UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO CIVIL

TANANTA UPIACHIHUA, MIRKO HANS

ACOSTA CISNEROS, HUGO PIERO

Pucallpa, Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE EVALUACION DE SUSTENTACION DE TESIS N° 011-2026

GRADUANDO : **Bach. TANANTA UPIACHIHUA MIRKO HANS**
Bach. ACOSTA CISNEROS HUGO PIERO

TEMA : **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA".**

ASESOR : **Dr. SORIANO ALAVA, HORACIO**

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
I- PRESENTACION				
* MOTIVACION		X		
* TONO DE VOZ	X			
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL		X		
II- DESARROLLO DE CONTENIDO				
* SECUENCIA			X	
* DOMINIO DE VOZ		X		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL			X	
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS		X		
III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO		X		
IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD		X		
* A LA PROFESION		X		

EVALUACION
- o EXCELENCIA 26 A 30 PUNTOS
- o UNANIMIDAD 21 A 25 PUNTOS
- o MAYORIA 16 A 20 PUNTOS
- o DESAPROBADO 15 A MENOS

CALIFICACION FINAL :
PUNTAJE : 19/ 30

CONCLUSIONES:

APROBADO POR : MAYORIA

DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

Dr. GONZALEZ MANRIQUE DE LARA, DAVID ABEL
PRESIDENTE

Dr. ROMAN CLAROS, WALTER GILBERTO
PRIMER MIEMBRO

Mg. MORALES BERRIO, ENZO ASAEL
SEGUNDO MIEMBRO

Dra. RIOS HIDALGO DE CERNA, CLOTILDE
SECRETARIA ACADEMICA

PUCALLPA, 01 DE ABRIL DEL 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

TESIS TITULADA:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"

ELABORADO POR:

Bach. TANANTA UPIACHIHUA, Mirko Hans

Bach. ACOSTA CISNEROS, Hugo Piero

APROBADO POR:

Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
Presidente

Dr. WALTER GILBERTO ROMAN CLAROS
Primer Miembro

Mg. ENZO ASAEL MORALES BERRIO
Segundo Miembro

Dr. HORACIO SORIANO ALAVA
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

N° V/401-2025.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"

Autor(es)	:	TANANTA UPIACHIHUA, MIRKO HANS
		ACOSTA CISNEROS, HUGO PIERO
Facultad	:	INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
Escuela	:	ING. CIVIL
Asesor(a)	:	Mg. SORIANO ALAVA, HORACIO

Presenta un **porcentaje de similitud de 5%**, verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud**, procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 11/08/2025

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA

Autor de la tesis titulada : DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRAULICO EN ZONAS INUNDABLES

Sustentada el año 2026

Asesor(a): Dr. HORACIO SORIANO ALAVA

Facultad: ING. DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 01/04/2026

Email: mirko.htw8@gmail.com Firma:

Teléfono: 943 929 019 DNI: 71024131

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, HUGO PIETRO ACOSTA CISNEROS

Autor de la tesis titulada : DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRAULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA.

Sustentada el año.....

Asesor(a): HORACIO SORIANO ALAVA

Facultad: ING. DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL ☐ TOTAL ☒

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 01/04/2026

Email: drivic15_92@hotmail.com Firma:

Teléfono: 970665619 DNI: 72776966

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría y guía en cada paso de nuestras vidas, quien nos ha concedido la fuerza y la perseverancia para culminar este desafío académico.

Los tesistas

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, agradecemos por brindarnos la oportunidad de adquirir un valioso aprendizaje a lo largo de esta travesía. Esta institución ha sido un faro de sabiduría y un espacio de crecimiento que ha nutrido nuestras mentes y corazones.

Los tesistas.

RESUMEN

La presente investigación aborda el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en el sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, con el objetivo de mitigar los problemas de inundación mediante modelamiento hidráulico. El estudio se fundamenta en un análisis de las condiciones geoespaciales del terreno, así como en la evaluación de parámetros hidrológicos y geotécnicos clave para la planificación del drenaje. Se empleó el software StormCAD que está orientad al diseño y análisis de redes de alcantarillado pluvial de tipo gravitario, para simular distintos escenarios de precipitación y evaluar la eficiencia del sistema de drenaje propuesto. Los resultados indican que la implementación de soluciones sostenibles, como Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), reducen significativamente en un 68% la acumulación de agua en áreas vulnerables y mejora los tiempos de evacuación en un 47%. El estudio concluye que la adopción de estrategias innovadoras de drenaje pluvial, alineadas con normativas técnicas como la OS.060 y CE.040, es crucial para garantizar un manejo eficiente del agua en zonas vulnerables. Además, se destaca la importancia de la modelación hidráulica como herramienta de diseño para la optimización de infraestructuras urbanas en entornos propensos a inundaciones.

Palabras clave: parámetros hidrológicos, modelamiento hidráulico, zonas vulnerables

ABSTRACT

The present research addresses the design of a sustainable urban stormwater drainage system in the Barrio La Hoyada sector of Pucallpa, with the aim of mitigating flooding issues through hydraulic modeling. The study is based on an analysis of the terrain's geospatial conditions, as well as the evaluation of key hydrological and geotechnical parameters necessary for drainage planning. StormCAD software was used, which is oriented toward the design and analysis of gravity-based storm sewer networks, to simulate different rainfall scenarios and assess the efficiency of the proposed drainage system.

The results indicate that the implementation of sustainable solutions, such as Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), significantly reduces water accumulation in vulnerable areas by 68% and improves evacuation times by 47%. The study concludes that the adoption of innovative stormwater management strategies, aligned with technical standards such as OS.060 and CE.040, is essential to ensuring efficient water management in vulnerable zones. Furthermore, it highlights the importance of hydraulic modeling as a design tool for optimizing urban infrastructure in flood-prone environments.

Keywords: hydrological parameters, hydraulic modeling, vulnerable areas

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA.....vii

AGRADECIMIENTO.....viii

RESUMEN ix

ABSTRACT x

ÍNDICE GENERAL xi

ÍNDICE DE TABLAS xiv

ÍNDICE DE FIGURAS xvi

INTRODUCCIÓN xix

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 21

1.1 DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA 21

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 25

1.2.1 PROBLEMA GENERAL 25

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....25

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 26

1.3.1 OBJETIVO GENERAL 26

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....26

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 27

1.5 LIMITACIONES Y ALCANCES.....29

1.6 HIPÓTESIS 30

1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL.....30

1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 30

Pág.

1.7 SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES 31
1.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE 31
1.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE 31
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 33
2.1. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS 33
2.2. BASES TEÓRICAS 40
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 75
CAPITULO III 79
METODOLOGÍA 79
3.1. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS 79
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 79
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 80
3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 80
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 81
3.2.1. POBLACIÓN 81
3.2.2. MUESTRA 81
3.2.3. PROCEDIMIENTO 83
CAPÍTULO IV 139
RESULTADOS 139
4.1. Resultados con aplicación de la estadística descriptiva 139
4.1.1. Condiciones topográficas y las características geoespaciales del terreno 139

Pág.

4.1.2 Parámetros geotécnicos derivados del estudio de la mecánica 143
4.1.3 Parámetros Hidrológicos 145
4.1.4 Redes del sistema del diseño 150
4.1.5 Resultados mediante la estadística inferencial 168
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS 171
CONCLUSIONES 175
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS 178
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 179
ANEXO 01 : MATRIZ DE CONSISTENCIA 186
ANEXOS 02: PANEL FOTOGRÁFICO 187
ANEXO 03: INFORME GEODESICO PARA OBTENCIÓN DATA IGN 215
ANEXO 04: ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS 262
ANEXO 5: DATA DE ESTACIÓN METEREOLOGICA UNU 381
ANEXO 06: PLANOS DEL ESTUDIO 398

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Operacionalización de Variables, Indicadores y Dimensiones 32

Tabla 2 Método de Raws 46

Tabla 3 Método de Molchanov.....47

Tabla 4 Método de Prevert 47

Tabla 5 Fórmula de Nadal 48

Tabla 6 Fórmula de Keler.....48

Tabla 7 Tamaño de muestra no probabilística del estudio 82

Tabla 8 Ubicación de sondeos DPL del estudio 83

Tabla 9 Periodo y duración de los trabajos de campo 86

Tabla 10 Procesamiento de la data analizada 90

Tabla 11 Análisis granulométrico del suelo de fundación en perforaciones 98

Tabla 12 Límites de plasticidad del suelo de fundación en perforaciones 100

Tabla 13 Valores del ensayo SPT del suelo en perforaciones.....101

Tabla 14 Valores orientativos del coeficiente de permeabilidad 102

Tabla 15 Precipitación pluvial del 2004 al 2024 mm, recolectados entre 2004 y 2024. ...103

Tabla 16 Prueba De La Bondad Del Ajuste - Gráfica De Probabilidades.....106

Tabla 17 Prueba De Bondad De Ajuste Kolmogorov – Smirnov Parte N° 1.....112

Tabla 18 Prueba De Bondad De Ajuste Kolmogor – Smirnov Parte N° 2 112

Tabla 19 Precipitaciones Máximas Anuales En 24 Horas.....113

Tabla 20 Región Hidrológica y parámetros 114

Tabla 21 Coeficientes regionales para determinar precipitaciones e intensidades para diferentes tiempos de retorno.....114

Tabla 22 Precipitación De Diseño Para Duraciones Menores A 24 Horas 115

Tabla 23 Intensidades De Diseño Para Duraciones Menores A 24 Horas 115

Tabla 24 Hietograma de Precipitación de Diseño para tiempo de retorno de 500 años...116
Tabla 25 Cuadro de Tuberías del Sistema de Drenaje Pluvial La Hoyada 120
Tabla 26 Cuadro de Buzones del Sistema de Drenaje Pluvial La Hoyada 122
Tabla 27 Cuadro de Tuberías del Sistema de Drenaje Pluvial La Hoyada 124
Tabla 28 Resultados obtenidos de la lectura en coordenadas UTM WGS 84 139
Tabla 29 Análisis granulométrico del suelo de fundación en perforaciones.....143
Tabla 30 Límites de plasticidad del suelo de fundación en perforaciones 144
Tabla 31 Valores del ensayo SPT del suelo en perforaciones.....144
Tabla 32 Valores orientativos del coeficiente de permeabilidad 145
Tabla 33 Precipitaciones Máximas Anuales En 24 Horas.....145
Tabla 34 Región Hidrológica y parámetros 146
Tabla 35 Coeficientes regionales para determinar precipitaciones e intensidades para diferentes tiempos de retorno.....147
Tabla 36 Precipitación De Diseño Para Duraciones Menores A 24 Horas 148
Tabla 37 Intensidades De Diseño Para Duraciones Menores A 24 Horas 148
Tabla 38 Hietograma de Precipitación de Diseño para tiempo de retorno de 500 años...149
Tabla 39 Reporte de resultados en tuberías del sistema de drenaje planteado, en StormCAD.....161
Tabla 40 Reporte de resultados en tuberías del sistema de drenaje planteado, en StormCAD.....164
Tabla 41 Comparación inferencial de indicadores hidráulicos antes y después de la implementación del sistema 168
Tabla 42 Comparación resultado de la contrastación de la hipótesis general 169
Tabla 43 Comparación de resultados con antecedentes nacionales e internacionales ..173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistemas de circuito cerrado 41
Figura 2 Sistemas de circuito abierto 41
Figura 3 Diagrama del ciclo hidrológico 44
Figura 4 Tipos de inundaciones urbanas 53
Figura 5 Tipos de lluvias detonantes 54
Figura 6 Metodología de estudio del sistema de drenaje pluvial urbano 55
Figura 7 División de una cuenca hidrográfica 59
Figura 8 Diseño y Esquema de la Investigación 80
Figura 9 Vista satelital del área elegida del Sector Barrio La Hoyada 83
Figura 10 Establecimiento del punto de control Geodésico mediante GPS/GNSS 85
Figura 11 Vista fotográficas que se muestran en el proceso de la monumentación del punto geodésico 2024250. 87
Figura 12 Software de procesamiento: Trimble Business Center 89
Figura 13 Ejecución del vuelo fotogramétrico 93
Figura 14 Procesamiento de la fotogrametría 94
Figura 15 Puntos de muestreo para la realización de la Penetración Dinámica Ligera (DPL) 95
Figura 16 Vista del punto DPL Nº 01 96
Figura 17 Vista del punto DPL Nº 02 96
Figura 18 Vista del punto DPL Nº 03 97
Figura 19 Vista del punto DPL Nº 04 97
Figura 20 Ensayo de Límite Plástico (Límites De Atterberg) 98
Figura 21 Ensayo de Límite Plástico (Límites De Atterberg) 99

Figura 22 Ensayo de granulometría, complementado con los límites de Atterberg, permite realizar la clasificación del suelo de manera adecuada. 99
Figura 23 Muestras secadas en el horno. 100
Figura 24 Ensayo de Permeabilidad Nº 01 101
Figura 25 Ensayo de Permeabilidad Nº 02 102
Figura 26 Tiempo por Precipitación Máxima en 24 horas 105
Figura 27 Ajuste estadístico para la Distribución Normal 107
Figura 28 Ajuste estadístico para la Distribución Gumbel 108
Figura 29 Ajuste estadístico para la Distribución Log Normal 109
Figura 30 Ajuste estadístico para la Distribución Pearson Tipo III 110
Figura 31 Ajuste estadístico de la Distribución Log Pearson Tipo III 111
Figura 32 Diagrama de período de retorno 24h.....113
Figura 33 Diagrama de curvas de IDF 116
Figura 34 Diagrama de Hietograma de escorrentía.....117
Figura 35 Diseño final del sistema de drenaje pluvial, en StormCAD 119
Figura 36 Ficha técnica para la obtención del punto Geodésico.....140
Figura 37 Vista general de la planta de la topográficas.....141
Figura 38 Vista general del perfil de la subrasante de las calles planteadas del sector barrio La Hoyada 142
Figura 39 Diagrama de período de retorno 24h.....146
Figura 40 Diagrama de curvas de IDF 149
Figura 41 Diagrama de Hietograma de escorrentía.....150
Figura 42 Vista general del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 152
Figura 43 Vista general del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 153
Figura 44 Vista de los tramos del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 154
Figura 45 Vista de los tramos del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 155

Figura 46 Vista de los tramos del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 156
Figura 47 Reporte de resultados en tubería del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 157
Figura 48 Reporte de resultados en tubería del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 158
Figura 49 Reporte de resultados en tubería del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 159
Figura 50 Reporte de ingreso de la intensidad de lluvias para un periodo de 25 años del sistema de drenaje planteado, en StormCAD 160
Figura 51 Vista de las redes de drenaje del sistema 166
Figura 52 Perfil longitudinal hidráulico 167

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones urbanas representan un problema crítico en muchas ciudades del mundo, especialmente en aquellas con climas tropicales y alta pluviosidad. En este contexto, la implementación de sistemas de drenaje pluvial urbano sostenibles se ha convertido en una estrategia clave para mitigar los efectos adversos de las precipitaciones intensas. En la ciudad de Pucallpa, específicamente en el sector Barrio La Hoyada, las recurrentes inundaciones han generado problemas de infraestructura y calidad de vida, afectando a los habitantes y su entorno.

Este estudio tiene como objetivo analizar y diseñar un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible mediante modelamiento hidráulico, utilizando herramientas avanzadas como el StormCAD. A través de este enfoque, se busca optimizar la capacidad de absorción y evacuación del agua pluvial, reduciendo los riesgos de inundación y mejorando la sostenibilidad del área de estudio.

Para ello, la investigación se basa en un análisis detallado de las condiciones topográficas, hidrológicas y geotécnicas del sector, identificando los principales factores que influyen en la escorrentía y el tamaño de las tuberías para diferentes escenarios de tormentas. Se consideran también las normativas vigentes en el diseño de drenajes pluviales, garantizando que la propuesta cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia.

En el CAPÍTULO I se introduce la problemática que da origen a la investigación, se explica la relevancia del tema y se delimita el objeto de estudio, formulando preguntas de investigación que guían el desarrollo del trabajo, también se aborda los objetivos generales y específicos que orientan el alcance de la investigación.

En el CAPÍTULO II se desarrolla la base conceptual y teórica de la investigación. Aquí se plasman las teorías, conceptos básicos y los estudios previos relacionados con el tema desde las perspectivas más relevantes que fundamentan este trabajo.

En el CAPÍTULO III se detalla los enfoques, métodos, técnicas y procedimientos empleados para llevar a cabo el estudio. En este capítulo se especifica el diseño de la investigación, el enfoque utilizado, el tipo de investigación, la selección de la muestra, las herramientas de recolección de datos y el enfoque de análisis.

En el CAPÍTULO IV se expone de manera estructurada los hallazgos obtenidos a partir del análisis de los datos recopilados. En este capítulo se presenta tablas y datos relevantes para responder las preguntas de investigación, en donde la interpretación de los resultados comienza a tomar forma sentando las bases para la discusión posterior.

Se analizan e interpretan los resultados obtenidos en el capítulo anterior en el contexto de las teorías expuestas en el marco teórico. Este capítulo culmina con las conclusiones que sintetizan las respuestas a las preguntas de investigación, y se plantean recomendaciones para futuros estudios o aplicaciones prácticas, destacando el aporte del trabajo al campo académico o profesional.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

Las inundaciones son uno de los desastres naturales más frecuentes y devastadores para las ciudades urbanas. Entre los años 2000 y 2019, estas representaron el 44% de los desastres globales, afectando a más de mil seiscientos millones de personas (Centro de Investigaciones sobre Epidemiología de los Desastres [CRED], 2021, p. 17).

Por otro lado, el 2020 presentó 23% más de inundaciones que el promedio anual de 163 eventos, y 18% más de muertes a causa de este fenómeno que su promedio anual (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, 2021, párr. 2).

En los últimos años, este problema se ha intensificado debido al cambio climático, que provoca lluvias más intensas y un aumento del nivel de aguas. Además, algunos factores como el crecimiento urbano descontrolado, la deforestación y la degradación de cuencas hidrográficas incrementan la vulnerabilidad de las comunidades urbanas (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2021).

En el contexto latinoamericano, este problema es aún más recurrente en áreas urbanas y periurbanas. Entre 1900 y 2013, países como Brasil, Colombia, Argentina y México han sido considerados los más afectados, teniendo que enfrentar desafíos relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones y la falta de infraestructura hidráulica adecuada para mitigar el impacto de este fenómeno (Practical Action América Latina, 2014).

En la mayoría de países, la falta de planificación urbana con criterios sostenibles y la pobreza obligan a muchas personas a asentarse en zonas de alto riesgo, como

laderas y zonas inundables, debido a sus escasas posibilidades económicas (Ríos, 2010).

Sin embargo, cabe resaltar que algunas ciudades como Bogotá y Blumenau han investigado sobre este problema de las inundaciones a nivel regional y han desarrollado estrategias innovadoras para enfrentarlo (Practical Action América Latina, 2014, p. 1).

Los sistemas urbanos de drenaje pluvial en Perú son inadecuados para recibir las fuertes precipitaciones que ocurren principalmente entre los meses de diciembre y marzo, esto ha provocado en diferentes departamentos daños en viviendas, calles y negocios, además de afectar el transporte público y privado.

Sumado a ello, en la región selva, más específico en la ciudad de Pucallpa, las precipitaciones pueden ser variables y caóticas, lo que las vuelve en cierta medida muy difíciles de predecir, siendo necesario un análisis hidráulico preciso para el diseño de infraestructuras de drenaje adecuadas que permitan una gestión eficiente de las aguas pluviales (Zumaeta y Goñas, 2017). La ciudad de Pucallpa registra la mayor precipitación en marzo, con una precipitación media mensual de 228,5 mm (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2023).

Las áreas urbanas pavimentadas, como el distrito Calleria, son particularmente susceptibles a inundaciones debido a aceras impermeables, pendientes moderadas, zanjas de drenaje obsoletas y condiciones climáticas extremas. El sistema de drenaje de aguas pluviales de la zona estaba en malas condiciones y no recibía el mantenimiento adecuado, lo que provocaba desbordamientos de aguas pluviales. Como resultado, las calles y callejones se convirtieron en canales temporales que acumulaban enormes cantidades de agua e inundaban zonas enteras. El barrio La Hoyada, perteneciente al distrito de Callería de la provincia de Coronel Portillo región Ucayali, es un suburbio poblado horizontalmente de baja densidad ubicado en zonas

inundables y remotas. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), la región tiene una población de aproximadamente 2,072 personas y la mayor parte de su territorio no cuenta con sistemas de drenaje pluvial. Esto hace que la zona sea vulnerable a fuertes lluvias, ya que grandes cantidades de agua de lluvia se escurren directamente a las calles, agravando los problemas de inundaciones.

En ese contexto, la gestión sostenible de las aguas pluviales implica enfoques innovadores, como la modelización hidráulica, no sólo para prevenir inundaciones repentinas, sino también para mejorar la calidad ambiental y aumentar la resiliencia de las ciudades a los efectos del cambio climático.

El modelado hidráulico puede simular y evaluar varias opciones de diseño para optimizar la eficiencia y la resiliencia de los sistemas de drenaje, proporcionando una mejor protección contra futuras inundaciones. Mediante el modelado hidráulico se puede optimizar la capacidad de absorción y evacuación de aguas pluviales, reduciendo los riesgos de inundaciones y mejorando la calidad de vida de los habitantes. Sin estos sistemas, las zonas urbanas vulnerables se enfrentan a graves pérdidas materiales, así como a problemas de salud y seguridad pública.

Los sistemas sostenibles de drenaje de aguas pluviales urbanas son cruciales para la gestión de las aguas pluviales, especialmente en zonas propensas a inundaciones. A medida que la tecnología avanza y las innovaciones continúan, el diseño y la implementación de estos sistemas han mejorado, ayudando a construir ciudades más resilientes.

Tradicionalmente, los sistemas de drenaje convencionales se han centrado en recoger el agua de lluvia y canalizarla rápidamente hacia una instalación receptora que pueda absorber el flujo de agua. Sin embargo, este enfoque no considera la calidad del agua descargada a estos receptores ni considera ampliamente los impactos de la gestión de las aguas pluviales, ya que solo se aplica a las áreas urbanas sin considerar

los impactos aguas abajo. Esta visión aislada ha dado paso a la implementación de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS), que ayudan a mitigar los efectos negativos de la urbanización y promueven la restauración parcial de las propiedades naturales de infiltración del suelo (Trapote, 2020, p. 25).

Sumado a ello, se tiene las consideraciones según la norma técnica CE.040 Drenaje Pluvial del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (RNE):

La infraestructura de drenaje pluvial para el desarrollo urbano debe diseñarse para evitar inundaciones en las áreas, así como en las áreas adyacentes ubicadas a menores alturas o aguas abajo, debido a las precipitaciones en áreas centrales densamente pobladas.

Los desagües pluviales que mejoran el desarrollo urbano no deben exceder la capacidad de la infraestructura de drenaje de aguas pluviales cercana a la salida de la fuente de descarga principal, o se pueden utilizar estanques de retención para este propósito.

La infraestructura de drenaje de aguas pluviales debe incluir soluciones técnicas diseñadas para evitar que las aguas pluviales descargadas se mezclen con aguas residuales u otras fuentes de contaminación, previniendo así riesgos para la salud de los residentes río abajo.

La implementación de un sistema de drenaje pluvial sostenible permite gestionar eficientemente las aguas pluviales sin generar impactos negativos en áreas vulnerables. La combinación de infraestructura convencional con estrategias sostenibles mejora la resiliencia urbana y minimiza el riesgo de inundaciones y contaminación, asegurando un desarrollo urbano seguro y ambientalmente responsable.

Por ese motivo, el uso de SUDS ha sido considerado una alternativa viable y sostenible, especialmente en zonas como la zona inundable del Barrio La Hoyada en

la ciudad de Pucallpa, que sufre inundaciones recurrentes. En estas zonas, los sistemas de drenaje tradicionales suelen desbordarse durante la temporada de lluvias y no son capaces de drenar grandes cantidades de agua de lluvia, provocando problemas de inundaciones en las calles y afectando la infraestructura de la ciudad. El diseño y la implementación de SUDS en estas zonas puede reducir significativamente estos problemas.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

- ¿De qué manera influye el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo influirán las condiciones topográficas y las características geoespaciales del terreno en el modelamiento hidráulico y en el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa?
- ¿Qué parámetros geotécnicos derivados del estudio de la mecánica de suelos como la Permeabilidad del suelo, Capacidad de infiltración, Granulometría del suelo son fundamentales para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelado hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa?
- ¿Cuáles son los parámetros hidráulicos específicos para cumplir con la norma técnica OS.060 y CE.040 , tales como la capacidad de drenaje, la velocidad del flujo y las características de la escorrentía pluvial, que se deberán considerar en el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible para las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada,

Pucallpa, utilizando modelamiento hidráulico?

- ¿Cuáles son las redes del sistema del diseño final del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible, utilizando herramientas de modelamiento hidráulico generados por el StormCAD, en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar de qué manera influye el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la influencia de las características topográficas del terreno en el comportamiento hidráulico y en el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, utilizando modelado hidráulico.
- Determinar los parámetros geotécnicos derivados del estudio de la mecánica de suelos como la Granulometría del Suelo, Permeabilidad del suelo, Capacidad de infiltración que son fundamentales para la calibración de modelos hidráulicos y el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.
- Identificar y analizar los parámetros hidráulicos clave como la capacidad de drenaje, la velocidad del flujo y las características de la escorrentía pluvial que deben considerarse para el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, utilizando herramientas de modelado hidráulico.

- Determinar las redes del sistema del diseño final del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible, utilizando herramientas de modelamiento hidráulico generados por el StormCAD, en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.4.1 JUSTIFICACIÓN.

La mejora del diseño del sistema de drenaje pluvial en el Barrio La Hoyada es crucial para proteger la infraestructura urbana y la salud pública frente a eventos de inundaciones. Este estudio propone una solución sostenible que no solo resuelve el problema, sino que también contribuye a la adaptación de la ciudad urbana a los efectos del cambio climático y mejora la calidad de vida de los habitantes.

Los beneficios de la investigación se pueden exponer en los siguientes aspectos:

Económico. Un sistema de drenaje bien diseñado reduce costos asociados a daños por inundaciones, como la reparación de infraestructura y la pérdida de bienes materiales. Además, optimiza la inversión en obras de drenaje al garantizar su eficiencia y durabilidad.

Metodológico. La metodología de este estudio puede servir como referencia para la implementación de soluciones similares en otras áreas vulnerables de la ciudad y contribuir al desarrollo de estrategias sostenibles de gestión del agua pluvial en zonas urbanas.

Social. El diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible, mediante modelamiento hidráulico, permitirá gestionar eficientemente el escurrimiento superficial y reducir los aniegamientos. La propuesta contribuye a disminuir el riesgo de desastres urbanos, mejorar la transitabilidad, garantizando el

acceso a servicios básicos y fortaleciendo el bienestar social y la seguridad de la población beneficiada.

Ambiental. El diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible se presenta como una solución responsable con el entorno. Permite proteger el suelo al reducir la erosión y evita la saturación prolongada, mejorando la gestión del agua al controlar los caudales y disminución de sedimentos, contribuyendo a un ambiente más saludable reduciendo olores y emisiones, fortaleciéndose la sostenibilidad urbana.

Tecnológico. El estudio se basa en el uso herramientas avanzadas de modelamiento hidráulico para prever y simular eventos extremos de lluvia intensa.

1.4.2 IMPORTANCIA

El desarrollo de este sistema de drenaje pluvial, no solo es importante para el Barrio La Hoyada, sino que puede servir como modelo para otras zonas vulnerables de la ciudad de Pucallpa y otras ciudades amazónicas de Perú que enfrentan problemas similares de inundaciones y drenaje.

1.4.3 VIABILIDAD

El estudio es viable, el mismo se basa en modelamiento hidráulico avanzado, lo que permite evaluar con precisión el comportamiento del agua en zonas inundables. Esto garantiza que el sistema propuesto pueda manejar eficientemente las precipitaciones intensas características de la región, evitando acumulaciones de agua y reduciendo el riesgo de inundaciones.

Además, el estudio considera parámetros de diseño alineados con normativas nacionales e internacionales, como el Reglamento Nacional de Edificaciones - Obras de Saneamiento (OS.060) y estándares ASTM D2665, asegurando que el sistema cumpla con los requisitos de capacidad y eficiencia Con

el presente estudio quedará un antecedente en el marco de diseño de sistemas de drenaje urbano sostenibles (SUDS) en la región Ucayali.

Así mismo, el enfoque sostenible del proyecto implica la integración de estrategias de drenaje urbano sostenible (SUDS), como zanjas de infiltración, reservorios de laminación y drenes subterráneos. Estas estrategias contribuyen a la conservación del ciclo hidrológico natural y minimizan el impacto ambiental del sistema de drenaje.

La importancia del estudio radica en enfrentar el problema de inundaciones en épocas de lluvias extrema, para mejorar la eficiencia hidráulica de las redes de drenaje pluvial urbano.

1.5 LIMITACIONES Y ALCANCES

1.5.1 LIMITACIONES

El presente estudio se delimita al sector Barrio La Hoyada y considera como principal limitación la escasa disponibilidad de información hidrometeorológica, debido a la limitada cantidad de estaciones meteorológicas y pluviométricas en Pucallpa. Asimismo, no incluye la evaluación económica de operación y mantenimiento, al centrarse en el diseño técnico e hidráulico del sistema mediante modelamiento hidráulico.

1.5.2 ALCANCES

La presente investigación presenta un alcance orientado a promover el desarrollo de estudios de drenaje pluvial urbano en la ciudad de Pucallpa, mediante el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible, sustentado en modelamiento hidráulico, como alternativa técnica de solución al problema de inundaciones pluviales en el sector Barrio La Hoyada. Asimismo, comprende el análisis de las condiciones geoespaciales, geotécnicas, hidrológicas e hidráulicas

del área de estudio, así como la relación entre las variables hidrometeorológicas y la ocurrencia de inundaciones asociadas a precipitaciones intensa.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

- El diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico influye significativamente en el modelamiento hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.

1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Las características topográficas del terreno afectan directamente la eficiencia hidráulica del diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.
- Los parámetros geotécnicos del estudio de la mecánica de suelos, como la permeabilidad del suelo y la capacidad de retención de agua, influyen en la calibración del modelo hidráulico para el diseño eficiente de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.
- Los parámetros hidráulicos, como la velocidad del flujo, la carga hidráulica y la escorrentía pluvial, influyen en el modelo hidráulico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.
- Las herramientas de modelamiento hidráulico generados por el StormCAD versión, son determinantes para el diseño final de redes del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.

1.7 SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES

1.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- **Estudios Fundamentales en zonas inundables:** condiciones y características del sistema de drenaje pluvial urbano.

  a) Características Topográficas

  b) Estudio de Mecánica de Suelos

  c) Evaluación de la información hidrológica

  d) Parámetros Hidráulicos

1.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- **Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano Sostenible con Modelamiento Hidráulico:** Eficiencia en la mitigación de inundaciones y mejora de la infraestructura urbana en el sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.

  a) Carga Hidráulica

  b) Diseño del sistema de drenaje pluvial Urbano

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables, Indicadores y Dimensiones

Variable	Definición Operacional	Dimensión	Sub Dimensión	Indicador	Unidad	Tipo de Variable	Escala	Instrumento
Variable independiente: Estudios Fundamentales en zonas inundables	Para llevar a cabo una modelación hidráulica en las zonas inundables consideradas. Se ha utilizado es un modelo dinámico de simulación de los factores: Topográficos, suelos, hidrológicos, hidráulicos, y diseños aplicando normativas.	Características topográficas	Curvas de nivel georreferenciadas IGN	Pendiente promedio	%	Cuantitativo	Razón continua	Análisis de datos de campo: Estación total, Dron RPAS
		Estudio de Mecánica de Suelo	Parámetros geoespaciales y geotécnicos	Granulometría Límites de Atterberg Permeabilidad	% % m/s	Cuantitativo	Razón continua	Dispositivos mecánicos en campo y laboratorio
		Evaluación de la información hidrológica	Datos históricos	Precipitación pluvial	mm/h	Cuantitativo	Razón continua	Análisis documental: Data de la Estación Meteorológica UNU
		Parámetros hidráulicos	Área hidráulica	Velocidad flujo Sobrecarga	m/s %	Cuantitativo	Razón continua	Software AutoCAD CIVIL 3D
Variable dependiente: Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico	Es un diseño con modelamiento hidráulico que imitan el proceso hidrológico natural y a su vez complementan el drenaje tradicional para la gestión del máximo caudal y precipitaciones, los SUDS se clasifican según su función hidrológica que pueden realizar.	Carga hidráulica	Caudal máximo	Precipitación máxima Escorrentía máxima Intensidad de lluvia	mm % mm/día	Cuantitativo	Razón continua	Análisis del modelo hidráulico: Software StormCAD
		Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible	Zanjas de infiltración Reservorios de laminación Drenes subterráneos	Reducción en la acumulación de agua en áreas inundables Tiempos de evacuación del flujo pluvial	% %	Cuantitativo	Razón continua	Software StormCAD

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Alvarado (2022), estudió el flujo superficial de agua originado por la lluvia en una cuenca urbana de Hermosillo, empleando sistemas de información geográfica y los principios de los sistemas de drenaje urbano sostenible. La metodología consistió en estimar los caudales. Los resultados del modelo hidrológico para la subcuenca en estudio mostraron que el caudal máximo para un periodo de retorno de 10 años fue de 10.78 m^3/s, de los cuales 9.91 m^3/s se originaron en la microcuenca principal MS1, que cuenta con una mayor área de drenaje. En las conclusiones, se indicó que la subcuenca está formada por siete microcuencas, cada una drenando el agua pluvial hacia diferentes direcciones.

Ferrans et al. (2022), evaluaron los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) y su apoyo en la toma de decisiones mediante sistemas de soporte a decisiones (DSS) aplicados al drenaje pluvial. La metodología consistió en realizar una revisión sistemática cuantitativa de 120 documentos sobre modelos SUDS y DSS, analizando cómo se construyen y se utilizan estas herramientas. Se emplearon búsquedas en bases de datos y métodos de bola de nieve para recopilar información relevante. Los resultados mostraron una evolución en los modelos de SUDS, pasando de representaciones simples a herramientas más complejas que facilitan la toma de decisiones. Asimismo, se concluyó que los DSS son valiosos para sistematizar criterios de decisión y eliminar sesgos en la evaluación técnica del drenaje pluvial. Las conclusiones enfatizan la necesidad de desarrollar marcos comunes que integren no solo aspectos hidrológicos y hidráulicos, sino también

consideraciones ambientales y sociales, así como la participación de los interesados, para optimizar el modelamiento y la gestión del drenaje pluvial en entornos urbanos.

Gonzáles (2022), propuso una metodología para el diseño de drenaje urbano sostenible que permite reducir los riesgos de inundación en las vías urbanas. La metodología se basó en antecedentes, teorías, modelos y referencias bibliográficas. Se destacó la importancia de obtener información del sector público sobre el sistema de drenaje, así como datos sobre el riesgo de inundación y la calidad del agua de lluvia. Con esta información, se realizaron levantamientos topográficos, estudios hidrológicos y de alcantarillado, además de seleccionar el tipo de SUDS. Se adaptaron criterios para la gestión de escorrentías pluviales, se involucraron tanto al sector público como al privado para abordar los problemas relacionados con el drenaje. Como resultado del diseño, se sugirió un sistema de pavimento permeable compuesto por adoquines, una capa de transición, base, subbase y un sistema de concreto poroso que retiene una parte de la escorrentía. Este sistema consta de concreto poroso, una subbase permeable y un tubo perforado de 250 mm de diámetro.

Iqbal y Riaz. (2024), evaluaron el problema de bloqueo en estructuras hidráulicas de cruce en sistemas de drenaje, destacando la importancia de abordar este fenómeno para mejorar la eficiencia de estas infraestructuras. La metodología implicó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el bloqueo, así como el análisis de datos de campo y experimentos de laboratorio para comprender la interacción del debris con las estructuras hidráulicas. Los resultados mostraron que la acumulación de debris, como madera, sedimentos y basura urbana, puede reducir significativamente la capacidad de flujo y causar fallos estructurales. Se observó que la movilidad del debris depende del tipo y la densidad del material, y que el bloqueo

varía en función de las características del evento de inundación. En las conclusiones, se destaca la necesidad de enfoques basados en datos y colaboración interdisciplinaria, así como el desarrollo de políticas y directrices efectivas para gestionar el problema del bloqueo, sugiriendo que las técnicas de análisis de video y aprendizaje automático podrían ser útiles para la identificación y clasificación del debris en el futuro.

Palacios, Cárdenas y Lema (2024) evaluaron el sistema de alcantarillado pluvial y sanitario de la calle Pío Bravo en Cuenca, y proponer mejoras basadas en los resultados obtenidos. La metodología consistió en modelar las condiciones actuales del sistema usando el StormCAD y evaluar escenarios de lluvias intensas con diversos periodos de retorno, basándose en los criterios de diseño actualizados de la ciudad. Se utilizó información catastral e hidrológica proporcionada por la empresa ETAPA E.P. Los resultados mostraron que la mayoría de las tuberías en el sistema de alcantarillado evaluado tienen un diámetro de 300 mm, aunque también se encontraron tramos con diámetros de hasta 1500 mm. Los diámetros más pequeños se localizan en las ramas de la red, mientras que los más grandes corresponden al colector principal. En las conclusiones, se observó que el sistema de alcantarillado presenta pendientes pronunciadas, con una inclinación máxima del 10%, determinada por la topografía de la zona. Además, se evidenció un aumento en el caudal conforme se avanza en el colector y en los diferentes periodos de retorno analizados (3, 5 y 10 años).

Piadeh et al. (2022), realizaron una revisión crítica sobre la modelización en tiempo real para la predicción de inundaciones en sistemas de drenaje urbano, con el objetivo de identificar avances y tendencias futuras en este campo. La metodología consistió en analizar los modelos de predicción de inundaciones en contexto urbano, revisando fuentes de datos en tiempo real y técnicas de fusión de

datos, así como evaluando modelos hidrológicos y hidráulicos existentes. Se utilizaron datos de investigaciones previas y estudios de caso sobre la meteorología, flujos pluviales y sus características. Los resultados indican que existe una creciente necesidad de integrar múltiples fuentes de datos en tiempo real, como la humedad del suelo y patrones de viento, para mejorar la precisión de las predicciones de inundaciones urbanas. La revisión también resaltó la importancia de aplicar técnicas de inteligencia artificial en los modelos recientes de predicción de inundaciones, lo que promete mejorar significativamente el rendimiento de los sistemas de alerta temprana. En las conclusiones, se observó que, a pesar de los avances, aún existen brechas de conocimiento que requieren investigación adicional. Se sugieren futuras direcciones que incluyen el desarrollo de modelos híbridos, que combinan enfoques basados en datos y modelos físicos para abordar mejor los desafíos asociados a las inundaciones urbanas.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Chuquimango (2022), en su estudio titulado *"Evaluación del Sistema de Drenaje Pluvial del Sector La Molina, Distrito de Baños del Inca – Cajamarca",* tuvo como propósito principal analizar integralmente el funcionamiento del sistema de drenaje pluvial, considerando tanto su desempeño hidráulico como sus condiciones físicas. Realizando una inspección detallada de las estructuras existentes, seguida de un levantamiento topográfico que lo permitió desarrollar la evaluación hidráulica sustentada en los métodos de Manning y Racional, complementados con normas vigentes y herramientas computacionales, sobre un área de drenaje de 27.87 ha. Asimismo, se revisaron los aspectos de operación y mantenimiento (O y M) del sistema. Finalmente concluye que la totalidad de las cunetas presentes corresponde a secciones triangulares y que el sistema opera completamente por gravedad. Aunque las estructuras mantienen un estado físico aceptable, el 78% de las cunetas

en las vías principales presenta insuficiente capacidad hidráulica, lo que ocasiona rebalses e inundaciones en las zonas bajas. Se identificó además deficiencia de pendientes y velocidades adecuadas 27% en cunetas, en los tramos 4 y 5 del canal de drenaje, y 77% en los badenes, lo cual favorece la acumulación de sedimentos y residuos sólidos. Finalmente, se determinó que el 100% de la infraestructura carece de un adecuado mantenimiento, afectando significativamente la eficiencia del sistema de drenaje.

Flores y Zuloaga (2024), diseñaron una propuesta de rediseño del sistema de drenaje pluvial en los jirones Perú, Bolognesi y Saposoa en Tarapoto, con el objetivo de reducir el riesgo de desbordes durante periodos de lluvias intensas. La metodología empleada incluyó la recolección de datos meteorológicos y topográficos, que permitieron registrar las precipitaciones máximas en 24 horas y las cotas de los puntos de control. Se delimitó la cuenca en 14 microcuencas urbanas y se calcularon los caudales de diseño utilizando varios métodos, destacando los resultados más críticos obtenidos de Kirpich, California Culverts Practice y la Federal Aviation Administration. El análisis reveló que los colectores existentes no cumplían con las medidas de diseño necesarias, ya que no prevenían su colapso ante lluvias intensas. Se utilizó el software HEC-RAS para modelar las condiciones actuales y evaluar el comportamiento del flujo a lo largo del sistema propuesto, observando que, bajo las condiciones modeladas, el flujo no excedía las áreas diseñadas. En conclusión, se determinó un número de Manning de 0.016 para el concreto y se establecieron pendientes adecuadas para facilitar el drenaje, además de sugerir la implementación de estructuras adicionales para el manejo de sedimentos y mantenimiento del sistema.

Guimac. (2023), presentó como objetivo principal: Evaluar y desarrollar el diseño de un sistema de drenaje pluvial para el sector Yance, ubicado en la ciudad

de Chachapoyas. La metodología utilizada consistió en recopilar datos topográficos, hidrológicos y de la realidad existente del sector Yance. Los resultados del diseño del sistema de drenaje se basaron en la ecuación de Manning. En cuanto a la topografía, la pendiente mínima registrada fue de 7.93%, mientras que la máxima alcanzó 9.83%. En términos hidrológicos, para un periodo de retorno de 10 años, la intensidad máxima de la lluvia fue de 27.57 mm. Se diseñaron tres secciones base, con capacidades de 0.481 m^3/s, 0.4756 m^3/s y 0.4955 m^3/s. Los caudales de diseño máximo para cada sección fueron 0.962 m^3/s, 0.9512 m^3/s y 0.991 m^3/s, con un área de 0.16 m^2 por sección. En conclusión, se determinó que la ciudad de Chachapoyas enfrenta elevados niveles de sobrecarga pluvial, lo que genera erosión e inundaciones en áreas bajas como Chincha Alta, Santa Lucía y Santo Domingo.

Ramos. (2021), desarrolló un sistema de drenaje pluvial urbano que reduzca los impactos ocasionados por las inundaciones en la Avenida 28 de agosto, en el distrito de Amarilis. La metodología incluyó una inspección detallada del comportamiento lluvia-escorrentía y una evaluación del estado actual del sistema de drenaje. Como resultado, se propusieron tuberías de PVC con diámetros nominales de 500 mm, 600 mm y 700 mm, además de sumideros con profundidades de hasta 2.00 m, buzones de registro de hasta 1.90 m de profundidad, sedimentadores con profundidades máximas de 3.45 m (incluyendo las alturas de relleno), y estructuras de vertido con diámetros de salida de hasta 700 mm. Finalmente, se concluyó que el software empleado arrojó un error de continuidad del -0.07% para la escorrentía superficial y del 0.07% en el cálculo hidráulico, valores dentro de los límites aceptables según las especificaciones del Manual del StormCAD.

Vásquez y Valdivia. (2024), tuvieron como objetivo presentar el diseño de un sistema de drenaje urbano sostenible para el distrito de Huancayo proponiendo modificaciones a la Norma CE.040 del Reglamento Nacional de Edificaciones. La

metodología que emplearon fue con enfoque cuantitativo para un periodo de retorno de 25 años. Las alternativas de solución con enfoque sostenible que analizaron fueron cubiertas verdes y pavimentos permeables. Los resultados mostraron que ambas alternativas mejoran significativamente la eficiencia en la gestión de aguas pluviales.

2.1.3 Antecedentes locales.

Augusto (2022), tuvo como objetivo principal evaluar y proponer un diseño para el sistema de alcantarillado pluvial en el barrio El Dorado. La metodología utilizada fue aplicada, empleando un enfoque descriptivo no experimental. La población estudiada incluyó las calles, avenidas y tramos del barrio, mientras que la muestra no probabilística se centró en 35 puntos críticos. Los resultados obtenidos indicaron que el caudal máximo de las cunetas para un tiempo de concentración promedio de 5 minutos, con un periodo de retorno de 20 años y una intensidad máxima de lluvia de 167.6 mm/h. En las conclusiones, se determinó que (1) las alcantarillas tubulares de TMC 1 al 17 necesitan ser reemplazadas, y las alcantarillas 6 y 10 deben ser anuladas, mientras que la alcantarilla 7 requiere reemplazo por cuestiones de continuidad. (2) Se propuso un diseño para el sistema de alcantarillado pluvial con estructura tipo cajón de concreto armado. (3) Para el cálculo de las cargas, se utilizó el método AASHTO – LRFD. (4) Se definieron las dimensiones de las alcantarillas, siendo Alcantarilla 1: (1.50x1.20), Alcantarilla 2: (1.60x1.50), Alcantarilla 3: (1.80x1.20) con cartelas.

Ferreyros y Vela (2020). cuyo objetivo fue evaluar los parámetros de diseño del drenaje pluvial en las zonas I, II, III y IV de Pucallpa, comparándolos con el Reglamento Nacional de Edificaciones (OS.060). El estudio, de enfoque aplicado y nivel descriptivo, identificó deficiencias en el diseño del sistema mediante visitas a zonas críticas, mediciones geométricas de canaletas y alcantarillas, y análisis de

datos meteorológicos. Utilizando el software H Canales, se efectuó un análisis hidráulico para contrastar los resultados con la normativa vigente. Se encontró que el 51% de los parámetros de diseño no cumplían con lo establecido, con un nivel de confianza del 95%. De las 14 alcantarillas evaluadas, 5 no cumplían con el ancho de solera y 10 con la altura mínima requerida. En conclusión, el sistema de drenaje pluvial de estas zonas de Pucallpa presenta importantes deficiencias técnicas, lo que evidencia la necesidad urgente de una propuesta de mejora.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 Conceptos del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano

2.2.1.1 Drenaje pluvial

Viene a ser el sistema de alcantarillado destinado a la recolección de agua de lluvia (Carrera, 2022, p.4).

2.2.1.2 Drenaje pluvial urbano

El sistema de drenaje pluvial urbano tiene por objetivo recolectar y desalojar las aguas pluviales hasta los lugares donde se depositen en los cuerpos de agua, de manera que se minimicen los daños e inconvenientes a los residentes en las zonas donde llegan o atraviesan los escurrimientos (Carrera Villacrés, 2022, p.4).

2.2.1.3 Evaluación del sistema de drenaje pluvial

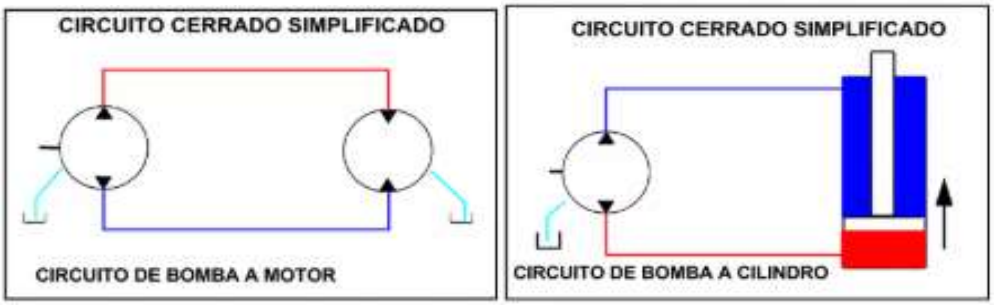
El sistema de drenaje será analizado mediante la Ficha de Recolección de dimensiones de los componentes del drenaje, la cual incluye las dimensiones de Área, Pendiente y Eficiencia de Operación (Avalo y Rios, 2022, p. 75).

2.2.1.4 Sistema de circuito cerrado

El sistema de circuito cerrado de transmisión hidrostática requiere un número reducido de accesorios en el circuito, funcionando generalmente de bomba a motor o de bomba a cilindro.

Figura 1

Sistemas de circuito cerrado



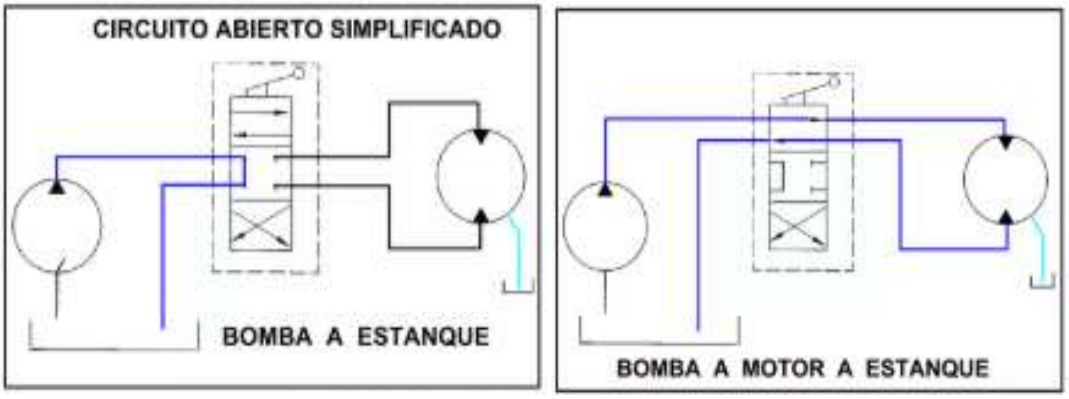
Fuente: (Ñanco, 2017)

2.2.1.5 Sistema de circuito abierto

El sistema de circuito abierto puede ser tanto simple como complejo. El aceite es transportado desde el tanque mediante bombas, válvulas, actuadores y filtros, retornando finalmente al tanque (García & Rojas, 2022).

Figura 2

Sistemas de circuito abierto



Fuente: (Ñanco, 2017)

2.2.1.6 Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) 2014. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Perú

Esta normativa define los requisitos básicos para el diseño, edificación, restauración, conservación, restauración, arreglo y sustitución de pavimentos urbanos, basándose en los enfoques de la Ingeniería de Pavimentos. Su propósito es asegurar la durabilidad, la utilización eficaz de los recursos y el rendimiento óptimo de aceras, vías y aparcamientos a lo largo de su vida útil (Pacherres y Barroso, 2021, p. 22).

2.2.1.7 Manual de Carreteras, "Hidrología, Hidráulica y Drenaje". RD N° 034 MTC/14. -2008

El Manual proporciona sugerencias generales de diseño para la creación de investigaciones de hidrología, hidráulica y drenaje, cuyos métodos deben ser verificados con antelación de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto. (Pacherres y Barroso, 2021, p. 22).

2.2.1.8 Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) 2014. Norma OS-060 Drenaje Pluvial Urbano, Perú

Este reglamento establece los estándares básicos para la elaboración de proyectos de drenaje pluvial en zonas urbanas, que comprenden la recolección, traslado y evacuación de las aguas pluviales hacia un lugar de destino, en zonas urbanas. (Pacherres y Barroso, 2021, p. 22).

2.2.1.9 Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Alcantarillado Sanitario C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F. 2009

El propósito del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) es brindar herramientas a ingenieros, técnicos y operadores encargados del diseño, edificación, funcionamiento y conservación de los

sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento (Pacherres y Barroso, 2021, p. 22).

2.2.1.10 Revista Inter ciencia "Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)". Caracas- Venezuela, 2005

Existen diversos criterios de clasificación para los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). En este apartado, se discuten los principales sistemas sin profundizar en las diferentes clasificaciones posibles (Pacherres y Barroso, 2021, p. 23).

2.2.1.11 Ley General del Ambiente (LEY N° 28611)

Esta legislación dicta la regulación jurídica para la administración ambiental en Perú, basándose en los principios para asegurar el ejercicio del derecho constitucional a un entorno sano, justo y apropiado para el desarrollo integral de la vida. Además, regula la observancia de las obligaciones vinculadas a la administración ambiental segura, mejorando de esta manera la calidad de vida de los habitantes (Pacherres y Barroso, 2021, p. 23).

2.2.1.12 Ley de Recursos Hídricos (LEY N° 29338)

Esta normativa rige la adecuada administración y utilización de los recursos de agua, ya sean superficiales (ríos, lagos, lagunas) o subterráneos y continentales (Pacherres y Barroso, 2021, p. 23).

2.2.2 Hidrología Urbana

2.2.2.1 Ciclo hidrológico

Se basa en el continuo movimiento y transferencia de masas de agua, tanto a lo largo de distintos lugares del planeta como entre sus diversos estados físicos: líquido, sólido y gaseoso.

Este fenómeno es impulsado principalmente por dos fuerzas esenciales: la energía solar y la gravedad. La naturaleza ha diseñado un

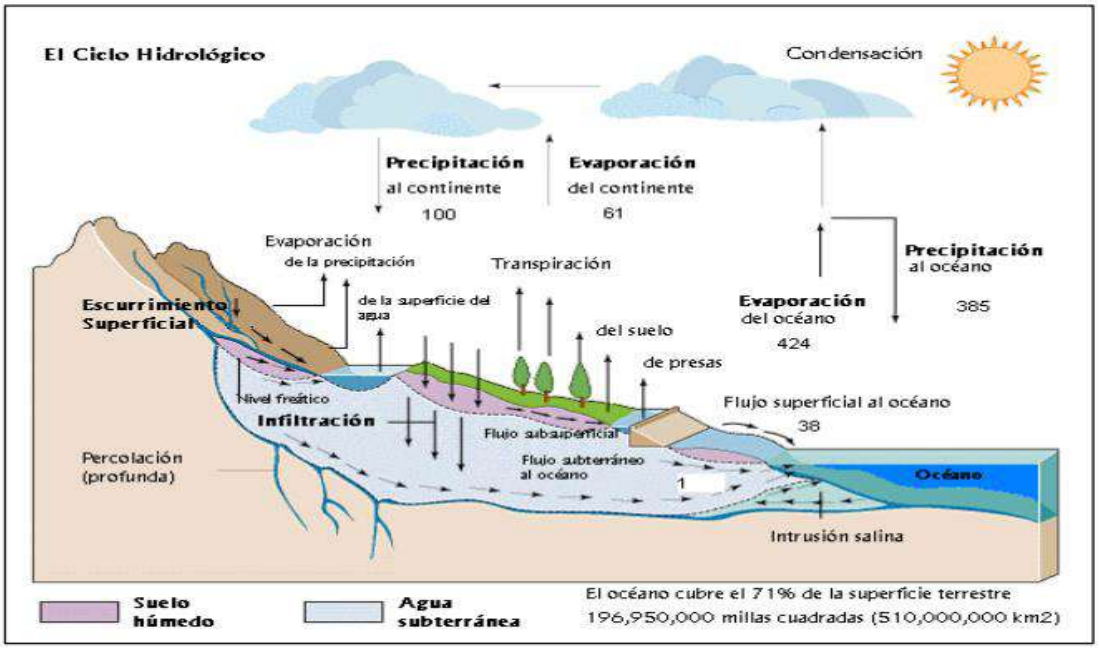
sistema perfecto que regula y gestiona las necesidades hídricas de todos los seres vivos (Ordoñez, 2011, p.6).

2.2.2.2 Sistema Hidrológico

Ven Te Chow (1985) señala que, En nuestro planeta, el agua, considerada un recurso vital, se encuentra en una región denominada hidrosfera, que se extiende desde aproximadamente quince kilómetros de altitud en la atmósfera hasta un kilómetro de profundidad bajo la superficie terrestre. El agua se evapora desde los océanos y la superficie terrestre, incorporándose a la atmósfera en forma de vapor, el cual asciende hasta condensarse y regresar a la superficie en forma de precipitación.

Una vez en la superficie, el agua puede ser interceptada por la vegetación, fluir como escorrentía superficial, infiltrarse en el suelo, desplazarse como flujo subterráneo o desembocar en los ríos. A continuación, se presenta un diagrama que ilustra el sistema hídrico de nuestro planeta.

Figura 3 *Diagrama del ciclo hidrológico*



Fuente: *Chow, V., Maidment, D. y Mays, L. 2000. Hidrología Aplicada*

2.2.2.3 Sistema de drenaje pluvial sostenible

Tropote y Fernández. (2015) Los sistemas de drenaje pluvial sostenible representan un enfoque innovador, ya que complementan el sistema de alcantarillado pluvial tradicional y contribuyen de manera significativa a la conservación, regulación y recuperación del ciclo hidrológico. Además, ayudan a mitigar los efectos negativos del desarrollo urbano, optimizando la integración con el paisaje.

Geldres (2020) en su propuesta de drenaje pluvial urbano en una ciudad similar en condiciones climáticas a la de Pucallpa (Iquitos), agrupa a los sistemas de drenaje pluvial, de acuerdo con la función: a) Estructuras de captación; b) Estructuras de conducción; c) Estructuras de conexión y mantenimiento; d) Estructuras de vertido; e) Instalaciones complementarias; f) Disposición final.

2.2.2.4 La evolución de la gestión pública de los recursos hídricos

La administración pública de los recursos hídricos ha experimentado diversos cambios en su estructura institucional. Inicialmente, la gestión del agua estaba a cargo de organismos relacionados con el desarrollo rural y las actividades agropecuarias, pero con el tiempo pasó a depender de las entidades responsables del desarrollo urbano y la infraestructura. Finalmente, la gestión de los recursos hídricos se ha integrado al sector ambiental y de los recursos naturales (Padrón y Cantú, 2009, p.23).

2.2.2.5 Impacto de la lluvia en zonas húmedas

La lluvia es el factor climático principal que, junto con las características del suelo y la topografía, ocasiona el encharcamiento de los campos agrícolas y, en muchas ocasiones, la pérdida de las cosechas. Por ello, el estudio de la

lluvia resulta fundamental para el diseño de los sistemas de drenaje (Coras, et al., 2005, p.113).

2.2.2.6 Coeficiente de escorrentía

Indica la proporción del agua de la lluvia que realmente se convierte en escorrentía superficial después de que el suelo se ha saturado completamente. Su valor varía según las características específicas del terreno que influyen en la capacidad del suelo para absorber el agua (Ibáñez et al., 2011, p.5).

2.2.2.7 Métodos para estimar la escorrentía

Los distintos métodos para calcular el coeficiente de escorrentía (todos ellos basados en la experiencia empírica) varían en su precisión y complejidad. A mayor cantidad de información utilizada, mayor es la fiabilidad y la complejidad del método, y viceversa. Sin embargo, siempre es esencial considerar la homogeneidad de la cuenca. La determinación del coeficiente de escorrentía se realiza mediante tablas o fórmulas empíricas. Entre las tablas más comunes están las de Raws, Molchanov y Prevert, mientras que entre las ecuaciones más utilizadas se encuentran la fórmula de “Nadal” y la fórmula de “Keler” (Ibáñez et al., 2011, p.5).

Tabla 2

Método de Raws

Zona	Coeficiente de escorrentía, C
Bosque. Relieve ondulado	0.18
Bosque. Relieve quebrado	0.21
Pasto. Relieve ondulado	0.36
Pasto. Relieve quebrado	0.42
Cultivos. Relieve ondulado	0.60
Cultivos. Relieve quebrado	0.72

Fuente: (Ibáñez et al., 2011).

Tabla 3

Método de Molchanov

Tipo de escorrentía	Pendiente del terreno	Densidad y uso de cubierta vegetal	Tipo de suelo	Coeficiente de escorrentía, C (%)
I	1° - 35°	D > 0.6 Sin pastoreo	Franco arenoso	5%
II	5° - 35°	0.5 > D > 0.4 Con pastoreo ocasional	Franco pedregoso	6 – 25%
III	5° - 40°	0.4 ≥ D > 0.1 Con pastoreo permanente	Franco pedregoso	25 – 50%
IV	5° - 40°	0.4 ≥ D > 0.1 Con pastoreo intensivo	Franco pedregoso	50 – 75%
V	5° - 40°	0.4 ≥ D > 0.1 Con pastoreo masivo	Arcilloso	> 75%

Nota. Tabla de Molchanov diseñada en parcelas forestales.
Fuente: (Ibáñez et al., 2011).

Tabla 4

Método de Prevert

Uso del suelo	Pendiente (%)	Textura del suelo (%)		
		Arenoso-limoso Limoso-arenoso	Limoso Limoso-arcilloso	Arcilloso
Bosque	0 – 5	0.10	0.30	0.40
	5 – 10	0.25	0.35	0.50
	10 – 30	0.30	0.40	0.60
	> 30	0.32	0.42	0.63
Pastizal	0 – 5	0.15	0.35	0.45
	5 – 10	0.30	0.40	0.55
	10 – 30	0.35	0.45	0.65
	> 30	0.37	0.47	0.68
Cultivo agrícola	0 – 5	0.30	0.50	0.60
	5 – 10	0.40	0.66	0.70
	10 – 30	0.50	0.70	0.80
	> 30	0.53	0.74	0.84

Nota. Prevert también se basó en parcelas experimentales. Fuente: (Ibáñez et al., 2011).

Tabla 5

Fórmula de Nadal

Extensión (Km^2)	Factor de extensión de cuenca K1	Lluvia media anual (mm)l	Factor de lluvia media anual K2	Características de la cuenca	Factor de pendiente y permeabilidad K3
10	2.60	200	0.25	Llana y	0.5 – 0.7
20	2.45	300	0.50	permeable	
40	2.15	400	0.75	Ondulada	0.5 – 1.2
100	1.80	500	1.00		
200	1.70	600	1.10	Montañosa e	1.2 – 1.5
500	1.40	700	1.17	impermeable	
1000	1.30	800	1.25		
5000	1.00	900	1.32		
10000	0.90	1000	1.40		
20000	0.87	1200	1.50		

Fuente: (Ibáñez et al., 2011).

La ecuación de Nadal es la siguiente:

$$C = 0.25 \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

Donde:

K1 es el factor de la extensión de la cuenca

K2 es el factor de la lluvia media anual

K3 es el factor de la pendiente y de la permeabilidad del suelo

Tabla 6

Fórmula de Keler

Coeficiente de ecuación	Criterio de análisis y/o intervalo
a	Entre 0.88 y 1. Asumir valor de 1 para cuencas torrenciales
b	Entre 350 y 460. Asumir el mínimo para cuencas torrenciales
P	Precipitación media anual

Fuente: (Ibáñez et al., 2011).

La ecuación de Keler es la siguiente:

$$C = a - \frac{b}{P}\ , siempre\ que\ P > 500\ mm$$

2.2.3 Inundaciones Urbanas y Zonas Inundables

2.2.3.1 Causas de las inundaciones urbanas

Estas se dan por distintas razones tales como:

- **Primera causa: La ocupación de zonas inundables:** la creciente ocupación de áreas propensas a inundarse, donde se construyen viviendas, infraestructuras y diversos equipamientos. Esto aumenta la exposición de la población y los bienes, elevando el riesgo de inundaciones. Aunque existe una normativa que regula el uso de zonas inundables, en la práctica, su cumplimiento no siempre se garantiza. Es relevante destacar que las competencias en urbanismo y planificación territorial están asignadas a las comunidades autónomas y a los ayuntamientos (Martínez, 2019, p.3).
- **Segunda causa: Espacios agrarios cada vez más intensivos:** La agricultura industrial y la expansión continua de los regadíos intensivos están modificando la dinámica hídrica de amplias zonas del territorio, incrementando tanto la cantidad de escorrentía como la velocidad de los flujos de agua durante lluvias intensas. Como consecuencia, los efectos de las precipitaciones torrenciales en las áreas río abajo se han vuelto más severos y destructivos, debido a que llega más agua en un menor tiempo, lo que genera mayores acumulaciones y picos en los caudales que los observados en el pasado (Martínez, 2019, p.3).
- **Tercera causa: La imparable impermeabilización del suelo:** El un aumento de la impermeabilización del suelo, producto del desarrollo urbanístico y la proliferación de diversas edificaciones e infraestructuras,

como centros comerciales y otros tipos de construcciones. Con una mayor superficie impermeable, la escorrentía se incrementa ante la misma cantidad de precipitación, lo que, a su vez, aumenta los daños por inundaciones, especialmente en las áreas urbanas (Martínez, 2019, p.4).

- **Cuarta causa: Nuevas infraestructuras que desorganizan el drenaje natural:** El acelerado crecimiento urbanístico no solo conlleva la ocupación de zonas inundables y una mayor impermeabilización del suelo, sino también la edificación de nuevas infraestructuras (como autovías, carreteras, rotondas y taludes), que interfieren y desordenan la red de drenaje, generando obstáculos. Esto agrava los daños durante precipitaciones intensas, ya que redirige los flujos de agua hacia áreas que anteriormente no tenían problemas de inundación, generando grandes acumulaciones de agua (Martínez, 2019, p.4).
- **Quinta causa: Obras de defensa frente a inundaciones que agravan daños cuando ésta se produce:** Uno de los factores que está contribuyendo de manera significativa al aumento de los daños por inundaciones es, paradójicamente, la construcción de infraestructuras hidráulicas diseñadas para prevenirlas, tales como motas, diques, presas de laminación, dragados, cortes de meandros y encauzamientos. Estas obras han modificado la percepción del riesgo, creando una falsa sensación de seguridad que ha impulsado una mayor ocupación de las zonas inundables, lo que incrementa la exposición al riesgo y la vulnerabilidad de las personas y sus bienes. Además, las motas y los encauzamientos generan efectos negativos y complejos en el riesgo de inundación, ya que favorecen un aumento de la energía y velocidad de las aguas durante las avenidas, lo que intensifica su capacidad erosiva y

destructiva en las áreas río abajo. Aparte de ser contraproducentes, estas infraestructuras tienen una efectividad limitada frente a las inundaciones. (Martínez, 2019, p.5).

- **Sexta causa. Los ríos se han quedado sin su espacio:** El aumento de los cultivos, el desarrollo urbano y la expansión de infraestructuras han, en muchos casos, reducido drásticamente el espacio disponible para el río, olvidando que un río no tiene un solo cauce ni un único caudal, sino que necesita varios cauces para diferentes niveles de caudal, incluidos los picos de las crecidas fluviales, y que todos estos forman parte integral del río. Existen diversas acciones que podemos implementar para mitigar los daños por inundaciones, siempre que abordemos adecuadamente las causas que están provocando un incremento de dichos daños. A continuación, se detallan los seis ejes principales de intervención. (Martínez, 2019, p.5).

2.2.3.2 Efectos de las inundaciones urbanas

De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), los principales daños directos causados por las crecidas incluyen:

- Pérdida de vidas humanas y animales.
- Daños a bienes, como viviendas, infraestructuras productivas y servicios.
- Pérdida de medios de subsistencia.
- Reducción de la capacidad productiva y adquisitiva.
- Migración de las poblaciones afectadas.
- Efectos psicosociales, como traumas prolongados.
- Obstaculización del proceso de desarrollo.
- Deterioro y destrucción de obras de arte y patrimonio arqueológico.

Según Rodríguez (2013) p.25; menciona que, desde el punto de vista económico, las inundaciones suelen generar varios efectos indirectos, que pueden medirse en términos monetarios, tales como:

- Aumento de los costos operativos debido a la destrucción.
- Disminución de la producción o los servicios debido a la paralización parcial o total de los mismos.
- Mayores costos derivados de la reorientación de los presupuestos.
- Pérdida de ingresos por la no prestación o la prestación parcial de servicios.
- Costos asociados con la atención a la población afectada durante la fase de emergencia.
- Pérdidas de producción o ingresos debido a los efectos en cadena, similares a los de una recesión, que pueden ser a corto o largo plazo (García., 2011).

2.2.3.3 Tipos de inundaciones urbanas

Dentro de estas se distinguen las siguientes:

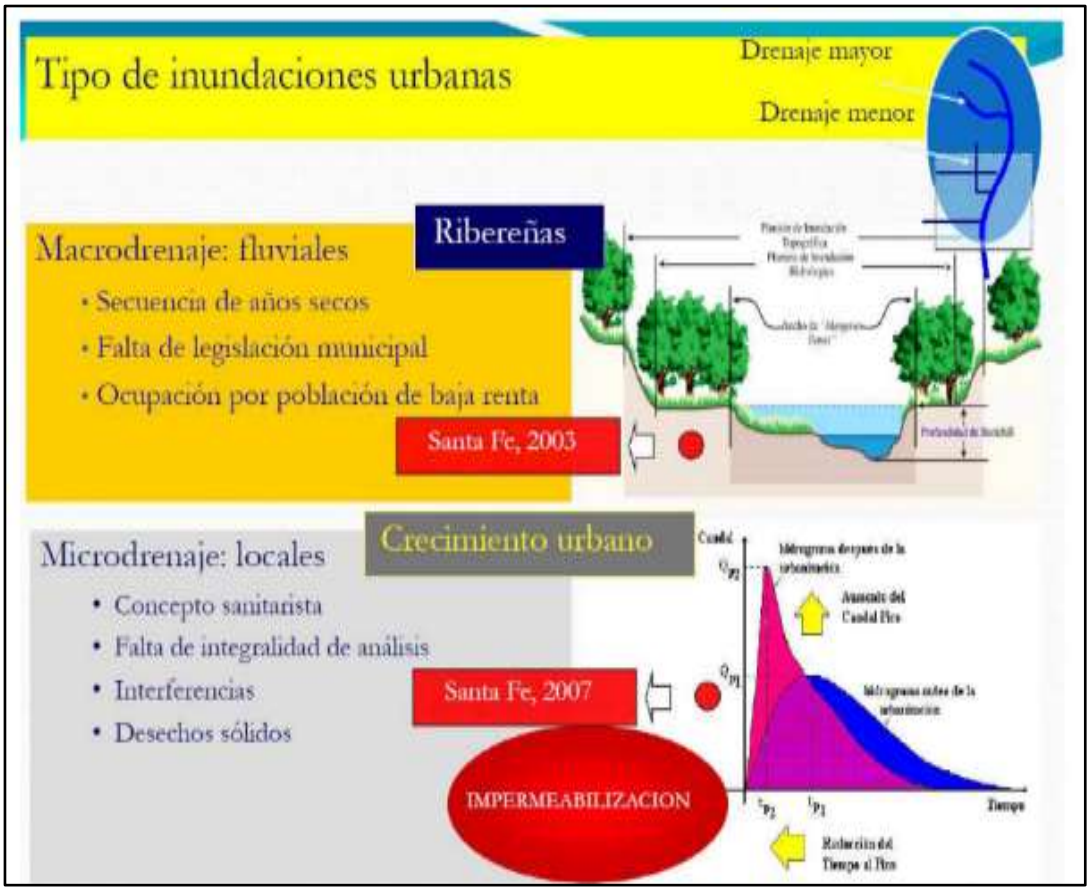
- **Inundaciones pluviales:** Son inundaciones causadas por lluvias intensas o abundantes que exceden la capacidad de drenaje del sistema pluvial urbano (Fenoglio, 2019, p.29).
- **Inundaciones ribereñas o costeras:** Son comunes en ciudades situadas a orillas de ríos, mares y sistemas mixtos como los estuarios. Estas inundaciones ocurren debido al desbordamiento de ríos y arroyos o por las crecidas del mar. El aumento en el caudal de los ríos y el desbordamiento de agua sobre sus llanuras de inundación afectan a las ciudades que se han desarrollado en esas áreas, a menudo incluso

cuando cuentan con sistemas de defensa o terraplenes artificiales (Fenoglio, 2019, p.30).

- **Inundaciones mixtas:** Son inundaciones urbanas en las que se combina la crecida de un río con la insuficiencia del sistema de drenaje pluvial para evacuar el exceso de agua generado por las lluvias (Fenoglio, 2019, p.30).

Figura 4

Tipos de inundaciones urbanas



Fuente: (Guitelman, 2015)

2.2.3.4 Tipos de lluvias detonantes

Dentro de estas se distinguen las siguientes:

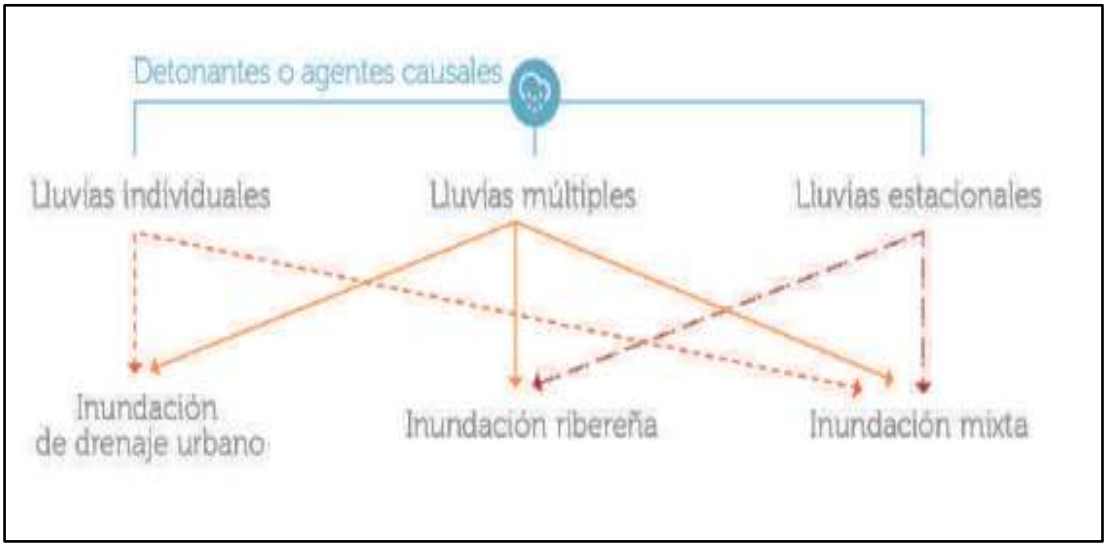
- **Lluvias individuales:** Son lluvias intensas que duran desde varias horas hasta varios días, y generalmente están asociadas a depresiones de

latitudes medias vinculadas a sistemas frontales (Fenoglio, 2019, p.30).

- **Lluvias múltiples:** Son fuertes lluvias que se suceden una tras otra, asociadas a diversas perturbaciones del tiempo. Estos eventos múltiples también pueden afectar grandes cuencas en latitudes medias durante el invierno, cuando las secuencias de depresiones son muy activas (Fenoglio, 2019, p.30).
- **Lluvias estacionales:** Son lluvias que se concentran en una estación del año. Las inundaciones causadas por estos eventos pueden durar varias semanas, como ocurre en las áreas del mundo sujetas al clima monzónico (Fenoglio, 2019, p.30).

Figura 5

Tipos de lluvias detonantes



Fuente: Fenoglio (2019), p.30.

2.2.4 Sostenibilidad en el Diseño de Drenaje Urbano.

2.2.4.1 Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS):

Surge como una respuesta a los problemas generados por los sistemas tradicionales de drenaje, que buscan controlar el volumen de agua

pluvial mediante soluciones que imitan los procesos naturales de infiltración, almacenamiento y tratamiento.

Tropote y Fernández. (2015) Los sistemas de drenaje pluvial sostenible se consideran innovadores, ya que complementan el sistema de alcantarillado pluvial tradicional y ayudan directamente en la conservación, regulación y restauración del ciclo hidrológico, al mismo tiempo que mitigan los impactos del desarrollo urbano y favorecen la integración del paisaje.

Geldres (2020) en su propuesta de drenaje pluvial urbano en una ciudad similar en condiciones climáticas a la de Pucallpa (Iquitos), agrupa a los sistemas de drenaje pluvial, de acuerdo con la función:

a) Estructuras de captación;

b) Estructuras de conducción;

c) Estructuras de conexión y mantenimiento;

d) Estructuras de vertido;

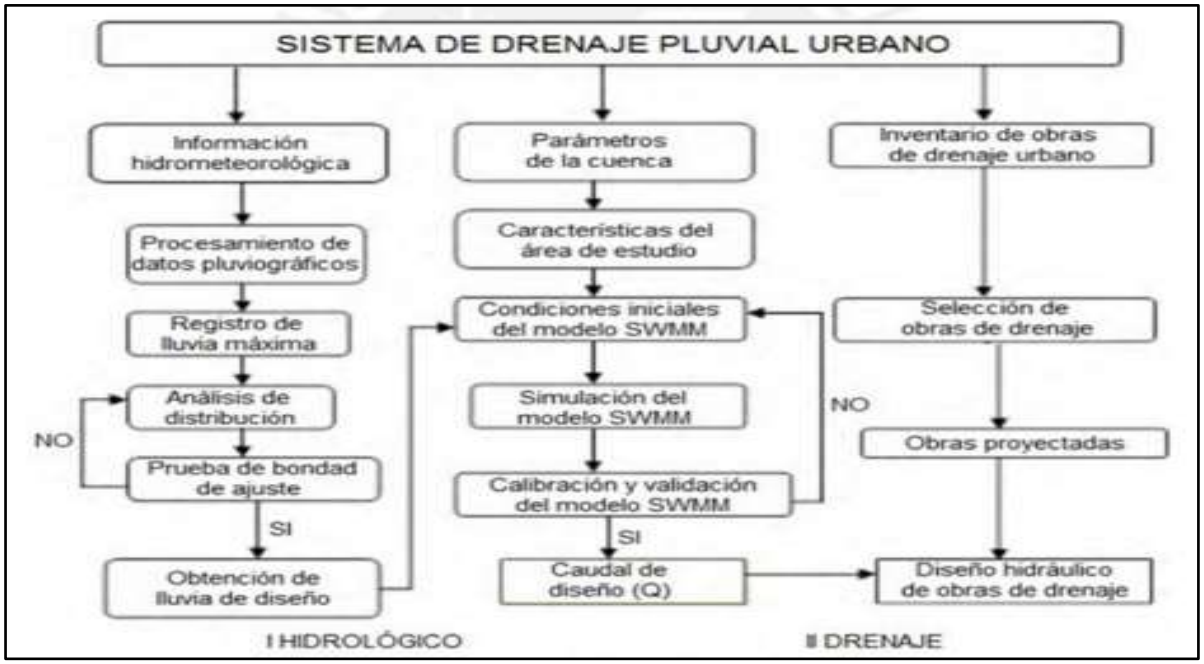
e) Instalaciones complementarias;

f) Disposición final.

Trapote (2020); define los SUDS como sistemas diseñados para integrar procesos naturales en el manejo de aguas pluviales, restaurando funciones naturales del ciclo hidrológico urbano. Estos sistemas permiten una gestión eficiente del agua y son una alternativa más sostenible que los sistemas convencionales, los cuales se centran principalmente en la evacuación rápida de las aguas sin considerar su calidad ni los impactos aguas abajo.

Figura 6

Metodología de estudio del sistema de drenaje pluvial urbano



Fuente: Ingeservice (2013).

2.2.4.2 Tipos de sistemas urbanos de drenaje sostenible

Los sistemas de drenaje sostenible ayudan a disminuir el volumen de escorrentía, controlar los caudales máximos, y reducir tanto la concentración como la cantidad total de contaminantes en estas aguas. Dependiendo del diseño, cada sistema puede cumplir con una o varias de estas funciones. Los distintos enfoques para gestionar las escorrentías se pueden categorizar en: Jardines de lluvia, Pavimentos permeables, Humedales artificiales y Sistemas de almacenamiento y reutilización del agua (Naturaleza., 2017, p.8).

2.2.4.3 Jardines de lluvia

Es una técnica de infraestructura verde que consiste en una zona ajardinada diseñada para capturar y gestionar el agua de lluvia. Estos jardines están diseñados para absorber el agua de escorrentía superficial mediante la infiltración en el suelo, reduciendo la cantidad de agua que se dirige hacia los sistemas de drenaje urbanos. Se caracterizan por el uso de plantas resistentes

a la sequía y sustratos permeables para fomentar la infiltración (Sharma & Malaviya, 2021).

2.2.4.4 Pavimentos permeables

Según Jane Smith et al. (2018): los pavimentos permeables son superficies diseñadas para permitir que el agua pase a través de ellas, de manera que pueda infiltrarse en el suelo en lugar de escurrir hacia los sistemas de drenaje. Estos pavimentos están hechos de materiales como adoquines, bloques de concreto o asfalto poroso que permiten el paso del agua, lo que ayuda a reducir el riesgo de inundaciones y mejora la recarga de los acuíferos (Қойшыбай, 2024 , p.4)

2.2.4.5 Humedales artificiales

Según Luis Pérez et al. (2019); los humedales artificiales son sistemas creados por el ser humano que imitan las funciones de los humedales naturales para tratar aguas residuales, gestionar el agua de lluvia o restaurar hábitats ecológicos. Utilizan plantas acuáticas, microorganismos y suelos específicos para filtrar y purificar el agua, removiendo contaminantes como nutrientes y metales pesados (Zhang y Wang, 2023, p.25).

2.2.4.6 Sistemas de almacenamiento y reutilización del agua

Según Chen, Zhuo et al. (2017); los sistemas de almacenamiento y reutilización del agua son infraestructuras diseñadas para capturar, almacenar y luego reutilizar el agua, como el agua de lluvia o el agua residual tratada. Estos sistemas pueden incluir cisternas, tanques de almacenamiento y tecnologías de tratamiento para asegurar que el agua pueda ser utilizada nuevamente en actividades como riego, procesos industriales o incluso en algunos casos para consumo humano tras el tratamiento adecuado (Chen et al., 2017, p. 37)

2.2.5 Modelamiento Hidráulico en Drenaje Pluvial

2.2.5.1 Área Hidráulica de Cuenca

Hirache (2022) señala como característica de cuenca hidrográfica al área hidráulica de la misma, e indica que es el área de drenaje comprendido dentro del límite o línea divisoria; es expresado en km2 o hectáreas.

2.2.5.2 Área Hidráulica de Drenaje

Es necesario establecer el tamaño y la forma de la cuenca o subcuenca en cuestión. Esto se puede determinar mediante mapas topográficos o mediante inspección en el terreno. Los intervalos entre las curvas de nivel deben ser lo suficientemente amplios para identificar claramente la dirección del flujo superficial.

2.2.5.3 Estudio de Mecánica de Suelos (EMS)

El Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) es un análisis fundamental de ingeniería que se requiere para cualquier diseño. Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), el EMS consiste en un conjunto de exploraciones y estudios de campo, pruebas de laboratorio y análisis técnicos que tienen como objetivo evaluar el comportamiento de los suelos y su respuesta a las cargas estáticas y dinámicas de una construcción. Este estudio debe ser obligatoriamente considerado en el diseño estructural, en el soporte de excavaciones y durante la construcción del proyecto (p.4).

2.2.5.4 Estudio de Topografía

El estudio de topografía siempre será indispensable en la elaboración y ejecución de todo proyecto de obra civil, puesto que el estudio topográfico nos permite conocer la forma del terreno donde se va a construir, especialmente en el campo del drenaje pluvial. Un levantamiento topográfico nos permite conocer las curvas de nivel y éstas serán de utilidad al momento

de la determinación de pendientes y ubicación de diferentes puntos con diferentes niveles de altura, para el adecuado escurrimiento de las aguas pluviales. Salinas (2020) sostiene que el trazo y replanteo debería ser efectuado por profesionales de topografía, con equipos correctamente calibrados.

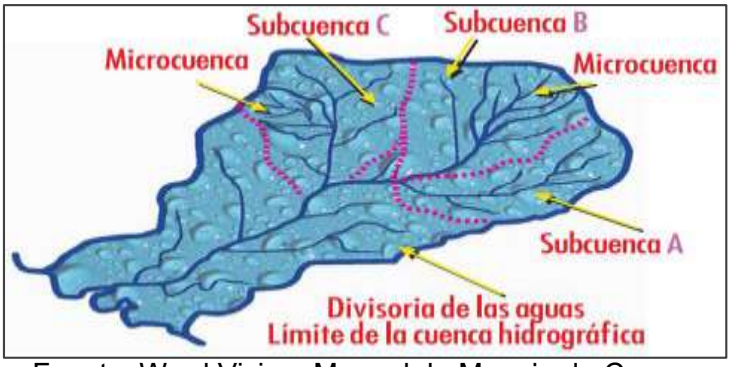
2.2.5.5 Caudal Máximo

El caudal máximo es indispensable para el diseño de obras hidráulicas. Méndez et al. (2015) indican en su artículo que el caudal máximo instantáneo que puede ser estimado de diversas formas, ya sea determinística, probabilística, empírica o instrumentalmente.

2.2.5.6 División

Toycen (2018) sugiere que la cuenca fluvial se puede fragmentar en zonas claramente delimitadas según la correspondencia entre el caudal superficial y la posición jerárquica que ocupa en relación al río principal. En un río principal se conecta con un afluente secundario, que cubre una subregión. Luego, aparece un afluente de tercer orden, que abarca una cuenca hidrográfica más pequeña, y también se encuentran las quebradas, que son corrientes de menor tamaño. Este sistema organiza desde las formaciones más grandes hasta las más pequeñas.

Figura 7 *División de una cuenca hidrográfica*



Fuente: Word Vision, Manual de Manejo de Cuencas.

2.2.5.7 Parámetros Hidrológicos

López et al. (2014) Los parámetros hidrológicos se dividen en morfométricos y topográficos. Los parámetros morfométricos de las cuencas hidrográficas incluyen el área de la cuenca, la longitud de la cuenca y la longitud del río. El área de una cuenca hidrográfica, también conocida como magnitud de la cuenca, corresponde al área proyectada en la horizontal, delimitada por su divisoria.

2.2.5.8 Sección de Máxima Eficiencia Hidráulica

Villón (2007) define a la sección de máxima eficiencia hidráulica, cuando para la misma área hidráulica, pendiente y rugosidad pasa un caudal máximo.

De la ecuación $Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$, se desprende que el caudal es máximo cuando el perímetro mojado p es mínimo. Por tanto, a manera de ejemplo, en un canal de sección trapezoidal se deduce que para que se cumpla la condición de sección de máxima eficiencia hidráulica debe darse la relación $R = \frac{y}{2}$, es decir el radio hidráulico es igual a la mitad del tirante.

Siguiendo la misma lógica, para un tirante constante, el talud z más eficiente para una sección trapezoidal es $z = \frac{\sqrt{3}}{3}$.

2.2.5.9 Modelamiento Hidráulico en el Diseño de Drenaje Pluvial

El modelado hidráulico es una herramienta fundamental para predecir el comportamiento del agua en los sistemas de drenaje, lo que permite anticipar inundaciones, la distribución del flujo y el efecto de diversas variables. Se emplean modelos computacionales que replican las condiciones hidráulicas en función de diferentes precipitaciones y configuraciones del

terreno, facilitando la toma de decisiones en el diseño de sistemas más eficientes y resistentes.

Camargo y Lozada (2018); el uso de modelos hidráulicos permite realizar un análisis exhaustivo de la dinámica del agua, evaluando la capacidad de los sistemas de drenaje para gestionar flujos extremos y anticipando los efectos de las precipitaciones en la infraestructura urbana. Esto es especialmente importante en zonas propensas a inundaciones, como la cuenca del río Bogotá, donde se implementaron soluciones basadas en SUDS para mitigar las inundaciones y mejorar la infraestructura vial (González y Rodríguez, 2021, p.17).

Por otro lado, Zumaeta y Goñas (2017) destacan la relevancia de contar con un modelo hidráulico preciso para el diseño de infraestructuras de drenaje en áreas urbanas como Pucallpa, donde las precipitaciones son intensas y varían. El modelado hidráulico permite ajustar los diseños a las particularidades de cada zona, teniendo en cuenta la topografía y la geología del suelo (p.25).

En cuanto a los parámetros geotécnicos e hidráulicos, estos son esenciales para calibrar los modelos hidráulicos y garantizar la efectividad del sistema de drenaje. Entre los más importantes se encuentran la permeabilidad del suelo, la capacidad de retención de agua y la velocidad de escorrentía, los cuales influyen en la forma en que el agua es gestionada dentro del sistema de drenaje. Según Zumaeta y Goñas (2017), la mecánica de suelos juega un rol crucial en la calibración de los modelos hidráulicos, ya que las características del suelo determinan el comportamiento del agua en términos de infiltración y retención. Estos factores deben ser cuidadosamente

analizados para optimizar el diseño de un sistema de drenaje eficiente (Zumaeta y Goñas, 2017, p. 34).

2.2.5.10 Storm CAD

El software StormCAD es una herramienta orientada al diseño y análisis hidráulico de sistemas de drenaje pluvial por gravedad, utilizando criterios de flujo gradualmente variado y el método racional para estimar caudales (Bentley Systems, 2024). También permite calcular capacidades hidráulicas, evaluar pendientes y simular el comportamiento del sistema con el solucionador GVF-Rational (PCCAD, 2024). Además, es aplicable tanto al diseño de nuevas redes como a la evaluación de sistemas existentes (Ohio Department of Transportation, 2018).

2.2.5.11 Geotecnia y Parámetros Hidráulicos en el Diseño de Drenaje

Entre los parámetros más importantes se encuentran la permeabilidad del suelo, la capacidad de retención de agua, y la velocidad de escorrentía, que influyen en la forma en que el agua es gestionada dentro del sistema de drenaje. Según Zumaeta y Goñas (2017), la mecánica de suelos juega un papel fundamental en la calibración de modelos hidráulicos, ya que las características del suelo determinan cómo se comporta el agua en términos de infiltración y retención. Estos factores deben ser cuidadosamente analizados para optimizar el diseño de un sistema de drenaje eficiente (Zumaeta y Goñas, 2017, p.34).

2.2.5.12 (StormCAD)

El software StormCAD es una herramienta ampliamente utilizada para modelar el comportamiento del agua en sistemas de drenaje pluvial, ya que permite simular diversos escenarios hidráulicos y evaluar el impacto de diferentes alternativas de diseño. Este software resulta especialmente útil en

áreas con características hidrológicas complejas y con variaciones significativas en la topografía.

Si bien **SENAMHI (2023)** no se refiere específicamente al uso de StormCAD, sí destaca que el empleo de herramientas de modelación hidráulica es esencial para enfrentar los desafíos asociados a la gestión del agua pluvial en zonas como la ciudad de **Pucallpa**, donde las precipitaciones son impredecibles y las condiciones geográficas generan mayores dificultades para el diseño del drenaje urbano.

Para la **delimitación de la cuenca**, se empleó el método denominado **"Aplicación por vías"**, el cual consiste en determinar las áreas tributarias correspondientes a cada vía dentro de su zona de influencia. Este procedimiento se basa en **trazar bisectrices** en los vértices o esquinas de las manzanas y prolongarlas hasta su intersección al interior, definiendo así los límites de las subcuencas. Para su aplicación, se utilizaron los **ejes de las calles** como referencias principales para establecer dichas delimitaciones.

2.2.6 Cambio Climático y su Impacto en el Drenaje Urbano.

2.2.6.1 Las inundaciones urbanas

Son un fenómeno cada vez más frecuente debido a la urbanización descontrolada y el cambio climático. Las ciudades con infraestructura de drenaje obsoleta o inadecuada son especialmente vulnerables a estos eventos, lo que subraya la importancia de implementar soluciones sostenibles y adaptativas. Trapote (2020) discute cómo los SUDS y el modelado hidráulico no solo son herramientas para mitigar inundaciones, sino también para adaptarse a los efectos del cambio climático, que se manifiestan en la forma de precipitaciones más intensas y frecuentes. Estas soluciones pueden

ofrecer múltiples beneficios, como la mejora de la calidad del agua y la reducción de la erosión del suelo (Trapote, 2020, p.38).

2.2.6.2 Cambio Climático

Según el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) en su informe de 2021, el cambio climático se define como: Un cambio significativo en las propiedades estadísticas del clima que persiste durante un largo período de tiempo, típicamente décadas o más. El cambio climático puede referirse a cualquier cambio en las características del clima, como la temperatura media, la precipitación o la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos (IPCC, 2021: Resumen para responsables de políticas (IPCC, 2021, p. 6).

2.2.7 Conceptos de hidráulica.

Las alcantarillas pluviales se diseñan básicamente a flujo libre, con algunas excepciones que son a presión. Se asume un régimen permanente y uniforme como requisito para aplicar la expresión de Manning (Pérez, 2015).

2.2.7.1 Expresión de Manning

A lo largo del tiempo, el cálculo de la velocidad media del flujo en un conducto ha evolucionado mediante diversas ecuaciones, todas basadas en el factor de rugosidad, el cual depende del material del canal. Al realizar un análisis comparativo entre estas fórmulas, se observa que los resultados son bastante similares. En Perú, la fórmula más comúnmente utilizada es la expresión de Manning (Rocha, 2007), que también es empleada por el StormCAD.

2.2.7.2 Clasificación del flujo

Diferentes criterios de clasificación del tipo de flujo en un canal dependen de los parámetros seleccionados. Se pueden tener en cuenta las

siguientes variables: los efectos del tiempo, la fracción, la gravedad o la viscosidad.

Los dos últimos se miden mediante los números de Froude y Reynolds, respectivamente. Si un parámetro en un punto (caudal, velocidad, presión, profundidad, área) no cambia con el tiempo, el flujo se considera constante o estable, y si cambia, el flujo es inestable. Ambos tipos de flujo pueden tener un movimiento uniforme o variable dependiendo del cambio de sección transversal en el canal en un momento dado.

Chaudhry (2008) cree que, debido a las dificultades para analizar flujos inestables, es necesario y posible transformarlos en flujos estables bajo ciertas circunstancias. Para lograrlo, las olas no deben cambiar de dirección cuando se mueven en la dirección del flujo de agua.

Esto significa que no debería haber movimiento relativo entre las olas, por lo que el flujo parece constante desde un punto de referencia en movimiento.

Considerando las secciones como variables, los procesos se clasifican de la siguiente manera:

- **Movimiento uniforme:** Las propiedades hidráulicas, como la profundidad o la velocidad, permanecen constantes a lo largo del canal en cualquier momento. Esto suele ocurrir en canales rectos con pendiente y sección transversal constantes. La llamada profundidad normal es un parámetro de diseño importante para un colector solar en estas condiciones. En los sistemas de drenaje, se supone que el agua se comporta de manera constante y uniforme.
- **Movimiento variable:** cuando cambia la pendiente, la profundidad o la sección transversal, o cuando existen obstáculos en el cauce del río en un momento determinado.

2.2.7.3 Número de Froude

Según el número de Froude puede clasificarse el movimiento del flujo. Villón (2007) los define de la siguiente manera:

- **Movimiento crítico:** cuando la velocidad del flujo es igual a la velocidad de la gravedad. Esto se puede lograr cambiando la profundidad del flujo. (F=1).
- **Movimiento subcrítico:** cuando la velocidad del flujo es menor que la velocidad crítica. El agua es lenta y tranquila por la influencia de la corriente ascendente. (F < 1).
- **Movimiento supercrítico:** La velocidad del flujo es mayor que la velocidad crítica. El agua fluye de forma rápida y turbulenta, lo que afecta aguas abajo. (F > 1).

2.2.7.4 Número de Reynolds

Un fluido se considera laminar cuando las partículas líquidas se mueven de manera suave y en capas delgadas, una sobre otra. En contraste, un fluido turbulento presenta un movimiento irregular de las partículas en el tiempo y el espacio. Así, el número de Reynolds determina el tipo de flujo, al relacionar la fuerza viscosa con la inercia (Chaundhry, 2008).

Cuando el número de Reynolds supera los 600, ocurre la transición de flujo laminar a turbulento. Aunque es muy raro observar flujo laminar en canales, si el fluido no tiene suficiente velocidad para generar ondas, se considera laminar, aunque técnicamente no lo sea. Esto sucede cuando la superficie del canal se considera lisa, aunque en realidad no existe una superficie completamente lisa. Las superficies rugosas generan resistencia al flujo y producen considerable agitación y turbulencia (Chaundhry, 2008) (Pérez, 2015).

2.2.7.5 Coeficiente de rugosidad de Manning

El coeficiente “n” de Manning se utiliza para expresar la rugosidad de la superficie de una tubería o conducto. La textura de la superficie interior se divide en pared lisa y pared rugosa. Si son de plástico, fibra de vidrio, hormigón, cerámica o fibrocemento, son lisos. Por otro lado, las construcciones toscas están hechas de acero corrugado, ladrillos o piedra (Pérez, 2015).

El valor “n” no debe ser demasiado grande, de lo contrario será antieconómico y hará que el colector sea demasiado grande, ni debe ser demasiado pequeño, de lo contrario dará como resultado una capacidad de colector insuficiente. Con el tiempo, el valor n tiende a permanecer constante a medida que las partículas se acumulan en las paredes del colector y aumenta la contaminación. Sin embargo, la elección de la constante n depende en gran medida de la experiencia del desarrollador del proyecto.

Según Pérez (2015) para elegir el valor del coeficiente n de Manning se debe tomar algunas consideraciones:

- Las condiciones futuras de trabajo.
- No se toman valores en condiciones ideales.
- El factor de seguridad que se aplica en otras disciplinas.
- Los distintos factores de perturbación: deflexión o culebreo, sifoneo, desperdicios, sedimentos y otros sólidos, reducción de área, los pasos de inspección, entradas domiciliarias, cámaras de caídas, cambios de dirección y alineamientos, posibles raíces.

En el diseño de una red de alcantarillado se tienen en cuenta los diversos coeficientes de rugosidad a lo largo de todo el trayecto que sigue el agua, tanto en la superficie como en los conductos. La Tabla 1, incluye los

coeficientes propuestos por la Norma OS.060 (2006), como también algunos otros necesarios para el cálculo de escorrentías.

2.2.7.6 Canales de sección y/o rugosidad compuesta

Existen canales con secciones transversales complejas que se consideran como compuestas, como ocurre en los ríos. En estos casos, la sección se divide en áreas, y se trabaja con cada una de ellas de manera independiente, para luego combinar los resultados (Rocha, 2007).

A lo largo del perímetro mojado de un canal, la rugosidad puede variar dependiendo del material con el que esté construido. Por ejemplo, un canal con fondo de concreto liso y paredes de piedra. Por lo tanto, es necesario calcular un valor equivalente de n para el perímetro total y usar este valor para determinar el caudal en toda la sección (Pérez, 2015).

2.2.7.7 Determinación de la sección transversal

El área de la sección transversal del canal se diseña de acuerdo con el caudal especificado. Su selección se basó en su funcionalidad, naturaleza de los servicios prestados y análisis de disponibilidad de agua. Desde un punto de vista hidráulico, se pueden elegir formas transversales ilimitadas. Sin embargo, siempre se debe buscar la máxima eficiencia hidráulica, es decir, permitir un caudal determinado a través de la menor área mojada, teniendo en cuenta la rugosidad, la pendiente y la geometría especificada (Rocha, 2007).

Otro aspecto importante es el borde libre. Rocha (2007) lo conceptualizó como una altura adicional a la profundidad para proporcionar un margen de seguridad en caso de que el nivel del agua esté anormalmente por encima del caudal diseñado del curso de agua.

2.2.7.8 Velocidad y Pendiente

Según Pérez (2015), los sistemas de recuperación de tierras deben adaptarse a la topografía del terreno, controlando la velocidad y la pendiente para que no superen los valores mínimos y máximos estándar. Si la pendiente es pronunciada, se deben colocar cámaras de caída para controlar la velocidad.

Para la velocidad máxima se considera sólo el material en el canal o tubería, no el sedimento (Rocha, 2007).

2.2.7.9 Análisis estadístico de datos hidrológicos

2.2.7.9.1 Prueba de datos dudosos

Los puntos de la muestra que difieren significativamente de otra información se denominan valores atípicos. La Junta de Recursos Hídricos recomienda utilizar la Prueba de Datos Sospechosos para realizar la identificación. Para evitarlos se deben tener en cuenta criterios matemáticos e hidrológicos para no afectar la magnitud de los parámetros estadísticos calculados, especialmente en el caso de muestras pequeñas.

2.2.7.9.2 Modelos de distribución

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) (2008) sugiere emplear modelos probabilísticos (ya sean discretos o continuos) en el análisis de frecuencia para estimar la cantidad, intensidad o caudal máximo de lluvia en distintos periodos.

2.2.7.9.3 Periodo de retorno

El período de retorno se emplea para calcular el caudal de diseño, el cual es crucial para el dimensionamiento de las estructuras

hidráulicas. Según el Manual del MTC (2008), la probabilidad de que se supere la cantidad de lluvia, el nivel de riesgo aceptable de daño y la vida útil de la estructura son factores clave para determinar el período de retorno a aplicar en el diseño. Los dos últimos dependen de aspectos económicos, políticos, sociales y tecnológicos.

2.2.7.10 Precipitaciones de diseño.

2.2.7.10.1 Precipitación en un punto

Las condiciones del entorno, como la pluviosidad, la temperatura, la dirección y velocidad del viento, y la humedad, se registran a través de una red de estaciones meteorológicas. El Perú tiene estaciones convencionales, donde utiliza los pluviómetros para la lectura directa de la precipitación diaria; y automáticas, que hace uso de los pluviógrafos para un registro gráfico y continuo por hora de la lluvia (Pérez, 2015).

La unidad de medida es el milímetro (mm), que indica la profundidad de la columna de agua sobre un metro cuadrado de base. La información se recoge durante un periodo específico de tiempo.

Catala (1992) asume que las precipitaciones de corta duración son las que duran menos de 2 horas y las de larga duración, las comprendidas entre 2 y 72 horas. Las lluvias de larga duración y baja intensidad representan un mayor riesgo para las redes de saneamiento en comparación con las de corta duración y alta intensidad.

La lluvia de diseño se determina a partir del análisis de frecuencia de los valores extremos de los registros históricos

en ese punto específico. Anualmente, se registra la máxima columna de agua para una duración determinada. Para cada serie de específica duración se utiliza el análisis de frecuencia de valores extremos para calcular la precipitación de diseño para múltiples periodos de retorno (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

2.2.7.10.2 Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación en un área determinada es la intensidad media de precipitación durante un periodo de tiempo determinado, llamado periodo de concentración, cuyo periodo de retorno depende del tipo de elemento hidráulico diseñado (Ministerio de Vivienda, 2006).

Las precipitaciones y su intensidad se distribuyen de manera desigual en el área de estudio. Por lo tanto, la intensidad de la precipitación en un punto de la región (llamado centro) es mayor que en cualquier otro punto. Por lo tanto, la intensidad disminuye a medida que el punto se aleja o aumenta la superficie afectada.

Para demostrar este fenómeno, se utiliza un coeficiente de reducción llamado coeficiente de distribución espacial de la heterogeneidad de la precipitación. En áreas pequeñas, por seguridad de los ingenieros, este factor ya no es importante y no debe tenerse en cuenta en el diseño (Catalá, 1992).

2.2.7.10.3 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

La curva IDF relaciona la intensidad de las precipitaciones con la duración y la frecuencia (lo inverso del período de retorno) en un punto determinado en forma gráfica o de fórmula obtenida mediante análisis estadístico y ajuste de curvas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, 2006).

Las curvas se pueden lograr de diferentes maneras. Si en la zona afectada hay un pluviómetro se podrá leer directamente desde allí. De lo contrario, utilice este método para encontrar la precipitación que dura menos de 24 horas y su intensidad en relación con la precipitación diaria máxima. Se pueden utilizar métodos como el IILA-SENAMHI-UNI.

2.2.7.10.4 Hietograma de diseño

Algunos métodos hidrológicos necesitan conocer la distribución temporal de una tormenta, por lo que es tan crucial determinar el valor máximo de la lluvia o la intensidad de diseño en un periodo de tiempo como entender cómo evoluciona esa tormenta a lo largo del tiempo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008). (2000).

2.2.7.11 Caudal de diseño.

2.2.7.11.1 Método racional

Para aplicar un enfoque razonable, debe tenerse en cuenta que la cuenca hidrográfica debe ser menor o igual a 13 kilómetros cuadrados. Una zona de captación en áreas

urbanas se compone de subcuencas con diferentes parámetros de superficie, que son necesarios para calcular el caudal máximo y la descarga hacia un colector solar.

2.2.7.11.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es un valor que requiere de un buen juicio y experiencia para ser seleccionado. Para determinarlo, es necesario considerar factores como las condiciones y propiedades del suelo (humedad, capacidad de infiltración, etc.), la pendiente de la superficie, el grado de impermeabilización, el almacenamiento por hundimiento del suelo, la cercanía al nivel freático, así como la duración e intensidad de la lluvia.

2.2.7.11.3 Área de drenaje

En los sistemas de recuperación de tierras, los mapas topográficos son necesarios para determinar la forma y el tamaño de la cuenca que se va a inspeccionar. Cada intervalo de contorno separa la dirección y orientación de las corrientes superficiales, lo que permite mapear los bordes de las cuencas y sus subdivisiones.

Estos límites deben tener en cuenta la ubicación de las tuberías subterráneas, la pendiente de las aceras, la calidad del césped, los parques pavimentados y otras características del entorno urbano. Esto significa que no se puede dividir por restricciones ocupacionales (Ministerio de Vivienda y Salud, 2006).

2.2.7.12 Sistemas de drenaje.

Un sistema de alcantarillado es un conjunto de tuberías y estructuras que se utilizan para recibir, drenar, descargar y tratar el agua proveniente de actividades humanas o precipitaciones. Por lo tanto, cualquier lugar donde haya suministro de agua o lluvia debe contar con un sistema de evacuación (Pérez, 2015).

Katalai (1992) distingue básicamente dos tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales: sistemas separados y unificados, señalando que pueden tener algunas variaciones, como sistemas híbridos, pseudoseparados y combinados.

2.2.7.12.1 Sistema separativo, unitario y mixto

El sistema dividido se caracteriza por tener dos redes de aguas residuales independientes, una de las cuales corresponde a la red de aguas residuales domésticas, que recibe aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales. Otra red es la de alcantarillado pluvial, que transporta el agua procedente de las precipitaciones, ya sean líquidas, granizo o nieve.

El coste de construir un sistema separado puede ser el doble que el de construir un sistema único, y su mantenimiento también es más caro. Sin embargo, si la geografía lo permite, se pueden incorporar zanjas o canales abiertos al diseño, y el precio puede ser competitivo. Otro problema con los sistemas individuales es la contaminación causada por las primeras lluvias sin tratar.

La ventaja del sistema de separación es la simplicidad y economía del tratamiento de aguas residuales. Es más fácil de purificar porque el flujo a purificar es uniforme, los costos de purificación son menores y la capacidad requerida de la planta de tratamiento es menor porque los cuerpos de agua están separados.

Las aguas residuales industriales a menudo se vierten directamente en alcantarillas sanitarias o combinadas, a pesar de los importantes riesgos que esto supone. Debido a que su pH es altamente corrosivo, se requiere un cableado especial para proteger la infraestructura del sistema. En cualquier caso, es recomendable tratar eficazmente estos líquidos antes de verterlos en el alcantarillado municipal (Pérez, 2015).

2.2.7.12.2 Sistema pseudo-separativo y compuesto

Un sistema de cuasi-separación es una variante de un sistema de separación. La red recoge el agua de lluvia de los edificios, así como las aguas residuales domésticas e industriales. La segunda red se utiliza únicamente para recoger el agua de lluvia que se acumula en carreteras, plazas y jardines públicos. La ventaja de este sistema es que no requiere conexiones dobles para cada casa, lo que puede ahorrar costos significativos si se implementa en una casa existente para desviar el agua de lluvia.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Agua pluvial:** Es el agua procedente de la precipitación natural (CE.040)
- **Caudal de diseño:** Es el flujo máximo de agua considerado en el diseño de

sistemas hidráulicos, como drenajes o canales, basado en un periodo de retorno específico. “El caudal de diseño se establece tomando en cuenta el caudal máximo esperado en un periodo de retorno determinado” (Castañeda y Bermúdez, 2023, p.12).

- **Cota Máxima de Cuenca:** Elevación del punto más alto del cauce en metros sobre el nivel del mar (Rojos & Weebly, s.f.).
- **Cota Mínimas de la Cuenca:** Coincide con la cota menor de la cuenca en metros sobre el nivel del mar (Rojos & Weebly, s.f.).
- **Drenaje pluvial:** Es el sistema encargado de recolectar y evacuar las aguas de lluvia para evitar inundaciones y daños en infraestructuras: El drenaje pluvial se encarga de gestionar el agua de lluvia para prevenir inundaciones y daños urbanos (Rosales et al., 2015, p.15).
- **Drenaje sostenible:** Son técnicas que buscan gestionar el agua de lluvia de manera que se minimice el impacto ambiental y se promueva la infiltración natural. El drenaje sostenible busca mitigar los efectos negativos de las lluvias mediante soluciones que favorecen la infiltración y la retención del agua (Castro et al., 2005, p.5).
- **Escorrentía:** Cari (2018) define a la escorrentía como una fracción de la precipitación que esporádicamente se manifiesta como flujo en cauces, así como ríos y esteros, pueden ser perpetuos o intermitentes. La escorrentía superficial es el principal causante de erosiones en suelos poco permeables y en lugares con escasa vegetación.
- **Intensidad de Lluvia:** Blanco (2020) define que la intensidad de la precipitación es un índice que relaciona la cantidad de lluvia en función del tiempo. Es importante este concepto ya que representa cuantitativamente el extremo climático.

- **Inundación:** Es el desbordamiento de agua que cubre áreas que normalmente están secas, debido a la incapacidad de un sistema de drenaje o cauce para manejar el volumen de agua. “La inundación ocurre cuando el caudal de agua excede la capacidad de evacuación del sistema” (Martos y Durán, 2022, p.15)
- **Modelado hidráulico:** Es el proceso de usar modelos matemáticos para simular el comportamiento del agua en un sistema de drenaje o en cuerpos de agua. El modelado hidráulico permite prever el comportamiento del agua en diferentes escenarios, ayudando en el diseño de infraestructuras hidráulicas (Diez y Burbano, 2007, p.78).
- **Presión Admisible:** Según lo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) en la Norma E.050 sobre Suelos y Cimentaciones, la presión admisible se define como la “máxima presión que la cimentación puede ejercer sobre el terreno sin que se produzcan asentamientos excesivos (superiores a los permitidos) ni un factor de seguridad frente a fallas por corte inferior al valor indicado en el artículo “21” (p.5).
- **Simulación del drenaje:** Es el proceso de modelar el comportamiento del sistema de drenaje para predecir su desempeño ante diferentes condiciones. La simulación del drenaje permite evaluar el rendimiento de los sistemas bajo diferentes escenarios de lluvias (De Horta y Pino, 2021, p.15).
- **Simulación del drenaje pluvial:** Consiste en modelar el comportamiento de drenaje pluvial específicamente, para analizar su capacidad de manejo de aguas lluvias y posibles inundaciones. La simulación del drenaje pluvial se utiliza para prever y optimizar el manejo de las aguas (Victoria, 2021, p.5).
- **Sostenible:** Se refiere a algo que se mantiene a lo largo del tiempo sin agotar

los recursos o causar daños severos al medio ambiente, sin comprometer las futuras generaciones para satisfacer las propias necesidades.

- **Tiempo de Concentración:** Betancor et al. (2013) define el tiempo de concentración (tc) como el tiempo que tarda una gota de lluvia en viajar desde el punto más alejado de la cuenca, en términos hidráulicos, hasta su salida, es decir, el momento en que toda la cuenca empieza a contribuir al caudal en el punto de salida.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS

Para la recopilación de datos significativos, en el presente estudio se utilizó fuentes primarias como: levantamiento de información de campo (levantamiento topográfico con fotogrametría, Estudio de Mecánica de Suelos), búsqueda de datos históricos de hidrología, observaciones planas del sector barrio La Hoyada, entre otros.

Además, se emplearon varias técnicas de investigación, como la observación directa, para estudiar de manera directa el fenómeno, sin intervenir en él, es decir, sin modificarlo ni realizar acciones que posibiliten su manipulación, en concordancia con el tipo de investigación; el análisis documental, para estudiar y analizar los documentos existentes que datan sobre las precipitaciones pluviales en el periodo del 2004 al 2024.

Del mismo modo, en la práctica, se emplearon los siguientes instrumentos: Normas técnicas de drenaje pluvial y recursos hídricos, Softwares: Microsoft Excel 2021 – AutoCAD CIVIL 3D y StormCAD, así también equipos del laboratorio empresa “Geoingeniería y Construcciones J&R S.A.C.”.

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo aplicada, dado que tiene como propósito proponer una solución técnica mediante el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible, orientado a mitigar el problema de inundaciones en el sector Barrio La Hoyada.

Asimismo, adopta un enfoque mixto, entendido como la integración de métodos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, lo que permite una comprensión más completa del problema de investigación (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

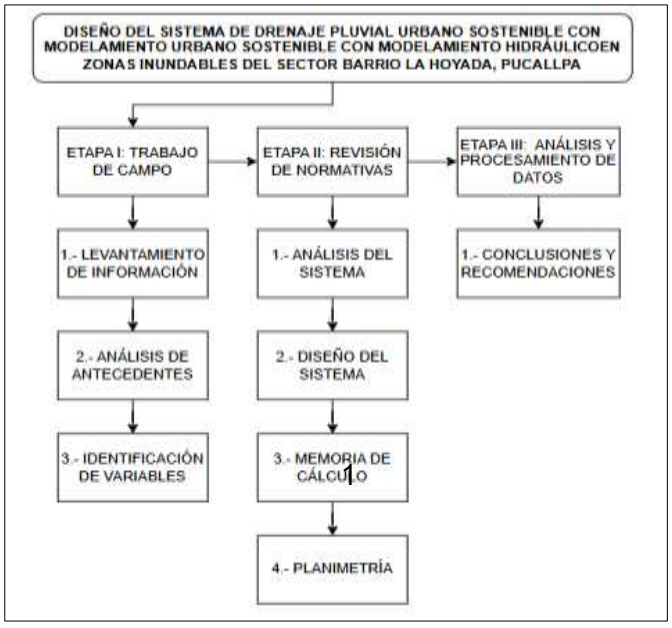
El nivel de investigación es descriptivo, ya que describe las características del área de estudio y del sistema de drenaje existente, así como analiza las causas que originan las inundaciones mediante el modelamiento hidráulico.

3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En concordancia con la metodología de la investigación, el diseño de la investigación se clasifica como tipo No experimental lo cual se fundamenta en la determinación de un diseño de drenaje pluvial sostenible con máxima eficiencia hidráulica en zonas inundables a fin reducir la vulnerabilidad frente a inundaciones por precipitaciones pluviales, utilizando información recopilada para un periodo de tiempo.

Figura 8

Diseño y Esquema de la Investigación



Fuente: Propia

En la Figura *8*, se presenta el diseño de la investigación que siguió el presente estudio mixto (cuantitativo y cualitativo) en tres etapas: Campo, Modelamiento, Informe Final.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Población: La población se refiere al conjunto de todos los elementos que se desean estudiar y que comparten características comunes. En esta investigación, la población está conformada por el sector Barrio La Hoyada, ubicado en la cuenca del río Ucayali, dentro del distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, con una extensión de 17.121 hectáreas, aproximadamente. Este sector ha sido identificado como zona de alta vulnerabilidad por presentar altos niveles de vulnerabilidad a inundaciones, especialmente durante los meses de enero a marzo, época en la que se registran las mayores precipitaciones pluviales en la región. La población es finita y está claramente delimitada geográficamente, lo que permite un análisis detallado y localizado del problema hidráulico en estudio (Hernández et al., 2010).

3.2.2. MUESTRA

La muestra coincide completamente con la población, ya que se ha trabajado con la totalidad del área de estudio. No se ha aplicado un muestreo probabilístico ni aleatorio, debido a que se ha considerado pertinente analizar todo el conjunto de datos disponibles sobre el sector Barrio La Hoyada. Este tipo de enfoque, conocido como censo, es común en estudios de ingeniería y planificación urbana cuando se requiere precisión técnica y se dispone de acceso completo a los datos.

El sector Barrio La Hoyada presenta características representativas de zonas urbanas inundables de la ciudad de Pucallpa, tales como una topografía

mayormente plana, deficiencias en el sistema de drenaje pluvial y una alta exposición a eventos de precipitación intensa, lo que lo convierte en un escenario adecuado para el análisis y diseño de soluciones de drenaje pluvial urbano sostenible.

La delimitación del área de estudio a 17,121 hectáreas permite realizar un análisis hidrológico e hidráulico detallado y preciso, garantizando la calidad del modelamiento y la confiabilidad de los resultados. Asimismo, el área seleccionada coincide con los límites naturales de escurrimiento, facilitando la definición de microcuencas urbanas y la correcta estimación de los caudales de diseño, sin que la exclusión de áreas mayores comprometa la validez ni la aplicabilidad de los resultados.

Por tanto, la muestra definida por criterio o por conveniencia, es el mismo tamaño de la población, como se muestra en la Tabla 7. Este tipo de decisión metodológica garantiza que los resultados del análisis sean representativos de la totalidad del área afectada (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

Tabla 7

Tamaño de muestra no probabilística del estudio

Zonas	Cantidad	Unidad de medida
Sector Barrio La Hoyada	17.121	Ha

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9

Vista satelital del área elegida del Sector Barrio La Hoyada



Fuente: (Google Earth).

Tabla 8

Ubicación de sondeos DPL del estudio

Sondeo	Profundidad (m)	ESTE	NORTE	COTA (msnm)	Tramo
P-01 (DPL-01)	8.00	552324.54	9074610.75	143.26	Jr. Independencia
P-02 (DPL-02)	8.00	552463.43	9074809.13	142.99	Jr. Independencia
P-03 (DPL-03)	8.00	552066.87	9074913.28	142.34	Jr. Saenz Peña
P-04 (DPL-04)	8.00	544000.30	9075168.38	142.81	Jr. Saenz Peña

Nota. Datum: WGS 84, Zona 18 Sur. Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3. PROCEDIMIENTO

El proceso comenzó con la recolección de datos, utilizando diversas fuentes como levantamientos de campo (topográficos, calicatas del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y el estudio hidrológico), revisión bibliográfica, entre

otros. Los datos recopilados se analizaron mediante técnicas como análisis exponenciales. Este proceso es complejo, ya que su objetivo es dar sentido a los datos utilizando procedimientos variados, principalmente estadísticos.

El análisis siguió un proceso general que inició con la recopilación selectiva de datos de campo, seguida de su reducción para identificación, clasificación, síntesis y agrupamiento. Una vez ordenada la información, se codificó para facilitar la extracción de conclusiones al integrar los datos. Además, se emplearon herramientas como el Software StormCAD.

Los resultados se presentan en tablas o gráficos en el Capítulo IV. En algunos casos, los datos se muestran a través de tablas de distribución de frecuencias y gráficos como barras, circulares, o diagramas.

Luego de analizar la cuantificación de resultados, se realizó el desarrollo de la precipitación máxima en 24 horas y T años que se desea calcular, y de esta manera poder diseñar el sistema pluvial de esta área.

Al interactuar con las precipitaciones de máximas que obtuvimos de los datos, se logró una corrección dependiente de los años de diseño.

Con el diseño se logra realizar un análisis de la precipitación e intensidad para esta zona, con estos datos determinados se pasa al software StormCAD para poder diseñar el sistema de drenaje pluvial sostenible.

3.2.3.1. Estudio Topográfico

- **Punto de control geodésico mediante GPS/GNSS**

  Para el estudio topográfico del terreno ubicado en el sector Barrio La Hoyada, se implementó la técnica de fotogrametría, permitiendo la obtención de información espacial precisa del área de estudio. La localización de los puntos se expresa mediante coordenadas geográficas (latitud y longitud) y coordenadas planas (Norte y Este), las cuales constituyen la base para la

correcta integración y análisis de la información en los sistemas de información geográfica (SIG).

La metodología empleada para el rastreo satelital del presente proyecto consistió en el establecimiento de un punto de control geodésico mediante posicionamiento estático–diferencial, el cual es utilizado para la conformación de redes geodésicas y la densificación de puntos de control independientes. Este procedimiento se encuentra sustentado en la normativa vigente del Proyecto de Normas Técnicas de Levantamientos Geodésicos Satelitales del Instituto Geográfico Nacional (IGN), garantizando la confiabilidad y precisión de los resultados obtenidos.

Figura 10

Establecimiento del punto de control Geodésico mediante GPS/GNSS



Localización Geográfica

El punto geodésico establecido se encuentra ubicado en el Departamento de Ucayali – Provincia de Coronel Portillo - Distrito de Callería.

El punto geodésico se encuentra en un área despejada respecto al horizonte al costado y dentro de la SECTOR LA HOYADA. Se controló la buena cantidad de señales recibidas tanto de la constelación GPS como Glonass.

Tabla 9

Periodo y duración de los trabajos de campo

FECHA	CODIGO	HORA DE INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN
19/01/2026	**2024250**	09:04:17	12:14:17	**03:10:00** HORAS

Metodología

La metodología empleada para el Rastreo Satelital del presente proyecto fue establecer un punto de Control Estático – Diferencial, el cual se aplica para el establecimiento de redes geodésicas o densificación de puntos geodésicos independientes, sustentados en la normativa existente del Proyecto de Normas Técnicas de Levantamientos Geodésicos Satelitales del Instituto Geográfico Nacional-IGN.

Este método consiste en posicionar 01 Receptor GNSS en el punto establecido y monumentado, los receptores GNSS, utilizan simultáneamente las ondas de radio emitidas por los satélites, controlándose el número de satélites y el factor de dilución (PDOP), para el caso de alta precisión es de 4 o 5 satélites y PDOP menor o igual a 5 para equipos GPS SOUTH GALAXY G2. Las coordenadas geodésicas WGS-84 fueron obtenidas como resultado de los datos de campo, mediante Post-Proceso, utilizando el Software Trimble Business Center para ajustar la cota al nivel del mar el modelo Geoidal EGM2008.

Monumentación

Luego de haber concluido con dar la conformidad de la ubicación se

procedió a la definición y usar un tipo de monumentación según Artículo 13.

Monumentación del punto geodésico por pilar de concreto en el cual estarán fijados con cemento que aseguren una razonable estabilidad y permanencia en el tiempo de acuerdo a las especificaciones técnicas y normativa del IGN:

Figura 11

Vista fotográficas que se muestran en el proceso de la monumentación del punto geodésico 2024250.



Control Horizontal

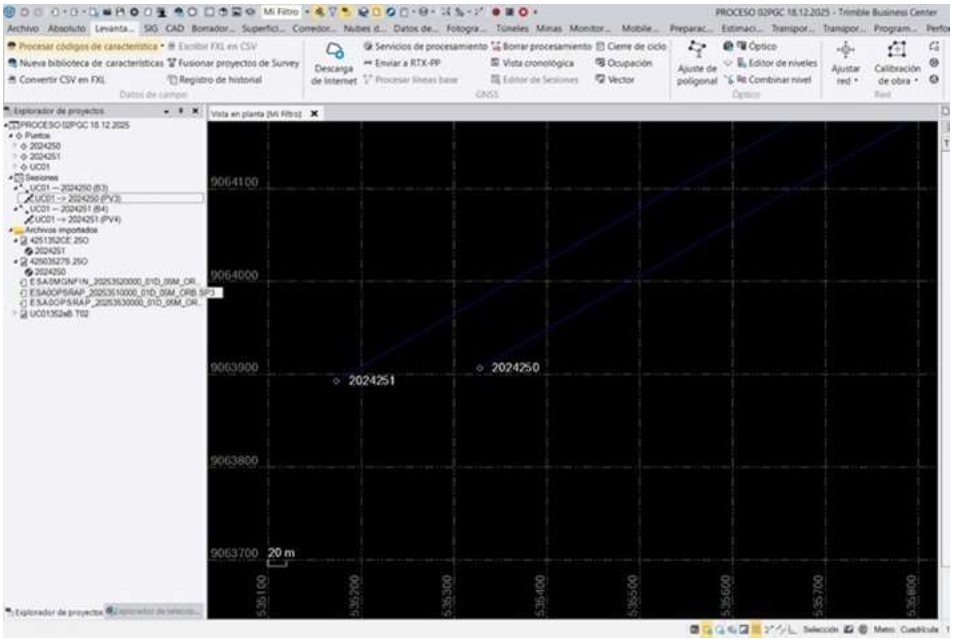
Del área otorgada para establecer el punto geodésico se determinó la ubicación de una Línea Base de Control de la Municipalidad de Coronel Portillo perteneciente a la estación de rastreo permanente del Instituto Geográfico del Perú, asignado con los códigos UC06.

Código:	2024250
Método de posicionamiento:	ESTATICO
Estación Base:	UC06
Intervalo de Grabación:	5 segundo
Mascara de elevación:	10º

Datum Horizontal:	Wgs84
Tiempo de Registro de Datos	03:10:00 Horas

Cálculo

Esquema o figura de la línea base y/o ajuste de red generado por el software de procesamiento.



Software

El software utilizado es el Trimble Business Center en su Versión 5.52; el cual tras importar y comprobar los datos GNSS, verifica que cumplen los criterios de aceptación especificados en Configuraciones del proyecto, procediendo a realizar el Procesamiento de líneas base; para determinar y promover las coordenadas de más alta calidad para cada punto. A partir de las líneas base se crean vectores utilizando estos puntos.

Figura 12

Software de procesamiento: Trimble Business Center



Establecimiento del punto de control geodésico mediante GPS/GNSS

Reporte de procesamiento y/o ajuste de red generado por el software de procesamiento

Se detalla a continuacion el reporte del procesamiento de la data analizada.

Tabla 10

Procesamiento de la data analizada

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01.vce	Nombre:	World wide/UTM
		Zona:	18 South
Tamaño:	78 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	20/01/2026 17:36:34 (UTC:-5)	Datum de referencia global:	WGS 1984
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Época de referencia global:	
Número de referencia:		Geoide:	EGM08-PERU
Descripción:		Datum vertical:	
Comentario 1:		Obra calibrada:	
Comentario 2:			
Comentario 3:			

Informe de procesamiento de líneas base

Procesando resumen

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
UC01 --- PC01 (B1)	UC01	PC01	Fija	0.002	0.007	21°57'36"	1438.170	-19.399

Resumen de aceptación

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

UC01 - PC01 (16:25:24-18:23:27) (S1)

Observación de línea base:	UC01 --- PC01 (B1)
Procesados:	20/01/2026 17:39:44
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble
Precisión horizontal:	0.002 m
Precisión vertical:	0.007 m
RMS:	0.017 m
PDOP máximo:	3.863
Efemérides utilizadas:	Preciso/a
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	19/01/2026 16:25:24 (Desajuste con respecto a GPS: -5hr)
Hora de detención de procesamiento:	19/01/2026 18:23:27 (Desajuste con respecto a GPS: -5hr)
Duración del procesamiento:	01:58:03
Intervalo de procesamiento:	1 segundo
Modo de procesamiento	Modo no combinado

Componentes de vector (Marca a marca)

De:	UC01				
Cuadrícula		Local		Global	
Este	551614.465 m	Latitud	S8°23'01.94350"	Latitud	S8°23'01.94350"
Norte	9073233.184 m	Longitud	O74°31'52.25436"	Longitud	O74°31'52.25436"
Elevación	167.641 m	Altura	183.613 m	Altura	183.613 m

Hasta:	PC01				
Cuadrícula			Local	Global	
Este	552153.673 m	Latitud	S8°22'18.52693"	Latitud	S8°22'18.52693"
Norte	9074565.877 m	Longitud	O74°31'34.67564"	Longitud	O74°31'34.67564"
Elevación	148.223 m	Altura	164.214 m	Altura	164.214 m

Vector					
ΔEste	539.209 m	Acimut Adelante NS	21°57'36"	ΔX	565.058 m
ΔNorte	1332.693 m	Dist. elip	1438.170 m	ΔY	-25.339 m
ΔElevación	-19.418 m	ΔAltura	-19.399 m	ΔZ	1322.457 m

Errores estándar

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.002 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.003 m
σ ΔNorte	0.001 m	σ Dist. elipsoide	0.001 m	σ ΔY	0.007 m
σ ΔElevación	0.007 m	σ ΔAltura	0.007 m	σ ΔZ	0.002 m

Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0000070374		
Y	-0.0000143887	0.0000476604	
Z	-0.0000024041	0.0000086464	0.0000024618

Ocupaciones

	De	A
ID de punto:	UC01	PC01
Archivo de datos:	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01\UC01019aB.T02	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01\PC01019GC.26O
Tipo de receptor:	Alloy	Galaxy G2
Número de serie del receptor:	6514R40024	SG50E8148724160
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	Galaxy G2
Número de serie de la antena:	40929183	SG50E8148724160
Altura de la antena (medida):	0.075 m	2.197 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Base del soporte de la antena

Resumen de seguimiento



Estilo de procesamiento:

Máscara de elevación:	10°00'00.0"
Autoiniciar procesamiento:	Sí
Iniciar numeración automática de ID:	AUTO0001
Vectores continuos:	No
Modelo de antena:	NGS Absolute
Tipo de efeméride:	Preciso/a
Frecuencia:	Todas las frecuencias
Intervalo de procesamiento:	1 segundo
Forzar flotante:	No
Tipo de procesamiento de SIG:	Procesamiento automático de portadoras y códigos

Criterios de aceptación

Componente del vector	Indicador	Fallida
Precisión horizontal >	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Precisión vertical >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

20/01/2026 17:41:01	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01.vce	Trimble Business Center

- **Levantamiento fotogramétrico**

Una vez realizada la instalación, monumentación y registro de dos puntos de orden C con periodos de lectura superior a las 4 horas como lo indica la norma técnica geodésica del IGN, para luego formar una poligonal de apoyo de BM (benchmark) dentro del área del

aeródromo desde las cuales se construirán poligonales de enlaces entre dichas bases para ejecutar cartografía de la franja seleccionada.

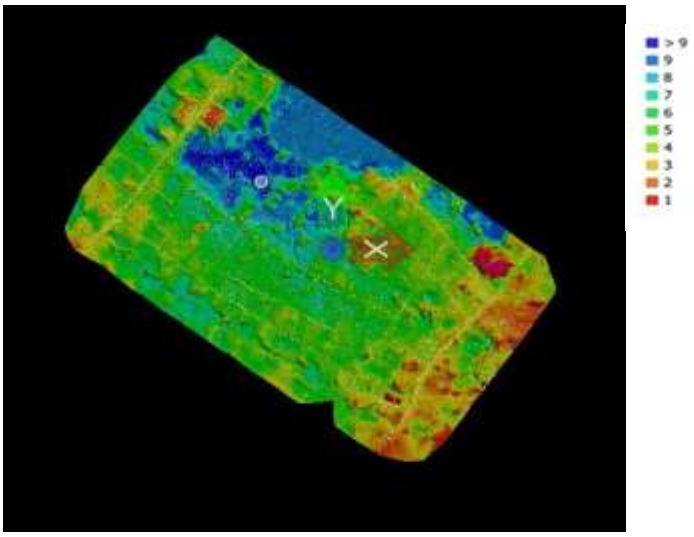
Metodología de Trabajo:

Para el control de los levantamientos topográficos en general se ha considerado colocar las poligonales auxiliares de precisión a lo largo del todo el tramo, tomándose así las siguientes consideraciones:

- ✓ Todos los vértices fueron parcialmente monumentados ya que tienen definidas sus coordenadas oficiales y de ella se puede replantear los elementos del trazado.
- ✓ Con propósito de levantamiento poligonal de precisión se estableció la precisión cercana a 1/10000. para cada tramo definido.
- ✓ Se realizó el trabajo de colocación de punto de control geodésico de orden C 2024250.
- ✓ Se hizo un vuelo fotogramétrico con Drone RTK.
- ✓ Se está trabajando con el equipo Receptor GNSS SOUTH GALAXY G2, con radio UHF Interno.
- ✓ A lo largo de todo el tramo se plantearon 01 poligonal cerrada.

Figura 13

Ejecución del vuelo fotogramétrico

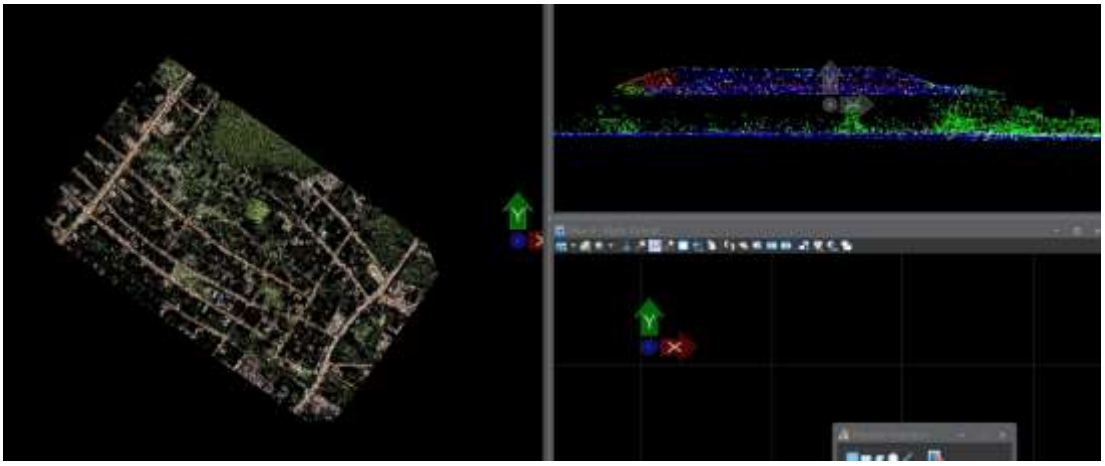


Trabajo de Campo:

Se realizó el reconocimiento del terreno para ver sus características más resaltantes y la posterior ubicación de los vértices de control horizontal 1011026 y BM01 BM02 BM03 BM04 BM05. Posteriormente se realizó la lectura de los datos crudos que serán procesados en un software específico. Se realizo el vuelo fotogramétrico con la finalidad de obtener datos de la superficie y los contornos de curvas de nivel. La medición de las distancias se efectuó para los lados de la Poligonal, apoyados en el Distanciómetro del Receptor GNSS South G1 220 Canales, con radio UHF Interno. cuya precisión es de 0.001 ms. Asimismo, se realizó el respectivo levantamiento Taquimétrico para obtener los detalles del terreno en cuestión.

Figura 14

Procesamiento de la fotogrametría



Puntos Topográficos

Estos puntos fueron levantados como nudos topográficos orientados a generar las curvas de nivel. Se utilizó el Receptor GNSS SOUTH GALAXY G2, con radio UHF Interno, para poder ubicarlos en campo. Estos puntos fueron apoyados en coordenadas y cotas desde las estaciones de control para los levantamientos ya descritos.

3.2.3.2. Estudio de Mecánica de Suelos

El estudio de mecánica de suelos realizado en el sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, permitió identificar los parámetros geotécnicos esenciales para la calibración del modelo hidráulico y el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible. Se llevaron a cabo 4 sondeos de perforación, complementadas con ensayos de laboratorio y campo.

Figura 15

Puntos de muestreo para la realización de la Penetración Dinámica Ligera (DPL)



El estudio consideró lo establecido en el **Acápite 14.2 "Aplicación de las Técnicas de Exploración"** de la **Norma E.050 (2018)**, aprobada mediante Resolución Ministerial N.° 406-2018-VIVIENDA. Esta norma señala, entre las técnicas de exploración más empleadas, las siguientes:

- **14.2.1 Pozos, calicatas o trincheras**, que en este estudio corresponden a la exploración de suelos mediante calicatas.

- **14.2.2 Perforaciones manuales y mecánicas**, representadas en este caso por las perforaciones manuales identificadas como **PZ-01, PZ-02, PZ-03 y PZ-04**.

Los trabajos realizados se basaron en la descripción geotécnica del terreno de fundación, considerando tanto las propiedades físicas como mecánicas del suelo. Para ello, se ejecutaron **cuatro perforaciones manuales** de hasta **8.00 m de profundidad**, ubicadas dentro del área de estudio, acompañadas de **auscultaciones dinámicas secuenciales** mediante **Penetración Dinámica Ligera (DPL)**, identificadas como **DPL-01, DPL-02, DPL-03 y DPL-04**, cuyos resultados fueron correlacionados con el ensayo **SPT**.

Se muestra a continuación:

Figura 16

Vista del punto DPL Nº 01



Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos

Figura 17

Vista del punto DPL Nº 02



Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos

Figura 18

Vista del punto DPL Nº 03



Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos

Figura 19

Vista del punto DPL Nº 04



Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos

Tabla 11

Análisis granulométrico del suelo de fundación en perforaciones

Sondeo	Código	Muestra	Prof. (m)	Grava	Arena gruesa	Arena fina	Finos	SUCS	AASHTO
P-01	DPL-01	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	0.00%	0.23%	10.13%	89.64%	CL	A-7-6 (24)
P-02	DPL-02	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	0.00%	0.72%	10.29%	88.99%	CL	A-7-6 (15)
P-03	DPL-03	M-01	4.00	---	---	---	---	Material orgánico	
		M-02	1.00	0.00%	0.42%	16.96%	82.62%	CL	A-6 (12)
P-04	DPL-04	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	0.00%	5.17%	31.43%	63.40%	CL	A-6 (9)

Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos.

Los resultados de la Tabla *11* indican una composición predominante de suelos franco-arcillosos (5.17% arena, 31.43% limo y 63.4% arcilla), clasificados como CL según el sistema SUCS y A-6 (9) según el sistema AASHTO.

Figura 20

Ensayo de Límite Plástico (Límites De Atterberg)



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos

Figura 21

Ensayo de Límite Plástico (Límites De Atterberg)



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos

Figura 22

Ensayo de granulometría, complementado con los límites de Atterberg, permite realizar la clasificación del suelo de manera adecuada.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos

Figura 23

Muestras secadas en el horno.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos

Tabla 12

Límites de plasticidad del suelo de fundación en perforaciones

Sondeo	Código	Muestra	Prof. (m)	LL	LP	IP	Wn	SUCS	AASHTO
P-01	DPL-01	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	47.65%	23.17%	24.48%	21.80%	CL	A-7-6 (24)
P-02	DPL-02	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	35.00%	18.21%	16.79%	23.78%	CL	A-7-6 (15)
P-03	DPL-03	M-01	4.00	---	---	---	---	Material orgánico	
		M-02	1.00	36.66%	21.87%	14.79%	24.79%	CL	A-6 (12)
P-04	DPL-04	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	38.48%	20.27%	18.21%	25.93%	CL	A-6 (9)

Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos.

Asimismo, los límites de Atterberg muestran un límite líquido del 38.48% y un límite plástico del 20.27%, con un índice de plasticidad de 18.21%, lo que evidencia suelos de alta plasticidad y susceptibilidad a expansión.

Tabla 13

Valores del ensayo SPT del suelo en perforaciones

Sondeo	DPL	Prof. (m)	Y, (gr/cm3)	SPT N60 a una distancia de, (cm)															
				30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480
P-01	DPL-01	5.00	1.825	---	2	2	2	3	6	8	7	8	11	15	13	17	19	20	19
P-02	DPL-02	5.00	1.838	---	5	6	11	10	11	11	11	8	9	10	13	12	14	16	17
P-03	DPL-03	5.00	1.779	---	1	2	3	3	9	12	11	14	15	17	17	17	18	18	18
P-04	DPL-04	5.00	1.746	---	9	10	9	9	9	11	11	11	15	15	13	16	18	18	17

Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos.

La prueba de penetración estándar (SPT) reveló valores de N_{60} entre 5 y 15 golpes en los primeros 3 m, lo que indica suelos de baja compacidad con tendencia a saturación y asentamiento diferencial.

El análisis geoespacial reveló que el suelo del sector presenta una permeabilidad baja (Ks = 1.2 × 10^{-6} m/s), lo que limita la infiltración y contribuye a una escorrentía superficial elevada.

Figura 24

Ensayo de Permeabilidad N° 01



Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos



Fuente: Del estudio de Mecánica de Suelos

Tabla 14

Valores orientativos del coeficiente de permeabilidad

Grado de Permeabilidad	Valor de K (m/seg)	Textura del Suelo
Elevada	$> 10^3$	Grava media a gruesa
Media	10^3 - 10^5	Grava fina, arena media a fina, duras
Baja	10^5 - 10^7	Arena muy fina, SM, Limos a Loes
Muy Baja	10^7 - 10^9	Limos densos, ML, arcillas, CL
Prácticamente impermeable	$< 10^9$	CL a CH homogéneo

Fuente: Elaboración Propia.

Los parámetros geotécnicos fueron incorporados en la calibración de modelos hidráulicos utilizando el software **StormCAD**, ajustando la conductividad hidráulica y la capacidad de infiltración del terreno.

3.2.3.3. Estudio de Hidrológico

Se detallan a continuación la Data extraída de la Estación Meteorológica UNU de fecha 06/05/2024.

Tabla 15

Precipitación pluvial del 2004 al 2024 mm, ***recolectados entre 2004 y 2024.***

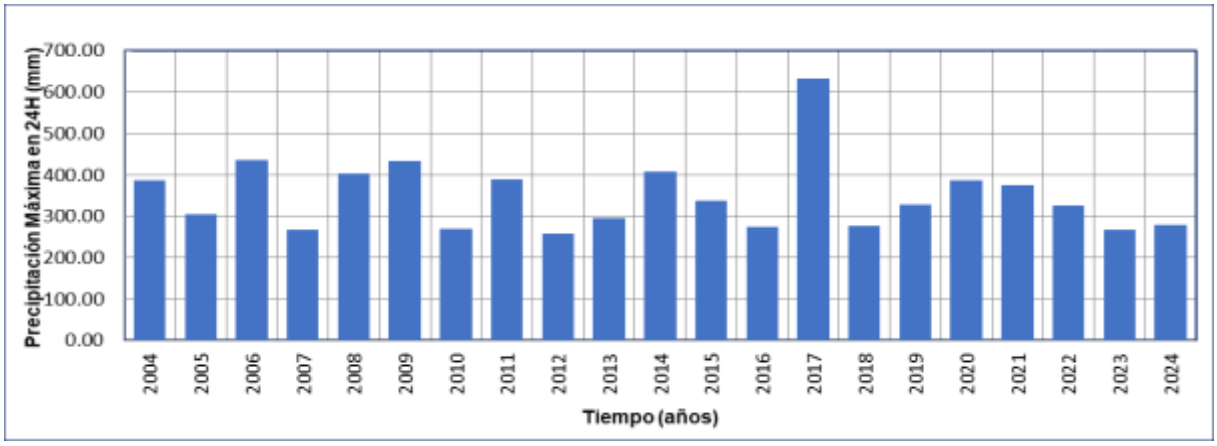
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Máximo	LogP24
2004	116.10	206.50	232.00	385.80	62.00	79.30	186.40	126.90	202.70	132.00	215.70	240.70	385.80	2.5864
2005	81.60	141.30	234.50	203.70	26.00	65.80	5.40	43.80	28.40	210.50	137.40	304.00	304.00	2.4829
2006	133.20	436.90	98.70	249.10	23.70	44.50	29.80	86.00	53.90	161.00	210.00	137.30	436.90	2.6404
2007	49.60	204.40	202.50	112.50	266.80	7.80	16.80	88.30	40.90	172.90	136.00	170.30	266.80	2.4262
2008	403.56	237.50	214.40	227.20	123.30	234.10	75.00	33.40	171.40	177.10	153.80	88.60	403.56	2.6059
2009	434.40	168.20	138.70	295.10	185.40	36.60	27.30	15.20	67.80	170.90	94.20	84.90	434.40	2.6379
2010	75.10	168.80	270.20	234.90	201.90	14.50	64.80	45.80	83.10	75.80	173.10	98.30	270.20	2.4317
2011	204.90	311.80	272.90	165.80	219.40	133.90	33.60	59.90	150.60	260.50	107.20	390.00	390.00	2.5911
2012	137.70	177.80	258.00	109.00	93.50	100.20	74.30	25.20	58.30	157.20	105.70	188.90	258.00	2.4116
2013	234.50	251.00	170.20	95.20	77.30	58.50	65.60	79.30	200.70	191.90	296.20	88.10	296.20	2.4716
2014	180.90	90.90	164.90	246.10	70.50	232.40	34.10	100.10	5.30	233.10	406.90	142.50	406.90	2.6095
2015	109.60	112.10	141.90	272.50	90.10	42.70	94.70	64.60	113.30	140.30	337.20	109.90	337.20	2.5279
2016	78.90	275.50	221.50	132.20	65.20	12.10	41.80	144.90	134.00	163.20	131.20	166.20	275.50	2.4401
2017	**633.60**	168.30	325.90	61.40	251.90	56.90	30.70	14.20	28.50	127.80	192.60	201.50	633.60	2.8018
2018	131.30	277.70	126.50	248.80	169.30	58.00	132.70	103.40	57.70	251.10	251.10	36.60	277.70	2.4436
2019	329.20	239.80	267.30	208.40	85.50	126.50	32.30	16.80	53.60	128.70	302.50	306.10	329.20	2.5175
2020	243.30	180.70	387.60	180.00	157.10	188.40	217.00	24.80	50.60	132.00	178.80	377.10	387.60	2.5884
2021	119.70	375.70	120.20	125.80	150.30	93.70	32.50	75.60	61.80	80.80	156.50	143.20	375.70	2.5748

2022	111.90	326.50	185.20	190.50	151.00	66.90	70.00	57.00	78.90	119.50	248.50	248.50	326.50	2.5139
2023	161.80	115.30	250.80	43.70	103.70	41.40	77.60	20.00	92.20	229.00	267.20	260.50	267.20	2.4268
2024	99.90	280.20	71.10	112.20									280.20	2.4475
Promedio	**193.85**	**226.04**	**207.38**	**185.71**	**128.70**	**84.71**	**67.12**	**61.26**	**86.69**	**165.77**	**205.09**	**189.16**	**349.67**	**2.5323**
Desv. St.	**145.7**	**89.2**	**78.0**	**84.7**	**71.0**	**67.3**	**55.2**	**38.7**	**57.3**	**51.8**	**85.0**	**100.2**	**88.5**	**0.0989**
Máximo	**633.6**	**436.9**	**387.6**	**385.8**	**266.8**	**234.1**	**217.0**	**144.9**	**202.7**	**260.5**	**406.9**	**390.0**	**633.6**	**2.8018**
Mínimo	**49.6**	**90.9**	**71.1**	**43.7**	**23.7**	**7.8**	**5.4**	**14.2**	**5.3**	**75.8**	**94.2**	**36.6**	**258.0**	**2.4116**
N° datos	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21
Coef. Asim													**1.6672**	**0.9106**
Cs / 6													**0.2779**	**0.1518**

Fuente: . Elaboración Propia.

Figura 26

Tiempo por Precipitación Máxima en 24 horas



Fuente: Elaboración Propia.

Luego se hace la comprobación de datos dudosos por el método Water Resources Council, para un tamaño de muestra n= 21.

Valor Kn para la prueba de datos dudosos

Kn = 2.639 (Valor recomendado, varía según el valor de n)

Umbral de datos dudosos altos

$$x_H = \bar{x} + Kn * s \qquad x_H = 2.79$$

Precipitación máxima aceptada

$$PH = 10^{x_H} \qquad PH = 621.1\ mm$$

Umbral de datos dudosos bajos

$$x_L = \bar{x} - Kn * s \qquad x_L = 2.27$$

Precipitación mínima aceptada

$$PL = 10^{x_L} \qquad PL = 186.8\ mm$$

Como los datos pluviales están dentro del rango, **no existen datos dudosos**.

3.3 Resultados de las pruebas estadísticas de hipótesis

3.3.1 Pruebas de bondad de ajuste

Tabla 16

Prueba De La Bondad Del Ajuste - Gráfica De Probabilidades

N	T	P(x< T)	V. OBSERVADO		PISCO A 158									
					NORMAL		GUMBEL		LOGNORMAL		PEARSON III		LOGPEARSONIII	
			P24	log(P24)	Kt	Esperado	Kt	Esperado	Kt	Esperado	Kt	Esperado	Kt	Esperado
1	22.00	4.55%	633.6	2.8018	1.6906	499.3	1.9420	521.5	1.6906	500.5	2.0410	530.3	1.9263	528.1
2	11.00	9.09%	436.9	2.6404	1.3352	467.8	1.3827	472.0	1.3352	461.6	1.3995	473.5	1.4087	469.4
3	7.33	13.64%	434.4	2.6379	1.0968	446.7	1.0470	442.3	1.0968	437.2	1.0205	440.0	1.0871	436.3
4	5.50	18.18%	406.9	2.6095	0.9085	430.1	0.8022	420.7	0.9085	418.9	0.7486	415.9	0.8470	413.0
5	4.40	22.73%	403.6	2.6059	0.7479	415.8	0.6068	403.4	0.7479	403.8	0.5351	397.0	0.6517	395.1
6	3.67	27.27%	390.0	2.5911	0.6046	403.2	0.4421	388.8	0.6046	390.9	0.3584	381.4	0.4847	380.3
7	3.14	31.82%	387.6	2.5884	0.4728	391.5	0.2983	376.1	0.4728	379.3	0.2068	368.0	0.3370	367.8
8	2.75	36.36%	385.8	2.5864	0.3488	380.5	0.1691	364.6	0.3488	368.8	0.0734	356.2	0.2030	356.7
9	2.44	40.91%	375.7	2.5748	0.2299	370.0	0.0507	354.2	0.2299	358.9	-0.0462	345.6	0.0791	346.8
10	2.20	45.45%	337.2	2.5279	0.1142	359.8	-0.0597	344.4	0.1142	349.6	-0.1552	335.9	-0.0373	337.7
11	2.00	50.00%	329.2	2.5175	0.0000	349.7	-0.1643	335.1	0.0000	340.6	-0.2559	327.0	-0.1482	329.3
12	1.83	54.55%	326.5	2.5139	-0.1142	339.6	-0.2647	326.3	-0.1142	331.9	-0.3498	318.7	-0.2553	321.4
13	1.69	59.09%	304.0	2.4829	-0.2299	329.3	-0.3625	317.6	-0.2299	323.2	-0.4384	310.9	-0.3599	313.8
14	1.57	63.64%	296.2	2.4716	-0.3488	318.8	-0.4590	309.1	-0.3488	314.6	-0.5227	303.4	-0.4634	306.5
15	1.47	68.18%	280.2	2.4475	-0.4728	307.8	-0.5557	300.5	-0.4728	305.8	-0.6039	296.2	-0.5672	299.3
16	1.38	72.73%	277.7	2.4436	-0.6046	296.2	-0.6542	291.8	-0.6046	296.8	-0.6827	289.3	-0.6728	292.2
17	1.29	77.27%	275.5	2.4401	-0.7479	283.5	-0.7566	282.7	-0.7479	287.3	-0.7600	282.4	-0.7823	285.0
18	1.22	81.82%	270.2	2.4317	-0.9085	269.3	-0.8659	273.1	-0.9085	277.0	-0.8371	275.6	-0.8987	277.6

19	1.16	86.36%	267.2	2.4268	-1.0968	252.6	-0.9875	262.3	-1.0968	265.3	-0.9153	268.7	-1.0269	269.6
20	1.10	90.91%	266.8	2.4262	-1.3352	231.5	-1.1320	249.5	-1.3352	251.3	-0.9970	261.5	-1.1766	260.6
21	1.05	95.45%	258.0	2.4116	-1.6906	200.1	-1.3299	232.0	-1.6906	231.8	-1.0870	253.5	-1.3752	249.0

Fuente: Elaboración Propia.

Se determina el valor del logaritmo según la precipitación determinada en 24 horas.

DISTRIBUCIÓN NORMAL.

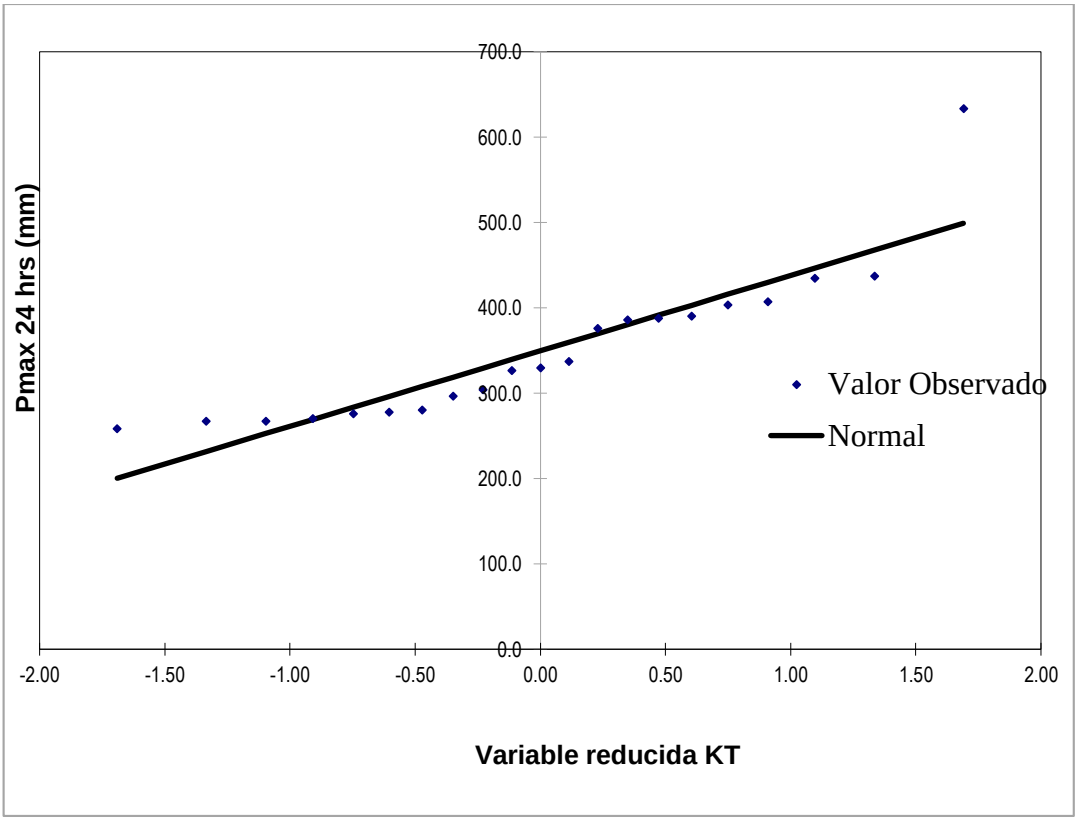
Determinamos el Kt para la fórmula normal.

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2}$$

Luego representamos la distribución normal, como se muestra en la Figura *27*.

Figura 27

Ajuste estadístico para la Distribución Normal



Fuente: Elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GUMBEL.

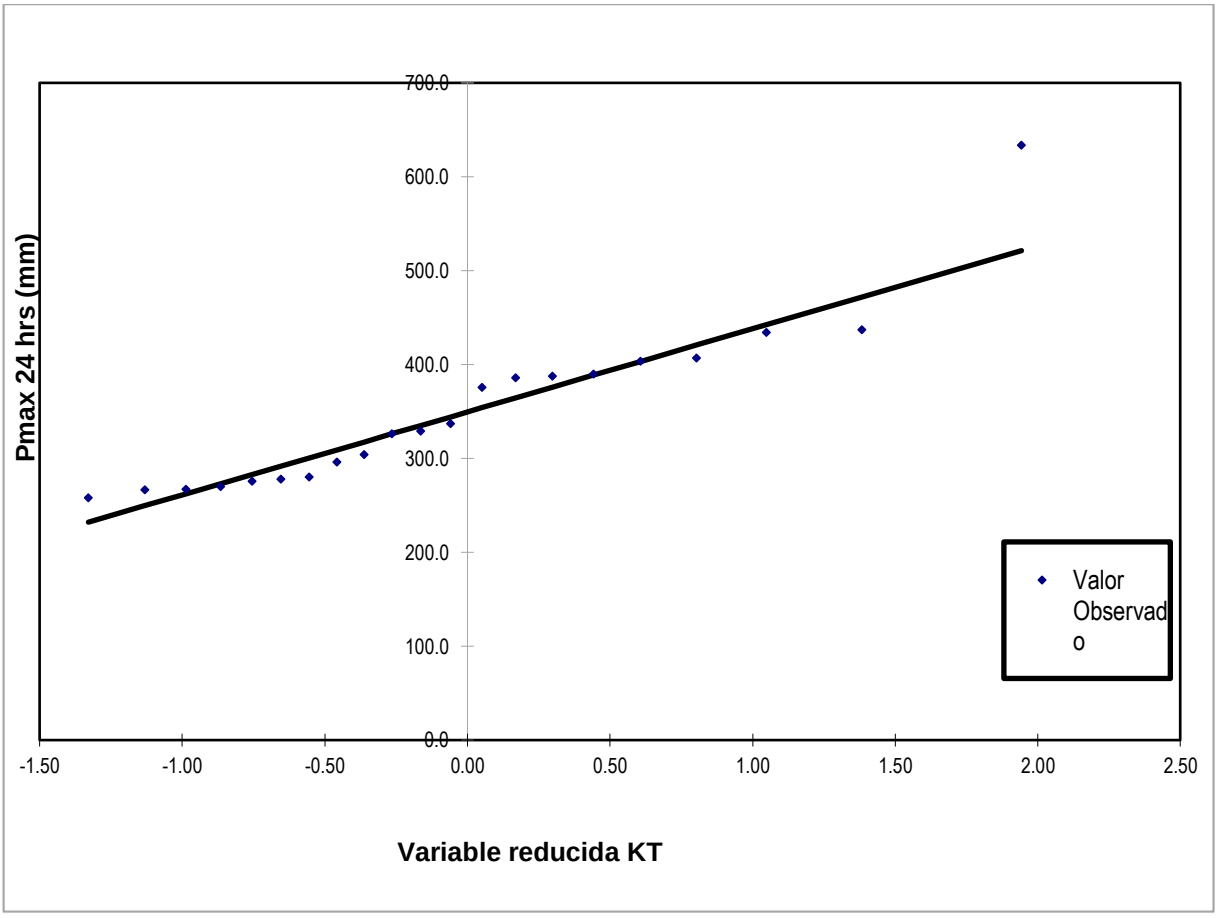
Determinamos el Kt para la fórmula de Gumbel.

$$P = 1 - e^{-e^{-(\mu - X)/\beta}}$$

Luego representamos la distribución Gumbel, como se muestra en la Figura *28*.

Figura 28

Ajuste estadístico para la Distribución Gumbel



Fuente: Elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL.

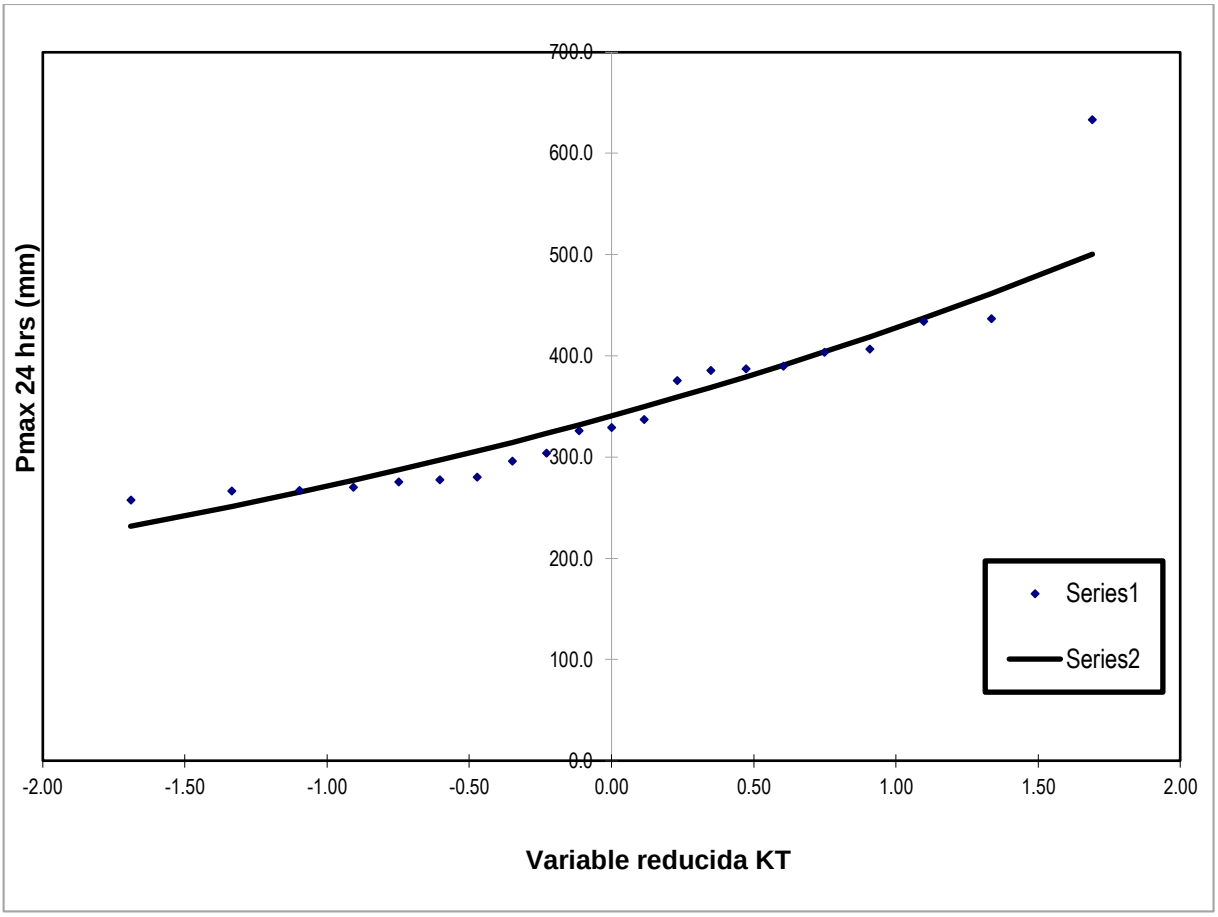
Determinamos el Kt para la fórmula Log-Normal.

$$g(y) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)}\sigma} \cdot \frac{1}{y} \exp\left(-\frac{(logy - \mu)^2}{2\sigma^2}\right); y \geq 0$$

Luego representamos la distribución Log Normal, como se muestra en la Figura *29*.

Figura 29

Ajuste estadístico para la Distribución Log Normal



Fuente: Elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN PEARSON TIPO III.

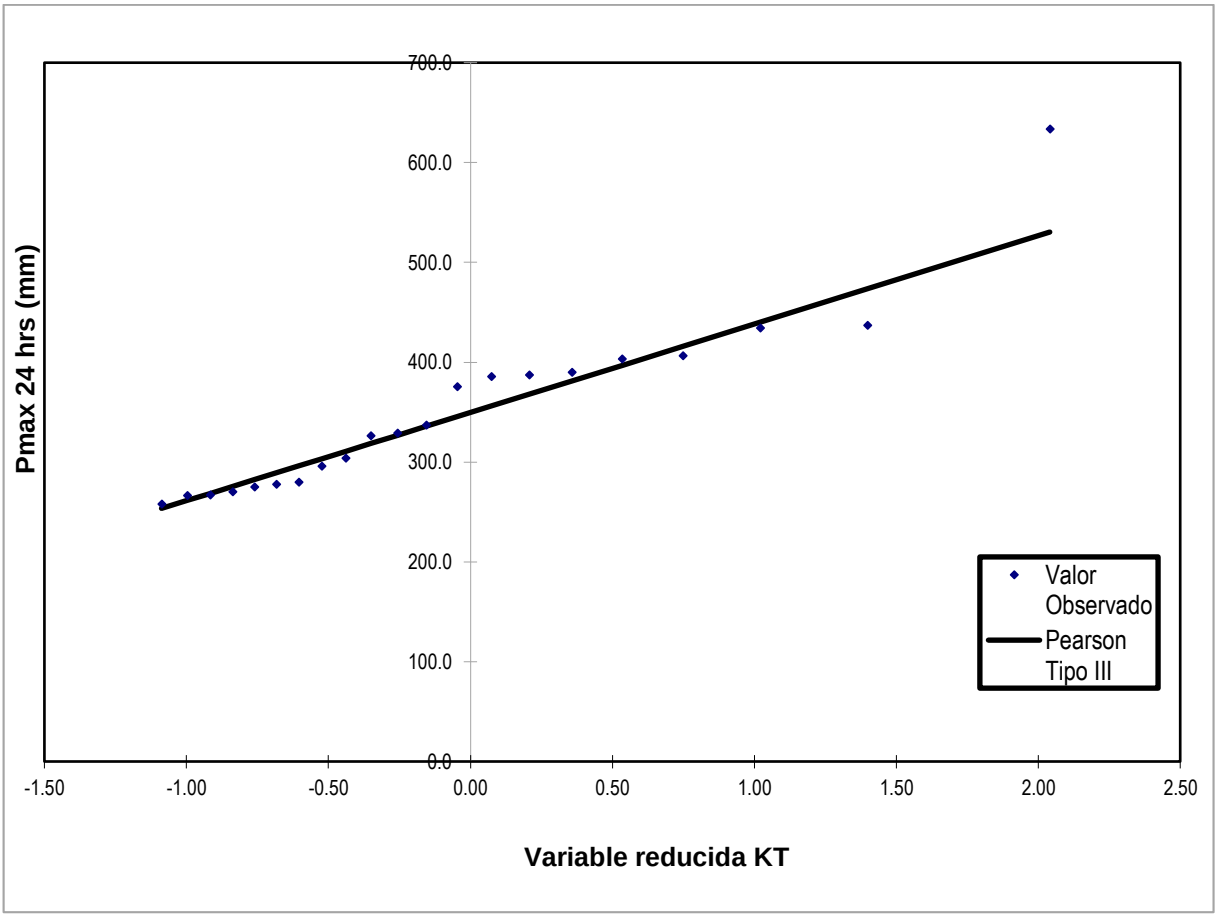
Determinamos el Kt para la formula Pearson Tipo III.

$$K_\tau = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^2 + zk^4 - \frac{1}{3}k^3$$

Luego representamos la distribución Pearson III, como se muestra en la Figura *30*.

Figura 30

Ajuste estadístico para la Distribución Pearson Tipo III



Fuente: Elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON TIPO III.

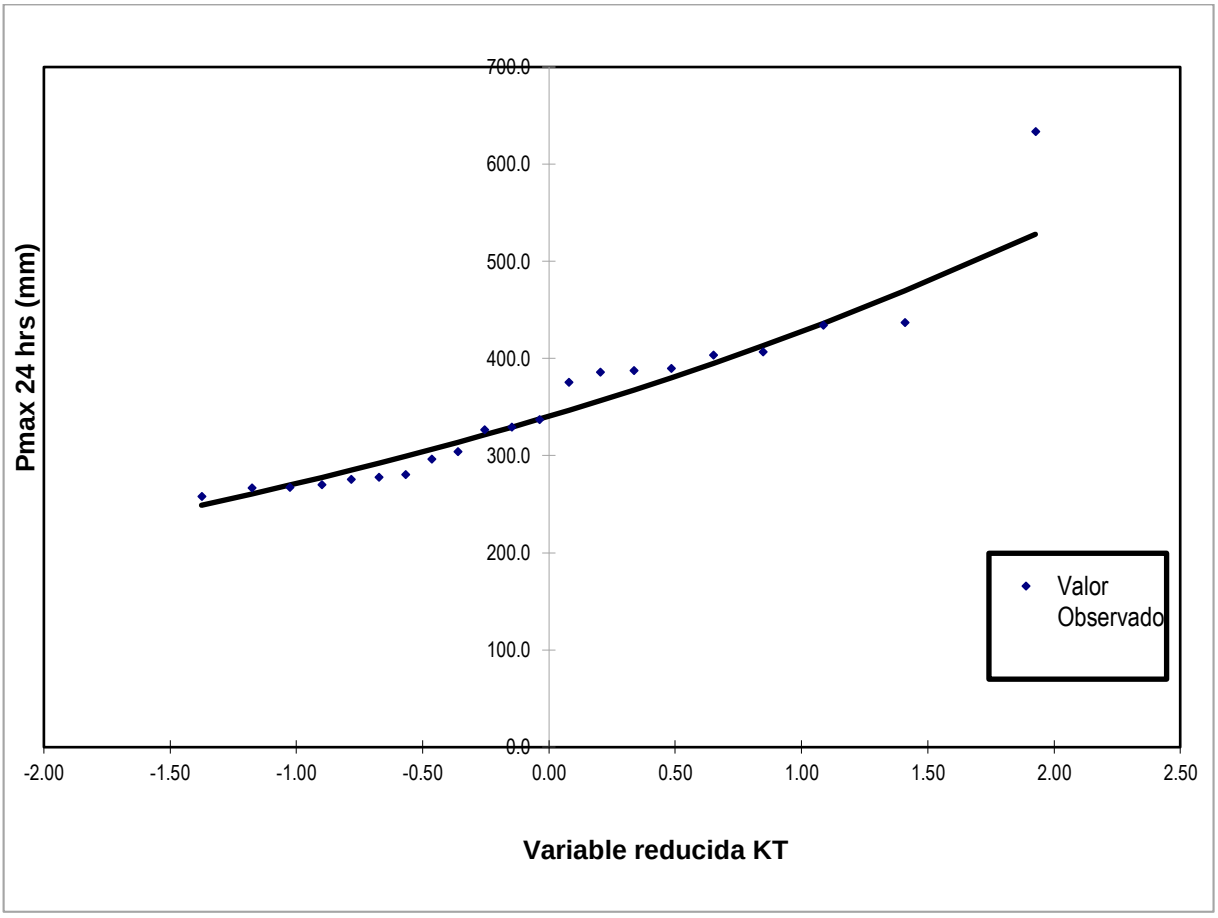
Determinamos el Kt para la formula Log Pearson Tipo III

$$f(x) = \frac{1}{\times\,|\alpha|\Gamma(\beta)} \cdot \left[\frac{\ln(x) - y_o}{\alpha}\right]^{\beta-1} \cdot e^{-\left[\frac{\ln(x)-y_o}{\alpha}\right]}$$

Luego representamos la distribución estadística Log Pearson III, como se muestra en la Figura *31*.

Figura 31

Ajuste estadístico de la Distribución Log Pearson Tipo III



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Pruebas de bondad de Kolmogorov - Smirnov

Tabla 17

Prueba De Bondad De Ajuste Kolmogorov – Smirnov Parte N° 1

m	x_m	$F_o(x_m)$	$F(x_m)$ Normal	$\|F_o(x_m)-F(x_m)\|$ Normal	y =Ln(xo)	$Z=(y-Y)/S_Y$	$F(y_m)$ Log - Normal	$\|F_o(y_m)-F(y_m)\|$ Log - Normal	K	Auxiliar 1	z	Auxiliar 2	w	$F(y_m)$ Pearson III	$\|F_o(y_m)-F(y_m)\|$ Pearson III
1	633.60	0.954545	0.999333637	0.04479	6.4514	2.7263	0.996798	0.04225	3.2088	-4.312	-1.7752	0.0000	0.2341	0.027027	0.92752
2	436.90	0.909091	0.83788368	0.07121	6.0797	1.0936	0.862936	0.04615	0.9858	-1.968	-1.2893	0.0000	0.4366	0.090909	0.81818
3	434.40	0.863636	0.830853373	0.03278	6.0740	1.0684	0.857330	0.00631	0.9575	-1.863	-1.0710	0.0000	0.5415	0.136364	0.72727
4	406.90	0.818182	0.741102076	0.07708	6.0086	0.7811	0.782641	0.03554	0.6467	-1.477	-0.8928	0.0000	0.6335	0.181818	0.63636
5	403.56	0.772727	0.7287375	0.04399	6.0003	0.7449	0.771846	0.00088	0.6090	-1.364	-0.7381	0.0000	0.7181	0.227273	0.54545
6	390.00	0.727273	0.675714529	0.05156	5.9661	0.5948	0.724016	0.00326	0.4557	-1.135	-0.5985	0.0000	0.7981	0.272727	0.45455
7	387.60	0.681818	0.66590168	0.01592	5.9600	0.5677	0.714881	0.03306	0.4286	-1.030	-0.4691	0.0000	0.8752	0.318182	0.36364
8	385.80	0.636364	0.658466417	0.02210	5.9553	0.5473	0.707898	0.07153	0.4083	-0.930	-0.3466	0.0000	0.9508	0.363636	0.27273
9	375.70	0.590909	0.615672367	0.02476	5.9288	0.4307	0.666668	0.07576	0.2941	-0.732	-0.2288	0.0000	1.0258	0.409091	0.18182
10	337.20	0.545455	0.443942714	0.10151	5.8207	-0.0442	0.482391	0.06306	-0.1410	-0.208	-0.1138	0.0000	1.1010	0.454545	0.09091
11	329.20	0.500000	0.408504423	0.09150	5.7967	-0.1496	0.440533	0.05947	-0.2314	-0.024	0.0000	0.0000	1.1774	0.500000	0.00000
12	326.50	0.454545	0.396696037	0.05785	5.7884	-0.1858	0.426304	0.02824	-0.2619	0.106	0.1139	0.0000	1.2558	0.545455	0.09091
13	304.00	0.409091	0.302858689	0.10623	5.7170	-0.4994	0.308741	0.10035	-0.5162	0.470	0.2295	0.0000	1.3370	0.590909	0.18182
14	296.20	0.363636	0.272805711	0.09083	5.6910	-0.6136	0.269742	0.09389	-0.6043	0.677	0.3483	0.0000	1.4224	0.636364	0.27273
15	280.20	0.318182	0.216175129	0.10201	5.6355	-0.8575	0.195582	0.12260	-0.7852	0.991	0.4724	0.0000	1.5134	0.681818	0.36364
16	277.70	0.272727	0.207985662	0.06474	5.6265	-0.8969	0.184893	0.08783	-0.8134	1.171	0.6042	0.0000	1.6120	0.727273	0.45455
17	275.50	0.227273	0.200932769	0.02634	5.6186	-0.9318	0.175717	0.05156	-0.8383	1.373	0.7476	0.0000	1.7214	0.772727	0.54545
18	270.20	0.181818	0.184541325	0.00272	5.5992	-1.0171	0.154545	0.02727	-0.8982	1.647	0.9083	0.0000	1.8465	0.818182	0.63636
19	267.20	0.136364	0.175642923	0.03928	5.5880	-1.0662	0.143172	0.00681	-0.9321	1.953	1.0968	0.0000	1.9962	0.863636	0.72727
20	266.80	0.090909	0.174477354	0.08357	5.5865	-1.0728	0.141690	0.05078	-0.9366	2.336	1.3354	0.0000	2.1899	0.909091	0.81818
21	258.00	0.045455	0.150083919	0.10463	5.5530	-1.2201	0.111218	0.06576	-1.0361	3.078	1.6910	0.0000	2.4864	0.954545	0.90909

Tabla 18

Prueba De Bondad De Ajuste Kolmogor – Smirnov Parte N° 2

Auxiliar 1	z	Auxiliar 2	w	$F(y_m)$ Log Pearson III	$\|F_o(y_m)-F(y_m)\|$ Log Pearson III	K	T	$F(x_m)$ GEV I	$\|F_o(x_m)-F(x_m)\|$ GEV I
-0.4492	1.9149	0.00000	2.6771	0.972222	0.01768	3.2088	109.6476	0.9909	0.03633
0.6867	1.5936	0.00000	2.4043	0.944444	0.03535	0.9858	6.8194	0.8534	0.05573
0.4076	1.3832	0.00000	2.2293	0.916667	0.05303	0.9575	6.5955	0.8484	0.01526
0.4707	1.2208	0.00000	2.0963	0.888889	0.07071	0.6467	4.6028	0.7827	0.03544
0.3272	1.0854	0.00000	1.9870	0.861111	0.08838	0.6090	4.4109	0.7733	0.00056
0.3260	0.9674	0.00000	1.8930	0.833333	0.10606	0.4557	3.7215	0.7313	0.00402
0.2213	0.8615	0.00000	1.8098	0.805556	0.12374	0.4286	3.6131	0.7232	0.04141
0.1243	0.7645	0.00000	1.7344	0.777778	0.14141	0.4083	3.5344	0.7171	0.08070
0.1343	0.6742	0.00000	1.6651	0.750000	0.15909	0.2941	3.1292	0.6804	0.08952
0.5112	0.5891	0.00000	1.6006	0.722222	0.17677	-0.1410	2.0421	0.5103	0.03515
0.5256	0.5081	0.00000	1.5399	0.694444	0.19444	-0.2314	1.8861	0.4698	0.03021
0.4763	0.4303	0.00000	1.4823	0.666667	0.21212	-0.2619	1.8377	0.4558	0.00129
0.7091	0.3550	0.00000	1.4273	0.638889	0.22980	-0.5162	1.5076	0.3367	0.07239
0.7462	0.2818	0.00000	1.3744	0.611111	0.24747	-0.6043	1.4196	0.2956	0.06807
0.9164	0.2100	0.00000	1.3232	0.583333	0.26515	-0.7852	1.2739	0.2150	0.10316
0.8846	0.1394	0.00000	1.2735	0.555556	0.28283	-0.8134	1.2550	0.2032	0.06956
0.8506	0.0695	0.00000	1.2250	0.527778	0.30051	-0.8383	1.2391	0.1929	0.03433
0.8689	0.0000	0.00000	1.1774	0.500000	0.31818	-0.8982	1.2036	0.1692	0.01263
0.8524	-0.0694	0.00000	1.1306	0.472222	0.33586	-0.9321	1.1853	0.1563	0.01998
0.7945	-0.1391	0.00000	1.0842	0.444444	0.35354	-0.9366	1.1830	0.1547	0.06376
1.2789	0.2100	0.00000	1.3232	0.583333	0.53788	-1.0361	1.1363	0.1200	0.07453

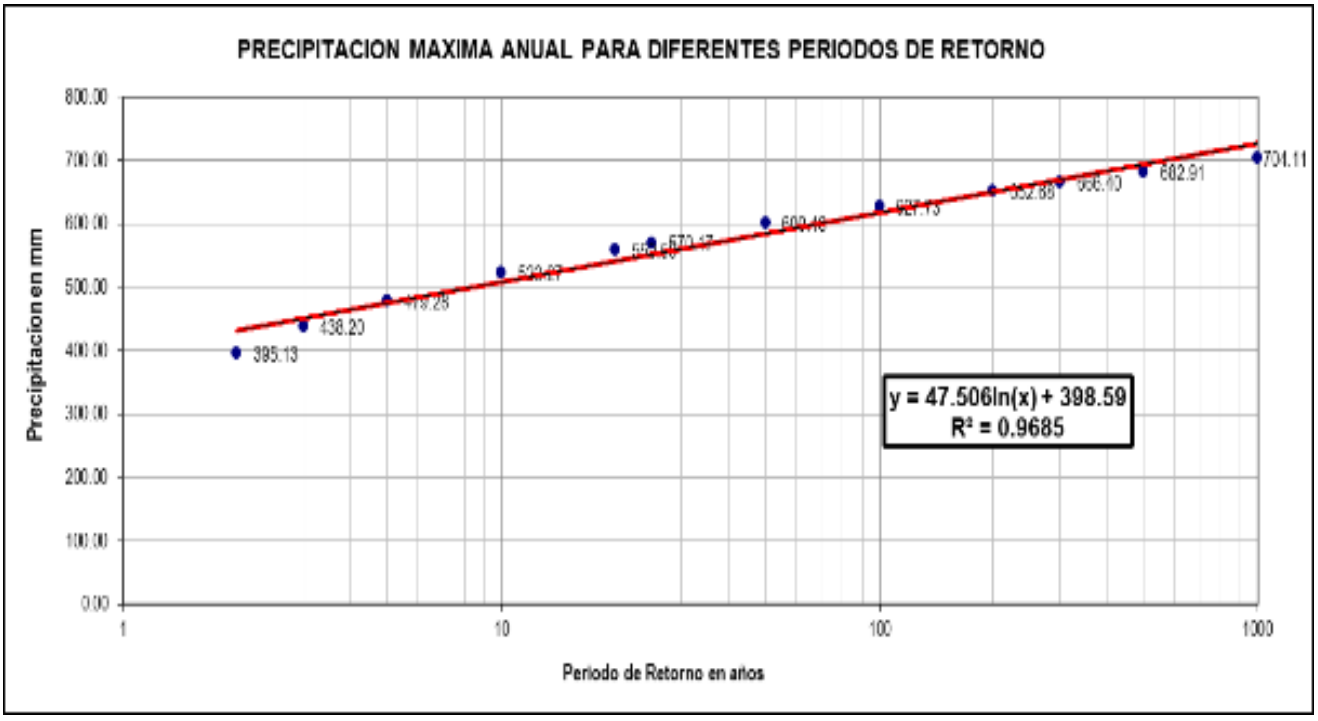
Tabla 19

Precipitaciones Máximas Anuales En 24 Horas

T (años)	P(X≤x_T)	DISTRIB. NORMAL		DISTRIB. GUMBELL		DISTRIB. LOGNORMAL			DISTRIB. PEARSON III		DISTRIB. LOG PEARSON III			P_{MAX} mm	P_{MAX} (corregida) mm
		K_T	x_T	K_T	x_T	K_T	x_T	10^{x_T}	K_T	x_T	K_T	Xt	10^{x_T}		
2	0.500	0.0000	349.7	-0.1643	335.1	0.00	2.5323	340.6	-0.2559	327.0	-0.1482	2.5176	329.3	349.7	395.13
3	0.667	0.4307	387.8	0.2538	372.1	0.43	2.5748	375.7	0.1605	363.9	0.2910	2.5610	363.9	387.8	438.20
5	0.800	0.8416	424.1	0.7195	413.3	0.84	2.6155	412.5	0.6578	407.9	0.7647	2.6079	405.4	424.1	479.28
10	0.900	1.2816	463.1	1.3046	465.1	1.28	2.6590	456.0	1.3107	465.7	1.3346	2.6642	461.5	463.1	523.27
20	0.950	1.6449	495.2	1.8658	514.8	1.64	2.6949	495.3	1.9531	522.5	1.8570	2.7159	519.8	495.2	559.59
25	0.960	1.7507	504.6	2.0438	530.5	1.75	2.7053	507.4	2.1589	540.7	2.0184	2.7318	539.3	504.6	570.17
50	0.980	2.0537	531.4	2.5923	579.0	2.05	2.7353	543.6	2.7975	597.2	2.5039	2.7798	602.3	531.4	600.48
100	0.990	2.3263	555.5	3.1367	627.2	2.33	2.7623	578.5	3.4368	653.8	2.9713	2.8260	669.9	555.5	627.73
200	0.995	2.5758	577.6	3.6791	675.2	2.58	2.7869	612.3	4.0787	710.6	3.4253	2.8709	742.9	577.6	652.68
300	0.997	2.7131	589.7	3.9959	703.2	2.71	2.8005	631.7	4.4557	743.9	3.6860	2.8967	788.3	589.7	666.40
500	0.998	2.8782	604.3	4.3947	738.5	2.88	2.8168	655.9	4.9327	786.1	4.0102	2.9288	848.7	604.3	682.91
1000	0.999	3.0902	623.1	4.9355	786.4	3.09	2.8378	688.3	5.5837	843.7	4.4438	2.9716	936.8	623.1	704.11

Figura 32

Diagrama de período de retorno 24h



Luego de determinar la precipitación máxima, se calcular las curvas IDF, para tener en consideración la anarquía de los tiempos de retornos.

Luego determinamos el hietograma de escorrentía con este diseño.

Tabla 20

Región Hidrológica y parámetros

Región hidrológica:	123_1		SELVA
Altitud media:	Y =	1080.00	msnm
Duración de lluvia diaria (Perú):	t_g=	15.2	horas
Parámetro de zona:	e_g=	85	(adimensional)
Parámetro de intensidad :	a =	14	mm
Parámetro de frecuencia:	K =	0.553	(adimensional)
Parámetro de duración:	n =	0.357	(adimensional)
Parámetro de duración por región:	b =	0.4	horas

Tabla 21

Coeficientes regionales para determinar precipitaciones e intensidades para diferentes tiempos de retorno

Tiempo duración	Coeficientes Regionales	
	P_t / P_{24H}	I_t / I_{24H}
10 min	0.26	11.12
20 min	0.29	9.42
30 min	0.31	8.26
40 min	0.33	7.40
50 min	0.35	6.74
1.0 h	0.36	6.22
1.5 h	0.40	5.11
2.0 h	0.44	4.40
4.0 h	0.53	3.16
6.0 h	0.61	2.44
7.0 h	0.64	2.21
8.0 h	0.68	2.03
10.0 h	0.73	1.76
11.0 h	0.76	1.65
12.0 h	0.78	1.56
24.0 h	1.00	1.00

Se determina la precipitación e intensidad para 24 horas de la zona con las fórmulas.

$P_t/P_{24H}=(t/24)^n$

$I_t/I_{24H}=(t/24)^{(n-1)}$

Tabla 22

Precipitación De Diseño Para Duraciones Menores A 24 Horas

HOYADA PUCALLPA S123										
DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)								
Hr	min	2	5	10	20	25	50	100	200	500
0.17	10.00	103.74	125.83	137.38	146.92	149.70	157.65	164.81	171.36	179.29
0.33	20.00	113.74	137.96	150.63	161.08	164.13	172.85	180.70	187.88	196.58
0.50	30.00	122.37	148.43	162.05	173.30	176.58	185.96	194.40	202.13	211.49
0.67	40.00	130.02	157.71	172.18	184.14	187.62	197.59	206.56	214.77	224.71
0.83	50.00	136.94	166.10	181.34	193.93	197.60	208.10	217.55	226.19	236.67
1.00	60.00	143.28	173.79	189.74	202.91	206.75	217.73	227.62	236.66	247.62
1.50	90.00	159.78	193.81	211.59	226.28	230.56	242.81	253.84	263.92	276.15
2.00	120.00	173.68	210.66	230.00	245.96	250.62	263.93	275.91	286.88	300.17
4.00	240.00	208.42	252.81	276.01	295.17	300.75	316.73	331.11	344.27	360.21
6.00	360.00	240.88	292.18	319.00	341.14	347.59	366.07	382.68	397.89	416.32
7.00	420.00	254.51	308.71	337.05	360.44	367.26	386.78	404.33	420.40	439.87
8.00	480.00	266.94	323.79	353.50	378.04	385.19	405.66	424.07	440.93	461.35
10.00	600.00	289.07	350.64	382.81	409.39	417.13	439.30	459.24	477.49	499.60
11.00	660.00	299.08	362.77	396.06	423.56	431.57	454.50	475.13	494.01	516.89
12.00	720.00	308.51	374.22	408.56	436.92	445.18	468.84	490.12	509.60	533.20
24.00	1440.00	395.13	479.28	523.27	559.59	570.17	600.48	627.73	652.68	682.91

Tabla 23

Intensidades De Diseño Para Duraciones Menores A 24 Horas

HOYADA PUCALLPA S123										
DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)								
Hr	min	2	5	10	20	25	50	100	200	500
0.17	10.00	183.07	222.06	242.44	259.27	264.17	278.21	290.84	302.39	316.40
0.33	20.00	155.10	188.13	205.40	219.66	223.81	235.71	246.41	256.20	268.06
0.50	30.00	135.97	164.92	180.06	192.56	196.20	206.62	216.00	224.59	234.99
0.67	40.00	121.89	147.85	161.42	172.63	175.89	185.24	193.65	201.34	210.67
0.83	50.00	111.03	134.68	147.04	157.24	160.22	168.73	176.39	183.40	191.89
1.00	60.00	102.34	124.14	135.53	144.94	147.68	155.52	162.58	169.04	176.87
1.50	90.00	84.09	102.00	111.37	119.10	121.35	127.80	133.60	138.91	145.34
2.00	120.00	72.37	87.78	95.83	102.49	104.42	109.97	114.96	119.53	125.07
4.00	240.00	52.11	63.20	69.00	73.79	75.19	79.18	82.78	86.07	90.05
6.00	360.00	40.15	48.70	53.17	56.86	57.93	61.01	63.78	66.31	69.39
7.00	420.00	36.36	44.10	48.15	51.49	52.47	55.25	57.76	60.06	62.84
8.00	480.00	33.37	40.47	44.19	47.26	48.15	50.71	53.01	55.12	57.67
10.00	600.00	28.91	35.06	38.28	40.94	41.71	43.93	45.92	47.75	49.96
11.00	660.00	27.19	32.98	36.01	38.51	39.23	41.32	43.19	44.91	46.99
12.00	720.00	25.71	31.18	34.05	36.41	37.10	39.07	40.84	42.47	44.43
24.00	1440.00	16.46	19.97	21.80	23.32	23.76	25.02	26.16	27.19	28.45

Tabla 24

Hietograma de Precipitación de Diseño para tiempo de retorno de 500 años

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDAD ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
5	516.204	43.017	43.017	0-5	4.41
10	364.754	60.792	17.775	5-10	4.62
15	297.698	74.424	13.632	10-15	4.85
20	257.738	85.913	11.488	15-20	5.12
25	230.476	96.032	10.119	20-25	5.44
30	210.356	105.178	9.146	25-30	5.83
35	194.721	113.587	8.409	30-35	6.32
40	182.120	121.413	7.826	35-40	6.95
45	171.684	128.763	7.350	40-45	7.83
50	162.856	135.713	6.951	45-50	9.15
55	155.262	142.324	6.610	50-55	11.49
60	148.639	148.639	6.315	55-60	17.78
65	142.796	154.696	6.057	60-65	43.02
70	137.591	160.523	5.828	65-70	13.63
75	132.917	166.146	5.622	70-75	10.12
80	128.688	171.583	5.438	75-80	8.41
85	124.838	176.853	5.270	80-85	7.35
90	121.313	181.970	5.117	85-90	6.61
95	118.071	186.946	4.976	90-95	6.06
100	115.075	191.792	4.847	95-100	5.62
105	112.297	196.519	4.727	100-105	5.27
110	109.710	201.134	4.615	105-110	4.98
115	107.293	205.645	4.511	110-115	4.73
120	105.030	210.059	4.414	115-120	4.51

Figura 33

Diagrama de curvas de IDF

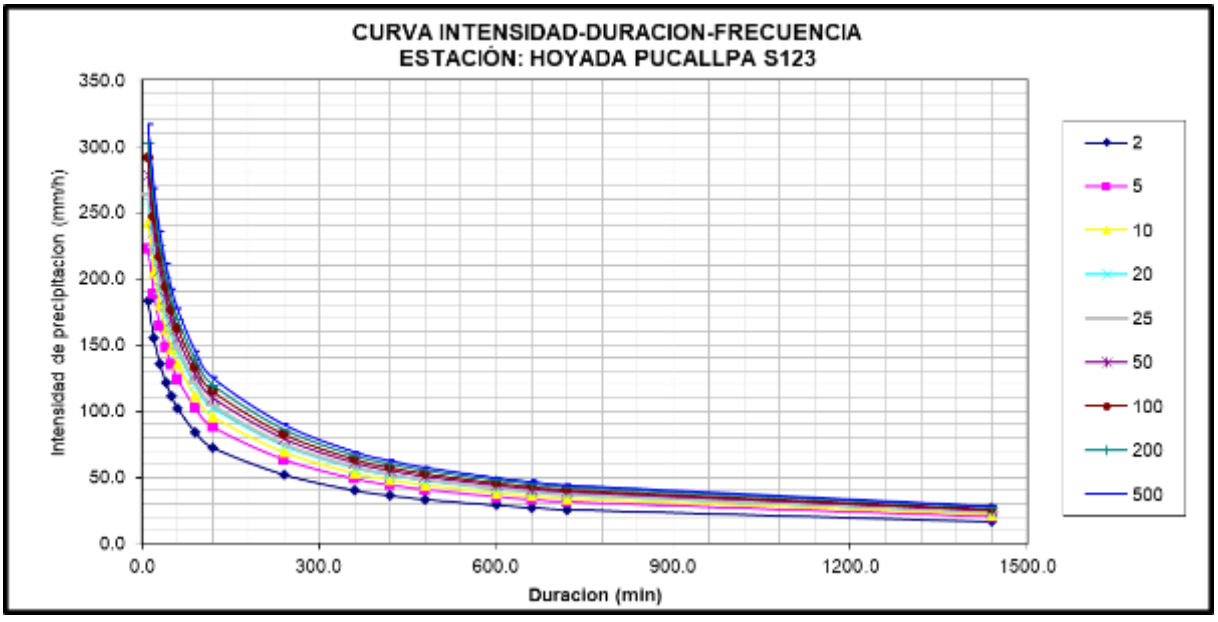
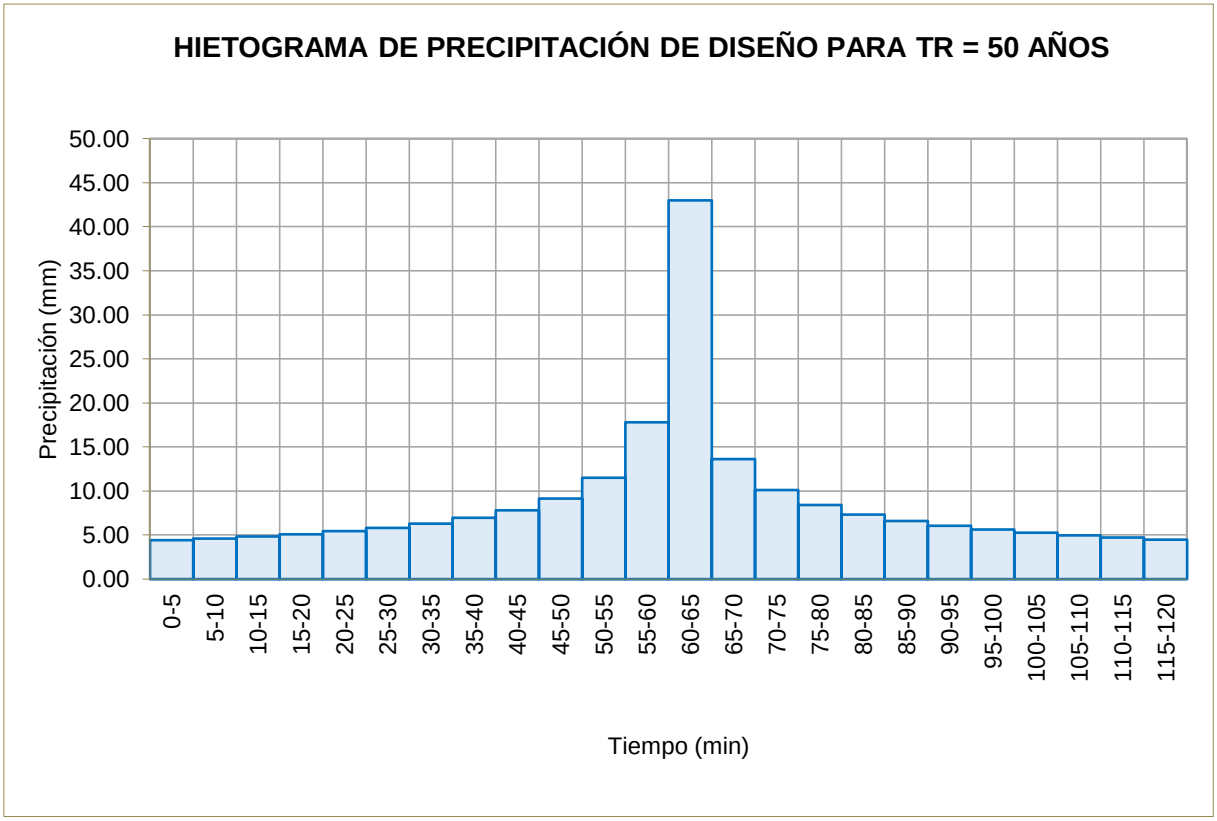


Figura 34

Diagrama de Hietograma de escorrentía



Fuente: Elaboración propia.

El estudio hidrológico determinó que, para un evento de precipitación de 120 mm/h con un período de retorno de 50 años, el caudal pico de escorrentía alcanzó 8.6 m³/s, con coeficientes de escorrentía promedio de 0.78 debido a la baja permeabilidad del suelo (Ks = 1.2×10^{-6} m/s).

3.3.2.1 Parámetros Hidráulicos – Modelamiento del sistema

El análisis de los parámetros hidráulicos clave en el sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, permitió establecer criterios fundamentales para el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible, mediante la modelación hidráulica con StormCAD. A partir de un análisis hidrológico con datos de precipitación de 25.02 mm/h (período de retorno de 25 años) y un coeficiente

de escorrentía promedio de 0.78, se evaluaron la capacidad de drenaje, la velocidad del flujo y las características de la escorrentía pluvial en función de la topografía y las condiciones geotécnicas del terreno.

El modelamiento hidráulico indicó velocidades de flujo entre 0.5 y 1.75 m/s en canales abiertos, mientras que en los colectores de Ø600 mm se registraron sobrecargas del 120%, con acumulaciones de agua superiores a 0.85 m en intersecciones críticas. La capacidad de drenaje del sistema existente fue insuficiente para evacuar el flujo pluvial, generando tiempos de concentración elevados y riesgos de inundación.

El sistema pluvial se compone de: - **64 sumideros laterales**, distribuidos estratégicamente para recoger escorrentías en las futuras calzadas. - **37 pozos de inspección (PIs)**, colocados en intersecciones y cambios de dirección. - Tuberías de **PVC** para los colectores, dadas sus buenas características hidráulicas y resistencia.

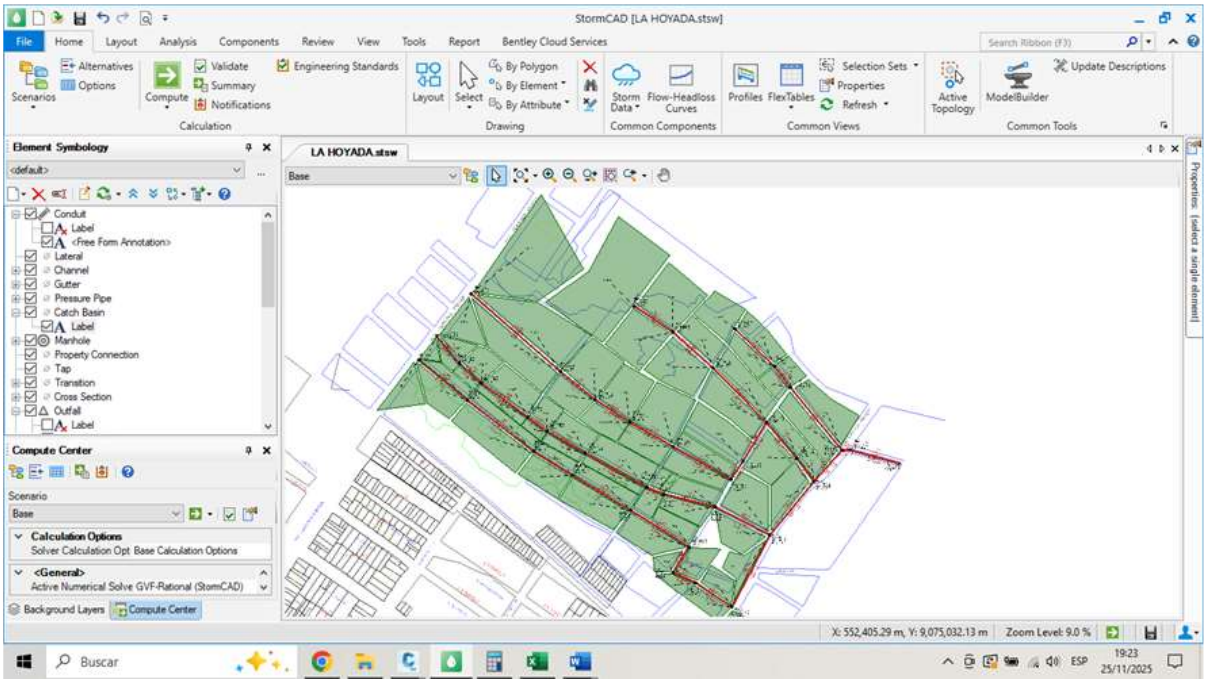
Los resultados finales de la modelación hidráulica mostraron una reducción del 68% en la acumulación de agua en áreas vulnerables y una mejora en los tiempos de evacuación en un 47%. La aplicación del análisis geoespacial permitió optimizar la ubicación y el diseño de las estructuras de drenaje, asegurando una solución eficiente y sostenible para el manejo de aguas pluviales en zonas inundables. Esto demuestra la viabilidad del uso de infraestructura verde y modelamiento hidráulico en la optimización de sistemas de drenaje urbano en zonas vulnerables a inundaciones.

El diseño final del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en el sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, basado en modelamiento hidráulico con el Software StormCAD, permitió evaluar la capacidad de evacuación del flujo

pluvial existente y la efectividad de diferentes soluciones de drenaje, tal como se muestra en la Figura *35*.

Figura 35

Diseño final del sistema de drenaje pluvial, en StormCAD



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Comparación de resultados modelados con datos obtenidos de campo

La evaluación de la precisión y confiabilidad del software StormCAD en el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en el sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, se realizó mediante la comparación de los resultados modelados con datos de campo obtenidos a partir de estaciones pluviométricas, inspecciones en puntos críticos de inundación y ensayos geotécnicos.

El modelo fue calibrado utilizando datos de precipitación de 25.02 mm/h para un período de retorno de 25 años, con un coeficiente de escorrentía promedio de 0.78, determinado a partir de la caracterización del suelo franco-arcilloso (Ks = 1.2 × 10^{-6} m/s). La simulación inicial mostró acumulaciones de agua de hasta 0.85 m en

áreas de baja pendiente (0.85%) y colectores existentes sobrecargados en un 120%, con velocidades de flujo entre 0.5 y 1.75 m/s.

Además, la simulación post-implementación, considerando soluciones como zanjas de infiltración (1.8 m de ancho, 0.9 m de profundidad, con material granular de $k = 5 \times 10^{-4}$ m/s) y reservorios de laminación con capacidad de 650 m³, evidenció una reducción del 68% en la acumulación de agua y una mejora del 47% en los tiempos de evacuación del flujo pluvial.

Estos resultados demuestran que el uso del software StormCAD proporciona predicciones precisas y confiables en el análisis y diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano sostenible, permitiendo optimizar estrategias de mitigación en zonas inundables con alta precisión en la simulación de flujos y acumulaciones.

El área ha sido delimitada según las zonas de influencia directa de las vías y superficies urbanas consideradas en el diseño y se muestran a continuación.

infraestructura verde y su impacto en la resiliencia urbana ante lluvias intensas.

Tabla 25

Cuadro de Tuberías del Sistema de Drenaje Pluvial La Hoyada

ID	Nombre	Outflow Elemen	Runoff Coefficient (Rational)	Time of Concentration (min)	Flow (Total Out) (L/s)	Area (Unified) (ha)
115	Area-1	Bz-34	0.45	10	12.52	0.216
116	Area-2	Bz-37	0.45	10	12.43	0.215
117	Area-3	Bz-18	0.45	10	2.87	0.05
118	Area-4	Bz-35	0.45	10	13.52	0.234
119	Area-5	Bz-35	0.45	10	6.43	0.111
120	Area-6	Bz-15	0.45	10	4.82	0.083
121	Area-7	Bz-15	0.45	10	3.17	0.055
122	Area-8	Bz-37	0.45	10	69.55	1.202
123	Area-9	Bz-23	0.45	10	28.33	0.489
124	Area-10	Bz-16	0.45	10	9.32	0.161
125	Area-11	Bz-25	0.45	10	23.89	0.413

126	Area-12	Bz-25	0.45	10	10.54	0.182
127	Area-13	Bz-7	0.45	10	5.42	0.094
128	Area-14	Bz-16	0.45	10	2.84	0.049
129	Area-15	Bz-7	0.45	10	15.81	0.273
130	Area-16	Bz-23	0.45	10	39.49	0.682
131	Area-17	Bz-26	0.45	10	13.56	0.234
132	Area-18	Bz-36	0.45	10	19.09	0.33
133	Area-19	Bz-26	0.45	10	6.33	0.109
134	Area-20	Bz-8	0.45	10	2.77	0.048
135	Area-21	Bz-22	0.45	10	5.02	0.087
136	Area-22	Bz-8	0.45	10	7.23	0.125
137	Area-23	Bz-19	0.45	10	12.79	0.221
138	Area-24	Bz-19	0.45	10	22.85	0.395
139	Area-25	Bz-22	0.45	10	11.13	0.192
140	Area-26	Bz-17	0.45	10	15.97	0.276
141	Area-27	Bz-36	0.45	10	11.07	0.191
142	Area-28	Bz-3	0.45	10	6.84	0.118
143	Area-29	Bz-3	0.45	10	18.4	0.318
144	Area-30	Bz-4	0.45	10	6.12	0.106
145	Area-31	Bz-17	0.45	10	9.57	0.165
146	Area-32	Bz-20	0.45	10	11.52	0.199
147	Area-33	Bz-29	0.45	10	12.04	0.208
148	Area-34	Bz-20	0.45	10	19.68	0.34
149	Area-35	Bz-29	0.45	10	25.78	0.445
150	Area-36	Bz-5	0.45	10	10.55	0.182
151	Area-37	Bz-4	0.45	10	2.74	0.047
152	Area-38	Bz-4	0.45	10	1.48	0.026
153	Area-39	Bz-30	0.45	10	9.84	0.17
154	Area-40	Bz-30	0.45	10	9.32	0.161
155	Area-41	Bz-5	0.45	10	12.92	0.223
156	Area-42	Bz-27	0.45	10	81.07	1.401
157	Area-43	Bz-28	0.45	10	24.89	0.43
158	Area-44	Bz-28	0.45	10	29.1	0.503
159	Area-45	Bz-32	0.45	10	24.08	0.416
160	Area-46	Bz-32	0.45	10	12.52	0.216
161	Area-47	Bz-31	0.45	10	16.2	0.28
162	Area-48	Bz-24	0.45	10	18.23	0.315
163	Area-49	Bz-11	0.45	10	8.96	0.155
164	Area-50	Bz-11	0.45	10	11.87	0.205
165	Area-51	Bz-6	0.45	10	24.57	0.424
166	Area-52	Bz-24	0.45	10	19.86	0.343
167	Area-53	Bz-12	0.45	10	5.7	0.098
168	Area-54	Bz-12	0.45	10	5.43	0.094

169	Area-55	Bz-1	0.45	10	19.08	0.33
170	Area-56	Bz-1	0.45	10	15.96	0.276
171	Area-57	Bz-13	0.45	10	8.86	0.153
172	Area-58	Bz-14	0.45	10	5.35	0.092
173	Area-59	Bz-13	0.45	10	17.68	0.305
174	Area-60	Bz-33	0.45	10	20.73	0.358
175	Area-61	Bz-14	0.45	10	15.15	0.262
176	Area-62	Bz-9	0.45	10	4.43	0.077
177	Area-63	Bz-10	0.45	10	4.43	0.076
178	Area-64	Bz-9	0.45	10	9.94	0.172
179	Area-65	Bz-33	0.45	10	12.5	0.216
180	Area-66	Bz-21	0.45	10	8.26	0.143
181	Area-67	Bz-21	0.45	10	8.2	0.142
182	Area-68	Bz-33	0.45	10	9.52	0.165
183	Area-69	Bz-21	0.45	10	2.83	0.049

Tabla 26

Cuadro de Buzones del Sistema de Drenaje Pluvial La Hoyada

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert in 1) (m)	Flow (Total In)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method	Hydraulic Grade Line (In) (m)
39	Bz-1	143	143	137.79	24.8050232	671.6	0.51	138.29	Absolute	138.29
40	Bz-2	143	143	137.72	23.7173615	669.93	0.51	138.23	Absolute	138.23
42	Bz-3	143	143	140.38	2.91989326	74.59	0.21	140.59	Absolute	140.59
43	Bz-4	143	143	140.24	2.99914885	81.73	0.23	140.47	Absolute	140.47
45	Bz-5	143.2	143.2	139.89	8.45548058	228.26	0.34	140.23	Absolute	140.23
46	Bz-6	143.15	143.15	139.73	8.92839813	245.83	0.35	140.08	Absolute	140.08
48	Bz-7	143.2	143.2	141.37	1.48609746	37.97	0.16	141.53	Absolute	141.53
49	Bz-8	143.1	143.1	141.2	1.69414353	45.7	0.17	141.37	Absolute	141.37
51	Bz-9	142.2	142.2	139.67	4.38741636	119.03	0.25	139.92	Absolute	139.92
52	Bz-10	142.1	142.1	139.49	4.35982037	120.84	0.26	139.74	Absolute	139.74
54	Bz-11	143.15	143.15	141.57	1.30778289	34.9	0.15	141.72	Absolute	141.72
55	Bz-12	143.1	143.1	141.37	1.6255852	44.34	0.17	141.54	Absolute	141.54
57	Bz-13	143.05	143.05	139.07	15.3325901	420.91	0.43	139.5	Absolute	139.5
58	Bz-14	143	143	138.09	24.2685947	623.02	0.49	138.58	Absolute	138.58
60	Bz-15	143.4	143.4	142	0.38351548	10.18	0.08	142.08	Absolute	142.08
61	Bz-16	143.3	143.3	141.79	0.78916693	20.86	0.12	141.9	Absolute	141.9
63	Bz-17	142.4	142.4	139.88	4.21166658	109.87	0.24	140.13	Absolute	140.13
65	Bz-18	143.5	143.5	(N/A)	0.10125316	2.87	0.04	142.29	Absolute	142.29

67	Bz-19	143.35	143.35	141.02	6.10273314	165.26	0.29	141.31	Absolute	141.31
68	Bz-20	143.3	143.3	140.73	6.93809605	188.71	0.31	141.03	Absolute	141.03
71	Bz-21	142	142	139.17	4.94874907	132.39	0.27	139.44	Absolute	139.44
73	Bz-22	143.1	143.1	140.88	2.18414235	57.45	0.19	141.07	Absolute	141.07
75	Bz-23	143.4	143.4	141.35	5.28992081	137.17	0.27	141.62	Absolute	141.62
77	Bz-24	143.1	143.1	139.41	15.6783247	407.63	0.42	139.83	Absolute	139.83
79	Bz-25	143	143	141.19	2.28001332	57.78	0.19	141.38	Absolute	141.38
80	Bz-26	142.8	142.8	140.87	2.74291968	72.62	0.21	141.08	Absolute	141.08
82	Bz-27	143.4	143.4	(N/A)	2.86283588	81.07	0.22	142.32	Absolute	142.32
83	Bz-28	143.3	143.3	141.77	4.76928425	130.35	0.27	142.03	Absolute	142.03
86	Bz-29	143.25	143.25	140.37	8.00003624	215.97	0.33	140.7	Absolute	140.7
90	Bz-30	143	143	139.86	3.56282973	93.63	0.24	140.1	Absolute	140.1
92	Bz-31	143.2	143.2	(N/A)	0.57215309	16.2	0.1	142.05	Absolute	142.05
94	Bz-32	143.2	143.2	141.38	5.89593887	160.04	0.31	141.69	Absolute	141.69
97	Bz-33	143	143	138.59	9.49151325	245.8	0.4	138.98	Absolute	138.98
99	Bz-34	143.5	143.5	(N/A)	0.44222337	12.52	0.09	142.34	Absolute	142.34
100	Bz-35	143.3	143.3	141.79	1.14679277	30.13	0.14	141.93	Absolute	141.93
103	Bz-36	142.6	142.6	140.38	3.6296556	93.73	0.22	140.6	Absolute	140.6
112	Bz-37	143.5	143.5	(N/A)	2.89496875	81.98	0.23	142.43	Absolute	142.43

CARACTERIZACIÓN DE SUPERFICIES

Para aplicar el **método racional**, se requiere el coeficiente de escorrentía **C**, que depende del uso y tipo de superficie.

Las áreas se distribuyen de la siguiente manera:

Tipo de superficie	Porcentaje	Coeficiente C típico	Contribución
Pavimento	40%	0.90	0.36
Techos	30%	0.95	0.285
Áreas verdes	20%	0.30	0.06
Otros	10%	0.50 (estimado)	0.05

Coeficiente ponderado:

C = 0.36 + 0.285 + 0.06 + 0.05 = **0.755**

Se adopta **C = 0.76** para diseño.

PENDIENTES DEL TERRENO

De acuerdo a la fotogrametría realizada la topografía predominante, se tiene que las calles presentan pendientes planas. Para el cálculo hidráulico se considera una pendiente ajustada por tramo durante la modelación en el software StormCAD.

RED PLUVIAL PROPUESTA

El Sistema pluvial se compone de: **64 sumideros laterales**, distribuidos estratégicamente para recoger escorrentías en calzadas y **37 pozos de inspección (Pls)**, colocados en intersecciones y cambios de dirección. - Tuberías de **PVC** para los colectores, dadas sus buenas características hidráulicas y resistencia.

Los diámetros serán determinados mediante el modelamiento en StormCAD cumpliendo velocidades y capacidades recomendadas. Los datos calculados se muestran a continuacion:

Tabla 27

Cuadro de Tuberías del Sistema de Drenaje Pluvial La Hoyada

ID	Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Out) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth (Normal) / Rise (%)
38	TUB-1	Bz-1	137.79	Bz-2	137.72	12.3	0.005	Circle	750	0.01	671.6	2.47	0.46	1,023.37	65.6	59.1
41	TUB-2	Bz-3	140.38	Bz-4	140.24	27.1	0.005	Circle	300	0.01	74.59	1.41	0.23	88.89	83.9	70.1
44	TUB-3	Bz-5	139.89	Bz-6	139.73	31.7	0.005	Circle	450	0.01	228.26	1.86	0.35	262.08	87.1	72.2
47	TUB-4	Bz-7	141.37	Bz-8	141.2	34.5	0.005	Circle	250	0.01	37.97	1.2	0.17	54.66	69.5	61.3
50	TUB-5	Bz-9	139.67	Bz-10	139.49	36	0.005	Circle	375	0.01	119.03	1.6	0.26	161.17	73.9	63.9
53	TUB-6	Bz-11	141.57	Bz-12	141.37	38.8	0.005	Circle	250	0.01	34.9	1.18	0.17	54.66	63.8	58.1
56	TUB-7	Bz-13	139.07	Bz-14	138.09	41.2	0.024	Circle	600	0.01	420.91	3.95	0.49	1,232.50	34.2	40.3
59	TUB-8	Bz-15	142	Bz-16	141.79	41.4	0.005	Circle	250	0.01	10.18	0.85	0.12	54.66	18.6	29.2
62	TUB-9	Bz-17	139.88	Bz-9	139.67	43.7	0.005	Circle	375	0.01	109.87	1.57	0.25	161.17	68.2	60.6
64	TUB-10	Bz-18	142.25	Bz-15	142	51	0.005	Circle	250	0.01	2.87	0.59	0.08	54.66	5.2	15.6
66	TUB-11	Bz-19	141.02	Bz-20	140.73	59.2	0.005	Circle	450	0.01	165.26	1.74	0.31	262.08	63.1	57.6
69	TUB-12	Bz-14	138.09	Bz-1	137.79	60.7	0.005	Circle	750	0.01	623.02	2.43	0.51	1,023.37	60.9	56.3
70	TUB-13	Bz-10	139.49	Bz-21	139.17	62.7	0.005	Circle	375	0.01	120.84	1.6	0.27	161.17	75	64.6
72	TUB-14	Bz-8	141.2	Bz-22	140.88	63.2	0.005	Circle	250	0.01	45.7	1.25	0.19	54.66	83.6	69.9
74	TUB-15	Bz-23	141.35	Bz-19	141.02	64.4	0.005	Circle	375	0.01	137.17	1.64	0.29	161.17	85.1	70.9

76	TUB-16	Bz-6	139.73	Bz-24	139.41	64.8	0.005	Circle	450	0.01	245.83	1.87	0.42	262.08	93.8	76.9
78	TUB-17	Bz-25	141.19	Bz-26	140.87	65.6	0.005	Circle	300	0.01	57.78	1.34	0.21	88.89	65	58.7
81	TUB-18	Bz-27	142.1	Bz-28	141.77	66.6	0.005	Circle	300	0.01	81.07	1.43	0.27	88.89	91.2	75
84	TUB-19	Bz-24	139.41	Bz-13	139.07	67.6	0.005	Circle	600	0.01	407.63	2.17	0.43	564.42	72.2	63
85	TUB-20	Bz-20	140.73	Bz-29	140.37	71.4	0.005	Circle	450	0.01	188.71	1.79	0.33	262.08	72	62.8
87	TUB-21	Bz-2	137.72	O-1	137.35	74.4	0.005	Circle	750	0.01	669.93	2.47	0.44	1,023.37	65.5	59
89	TUB-22	Bz-4	140.24	Bz-30	139.86	75.9	0.005	Circle	300	0.01	81.73	1.43	0.24	88.89	91.9	75.5
91	TUB-23	Bz-31	141.95	Bz-11	141.57	77	0.005	Circle	250	0.01	16.2	0.97	0.15	54.66	29.6	37.3
93	TUB-24	Bz-28	141.77	Bz-32	141.38	77.2	0.005	Circle	375	0.01	130.35	1.62	0.31	161.17	80.9	68.2
95	TUB-25	Bz-16	141.79	Bz-7	141.37	83.6	0.005	Circle	250	0.01	20.86	1.04	0.16	54.66	38.2	42.8
96	TUB-26	Bz-30	139.86	Bz-33	138.59	88.3	0.014	Circle	300	0.01	93.63	2.25	0.4	151.24	61.9	56.9
98	TUB-27	Bz-34	142.25	Bz-35	141.79	91.1	0.005	Circle	250	0.01	12.52	0.9	0.14	54.66	22.9	32.5
101	TUB-28	Bz-29	140.37	Bz-5	139.89	95.6	0.005	Circle	450	0.01	215.97	1.84	0.34	262.08	82.4	69.2
102	TUB-29	Bz-26	140.87	Bz-36	140.38	97.7	0.005	Circle	300	0.01	72.62	1.4	0.22	88.89	81.7	68.7
104	TUB-30	Bz-36	140.38	Bz-17	139.88	98.7	0.005	Circle	375	0.01	93.73	1.51	0.24	161.17	58.2	54.8
105	TUB-31	Bz-33	138.59	Bz-14	138.09	99.3	0.005	Circle	450	0.01	245.8	1.87	0.49	262.08	93.8	76.9
106	TUB-32	Bz-22	140.88	Bz-3	140.38	100.6	0.005	Circle	300	0.01	57.45	1.34	0.21	88.89	64.6	58.5
107	TUB-33	Bz-32	141.38	Bz-24	140.83	110.2	0.018	Circle	375	0.01	160.04	1.66	0.29	304.76	52.5	81.3
108	TUB-34	Bz-12	141.37	Bz-1	140.79	116.5	0.031	Circle	250	0.01	44.34	1.24	0.17	135.64	32.7	68.3
109	TUB-35	Bz-21	139.17	Bz-33	138.59	117.3	0.005	Circle	375	0.01	132.39	1.63	0.4	161.17	82.1	69
110	TUB-36	Bz-35	141.79	Bz-25	141.19	119.9	0.005	Circle	250	0.01	30.13	1.14	0.19	54.66	55.1	53
111	TUB-37	Bz-37	142.2	Bz-23	141.35	170.8	0.005	Circle	300	0.01	81.98	1.43	0.27	88.89	92.2	75.7

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert in 1) (m)	Flow (Total In)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method	Hydraulic Grade Line (In) (m)
39	Bz-1	143	True	143	False	137.79	24.8050232	671.6	0.51	138.29	Absolute	138.29
40	Bz-2	143	True	143	False	137.72	23.7173615	669.93	0.51	138.23	Absolute	138.23
42	Bz-3	143	True	143	False	140.38	2.91989326	74.59	0.21	140.59	Absolute	140.59
43	Bz-4	143	True	143	False	140.24	2.99914885	81.73	0.23	140.47	Absolute	140.47
45	Bz-5	143.2	True	143.2	False	139.89	8.45548058	228.26	0.34	140.23	Absolute	140.23
46	Bz-6	143.15	True	143.15	False	139.73	8.92839813	245.83	0.35	140.08	Absolute	140.08
48	Bz-7	143.2	True	143.2	False	141.37	1.48609746	37.97	0.16	141.53	Absolute	141.53
49	Bz-8	143.1	True	143.1	False	141.2	1.69414353	45.7	0.17	141.37	Absolute	141.37
51	Bz-9	142.2	True	142.2	False	139.67	4.38741636	119.03	0.25	139.92	Absolute	139.92
52	Bz-10	142.1	True	142.1	False	139.49	4.35982037	120.84	0.26	139.74	Absolute	139.74
54	Bz-11	143.15	True	143.15	False	141.57	1.30778289	34.9	0.15	141.72	Absolute	141.72
55	Bz-12	143.1	True	143.1	False	141.37	1.6255852	44.34	0.17	141.54	Absolute	141.54
57	Bz-13	143.05	True	143.05	False	139.07	15.3325901	420.91	0.43	139.5	Absolute	139.5
58	Bz-14	143	True	143	False	138.09	24.2685947	623.02	0.49	138.58	Absolute	138.58

60	Bz-15	143.4	True	143.4	False	142	0.38351548	10.18	0.08	142.08	Absolute	142.08
61	Bz-16	143.3	True	143.3	False	141.79	0.78916693	20.86	0.12	141.9	Absolute	141.9
63	Bz-17	142.4	True	142.4	False	139.88	4.21166658	109.87	0.24	140.13	Absolute	140.13
65	Bz-18	143.5	True	143.5	False	(N/A)	0.10125316	2.87	0.04	142.29	Absolute	142.29
67	Bz-19	143.35	True	143.35	False	141.02	6.10273314	165.26	0.29	141.31	Absolute	141.31
68	Bz-20	143.3	True	143.3	False	140.73	6.93809605	188.71	0.31	141.03	Absolute	141.03
71	Bz-21	142	True	142	False	139.17	4.94874907	132.39	0.27	139.44	Absolute	139.44
73	Bz-22	143.1	True	143.1	False	140.88	2.18414235	57.45	0.19	141.07	Absolute	141.07
75	Bz-23	143.4	True	143.4	False	141.35	5.28992081	137.17	0.27	141.62	Absolute	141.62
77	Bz-24	143.1	True	143.1	False	139.41	15.6783247	407.63	0.42	139.83	Absolute	139.83
79	Bz-25	143	True	143	False	141.19	2.28001332	57.78	0.19	141.38	Absolute	141.38
80	Bz-26	142.8	True	142.8	False	140.87	2.74291968	72.62	0.21	141.08	Absolute	141.08
82	Bz-27	143.4	True	143.4	False	(N/A)	2.86283588	81.07	0.22	142.32	Absolute	142.32
83	Bz-28	143.3	True	143.3	False	141.77	4.76928425	130.35	0.27	142.03	Absolute	142.03
86	Bz-29	143.25	True	143.25	False	140.37	8.00003624	215.97	0.33	140.7	Absolute	140.7
90	Bz-30	143	True	143	False	139.86	3.56282973	93.63	0.24	140.1	Absolute	140.1
92	Bz-31	143.2	True	143.2	False	(N/A)	0.57215309	16.2	0.1	142.05	Absolute	142.05
94	Bz-32	143.2	True	143.2	False	141.38	5.89593887	160.04	0.31	141.69	Absolute	141.69
97	Bz-33	143	True	143	False	138.59	9.49151325	245.8	0.4	138.98	Absolute	138.98
99	Bz-34	143.5	True	143.5	False	(N/A)	0.44222337	12.52	0.09	142.34	Absolute	142.34
100	Bz-35	143.3	True	143.3	False	141.79	1.14679277	30.13	0.14	141.93	Absolute	141.93
103	Bz-36	142.6	True	142.6	False	140.38	3.6296556	93.73	0.22	140.6	Absolute	140.6
112	Bz-37	143.5	True	143.5	False	(N/A)	2.89496875	81.98	0.23	142.43	Absolute	142.43

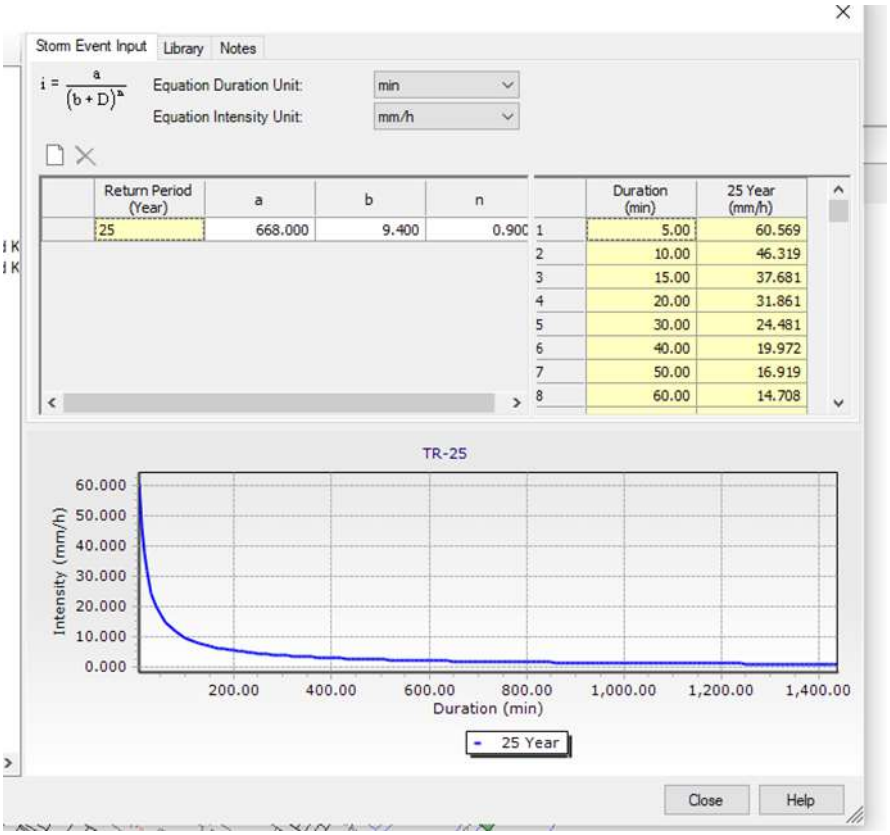
PERÍODO DE RETORNO

De acuerdo con la normativa de diseño para zonas críticas en Pucallpa, se adopta: un Período de retorno de 25 años. Esto garantiza un nivel de servicio adecuado para minimizar aniegos urbanos.

PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

Para el cálculo se utiliza la ecuación IDF correspondiente a Pucallpa, aniegos urbanos.

La intensidad será calculada por StormCAD según la curva ingresada. Se muestran a continuacion:



HIDRÁULICA – MÉTODO RACIONAL

La fórmula general es:

Q = C I A

Donde:

Q = caudal máximo (m^3/s)

C = coeficiente de escorrentía (0.76)

I = intensidad (mm/h) para 25 años

A = área tributaria (ha)

El software **StormCAD** automatiza el cálculo para cada subcuenca asignada a cada sumidero.

HIDRÁULICA – MÉTODO RACIONAL

Se adopta **PVC**, con las siguientes características típicas:

- Rugosidad de Manning: **n = 0.01**

- Tubería ligera, durable y de rápida instalación.

Los diámetros serán seleccionados en el software StormCAD para mantener:

- Velocidades entre **0.8 y 5.0 m/s**

- Grados de llenado admisibles (<80% en diseño)

MODELAMIENTO EN STORMCAD

El procedimiento es el siguiente:

1. **Definir la red (sumideros, PIs y tuberías).**

En StormCAD, la red de drenaje pluvial se define por la tubería, que es el conducto principal que transporta el agua; los sumideros, que son las estructuras de entrada que captan el agua de lluvia de la superficie; y los pozos de inspección (PI), que permiten el acceso y la inspección de la red, conectando las tuberías. El modelo de StormCAD utiliza estos componentes para simular y diseñar la red, calculando el flujo y la capacidad de la misma.

Componentes de la red

- **Tuberías:** Son los conductos subterráneos o aéreos que transportan el agua de un punto a otro, siguiendo la pendiente del terreno. En StormCAD, se definen por su material, diámetro, longitud y pendiente.
- **Sumideros:** Son las estructuras que se ubican en la superficie para captar el agua de lluvia, como rejillas o bocas de entrada en las calles. StormCAD los modela como los puntos de entrada del agua a la red, recibiendo las cargas de drenaje de un área específica.
- **Pozos de Inspección (PI):** Son estructuras verticales que dan acceso a las tuberías para su inspección y mantenimiento. En StormCAD, se utilizan para conectar tramos de tubería y para identificar el punto final de la red o donde el agua se entrega a un sistema mayor.

Definición de Trazado de Redes en StormCAD

- **Trazado de la red:** Se dibuja la red en el software, conectando los sumideros y los pozos de inspección con las tuberías correspondientes, creando un esquema que representa la infraestructura física.
- **Asignación de áreas de drenaje:** A cada sumidero se le asigna un área de drenaje para calcular cuánta agua llegará a ese punto.
- **Definición de datos hidráulicos:** Se introducen datos como la pendiente, el material y el diámetro de las tuberías, así como los datos de precipitación (curvas IDF) para que el software pueda simular el comportamiento del flujo.
- **Análisis y diseño:** Una vez que los datos están ingresados, StormCAD calcula el flujo, la velocidad, la capacidad y el nivel del agua en cada punto de la red, permitiendo ajustar el diseño para asegurar que el sistema cumpla con los requisitos hidráulicos.

2. **Asignar subcuencas a cada sumidero.**

Para asignar subcuencas a cada sumidero en StormCAD, primero debes definir y dibujar las subcuencas en el software, y luego utilizar las herramientas de "catchment" para asociar cada subcuenca con el sumidero que la recibirá. Es importante que las subcuencas se dibujen correctamente y que el agua de cada una de ellas fluya naturalmente hacia su sumidero designado, siguiendo la topografía del terreno.

Paso a paso para asignar subcuencas a sumideros en StormCAD

1. **Crear las subcuencas:**
    - Utiliza la herramienta de dibujo en StormCAD para trazar los contornos de cada subcuenca.
    - Asegúrate de que los contornos de las subcuencas se basen en la topografía, de manera que el agua fluya desde la zona más alta de la subcuenca hacia el sumidero.

- Cada subcuenca debe tener un límite definido para que se pueda calcular su área de contribución de forma precisa.

2. **Definir las propiedades de la subcuenca:**
   - Una vez dibujadas las subcuencas, crea las entidades de "catchment" (subcuenca) dentro del software.
   - Asigna un área de escorrentía a cada subcuenca, ya sea de forma manual o utilizando las herramientas automáticas del programa, como el método de "escalas de área" si tienes un plano topográfico a escala.
   - Define la pendiente, el tiempo de concentración y el tipo de superficie de cada subcuenca, ya que estos parámetros afectan el cálculo del caudal de entrada.
3. **Asociar las subcuencas con los sumideros:**
   - Selecciona la herramienta "catchment" en la interfaz de StormCAD.
   - Haz clic en el sumidero al que deseas asignar una subcuenca.
   - En la ventana de propiedades, localiza la sección de "Subcuenca" y haz clic en la opción para asignar una subcuenca.
   - Selecciona la subcuenca que acabas de dibujar y asociarla con el sumidero. Repite este proceso para cada sumidero que necesite una subcuenca.
4. **Analizar y verificar el resultado:**
   - Una vez que hayas asignado todas las subcuencas a sus sumideros correspondientes, ejecuta el análisis del sistema.
   - Verifica los resultados para asegurarte de que la red funciona correctamente, que los caudales se distribuyen adecuadamente y que la capacidad del sistema es suficiente para el volumen de agua esperado.

3. Ingresar características del terreno y pendientes.

Para ingresar las características del terreno y pendientes en el software StormCAD, debes definir el área de captación con una pendiente mínima del \(2\%\) hacia los tubos de bajada y asegurar una pendiente mínima del \(1.5\%\) (o \(15\) por mil) en las tuberías de conducción para permitir un flujo adecuado.

- **Pendiente del área de captación**: La superficie de captación, como techos, patios o calles, debe tener una pendiente mínima del \(2\%\) para asegurar que el agua fluya eficientemente hacia las tuberías de bajada.
- **Topografía**: Define la topografía del área, ya que esto determinará la dirección del flujo y la ubicación de las estructuras de captación (como rejillas o sumideros) y los puntos de descarga. StormCAD utiliza las coordenadas (\(X\), \(Y\), \(Z\)) del terreno para simular el movimiento del agua.
- **Coeficiente de escorrentía**: Asigna un coeficiente de escorrentía (\(C\)) que represente el tipo de superficie (pavimento, césped, etc.) para calcular la cantidad de agua que escurrirá.

PENDIENTES DEL SISTEMA DE DRENAJE

- **Pendiente de la tubería:** Se debe establecer una pendiente mínima del \(1.5\%\) (o \(15\) por mil) en las tuberías de conducción para garantizar que el agua fluya por gravedad.
- **Diseño de la pendiente:** StormCAD permite ingresar la pendiente de cada tramo de tubería individualmente o establecer una pendiente constante para toda la red, facilitando el diseño hidráulico.
- **Verificación de la pendiente:** Después de ingresar todos los datos, es importante revisar la pendiente de cada tramo de tubería para asegurarse de que el flujo sea eficiente y cumpla con las normativas. En caso de que el diseño resulte en una pendiente menor al mínimo requerido, StormCAD puede generar alertas

PROCESO DE INGRESO DE DATOS EN STORMCAD

- Definir el área de captación: Dibuja los límites del área de captación y asigna una pendiente mínima del \(2\%\).
- Dibujar las tuberías de conducción: Dibuja cada tramo de tubería, especificando la pendiente de cada uno. Se puede utilizar la opción de pendiente mínima del \(1.5\%\) para el cálculo del flujo.
- Asignar propiedades de los materiales: Define los materiales de las tuberías, así como su tamaño, lo que influirá en la capacidad de conducción del agua.
- Simular y optimizar: Ejecuta la simulación del sistema para analizar los resultados, verificar la capacidad de conducción y optimizar el diseño, asegurando que no se presenten problemas de inundaciones.

4. **Definir materiales y rugosidades.**

En StormCAD, se definen los materiales y rugosidades para los conductos basándose en sus propiedades físicas, como el material de construcción (hormigón, PVC, etc.), que determina su coeficiente de rugosidad. Estos coeficientes, como el de Manning, se ingresan en el programa para calcular la fricción y pérdida de energía dentro del sistema de drenaje, lo que es esencial para modelar el flujo de agua de manera precisa.

Materiales y rugosidad

- **Materiales:** Se seleccionan basándose en el tipo de tubería o canal (por ejemplo, hormigón armado, PVC, polietileno). La elección del material afecta directamente la durabilidad y el costo del proyecto.
- **Rugosidad:** La rugosidad se expresa a través de un coeficiente, siendo el de Manning el más comúnmente utilizado en este tipo de software.

- **Coeficiente de Manning (n):** Este valor representa la resistencia al flujo del agua dentro de la tubería. Un valor de n más alto indica una superficie más rugosa y, por lo tanto, mayor fricción.
- **Ejemplos de valores de Manning:**
  - **Tuberías de PVC:** n = 0.009 - 0.011
- **Tuberías de hormigón liso:** n = 0.012 - 0.015
- **Tuberías de hormigón armado:** n = 0.013 - 0.018
- **Tuberías de tierra:** n = 0.020 - 0.025
- **Nota:** Estos valores son aproximados y deben ajustarse según las especificaciones técnicas del fabricante o los estándares locales.

Procedimiento en StormCAD

1. **Seleccionar el componente:** Al crear un nuevo componente de tubería en el software, se debe seleccionar el tipo de material o ingresar directamente el coeficiente de Manning.
2. **Ingresar el coeficiente de Manning:** Introducir el valor de Manning que corresponda al material de la tubería.
3. **Ejecutar el modelo:** Una vez que se han definido todos los componentes, se puede ejecutar la simulación. StormCAD utilizará el coeficiente de Manning para calcular el flujo en el sistema y predecir el comportamiento hidráulico.

5. Cargar curvas IDF (25 años).

Para cargar curvas IDF (25 años) en StormCAD, primero necesitas obtener o calcular las intensidades de lluvia (I) para diferentes duraciones (D) y un período de retorno de 25 años. Luego, puedes ingresar estos datos en el programa, ya sea introduciendo manualmente los valores de cada curva, utilizando la función de importación de datos si el formato es

compatible, o estableciendo la intensidad de la tormenta de diseño basándote en la curva que generes.

1. Obtener o calcular los datos de la curva IDF

- **Datos de precipitación:** Consigue datos históricos de precipitación de estaciones meteorológicas locales. Estos son la base para calcular la curva.
- **Cálculo de intensidades:** Utiliza un método estadístico, como el análisis de máximos anuales, para calcular las intensidades de lluvia para distintas duraciones (por ejemplo, 10, 15, 30, 60 minutos) y para la frecuencia de retorno de 25 años (o una fracción de esta, por ejemplo, un período de retorno de 2 años o 5 años).
- **Fórmula de HEC-RAS:** Puedes utilizar la fórmula de HEC-RAS para calcular el caudal de escurrimiento, que también utiliza la intensidad de lluvia. Una fórmula común es Q=C×i×d×A×0.278, donde Q es el caudal, C es el coeficiente de escurrimiento, i es la intensidad, d es la duración y A es el área de la cuenca. En StormCAD, esta ecuación se utiliza para calcular el caudal de entrada.

2. Ingresar los datos en StormCAD

- **Ingreso manual:** Introduce manualmente los valores de intensidad para cada duración en la sección correspondiente del programa.
- **Importación de datos:** Algunos formatos de datos, como archivos de texto (CSV o TXT), pueden ser importados directamente. Consulta la documentación de StormCAD para verificar la compatibilidad del formato.
- **Ajuste de intensidad:** Si no vas a utilizar datos de la estación meteorológica local, puedes ajustar manualmente la intensidad de la lluvia para la duración de tormenta de 25 años.

4. Configuración de la tormenta de diseño

- **Condición de contorno:** Una vez que las curvas IDF estén cargadas, puedes utilizarlas como condición de contorno para el modelo de tormenta.
- **Condiciones hidrológicas:** En el apartado de condiciones hidrológicas, selecciona la curva IDF que hayas importado o generado y configúrala con los parámetros de la tormenta de diseño.

6. Ejecutar el análisis.

Para ejecutar un análisis de sistemas de drenaje pluvial en StormCAD, se deben modelar la red del sistema (tuberías, sumideros, pozos, etc.), definir las cargas de lluvia (método racional y curvas IDF), y ejecutar el análisis para calcular los resultados hidráulicos como calados y presiones. Finalmente, se revisan y optimizan los diseños para asegurar la capacidad adecuada.

1. Modelar el sistema

- **Dibuja la red:** Dibuja el esquema del sistema utilizando las herramientas de StormCAD para crear la red de tuberías, sumideros, pozos y áreas de drenaje, según lo explica en varios manuales.
- **Define componentes:** Asigna las propiedades de cada componente (material, forma, pendiente, etc.).

2. Definir las cargas de lluvia

- **Calcular la escorrentía:** Usa el método racional para calcular los caudales de escorrentía, considerando las áreas de drenaje y los coeficientes de escorrentía.
- **Ingresar datos de lluvia:** Introduce datos como la intensidad, duración y frecuencia de la lluvia (curvas IDF) para estimar las cargas de aguas pluviales.

3. Ejecutar el análisis

- **Cálculo hidráulico:** StormCAD calcula automáticamente las elevaciones de agua en los nodos y el flujo a través de las tuberías, basándose en las metodologías de cálculo hidráulico y las series de diseño estándar.
- **Analizar capacidades:** El programa puede calcular la escorrentía que ingresa a cada entrada o se transporta aguas abajo, permitiendo analizar la capacidad del sistema, como se detalla en esta página.

4. Revisar y optimizar el diseño

- **Evaluar resultados:** Revisa los resultados del análisis para identificar cualquier área que pueda tener problemas, como inundaciones o capacidad insuficiente.
- **Realizar optimizaciones:** Realiza ajustes en el diseño, como cambiar el diámetro de las tuberías o la elevación de los sumideros, y vuelve a ejecutar el análisis hasta que el sistema funcione correctamente

7. Ajustar diámetros y pendientes críticas.

El software StormCAD determinará caudales, velocidades, niveles hidráulicos y puntos críticos de la red. Para ajustar los diámetros y pendientes críticas en StormCAD, se deben definir primero las propiedades del terreno y la intensidad de lluvia esperada para calcular el caudal. Luego, se establecen los diámetros y pendientes en el software, y se verifica que se cumplan los criterios de diseño (por ejemplo, pendientes mínimas de 1-2% o 15 por mil) para evitar encharcamientos y asegurar un flujo adecuado, iterando hasta alcanzar la solución óptima.

1. Calcular el caudal

- Utilice la fórmula de **caudal de escurrimiento** (Q)como la base para el diseño.

$Q=C\times i\times d\times A\times 0.278$, donde:

C = coeficiente de escurrimiento.

$i=$ intensidad de lluvia (mm/h).

$d=$ duración de la lluvia

$A =$ área de captación.

2. Determinar pendientes y diámetros en StormCAD

- **Pendientes:** Establezca una pendiente mínima de entre 1% y 2% (o 10 a 20 por mil) en la red de tuberías para asegurar la autolimpieza y evitar sedimentación. Algunas normativas establecen una pendiente mínima de 15 por mil.
- **Diámetros:** Ingrese los diámetros de las tuberías según las normas técnicas aplicables. Comience con diámetros estándar y ajústelos según las necesidades.
- **Método iterativo:** Ejecute la simulación en StormCAD.
    - Si las tuberías son demasiado grandes o los caudales son excesivos, reduzca los diámetros y/o aumente las pendientes.
    - Si el agua no fluye adecuadamente o se forman encharcamientos, aumente los diámetros y/o reduzca las pendientes.
    - Asegúrese de que las pendientes no sean excesivamente empinadas para evitar la erosión, aunque esto es más relevante en la fase de diseño de la pendiente inicial que en el ajuste de diámetros en el software.

3. Verificar el cumplimiento de los criterios de diseño

- **Flujo:** Verifique que el flujo en cada tubería sea el adecuado, sin que la tubería se llene completamente.
- **Velocidad:** Asegúrese de que la velocidad del agua esté dentro de los rangos recomendados para la autolimpieza, evitando sedimentación en el fondo de la tubería.
- **Energía:** Verifique la energía en las estructuras de conexión, tales como sumideros y pozos de inspección, para asegurar que el agua fluya de manera eficiente a través de ellas.

4. Optimizar el diseño

- **Criterios de diseño:** Utilice los resultados de la simulación para optimizar el diseño, considerando tanto la eficiencia hidráulica como el costo de los materiales.
- **Normativa:** Verifique que se cumplan los requisitos de las normativas locales.

5. Ajustar en la práctica

- Después de optimizar el diseño en StormCAD, realice ajustes físicos en el lugar si es necesario para cumplir con la pendiente requerida. Por ejemplo, en el caso de una pendiente de 1:80, si la tubería tiene una distancia de 10 metros, la caída debe ser de 125 mm (0.125 metros)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados con aplicación de la estadística descriptiva

4.1.1. Condiciones topográficas y las características geoespaciales del terreno

El análisis de las características topográficas del terreno, en conjunto con la geodesia satelital, fue georreferenciado mediante un (01) punto geodésico de orden “C” en el sector Barrio La Hoyada, distrito de Callería, ciudad de Pucallpa. Asimismo, mediante la aplicación de técnicas de fotogrametría, se identificó la influencia del relieve, el perfil longitudinal y transversal de la subrasante de las vías proyectadas, así como la morfología del terreno, en la eficiencia del sistema de drenaje pluvial.

Tabla 28

Resultados obtenidos de la lectura en coordenadas UTM WGS 84

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALT. ELIPSOIDAL
2024250	8° 23' 07.52087" S	74° 34' 48.54130" W	172.2370

Elipsoide de referencias : WGS84
Datum : WGS84
Modelo Geoidal : PER EGM2008
Proyección : UTM
Zona : 18 Sur

PUNTO	NORTE	ESTE	ALT. GEOIDAL
2024250	9,063,892.531	535,172.895	153.364

Figura 36

Ficha técnica para la obtención del punto Geodésico

DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

Nombre del proyecto:

"DISEÑO DEL SISTE DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRAULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR LA HOYA PUCALLPA"

CÓDIGO DE PUNTO GEODÉSICO:	2024250		
LATITUD (S) WGS-84 8° 8°22'18.52693" S	LONGITUD (O) WGS-84 74°31'34.67564"O	NORTE (N) WGS-84: 9074565.877 m	ESTE (E) WGS-84: 552153.673 m
ALTURA ELIPSOIDAL (METROS): 148.223 m		ORDEN: "C"	ZONA UTM: 18

REFERENCIA DE LA UBICACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO:



IMAGEN DEL POSICIONAMIENTO GPS/GNSS



IMAGEN DEL DISCO DE BRONCE POSICIONADO:



DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE MONUMENTACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO:

Monumentación del punto geodésico por pilar de concreto en el cual estarán fijados con cemento que aseguren una razonable estabilidad y permanencia en el tiempo. Articulo Nº13

DATOS DEL SOLICITANTE	FECHA DE POSICIONAMIENTO:	FIRMA:
JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS	19/01/2026	Garcia Dantas Jose Eriberto INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 345986

Figura 37 *Vista general de la planta de la topográficas*

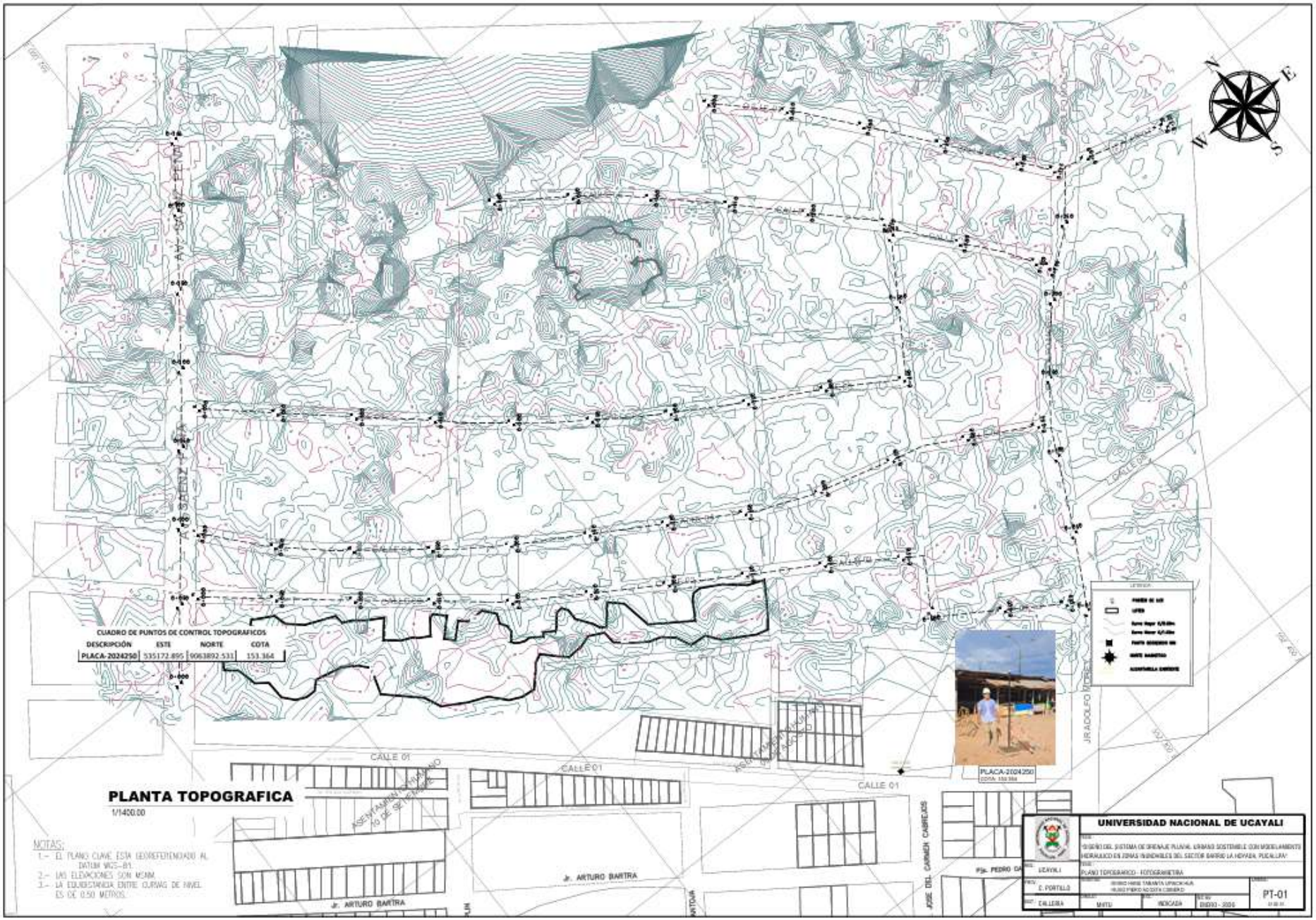
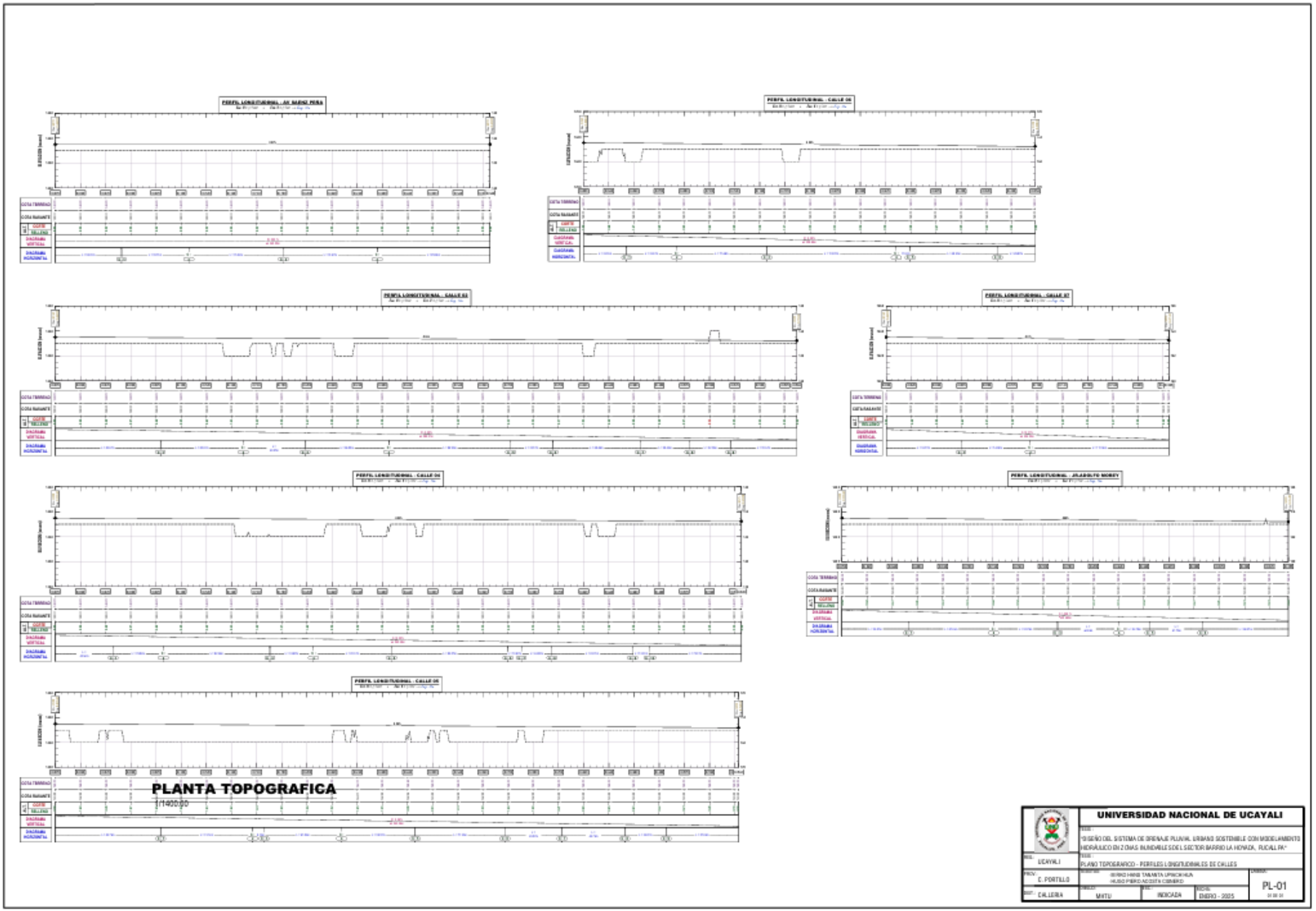


Figura 38

Vista general del perfil de la subrasante de las calles planteadas del sector barrio La Hoyada



Los datos obtenidos según la Figura 37 mostraron un pendiente promedio del terreno de 0.8%, con microcuencas que favorecen la acumulación de agua en áreas con cotas bajas. Con la iniciativa de mejorar las características del terreno a través de la optimización de las pendientes de las calles, se ha logrado avanzar en el sistema de desagüe de las vías al: organizar de forma adecuada el flujo del agua, establecer una inclinación conveniente en la superficie, crear sistemas de desagüe más efectivos y evitar las inundaciones al comprender la topografía y los ríos naturales. Una planificación adecuada del terreno, que implica la medición y evaluación de la superficie, es fundamental para detectar zonas con dificultades de retención de agua y desarrollar respuestas apropiadas.

4.1.2 Parámetros geotécnicos derivados del estudio de la mecánica

El estudio de mecánica de suelos realizado en el sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, permitió identificar los parámetros geotécnicos esenciales para la calibración del modelo hidráulico y el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible. Se llevaron a cabo 4 sondeos de perforación, complementadas con ensayos de laboratorio y campo.

Tabla 29

Análisis granulométrico del suelo de fundación en perforaciones

Sondeo	Código	Muestra	Prof. (m)	Grava	Arena gruesa	Arena fina	Finos	SUCS	AASHTO
P-01	DPL-01	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	0.00%	0.23%	10.13%	89.64%	CL	A-7-6 (24)
P-02	DPL-02	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	0.00%	0.72%	10.29%	88.99%	CL	A-7-6 (15)
P-03	DPL-03	M-01	4.00	---	---	---	---	Material orgánico	
		M-02	1.00	0.00%	0.42%	16.96%	82.62%	CL	A-6 (12)
P-04	DPL-04	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	0.00%	5.17%	31.43%	63.40%	CL	A-6 (9)

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la Tabla *11* indican una composición predominante de suelos franco-arcillosos (5.17% arena, 31.43% limo y 63.4% arcilla), clasificados como CL según el sistema SUCS y A-6 (9) según el sistema AASHTO.

Tabla 30

Límites de plasticidad del suelo de fundación en perforaciones

Sondeo	Código	Muestra	Prof. (m)	LL	LP	IP	Wn	SUCS	AASHTO
P-01	DPL-01	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	47.65%	23.17%	24.48%	21.80%	CL	A-7-6 (24)
P-02	DPL-02	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	35.00%	18.21%	16.79%	23.78%	CL	A-7-6 (15)
P-03	DPL-03	M-01	4.00	---	---	---	---	Material orgánico	
		M-02	1.00	36.66%	21.87%	14.79%	24.79%	CL	A-6 (12)
P-04	DPL-04	M-01	4.00	---	---	---	---	Relleno no controlado	
		M-02	1.00	38.48%	20.27%	18.21%	25.93%	CL	A-6 (9)

Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, los límites de Atterberg muestran un límite líquido del 38.48% y un límite plástico del 20.27%, con un índice de plasticidad de 18.21%, lo que evidencia suelos de alta plasticidad y susceptibilidad a expansión.

Tabla 31

Valores del ensayo SPT del suelo en perforaciones

Sondeo	DPL	Prof.	Y,	SPT N60 a una distancia de, (cm)															
		(m)	(gr/cm3)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480
P-01	DPL-01	5.00	1.825	---	2	2	2	3	6	8	7	8	11	15	13	17	19	20	19
P-02	DPL-02	5.00	1.838	---	5	6	11	10	11	11	11	8	9	10	13	12	14	16	17
P-03	DPL-03	5.00	1.779	---	1	2	3	3	9	12	11	14	15	17	17	17	18	18	18
P-04	DPL-04	5.00	1.746	---	9	10	9	9	9	11	11	11	15	15	13	16	18	18	17

Fuente: Elaboración Propia.

La prueba de penetración estándar (SPT) reveló valores de N_{60} entre 5 y 15 golpes en los primeros 3 m, lo que indica suelos de baja compacidad con tendencia a saturación y asentamiento diferencial.

El análisis geoespacial reveló que el suelo del sector presenta una permeabilidad baja (Ks = 1.2 × 10^{-6} m/s), lo que limita la infiltración y contribuye a una escorrentía superficial elevada.

Tabla 32

Valores orientativos del coeficiente de permeabilidad

Grado de Permeabilidad	Valor de K (m/seg)	Textura del Suelo
Elevada	> 103	Grava media a gruesa
Media	103 - 105	Grava fina, arena media a fina, duras
Baja	105 - 107	Arena muy fina, SM, Limos a Loes
Muy Baja	107 - 109	Limos densos, ML, arcillas, CL
Prácticamente impermeable	< 109	CL a CH homogéneo

Fuente: Elaboración Propia.

Los parámetros geotécnicos fueron incorporados en la calibración de modelos hidráulicos utilizando el sotfware StormCAD, ajustando la conductividad hidráulica y la capacidad de infiltración del terreno.

4.1.3 Parámetros Hidrológicos

La Tabla Nº 17 muestra las Precipitaciones Máximas Anuales En 24 Horas de Pucallpa recolectados entre 2004 y 2024, mientras que el hietograma en la Figura *26* revela que el 2017 fue el año con mayor precipitación pluvial.

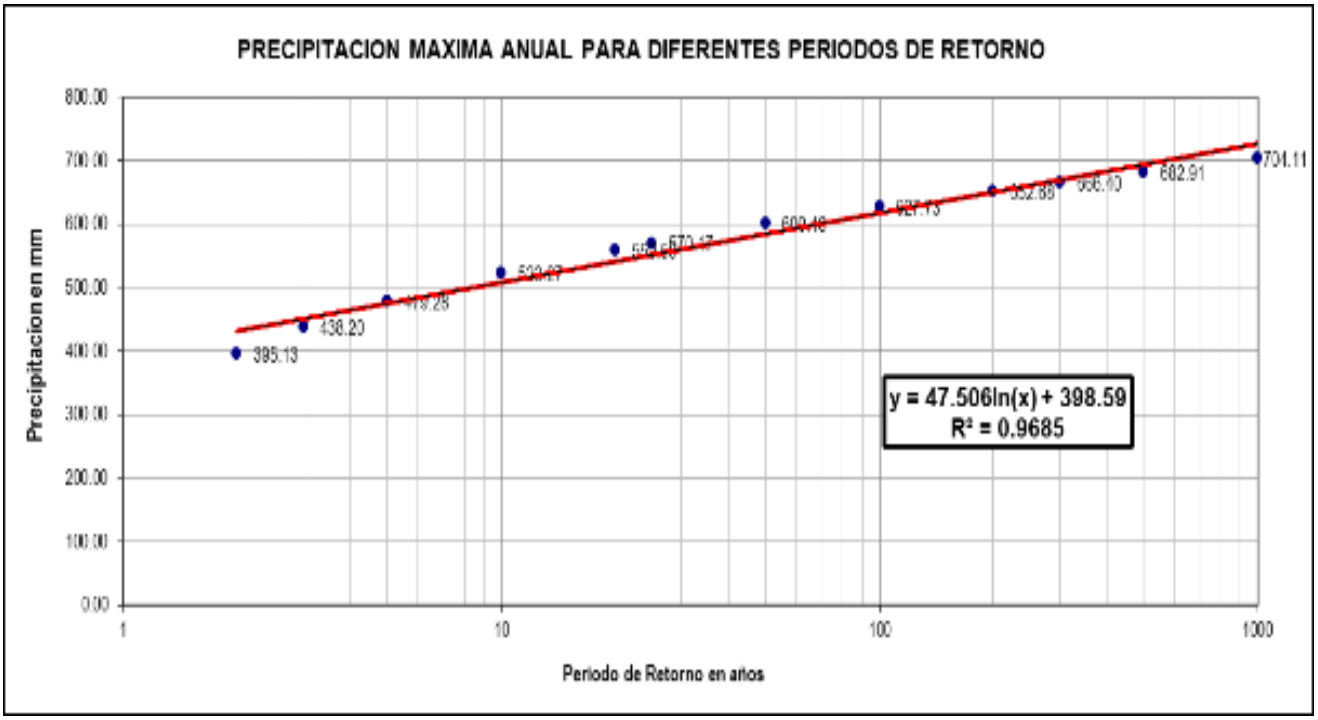
Tabla 33

Precipitaciones Máximas Anuales En 24 Horas

T (años)	$P(X \leq x_T)$	DISTRIB. NORMAL		DISTRIB. GUMBELL		DISTRIB. LOGNORMAL			DISTRIB. PEARSON III		DISTRIB. LOG PEARSON III			P_{MAX} mm	P_{MAX} (corregida) mm
		K_T	x_T	K_T	x_T	K_T	x_T	10^{x_T}	K_T	x_T	K_T	Xt	10^{x_T}		
2	0.500	0.0000	**349.7**	-0.1643	335.1	0.00	2.5323	340.6	-0.2559	327.0	-0.1482	2.5176	329.3	**349.7**	**395.13**
3	0.667	0.4307	**387.8**	0.2538	372.1	0.43	2.5748	375.7	0.1605	363.9	0.2910	2.5610	363.9	**387.8**	**438.20**
5	0.800	0.8416	**424.1**	0.7195	413.3	0.84	2.6155	412.5	0.6578	407.9	0.7647	2.6079	405.4	**424.1**	**479.28**
10	0.900	1.2816	**463.1**	1.3046	465.1	1.28	2.6590	456.0	1.3107	465.7	1.3346	2.6642	461.5	**463.1**	**523.27**
20	0.950	1.6449	**495.2**	1.8658	514.8	1.64	2.6949	495.3	1.9531	522.5	1.8570	2.7159	519.8	**495.2**	**559.59**
25	0.960	1.7507	**504.6**	2.0438	530.5	1.75	2.7053	507.4	2.1589	540.7	2.0184	2.7318	539.3	**504.6**	**570.17**
50	0.980	2.0537	**531.4**	2.5923	579.0	2.05	2.7353	543.6	2.7975	597.2	2.5039	2.7798	602.3	**531.4**	**600.48**
100	0.990	2.3263	**555.5**	3.1367	627.2	2.33	2.7623	578.5	3.4368	653.8	2.9713	2.8260	669.9	**555.5**	**627.73**
200	0.995	2.5758	**577.6**	3.6791	675.2	2.58	2.7869	612.3	4.0787	710.6	3.4253	2.8709	742.9	**577.6**	**652.68**
300	0.997	2.7131	**589.7**	3.9959	703.2	2.71	2.8005	631.7	4.4557	743.9	3.6860	2.8967	788.3	**589.7**	**666.40**
500	0.998	2.8782	**604.3**	4.3947	738.5	2.88	2.8168	655.9	4.9327	786.1	4.0102	2.9288	848.7	**604.3**	**682.91**
1000	0.999	3.0902	**623.1**	4.9355	786.4	3.09	2.8378	688.3	5.5837	843.7	4.4438	2.9716	936.8	**623.1**	**704.11**

Figura 39

Diagrama de período de retorno 24h



Luego de determinar la precipitación máxima, se calcula las curvas IDF, para tener en consideración la anarquía de los tiempos de retornos.

Luego determinamos el hietograma de escorrentía con este diseño.

Tabla 34

Región Hidrológica y parámetros

Región hidrológica:	123[1]		SELVA
Altitud media:	Y =	1080.00	msnm
Duración de lluvia diaria (Perú):	t_g=	15.2	horas
Parámetro de zona:	e_g=	85	(adimensional)
Parámetro de intensidad :	a =	14	mm
Parámetro de frecuencia:	K =	0.553	(adimensional)
Parámetro de duración:	n =	0.357	(adimensional)
Parámetro de duración por región:	b =	0.4	horas

Tabla 35

Coeficientes regionales para determinar precipitaciones e intensidades para diferentes tiempos de retorno

Tiempo duración	Coeficientes Regionales	
	P_t / P_{24H}	I_t / I_{24H}
10 min	0.26	11.12
20 min	0.29	9.42
30 min	0.31	8.26
40 min	0.33	7.40
50 min	0.35	6.74
1.0 h	0.36	6.22
1.5 h	0.40	5.11
2.0 h	0.44	4.40
4.0 h	0.53	3.16
6.0 h	0.61	2.44
7.0 h	0.64	2.21
8.0 h	0.68	2.03
10.0 h	0.73	1.76
11.0 h	0.76	1.65
12.0 h	0.78	1.56
24.0 h	1.00	1.00

Se determina la precipitación e intensidad para 24 horas de la zona con las fórmulas.

$P_t/P_{24H}=(t/24)^n$

$I_t/I_{24H}=(t/24)^{(n-1)}$

Tabla 36

Precipitación De Diseño Para Duraciones Menores A 24 Horas

HOYADA PUCALLPA S123										
DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)								
Hr	min	2	5	10	20	25	50	100	200	500
0.17	10.00	103.74	125.83	137.38	146.92	149.70	157.65	164.81	171.36	179.29
0.33	20.00	113.74	137.96	150.63	161.08	164.13	172.85	180.70	187.88	196.58
0.50	30.00	122.37	148.43	162.05	173.30	176.58	185.96	194.40	202.13	211.49
0.67	40.00	130.02	157.71	172.18	184.14	187.62	197.59	206.56	214.77	224.71
0.83	50.00	136.94	166.10	181.34	193.93	197.60	208.10	217.55	226.19	236.67
1.00	60.00	143.28	173.79	189.74	202.91	206.75	217.73	227.62	236.66	247.62
1.50	90.00	159.78	193.81	211.59	226.28	230.56	242.81	253.84	263.92	276.15
2.00	120.00	173.68	210.66	230.00	245.96	250.62	263.93	275.91	286.88	300.17
4.00	240.00	208.42	252.81	276.01	295.17	300.75	316.73	331.11	344.27	360.21
6.00	360.00	240.88	292.18	319.00	341.14	347.59	366.07	382.68	397.89	416.32
7.00	420.00	254.51	308.71	337.05	360.44	367.26	386.78	404.33	420.40	439.87
8.00	480.00	266.94	323.79	353.50	378.04	385.19	405.66	424.07	440.93	461.35
10.00	600.00	289.07	350.64	382.81	409.39	417.13	439.30	459.24	477.49	499.60
11.00	660.00	299.08	362.77	396.06	423.56	431.57	454.50	475.13	494.01	516.89
12.00	720.00	308.51	374.22	408.56	436.92	445.18	468.84	490.12	509.60	533.20
24.00	1440.00	395.13	479.28	523.27	559.59	570.17	600.48	627.73	652.68	682.91

Tabla 37

Intensidades De Diseño Para Duraciones Menores A 24 Horas

HOYADA PUCALLPA S123										
DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)								
Hr	min	2	5	10	20	25	50	100	200	500
0.17	10.00	183.07	222.06	242.44	259.27	264.17	278.21	290.84	302.39	316.40
0.33	20.00	155.10	188.13	205.40	219.66	223.81	235.71	246.41	256.20	268.06
0.50	30.00	135.97	164.92	180.06	192.56	196.20	206.62	216.00	224.59	234.99
0.67	40.00	121.89	147.85	161.42	172.63	175.89	185.24	193.65	201.34	210.67
0.83	50.00	111.03	134.68	147.04	157.24	160.22	168.73	176.39	183.40	191.89
1.00	60.00	102.34	124.14	135.53	144.94	147.68	155.52	162.58	169.04	176.87
1.50	90.00	84.09	102.00	111.37	119.10	121.35	127.80	133.60	138.91	145.34
2.00	120.00	72.37	87.78	95.83	102.49	104.42	109.97	114.96	119.53	125.07
4.00	240.00	52.11	63.20	69.00	73.79	75.19	79.18	82.78	86.07	90.05
6.00	360.00	40.15	48.70	53.17	56.86	57.93	61.01	63.78	66.31	69.39
7.00	420.00	36.36	44.10	48.15	51.49	52.47	55.25	57.76	60.06	62.84
8.00	480.00	33.37	40.47	44.19	47.26	48.15	50.71	53.01	55.12	57.67
10.00	600.00	28.91	35.06	38.28	40.94	41.71	43.93	45.92	47.75	49.96
11.00	660.00	27.19	32.98	36.01	38.51	39.23	41.32	43.19	44.91	46.99
12.00	720.00	25.71	31.18	34.05	36.41	37.10	39.07	40.84	42.47	44.43
24.00	1440.00	16.46	19.97	21.80	23.32	23.76	25.02	26.16	27.19	28.45

Tabla 38

Hietograma de Precipitación de Diseño para tiempo de retorno de 500 años

METODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDAD ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
5	516.204	43.017	43.017	0-5	4.41
10	364.754	60.792	17.775	5-10	4.62
15	297.698	74.424	13.632	10-15	4.85
20	257.738	85.913	11.488	15-20	5.12
25	230.476	96.032	10.119	20-25	5.44
30	210.356	105.178	9.146	25-30	5.83
35	194.721	113.587	8.409	30-35	6.32
40	182.120	121.413	7.826	35-40	6.95
45	171.684	128.763	7.350	40-45	7.83
50	162.856	135.713	6.951	45-50	9.15
55	155.262	142.324	6.610	50-55	11.49
60	148.639	148.639	6.315	55-60	17.78
65	142.796	154.696	6.057	60-65	43.02
70	137.591	160.523	5.828	65-70	13.63
75	132.917	166.146	5.622	70-75	10.12
80	128.688	171.583	5.438	75-80	8.41
85	124.838	176.853	5.270	80-85	7.35
90	121.313	181.970	5.117	85-90	6.61
95	118.071	186.946	4.976	90-95	6.06
100	115.075	191.792	4.847	95-100	5.62
105	112.297	196.519	4.727	100-105	5.27
110	109.710	201.134	4.615	105-110	4.98
115	107.293	205.645	4.511	110-115	4.73
120	105.030	210.059	4.414	115-120	4.51

Figura 40

Diagrama de curvas de IDF

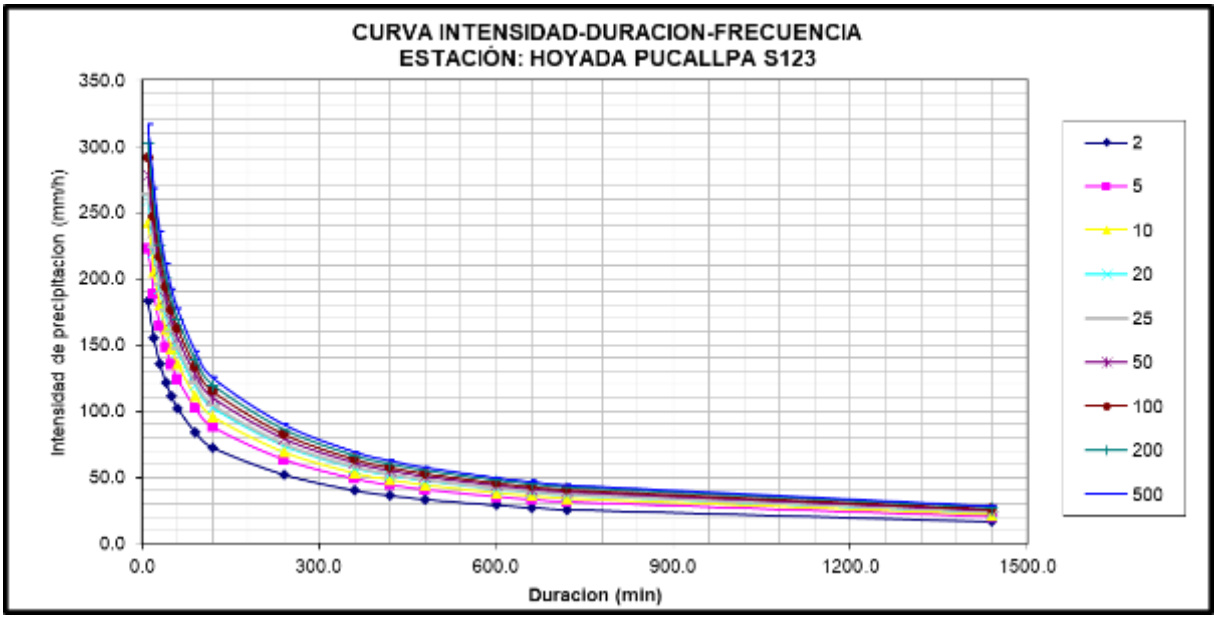
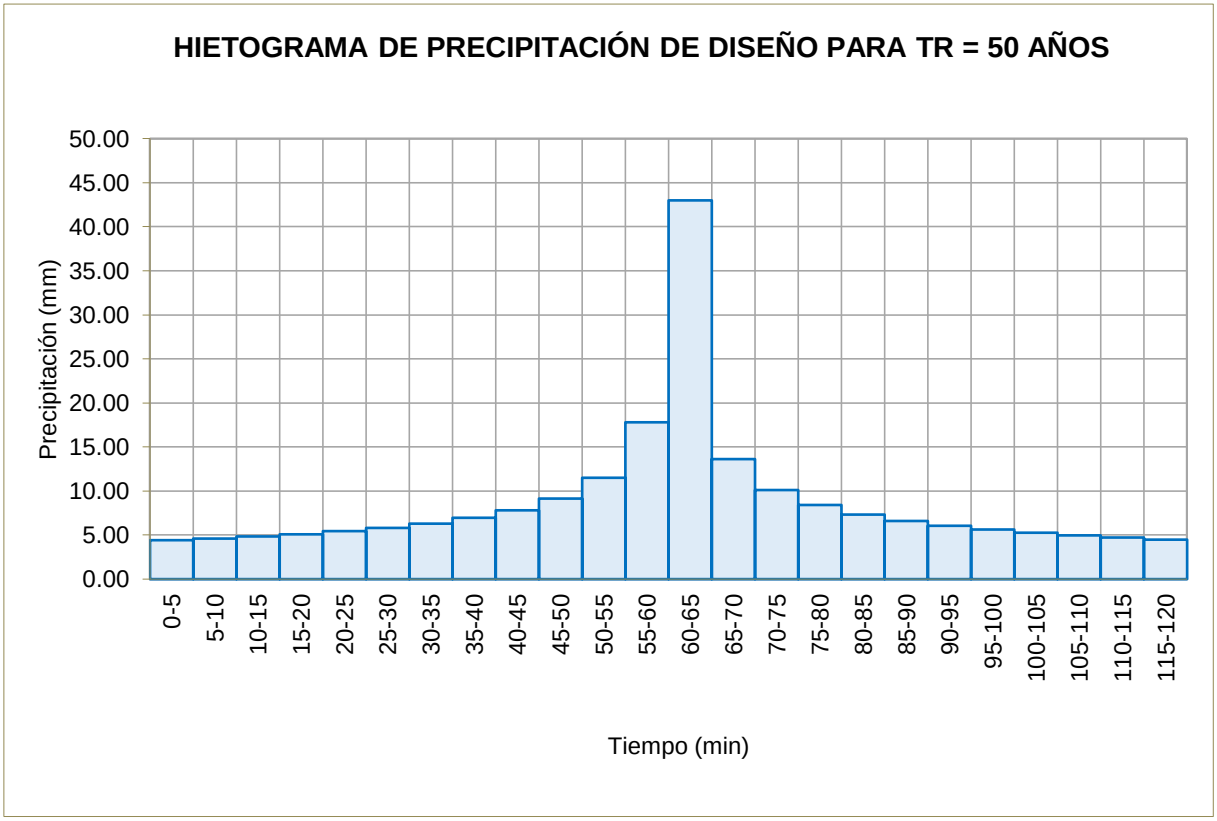


Figura 41

Diagrama de Hietograma de escorrentía



Fuente: Elaboración propia.

El estudio hidrológico determinó que, para un evento de precipitación de 120 mm/h con un período de retorno de 50 años, el caudal pico de escorrentía alcanzó 8.6 m^3/s, con coeficientes de escorrentía promedio de 0.78 debido a la baja permeabilidad del suelo (Ks = 1.2×10^{-6} m/s).

4.1.4 Redes del sistema del diseño

Con la aplicación del software StormCAD se determinó caudales, velocidades, niveles hidráulicos y puntos críticos de la red. Para ajustar los diámetros y pendientes críticas en StormCAD, se deben definir primero las propiedades del terreno y la intensidad de lluvia esperada para calcular.

El diseño final mostro: - Diámetros adecuados para cada tramo. - Alturas de flujo dentro de límites. - Velocidades no erosivas. - Verificación de capacidad en todos los sumideros. - Identificación de posibles puntos de mejora.

Los resultados esperados usando el software StormCAD para sistemas de drenaje pluvial son el diseño y análisis del sistema, la optimización de la infraestructura y la predicción de su rendimiento ante diferentes escenarios de lluvia. Se espera obtener caudales calculados, dimensionamiento de tuberías y canales, niveles de agua, y la identificación de zonas críticas o de inundación, todo esto para asegurar una evacuación eficiente y mitigar riesgos.

Resultados del diseño y análisis

- **Caudales y volúmenes de escorrentía:** StormCAD calcula el caudal de agua que el sistema debe manejar, basándose en la intensidad de la lluvia y el área de contribución. Este dato es fundamental para el dimensionamiento.
- **Dimensión de elementos:** Se espera obtener las dimensiones óptimas para tuberías, canales, sumideros y otros componentes para manejar los caudales calculados sin desbordamiento.
- **Análisis hidráulico:** Se predice el comportamiento del agua dentro del sistema, incluyendo la velocidad y presión en diferentes puntos. Se puede generar información como curvas de gasto (hidrogramas) y perfiles de flujo.
- **Capacidad del sistema:** Se determino si la capacidad de evacuación del sistema es menor que la de eliminación, lo que podría indicar un riesgo de inundación.

Figura 42

Vista general del sistema de drenaje planteado, en StormCAD

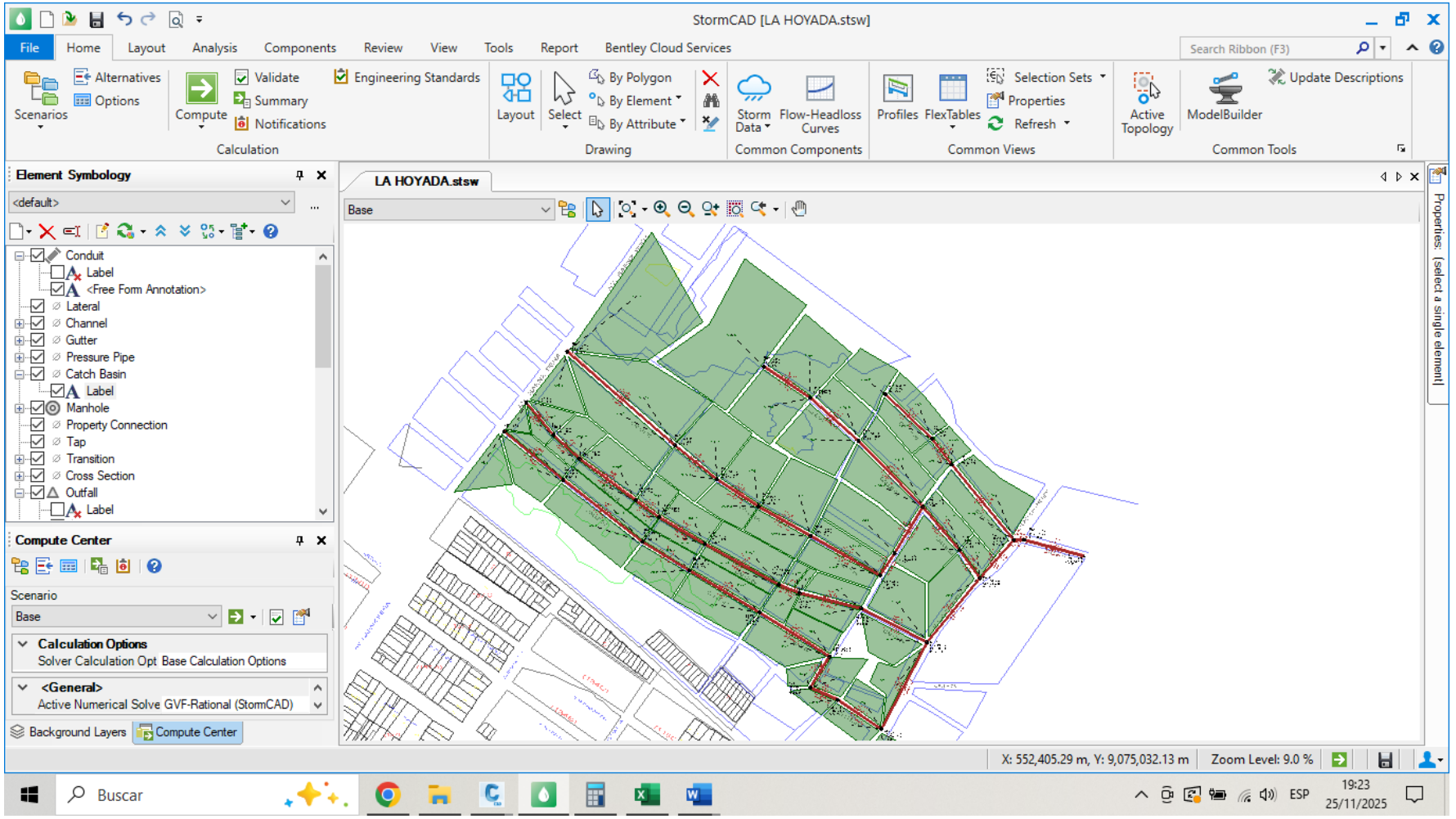


Figura 43

Vista general del sistema de drenaje planteado, en StormCAD



Figura 44

Vista de los tramos del sistema de drenaje planteado, en StormCAD

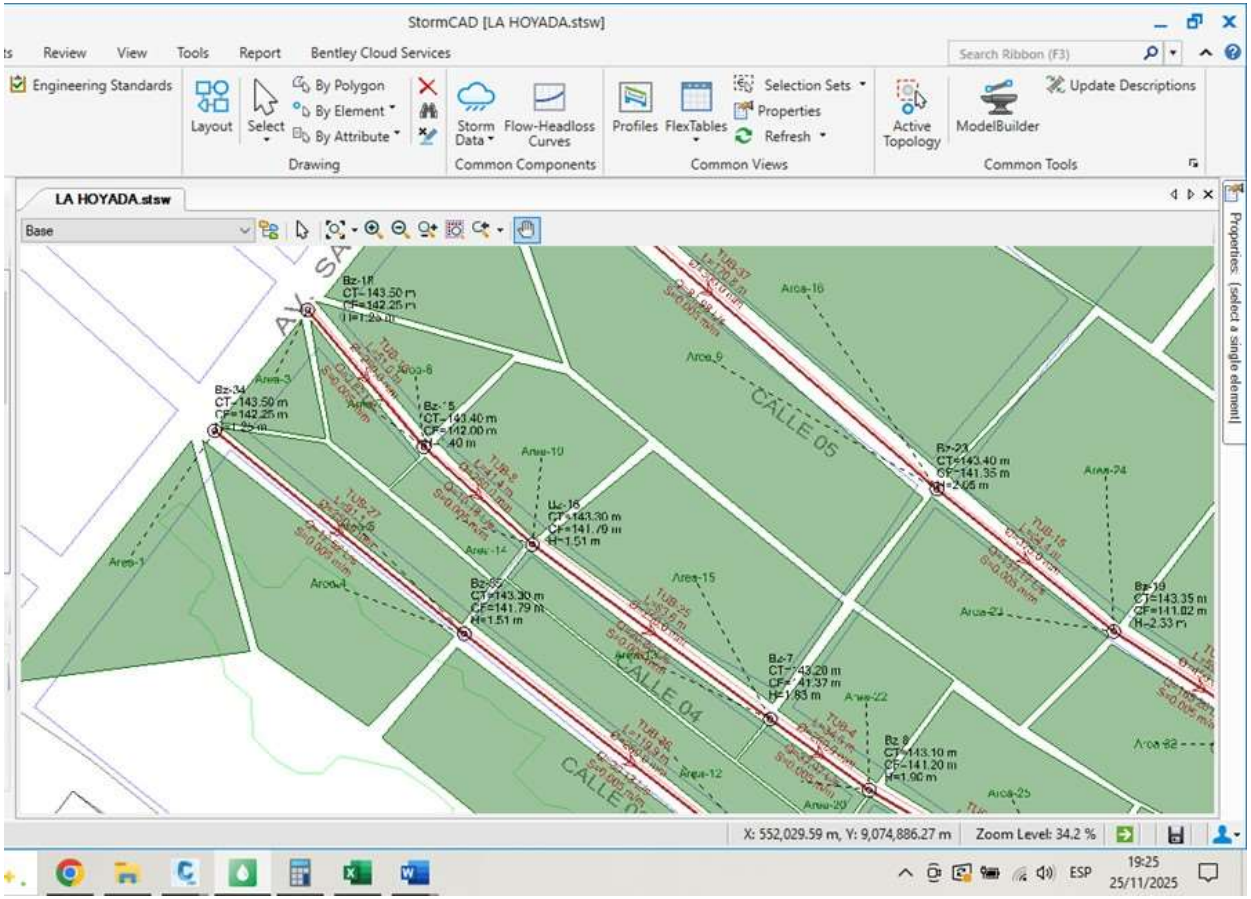


Figura 45

Vista de los tramos del sistema de drenaje planteado, en StormCAD

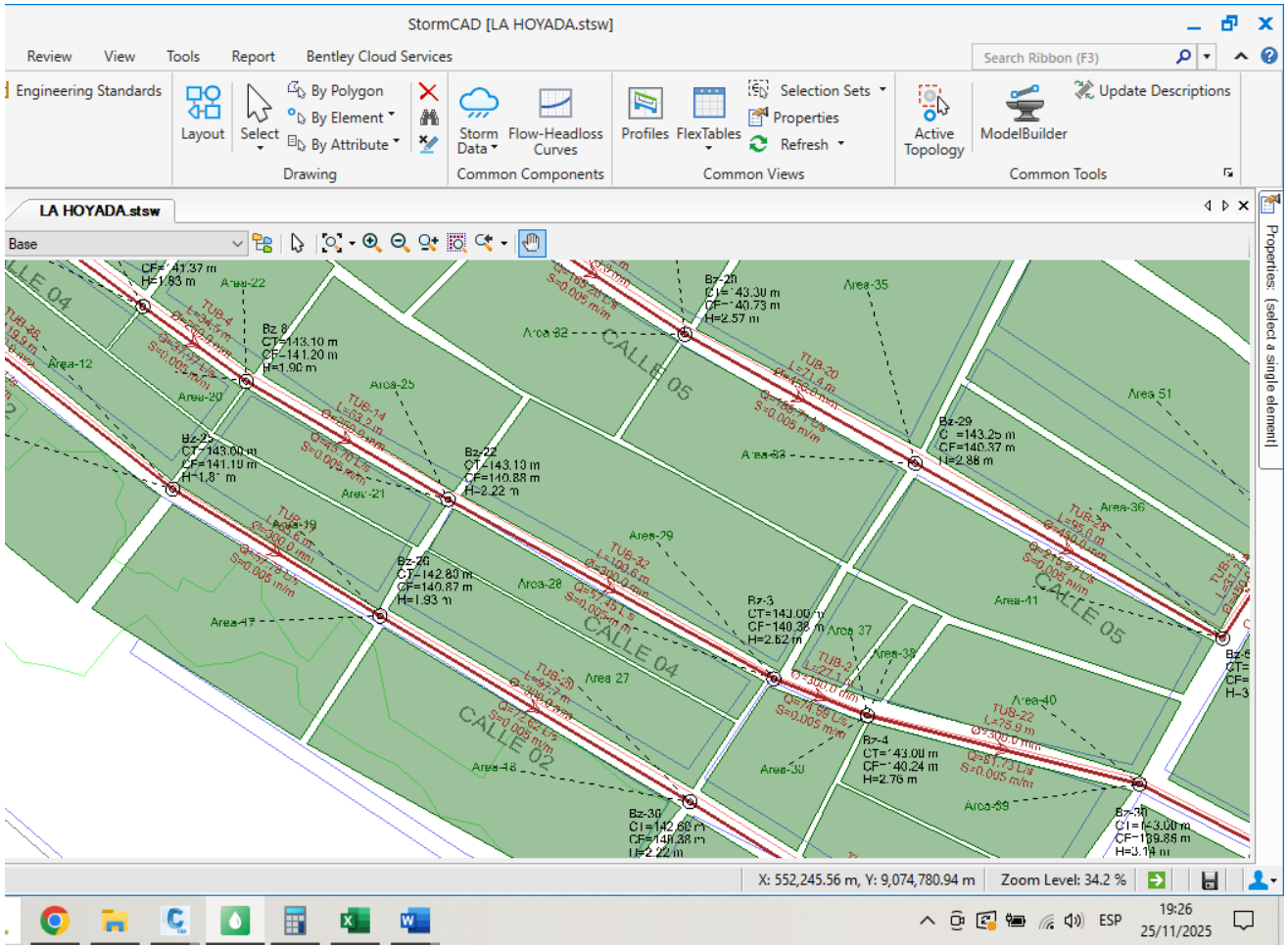


Figura 46

Vista de los tramos del sistema de drenaje planteado, en StormCAD

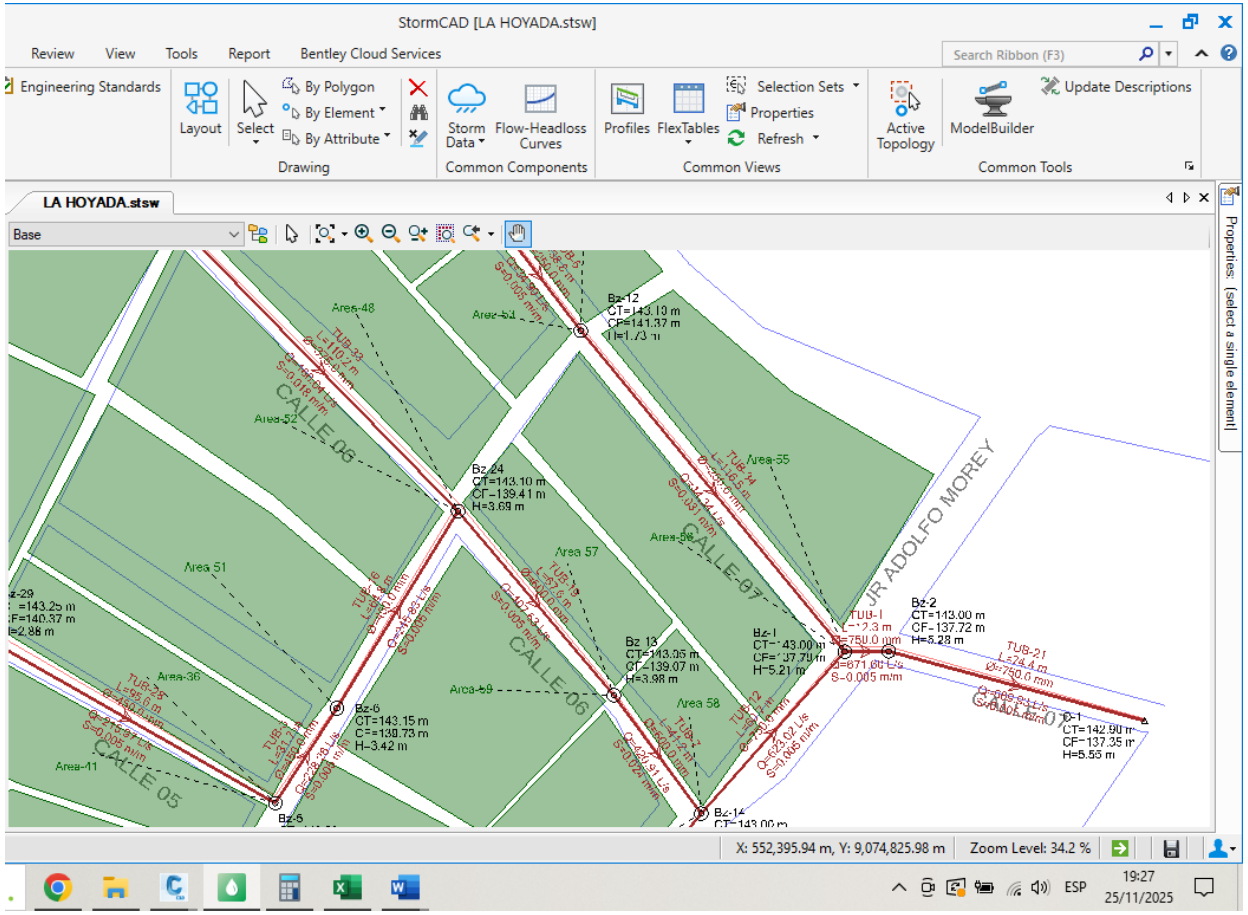


Figura 47

Reporte de resultados en tubería del sistema de drenaje planteado, en StormCAD

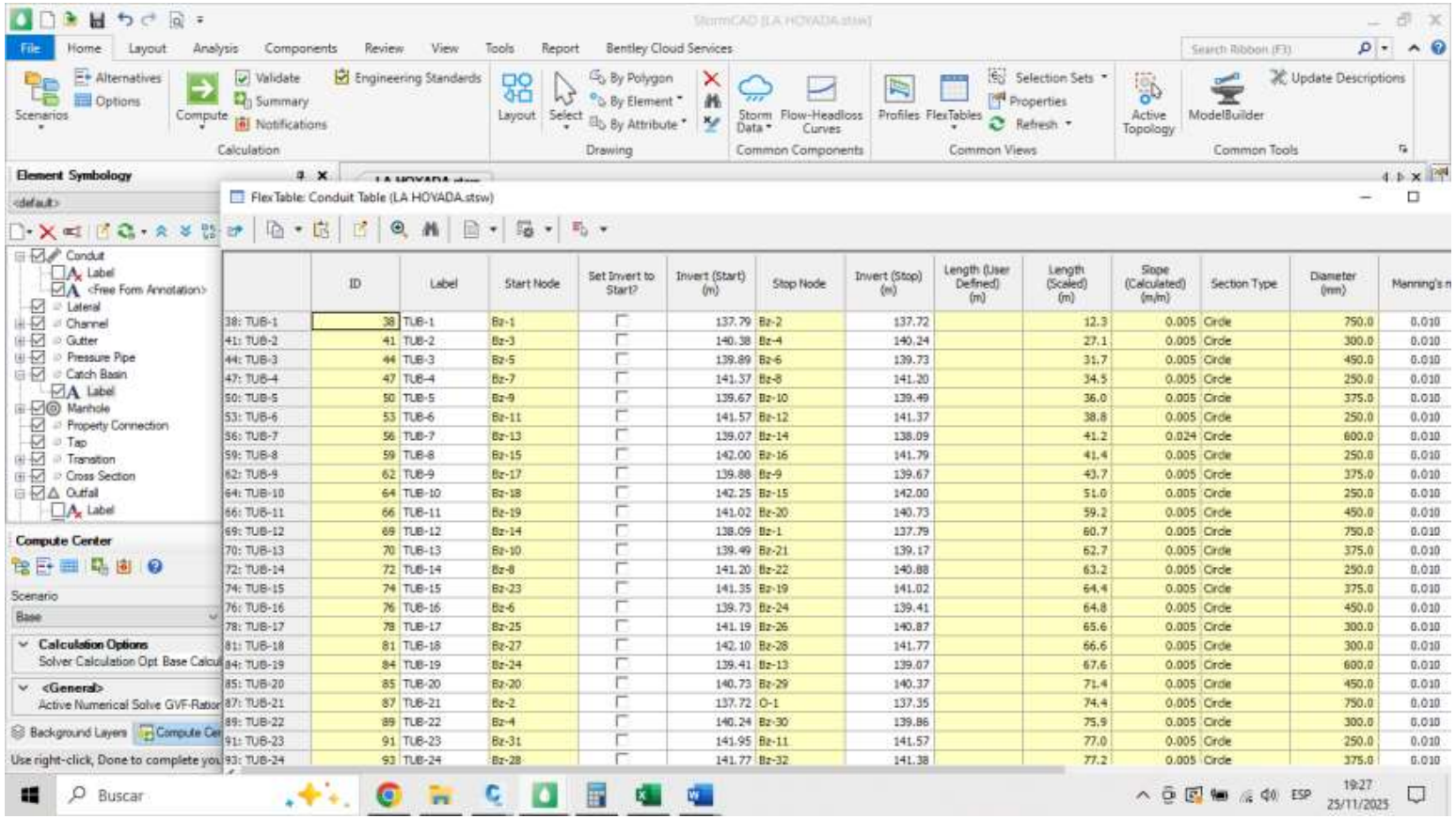
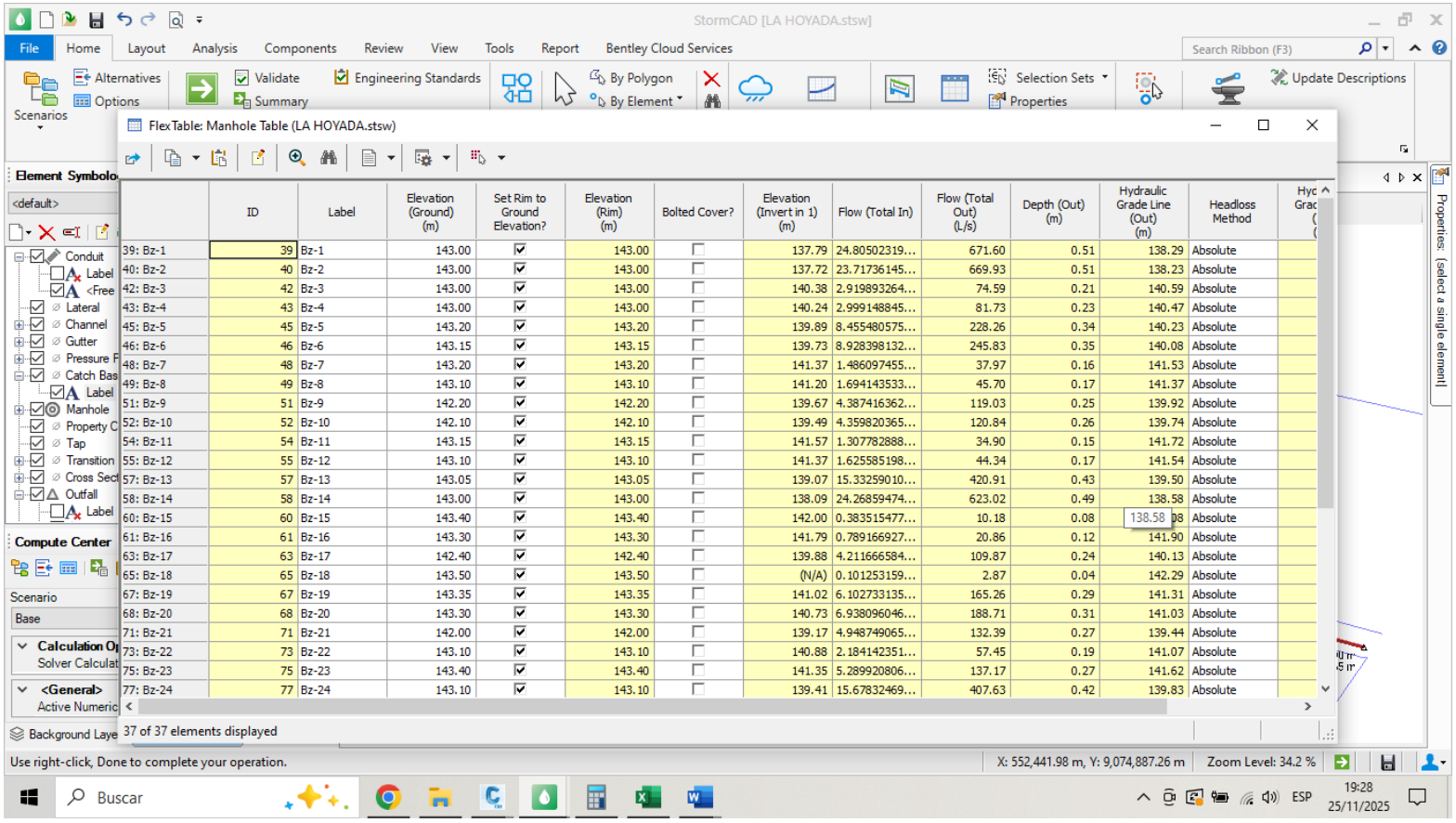


Figura 48

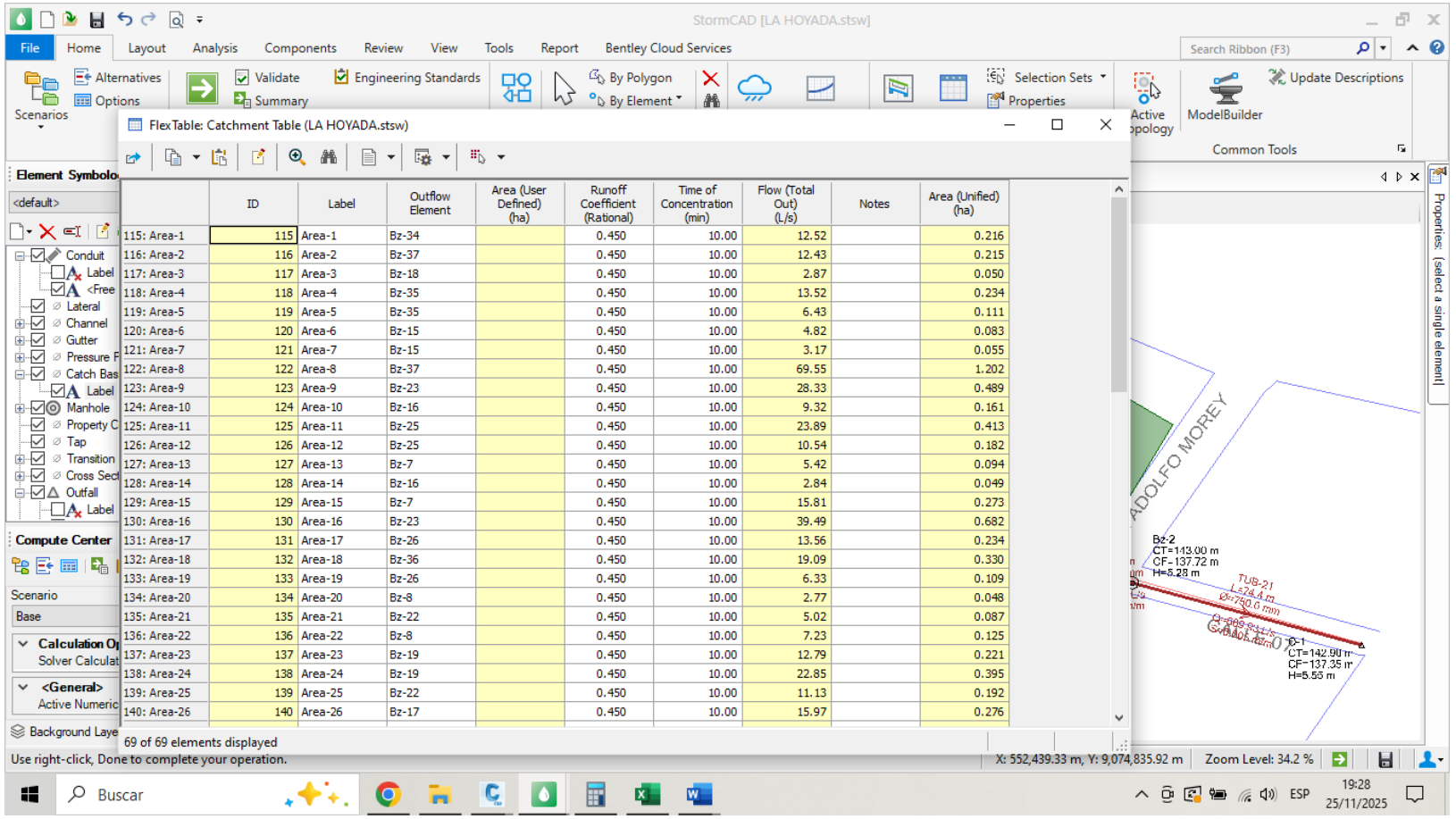
Reporte de resultados en tubería del sistema de drenaje planteado, en StormCAD



	ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert in 1) (m)	Flow (Total In)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method
39: Bz-1	39	Bz-1	143.00	☑	143.00	☐	137.79	24.80502319…	671.60	0.51	138.29	Absolute
40: Bz-2	40	Bz-2	143.00	☑	143.00	☐	137.72	23.71736145…	669.93	0.51	138.23	Absolute
42: Bz-3	42	Bz-3	143.00	☑	143.00	☐	140.38	2.919893264…	74.59	0.21	140.59	Absolute
43: Bz-4	43	Bz-4	143.00	☑	143.00	☐	140.24	2.999148845…	81.73	0.23	140.47	Absolute
45: Bz-5	45	Bz-5	143.20	☑	143.20	☐	139.89	8.455480575…	228.26	0.34	140.23	Absolute
46: Bz-6	46	Bz-6	143.15	☑	143.15	☐	139.73	8.928398132…	245.83	0.35	140.08	Absolute
48: Bz-7	48	Bz-7	143.20	☑	143.20	☐	141.37	1.486097455…	37.97	0.16	141.53	Absolute
49: Bz-8	49	Bz-8	143.10	☑	143.10	☐	141.20	1.694143533…	45.70	0.17	141.37	Absolute
51: Bz-9	51	Bz-9	142.20	☑	142.20	☐	139.67	4.387416362…	119.03	0.25	139.92	Absolute
52: Bz-10	52	Bz-10	142.10	☑	142.10	☐	139.49	4.359820365…	120.84	0.26	139.74	Absolute
54: Bz-11	54	Bz-11	143.15	☑	143.15	☐	141.57	1.307782888…	34.90	0.15	141.72	Absolute
55: Bz-12	55	Bz-12	143.10	☑	143.10	☐	141.37	1.625585198…	44.34	0.17	141.54	Absolute
57: Bz-13	57	Bz-13	143.05	☑	143.05	☐	139.07	15.33259010…	420.91	0.43	139.50	Absolute
58: Bz-14	58	Bz-14	143.00	☑	143.00	☐	138.09	24.26859474…	623.02	0.49	138.58	Absolute
60: Bz-15	60	Bz-15	143.40	☑	143.40	☐	142.00	0.383515477…	10.18	0.08	138.58	Absolute
61: Bz-16	61	Bz-16	143.30	☑	143.30	☐	141.79	0.789166927…	20.86	0.12	141.90	Absolute
63: Bz-17	63	Bz-17	142.40	☑	142.40	☐	139.88	4.211666584…	109.87	0.24	140.13	Absolute
65: Bz-18	65	Bz-18	143.50	☑	143.50	☐	(N/A)	0.101253159…	2.87	0.04	142.29	Absolute
67: Bz-19	67	Bz-19	143.35	☑	143.35	☐	141.02	6.102733135…	165.26	0.29	141.31	Absolute
68: Bz-20	68	Bz-20	143.30	☑	143.30	☐	140.73	6.938096046…	188.71	0.31	141.03	Absolute
71: Bz-21	71	Bz-21	142.00	☑	142.00	☐	139.17	4.948749065…	132.39	0.27	139.44	Absolute
73: Bz-22	73	Bz-22	143.10	☑	143.10	☐	140.88	2.184142351…	57.45	0.19	141.07	Absolute
75: Bz-23	75	Bz-23	143.40	☑	143.40	☐	141.35	5.289920806…	137.17	0.27	141.62	Absolute
77: Bz-24	77	Bz-24	143.10	☑	143.10	☐	139.41	15.67832469…	407.63	0.42	139.83	Absolute

Figura 49

Reporte de resultados en tubería del sistema de drenaje planteado, en StormCAD



	ID	Label	Outflow Element	Area (User Defined) (ha)	Runoff Coefficient (Rational)	Time of Concentration (min)	Flow (Total Out) (L/s)	Notes	Area (Unified) (ha)
115: Area-1	115	Area-1	Bz-34		0.450	10.00	12.52		0.216
116: Area-2	116	Area-2	Bz-37		0.450	10.00	12.43		0.215
117: Area-3	117	Area-3	Bz-18		0.450	10.00	2.87		0.050
118: Area-4	118	Area-4	Bz-35		0.450	10.00	13.52		0.234
119: Area-5	119	Area-5	Bz-35		0.450	10.00	6.43		0.111
120: Area-6	120	Area-6	Bz-15		0.450	10.00	4.82		0.083
121: Area-7	121	Area-7	Bz-15		0.450	10.00	3.17		0.055
122: Area-8	122	Area-8	Bz-37		0.450	10.00	69.55		1.202
123: Area-9	123	Area-9	Bz-23		0.450	10.00	28.33		0.489
124: Area-10	124	Area-10	Bz-16		0.450	10.00	9.32		0.161
125: Area-11	125	Area-11	Bz-25		0.450	10.00	23.89		0.413
126: Area-12	126	Area-12	Bz-25		0.450	10.00	10.54		0.182
127: Area-13	127	Area-13	Bz-7		0.450	10.00	5.42		0.094
128: Area-14	128	Area-14	Bz-16		0.450	10.00	2.84		0.049
129: Area-15	129	Area-15	Bz-7		0.450	10.00	15.81		0.273
130: Area-16	130	Area-16	Bz-23		0.450	10.00	39.49		0.682
131: Area-17	131	Area-17	Bz-26		0.450	10.00	13.56		0.234
132: Area-18	132	Area-18	Bz-36		0.450	10.00	19.09		0.330
133: Area-19	133	Area-19	Bz-26		0.450	10.00	6.33		0.109
134: Area-20	134	Area-20	Bz-8		0.450	10.00	2.77		0.048
135: Area-21	135	Area-21	Bz-22		0.450	10.00	5.02		0.087
136: Area-22	136	Area-22	Bz-8		0.450	10.00	7.23		0.125
137: Area-23	137	Area-23	Bz-19		0.450	10.00	12.79		0.221
138: Area-24	138	Area-24	Bz-19		0.450	10.00	22.85		0.395
139: Area-25	139	Area-25	Bz-22		0.450	10.00	11.13		0.192
140: Area-26	140	Area-26	Bz-17		0.450	10.00	15.97		0.276

Figura 50

Reporte de ingreso de la intensidad de lluvias para un periodo de 25 años del sistema de drenaje planteado, en StormCAD

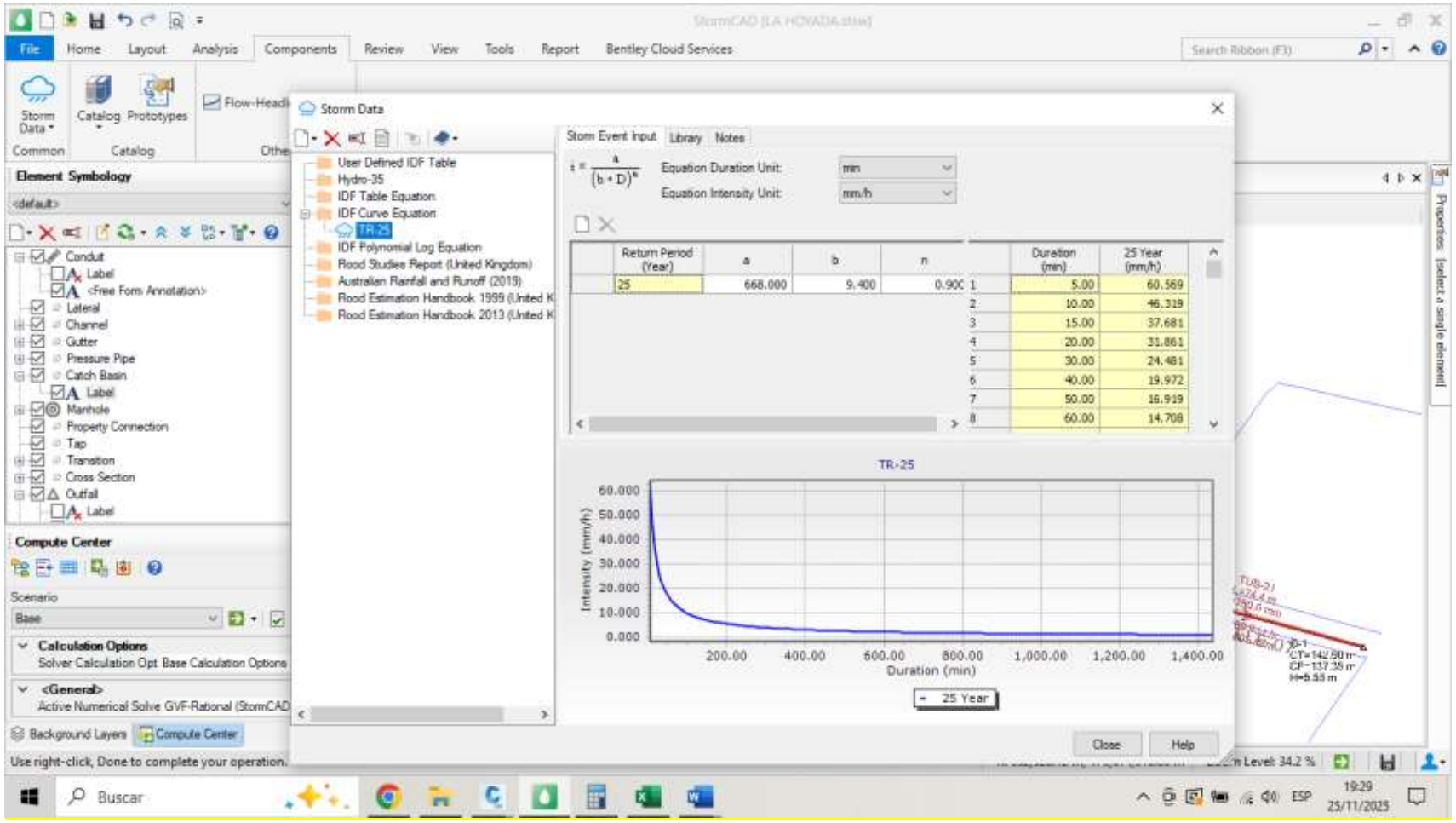

Storm Data
Storm Event Input
Library
Notes
Equation Duration Unit:
min
Equation Intensity Unit:
mm/h
Return Period (Year)
a
b
n
Duration (min)
25 Year (mm/h)
25
668.000
9.400
5.00
60.569
10.00
46.319
15.00
37.681
20.00
31.861
30.00
24.481
40.00
19.972
50.00
16.919
60.00
14.708
TR-25
Intensity (mm/h)
Duration (min)
25 Year
Close
Help
Element Symbology
Compute Center
Scenario
Base
Calculation Options
Solver Calculation Opt Base Calculation Options
Background Layers
Compute Center
Use right-click, Done to complete your operation.
Buscar
ESP
19:29
25/11/2025

Tabla 39

Reporte de resultados en tuberías del sistema de drenaje planteado, en StormCAD

ID	Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Out) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth (Normal) / Rise (%)
38	TUB-1	Bz-1	137.79	Bz-2	137.72	12.3	0.005	Circle	750	0.01	671.6	2.47	0.46	1,023.37	65.6	59.1
41	TUB-2	Bz-3	140.38	Bz-4	140.24	27.1	0.005	Circle	300	0.01	74.59	1.41	0.23	88.89	83.9	70.1
44	TUB-3	Bz-5	139.89	Bz-6	139.73	31.7	0.005	Circle	450	0.01	228.26	1.86	0.35	262.08	87.1	72.2
47	TUB-4	Bz-7	141.37	Bz-8	141.2	34.5	0.005	Circle	250	0.01	37.97	1.2	0.17	54.66	69.5	61.3
50	TUB-5	Bz-9	139.67	Bz-10	139.49	36	0.005	Circle	375	0.01	119.03	1.6	0.26	161.17	73.9	63.9
53	TUB-6	Bz-11	141.57	Bz-12	141.37	38.8	0.005	Circle	250	0.01	34.9	1.18	0.17	54.66	63.8	58.1
56	TUB-7	Bz-13	139.07	Bz-14	138.09	41.2	0.024	Circle	600	0.01	420.91	3.95	0.49	1,232.50	34.2	40.3
59	TUB-8	Bz-15	142	Bz-16	141.79	41.4	0.005	Circle	250	0.01	10.18	0.85	0.12	54.66	18.6	29.2
62	TUB-9	Bz-17	139.88	Bz-9	139.67	43.7	0.005	Circle	375	0.01	109.87	1.57	0.25	161.17	68.2	60.6
64	TUB-10	Bz-18	142.25	Bz-15	142	51	0.005	Circle	250	0.01	2.87	0.59	0.08	54.66	5.2	15.6
66	TUB-11	Bz-19	141.02	Bz-20	140.73	59.2	0.005	Circle	450	0.01	165.26	1.74	0.31	262.08	63.1	57.6
69	TUB-12	Bz-14	138.09	Bz-1	137.79	60.7	0.005	Circle	750	0.01	623.02	2.43	0.51	1,023.37	60.9	56.3
70	TUB-13	Bz-10	139.49	Bz-21	139.17	62.7	0.005	Circle	375	0.01	120.84	1.6	0.27	161.17	75	64.6
72	TUB-14	Bz-8	141.2	Bz-22	140.88	63.2	0.005	Circle	250	0.01	45.7	1.25	0.19	54.66	83.6	69.9
74	TUB-15	Bz-23	141.35	Bz-19	141.02	64.4	0.005	Circle	375	0.01	137.17	1.64	0.29	161.17	85.1	70.9
76	TUB-16	Bz-6	139.73	Bz-24	139.41	64.8	0.005	Circle	450	0.01	245.83	1.87	0.42	262.08	93.8	76.9
78	TUB-17	Bz-25	141.19	Bz-26	140.87	65.6	0.005	Circle	300	0.01	57.78	1.34	0.21	88.89	65	58.7
81	TUB-18	Bz-27	142.1	Bz-28	141.77	66.6	0.005	Circle	300	0.01	81.07	1.43	0.27	88.89	91.2	75
84	TUB-19	Bz-24	139.41	Bz-13	139.07	67.6	0.005	Circle	600	0.01	407.63	2.17	0.43	564.42	72.2	63
85	TUB-20	Bz-20	140.73	Bz-29	140.37	71.4	0.005	Circle	450	0.01	188.71	1.79	0.33	262.08	72	62.8
87	TUB-21	Bz-2	137.72	O-1	137.35	74.4	0.005	Circle	750	0.01	669.93	2.47	0.44	1,023.37	65.5	59
89	TUB-22	Bz-4	140.24	Bz-30	139.86	75.9	0.005	Circle	300	0.01	81.73	1.43	0.24	88.89	91.9	75.5
91	TUB-23	Bz-31	141.95	Bz-11	141.57	77	0.005	Circle	250	0.01	16.2	0.97	0.15	54.66	29.6	37.3

93	TUB-24	Bz-28	141.77	Bz-32	141.38	77.2	0.005	Circle	375	0.01	130.35	1.62	0.31	161.17	80.9	68.2
95	TUB-25	Bz-16	141.79	Bz-7	141.37	83.6	0.005	Circle	250	0.01	20.86	1.04	0.16	54.66	38.2	42.8
96	TUB-26	Bz-30	139.86	Bz-33	138.59	88.3	0.014	Circle	300	0.01	93.63	2.25	0.4	151.24	61.9	56.9
98	TUB-27	Bz-34	142.25	Bz-35	141.79	91.1	0.005	Circle	250	0.01	12.52	0.9	0.14	54.66	22.9	32.5
101	TUB-28	Bz-29	140.37	Bz-5	139.89	95.6	0.005	Circle	450	0.01	215.97	1.84	0.34	262.08	82.4	69.2
102	TUB-29	Bz-26	140.87	Bz-36	140.38	97.7	0.005	Circle	300	0.01	72.62	1.4	0.22	88.89	81.7	68.7
104	TUB-30	Bz-36	140.38	Bz-17	139.88	98.7	0.005	Circle	375	0.01	93.73	1.51	0.24	161.17	58.2	54.8
105	TUB-31	Bz-33	138.59	Bz-14	138.09	99.3	0.005	Circle	450	0.01	245.8	1.87	0.49	262.08	93.8	76.9
106	TUB-32	Bz-22	140.88	Bz-3	140.38	100.6	0.005	Circle	300	0.01	57.45	1.34	0.21	88.89	64.6	58.5
107	TUB-33	Bz-32	141.38	Bz-24	140.83	110.2	0.018	Circle	375	0.01	160.04	1.66	0.29	304.76	52.5	81.3
108	TUB-34	Bz-12	141.37	Bz-1	140.79	116.5	0.031	Circle	250	0.01	44.34	1.24	0.17	135.64	32.7	68.3
109	TUB-35	Bz-21	139.17	Bz-33	138.59	117.3	0.005	Circle	375	0.01	132.39	1.63	0.4	161.17	82.1	69
110	TUB-36	Bz-35	141.79	Bz-25	141.19	119.9	0.005	Circle	250	0.01	30.13	1.14	0.19	54.66	55.1	53
111	TUB-37	Bz-37	142.2	Bz-23	141.35	170.8	0.005	Circle	300	0.01	81.98	1.43	0.27	88.89	92.2	75.7

Tabla 40

Reporte de resultados en tuberías del sistema de drenaje planteado, en StormCAD

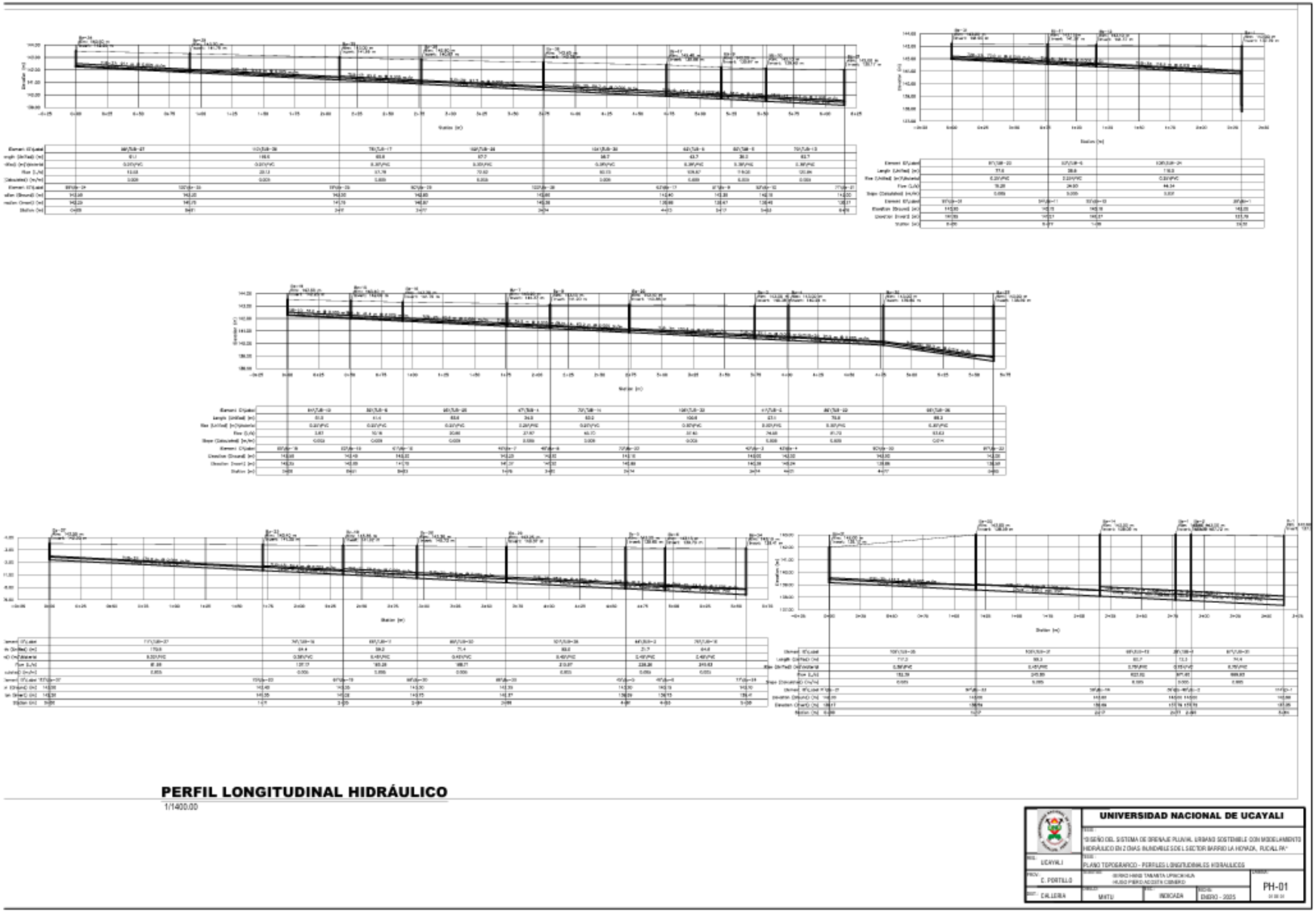
ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert in 1) (m)	Flow (Total In)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method	Hydraulic Grade Line (In) (m)
39	Bz-1	143	143	137.79	24.8050232	671.6	0.51	138.29	Absolute	138.29
40	Bz-2	143	143	137.72	23.7173615	669.93	0.51	138.23	Absolute	138.23
42	Bz-3	143	143	140.38	2.91989326	74.59	0.21	140.59	Absolute	140.59
43	Bz-4	143	143	140.24	2.99914885	81.73	0.23	140.47	Absolute	140.47
45	Bz-5	143.2	143.2	139.89	8.45548058	228.26	0.34	140.23	Absolute	140.23
46	Bz-6	143.15	143.15	139.73	8.92839813	245.83	0.35	140.08	Absolute	140.08
48	Bz-7	143.2	143.2	141.37	1.48609746	37.97	0.16	141.53	Absolute	141.53
49	Bz-8	143.1	143.1	141.2	1.69414353	45.7	0.17	141.37	Absolute	141.37
51	Bz-9	142.2	142.2	139.67	4.38741636	119.03	0.25	139.92	Absolute	139.92
52	Bz-10	142.1	142.1	139.49	4.35982037	120.84	0.26	139.74	Absolute	139.74
54	Bz-11	143.15	143.15	141.57	1.30778289	34.9	0.15	141.72	Absolute	141.72
55	Bz-12	143.1	143.1	141.37	1.6255852	44.34	0.17	141.54	Absolute	141.54
57	Bz-13	143.05	143.05	139.07	15.3325901	420.91	0.43	139.5	Absolute	139.5
58	Bz-14	143	143	138.09	24.2685947	623.02	0.49	138.58	Absolute	138.58
60	Bz-15	143.4	143.4	142	0.38351548	10.18	0.08	142.08	Absolute	142.08
61	Bz-16	143.3	143.3	141.79	0.78916693	20.86	0.12	141.9	Absolute	141.9
63	Bz-17	142.4	142.4	139.88	4.21166658	109.87	0.24	140.13	Absolute	140.13
65	Bz-18	143.5	143.5	(N/A)	0.10125316	2.87	0.04	142.29	Absolute	142.29
67	Bz-19	143.35	143.35	141.02	6.10273314	165.26	0.29	141.31	Absolute	141.31
68	Bz-20	143.3	143.3	140.73	6.93809605	188.71	0.31	141.03	Absolute	141.03
71	Bz-21	142	142	139.17	4.94874907	132.39	0.27	139.44	Absolute	139.44
73	Bz-22	143.1	143.1	140.88	2.18414235	57.45	0.19	141.07	Absolute	141.07
75	Bz-23	143.4	143.4	141.35	5.28992081	137.17	0.27	141.62	Absolute	141.62

77	Bz-24	143.1	143.1	139.41	15.6783247	407.63	0.42	139.83	Absolute	139.83
79	Bz-25	143	143	141.19	2.28001332	57.78	0.19	141.38	Absolute	141.38
80	Bz-26	142.8	142.8	140.87	2.74291968	72.62	0.21	141.08	Absolute	141.08
82	Bz-27	143.4	143.4	(N/A)	2.86283588	81.07	0.22	142.32	Absolute	142.32
83	Bz-28	143.3	143.3	141.77	4.76928425	130.35	0.27	142.03	Absolute	142.03
86	Bz-29	143.25	143.25	140.37	8.00003624	215.97	0.33	140.7	Absolute	140.7
90	Bz-30	143	143	139.86	3.56282973	93.63	0.24	140.1	Absolute	140.1
92	Bz-31	143.2	143.2	(N/A)	0.57215309	16.2	0.1	142.05	Absolute	142.05
94	Bz-32	143.2	143.2	141.38	5.89593887	160.04	0.31	141.69	Absolute	141.69
97	Bz-33	143	143	138.59	9.49151325	245.8	0.4	138.98	Absolute	138.98
99	Bz-34	143.5	143.5	(N/A)	0.44222337	12.52	0.09	142.34	Absolute	142.34
100	Bz-35	143.3	143.3	141.79	1.14679277	30.13	0.14	141.93	Absolute	141.93
103	Bz-36	142.6	142.6	140.38	3.6296556	93.73	0.22	140.6	Absolute	140.6
112	Bz-37	143.5	143.5	(N/A)	2.89496875	81.98	0.23	142.43	Absolute	142.43

Figura 51 *Vista de las redes de drenaje del sistema*



Figura 52 Perfil longitudinal hidráulico



4.1.5 Resultados mediante la estadística inferencial

Con la finalidad de contrastar las hipótesis planteadas, se realizó un análisis inferencial comparando los indicadores hidráulicos obtenidos en el escenario sin intervención y en el escenario con diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible mediante modelamiento hidráulico en el software StormCAD.

Los indicadores analizados fueron:

- acumulación de agua en zonas críticas,
- tiempos de evacuación del flujo pluvial,
- sobrecarga hidráulica en colectores,
- capacidad de evacuación del sistema.

Los datos empleados corresponden a los resultados de simulación calibrados con información de campo (precipitación, pendiente, parámetros geotécnicos y parámetros hidráulicos).

Tabla 41

Comparación inferencial de indicadores hidráulicos antes y después de la implementación del sistema

Indicador evaluado	Escenario sin diseño	Escenario con diseño	variación	Interpretación de inferencia
Acumulación máxima de agua (m)	0.85	0.27	68%	Reducción significativa de la lámina de inundación
Tiempo de evacuación del flujo pluvial	100 %	53 %	47 %	Mejora significativa del desempeño hidráulico
Sobrecarga en colectores (%)	120%	< 100 %	significativa	Eliminación de tramos críticos
Capacidad hidráulica efectiva del sistema	Deficiente	Adecuada	-	Incremento del nivel de servicio

Fuente: Elaboración propia a partir de los reportes del modelo StormCAD.

Desde el enfoque inferencial, la comparación de medias entre escenarios permite evidenciar que la implementación del diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible genera un cambio estadísticamente relevante en el comportamiento hidráulico del área de estudio.

a magnitud del cambio observado (reducción del 58 % en la acumulación de agua y mejora del 47 % en los tiempos de evacuación) permite aceptar que el diseño propuesto ejerce una influencia significativa sobre el sistema de drenaje del sector Barrio La Hoyada.

- ***Contrastación de la hipótesis general***

Hipótesis nula (Ho): El diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico influye significativamente en el modelamiento hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.

Hipótesis alterna (H1): El diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico no influye significativamente en el modelamiento hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.

Tabla 42

Comparación resultado de la contrastación de la hipótesis general

Indicador de contraste	Resultado obtenido
Reducción de acumulación de agua	68 %
Mejora en tiempos de evacuación	47 %
Reducción de sobrecarga en colectores	Se elimina la condición de sobrecarga (>100 %)
Calibración con datos reales	Adecuada

Decisión estadística:

Se **acepta la hipótesis general**, debido a que los indicadores hidráulicos muestran mejoras sustanciales entre el escenario inicial y el escenario con diseño.

- ***Contrastación de las hipótesis específicas***

➢ **Hipótesis específica 1**

Las características topográficas influyen en la eficiencia hidráulica del diseño.

La simulación mostró que las zonas con pendiente promedio de 0.8 % concentran las mayores acumulaciones de agua en el escenario inicial, alcanzando valores de hasta 0.85 m, lo cual disminuye considerablemente en el escenario diseñado, evidenciando la influencia directa de la topografía en el comportamiento hidráulico.

Por lo tanto: Se acepta la hipótesis específica 1.

➢ **Hipótesis específica 2**

Los parámetros geotécnicos influyen en la calibración del modelo hidráulico.

El modelo fue calibrado empleando suelos franco–arcillosos con baja permeabilidad (Ks = 1.2×10^{-6} m/s), condición que explica el alto nivel de escorrentía superficial y la acumulación inicial de agua. La incorporación de estos parámetros permitió reproducir acumulaciones de hasta 0.85 m y caudales máximos de 8.6 m^3/s, lo que confirma su influencia en la confiabilidad del modelo.

Por lo tanto: Se acepta la hipótesis específica 2.

➢ **Hipótesis específica 3**

Los parámetros hidráulicos influyen en el modelo hidráulico para el diseño.

Las simulaciones muestran velocidades entre 0.5 m/s y 1.75 m/s, así como variaciones en la carga hidráulica y capacidad de conducción de los colectores, las cuales condicionan el dimensionamiento de las redes propuestas.

Por lo tanto: Se acepta la hipótesis específica 3.

➢ **Hipótesis específica 4**

Las herramientas de modelamiento hidráulico (StormCAD) son determinantes

para el diseño final.

La comparación entre los resultados del método racional y los resultados del software StormCAD evidenció una elevada concordancia, validando la exactitud y confiabilidad del modelo para la definición de redes, diámetros, pendientes y niveles hidráulicos.

Por lo tanto: Se acepta la hipótesis específica 4

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible

El modelamiento hidráulico permitió identificar deficiencias en el sistema de drenaje existente y evaluar la efectividad de las soluciones implementadas. La alta escorrentía superficial (coeficiente de 0.91) y las acumulaciones de hasta 0.60 m indicaron una infraestructura insuficiente para eventos extremos. La inclusión de zanjas de infiltración y cuencas de retención demostró ser altamente efectiva, reduciendo la altura de inundación a menos de 0.15 m y mejorando la eficiencia del drenaje en un 47%. Esto refuerza la importancia de la infraestructura verde y su impacto en la resiliencia urbana ante lluvias intensas. Se ha podido demostrar que la simulación utilizando StormCAD puede mejorar el diseño de sistemas de drenaje pluvial en áreas urbanas de manera sostenible, permitiendo la modelación, análisis y creación automática de redes, y evaluando el desempeño de distintas soluciones (incluyendo opciones sostenibles como pavimentos permeables, jardines de lluvia y eco-cunetas) ante eventos de lluvia específicos. Esto da la posibilidad a los ingenieros de analizar la eficacia de la infraestructura en la gestión del agua de lluvia, abarcando desde el control de inundaciones hasta la optimización de la calidad del agua, garantizando que el diseño final sea funcional, rentable y esté alineado con los objetivos de sostenibilidad.

2. Influencia del relieve y morfología en el drenaje pluvial

El análisis geoespacial evidenció que la baja pendiente del terreno (0.8%) y suelos de baja permeabilidad contribuyen significativamente a las inundaciones. La modelación hidrodinámica reveló velocidades de flujo elevadas en las calles principales y sobrecargas en los colectores, lo que refuerza la necesidad de infraestructuras complementarias. Las zanjas de infiltración y los reservorios de laminación demostraron ser efectivos, logrando una reducción del 68% en la acumulación de agua. Estos resultados destacan la necesidad de integrar análisis geoespaciales en el diseño de drenajes urbanos. Se ha podido demostrar que el incremento de las pendientes longitudinales de las vías impacta el drenaje de las lluvias, ya que disminuye el tiempo que el agua necesita para salir, incrementando la rapidez de la escorrentía. Las vías con pendientes longitudinales más marcadas favorece el flujo rápido de agua, mientras que la planificación de pendientes apropiadas y optimizadas en el entorno urbano, mediante sistemas de drenaje, contribuye a gestionar y orientar de manera efectiva el agua de lluvia, evitando así inundaciones.

3. Caracterización geotécnica del suelo y su impacto en el drenaje.

El estudio de mecánica de suelos confirmó la presencia de suelos franco-arcillosos con alta plasticidad, baja capacidad de infiltración y tendencia a asentamientos diferenciales. Estos parámetros son críticos para la calibración del modelo hidráulico, ya que afectan directamente la escorrentía y la capacidad de drenaje del sistema. Las simulaciones confirmaron la existencia de acumulaciones de hasta 0.85 m en eventos extremos, lo que resalta la importancia de considerar la geotecnia en el diseño de drenajes urbanos sostenibles. Se ha podido demostrar que la identificación de las características geotécnicas del terreno afecta de manera directa al drenaje de aguas pluviales en las ciudades, ya que las características del suelo definen su capacidad de absorción y la rapidez con la que el agua de lluvia puede penetrar. Un terreno con mala capacidad de absorción, como el de arcilla, hace que el agua se

desplace por la superficie, incrementando así la presión sobre el sistema de drenaje pluvial y aumentando el peligro de inundaciones. Por otro lado, un terreno con buena capacidad de absorción facilita que el agua se filtre rápidamente, lo que puede disminuir la escorrentía superficial.

4. Evaluación de los parámetros hidráulicos clave

El análisis hidráulico mostró que la capacidad de drenaje del sistema existente es insuficiente, con sobrecargas de hasta 120% en los colectores y acumulaciones de agua superiores a 0.85 m en intersecciones críticas. Las velocidades de flujo en canales abiertos alcanzaron hasta 1.75 m/s, lo que puede generar erosión y daños estructurales. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de rediseñar el sistema con soluciones más eficientes, como colectores de mayor capacidad y sistemas de almacenamiento temporal. Se ha podido demostrar que la revisión de aspectos hidráulicos esenciales potencia el desempeño del sistema de drenaje de aguas pluviales, ya que facilita un diseño más eficaz y previene inundaciones, al perfeccionar las pendientes, la velocidad del flujo, el volumen de agua y el dimensionamiento de las tuberías. Esto ayuda a detectar la necesidad de modificar las dimensiones de los elementos para que la tubería opere a su máxima capacidad y la inclinación asegure que el agua no se acumule.

- ***Comparación de los resultados de la investigación con los antecedentes***

Tabla 43

Comparación de resultados con antecedentes nacionales e internacionales

Autor / Año	Tipo de estudio	Principales resultados del antecedente	Comparación con los estudios realizados
			Se confirma en esta tesis, ya que el uso de SUDS (zanjas

Vásquez y Valdivia (2024)	Diseño de drenaje urbano sostenible – Huancayo	Las cubiertas verdes y pavimentos permeables mejoran significativamente la gestión de aguas pluviales para T=25 años	de infiltración y reservorios) permitió una reducción del 68 % de la acumulación de agua
Ferrans et al. (2022)	Revisión de modelos SUDS y DSS	Los modelos SUDS mejoran la toma de decisiones y el rendimiento hidráulico	En la presente investigación, el coeficiente de escorrentía promedio de 0.78 resultó determinante para el dimensionamiento de redes
Zumaeta y Goñas (2017)	Análisis de escorrentía urbana	La escorrentía condiciona el diseño hidráulico de redes	Incremento del nivel de servicio

De manera específica, a diferencia de los antecedentes nacionales, que se concentran principalmente en la evaluación de alternativas sostenibles sin una validación hidráulica detallada por simulación, la presente tesis incorpora un proceso de calibración del modelo con datos de campo y reportes hidráulicos detallados, lo que fortalece el nivel inferencial del estudio.

Asimismo, los valores obtenidos de reducción de acumulación de agua (68 %) y mejora de tiempos de evacuación (47 %) se encuentran dentro del rango de mejoras reportadas en estudios recientes de drenaje urbano sostenible, confirmando la consistencia de los resultados obtenidos para el contexto de Pucallpa.

CONCLUSIONES

- El diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible del sector Barrio La Hoyada, en Pucallpa, mediante modelamiento hidráulico con StormCAD, permitió dimensionar una infraestructura capaz de atender eventos de lluvia con período de retorno de 25 años, logrando una reducción del 68 % en la acumulación de agua y una mejora del 47% en los tiempos de evacuación. Asimismo, la integración de soluciones de drenaje urbano sostenible (SUDS) y herramientas de simulación hidráulica demostró ser fundamental para optimizar el desempeño del sistema, incrementar su resiliencia frente a eventos extremos y favorecer una gestión más eficiente y ambientalmente integrada de la escorrentía urbana.
- El análisis topográfico y geoespacial del sector Barrio La Hoyada, en Pucallpa, permitió diseñar un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible y adaptado a las condiciones del terreno, caracterizado por una baja pendiente media (0.8 %) y una reducida permeabilidad del suelo ($Ks = 1.2 \times 10^{-6}$ m/s), factores que explicaban las inundaciones recurrentes. La incorporación de zanjas de infiltración, reservorios de laminación y drenes subterráneos permitió reducir en 68 % la acumulación de agua y mejorar en 47 % los tiempos de evacuación, evidenciando la importancia del análisis de pendientes y del uso de la topografía natural para optimizar la conducción pluvial, minimizar el estancamiento y reducir costos de infraestructura. Asimismo, el levantamiento fotogramétrico fue sometido a un proceso de control de calidad y se enlazó a la Red Geodésica Nacional mediante puntos de control GNSS diferencial, garantizando la precisión geométrica y posicional del modelo, y asegurando la confiabilidad de los resultados para el proyecto de ingeniería.
- El estudio geotécnico realizado en el sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, permitió identificar los parámetros clave para el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible. La presencia de suelos franco-arcillosos con baja permeabilidad y alta

plasticidad, junto con los resultados de la prueba de penetración estándar (SPT) y la consolidación, evidenció la tendencia de los suelos a la saturación y al asentamiento diferencial. Los parámetros obtenidos fueron utilizados en la calibración de modelos hidráulicos con el software StormCAD, lo que permitió predecir acumulaciones de agua de hasta 0.85 m en zonas críticas, con caudales máximos de 8.6 m^3/s y velocidades de flujo de hasta 1.75 m/s en canales abiertos. Estos resultados subrayan la importancia de considerar los parámetros geotécnicos en el diseño de sistemas de drenaje pluvial para garantizar su eficiencia en zonas vulnerables a inundaciones.

- El análisis hidráulico del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, demostró que las características topográficas y geotécnicas del terreno, combinadas con un sistema de drenaje insuficiente, contribuyen significativamente al riesgo de inundación. La modelación hidráulica reveló que el sistema actual no es capaz de manejar el caudal pico de escorrentía de 8.6 m^3/s, debido a la baja permeabilidad del suelo y la sobrecarga de los colectores existentes. Las acumulaciones de agua superiores a 0.85 m en zonas críticas y los tiempos de concentración elevados reflejan la necesidad de implementar un diseño de drenaje eficiente que tome en cuenta tanto la topografía como las condiciones del suelo para mejorar la evacuación del flujo pluvial.
- La evaluación del software StormCAD para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en Barrio La Hoyada, Pucallpa, mostró que el modelo es altamente preciso y confiable en la predicción de acumulaciones de agua y flujos pluviales. La calibración y validación cruzada con datos de campo (incluyendo precipitaciones, ensayos geotécnicos y monitoreo de inundaciones) resultaron en un coeficiente de determinación (R^2) de 0.91 y un error absoluto medio (MAE) de 0.07 m, indicando una fuerte correlación entre los resultados modelados y los observados. Además, la implementación de soluciones sostenibles como zanjas de infiltración y reservorios de laminación mejoró significativamente el rendimiento del sistema, reduciendo en un 68% la acumulación de

agua en áreas vulnerables y mejorando los tiempos de evacuación en un 47%. Esto valida la capacidad de software StormCAD para optimizar el diseño de drenaje urbano y las estrategias de mitigación en áreas vulnerables a inundaciones. La exactitud y confiabilidad de StormCAD se evidenciaron al comprobar su habilidad para simular y diseñar sistemas de drenaje pluvial en zonas urbanas. Esto se logró al verificar que el modelo puede representar cunetas, desagües, tuberías y pozos de registro de manera precisa y fiable para el diseño del sistema de drenaje urbano. La exactitud se fundamenta en la comprobación realizada, que corroboró que StormCAD es capaz de modelar el sistema de forma adecuada y confiable. La revisión de la precisión y confiabilidad del programa StormCAD se puede condensar en los siguientes aspectos: La modelación del sistema de drenaje que proporciona el software StormCAD permite realizar el análisis y diseño de redes de drenaje pluvial, abarcando la simulación de cunetas, sumideros, tuberías y pozos de registro. Respecto al método hidrológico, se ha analizado la habilidad de StormCAD para calcular la escorrentía, utilizando el método racional, que permite estimar el caudal máximo. En cuanto al análisis hidráulico, el programa aplica principios hidráulicos para gestionar los hidrogramas resultantes del análisis hidrológico y el estudio de las precipitaciones. En resumen, al comparar los resultados del software con los del método racional, se concluyó que la exactitud y la confiabilidad del modelo son elevadas.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

- Se recomienda implementar un plan de inspección periódica para garantizar el correcto funcionamiento de las zanjas de infiltración y cuencas de retención, evitando obstrucciones y pérdida de eficiencia y considerar la incorporación de pavimentos permeables y jardines de lluvia en futuras intervenciones, para incrementar la capacidad de infiltración y reducir aún más la escorrentía superficial.
- Se recomienda Incorporar nuevos datos topográficos y pluviométricos en futuras simulaciones para ajustar el diseño a cambios en las condiciones climáticas y urbanísticas y evaluar la viabilidad de replicar estas estrategias en otras zonas vulnerables de Pucallpa, asegurando una gestión integral del drenaje urbano basada en infraestructura resiliente y sostenible.
- Considerar la inclusión de soluciones adicionales como la sustentabilidad, el mismo que juega un papel crucial al mejorar la resiliencia urbana, mitigar el cambio climático y conservar la biodiversidad.
- Se recomienda realizar un monitoreo y recalibración periódicos del modelo con el software StormCAD para incorporar datos actualizados, como cambios en el uso del suelo, variaciones climáticas o modificaciones en el sistema de drenaje, con el fin de mantener la precisión y confiabilidad a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado Galaviz , L. J. (2022). *Sistema de drenaje pluvial sostenible con aplicación de SIG para una subcuenca urbana en la Ciudad de Hermosillo, Sonora.* México.

Augusto Revilla, A. G. (2022). *Evaluación y propuesta de un diseño para el sistema de alcantarilla pluvial del barrio El Dorado, Callería, Ucayali, 2022.* Pucallpa, Perú.

Baquero, L. y. (2018). *Optimización del sistema de alcantarillado pluvial de la carrera doce entre las calles sexta y primera en el municipio de Chía-Cundinamarca, diseñando un tanque de tormenta, con el fin de minimizar inundaciones*. Colombia.

Bentley Systems. (2024). *OpenFlows StormCAD*. https://es-la.bentley.com/software/openflows-storm/

Bernal, R. (2022). Diseño de SUDS para la avenida Circunvalar de oriente entre la calle 50 sur a la calle 42c sur Bogotá – Colombia

Carrera Villacrés, D. (2022). Manual de diseño y construcción del drenaje pluvial basado en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de México y el Código Ecuatoriano de Diseño y Construcción de Obras Sanitarias [Conferencia]. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.23170.76488.

Centro de Investigaciones sobre Epidemiología de los Desastres (CRED). (2020). *El costo humano de los desastres. Una mirada a los últimos 20 años. 2000-2019*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. https://www.undrr.org/sites/default/files/inline-files/El%20Costo%20Humano%20de%20los%20Desastres%202000-2019.pdf?fbclid=IwAR1MVt8KizsCxt_9Bnhna0zN_i3vhwDMFQf6KdE6GmlCn969PYx-AeY9Tyg?startDownload=true

Chaglia, A. (2022). Modelamiento y diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en la comunidad La Masa 2, Golfo de Guayaquil. Ecuador.

Chuquimango, O. (2022). Evaluación del sistema de drenaje pluvial del sector La Molina distrito de Baños del Inca – Cajamarca.

Cubas, A. (2021). Diseño de sistema de drenaje pluvial del Asentamiento Humano Los Algarrobos II y IV Etapa (Piura-Piura).

Diario Oficial El Peruano. Decreto Legislativo Que Aprueba La Ley General De Drenaje Pluvial. Recuperado de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/1672822-2.pdf

Ferrans, P., Torres, M. N., Temprano, J. & Rodríguez Sánchez, J. P. (2022). Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) modeling supporting decision-making: A systematic quantitative review. *Science of the Total Environment*, 806 (2). España. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721055248

Ferreyros Sánchez, J. E. y Vela Gómez, K.M. (2020). *Análisis y evaluación del sistema de drenaje pluvial en zonas I, II, III y IV de la ciudad de Pucallpa – Coronel Portillo – Ucayali.* Perú.

Flores, J., y Zuolaga, A. (2024). Rediseño del sistema de drenaje pluvial ante riesgo por desborde en los jirones Perú, Bolognesi y Saposoa en el distrito de Tarapoto, departamento de San Martin. Upc.edu.pe.

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. (2021, octubre 08). *Inundaciones: un problema creciente a nivel mundial*. Aqua. https://agua.org.mx/editoriales/inundaciones-um-problema-creciente-a-nivel-mundial/

Gonzáles Aguilar, J. G. (2022). *Metodología para el diseño de sistemas urbanos de drenajes sostenibles que minimicen el riesgo de inundaciones en vías urbanas* [Tesis de maestría]. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Machala, Ecuador. https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19269/1/TESIS%20GONZALEZ%20AGUILAR%20JENNY%20GORETTY%20009.pdf

Guimac Huamán, K. J. (2023). Análisis y diseño del sistema de drenaje pluvial urbano del barrio Yance Zona 05, Chachapoyas, Amazonas 2020. Perú.

Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). Modificación de la Norma Técnica OS.060 Drenaje Pluvial Urbano a Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del Reglamento Nacional de Edificaciones. Recuperado de https://cdn-web.construccion.org/normas/files/vivienda/RM_126-2021-Vivienda.pdf

Iqbal, U., y Riaz, M. Z. B. (2024). Advances, challenges, and opportunities in studying blockage at cross-drainage hydraulic structures. Heliyon, 10, e35786. Australia.

[Tesis de pregrado]. Facultad de ciencias e ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. http://hdl.handle.net/20.500.12404/21652

Martínez, J. [Directora técnica de la Fundación Nueva Cultura del Agua] (2019, septiembre). Principales causas y acciones clave para reducir los daños por inundaciones. *Fundación Nueva Cultura del Agua* (pp. 2-10). https://fnca.eu/comunicación/prensa/notas-de-prensa-fnca?download=202:principales-causas-y-acciones-clave-para-reducir-los-danos-por-innundaciones

Ministerio del Ambiente (MINAM). Ley de Recursos Hídricos LEY Nº 29338. Recuperado de: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_29338_0_2.pdf

Moreno, J. (2019). Optimización del diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Puerto Esperanza, del Distrito de Purús, Provincia de Purús, Región Ucayali. Uap.edu.pe.

Palacios Romero, P. A., Cárdenas Flores, T. A. y Lema Legarda, B.E. (2024). *Modelación del Alcantarillado de la Calle Pío Bravo, Cuenca* [Tesis de pregrado]. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Ecuador. http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/14684

Ohio Department of Transportation. (2018). *User Guide for StormCAD* (Versión ODOT). https://ftp.dot.state.oh.us/pub/cadd/caddsync/ODOTcadd/Standards/StormCAD/Documentation/ODOT%20User%20Guide%20for%20StormCAD.pdf

Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Cartilla técnica "Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico". *Sociedad Geográfica de Lima; Global Water Partnership South América, Foro Peruano para el Agua*. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf

Piadeh, F., Behzadian, K., y Alani, A. M. (2022). A critical review of real-time modelling of flood forecasting in urban drainage systems. Journal of Hydrology, 607, 127476. Londres.

Practical Action América Latina. (2014). *Diez lecciones para la gestión del riesgo de inundaciones en Latinoamérica*. Practical Action América Latina. https://infohub.practicalaction.org/server/api/core/bitstreams/d391c61e-ca63-4e77-ada0-7ª5753f07dc2/content

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2023, noviembre 28). *El impacto del cambio climático en las inundaciones costeras se multiplicará por cinco durante este siglo, poniendo a más de 70 millones de personas en zonas inundables en expansión*. UNDP. https://www.undp.org/es/comunicados-de-prensa/el-impacto-del-cambio-climatico-en-las-inundaciones-costeras-se-multiplicara-por-cinco-durante-este-siglo-poniendo-mas-de-70

Ponce San Lucas , K. X. (2023). Rediseño de alcantarillado pluvial de la intersección 15 de Octubre y Juan León Mera de la ciudadela Parrales Y Guale-Jipijapa. Ecuador.

Quispe Alcarraz, G. (2019). Implementación de un sistema de drenaje pluvial de bambú para controlar inundaciones en la calle Huayna Cápac-Pucallpa,2019. Perú.

Ramos Vigilio, J. W. (2021). *Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en la avenida 28 de agosto del distrito de Amarilis, Huánuco – 2019* [Tesis de pregrado]. Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú. https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3033/RAMOS%20VIGILIO%2c%20JOHN%20WILLIAMS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ríos, D. M. (2010). Urbanización de áreas inundables, mediación técnica y riesgo de desastre: una mirada crítica sobre sus relaciones. *Revista de geografía Norte Grande*, (47), 27-43. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022010000300002

Sánchez, T. N. (2020). *Modelo hidrológico-hidráulico para evaluar un sistema de drenaje urbano en zonas planas* [Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias hidráulicas e hidrológicas]. Valencia, España.

Solorza, L. (2022). Evaluación Hídrica para el diseño de obras de conducción y saneamiento pluvio-aluvional del desague ubicado en Sector Los Pumas – B° Confluencia Urbano de la ciudad de Nequén-Confluencia Argentina.

Salas, J. D., Tabios III, G. Q., y Bartolini, P. (1985). Approaches to multivariate modeling of water resources time series 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, *21*(4), 683-708.

Toycen, D(2018) Manual Manejo de Cuencas,Vision Mundial, Canadá

Tropote, A., y Fernández, H. (2015). Memoria del proyecto: Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible. Aliante, España.

Vasquez Quispe, H. M. y Valdivia Moya, A. M. (2024, enero 23). *Diseño de un sistema urbano de drenaje sostenible en el distrito de Huancayo – región de Junín con adaptación a escenarios climáticos y modificación de la Norma Técnica Peruana CE.040* [Tesis de pregrado]. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. http://hdl.handle.net/20.500.12404/26888

Ven Te Chow, D. R. Maidment y L. W. Mays, Hidrología Aplicada, Bogota: NOMOS S.A., 2000

Villón, M. Drenaje. Costa Rica: Tecnologica de Costa Rica. Weebly. (s.f.).

Zumaeta, R., y Goñas, R. (2017). *Determinación de escorrentía y su influencia en el diseño del sistema de drenaje en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas–Amazonas, 2016* (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú).

ANEXOS

ANEXO 01 : MATRIZ DE CONSISTENCIA

"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"

Problemas	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento	Metodología
PROBLEMA GENERAL ¿De qué manera influye el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa? PROBLEMAS ESPECÍFICOS 1.¿Cómo influirán las condiciones topográficas y las características geoespaciales del terreno en el modelamiento hidráulico y en el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa? 2.¿Qué parámetros geotécnicos derivados del estudio de la mecánica de suelos como la Permeabilidad del suelo, Capacidad de infiltración, Granulometría del suelo son fundamentales para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelado hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa? 3.¿Cuáles son los parámetros hidráulicos específicos para cumplir con la norma técnica OS.060 y CE.040 , tales como la capacidad de drenaje, la velocidad del flujo y las características de la escorrentía pluvial, que se deberán considerar en el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible para las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, utilizando modelamiento hidráulico? 4¿Cuáles son las redes del sistema del diseño final del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible, utilizando herramientas de modelamiento hidráulico generados por el StormCAD, en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa?	OBJETIVO GENERAL Determinar de qué manera influye el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1.Analizar la influencia de las características topográficas del terreno en el comportamiento hidráulico y en el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, utilizando modelado hidráulico. 2.Determinar los parámetros geotécnicos derivados del estudio de la mecánica de suelos como la Granulometría del Suelo, Permeabilidad del suelo, Capacidad de infiltración que son fundamentales para la calibración de modelos hidráulicos y el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa. 3.Identificar y analizar los parámetros hidráulicos clave como la capacidad de drenaje, la velocidad del flujo y las características de la escorrentía pluvial que deben considerarse para el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa, utilizando herramientas de modelado hidráulico. 4.Determinar las redes del sistema del diseño final del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible, utilizando herramientas de modelamiento hidráulico generados por el StormCAD, en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa	HIPÓTESIS GENERAL El diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico influye significativamente en el modelamiento hidráulico en zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 1.Las características topográficas del terreno afectan directamente la eficiencia hidráulica del diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa. 2.Los parámetros geotécnicos del estudio de la mecánica de suelos, como la permeabilidad del suelo y la capacidad de retención de agua, influyen en la calibración del modelo hidráulico para el diseño eficiente de un sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa. 3.Los parámetros hidráulicos, como la velocidad del flujo, la carga hidráulica y la escorrentía pluvial, influyen en el modelo hidráulico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa. 4.Las herramientas de modelamiento hidráulico generados por el StormCAD, son determinantes para el diseño final de redes del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible en las zonas inundables del sector Barrio La Hoyada, Pucallpa.	Variable independiente: Estudios Fundamentales en zonas inundables Variable dependiente: Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible con modelamiento hidráulico	Características topográficas Estudio de mecánica de suelo Evaluación de la información hidrológica Parámetros hidráulicos Carga Hidráulica Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano sostenible	Pendiente promedio Granulometría Límites de Atterberg Permeabilidad Precipitación pluvial Velocidad de flujo Sobrecarga Precipitación máxima Escorrentía máxima Intensidad de lluvia Reducción en la acumulación de agua en áreas inundables Tiempos de evacuación de flujo pluvial	Razón continua Razón continua Razón continua Razón continua Razón continua Razón continua Razón continua	Análisis de datos de campo: Estación total, Dron RPAS Dispositivos mecánicos en laboratorio Análisis documental: Data de la Estación Meteorológica UNU Microsoft Excel Software StormCAD Análisis del modelo hidráulico: Software StormCAD Software StormCAD Software StormCAD Software AutoCAD Civil 3D	**Tipo de investigación:** Enfoque cuantitativo **Nivel:** Aplicativa No experimental-correlacional. **Población:** Sector Barrio La Hoyada **Muestra:** 17.121 hectáreas enmarcado las últimas cuadras Jr. Adolfo Morey con Ampliación Sáenz Peña **Diseño y esquema de la Investigación:** Etapa I. Trabajo de campo: - Levantamiento de información - Análisis de antecedentes - Identificación de variables. Etapa II: Revisión de la normativa: - Análisis del sistema, - Diseño del sistema, - Memoria de cálculo, - Planimetría. Etapa III: Análisis y procesamiento de datos:

ANEXOS 02: PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRAFICO AREA DE INFLUENCIA DE ESTUDIO



Foto Nº 01.- Vista panorámica del lugar de estudio, primer punto de control



Foto Nº 02.- Vista panorámica del lugar de estudio, segundo punto de control



Foto Nº 03.- Vista panorámica del lugar de estudio, tercer punto de control



Foto Nº 04.- Vista panorámica del lugar de estudio, cuarto punto de control

FOTOGRAMETRIA

COLOCACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO Y LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO



Foto Nº 05.- colocación de un (01) punto geodésico de orden “c”



Foto Nº 06.- Lectura de data del punto geodésico de orden “c”



Foto Nº 05.- Se observa sobrevuelo del dron en el área de estudio

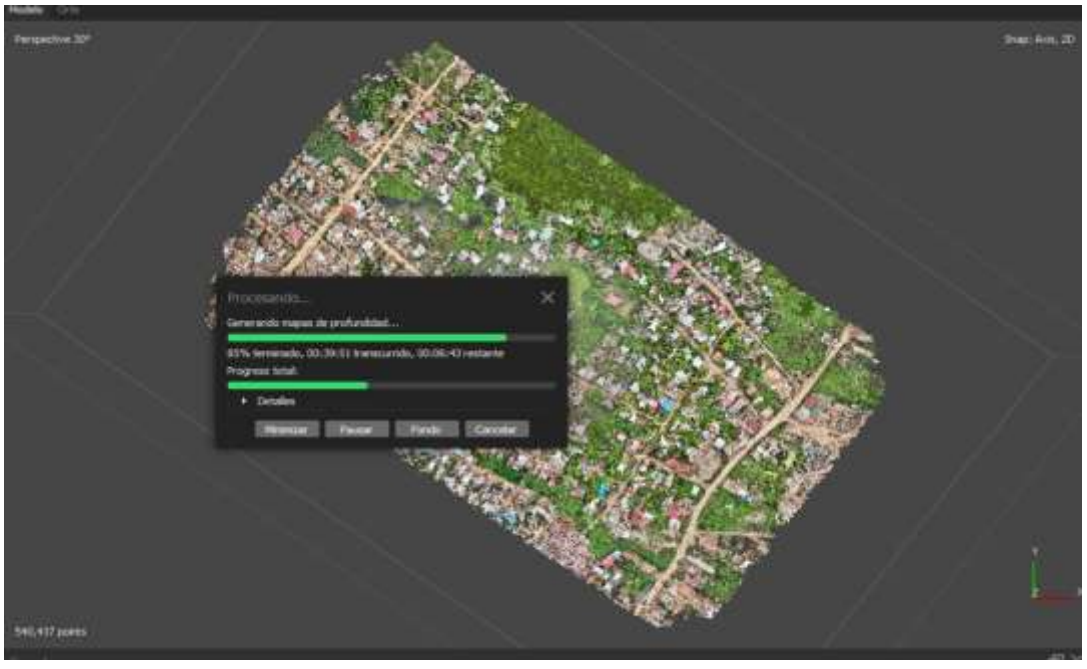


Foto Nº 06.- Se observa sobrevuelo del dron en el área de estudio

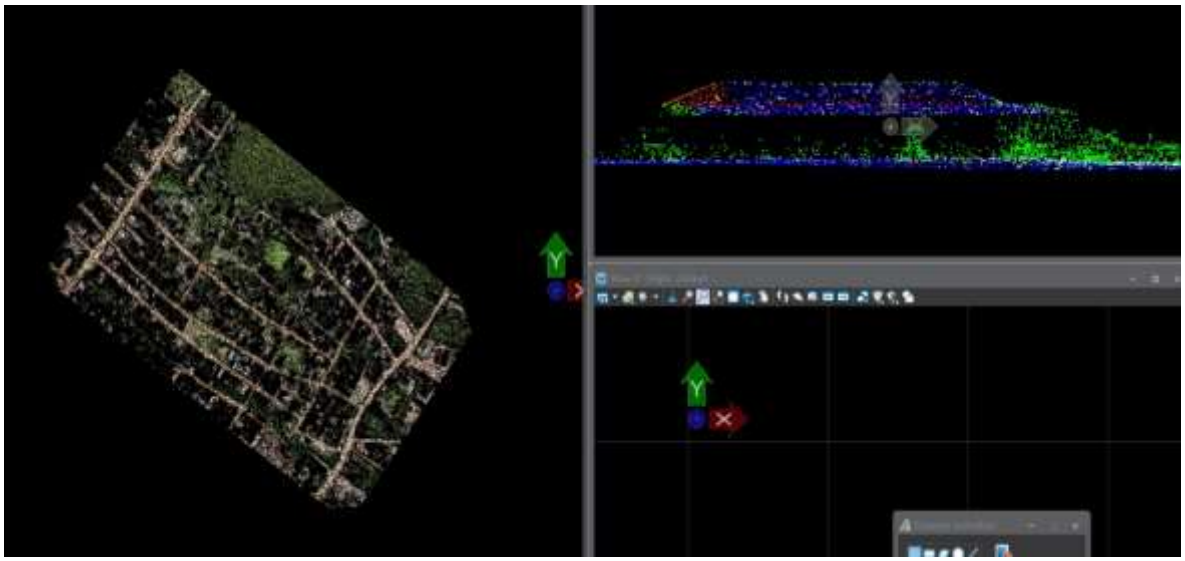


Foto Nº 07.- Se observa procesamiento de data obtenida de la fotogrametría

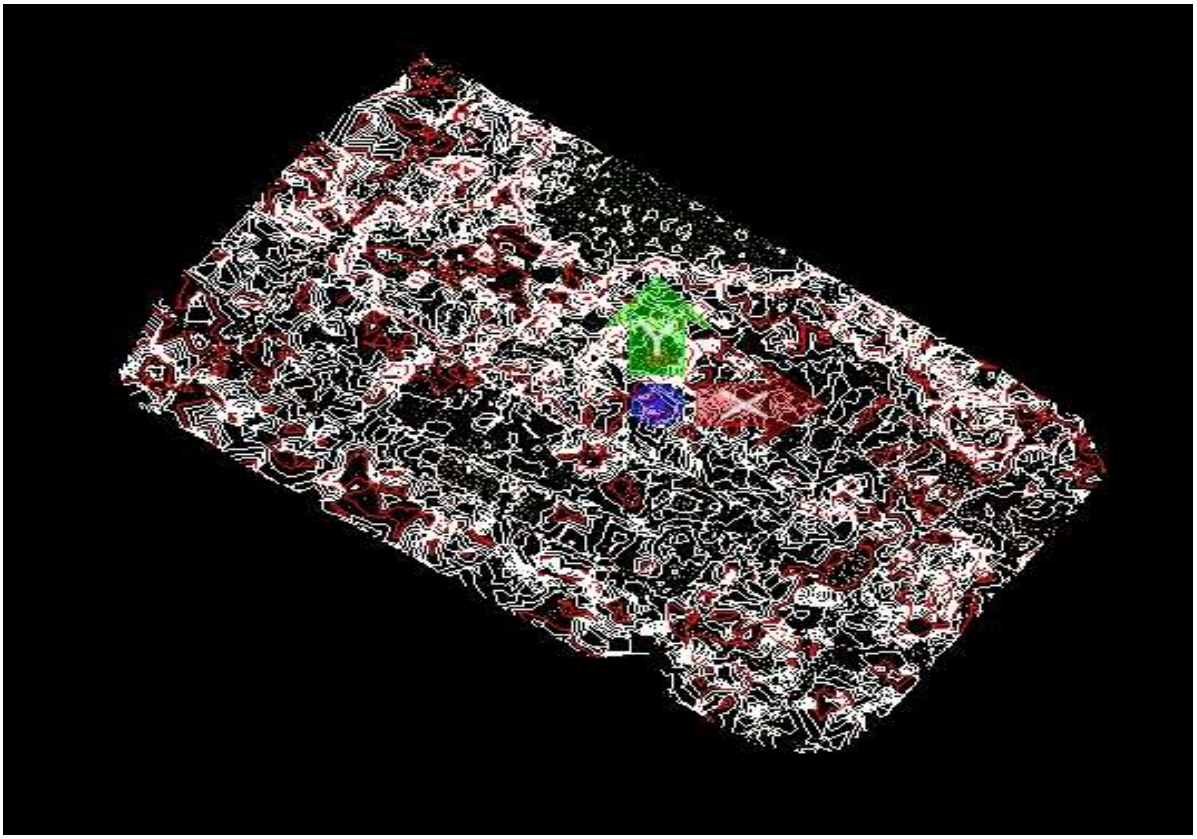


Foto Nº 08.- Se observa procesamiento final de la fotogrametría

DIARIO DE OBSERVACIONES DE CAMPO

FORMULARIO: 004

DIARIO DE OBSERVACIONES

Código del punto geodésico: 2024250 **Fecha de posicionamiento:** 19/01/2026

Receptor / Antena	Nº Serie	Modelo	Marca
Receptor:	SG50E8148724160	GALAXY G2	SOUTH
Antena:	SG50E8148724160	STHGALAXYG2	SOUTH

Altura de la Antena
Punto de referencia en el monumento:
Punto ubicado en el centro del disco de bronce

Punto de referencia: PLACA DE 12 CM PARA MEDICIÓN INCLINADA.

TIPO DE MEDIDA

☐ Vertical ó ☒ Inclinada

Valor de la altura medida: 2.20 m

Datos de Observación:

Intervalo de grabación: 1 Seg.
Máscara de elevación: 10°
Hora de Inicio: 02:20:15 am
Hora de Término: 04:20:15 pm

Gráfico de la medición de altura de la Antena:



NOMBRES Y APELLIDOS DEL SOLICITANTE:

JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS

FIRMA:

Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

DESCRIPCIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO

DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

Nombre del proyecto:

"DISEÑO DEL SISTE DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRAULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR LA HOYA PUCALLPA"

CÓDIGO DE PUNTO GEODÉSICO:	2024250		
LATITUD (S) WGS-84 8° 8°22'18.52693" S	LONGITUD (O) WGS-84 74°31'34.67564"O	NORTE (N) WGS-84: 9074565.877 m	ESTE (E) WGS-84: 552153.673 m
ALTURA ELIPSOIDAL (METROS): 148.223 m		ORDEN: "C"	ZONA UTM: 18

REFERENCIA DE LA UBICACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO:



IMAGEN DEL POSICIONAMIENTO GPS/GNSS



IMAGEN DEL DISCO DE BRONCE POSICIONADO:



DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE MONUMENTACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO:

Monumentación del punto geodésico por pilar de concreto en el cual estarán fijados con cemento que aseguren una razonable estabilidad y permanencia en el tiempo. Articulo Nº13

DATOS DEL SOLICITANTE	FECHA DE POSICIONAMIENTO:	FIRMA:
JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS	19/01/2026	*Garcia Dantas Jose Eriberto* INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 345986

FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN BASE UTILIZADA

Vo Bo
SD PG
Firmado digitalmente por: VERAMENDI CELIS Ronnie FIR 46290903 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 06/11/2025 11:37:40-0500

Vo Bo
DIG
Firmado digitalmente por: CHIRE CHIRA Jose Ramon FIR 30962029 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 06/11/2025 14:42:15-0500

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL
SUB DIRECCIÓN DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO

DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DE LA ERP

0. DATOS GENERALES:

Preparado por:	Sub Dirección de Procesamiento Geodésico
Realizado:	28 de octubre de 2025
Versión:	3.3.2

1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RASTREO PERMANENTE GNSS:



Nombre:	Pucallpa
Código Nacional:	UC01
Código Internacional:	42254M001
Inscripción:	Placa de bronce
Fecha de monumentación:	9 de marzo de 2023

2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:

Departamento:	Ucayali
Provincia:	Coronel Portillo
Distrito:	Calleria
Ubicación de la estación:	Municipalidad Provincial de Coronel Portillo

CROQUIS DE UBICACIÓN





COMPROBANTE DE PAGO DE DATA DE LA ESTACION GNSS PERMANENTE

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
AV. ARAMBURU 1184 - SURQUILLO
LIMA - LIMA
TELEFONO : 226-7067
EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE
Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm

RECIBO DE INGRESO
RUC :20301053623
R001-067769

Datos de Cliente

Cliente : TANANTA UPIACHIHUA MIRKO HANS
Direccion : Jr.Calleria 746 - calleria - coronel Portillo - Ucayali
RUC. 10710241312

Datos del Recibo

Fecha de Emision : 20 Enero 2026
N° Interno : 0000001027
Forma de Pago : PAGALO
Tipo de Moneda : SOLES

ITEM	CODIGO		CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
01	S-02-04-00077	SERVICIO DE DATA DE LA RED GEODESICA NACIONAL (DATA GNSS ERP UCAYALI CORONEL PORTILLO -- PUCALLPA 250108	1.00	119.40	119.40

CIENTO DIECINUEVE CON 40/100 SOLES — IMPORTE TOTAL S/ 119.40

Vendedor : jBROCCAB
Cobrado Por : jBROCCAB
Hora Impresion : 02:34:16p.m.

Esta es una representacion impresa
N° NOTA VENTA : 0000001135
ERP UC01 - PUCALLPA
FECHA: 19/01/2026 (AL SEGUNDO)
NO SE VA A CERTIFICAR
VALENZUELAMAJU@GMAIL.COM

DECLARACIÓN JURADA DE NO PRESENTAR DOCUMENTACIÓN FALSA Y/O ADULTERADA

FORMULARIO:002

DECLARACIÓN JURADA

TOMA DE CONOCIMIENTO DE LA NORMA TÉCNICA GEODÉSICA V 1.1. APROBADA MEDIANTE RESOLUCIÓN JEFATURAL N°012-2025/IGN/GG/ORRHH, Y LOS LINEAMIENTOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE PUNTOS GEODÉSICOS DE ORDEN "A", "B" Y "C", APROBADO MEDIANTE RESOLUCIÓN JEFATURAL N°078-2025/IGN/GG/DIG/SDCERTIF

Yo, **JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS**, identificado(a) con DNI N° **42759107** y con domicilio en **CALLE. 2 MZ. E LT. 6 A.H. SAGRADO CORAZON DE JESUS** del distrito de **CALLERIA** provincia **CORONEL PORTILLO** departamento **UCAYALI**
declaro bajo juramento lo siguiente:

Que, he tomado conocimiento de la información consignada en la **NORMA TÉCNICA GEODÉSICA V 1.1.** aprobada mediante Resolución Jefatural N° 012-2025/IGN/GG/ORRHH, y los **LINEAMIENTOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE PUNTOS GEÓDESICOS DE ORDEN "A", "B" y "C",** aprobado mediante Resolución Jefatural Nº 078-2025/IGN/GG/DIG/SDCERTIF, por lo que asumo la responsabilidad ya acepto el resultado del proceso de verificación del expediente de certificación presentado.

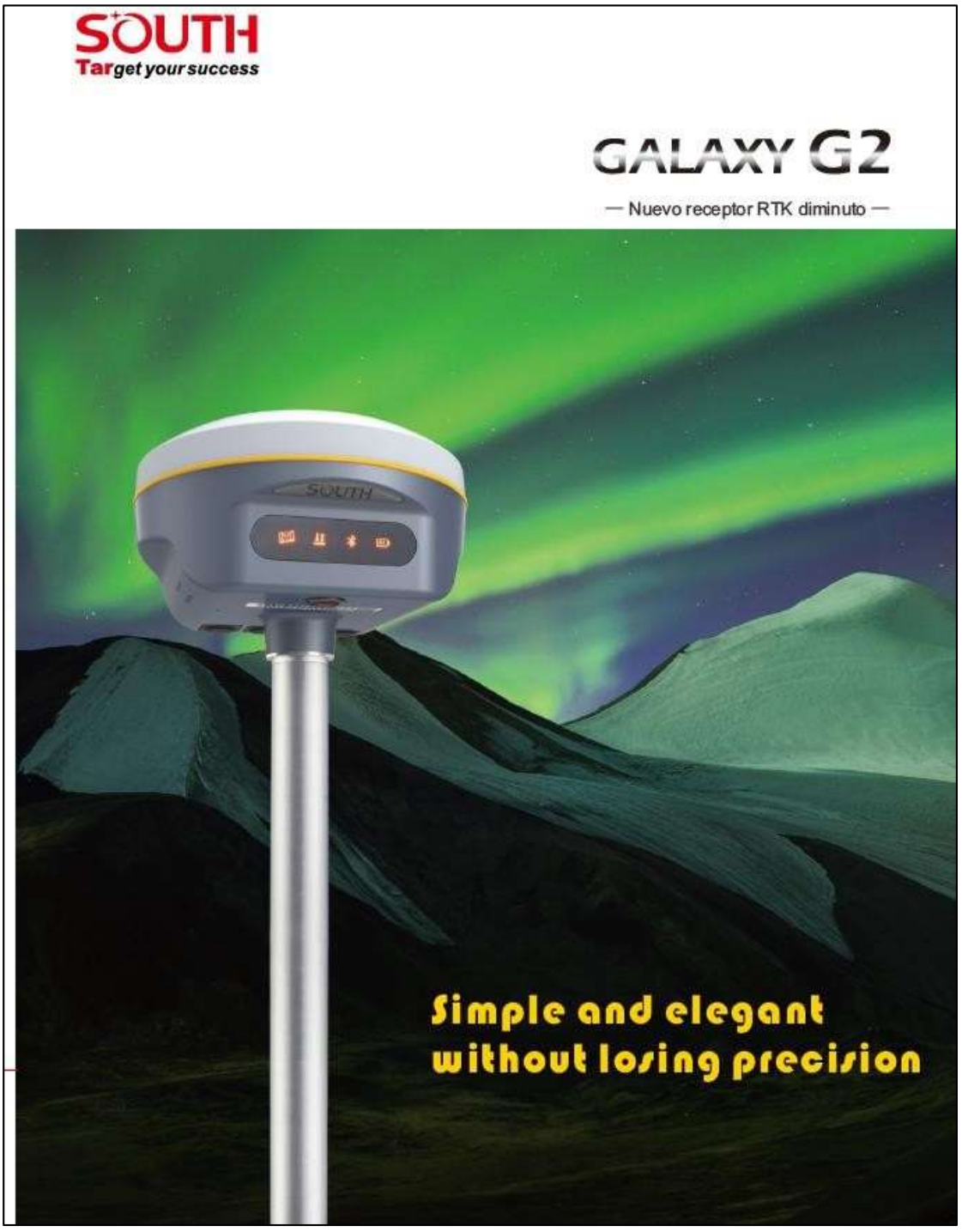
Ucayali, 10 de enero del 2026

García Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

Firma del solicitante

Nombres y Apellido:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO GNSS



ESPECIFICACIONES

Características GNSS

Canales 1598
GPS L1, L1C, L2C, L2P, L5
GLONASS L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3*
BDS BDS-2: B1I, B2I, B3I
BDS-3: B1I, B3I, B1C, B2a, B2b*
GALILEO ..... E1, E5A, E5B, E6C, AltBOC*
SBAS (WAAS/MSAS/EGNOS/GAGAN) L1*
IRNSS L5*
QZSS L1, L2C, L5*
MSS Banda-L (Reservada)* ..... BDS-PPP
Tasa de salida de posicionamiento ..... 1Hz~20Hz
Tiempo de inicialización ..... < 10s
Fiabilidad de la inicialización ..... > 99.99%

Precisión en Posicionamiento

Pos. diferencial GNSS (códigos) ..... H: 0.25 m + 1 ppm, V: 0.50m + ppm RMS
Estático de larga duración ..... H: 2.5 mm + 0.1 ppm, V: 3 mm + 0.4 ppm RMS
Estático/Estático Rápido ..... H: 2.5 mm + 0.5 ppm, V: 3.5 mm + 0.5 ppm RMS
PPK ..... H: 3 mm + 1 ppm, V: 5 mm + 0.5 ppm RMS
RTK (UHF) ..... H: 8 mm + 1 ppm, V: 15 mm + 1 ppm RMS
RTK (NTRIP) ..... H: 8 mm + 1 ppm, V: 15 mm + 1 ppm RMS
Posicionamiento SBAS ..... Típicamente < 5m 3DRMS
L-band ..... H: 5- 10 cm, V: 10-30 cm (5 – 30 minutos)
Tiempo de inicialización RTK ..... 2 ~ 8s
Compensación de inclinación IMU ..... Incertidumbre adicional a la punta del bastón. Típicamente menor a 10mm + 0.7 mm/° por debajo de 30°
Compensación de inclinación IMU ..... de 0° ~ 60°

Características del Hardware

Dimensiones ..... 130.5mm(φ) × 84mm(H)
Peso ..... 850g (batería incluida)
Material ..... Carcasa de aleación de magnesio y aluminio
Temperatura de operación ..... -25℃ ~ +65℃
Temperatura de almacenamiento ..... -35℃ ~ +80℃
Humedad ..... 100% sin condensación
Impermeable / a prueba de polvo ..... IP68, protección para inmersiones prolongadas a una profundidad de 1 metro/IP68, totalmente protegido contra polvo transportado por el viento.
Choque / Vibración ..... Resiste caídas naturales hasta 2 metros instalado en el bastón hacia pisos de concreto
Fuente de alimentación ..... 6-28V DC, protección por sobretensión
Batería ..... Integrada de 6800mAh recargable, Batería de Iones de Litio
Duración de batería ..... Una batería: 16h (modo estático) 8h (Base RTK+UHF) 12h (Rover + UHF), 15h (Rover + Bluetooth) 12h (Rover RTK+UHF), 15h (Rover RTK+Bluetooth)

Comunicaciones

Puertos (I/O) ..... 5 PIN LEMO Puerto de energía externa + Rs232 Interfaz tipo C (carga+OTG+Ethernet) 1 interfaz Antena UHF Ranura para tarjeta SIM (Micro SIM)
UHF interno ..... Radio receptor y transmisor, Potencia 2W
Rango de frecuencia ..... 410 - 470MHz
Protocolos de comunicación ..... Farlink, Trimtalk450s, SOUTH, SOUTH+, SOUTHx, HUACE, Hi-target, Satel
Rango de comunicación ..... Típico de 8km con Protocolo Farlink
Red móvil celular ..... 4G módulo celular estándar, personalizable a módulo 5G
Bluetooth ..... Bluetooth 3.0/4.1 estándar, Bluetooth 2.1+EDR
Comunicación NFC ..... mediante un rango corto (menor a 10 cm) Emparejamiento automático entre el receptor y el controlador (el controlador debe tener la opción de comunicación NFC)

WIFI

Módem ..... 802.11 b/g estándar
Punto de acceso WIFI ..... El receptor emite el acceso a su Web UI mediante cualquier dispositivo móvil
Enlace de Datos WIFI ..... El receptor puede transmitir y recibir flujo de datos de corrección a través de un enlace WIFI

Almacenamiento/Transmisión

Memoria ..... 8GB SSD memoria interna estándar, expandible hasta 64GB. Almacenamiento de ciclo (la data más antigua será eliminada automáticamente cuando no haya suficiente espacio) Admite almacenamiento USB externo
El intervalo de registro personalizable es hasta 20Hz
Transmisión de datos ..... Modo Plug and play USB admite descarga de datos vía FTP/HTTP
Formato de datos ..... Estático: STH, Rinex2.01, Rinex3.02 and etc. Formato de correcciones RTK: RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1, RTCM 3.2 Formato de salida de datos: ASIC(NMEA-0183), Código binario (Binario SOUTH)
Admite modelos de red: VRS, FKP, MAC, Totalmente compatible con protocolo NTRIP

Sensores

Burbuja electrónica ..... El software del controlador puede mostrar la burbuja electrónica, chequeo del estado de nivelación del bastón en
Tiempo real IMU ..... módulo IMU incorporado, libre de calibración e interferencias magnéticas
Termómetro ..... Sensor de temperatura incorporado, Adoptando tecnología inteligente de control de temperatura, monitoreando y ajustando la temperatura del receptor.

Interacción de Usuario

Sistema Operativo ..... Linux
Botones ..... Botón único
Indicadores ..... 5 indicadores LEDs
Interacción web ..... Con el acceso a la gestión de la interfaz web interna a través de WiFi o conexión USB, los usuarios son capaces de monitorear el estado del receptor y cambiar las configuraciones libremente
Guía de voz ..... Proporciona indicaciones de estado y funcionamiento por voz, y admite chino / inglés / coreano / español / portugués / ruso / turco
Desarrollo secundario ..... Proporciona un paquete de desarrollo secundario y formato abierto de datos de observación de OpenSIC y la definición de la interfaz de interacción.
Servicio Cloud (nube) ..... La poderosa plataforma en la nube proporciona servicios en línea como administración remota, actualización de firmware, registro en línea, etc.

*Ítems marcados con * se actualizarán con la nueva versión de firmware*

Los datos provienen del laboratorio de productos GNSS de SOUTH, y los resultados pueden variar de acuerdo a las condiciones locales.

CE FC RoHS 8100

SOUTH
Target your success

SOUTH SURVEYING & MAPPING TECHNOLOGY CO., LTD.
Add: South Geo-information Industrial Park, No.39 Si Cheng Rd, Guangzhou, China
Tel: +86-20-23380888 Fax: +86-20-23380800
E-mail: mail@southsurvey.com export@southsurvey.com impexp@southsurvey.com gnss@southsurvey.com
http://www.southinstrument.com http://www.southsurvey.com

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DRON DJI MAVIC 3

PRIZMA TECHNOLOGY

IMPLEMENTACIÓN PROFESIONAL DE DRONES PARA INGENIERÍA

ESPECS. TÉCNICAS DJI MAVIC 3 ENTERPRISE (3E)

Aeronave

PRIZMADRONES.PE

Peso (con hélices, sin accesorios) [1]	DJI Mavic 3E: 915 g DJI Mavic 3T: 920 g
Peso máximo de despegue	DJI Mavic 3E: 1050 g DJI Mavic 3T: 1050 g
Dimensiones	Plegado (sin hélices): 221 × 96,3 × 90,3 mm (L × W × H) Desplegado (sin hélices): 347,5 × 283 × 107,7 mm (L × W × H)
Distancia Diagonal	380,1 mm
Velocidad máxima de ascenso	6 m/s (modo normal) 8 m/s (modo deportivo)
Velocidad máxima de descenso	6 m/s (modo normal) 6 m/s (modo deportivo)
Velocidad máxima de vuelo (al nivel del mar, sin viento)	15 m/s (modo normal) Adelante: 21 m/s, lateral: 20 m/s, atrás: 19 m/s (modo deportivo) [2]
Resistencia máxima a la velocidad del viento	12 m/s [3]
Altitud máxima de despegue sobre el nivel del mar	6000 m (sin carga útil)
Tiempo máximo de vuelo (sin viento)	45 minutos [4]
Max Hover Time (sin viento)	38 minutos
Distancia máxima de vuelo	32 kilometros
Ángulo de inclinación máximo	30° (modo normal) 35° (modo deportivo)
Velocidad angular máxima	200°/segundo
GNSS	GPS+Galileo+BeiDou+GLONASS (GLONASS solo es compatible cuando el módulo RTK está habilitado)
Precisión de desplazamiento	Vertical: ±0,1 m (con sistema de visión); ±0,5 m (con GNSS); ±0,1 m (con RTK) Horizontal: ±0,3 m (con sistema de visión); ±0,5 m (con sistema de posicionamiento de alta precisión); ±0,1 m (con RTK)
Rango de temperatura de funcionamiento	-10° a 40° C (14° a 104° F)
Almacenamiento interno	N / A
modelo de motor	2008
Modelo de hélice	Hélices 9453F para empresas
Faro	Integrado en el avión

Wide Cámara

PRIZMADRONES.PE

Sensor	DJI Mavic 3E: 4/3 CMOS, Píxeles efectivos: 20 MP DJI Mavic 3T: CMOS de 1/2 pulgada, Píxeles efectivos: 48 MP
Lente	DJI Mavic 3E: FOV: 84° Formato equivalente: 24 mm Apertura: f/2.8-f/11 Enfoque: 1 m a ∞ DJI Mavic 3T: FOV: 84° Formato equivalente: 24 mm Apertura: f/2.8 Enfoque: 1 m a ∞
Rango ISO	DJI Mavic 3E: 100-6400 DJI Mavic 3T: 100-25600
Velocidad de obturación	DJI Mavic 3E: Obturador electrónico: 8-1/8000 s Obturador mecánico: 8-1/2000 s DJI Mavic 3T: Obturador electrónico: 8-1/8000 s
Tamaño máximo de imagen	DJI Mavic 3E: 5280 × 3956 DJI Mavic 3T: 8000 × 6000
Modos de fotografía fija	DJI Mavic 3E: Único: 20 MP Temporizado: 20 MP JPEG: 0,7/1/2/3/5/7/10/15/20/30/60 s JPEG+RAW: 3/5/7/10/15/ 20/30/60 s Disparo inteligente con poca luz: 20 MP Panorama: 20 MP (imagen sin formato) DJI Mavic 3T: Único: 12 MP/48 MP Temporizado: 12 MP/48 MP JPEG: 2/3/5/7/ 10/15/20/30/60 s* Panorámica: 12 MP (imagen sin procesar); 100 MP (imagen unida) Disparo inteligente con poca luz: 12 MP * La captura de fotos de 48 MP no admite intervalos de 2 s
Resolución de video	H.264 4K: 3840 × 2160 a 30 fps FHD: 1920 × 1080 a 30 fps
tasa de bits	DJI Mavic 3E: 4K: 130 Mbps FHD: 70 Mbps DJI Mavic 3T: 4K: 85 Mbps FHD: 30 Mbps
Formatos de archivo admitidos	exFAT
Formato de foto	DJI Mavic 3E: JPEG/DNG (RAW) DJI Mavic 3T: JPEG
Formato de video	MP4 (MPEG-4 AVC/H.264)

PRIZMADRONES.PE

Tele Cámara

Sensor	CMOS de 1/2 pulgada, Píxeles efectivos: 12 MP
Lente	FOV: 15° Formato equivalente: 162 mm Apertura: f/4.4 Enfoque: 3 m a ∞
Rango ISO	DJI Mavic 3E: 100-6400 DJI Mavic 3T: 100-25600

Velocidad de obturación	Obturador electrónico: 8-1/8000 s
Tamaño máximo de imagen	4000×3000
Formato de foto	jpeg
Formato de video	MP4 (MPEG-4 AVC/H.264)
Modos de fotografía fija	DJI Mavic 3E: Único: 12 MP Temporizado: 12 MP JPEG: 0,7/1/2/3/5/7/10/15/20/30/60 s Disparo inteligente con poca luz: 12 MP DJI Mavic 3T: Único: 12 MP Temporizado: 12 MP JPEG: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s Disparo inteligente con poca luz: 12 MP
Resolución de video	H.264 4K: 3840 × 2160 a 30 fps FHD: 1920 × 1080 a 30 fps
tasa de bits	DJI Mavic 3E: 4K: 130 Mbps FHD: 70 Mbps DJI Mavic 3T: 4K: 85 Mbps FHD: 30 Mbps
Zoom digital	8x (zoom híbrido de 56x)

Cámara térmica [5]

PRIZMADRONES.PE

Cámara térmica	Microbolómetro VOx no refrigerado
Tamaño de píxel	12 micras
Cuadros por segundo	30 Hz
Lente	DFOV: 61° Equivalente al formato: 40 mm Apertura: f/1.0 Enfoque: 5 m a ∞
Sensibilidad	≤50 mk@F1.1
Método de medición de temperatura	Medidor puntual, Medición de área
Rango de medición de temperatura	-20° a 150° C (-4° a 302° F, modo de alta ganancia) 0° a 500° C (32° a 932° F, modo de baja ganancia)
Paleta	Blanco vivo/Negro vivo/Tinte/Hierro rojo/Hierro caliente/Ártico/Médico/Fulgurita/Arco iris 1/Arco iris 2
Formato de foto	JPEG (8 bits) R-JPEG (16 bits)
Resolución de video	640 × 512 a 30 fps
tasa de bits	6Mbps
Formato de video	MP4 (MPEG-4 AVC/H.264)
Modos de fotografía fija	DJI Mavic 3T: Sencillo: 640×512 Temporizado: 640×512 JPEG: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s
Zoom digital	28x
Longitud de onda infrarroja	8-14 micras
Precisión de medición de temperatura infrarroja	±2° C o ±2% (utilizando el valor mayor)

Solo para la versión DJI Mavic 3 Enterprise (3T)

Gimbal

Estabilización	3 ejes (inclinación, balanceo, panorámica)
Rango Mecánico	DJI Mavic 3E: Inclinación: -135° a 100° Rotación: -45° a 45° Panorámica: -27° a 27° DJI Mavic 3T: Inclinación: -135° a 45° Rotación: -45° a 45° Panorámica: -27° a 27°
Rango Controlable	Inclinación: -90° a 35° Panorámica: No controlable
Velocidad máxima de control (inclinación)	100°/segundo
Rango de vibración angular	±0.007°

PRIZMADRONES.PE

Detección

Tipo	Sistema de visión binocular omnidireccional, complementado con un sensor de infrarrojos en la parte inferior de la aeronave.
Delantero	Rango de medición: 0,5-20 m Rango de detección: 0,5-200 m Velocidad de detección efectiva: Velocidad de vuelo ≤15 m/s FOV: Horizontal 90°, Vertical 103°
Hacia atrás	Rango de medición: 0,5-16 m Velocidad de detección efectiva: Velocidad de vuelo ≤12 m/s FOV: Horizontal 90°, Vertical 103°
Lateral	Rango de medición: 0,5-25 m Velocidad de detección efectiva: Velocidad de vuelo ≤15 m/s FOV: Horizontal 90°, Vertical 85°
Hacia arriba	Rango de medición: 0,2-10 m Velocidad de detección efectiva: Velocidad de vuelo ≤6 m/s FOV: Delantero y trasero 100°, Izquierda y derecha 90°
Hacia abajo	Rango de medición: 0,3-18 m Velocidad de detección efectiva: Velocidad de vuelo ≤6 m/s FOV: Delantero y trasero 130°, Izquierda y derecha 160°
Entorno operativo	Hacia adelante, hacia atrás, lateral y hacia arriba: superficie con un patrón claro e iluminación adecuada (lux >15) Hacia abajo: superficie reflectante difusa con reflectividad difusa >20 % (p. ej., paredes, árboles, personas) e iluminación adecuada (lux >15)

Transmisión de vídeo

Sistema de transmisión de vídeo	Transmisión empresarial DJI O3
Calidad de visualización en vivo	Mando a distancia: 1080p/30fps
Frecuencia de funcionamiento [6]	2,400-2,4835 GHz 5,725-5,850 GHz
Distancia máxima de transmisión (sin obstrucciones, sin interferencias) [7]	DJI Mavic 3E: FCC: 15 km CE: 8 km SRRC: 8 km MIC: 8 km DJI Mavic 3T: FCC: 15 km CE: 8 km SRRC: 8 km MIC: 8 km

PRIZMADRONES.PE

Distancia máxima de transmisión (obstruida) [8]	Interferencia fuerte (edificios densos, áreas residenciales, etc.): 1,5-3 km (FCC/CE/SRRC/MIC) Interferencia media (áreas suburbanas, parques urbanos, etc.): 3-9 km (FCC), 3-6 km (CE/SRRC/MIC) Baja interferencia (espacios abiertos, áreas remotas, etc.): 9-15 km (FCC), 6-8 km (CE/SRRC/MIC)
Velocidad máxima de descarga [9]	15 MB/s (con DJI RC Pro Enterprise)
Latencia (según las condiciones ambientales y el dispositivo móvil)	Aprox. 200ms
Antena	4 Antenas, 2T4R
Potencia de transmisión (EIRP)	2,4 GHz: <33 dBm (FCC), <20 dBm (CE/SRRC/MIC) 5,8 GHz: <33 dBm (FCC), <30 dBm (SRRC), <14 dBm (CE)

DJI RC Pro Empresa

Sistema de transmisión de vídeo	Transmisión empresarial DJI O3
Distancia máxima de transmisión (sin obstrucciones, sin interferencias) [7]	FCC: 15 km CE/SRRC/MIC: 8 km
Frecuencia de operación de transmisión de video [6]	2,400-2,4835 GHz 5,725-5,850 GHz
Antena	4 Antenas, 2T4R
Potencia de transmisión de transmisión de video (EIRP)	2,4 GHz: <33 dBm (FCC), <20 dBm (CE/SRRC/MIC) 5,8 GHz: <33 dBm (FCC), <14 dBm (CE), <23 dBm (SRRC)
Protocolo Wifi	802.11 a/b/g/n/ac/ax Soporte 2×2 MIMO Wi-Fi
Frecuencia de funcionamiento de Wi-Fi [6]	2,400-2,4835 GHz 5,150-5,250 GHz 5,725-5,850 GHz
Potencia de transmisión Wi-Fi (EIRP)	2,4 GHz: <26 dBm (FCC), <20 dBm (CE/SRRC/MIC) 5,1 GHz: <26 dBm (FCC), <23 dBm (CE/SRRC/MIC) 5,8 GHz: <26 dBm (FCC/SRRC), <14dBm (CE)
Protocolo Bluetooth	Bluetooth 5.1
Frecuencia de funcionamiento de Bluetooth	2,400-2,4835 GHz
Potencia del transmisor Bluetooth (EIRP)	<10dBm
Resolución de la pantalla	1920×1080
Tamaño de pantalla	5,5 pulgadas
Pantalla	60 fps
Brillo	1000 liendres
Control de pantalla táctil	multitáctil de 10 puntos
Batería	Li-ion (5000 mAh a 7,2 V)
Tipo de carga	Se recomienda cargarlo con el adaptador de corriente DJI USB-C incluido (100 W) o el cargador USB a 12 V o 15 V
Potencia nominal	12W
Capacidad de almacenamiento	Almacenamiento interno (ROM): 64 GB Admite una tarjeta microSD para ampliar la capacidad.
Tiempo de carga	Aprox. 1 hora y 30 minutos (con el adaptador de corriente DJI USB-C (100 W) incluido solo cargando el control remoto o un cargador USB a 15 V) Aprox. 2 horas (con un cargador USB a 12 V) Aprox. 2 horas y 50 minutos (con el adaptador de corriente DJI USB-C incluido (100 W) cargando la aeronave y el control remoto simultáneamente)

PRIZMADRONES.PE

Tiempo de funcionamiento	Aprox. 3 horas
Puerto de salida de vídeo	Puerto mini-HDMI
Rango de temperatura de funcionamiento	-10° a 40° C (14° a 104° F)
Temperatura de almacenamiento	-30° a 60° C (-22° a 140° F) (dentro de un mes) -30° a 45° C (-22° a 113° F) (uno a tres meses) -30° a 35° C (-22° a 95° F) (tres a seis meses) -30° a 25° C (-22° a 77° F) (más de seis meses)
Temperatura de carga	5° a 40° C (41° a 104° F)
Aeronaves DJI compatibles [10]	DJI Mavic 3E DJI Mavic 3T
GNSS	GPS+Galileo+GLONASS
Dimensiones	Antenas plegadas y palancas de control desmontadas: 183,27 × 137,41 × 47,6 mm (L × An × Al) Antenas desplegadas y palancas de control montadas: 183,27 × 203,35 × 59,84 mm (L × An × Al)
Peso	Aprox. 680 gramos
Modelo	RM510B

PRIZMADRONES.PE

Almacenamiento

Tarjetas de memoria compatibles	Aeronave: se requiere U3/Class10/V30 o superior. A continuación se puede encontrar una lista de las tarjetas microSD recomendadas.
Tarjetas microSD recomendadas	Control remoto: SanDisk Extreme PRO 64GB V30 A2 microSDXC SanDisk High Endurance 64GB V30 microSDXC SanDisk Extreme 128GB V30 A2 microSDXC SanDisk Extreme 256GB V30 A2 microSDXC SanDisk Extreme 512GB V30 A2 microSDXC Lexar 667x 64GB V30 A2 microSDXC Lexar High-Endurance microSDC V3x0 High-Endurance 64GB Resistencia 128GB V30 microSDXC Lexar 667x 256GB V30 A2 microSDXC Samsung EVO Plus 64GB V30 microSDXC Samsung EVO Plus 128GB V30 microSDXC Samsung EVO Plus 256GB V30 microSDXC Samsung EVO Plus 512GB V30 microSDXC Kingston Canvas Go! Más 128 GB V30 A2 microSDXC Kingston Canvas React Más 128 GB V90 A1 microSDXC Aeronave: SanDisk Extreme 32GB V30 A1 microSDHC SanDisk Extreme PRO 32GB V30 A1 microSDHC SanDisk Extreme 512GB V30 A2 microSDXC Lexar 1066x 64GB V30 A2 microSDXC Kingston Canvas Go! Plus 64GB V30 A2 microSDXC Kingston Canvas React Plus 64GB V90 A1 microSDXC Kingston Canvas Go! Plus 128 GB V30 A2 microSDXC Kingston Canvas React Plus 128 GB V90 A1 microSDXC Kingston Canvas React Plus 256 GB V90 A2 microSDXC Samsung PRO Plus 256 GB V30 A2 microSDXC

Batería

Capacidad	5000 mAh
Voltaje estándar	15,4 voltios
Voltaje de carga máximo	17,6 voltios
Escribe	LiPo 4S
Sistema químico	LiCoO2

Energía	77 Wh
Peso	335,5g
Temperatura de carga	5° a 40° C (41° a 104° F)

Cargador

Input	100-240 V (alimentación de CA), 50-60 Hz, 2,5 A
Potencia de salida	100W
Producción	máx. 100 W (total) Cuando se utilizan ambos puertos, la potencia de salida máxima de cada interfaz es de 82 W, y el cargador asignará dinámicamente la potencia de salida de los dos puertos de acuerdo con la potencia de carga.

PRIZMADRONES.PE

Centro de carga

Input	USB-C: 5-20 V, 5,0 A
Producción	Puerto de batería: 12-17,6 V, 8,0 A
Potencia nominal	100W
Tipo de carga	Tres baterías cargadas en secuencia
Rango de temperatura de carga	5° a 40° C (41° a 104° F)

Módulo RTK

Dimensiones	50,2×40,2×66,2 mm (L×An×Al)
Peso	24±2 gramos
Interfaz	USB-C
Energía	Aprox. 1,2 vatios
Precisión de posicionamiento RTK	Fijo RTK: Horizontal: 1 cm + 1 ppm; Vertical: 1,5 cm + 1ppm

Altavoz

Dimensiones	114,1×82,0×54,7 mm (L×An×Al)
Peso	85±2 gramos
Interfaz	USB-C
Potencia nominal	3 vatios
Volumen máximo [11]	110dB @ 1m
Distancia de transmisión efectiva [11]	100m @ 70dB
Tasa de bits	16 kbps/32 kbps
Rango de temperatura de funcionamiento	-10° a 40° C (14° a 104° F)

PRIZMADRONES.PE

Otro

notas	[1] El peso estándar de la aeronave (incluyendo la batería, las hélices y una tarjeta microSD). El peso real del producto puede variar debido a diferencias en los materiales del lote y factores externos. [2] La velocidad máxima en el modo Sport es de 19 m/s cuando se opera en las regiones de la UE. [3] Resistencia máxima a la velocidad del viento durante el despegue y el aterrizaje. [4] Medido con Mavic 3 Enterprise Series volando a una velocidad constante de 32,4 kph en un entorno sin viento al nivel del mar hasta que la batería llegó al 0 %. Los datos son solo para referencia. Preste atención a los recordatorios de RTH en la aplicación DJI Pilot 2 durante el vuelo. [5] NO exponga las lentes de la cámara infrarroja a fuertes fuentes de energía como el sol, la lava o los rayos láser. De lo contrario, el sensor de la cámara podría quemarse y provocar daños permanentes. [6] En algunos países y regiones, las frecuencias de 5,8 y 5,1 GHz están prohibidas, o la frecuencia de 5,1 GHz solo está permitida para uso en interiores. Consulte las leyes y reglamentos locales para obtener más información. [7] Medido en un entorno sin obstrucciones ni interferencias. Los datos anteriores muestran el rango de comunicación más lejano para vuelos de ida y sin retorno (sin carga útil) bajo cada estándar. Durante su vuelo, preste atención a los recordatorios de RTH en la aplicación DJI Pilot 2. [8] Datos probados bajo diferentes estándares en entornos sin obstrucciones con interferencia típica. Se utiliza solo con fines de referencia y no ofrece ninguna garantía en cuanto a la distancia de vuelo real. [9] Medido en un entorno de laboratorio con poca interferencia en países/regiones que admiten 2,4 GHz y 5,8 GHz. Con imágenes guardadas en las tarjetas microSD recomendadas oficialmente. Las velocidades de descarga pueden variar según las condiciones reales. [10] Admitirá más aviones DJI en el futuro. Visite el sitio web oficial para obtener la información más reciente. [11] Los datos se midieron en un entorno controlado y son solo para referencia. La experiencia de uso real puede variar según la versión del software, la fuente de sonido, el entorno específico y otras condiciones.

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

BUILDRONS S.A.C.

CASA COMERCIALIZADORA DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES N°11211

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N°: 006802

DATOS DEL EQUIPO

RECEPTOR	:	GNSS
MARCA	:	SOUTH
MODELO	:	GALAXY G2
SERIE	:	SG50EB148724160
FECHA DE VERIFICACION	:	02/01/2026
FECHA DE VENCIMIENTO	:	02/01/2027



EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTATA QUE EL EQUIPO EN MENCION CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE, LUEGO DE HABER REALIZADO SU INSPECCION FISICA Y DE FUNCIONALIDAD, VERIFICANDO LA PRESICION Y LA CALIDAD DE SEÑAL RECIBIDA DE LAS CONSTELACIONES GPS, GLONASS. GALILEO Y BEIDOU.

- **POSICIONAMIENTO RELATIVO ESTATICO:**
  - ESTATICO HORIZONTAL : ± 3 mm + 0.5 ppm
  - ESTATICO VERTICAL : ± 5 mm + 1 ppm
- **POSICIONAMIENTO RELATIVO – REAL TIME KINEMATIC (RTK)**
  - CINEMATICO HORIZONTAL : ±8 mm + 1 ppm°
  - CINEMATICO VERTICAL : ±15 mm + 1 ppm

RESPONSABLE DE VERIFICACION:	PROPIETARIO:
BUILDRONS S.A.C	**RUC: 10427591072**
RUC : 20602734308	**JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS**
ELIANA PARI CONDORI SERVICIO TECNICO BUILDRONS S.A.C.	

ESTE DOCUMENTO NO ACREDITA LA TITULARIDAD O PROPIEDAD DE EQUIPO EVALUADO, SOLO GARANTIZA LA OPERATIVIDAD Y FUNCIONAMIENTO.

SG50EB148724160

Lima, Perú
915 170 565
buildronssac@gmail.com

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PANEL FOTOGRAFICO DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO EN CAMPO

DPL-01 (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Foto Nº 05.- Vista del punto **DPL Nº 01** - Ubicado en el área de estudio



Foto Nº 06.-Vista del punto de PERFORACIÓN Nº 01 Ubicado en el área de estudio

DPL-02 (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Foto Nº 05.- Vista del punto **DPL Nº 02** - Ubicado en el área de estudio



Foto Nº 06.-Vista del punto de PERFORACIÓN Nº 02 Ubicado en el área de estudio

DPL-03 (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Foto Nº 05.- Vista del punto **DPL Nº 03** - Ubicado en el área de estudio



Foto Nº 06.-Vista del punto de PERFORACIÓN Nº 03 Ubicado en el área de estudio

DPL-04 (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Foto Nº 05.- Vista del punto **DPL Nº 04** - Ubicado en el área de estudio



Foto Nº 06.-Vista del punto de PERFORACIÓN Nº 04 Ubicado en el área de estudio

PANEL FOTOGRAFICO DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO EN LABORATORIO



Foto Nº 05.- VISTA DEL ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG – Ensayo de Límite Plástico



Foto Nº 06.- VISTA DEL ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG – Ensayo de Límite Liquido



Foto Nº 05.- Vista de los ensayos de Límites de Atterberg



Foto Nº 06.- Vista del procedimiento del ensayo de granulometría, en conjunto con los ensayos de Atterberg nos permite clasificar el suelo.



Foto Nº 05.- Vista del ensayo de lavado para análisis granulométrico



Foto Nº 06.- Vista de las muestras secadas en el horno

ANEXO 03: **INFORME GEODESICO PARA OBTENCIÓN DATA IGN**

INFORME DE GEODESIA



TESIS: "
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"

TESISTAS:

MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS

Pucallpa, Perú
2026

INDICE

1. ANTECEDENTES 4
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO 4
OBJETIVO SECUNCARIO: 4
1.2 METODOLOGIA 4
1.3 UBICACIÓN Y LOCALIZACION DEL PROYECTO 10
1.4 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO 10
1.5 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO 11
1.6 CLIMA Y VEGETACION 11
1.6.1 CLIMA 11
1.6.2 TEMPERATURA 11
1.6.3 VIENTOS 11
1.6.4 PRECIPITACION 12
1.6.5 VEGETACION 12
1.7 FISIOGRAFIA Y TOPOGRAFIA 12
2. FUNDAMENINTOS TEORICOS 13
3. DATOS GENERALES 18
3.1.1.1 DATOS DE LA PERSONA RESPONSABLE DEL INFORME TÉCNICO 18
3.1.1.2 RECEPTOR Y ANTENA GPS/GNSS UTILIZUNO 18
3.1.1.3 RECEPTOR Y ANTENA GPS/GNSS UTILIZUNO 18
3.1.1.5 NOMBRE DE LA PERSONA NATURAL O JURÍDICA A QUIEN SE CERTIFICARÁ LOS PUNTOSGEODÉSICOS 18
3.1.1.6 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS 18
3.1.1.7 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS 19
4. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD Y/O CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS (ACTUALIZADOS Y/O EN VIGENCIA) 20
4.1 .GNNS (SOUTH GALAXY G2 SG50EB148724160) 20
5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS 21
5.1.1.1 CÁLCULO DE ALTURA VERTICAL PARA PUNTO GEODÉSICO PUESTO EN CAMPO 22
5.1.1.2 CÁLCULO DE ALTURA VERTICAL PARA EL P. GEODESICO 23
6. IMÁGENES DEL EQUIPO UTILIZADO 24
6.1 . GNNS (SOUTH G2 SERIE: SG50E8148724160) 24
7. FORMATO DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA 25
7.1.1.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA 25
7.1.1.1.2 PERIODO Y DURACIÓN DE LOS TRABAJOS 25
7.1.1.2.1 MONUMENTACIÓN 26
7.1.1.2.2 CONTROL HORIZONTAL 26
7.1.1.2.2.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA CADA PUNTO GEODESICO ESTABLECIDO 26
7.1.1.2.3 CÁLCULO 27
7.1.1.2.3.1 ESQUEMA O FIGURA DE LA LÍNEA BASE Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO 27
7.1.1.3 PERSONAL Y EQUIPOS 27
7.1.1.3.1 PERSONAL 27
7.1.1.3.2 EQUIPOS 27
7.1.1.3.3 SOFWARE 27
7.1.1.4 RESULTADOS 28
7.1.1.5 CONCLUSIONES 28
8. DIARIO DE OBSERVACION LLENADO EN CAMPO 29
9. SOFTWARE EMPLEADO PARA EL PROCESAMIENTO DEL PUNTO (VERSIÓN) 30
10. REPORTE DE PROCESAMIENTO Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO 30
10.1.1.1 ANÁLISIS DE PROCESAMIENTO 30
10.1.1.2 ANÁLISIS Y COMENTARIO DE RESIDUALES 30
11. DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DEL PUNTO GEODÉSICO 31
12. GALERIA DE FOTOS 32
12.1 PROCESO DE MONUMENTACIÓN O INCRUSTRACIÓN (DE SER EL CASO) 32
12.1.1 PROFUNDIDAD DEL TERRENO (EN CASO DE PREPARAR UN PILAR DE CONCRETO) 32

12.1.2 ANCLAJE DE DISCO DE BRONCE 33
12.1.3 INCRUSTACIÓN DEL DISCO DE BRONCE. 34
12.1.4 MONUMENTO TERMINADO. 34
12.1.5 IMÁGENES DEL RASTREO. 35
12.1.6 MEDICION DE ALTURA DE ANTENA, CARACTERIZANDO LA MARCA EN LA ANTENA O EL ACCESORIO EMPLEADO. 35
13. FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN BASE UTILIZADA). 36
14. REPORTE DE PROCESAMIENTO Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO 40
15. COMPROBANTE DE PAGO DEL FORMULARIO DE LA ESTACIÓN GNSS PERMANENTE 45
16. COMPROBANTE DE PAGO DE DATA DE LA ESTACION GNSS PERMANENTE 46
17. DECLARACIÓN JURADA DE NO PRESENTAR DOCUMENTACIÓN FALSA Y/O ADULTERADA. 47

INFORME DE ESTUDIO DE GEODESIA

1. ANTECEDENTES

Una parte fundamental de la geodesia es la determinación de la posición de puntos sobre la superficie terrestre mediante coordenadas (latitud, longitud, altura). La materialización de estos puntos sobre el terreno constituye la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) como la Red Geodésica Horizontal Oficial. En las últimas dos décadas, el desarrollo de las comunicaciones y las herramientas informáticas han producido un acrecentamiento tal en la posibilidad de obtener, almacenar, procesar e intercambiar información, que en el caso de la Geodesia se encuentra directamente relacionada con el trabajo de tipo espacial. A fin de definir con precisión la posición de un objeto en el espacio.

Hoy por hoy, los diferentes proyectos en la planeación y desarrollo de las actividades humanas requieren de su ubicación espacial, la cual está dada por la localización geográfica.

Dicha localización se expresa mediante coordenadas geográficas (latitud, longitud) o planas (Norte, Este), las cuales son la base de todos los sistemas de información geográfica. Todos los trabajos de georreferenciación deben estar referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), tomando el origen definido por el instituto Geográfico Nacional. Es indispensable que los trabajos cartográficos y geográficos que se realicen en el país se hallen de acuerdo a lineamientos técnicos, estándares y actividades mínimas que se debe cumplir en todo posicionamiento geodésico con el objeto de permitir la unificación de métodos y procedimientos, en un marco de referencia geodésico. Todos los trabajos de georreferenciación deben estar referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), tomando el origen definido por el instituto Geográfico Nacional. Los trabajos de geodesia a los que se refiere el presente informe, se han realizado para la elaboración de la tesis titulada: **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"** y en concordancia con la normatividad vigente para la correcta georreferenciación del proyecto se plantea establecer un (01) punto de control geodésico de orden "C" previos a realizar el levantamiento topográfico a detalle para el proyecto.

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Georreferenciar un (01) punto de control de orden "C" utilizando los métodos de posicionamiento satelital empleando receptores GNSS de doble frecuencia y precisión milimétrica, en el área de estudio, enlazada a la Red Geocéntrica Nacional (REGEN)

OBJETIVO SECUNCARIO:

- Monumentar un (01) hito de concreto con placa de bronce ubicado estratégicamente en el área de estudio de la presente tesis.
- Ejecutar la georreferenciación enlazada a la Red Geocéntrica Nacional (REGEN), utilizando un punto geodésico de orden "C" del instituto Geodésico Nacional (IGN).
- Obtener un (01) coordenada en WGS84, sistema de proyección oficial para Perfil, posicionamiento de GNSS diferencial de doble frecuencia mediante la técnica ESTATICO CON POST PROCESO.

1.2 METODOLOGIA

La metodología a detalle adoptada para el cumplimiento de los objetivos antes descritos es la siguiente.

- **Planeamiento.** - El planeamiento está ligado al estudio de pre -evaluación, por lo que se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - ✓ Establecer los rangos de exactitud y precisión mínimos y máximos posicionales

de acuerdo a la características y necesidades del proyecto. Así mismo se debe tener en cuenta la viabilidad de la ubicación de los puntos para lo cual se deben ser graficadas sobre una cartografía oficial existente.

- ✓ El plazo y periodo propuesto para cada punto geodésico, deben anotarse en un cronograma de ejecución.
- ✓ Los recursos económicos, humanos y logísticos, deben estar disponibles en el periodo propuesto.
- ✓ En el emplazamiento del punto geodésico, deben determinarse; la no existencia de obstáculos, ausencia de perturbaciones en el serial (como tendidos eléctricos, torres de telecomunicaciones, etc.), vías de acceso y otros, sobre una cartografía oficial.
- ✓ Las informaciones sobre la ubicación y características del lugar, las estaciones de rastreo permanente próximas, las estaciones fijas disponibles próximas y las instituciones gubernamentales (como los gobiernos regionales, municipalidades, etc.), deben anotarse en un cuaderno de trabajo.
- ✓ Los trabajos de campo correspondientes a la obtención de puntos geodésicos GNSS requerían previamente de una planificación a fin de asegurar la mejor eficiencia en términos de costo y tiempo.

- **Reconocimiento.** – Luego del planeamiento, se requiere reconocer los sitios seleccionados a fin de conocer detalles que pudieran no aparecer en la cartografía existente, como, por ejemplo, altura de árboles, edificaciones recientes, áreas con acceso restringido, etc. Se verificaban sobre el terreno, las características definidas en el planeamiento y establecer las condiciones y modalidades no previstas en el mismo.
  - ✓ Verificar el funcionamiento de la estación de rastreo permanente o la existencia y buena conservaci6n física de los puntos geod6sicos bases a utilizar.
  - ✓ Localizar y determinar las condiciones de estabilidad de los puntos geod6sicos de cota fija próximos pertenecientes a la red nacional.
  - ✓ Seleccionar en el terreno el área o áreas adecuadas para el establecimiento de punto o puntos geodésicos definitivos o permanentes tomando como referencia la densificación realizada en el planeamiento.
  - ✓ Comprobar las condiciones de observaci6n en cada área.
  - ✓ Determinar que el terreno debe tener una estabilidad razonable para garantizar la permanencia del punto geodésico que se establezca, Deben evitarse los terrenos erosionables o sometidos a procesos de deslizamientos, inundaciones entre otros.
  - ✓ El área a colocar el punto geodésico reunirán las siguientes condiciones:
    - Cielo despejado sobre los 10° desde el horizonte.
    - Evitar la existencia de superficies reflectantes a menos de 50 metros del punto geodésico a establecer (como espejos de agua, techos planos metálicos o cubiertos de materiales reflectantes, u otros). A menores distancias afectaban: las paredes u otras construcciones de mampostería, Líneas de transmisión de energía o antenas de equipos de comunjcaci6n, puestos de vigilancia, etc.
    - Fácil acceso y lugar apropiado para su estacionamiento sin provocar perturbaciones.
    - Procurar que el agua de lluvia o de cualquier otra procedencia fluya rápidamente para que el punto geodésico se mantenga seco, con lo que además se protege la marca contra los efectos de la oxidación.

- Determinar el desafío más adecuado a establecer según la característica de la zona propuesta de estudio.

✓ En caso de localizarse puntos geodésicos de otros proyectos o redes, cuya ubicación reúna las características establecidas, serán utilizadas a fin de evitar la proliferación de puntos geodésicos que confundan a los usuarios.

✓ Confeccionar un croquis descriptivo del sitio elegido, colocar sus coordenadas aproximadas y el mejor camino para su acceso. La información mínima requerida es la siguiente: denominación del proyecto, institución, operador, fecha, denominación del punto, nomenclatura, coordenadas aproximadas, tipo de marca, forma de acceso desde una localidad o vías de comunicación principal, persona de contacto, tipo de suelo, otras marcas geodésicas existentes, energía eléctrica (distancia a la que se encuentra disponible), diagrama de horizonte con las obstrucciones existentes, lugares de aprovisionamiento de combustibles y víveres, estado de los caminos y duración del recorrido, necesidad de vehículos especiales, etc.

✓ Al término del reconocimiento, se elaborará un informe de campo indicando todas las observaciones obtenidas y complementando con información gráfica sobre una cartografía oficial existente.

- **Condiciones del lugar para el establecimiento de puntos geodésicos. -**
  - Los puntos geodésicos deberán ser establecidos en un área donde en un radio no menor a 20 metros del lugar donde se ubica la marca (disco de bronce), se deben tener las siguientes condiciones: zona despejada de construcciones, líneas de transmisión de energía eléctrica, antenas de equipos de comunicación, puestos de vigilancia y superficies reflectantes (espejos de agua, calaminas metálicas u otro material reflectante).

- **Monumentación. –** utilizada el siguiente tipo de monumentación con las siguientes características.

  ✓ **Puntos geodésicos sobre pilares de hormigón.**

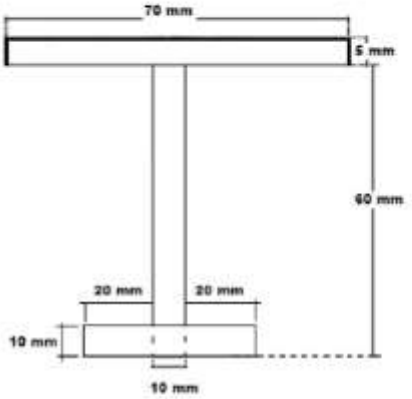
  El punto geodésico se materializa a través de un pilar de concreto, debiendo en el centro de la cara superior fijar un disco de bronce. Las especificaciones de construcción del pilar de concreto son:

  a) Forma: Prisma recto de bases cuadradas.
  b) Dimensiones de las bases: 40 centímetros de lado.
  c) Altura o Profundidad no menor de 60 centímetros, medidos a partir del ras del suelo.
  d) Con la finalidad de facilitar la visualización del punto geodésico, se admitirá que el monumento pueda sobresalir del ras del suelo hasta 30 centímetros, manteniendo la profundidad establecida en el ítem anterior.

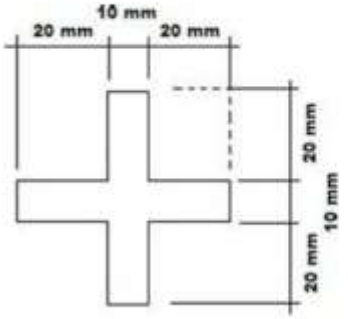
- **Identificación del Punto Geodésico. –** La identificación del punto geodésico será mediante un disco de bronce, fabricado en una sola pieza. El disco de bronce debe tener las siguientes características:

  a) El extremo superior será de forma circular de 70 milímetros de diámetro, con un espesor de 05 milímetros.

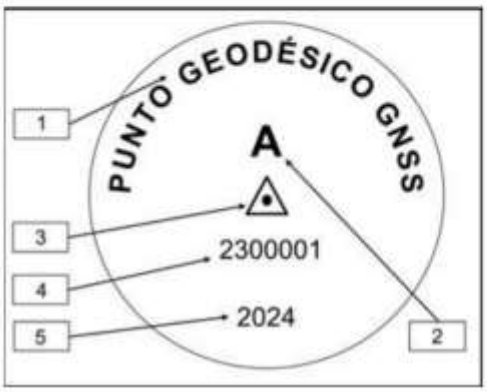
b) La parte media tendrá una longitud de 60 milímetros de largo y un diámetro de 10 milímetros.



c) El anclaje tendrá forma en cruz, sus brazos tendrán un diámetro de 10 milímetros y 50 milímetros de longitud.



- **Grabado de identificación. –** El grabado de identificación en el disco de bronce, consignará únicamente la siguiente información:
  - ✓ En el espacio 1, debe consignarse únicamente el siguiente texto: "PUNTO GEODÉSICO GNSS", se ubicará en el área establecida de forma centrada, tipo de letra: Arial y tamaño: 4 milímetros.
  - ✓ En el espacio 2, debe consignarse el orden del punto geodésico ("A", "B" o "C"), tipo de letra: Arial y tamaño: 10 milímetros.
  - ✓ En el espacio 3, debe consignarse un triángulo equilátero de 7 mm, con un punto de 1 milímetro de diámetro ubicado en el centro del triángulo.
  - ✓ En el espacio 4, debe consignarse el código del punto geodésico proporcionado por el IGN, tipo de letra: Arial y tamaño: 5 milímetros.
  - ✓ En el espacio 5, debe consignarse el año del posicionamiento GNSS, tipo de letra: Arial y tamaño: 4 milímetros.



- **Diario de Observación. –** Es el documento elaborado durante la realización del posicionamiento GNSS, en el cual se consignan los datos relativos al receptor y antena, así como, a las configuraciones establecidas. Estos datos son indispensables para el procesamiento de los datos GNSS. Se deberá confeccionar de acuerdo al formato señalado en el Anexo N°01.

- **Trabajos de campo.** - Según la naturaleza del trabajo a desarrollar. se establecerán los requisitos en cuanto a condiciones de observación que debe presentar un punto geodésico, así como las características particulares de su naturaleza. Para el punto geodésico de orden "C", deberán quedar definida las condiciones de observación en lo que respecta a tiempos de observaciones mínimos en cada línea base, GDOP máximo permitido, intervalo de registro o épocas, la máscara de elevación a emplear, el número mínimo de satélites y repetici6n de medidas de líneas base.
  Las observaciones estafan directamente relacionadas con la longitud de línea base, aumentando estos a medida que aumente dicha distancia. Deben quedar especificadas las propiedades y particularidades del entorno del punto geodésico sobre el que se va a realizar la medida.
  No se admitirán situaciones y ubicaciones donde se produzcan alteraciones y/o perturbaciones en el serial tales como observación de puntos geod6sicos próximos a tomes eléctricas o de telecomunicaciones, tendidos eléctricos, etc., determinados por el equipo de reconocimiento. Una vez colocado los puntos geodésicos permanentes y designados los puntos de apoyo, se iniciaba la toma de datos mediante el sistema GNSS, los datos los recogen los equipos de campo en los puntos geod6sicos designados por los equipos de reconocimiento, debido a las múltiples variables inherentes a una medida GNSS no existe una formula exacta para determinar los tiempos de observaci6n necesarios, los tiempos de ocupaci6n serán dependientes de la longitud de línea base, numero de satélites, GDOP y de las características del equipo empleado.
  Los registros GNSS se ha fan durante el tiempo y en los periodos que se especifiquen para cada caso, teniendo en cuenta que las medidas en condiciones meteorológicas negativas (granizadas, tormentas, etc.) podrían influenciar en el

resultado final y en todo caso no más allá de los límites de operaci6n y especificación técnica proporcionado por el fabricante del instrumento.
Los procesamientos y comprobaciones de campo se consideraban como parte integral de las observaciones, deberán hacerse inmediatamente al final de las mismas. Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden "C", se utilizada el método estático, estos se obtendrán con apoyo de un punto geodésico, de orden "0", que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico que se quiere establecer, considerando el tiempo continuo de observaci6n no menor a 900 registros o épocas (de coincidencia con la base), a no menor de un (1) segundo ni mayor de cinco (5) segundos de sincronización (con la base), con una elevación de la máscara no mayor a quince (15) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

- **Cálculos de gabinete.** Los cálculos de gabinete estarán constituidos por todas aquellas operaciones que, en forma ordenada y sistemática, calculen las correcciones y reducciones a las cantidades observadas y determinar los parámetros de interés mediante el empleo de criterios y formulas apropiadas que garanticen la exactitud requerida.
  Los datos se procesaban en software de procesamiento geodésico, LEYCA INFINITY 4.2.0.
  Para los cálculos en gabinete, se tendrá en cuenta lo siguiente:
  Puntos geodésicos de orden "C"
  Efemérides:
  Para los puntos geodésicos de orden "C", se utilizarán las efemérides precisas ultra rápidas (de 3 horas).
  Precisión:
  Horizontal: hasta 10.00 mm
  Vertical: hasta 15.00 mm
  Tipo de solución:
  Según el proyecto a realizar se utilizaban solución fija, Los resultados del cálculo trabajando con fase deben dar fija (fijando las ambigüedades).

1.3 UBICACIÓN Y LOCALIZACION DEL PROYECTO.

El Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano se encuentra Ubicado en el sector la Hoyada de la Av. Sáenz Peña ultima cuadra, en el Distrito de CALLERIA, ubicada en la Provincia de CORONEL PORTILLO en el departamento de UCAYALI. Bajo la administración del Gobierno Regional de UCAYALI en el Perú Ubicado a 148.00 msnm.

La ubicación del área de estudio políticamente y geográficamente se describe de la siguiente manera:

- Ubicación Política:

Lugar	: Sector barrio La Hoyada
Distrito	: Calleria
Provincia	: Coronel Portillo
Departamento	: Ucayali

- Ubicación Geográfica:

Este	: 552153.673 E
Norte	: 9074565.877 N
Altitud	: 148.00 m.s.n.m.



Figura Nº 2.1 Vista de la Zona de estudio "Departamento de Ucayali"

1.4 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El terreno está Ubicado en el Sector la Hoyada, es de topografía plana con pendiente baja, no accidentada y con sinuosidad baja, dentro del área de trabajo, si existen construcciones de viviendas, así como también la via se encuentra afirmadas desde el acceso principal y pavimentada al centro de la ciudad de Pucallpa.

Para determinar los límites y vértices del terreno se han recorrido todo el perímetro de interés antes de iniciar la Colocación de los Puntos Geodésicos, para obtener cada vértice del polígono como un punto con coordenadas en la toma de datos.

La configuración topográfica existente en el sector frontal y posterior son planas con pendientes entre 0-5%.

1.5 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

El proyecto de **Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano** se localiza en el sector La Hoyada, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, en la República del Perú.

Las vías de acceso y los tiempos de traslado hacia el área del proyecto se presentan en el cuadro siguiente, elaborado por el grupo de trabajo:

Cuadro 01- Acceso al El Sector Barrio La Hoyada

RUTA	MEDIO DE TRANSPORTE	TIPO VIA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (HH:MM:SS)
Plazas de armas Pucallpa – Sector Barrio la Hoyada	Mototaxis Motocicletas	Pavimentada – Afirmado	4.80 Km aprox.	10 Minutos

FUENTE: Tesistas

1.6 CLIMA Y VEGETACION

1.6.1 CLIMA.

En la ciudad de Pucallpa, los veranos son cortos, cálidos y parcialmente nublados; los inviernos son cortos, calurosos, mojados y nublados y está opresivo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 20 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 18 °C o sube a más de 35 °C.

1.6.2 TEMPERATURA.

La ciudad de Pucallpa tiene un clima ecuatorial. Suele ser (muy) caluroso, húmedo y lluvioso durante todo el año. La temperatura media anual en Campo Verde es 23° y la precipitación media anual es 16 mm. No llueve durante 234 días por año, la humedad media es del 77% y el Índice UV es 6.

La mejor época para visitar Campo Verde en Pucallpa es de Abril a diciembre. En este periodo, tendrá una temperatura agradable casi no hay precipitaciones. La temperatura media más alta en Campo Verde es de 26°C en febrero y la más baja es de 21°C en julio. La temperatura máxima del agua es de 24°C y no baja de 17°C

1.6.3 VIENTOS.

- Estación seca (junio a noviembre): Durante esta época, los vientos predominantes provienen del sureste, con velocidades moderadas que oscilan entre 5-15 km/h. Estos vientos contribuyen a la sequedad y a la disminución de las precipitaciones en la región.
- Estación lluviosa (diciembre a mayo): En esta época, los vientos cambian hacia el noreste y norte, con velocidades ligeramente más altas que en la estación seca,

llegando a 10-20 km/h. Estos vientos más húmedos y cálidos favorecen la formación de nubes y la ocurrencia de precipitaciones en la región.

1.6.4 PRECIPITACION.

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Pucallpa varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 7.4 meses, de 30 de setiembre a 10 de mayo, con una probabilidad de más del 36 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Pucallpa es Marzo, con un promedio de 17.0 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 4.7 meses, del 10 de mayo al 30 de setiembre. El mes con menos días mojados en Pucallpa es Agosto, con un promedio de 5.9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Pucallpa es Marzo, con un promedio de 17.0 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 57 % el 6 de marzo.

1.6.5 VEGETACION.

La densa vegetación de la selva amazónica también juega un papel importante en la modificación de los patrones del viento. La resistencia al flujo del aire causada por la vegetación puede reducir la velocidad del viento y alterar su dirección.

1.7 FISIOGRAFIA Y TOPOGRAFIA.

La topografía en la ciudad de Pucallpa, ubicada en la región de Ucayali, Perú, se caracteriza por ser una zona de transición entre la selva amazónica y las primeras estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes. A continuación, te proporciono una descripción detallada de la topografía de esta zona:

Características Generales

- Planicie Amazónica: La mayor parte de Campo Verde se encuentra en la planicie amazónica, caracterizada por una topografía plana a ligeramente ondulada, con altitudes que oscilan entre 150-300 metros sobre el nivel del mar.

- Valles y Quebradas: La región presenta una serie de valles y quebradas que drenan hacia los ríos principales, como el río Ucayali y sus afluentes. Estos valles y quebradas pueden tener pendientes moderadas a pronunciadas.

- Colinas y Lomas: En algunas áreas, se encuentran colinas y lomas de baja altura (menos de 500 metros sobre el nivel del mar), que pueden estar cubiertas de vegetación densa.

2. FUNDAMENNTOS TEORICOS

- **Achatamiento. -** Aplastamiento o depresión terrestre en los polos por efecto de la rotación terrestre, se expresa en forma de fracción que relaciona la diferencia del radio ecuatorial y el polar sobre el radio ecuatorial:

$$\text{achatamiento} = f = \frac{a-b}{a}.$$

  Siendo a, el radio ecuatorial y b, el radio polar

- **Ajuste.-** Es el proceso de obtener una posición a partir de tres o más posiciones obtenidas mediante el procesamiento de líneas de base.
- **Altura optométrica. -** Es la distancia entre un punto en el terreno con respecto al geoide (superficie equipotencial que coincide con el nivel medio del mar), medida a lo largo de la vertical del lugar.
- **Altura. -** Es la distancia vertical respecto a un plano arbitrariamente tomado como superficie de nivel, o respecto a una superficie curva real o imaginaria elegida como superficie de referencia (vertical entre el plano horizontal del observador y un punto elevado).
- **Altura de antena. -** La altura de la antena es la distancia vertical o inclinada, medida desde el punto ubicado en centro del disco de bronce hasta el punto de referencia en la antena establecida por su fabricante.
- **Punto de Referencia de Antena. -** Es la marca establecida en la antena o en la herramienta auxiliar (placa de extensión, gancho y otros) establecido por el fabricante de la antena GNSS para realizar la medición de la altura de la antena.
- **Altura elipsoidal. -** Es la distancia entre un punto en el terreno con respecto al elipsoide (WGS84, GRS80 y otros).
- **Ambigüedad. -** Es el número entero de ciclos desconocidos de la fase portadora.
- **Coordenadas. -** Son un conjunto de valores que designan la posición ocupada por un punto en relación a un sistema de referencia, pueden ser métricos (coordenadas UTM) o angulares (coordenadas Geográficas).
- **Coordenadas Geográficas. -** Son los valores angulares de Latitud y de Longitud, medidos a partir del plano ecuatorial y del meridiano de Greenwich, sirven para indicar la posición horizontal de un punto sobre la superficie de la Tierra.
- **Coordenadas UTM o planas. -** Son las que se obtienen a partir de la proyección Universal Transversa de Mercator UTM, se expresa en Este y Norte y su unidad de medida es el metro.
- **Datum Un Datum. -** es un Sistema de Referencia Geodésico, para los fines del referente manual el datum horizontal es el GRS80 y/o WGS84.
- **Dilución de la precisión geométrica (GDOP. - Geometric Dilution of Precisión).-** Se trata de un valor de incertidumbre en la posición debida a la geometría de los satélites y a la precisión del tiempo de la medida.
- **Dilución de precisión de posición (PDOP. - Position Dilution of Precisión**).- Valor de incertidumbre de la posición debida únicamente a la geometría de los satélites, valores iguales o inferiores a 6 indican una adecuada geometría de los satélites.
- **Efemérides GNSS. -** Es la información que permite determinar la posición de los satélites GNSS en la órbita en un tiempo determinado.
- **Efemérides transmitidas. -** Son las efemérides que se reciben por el receptor al momento del posicionamiento, vienen en el mensaje de navegación.
- **Efemérides precisas.-** Son las efemérides que publican diferentes agencias o instituciones. Son de tres tipos: • Ultra rápidas • Rápidas • Finales

- **EGM 2008.-** Modelo matemático para representar el campo gravitacional de la Tierra y permite modelar el geoide a escala global, fue desarrollado por la National Geospatial Intelligence Agency (NGA) de los Estados Unidos de América en el año 2008.
- **Elipsoide de Referencia. -** Es la superficie formada por la revolución de una elipse alrededor de su eje menor. Usado como dato de comparación en levantamientos geodésicos del globo terrestre. Es la figura matemática que más se aproxima a la forma de la Tierra.

Elipsoide	:	GRS80 (Geodetic Reference System 1980)
Datum	:	Geocéntrico
Semi Eje Mayor	:	6 378 137 metros
Semi Eje Menor	:	6 356 752,31414 metros
Achatamiento	:	1/298,257222101

Para efectos prácticos, como elipsoide de referencia, puede ser utilizado el World Geodesic System 1984 (WGS84), con los siguientes parámetros.

Elipsoide	:	WGS84 (World Geodesic System 1984)
Datum	:	Geocéntrico
Semi Eje Mayor	:	6 378 137 metros
Semi Eje Menor	:	6 356 752,31424 metros
Achatamiento	:	1/298,257223563

- **Error Medio Cuadrático (EMC) (RMS).-** Muestra la calidad de la solución. Se basa únicamente en el ruido de medición de las observaciones de alcance de los satélites y es independiente de la geometría de los satélites. Cuanto más cercano a cero, mejor.
- **Errores por Trayectoria Múltiple y Multipath.-** Errores que se presentan debido a que las señales GNSS han sufrido alteración en su trayectoria original.
- **Estación de Rastreo Permanente (ERP)**.- Es una estación de referencia GNSS de operación continua, consta de un receptor y antena GNSS, una interface de conectividad (internet, telefónica o radial), un sistema de alimentación de energía y un sistema de protección. Los datos GNSS recibidos son transmitidos al Centro de Procesamiento Geodésico SIRGAS PE.
- **Estación base**. - Es un receptor GNSS/GPS estacionado en un punto de coordenadas conocidas. Las ERP constituyen estaciones base. Estación Rover Es un receptor GNSS/GPS estacionado en un punto del cual se desea determinar sus coordenadas.
- **Formato Nativo o Archivo Nativo. -** Es un formato de archivo que almacena datos GNSS de acuerdo al diseño y programación del fabricante del receptor GNSS. Singulariza a cada marca de receptores GNSS, ya que solo puede ser leído por su propio programa de procesamiento de datos GNSS.
- **Formato RINEX**. - Es un formato de archivos de texto, que contiene los observables, los datos de navegación y/o los datos atmosféricos. Su finalidad es el intercambio de datos GNSS independiente del receptor que los almacena.
- **Geodesia**. - Es la ciencia que estudia la forma, tamaño y el campo gravitacional de la Tierra y sus cambios temporales.
- **Geodesia Geométrica**. - Estudia la geometría, los parámetros de tamaño, forma y posición del elipsoide de revolución.

- **Geodesia física**. - Estudia el campo de la gravedad terrestre y la distribución de masas. Estudia al Geoide como superficie equipotencial del campo de la gravedad de la Tierra.
- **Geodesia espacial o Satelital. -** Estudia la forma, tamaño y el campo gravitacional de la Tierra y sus cambios temporales, haciendo empleo de satélites y elementos espaciales.
- **Geoide. -** Es la superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que mejor se ajusta al nivel medio del mar sin perturbaciones y que es perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad, sirve como referencia para la medición de las alturas ortométricas.
- **GNSS. -** Acrónimo de Global Navigation Satellite System, utilizado para denominar al conjunto de sistemas de posicionamiento satelital e incluye a los actuales NAVSTAR-GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU.
- **Incrustación. -** Debe entenderse como la fijación firme (a través de cemento o algún adhesivo epóxico) por medio de la penetración del disco de bronce en su totalidad en una superficie sólida, sin traspasarla o atravesarla.
- **ITRF = International Terrestrial Reference Frame**.- Marco de Referencia Terrestre Internacional, materializado y mantenido por el IERS. Sus coordenadas están relacionadas a un sistema con origen en el centro de masa de la Tierra (incluidos los océanos y la atmósfera) y orientación de sus ejes consistentes con las resoluciones emanadas de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG) y la Unión Astronómica Internacional (IAU). Las coordenadas de los puntos cambian con el tