*Pedro N. Hinkes*  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 277249

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
*Victor M. Melgarejo*  
VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



**CONSULTOR Y EJECUTOR DE OBRAS CIVILES EN GENERAL, PROYECTOS DE CARRETERAS  
Y Puentes, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**INGEODINAMICA E.I.R.L.**

RUC: 20602765025

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

ASTM D-3080

PROYECTO : "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA  
SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO  
- JUNIN, 2023"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : 1

MUESTRA : M-1

PROFUND. : 0.00 - 1.50 METROS

UBICACIÓN : AV RAYMONDI CUADRA 12

NIVEL FREA : NO SE ENCONTRO

ING. RESP. : P.H.M.C.

TEC. RESP. : V.M.M.G.

FECHA : 22/06/2023

LADO : IZQUIERDO

CONTENIDO DE HUMEDAD :			
N° DE RECIPIENTE	3	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	126.30
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	97.40	PESO DEL ANILLO (g)	49.27
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	84.60	PESO DE LA MUESTRA (g)	77.03
PESO DEL AGUA (gr.)	12.80	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20.19
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	-	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	41.10
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	84.60	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.874
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	15.13	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.628

**ESFUERZO NORMAL : 2,0 kg/cm<sup>2</sup>**

TIEMPO (min)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	-	0.00		0.00	0.00
0.03	-	0.03		0.64	0.03
0.06	-	0.06		1.96	0.10
0.12	-	0.12		3.28	0.16
0.21	-	0.21		4.60	0.23
0.30	-	0.30		5.92	0.29
0.45	-	0.45		7.24	0.36
0.60	-	0.60		8.56	0.42
0.75	-	0.75		9.88	0.49
0.90	-	0.90		11.20	0.55
1.05	-	1.05		12.52	0.62
1.20	-	1.20		13.84	0.69
1.35	-	1.35		15.16	0.75
1.50	-	1.50		16.48	0.82
1.65	-	1.65		17.80	0.88
1.80	-	1.80		19.12	0.95
2.10	-	2.10		20.44	1.01
2.40	-	2.40		21.76	1.08
2.70	-	2.70		23.08	1.14
3.00	-	3.00		24.40	1.21
3.60	-	3.60		25.72	1.27
4.20	-	4.20		27.04	1.34
4.80	-	4.80		28.36	1.40
5.40	-	5.40		29.68	1.47
6.00	-	6.00		31.00	1.54
7.00	-	7.00		31.54	1.56

Pedro M. Melgarejo Granados  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 277249

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
  
VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS  
CMCO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Tel: 064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junín



ingeeodinamica\_ei@outlook.es



CONSULTOR Y EJECUTOR DE OBRAS CIVILES EN GENERAL, PROYECTOS DE CARRETERAS Y PUENTES,  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

PROYECTO: "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"

SOLICITADO: ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA

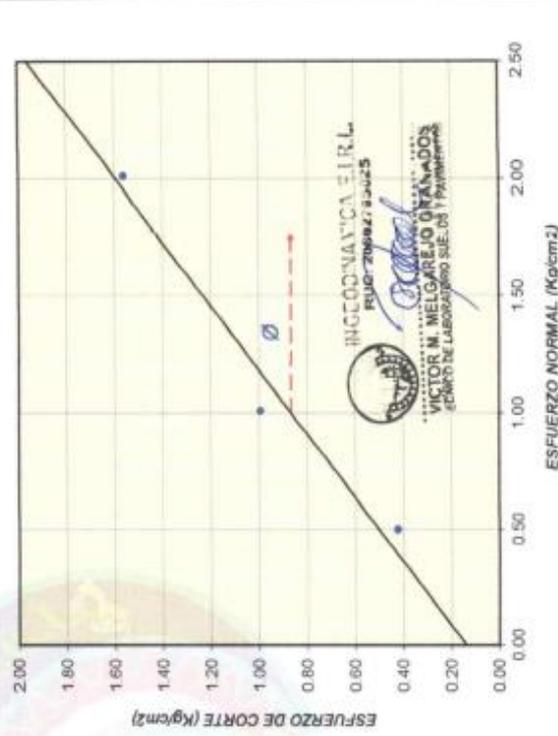
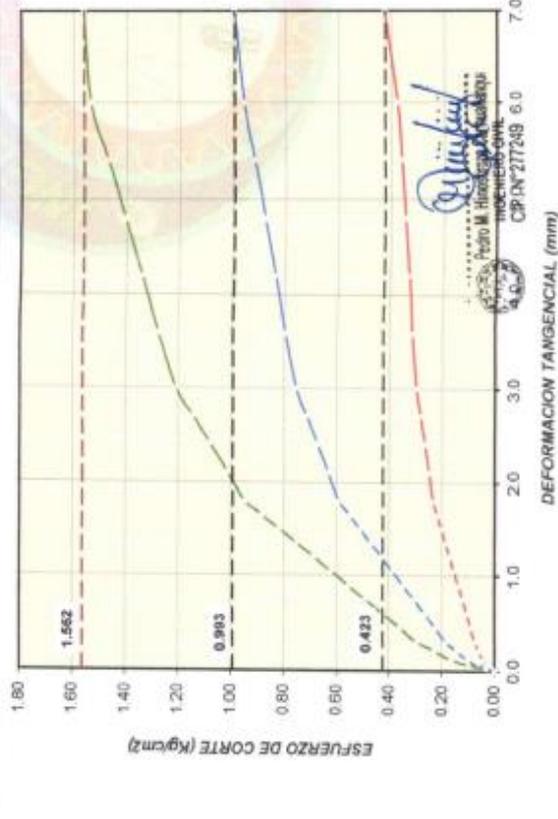
UBICACION: AV. RAYMONDI CUADRA 12

MUESTRA: TERRENO DE FUNDACION PROF. (m): 0.00 - 1.50 METROS

PROCEDENCIA: M-1 TECNICO: V.M.M.G. FECHA: 22/06/2023

CLASIF. SUCS.: ML LL: 23.21 % I.P.: 0.44 % [% MENOR QUE MALLA N° 200: 50.9 %]

MUESTRA N°	AREA (cm <sup>2</sup> )	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (g/cm <sup>3</sup> )	CAPACIDADES DE LOS ESPECIMENES	
				TANGENCIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	20.19	15.75	1.596	0.423	0.5
02	20.19	15.58	1.577	0.993	1.0
03	20.19	15.13	1.628	1.562	2.0



OBSERVACIONES: MUESTRA ENSAYADA EN CONDICIONES CONSOLIDADA DRENADA TAMIZADO POR LA MALLA N° 4 (4.75mm) Remoldeado (material < Tamiz N°4)

RESULTADOS DE ENSAYOS		
COHESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	0.14	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
		36.1

Cel: 96-012-405 Telf: 96-154-5359

Iron los Incas N° 217 Satipo - Junin

ingedinnamica\_eir@outlook.es



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

ASTM D-3080

<b>PROYECTO</b>	: "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"	<b>ING. RESI</b>	: P.H.M.C.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO DE FUNDACION	<b>TEC. RES</b>	: V.M.M.G.
<b>CALICATA</b>	: 1	<b>FECHA</b>	: 22/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: M-1	<b>LADO</b>	: IZQUIERDO
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50 METROS		
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. RAYMONDI CUADRA 12		
<b>NIVEL FREATICO</b>	: NO SE ENCONTRO		

<b>CONDICIÓN DE LA MUESTRA</b>	: REMOLDADA	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	: ML
<b>ÁREA DE LOS ESPÉCIMENES</b>	: 20.19 cm <sup>2</sup>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	: 23.2 %
<b>VOLUMEN DE LOS ESPÉCIMENES</b>	: 41.10 cm <sup>3</sup>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>	: 0.4 %
		<b>% MENOR QUE LA MALLA N° 200</b>	: 50.9 %

<b>N° DE MUESTRA</b>	:	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	: %	
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b>	: g/cm <sup>3</sup>	
<b>DENSIDAD SECA</b>	: g/cm <sup>3</sup>	
<b>ESFUERZO NORMAL</b>	: kg/cm <sup>2</sup>	

01		02		03	
15.3		15.6		15.1	
1.847		1.823		1.874	
1.586		1.577		1.628	
0.5		1.0		2.0	
DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
-	-	-	-	-	-
0.03	0.011	0.03	0.022	0.03	0.032
0.06	0.027	0.06	0.062	0.06	0.087
0.12	0.043	0.12	0.103	0.12	0.162
0.21	0.069	0.21	0.143	0.21	0.228
0.30	0.075	0.30	0.184	0.30	0.293
0.45	0.091	0.45	0.225	0.45	0.359
0.60	0.106	0.60	0.265	0.60	0.424
0.75	0.122	0.75	0.306	0.75	0.489
0.90	0.138	0.90	0.346	0.90	0.555
1.05	0.154	1.05	0.387	1.05	0.620
1.20	0.170	1.20	0.428	1.20	0.686
1.35	0.186	1.35	0.468	1.35	0.751
1.50	0.202	1.50	0.509	1.50	0.816
1.65	0.217	1.65	0.550	1.65	0.882
1.80	0.233	1.80	0.590	1.80	0.947
2.10	0.249	2.10	0.631	2.10	1.012
2.40	0.265	2.40	0.671	2.40	1.078
2.70	0.281	2.70	0.712	2.70	1.143
3.00	0.297	3.00	0.753	3.00	1.209
3.60	0.313	3.60	0.793	3.60	1.274
4.20	0.328	4.20	0.834	4.20	1.339
4.80	0.344	4.80	0.875	4.80	1.405
5.40	0.360	5.40	0.915	5.40	1.470
6.00	0.376	6.00	0.956	6.00	1.536
7.00	0.423	7.00	0.993	7.00	1.582

**Angulo de Fricción**

$\phi = 36.1^\circ$

**Cohesión**

$C = 0.14 \text{ kg/cm}^2$

*Pedro M. Hinos*  
Pedro M. Hinos  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249

*Victor M. Melgarejo*  
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS  
TECNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



\* COSIDERANDO FALLA LOCAL :

A	Ángulo de fricción interna (°)	38.1
B	cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.14
C	Porcentaje de humedad (%)	15.8
D	Peso específico de los sólidos	1.874
E	Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	1.848
F	Densidad Seca $E/(1+C/100)$	1.609
G	Relación de Vacíos $(D*(1+(C/100))-E)/E$	0.17
H	Grado de Saturación $C*D/(100*G)*100$	169.68
I	Densidad saturada $(G+D)/(1+G)$	1.746
J	Densidad sumergida (I-1)	1.600
K	Nivel de la napa freática (m)	

$\phi'$	=	25.9
C	=	0.14
Nc'	=	14.800
Nq'	=	5.600
N $\gamma'$	=	2.250

Ancho	=	1.00 m
Prof.	=	1.20 m
F <sub>s</sub>	=	3.0

\* PARA ZAPATA CUADRADA

Q <sub>h</sub>	=	14.89 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub>	=	4.96 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub>	=	0.50 Kg/cm <sup>2</sup>

\* PARA ZAPATA CIRCULAR

DIÁMETRO	
Q <sub>h</sub>	= 14.53 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub>	= 4.84 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub>	= 0.48 Kg/cm <sup>2</sup>

\* PARA ZAPATA CONTINUA

Q <sub>h</sub>	=	14.63 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub>	=	4.88 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub>	=	0.49 Kg/cm <sup>2</sup>

**ASENTAMIENTO (S<sub>i</sub>)**

Presión por carga admisi	q <sub>adm</sub>	=	0.50	Kg/cm <sup>2</sup>
Relación de Poisson	μ	=	0.30	
Módulo de Elasticidad	E <sub>s</sub>	=	105.5	Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento permisible	S <sub>i(max)</sub>	=	2.54	cm
Ancho de la cimentación	B	=	1.50	m
Factor de forma	I <sub>f</sub>	=	0.30	m/m

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Asentamiento	S <sub>i</sub>	=	0.003	m
Asentamiento	S <sub>i</sub>	=	0.31	cm

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_s}$$

Presión por carga	q <sub>adm</sub>	=	0.50	Kg/cm <sup>2</sup>
Presión de carga asumid:	q <sub>adm</sub>	=	0.80	Kg/cm <sup>2</sup>

S <sub>i</sub>	=	0.19	cm	OK!
S <sub>i</sub>	=	0.31	cm	OK!

Pedro M. Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N°277249

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
  
VICTOR M. MELGAREJO GRAPADOS  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Tel: 064545359



Jirón los Incas N° 217 Sampo - Junín



ingedinamica\_ei@outlook.es 35



REGISTRO DE CALICATAS Y PANEL FOTOGRAFICO

TESIS : "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO – JUNIN, 2023"

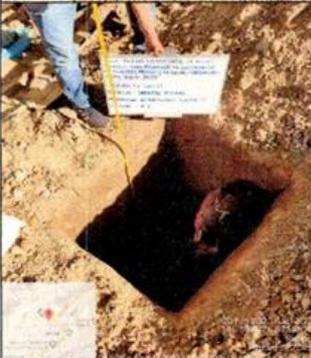
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION  
UBICACIÓN : AV. RAYMONDI CUADRA 12

ING. RESP. : P.M.H.C.  
TEC. RESP. : V.M.M.G.  
FECHA : 20/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 1 LADO: IZQUIERDO  
COORDENADAS UTM ESTE : 538778.0 NORTE : 8755878.0  
COTA : 643 msnm

PROF. (m) : 0.00 - 1.50  
MUESTRA : M-1  
NIVEL FREATICO: NO SE ENCONTRO

PROF.	M. MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION		PANEL FOTOGRAFICO
				AASHTO	SUCS	
0.00	M-1	[Vertical line symbol]	0.00 - 1.50 m : material (ML) Limos inorgánicos, de color marrón con amarillento, en estado húmedo.	A-4	ML	 
0.05						
0.10						
0.15						
0.20						
0.25						
0.30						
0.35						
0.40						
0.45						
0.50						
0.55						
0.60						
0.65						
0.70						
0.75						
0.80						
0.85						
0.90						
0.95						
1.00						
1.05						
1.10						
1.15						
1.20						
1.25						
1.30						
1.35						
1.40						
1.45						
1.50						

Observaciones: Muestra fue tomada en campo por personal de INGEODINAMICA

*Pedro M. Hincapié*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° [redacted]

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
*Victor M. Melgarejo*  
VICTOR M. MELGAREJO GRASSI  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

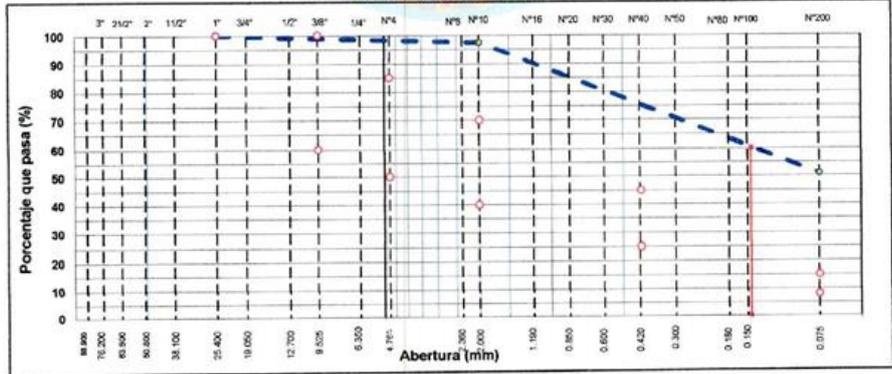
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

<b>TESIS</b>	DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023*	<b>ING° RESP.</b>	: P.M.H.C.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO DE FUNDACION	<b>TEC. RESP.</b>	: V.M.M.G.
<b>CALICATA</b>	: 1	<b>FECHA</b>	: 20/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: M-1	<b>LADO</b>	: IZQUIERDO
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. RAYMONDI CUADRA 12		
<b>NIVEL FREATI</b>	: NO SE ENCONTRÓ		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO D	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.800						
6"	152.400						
5"	127.000						
4 1/2"	114.300						
4"	101.600						
3 1/2"	88.900						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400					100 - 100	
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500					60 - 100	
1/4"	6.350				100.0		
# 4	4.750	14.70	0.7	0.7	99.3	50 - 85	
# 8	2.360		0.0	0.7	99.3		% Grava = 0.74 %
# 10	2.000	35.20	1.8	2.5	97.5	40 - 70	% Arena = 48.33 %
# 20	0.840		0.0	2.5	97.5		% Fino = 50.93 %
# 40	0.425	321.80	16.1	18.6	81.4	25 - 45	% HUMEDAD
# 50	0.300		0.0	18.6	81.4		P.S.H = 306.0
# 80	0.180		0.0	18.6	81.4		P.S.S = 265.0
# 100	0.150	419.20	21.0	39.6	60.5		% Humedad = 15.47%
# 200	0.075	190.40	9.5	49.1	50.9	8 - 15	
< # 200	FONDO	1,018.70	50.9	100.0	0.0		
FRACCIÓN		1,985.3					
TOTAL		2,000.0					

Descripción suelo: Limos inorgánicos

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observaciones: Muestra fue tomada en campo por personal de INGEODINAMICA

 <b>Pedro M. Melgarejo Gra</b> INGENIERO CIVIL CIP. N° 277740	 <b>INGEODINAMICA E.I.R.L.</b> RUC: 20602765025  <b>VICTOR M. MELGAREJO GRA</b> TÉCNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS
---	--



**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>TESIS</b>	: "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"	<b>ING° RESP.</b>	: P.M.H.C.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO DE FUNDACION	<b>TEC. RESP.</b>	: V.M.M.G.
<b>CALICATA</b>	: 1	<b>FECHA</b>	: 21/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. RAYMONDI CUADRA 12		
<b>NIVEL FREATH</b>	: NO SE ENCONTRO		

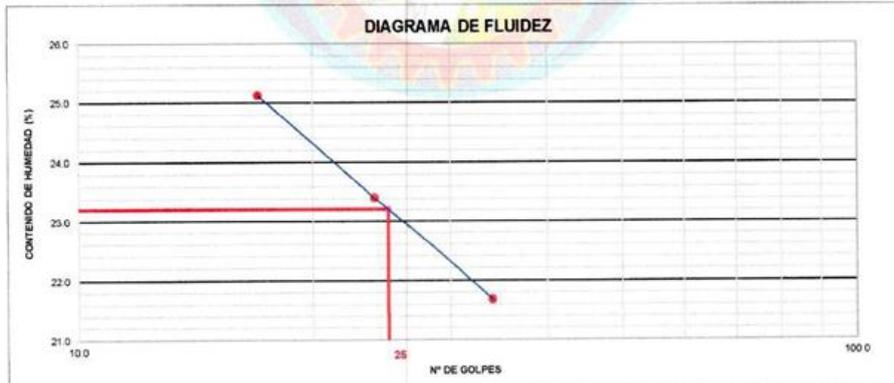
**LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)**

N° TARRO	21	30	36
TARRO + SUELO HÚMEDO	47.88	52.43	62.88
TARRO + SUELO SECO	45.88	49.62	57.98
AGUA	2.00	2.81	4.70
PESO DEL TARRO	37.92	37.62	36.31
PESO DEL SUELO SECO	7.96	12.00	21.67
% DE HUMEDAD	25.13	23.42	21.69
N° DE GOLPES	17	24	34

**LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)**

N° TARRO	8	24
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.36	24.50
TARRO + SUELO SECO	24.47	23.60
AGUA	0.89	0.90
PESO DEL TARRO	20.58	19.63
PESO DEL SUELO SECO	3.89	3.97
% DE HUMEDAD	22.88	22.67

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LÍMITE LÍQUIDO	23.21
LÍMITE PLÁSTICO	22.77
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0.44

Observaciones: Muestra fue tomada en campo por personal de INGEODINAMICA

*Victor M. Melgarejo Gra...*  
INGENIERO CIVIL



INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025

VICTOR M. MELGAREJO GRA...  
FÍSICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel-964012405 Telf-064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junin



ingedinamica\_eirl@outlook.es



**HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)**

<b>TESIS</b>	"DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"	<b>ING° RESP.</b>	: P.M.H.C.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO DE FUNDACION	<b>TEC. RESP.</b>	: V.M.M.G.
<b>CALICATA</b>	: 1	<b>FECHA</b>	: 22/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. RAYMONDI CUADRA 12		
<b>NIVEL FREAT</b>	: NO SE ENCONTRO		

**DATOS**

N° de Ensayo	1	2		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	306.00	265.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	265.00	229.00		
Peso de Tara (gr.)				
Peso de Agua (gr.)	41.00	36.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	265.00	229.00		
Humedad Natural (%)	15.47	15.72		
Promedio de Humedad (%)	15.60			

Observaciones: Muestra fue tomada en campo por personal de INGEODINAMICA

  
 Pedro M. Melgarejo Graña  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 27720

  
**INGEODINAMICA E.I.R.L.**  
 RUC - 20602765025  
 VICTOR M. MELGAREJO GRAÑA  
 TÉCNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Telf: 064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junin



ingeodinamica\_eirl@outlook.es



**ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA CALICATA  
N° 2 LADO IZQUIERDO DEL DRENAJE PLUVIAL  
EN LA AV. RAYMONDI CUADRA 12**

- Capacidad Admisible de Suelos
- Análisis de Corte directo (Angulo de fricción y cohesión)
- Perfil Estratigráfico
- Análisis Granulométricos (METODO ASTM D-422)
- Humedad Natural (ASTM D-2216, MTC E 108)
- Límites de Atterberg (ASTM D 4318, AASHTO T-89 y T-90)

  
Pedro M. Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249

  
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
VICTOR M. MELGAREJO GRAMADOS  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS





### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

**PROYECTO :** "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"

**MATERIAL :** TERRENO DE FUNDACION

**CALICATA :** 1

**MUESTRA :** M-1

**PROFUND. :** 0.10 - 1.50 METROS

**UBICACIÓN :** AV. RAYMONDI CUADRA 12

**NIVEL FREA :** SE ENCONTRO A 1.40 METROS

**ING. RESP. :** P.H.M.C.

**TEC. RESP. :** V.M.M.G.

**FECHA :** 22/06/2023

**LADO :** IZQUIERDO

**CONTENIDO DE HUMEDAD :**

Nº DE RECIPIENTE	1	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	128.60
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	89.50	PESO DEL ANILLO (g)	49.27
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	74.50	PESO DE LA MUESTRA (g)	79.23
PESO DEL AGUA (gr.)	15.00	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20.19
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	-	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	41.10
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	74.50	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.928
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	20.13	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.605

**ESFUERZO NORMAL : 0,5 kg/cm<sup>2</sup>**

TIEMPO (min)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	-	0.00		0.00	0.00
0.03	-	0.03		0.13	0.01
0.06	-	0.06		0.54	0.03
0.12	-	0.12		0.95	0.05
0.21	-	0.21		1.36	0.07
0.30	-	0.30		1.77	0.09
0.45	-	0.45		2.18	0.11
0.60	-	0.60		2.59	0.13
0.75	-	0.75		3.00	0.15
0.90	-	0.90		3.41	0.17
1.05	-	1.05		3.82	0.19
1.20	-	1.20		4.23	0.21
1.35	-	1.35		4.64	0.23
1.50	-	1.50		5.05	0.25
1.65	-	1.65		5.46	0.27
1.80	-	1.80		5.87	0.29
2.10	-	2.10		6.28	0.31
2.40	-	2.40		6.69	0.33
2.70	-	2.70		7.10	0.35
3.00	-	3.00		7.51	0.37
3.60	-	3.60		7.92	0.39
4.20	-	4.20		8.33	0.41
4.80	-	4.80		8.74	0.43
5.40	-	5.40		9.15	0.45
6.00	-	6.00		9.56	0.47
7.00	-	7.00		10.12	0.50

*Pedro M. Hinojosa*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249



INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025

*Victor M. Melgarejo*  
VICTOR M. MELGAREJO GRAMADOS  
TÉCNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel. 964012405 Tel 064545359



Juon los Incas N° 21 Satipo - Junin



ingcodinamica\_cirl@outlook.com

41



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

ASTM D-3080

**PROYECTO :** "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"

**MATERIAL :** TERRENO DE FUNDACION

**CALICATA :** 1

**MUESTRA :** M-1

**PROFUND. :** 0.10 - 1.50 METROS

**UBICACIÓN :** AV. RAYMONDI CUADRA 12

**NIVEL FREA :** SE ENCONTRO A 1.40 METROS

**ING. RESP. :** P.H.M.C.  
**TEC. RESP. :** V.M.M.G.  
**FECHA :** 22/06/2023  
**LADO :** IZQUIERDO

Nº DE RECIPIENTE	2	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	127.40
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	88.80	PESO DEL ANILLO (g)	49.27
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	73.50	PESO DE LA MUESTRA (g)	78.13
PESO DEL AGUA (gr.)	15.00	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20.19
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	-	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	41.10
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	73.50	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.901
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	20.41	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.579

**ESFUERZO NORMAL :** 1,0 kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	-	0.00		0.00	0.00
0.03	-	0.03		0.33	0.02
0.06	-	0.06		1.33	0.07
0.12	-	0.12		2.33	0.12
0.21	-	0.21		3.33	0.16
0.30	-	0.30		4.33	0.21
0.45	-	0.45		5.33	0.26
0.60	-	0.60		6.33	0.31
0.75	-	0.75		7.33	0.36
0.90	-	0.90		8.33	0.41
1.05	-	1.05		9.33	0.46
1.20	-	1.20		10.33	0.51
1.35	-	1.35		11.33	0.56
1.50	-	1.50		12.33	0.61
1.65	-	1.65		13.33	0.66
1.80	-	1.80		14.33	0.71
2.10	-	2.10		15.33	0.76
2.40	-	2.40		16.33	0.81
2.70	-	2.70		17.33	0.86
3.00	-	3.00		18.33	0.91
3.60	-	3.60		19.33	0.96
4.20	-	4.20		20.33	1.01
4.80	-	4.80		21.33	1.06
5.40	-	5.40		22.33	1.11
6.00	-	6.00		23.33	1.16
7.00	-	7.00		24.12	1.19

  
 Pedro W. Huancas Bermejo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 277249

  
 INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
  
 VICTOR M. MELGAREJO GRAJALDOS  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Tel: 064345359



Junín los Incas N° 217 Satipo - Junín



ingeeodinamica\_civil@outlook.com

42



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

**PROYECTO :** "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"

**MATERIAL :** TERRENO DE FUNDACION

**CALICATA :** 1

**MUESTRA :** M-1

**PROFUND. :** 0.10 - 1.50 METROS

**UBICACIÓN :** AV. RAYMONDI CUADRA 12

**NIVEL FREA :** SE ENCONTRO A 1.40 METROS

**ING. RESP. :** P.H.M.C.

**TEC. RESP. :** V.M.M.G.

**FECHA :** 22/06/2023

**LADO :** IZQUIERDO

**CONTENIDO DE HUMEDAD :**

Nº DE RECIPIENTE	3	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	129.30
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	80.50	PESO DEL ANILLO (g)	49.27
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	66.90	PESO DE LA MUESTRA (g)	80.03
PESO DEL AGUA (gr.)	13.60	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20.19
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	-	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	41.10
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	66.90	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.947
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	20.33	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.618

**ESFUERZO NORMAL : 2,0 kg/cm<sup>2</sup>**

TIEMPO (min)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	-	0.00		0.00	0.00
0.03	-	0.03		0.53	0.03
0.06	-	0.06		2.12	0.11
0.12	-	0.12		3.71	0.18
0.21	-	0.21		5.30	0.26
0.30	-	0.30		6.89	0.34
0.45	-	0.45		8.48	0.42
0.60	-	0.60		10.07	0.50
0.75	-	0.75		11.66	0.58
0.90	-	0.90		13.25	0.66
1.05	-	1.05		14.84	0.74
1.20	-	1.20		16.43	0.81
1.35	-	1.35		18.02	0.89
1.50	-	1.50		19.61	0.97
1.65	-	1.65		21.20	1.05
1.80	-	1.80		22.79	1.13
2.10	-	2.10		24.38	1.21
2.40	-	2.40		25.97	1.29
2.70	-	2.70		27.56	1.37
3.00	-	3.00		29.15	1.44
3.60	-	3.60		30.74	1.52
4.20	-	4.20		32.33	1.60
4.80	-	4.80		33.92	1.68
5.40	-	5.40		35.51	1.76
6.00	-	6.00		37.10	1.84
7.00	-	7.00		38.12	1.89

  
 Pedro M. Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. Nº 277249

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
  
 VICTOR M. MELGAREJO GRAY ADOSS  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Tel: 064543359



Jirón los Incas N° 217 Saipo - Junín



ingcodinamica\_cir1@outlook.es

43



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

PROYECTO: "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"

SOLICITADO: ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOJOSA

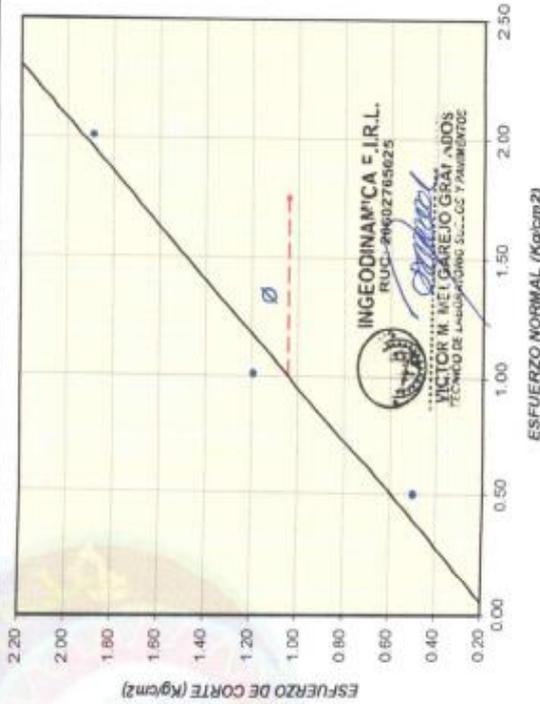
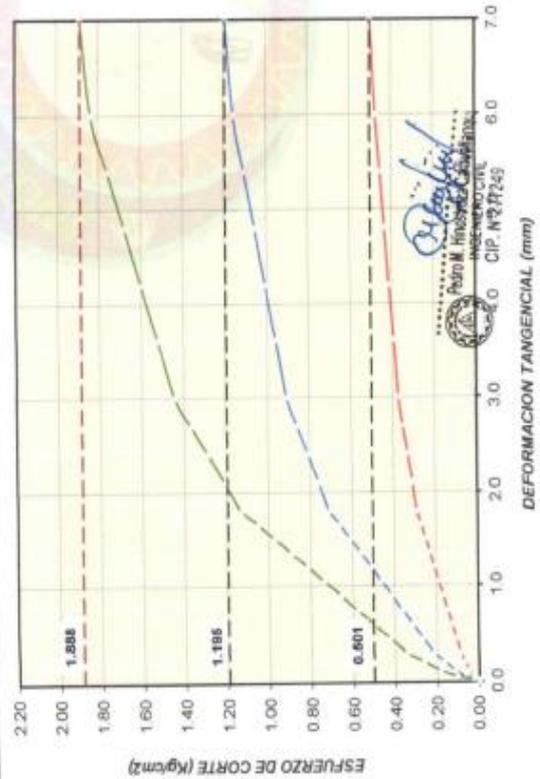
UBICACIÓN: AV. RAYMONDI CUADRA 12

MUESTRA: TERRENO DE FUNDACION PROF. (m): 0.10 - 1.50 METROS

PROCEDENCIA: M-1 TÉCNICO V.M.M.G. FECHA: 22/05/2023

CLASIF. SUCS.: SM LL: 27.51% IP: 0.29% % MENOR QUE MALLA N° 200: 29.6%

MUESTRA N°	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (t/cm <sup>3</sup> )	CARACTERÍSTICAS DE LOS ESQUEMES	
				ESFUERZOS TANGENCIAL	ESFUERZOS NORMAL
01	20.19	20.13	1.605	0.501	0.5
02	20.19	20.41	1.579	1.195	1.0
03	20.19	20.33	1.618	1.888	2.0



OBSERVACIONES: MUESTRA ENSAYADA EN CONDICIONES CONSOLIDADA DRENADA TAMIZADO POR LA MALLA N° 4 (4.75mm) Remoldeado (material < Tamiz N° 4)

#### RESULTADOS DE ENSAYOS

COHESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	0.15	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	41.6
--------------------------------	------	------------------------	------



Cel: 964012405 | dir: 061545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junín



ingeodinamica\_cirf@outlook.es



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

<b>PROYECTO</b>	: "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"	<b>ING. RESI</b>	: P.H.M.C.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO DE FUNDACION	<b>TEC. RES</b>	: V.M.M.G.
<b>CALICATA</b>	: 1	<b>FECHA</b>	: 22/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: M-1	<b>LADO</b>	: IZQUIERDO
<b>PROFUND.</b>	: 0.10 - 1.50 METROS		
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. RAYMONDI CUADRA 12		
<b>NIVEL FREATICO</b>	: SE ENCONTRO A 1.40 METROS		

<b>CONDICIÓN DE LA MUESTRA</b>	: REMOLDADA	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	: SM
<b>ÁREA DE LOS ESPECÍMENES</b>	: 20.19 cm <sup>2</sup>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	: 27.5 %
<b>VOLUMEN DE LOS ESPECÍMENES</b>	: 41.10 cm <sup>3</sup>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>	: 0.3 %
		<b>% MENOR QUE LA MALLA N° 200</b>	: 29.6 %

<b>N° DE MUESTRA</b>	:	01
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	20.1
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.928
<b>DENSIDAD SECA</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.605
<b>ESFUERZO NORMAL</b>	kg/cm <sup>2</sup>	0.5

01		02		03	
20.1		20.4		20.3	
1.928		1.901		1.947	
1.605		1.579		1.618	
0.5		1.0		2.0	
DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
-	-	-	-	-	-
0.03	0.006	0.03	0.016	0.03	0.026
0.06	0.027	0.06	0.066	0.06	0.105
0.12	0.047	0.12	0.115	0.12	0.184
0.21	0.067	0.21	0.165	0.21	0.263
0.30	0.088	0.30	0.214	0.30	0.341
0.45	0.108	0.45	0.264	0.45	0.420
0.60	0.128	0.60	0.314	0.60	0.499
0.75	0.149	0.75	0.363	0.75	0.578
0.90	0.168	0.90	0.413	0.90	0.656
1.05	0.189	1.05	0.462	1.05	0.735
1.20	0.210	1.20	0.512	1.20	0.814
1.35	0.230	1.35	0.561	1.35	0.893
1.50	0.250	1.50	0.611	1.50	0.971
1.65	0.270	1.65	0.660	1.65	1.050
1.80	0.291	1.80	0.710	1.80	1.129
2.10	0.311	2.10	0.759	2.10	1.208
2.40	0.331	2.40	0.809	2.40	1.288
2.70	0.352	2.70	0.858	2.70	1.365
3.00	0.372	3.00	0.906	3.00	1.444
3.60	0.392	3.60	0.957	3.60	1.523
4.20	0.413	4.20	1.007	4.20	1.601
4.80	0.433	4.80	1.057	4.80	1.680
5.40	0.453	5.40	1.106	5.40	1.759
6.00	0.474	6.00	1.156	6.00	1.838
7.00	0.501	7.00	1.195	7.00	1.888

**Ángulo de Fricción**

$\phi = 41.6^\circ$

**Cohesión**

$C = 0.15 \text{ kg/cm}^2$

*Pedro M. Melgarejo Graffados*  
 Pedro M. Melgarejo Graffados  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 277249

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
*Victor M. Melgarejo Graffados*  
 VICTOR M. MELGAREJO GRAFFADOS  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



* COSIDERANDO FALLA LOCAL :		
A	Ángulo de fricción interna (°)	41.6
B	cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.16
C	Porcentaje de humedad (%)	20.3
D	Peso específico de los sólidos	1.947
E	Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	1.925
F	Densidad Seca E/(1+C/100)	1.600
G	Relación de Vacíos (D*(1+(C/100))-E)/E	0.22
H	Grado de Saturación C*D/(100*G)*100	182.41
I	Densidad saturada (G+D)/(1+G)	1.778
J	Densidad sumergida (I - 1)	0.778
K	Nivel de la napa freática (m)	1.4

Ø' =	30.6
C =	0.15
Nc' =	18.990
Nq' =	8.310
Nγ' =	4.390

Ancho =	1.00 m
Prof. =	1.20 m
F <sub>s</sub> =	3.0

* PARA ZAPATA CUADRADA	
Q <sub>h</sub> =	21.03 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub> =	7.01 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub> =	0.70 Kg/cm <sup>2</sup>

* PARA ZAPATA CIRCULAR	
DIÁMETRO	
Q <sub>h</sub> =	20.69 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub> =	6.90 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub> =	0.69 Kg/cm <sup>2</sup>

* PARA ZAPATA CONTINUA	
Q <sub>h</sub> =	20.52 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub> =	6.84 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>adm</sub> =	0.68 Kg/cm <sup>2</sup>

**ASENTAMIENTO (S<sub>i</sub>)**

Presión por carga admisi	Q <sub>adm</sub> =	0.70	Kg/cm <sup>2</sup>
Relación de Poisson	μ =	0.30	
Módulo de Elasticidad	E <sub>s</sub> =	105.5	Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento permisible	S <sub>i(max)</sub> =	2.54	cm
Ancho de la cimentación	B =	1.50	m
Factor de forma	I <sub>f</sub> =	0.30	m/m

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Asentamiento	S <sub>i</sub> =	0.003	m
Asentamiento	S <sub>i</sub> =	0.31	cm

$$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}}$$

Presión por carga	Q <sub>adm</sub> =	0.70	Kg/cm <sup>2</sup>
Presión de carga asumid:	Q <sub>adm</sub> =	0.80	Kg/cm <sup>2</sup>

S <sub>i</sub> =	0.28	cm	OK!
S <sub>i</sub> =	0.31	cm	OK!

*Pedro M. Melgarejo*  
Pedro M. Melgarejo Graña  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 277249

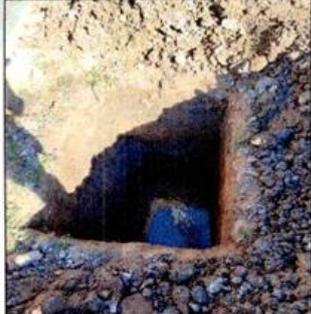
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
*Victor M. Melgarejo*  
VICTOR M. MELGAREJO GRAÑA  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



REGISTRO DE CALICATAS Y PANEL FOTOGRAFICO

<b>TESIS</b> "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023" <b>MATERIAL</b> : TERRENO DE FUNDACION <b>UBICACIÓN</b> : AV. RAYMONDI CUADRA 12	<b>ING. RESP.</b> : P.M.H.C. <b>TEC. RESP.</b> : V.M.M.G. <b>FECHA</b> : 20/06/2023
	<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>

<b>CALICATA</b> : 2	<b>LADO</b> : IZQUIERDO	<b>PROF. (m)</b> : 0.10 - 1.50
<b>COORDENADAS UTM</b>	<b>ESTE</b> : 538708.0 <b>NORTE</b> : 8755614.0	<b>MUESTRA</b> : M-1
<b>COTA</b> : 654 msnm		<b>NIVEL FREÁTICO</b> : SE ENCONTRO A 1.40 METROS

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION		PANEL FOTOGRAFICO
					AASHTO	SUCS	
0.00							
0.05							
0.10				0.00 - 0.10 m. se encontró material orgánico en poca escala.			
0.15							
0.20							
0.25							
0.30							
0.35							
0.40							
0.45							
0.50							
0.55							
0.60							
0.65							
0.70							
0.75							
0.80		M-1		0.10 - 1.50 m : material (SM) Arena limosa con grava, de color marrón con amarillento, en estado saturado, se encontro nivel freatico a 1.40 metros.	A-2-4	SM	
0.85							
0.90							
0.95							
1.00							
1.05							
1.10							
1.15							
1.20							
1.25							
1.30							
1.35							
1.40							
1.45							
1.50							

Observaciones: Muestra fue tomada en campo por personal de INGEODINAMICA

  
 Pedro M. Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 277249

  
 INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
  
 VICTOR M. MELGAREJO G.  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

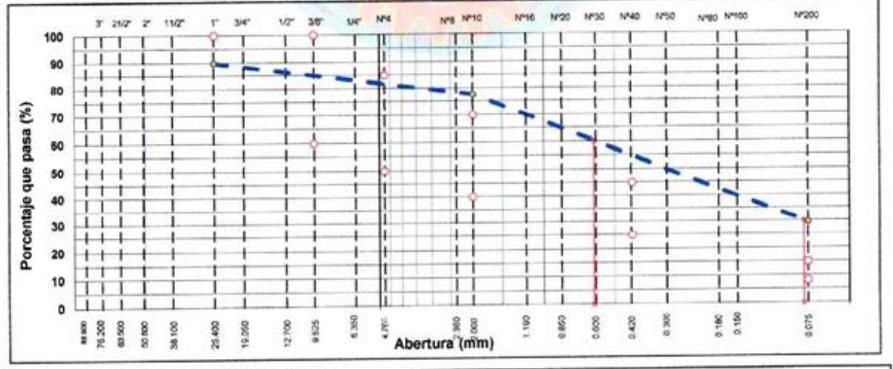
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

<b>TESIS</b> : "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023" <b>MATERIAL</b> : TERRENO DE FUNDACION <b>CALICATA</b> : 2 <b>MUESTRA</b> : M-1 <b>PROFUND.</b> : 0.10 - 1.50 <b>UBICACIÓN</b> : AV. RAYMONDI CUADRA 12 <b>NIVEL FREATI</b> : SE ENCONTRÓ A 1.40 METROS	<b>ING° RESP.</b> : P M H C <b>TEC. RESP.</b> : V M M G <b>FECHA</b> : 20/09/2023 <b>LADO</b> : IZQUIERDO
--	--

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO D	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800									
6"	152.400									
5"	127.000									
4 1/2"	114.300									
4"	101.600									
3 1/2"	89.900									
3"	76.200									
2 1/2"	63.500				100.0					
2"	50.800	213.0	5.7	5.7	94.3		PESO TOTAL = 3.732.0 gr			
1 1/2"	38.100		0.0	5.7	94.3		PESO GRAVA = 646.0 gr			
1"	25.400	186.00	4.5	10.2	89.8	100 - 100	PESO ARENA = 3086.0 gr			
3/4"	19.000	14.90	0.4	10.5	89.5		PESO FINO = 3.086.0 gr			
1/2"	12.500	85.00	2.3	12.8	87.2		LÍMITE LÍQUIDO = 27.51 %			
3/8"	9.500	51.00	1.4	14.2	85.6	80 - 100	LÍMITE PLÁSTICO = 27.22 %			
1/4"	6.350		0.0	14.2	85.8		ÍNDICE PLÁSTICO = 0.29 %			
# 4	4.750	117.00	3.1	17.3	82.7	50 - 85	CLASIF AASHTO = A-2-4 (0)			
# 8	2.360		0.0	17.3	82.7		CLASIF SUCCS = SM			
# 10	2.000	188.40	5.0	22.4	77.6	40 - 70	% Grava = 17.33 %			
# 20	0.840		0.0	22.4	77.6		% Arena = 53.06 %			
# 40	0.425	859.30	23.0	45.4	54.6	25 - 45	% Fino = 29.61 %			
# 50	0.300		0.0	45.4	54.6		% HUMEDAD			
# 80	0.180		0.0	45.4	54.6		P.S.H. = 451.0			
# 100	0.150	679.00	18.2	63.6	36.4		P.S.S. = 373.0			
# 200	0.075	254.00	6.8	70.4	29.6	8 - 15	% Humedad = 20.91%			
< # 200	FONDO	1.105.30	29.6	100.0	0.0					
FRACCIÓN		3.086.0								
TOTAL		3.732.0								

Descripción suelo: Arena limosa con grava

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observaciones: Muestra fue tomada en campo por personal de INGEODINÁMICA

  
**Pedro M. Fariña**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N°277249

  
**INGEODINÁMICA E.I.R.L.**  
 RUC: 20602765025  
  
**VÍCTOR M. MELGAREJO G.**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS

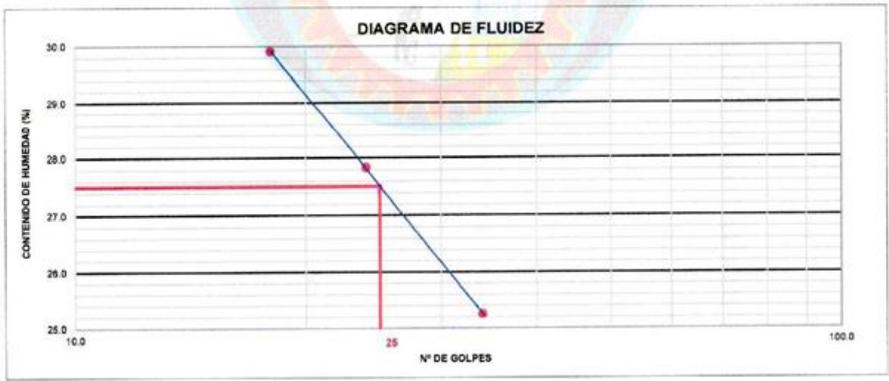


CONSEJERÍA Y EJECUTOR DE OBRAS CIVILES EN GENERAL, PROYECTOS DE CARRETERAS  
Y PUENTES, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025

LÍMITES DE ATTERBERG	
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
TESIS	: "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"
MATERIAL	: TERRENO DE FUNDACION
CALICATA	: 2
MUESTRA	: M-1
PROFUND.	: 0.10 - 1.50
UBICACIÓN	: AV. RAYMONDI CUADRA 12
NIVEL FREATK	: SE ENCONTRA A 1.40 METROS
ING° RESP.	: P.M.H.C.
TEC. RESP.	: V.M.M.G
FECHA	: 21/08/2023

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	7	24	34	
TARRO + SUELO HÚMEDO	56.20	53.78	48.92	
TARRO + SUELO SECO	52.27	50.74	46.93	
AGUA	3.93	3.04	1.99	
PESO DEL TARRO	39.13	39.82	39.05	
PESO DEL SUELO SECO	13.14	10.92	7.88	
% DE HUMEDAD	29.91	27.84	25.25	
N° DE GOLPES	18	24	34	

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	18	16		
TARRO + SUELO HÚMEDO	23.38	23.31		
TARRO + SUELO SECO	22.55	22.55		
AGUA	0.83	0.76		
PESO DEL TARRO	19.52	19.74		
PESO DEL SUELO SECO	3.03	2.81		
% DE HUMEDAD	27.39	27.05		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.51
LÍMITE PLÁSTICO	27.22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0.29

Observaciones: Muestra fue tomada en campo por personal de INGEODINAMICA

Pedro M. Huelstruz Carhuallanque  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
  
VICTOR M. MELGAREJO G.  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



### HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

<b>TESIS</b>	"DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"	<b>ING° RESP.</b>	: P.M.H.C.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO DE FUNDACION	<b>TEC. RESP.</b>	: V.M.M.G.
<b>CALICATA</b>	: 2	<b>FECHA</b>	: 22/06/2023
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.10 - 1.50		
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. RAYMONDI CUADRA 12		
<b>NIVEL FREAT</b>	: SE ENCONTRO A 1.40 METROS		

#### DATOS

N° de Ensayo	1	2		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	451.00	350.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	373.00	291.00		
Peso de Tara (gr.)				
Peso de Agua (gr.)	78.00	59.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	373.00	291.00		
Humedad Natural (%)	20.91	20.27		
Promedio de Humedad (%)	20.59			

Observaciones: Muestra fue tomada en campo por personal de INGEODINAMICA

  
Pedro M. Hinasbaza Carhuakanqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249

  
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
  
VICTOR M. MELGAREJO GONZALEZ  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel-964012405 Telf-064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junin



ingedinamica\_eirl@outlook.es



**CONSULTOR Y EJECUTOR DE OBRAS CIVILES EN GENERAL, PROYECTOS DE CARRETERAS Y PUENTES, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**INGEODINAMICA E.I.R.L.**

RUC: 20602765025

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

ASTM D-3080

PROYECTO : "DISEÑO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN VIVIENDAS PRODUCTO A LLUVIAS TORRENCIALES, SATIPO - JUNIN, 2023"

MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION

CALICATA : 1

MUESTRA : M-1

PROFUND. : 0.00 - 1.50 METROS

UBICACIÓN : AV. RAYMONDI CUADRA 12

NIVEL FREA : NO SE ENCONTRO

ING. RESP. : P.H.M.C.

TEC. RESP. : V.M.M.G.

FECHA : 22/06/2023

LADO : IZQUIERDO

CONTENIDO DE HUMEDAD :			
N° DE RECIPIENTE	1	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	125.20
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	83.80	PESO DEL ANILLO (g)	49.27
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	72.40	PESO DE LA MUESTRA (g)	75.93
PESO DEL AGUA (gr.)	11.40	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	20.19
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	-	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	41.10
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	72.40	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.847
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	15.75	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.596

ESFUERZO NORMAL : 0,5 kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	-	0.00		0.00	0.00
0.03	-	0.03		0.23	0.01
0.06	-	0.06		0.55	0.03
0.12	-	0.12		0.87	0.04
0.21	-	0.21		1.19	0.06
0.30	-	0.30		1.51	0.07
0.45	-	0.45		1.83	0.09
0.60	-	0.60		2.15	0.11
0.75	-	0.75		2.47	0.12
0.90	-	0.90		2.79	0.14
1.05	-	1.05		3.11	0.15
1.20	-	1.20		3.43	0.17
1.35	-	1.35		3.75	0.19
1.50	-	1.50		4.07	0.20
1.65	-	1.65		4.39	0.22
1.80	-	1.80		4.71	0.23
2.10	-	2.10		5.03	0.25
2.40	-	2.40		5.35	0.27
2.70	-	2.70		5.67	0.28
3.00	-	3.00		5.99	0.30
3.60	-	3.60		6.31	0.31
4.20	-	4.20		6.63	0.33
4.80	-	4.80		6.95	0.34
5.40	-	5.40		7.27	0.36
6.00	-	6.00		7.59	0.38
7.00	-	7.00		8.54	0.42

  
 Pedro M. Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N°277249

  
 INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
  
 VICTOR M. MELGAREJO GRANADOS  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Tg: 0615453399



Jiron los Incas N° 217 Satipo - Junin



ingodinamica\_eirl@outlook.es

30



CONSULTOR Y EJECUTOR DE OBRAS CIVILES EN GENERAL, PROYECTOS DE CARRETERAS  
Y PUENTES, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025

## PANEL FOTOGRAFICO



*Pedro M. Hinojosa*  
Pedro M. Hinojosa Carhuakanku  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 277249



INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602768026

*Victor M. Melgarejo*  
VICTOR M. MELGAREJO GONZALEZ  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Telf: 064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junín



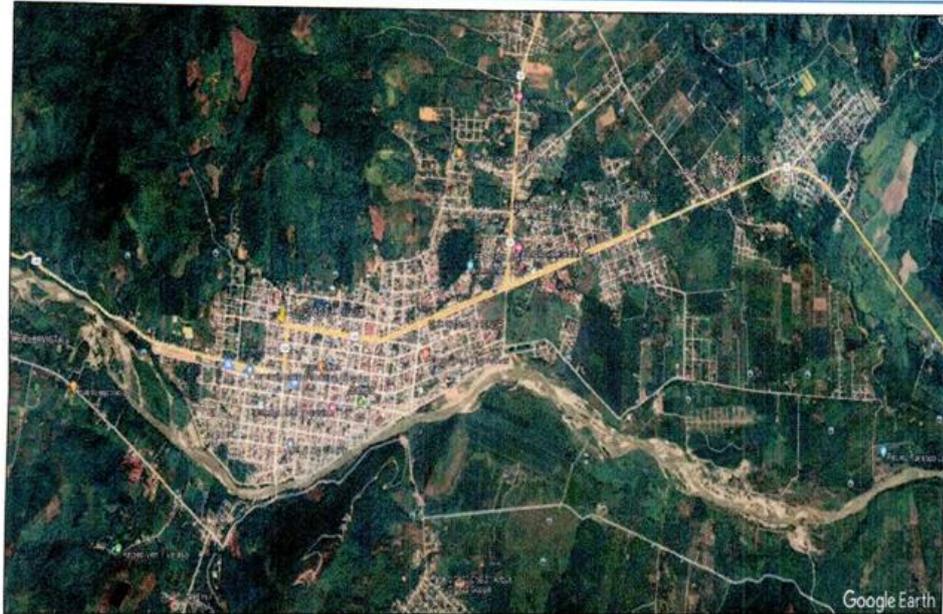
ingedinamica\_eirl@outlook.es



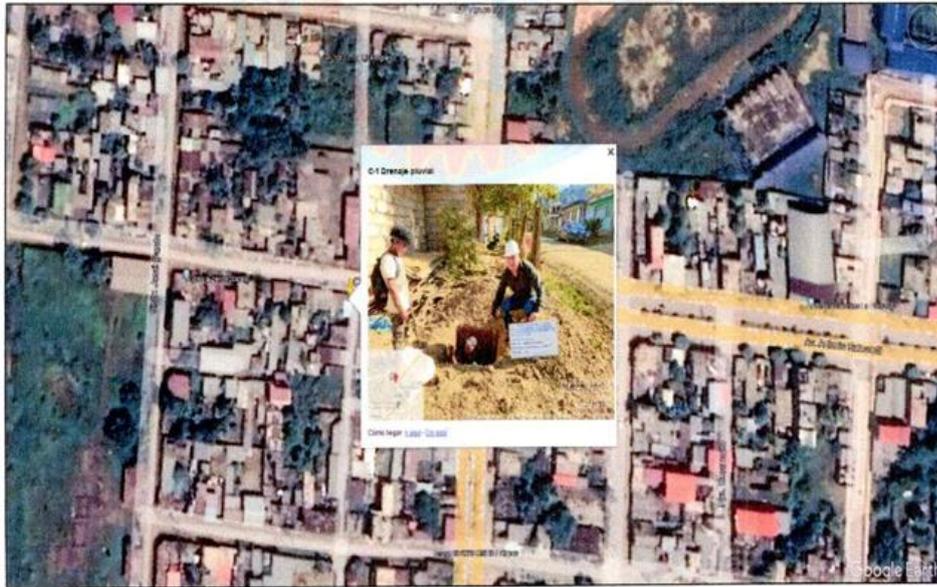
# CALICATA 1

  
Pedro M. Hinosoriza Canhualkanqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249

  
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
VICTOR M. MEZGARAJO GRUPO  
TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



UBICACIÓN CON GOOGLE EARTH VISTA PANORAMICA DE LA CALICATA 1 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12



UBICACIÓN CON GOOGLE EARTH Y PANEL FOTOGRAFICO DE LA CALICATA 1 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
**VICTOR M. MELGAREJO GR**  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS

**Patricio M. Hinojosa Caballero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 277249



Cel: 964012405 Telf: 064545359



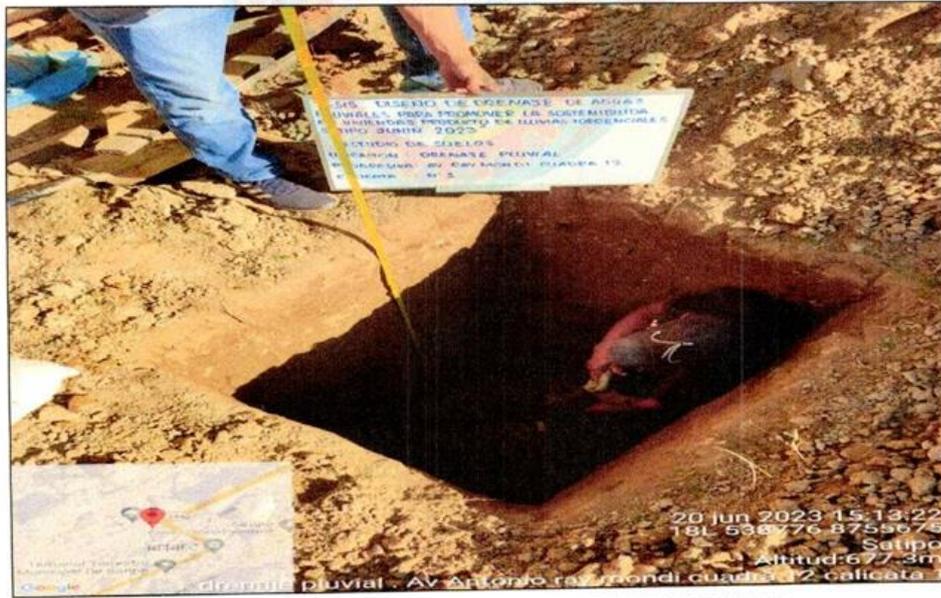
Jirón los Incas N° 217. Satipo - Junín



ingeodinamica\_eirl@outlook.es



MUESTREO DE LA EXCAVACION DE LA CALICATA 1 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12



EXCAVACION DE LA CALICATA 1 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12

  
 Pedro M. Hinostroza Carvajal  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 277249

  
 INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
  
 VICTOR M. MELGAREJO GR  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Tel: 064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junín



ingeodinamica\_eirl@outlook.es



ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL CALICATA 1 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12



ENSAYO DE METODO DE CUARTEO DE LA CALICATA 1 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12

Pedro M. Hinojosa Carhuallanque  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: N° 277269

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
  
 VICTOR M. MELGAREJO GK  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Telf: 064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junin



ingeodinamica\_eirl@outlook.es



ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA CALICATA 1 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12



ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE LA CALICATA 1 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12

*Handwritten signature*  
 Pedro M. Hinosojza Caruastanguy  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: N°277249

INGEOdinamica E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
*Handwritten signature*  
 VICTOR M. MELGAREJO G.  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel: 964012405 Telf: 0645453359



Jirón los Incaes N° 217 Satipo - Junín



ingecinamica\_eirl@outlook.es



# CALICATA 2

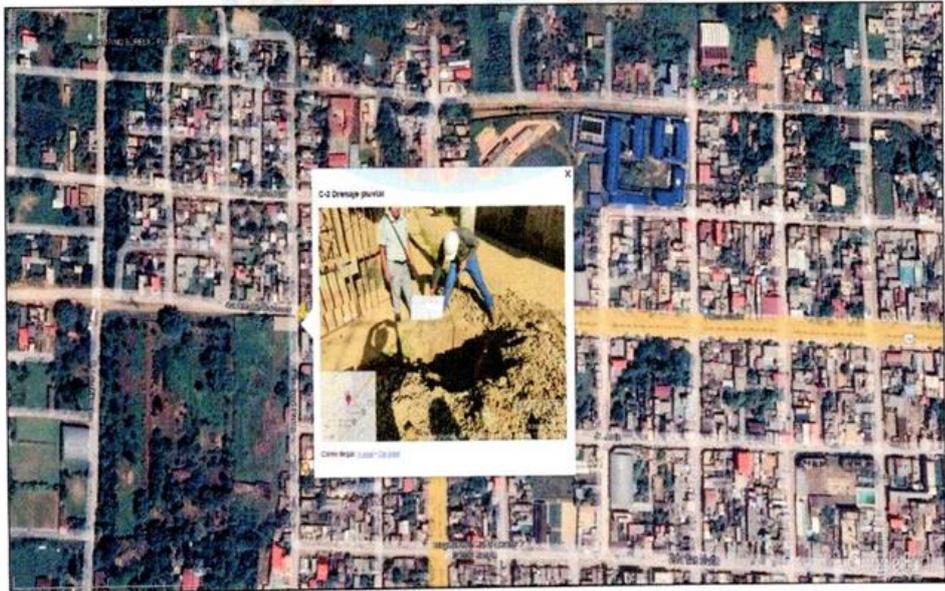
  
Pedro M. Hinksiroca Casruallanqui  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N°277249

  
INGEODINAMICA E.I.R.L.  
RUC: 20602765025  
VICTOR M. MEXGAREJO GR  
TÉCNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS





UBICACIÓN CON GOOGLE EARTH VISTA PANORAMICA DE LA CALICATA 2 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12



UBICACIÓN CON GOOGLE EARTH Y PANEL FOTOGRAFICO DE LA CALICATA 2 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12

  
 Pedro M. Hinojosa Carhuakangur  
 INGENIERO CIVIL  
 OIP. N°277249

  
 INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
  
 VICTOR M. MELBAJEJO GR.  
 TÉCNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



Cel:964012405 Telf:064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junín



ingeodinamica\_eirl@outlook.es



29 Jun 2023 15:26:37  
 161.538708, 87.556115  
 Grupo  
 Altitud: 683.5m

MUESTREO DE LA EXCAVACION DE LA CALICATA 2 DEL DRENAJE PLUVIAL  
 DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12



EXCAVACION DE LA CALICATA 2 DEL DRENAJE PLUVIAL  
 DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12

*Pedro M. Hindsroza Carhuamanqui*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: N° 277249

INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
*VICTOR M. MEJGAREJO G.*  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS



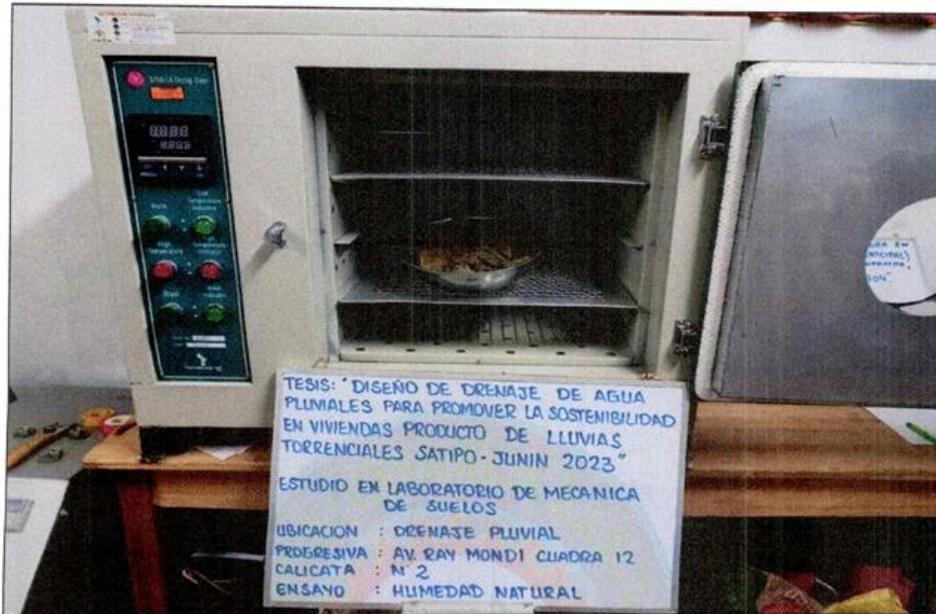
Cel: 964012405 Telf: 064545359



Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junín



ingecodinamica\_eirl@outlook.es



**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL CALICATA 2 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12**



**ENSAYO DE METODO DE CUARTEO DE LA CALICATA 2 DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA AV. RAYMONDI CUADRA 12**

  
 Pedro M. Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 277249

  
 INGEODINAMICA E.I.R.L.  
 RUC: 20602765025  
 VICTOR M. MELGAREJO  
 TECNICO DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS

 Cef: 964012405 Telf: 064545359

 Jirón los Incas N° 217 Satipo - Junín

 ingeodinamica\_eirl@outlook.es



## Anexo 9: Panel Fotográfico



Fotografía N° 01. Se visualiza el equipo técnico con los instrumentos necesarios para el levantamiento topográfico el 15 de julio del 2023.



Fotografía N° 02. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza realizando el levantamiento topográfico con el GPS geodésico, en la avenida Raymondi el 15 de julio del 2023.



Fotografía N° 03. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza realizando el levantamiento topográfico en la avenida Micaela Bastidas y el Jr. Julio C. Tello el 15 de julio del 2023.



Fotografía N° 04. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza realizando el levantamiento topográfico en el único sumidero de drenaje pluvial en la avenida Raymondi el 15 de julio del 2023.



Fotografía N° 05. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza tomando medidas de la calicata N° 01 y la muestra de 3.000 gr, el 23 de junio del 2023.



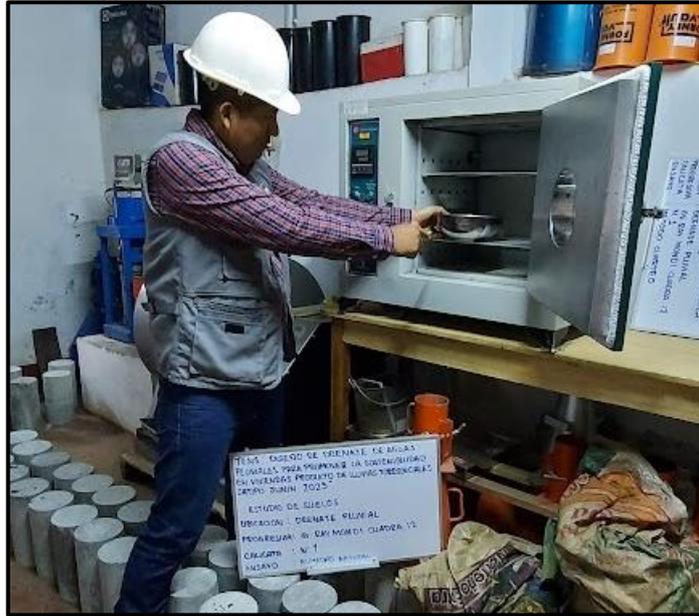
Fotografía N° 06. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza realizando el cuarteo de la calicata N° 2. En el Laboratorio De Geodinámica E.I.R.L, el 25 de junio del 2023.



Fotografía N° 07. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza realizando el análisis granulométrico con la muestra de la calicata N° 01, el 25 de junio del 2023.



Fotografía N° 08. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza realizando el análisis granulométrico con la muestra de la calicata N° 02, el 25 de junio de 2023.



Fotografía N° 09. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza realizando el análisis de humedad natural de la muestra de Calicata N° 01, el 25 de junio del 2023.



Fotografía N° 10. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostrroza realizando el análisis de humedad natural de la muestra de Calicata N° 02, el 25 de junio de 2023.



Fotografía N° 11. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostrroza realizando el análisis de límites de Atterberg, con la cuchara de Casa Grande y las taras con muestras de la Calicata N° 01, el 25 de junio del 2023.



Fotografía N° 12. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostrza realizando el análisis de límites de Atterberg, con la cuchara de Casa Grande y las taras con muestras de la Calicata N° 02, el 25 de junio del 2023.



Fotografía N° 13. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostrza realizando el ensayo de corte directo, con la caja de corte y las taras con muestras de la Calicata N° 01 y 02, el 26 de junio de 2023.



Fotografía N° 13. Se observa al tesista Angelo Alexander Castañeda Hinostroza en la Avenida Raymondi, inundada por las lluvias torrenciales Agosto – Diciembre, el 20 de julio del 2023.



Fotografía N° 14. Se observa el nivel de inundación de la Avenida Raymondi, y los daños a las viviendas por humedad e inundación, el 20 de julio del 2023.



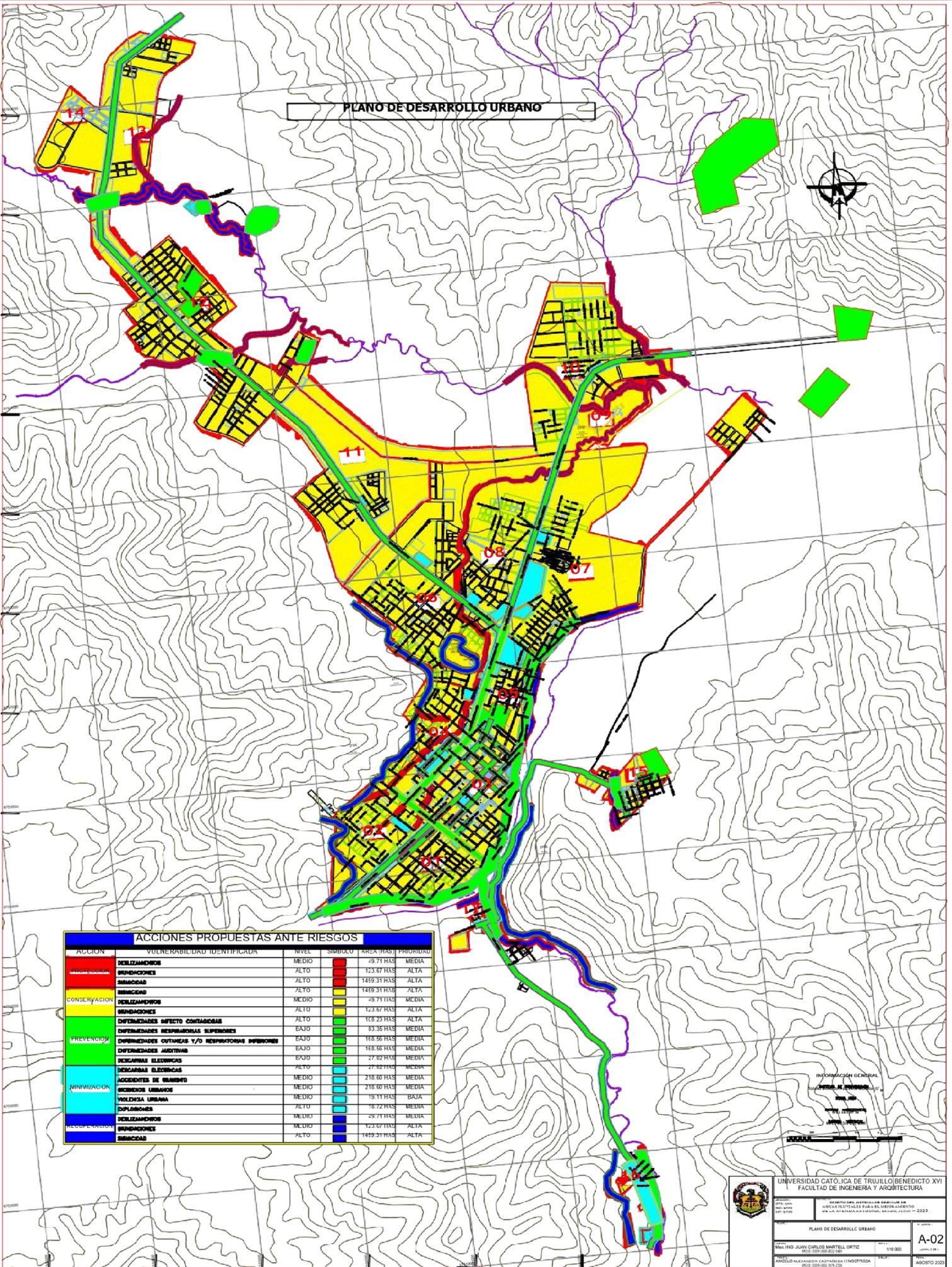
Fotografía N° 14. Se observa la Avenida Micaela Bastidas, inundada por las lluvias torrenciales Agosto – Diciembre, el 16 de agosto del 2023.



Fotografía N° 155. Se observa al Jr. Julio C. Tello, inundado por las lluvias torrenciales Agosto – Diciembre, el 14 de agosto del 2023.

## Anexo 10: Planos

PLANO DE DESARROLLO URBANO



ACCIONES PROPUESTAS ANTE RIESGOS					
ACCION	VULNERABILIDAD IDENTIFICADA	NIVEL	SIMBOLO	AREA (HAS)	PRIORIDAD
RECONSTRUCCION	DEFORMACIONES	MEDIO	[Red]	49.71 HAS	MEDIA
	SIEMBRAS	ALTO	[Red]	123.67 HAS	ALTA
CONSERVACION	SIEMBRAS	ALTO	[Red]	1459.31 HAS	ALTA
	DEFORMACIONES	ALTO	[Yellow]	1459.31 HAS	ALTA
PREVENCIÓN	DEFORMACIONES	MEDIO	[Yellow]	49.71 HAS	MEDIA
	DEFORMACIONES	ALTO	[Yellow]	123.67 HAS	ALTA
MINIVIZACION	DIFICULTADES INFECTO CONTAGIOSAS	ALTO	[Green]	102.23 HAS	ALTA
	DIFICULTADES RESPIRATORIAS SUPERIORES	BAJO	[Green]	82.35 HAS	MEDIA
RECONSTRUCCION	DIFICULTADES OÍTICAS Y/O RESPIRATORIAS INFERIORES	BAJO	[Green]	102.35 HAS	MEDIA
	DIFICULTADES AUDITIVAS	BAJO	[Green]	102.35 HAS	MEDIA
RECONSTRUCCION	RECONSTRUCION ELECTRICAS	ALTO	[Cyan]	27.02 HAS	MEDIA
	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	MEDIO	[Cyan]	216.60 HAS	MEDIA
RECONSTRUCCION	RECONSTRUCION URBANA	MEDIO	[Cyan]	216.60 HAS	MEDIA
	INFLUENCIA URBANA	MEDIO	[Cyan]	19.11 HAS	BAJA
RECONSTRUCCION	DIFUSION	ALTO	[Cyan]	18.72 HAS	MEDIA
	DEFORMACIONES	MEDIO	[Cyan]	29.71 HAS	MEDIA
RECONSTRUCCION	DEFORMACIONES	MEDIO	[Blue]	123.67 HAS	ALTA
	SIEMBRAS	ALTO	[Blue]	1459.31 HAS	ALTA

INFORMACION GENERAL  
 AUTOR: [Name]  
 FECHA: [Date]  
 ESCALA: [Scale]

UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PLANO DE DESARROLLO URBANO

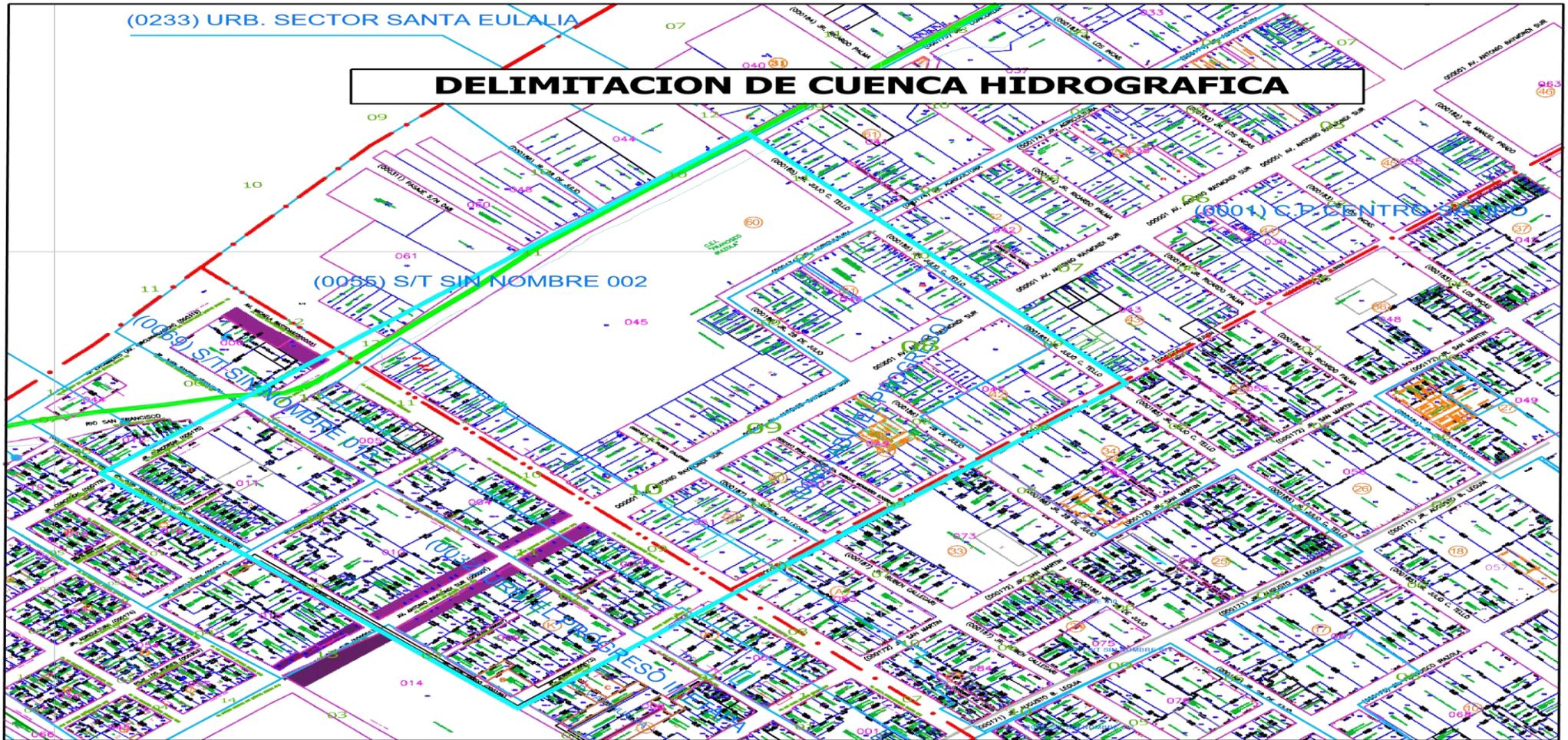
MENING JUAN CARLOS MARTEL ORTIZ  
 1/10/00

A-02

FECHA: [Date] ESCALA: [Scale] FECHA: [Date]

(0233) URB. SECTOR SANTA EULALIA

## DELIMITACION DE CUENCA HIDROGRAFICA



CUENCA HIDROGRÁFICA		
ITEMS	DESCRIPCION	DESCRIPCION
01	AREA DE LA CUENCA	167681.95 m <sup>2</sup>
02	PERIMETRO DE LA CUENCA	1'677.09 m
03	PENDIENTE	1.50 %
04	DESNIVEL	32.12 m.
05	COTA MAYOR	654.359 m.s.n.m.
06	COTA MENOR	622.235 m.s.n.m.
07	LONGITUD DE INFLUENCIA	2'922.22 m.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

UBICACION :  
 DPTO: JUNIN  
 PROV: SATIPO  
 DIST: SATIPO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDARAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023

PLANO :  
**DELIMITACION DE CUENCA HIDROGRAFICA**

N° LAMINA :  
**C-01**

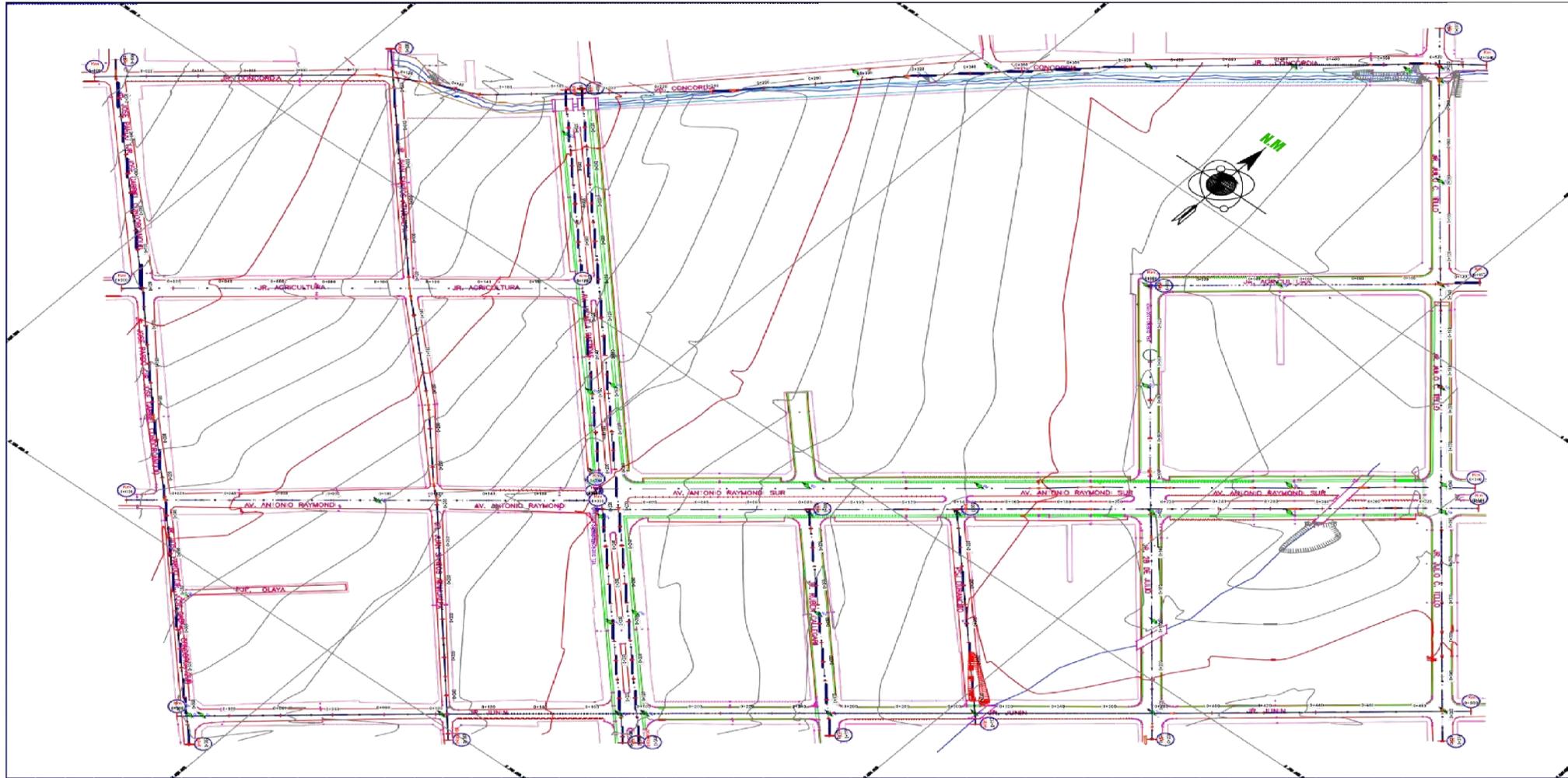
ASESOR: Msc. Ing. JUAN CARLOS MARTELL ORTIZ  
 ORCID: 0009-0008- 0023-548X

ESCALA :  
 1/10 000

TESISTA:  
 ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA  
 ORCID: 0009-0002-7475-2726

DIBUJO :

FECHA :  
 AGOSTO 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UBICACIÓN: DPTO. JUNÍN  
PROV. SATIPO  
DIST. SATIPO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNÍN - 2023.

PLANO: PLANO DE PLANTA

N° LAMINA: PP-01

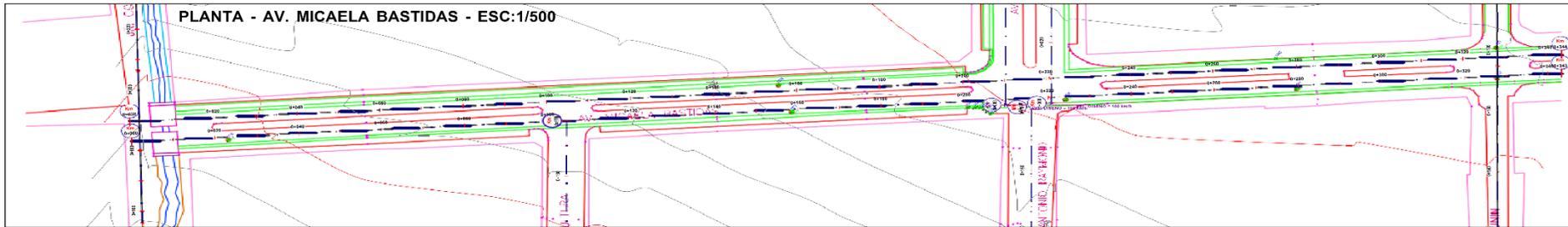
ASESOR: Msc. Ing. Juan Carlos Martell Ortiz  
ORCID: 0009-0008-0023-548X

ESCALA: 1/750

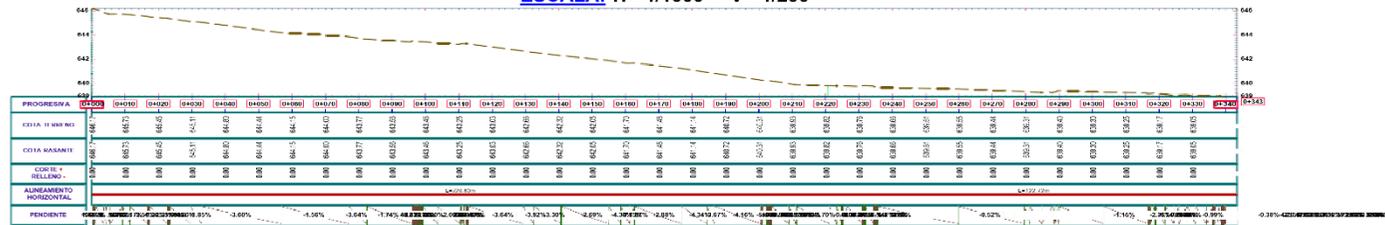
TESISTA: ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA  
ORCID: 0009-0002-7475-2726

DIBUJO: FECHA: AGOSTO 2023

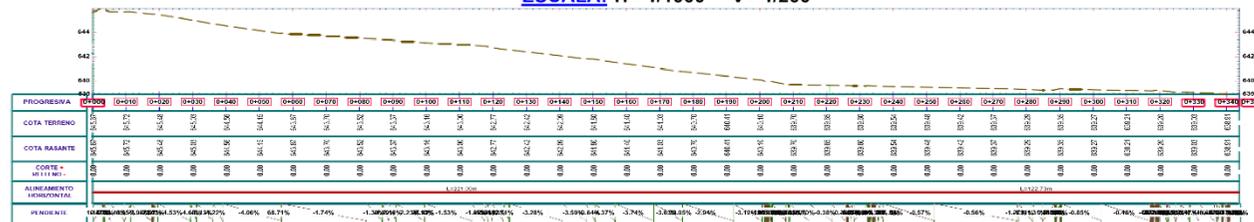




**PERFIL LONGITUDINAL**  
**AV. MICAELA BASTIDAS - DERECHA**  
 Km 0+000 - 0+343  
 ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200

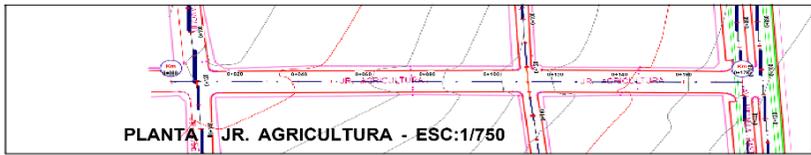


**PERFIL LONGITUDINAL**  
**AV. MICAELA BASTIDAS - IZQUIERDA**  
 Km 0+000 - 0+344  
 ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200



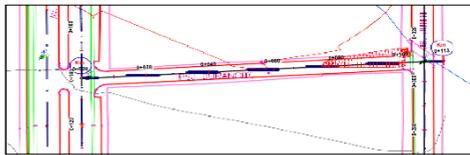
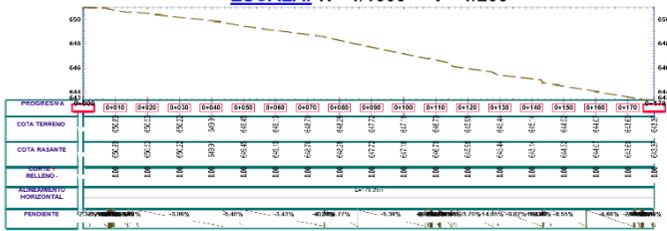
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UBICACION: DPTO. JUNIN PROV. SATIPO DIST. SATIPO	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL AV. MICAELA BASTIDAS	
ASESOR: Msc. Ing. Juan Carlos Martell Ortiz ORCID: 0009-0008-0023-548X	ESCALA: 1/500
TESISTA: ANGELLO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA ORCID: 0009-0002-7475-2726	FECHA: AGOSTO

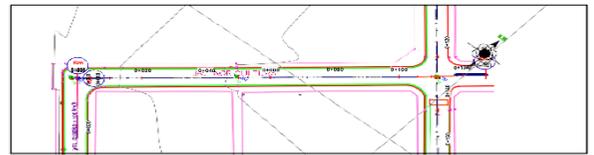
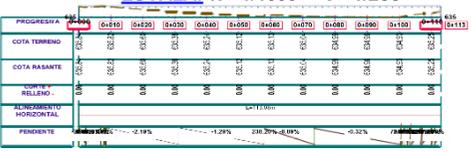


PLANTA JR. AGRICULTURA - ESC:1/750

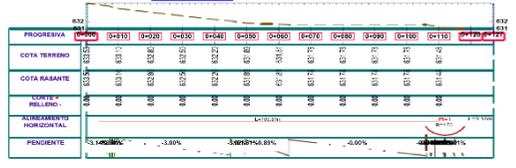
**PERFIL LONGITUDINAL**  
**JR. AGRICULTURA**  
Km 0+000 - 0+178  
ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200



**PERFIL LONGITUDINAL**  
**PSJ. DURANCITO**  
Km 0+000 - 0+113  
ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200



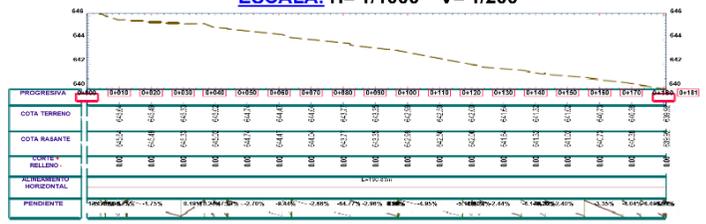
**PERFIL LONGITUDINAL**  
**JR. AGRICULTURA**  
Km 0+000 - 0+127  
ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200



PLANTA - JR. 28 DE JULIO - ESC:1/750

PLANTA - AV. ANTONIO RAYMONDI - ESC:1/750

**PERFIL LONGITUDINAL**  
**AV. ANTONIO RAYMONDI NORTE**  
Km 0+000 - 0+181  
ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UBICACION: DPTO: JUNÍN  
PROV: SATIPO  
DISE: SATIPO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNÍN - 2023

PLANO: PERFIL LONGITUDINAL JR. AGRICULTURA Y PJE. DURANCITO

ASESOR: Mec. Ing. JUAN CARLOS MARTELL ORTIZ  
ORCID:0009-0008-0023-548X

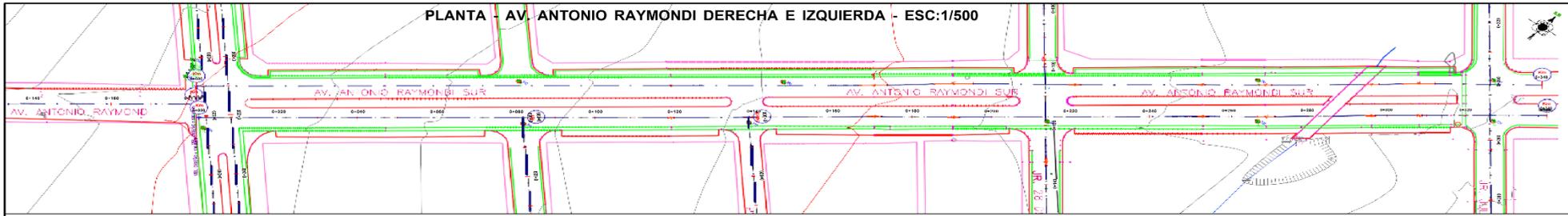
ESCALA: 1/500

FECHA: ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA  
ORCID: 0009-0002-7475-2726

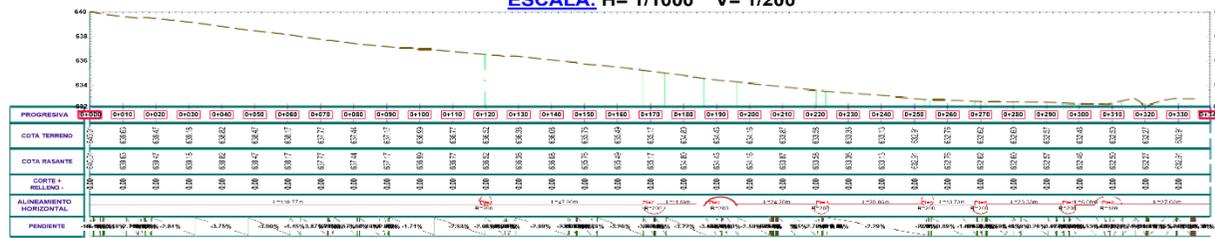
Nº LAMINA: PL-03

FECHA: AGOSTO 2023

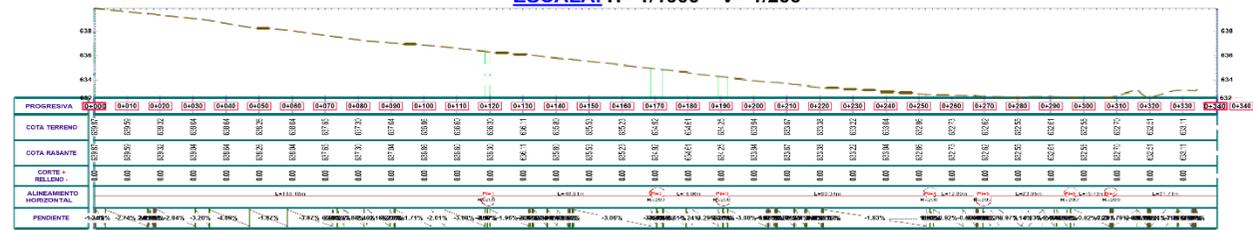




**PERFIL LONGITUDINAL  
AV. ANTONIO RAYMONI - IZQUIERDA  
Km 0+000 - 0+340  
ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200**



**PERFIL LONGITUDINAL  
AV. ANTONIO RAYMONDI - DERECHA  
Km 0+000 - 0+340  
ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200**



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

UBICACION:  
OFICIO: JUNIN  
PROV: SATIPO  
DST: SATIPO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS  
PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA  
1ª AVENIDA  
RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023

PLANO: PERFIL LONGITUDINAL AVENIDA RAYMONDI

N° LÁMINA:

ASESOR: Msc. Ing. JUAN CARLOS MARTELL ORTIZ  
ORCID: 0009-0008-0023-948X

ESCALA:  
1/500

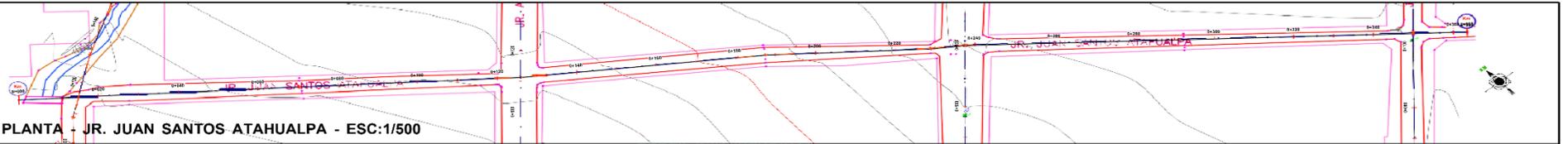
**PL-05**

PROYECTISTA: ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA  
ORCID: 0009-0002-7479-2726

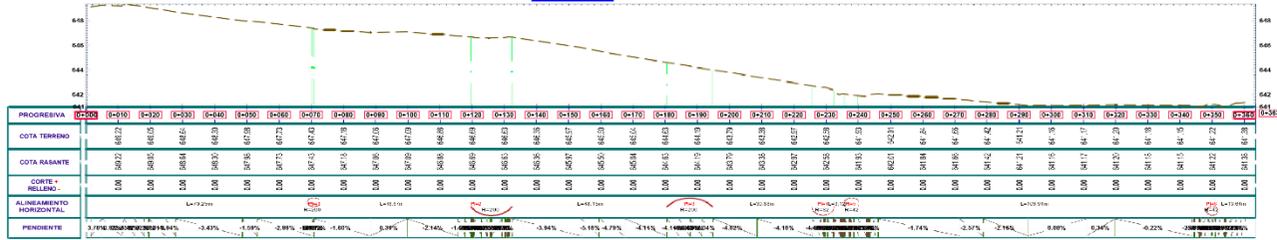
DIBUJO:

FECHA:  
AGOSTO 2023

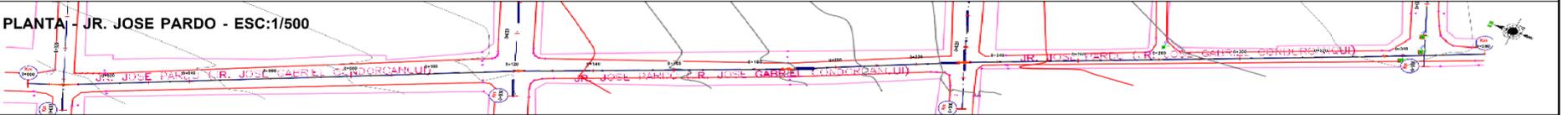
PLANTA - JR. JUAN SANTOS ATAHUALPA - ESC:1/500



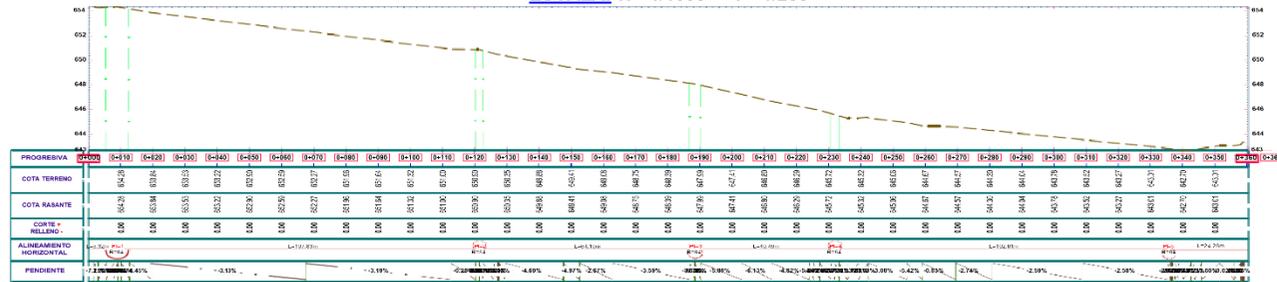
**PERFIL LONGITUDINAL**  
**JR. JUAN SANTOS ATAHUALPA**  
 Km 0+000 - 0+363  
 ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200



PLANTA - JR. JOSE PARDO - ESC:1/500



**PERFIL LONGITUDINAL**  
**JR. JOSE PARDO**  
 Km 0+000 - 0+360  
 ESCALA: H= 1/1000 V= 1/200



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDITO XVI  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UBICACION : DPTO: JUNIN  
 PROJ: SATIPO  
 DIST: SATIPO

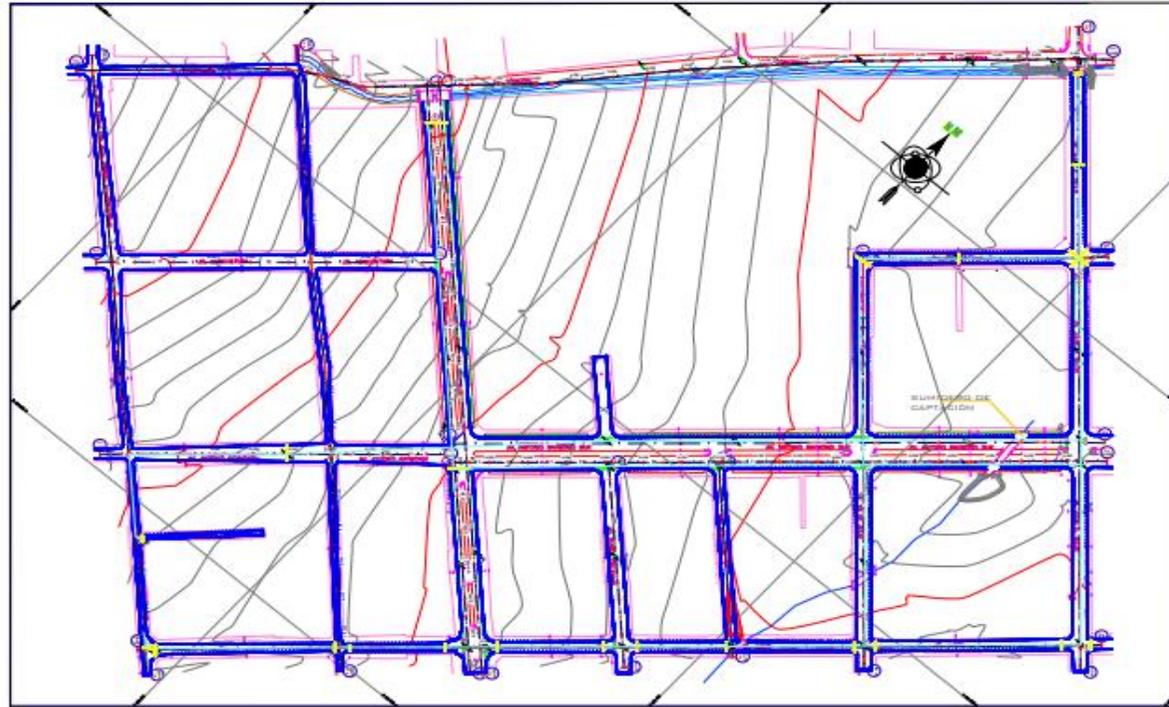
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023

PLANO :	PERFIL LONGITUDINAL JR. JUAN ATAHUALPA Y JOSÉ PARDO	N° LAMINA :	PL-06
ASESOR :	Msc. Ing. Juan Carlos Martell Ortiz ORCID: 0009-0008-0023-348X	ESCALA :	1/500
TEJETA :	ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA ORCID: 0009-0002-7475-2726	DIBUJO :	
		FECHA :	AGOSTO 2023

# PLANO SISTEMA DE DRENAJES

ESC.

1 / 1000



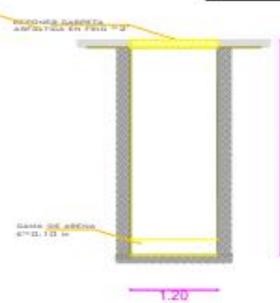
DRENAJE PLUVIAL AVENIDA RAYMONDI

## CUADRO DE METRADOS

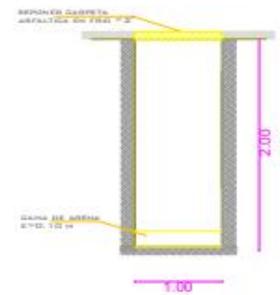
DESCRIPCION	CANTIDAD
CAJA DE REGISTRO - BUZONES	28 UNDS

## ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

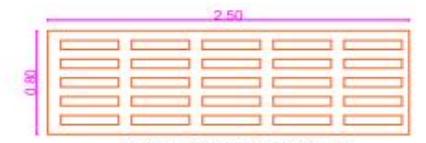
1. CONCRETO	
Comercio Tipo I	Por 200 kg/m <sup>3</sup>
Modulo de elasticidad	Por 200 kg/m <sup>3</sup>
Comercio Tipo III	Por 200 kg/m <sup>3</sup>
Linea pastosa	Por 200 kg/m <sup>3</sup>
Gravidad	Por 200 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia	Por 200 kg/m <sup>3</sup>
Alargamiento	Por 200 kg/m <sup>3</sup>
2. ACERO DE REFUERZO	
ASTM A 601	Por 400 kg/m <sup>3</sup>
3. RECOMENDACIONES	
Malla	4 mm
Linea	2 mm
4. TUBERIAS Y ACCESORIOS	
Tipos	Longitud
UP	40 m
UP	40 m
UP	40 m
5. ACCESORIOS	
CAJAS DE	1000
REJILLAS	
REJILLAS	
REJILLAS	



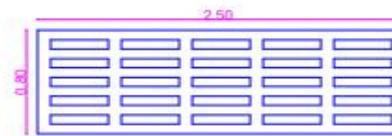
EXCAVACION DE ZANJAS DE DRENAJE



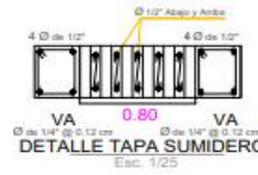
EXCAVACION DE CAJA DE REGISTRO



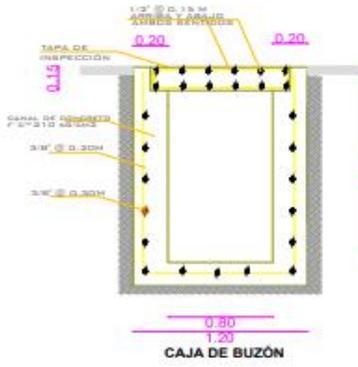
SUMIDERO PLUVIAL EXISTENTE



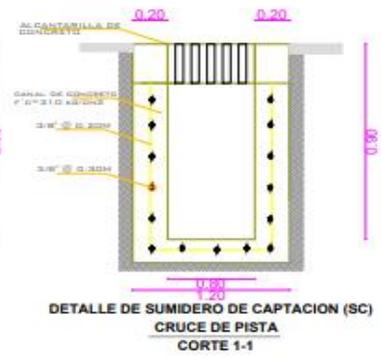
REJILLA TIPICA



DETALLE TAPA SUMIDERO Esc. 1/25



CAJA DE BUZÓN



DETALLE DE SUMIDERO DE CAPTACION (SC) CRUCE DE PISTA CORTE 1-1



UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

UBICACION: DPTO. JUNIN PROV. SATIPO DIST. SATIPO  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PRODUCTO DE LLUVIAS TORRENCIALES PARA LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023

PLANO: DETALLES SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Nº LAMINA: PP-01

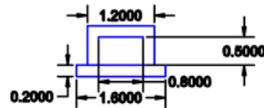
ASESOR: MSC. ING JUAN CARLOS MARTELL ORTIZ ORCID: 0009-0008-0023-548X ESCALA: 1/500  
 TESIS: ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA ORCID: 0009-0002-7475-2726 DIBUJO: FECHA: AGOSTO 2023



**SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL 3D**



**AV. RAYMONDI 3D**



**DIMENSIONES**

	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>			
	<b>UBICACION :</b> DFTO: JUNIN PROV: SATIPO DIST: SATIPO	<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PRODUCTO DE LLUVIAS TORRENCIALES PARA LA AVENIDA RAYMONDI SATIPO, JUNIN - 2023		
	<b>PLANO:</b> MODELAMIENTO 3D SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL		<b>N° LAMINA :</b> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">PP-01</div>	
	<b>ASESOR:</b> MSc. ING JUAN CARLOS MARTELL ORTIZ ORCID: 0009-0008-0828-546X	<b>ESCALA :</b> 1/500	<b>FECHA:</b> AGOSTO 2023	
<b>TESISTA:</b> ANGELO ALEXANDER CASTAÑEDA HINOSTROZA ORCID: 0009-0002-7475-2728		<b>DIBUJO :</b>	<b>FECHA:</b> AGOSTO 2023	

# INFORME DE TESIS - CASTAÑEDA HINOSTROZA ANGELO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>20%</b>	<b>17%</b>	<b>3%</b>	<b>9%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Catolica de Trujillo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uct.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Ricardo Palma</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Católica de Santa María</b>	<b>&lt;1%</b>

10 Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante <1 %

---

11 tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet <1 %

---

12 repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet <1 %

---

13 vdocuments.com.br Fuente de Internet <1 %

---

14 Submitted to University of Lancaster Trabajo del estudiante <1 %

---

15 repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet <1 %

---

16 Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante <1 %

---

17 repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet <1 %

---

18 www.coursehero.com Fuente de Internet <1 %

---

19 Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante <1 %

---

20 es.scribd.com Fuente de Internet <1 %

---

21	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
22	"Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 36th International Conference on Information Systems Architecture and Technology – ISAT 2015 – Part I", Springer Science and Business Media LLC, 2016 Publicación	<1 %
23	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://revistas.ufps.edu.co">revistas.ufps.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante	<1 %
27	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://www.ceaqueretaro.gob.mx">www.ceaqueretaro.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %

30	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
32	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://www.remedicproject.eu">www.remedicproject.eu</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://fdocuments.es">fdocuments.es</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://repositorio.uan.edu.co">repositorio.uan.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://sigrid.cenepred.gob.pe">sigrid.cenepred.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
40	G. Alexe, S. Alexe, D.E. Axelrod, P.L. Hammer, D. Weissmann. "Logical analysis of diffuse large B-cell lymphomas", Artificial Intelligence in Medicine, 2005 Publicación	<1 %

41	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://repositorio.uprit.edu.pe">repositorio.uprit.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://repositorio.autonoma.edu.pe">repositorio.autonoma.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
46	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
47	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	<1 %
48	<a href="http://repositorio.ana.gob.pe">repositorio.ana.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
50	CLEAN TECHNOLOGY S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de Gestión No Municipal - Relleno de Seguridad Majes-IGA0003710", R.D. N° 00161-2019-SENACE-PE/DEIN, 2021 Publicación	<1 %

51	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
52	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1 %
53	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
54	<a href="http://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
55	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
56	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %
57	<a href="http://moam.info">moam.info</a> Fuente de Internet	<1 %
58	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
59	Jorge García Ivars. "OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS DE ULTRAFILTRACIÓN DE BAJO ENSUCIAMIENTO Y ESTUDIO DE CONDICIONES DE FABRICACIÓN", Universitat Politecnica de Valencia, 2015 Publicación	<1 %

60	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
61	<a href="http://uniminuto-dspace.scimago.es">uniminuto-dspace.scimago.es</a> Fuente de Internet	<1 %
62	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
63	<a href="http://cdn.mitma.gob.es">cdn.mitma.gob.es</a> Fuente de Internet	<1 %
64	<a href="http://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
65	<a href="http://www.cec.uchile.cl">www.cec.uchile.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
66	<a href="http://jalayo.blogspot.com">jalayo.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
67	<a href="http://ri.uaemex.mx">ri.uaemex.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
68	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
69	<a href="http://bonga.unisimon.edu.co">bonga.unisimon.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
70	<a href="http://repo.unlpam.edu.ar">repo.unlpam.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
71	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a>	

Fuente de Internet

<1 %

72

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

73

Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados

Trabajo del estudiante

<1 %

74

Submitted to Universidad de San Martín de Porres

Trabajo del estudiante

<1 %

75

dev.tiempo.hn

Fuente de Internet

<1 %

76

repositorio.ucp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

77

upc.aws.openrepository.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo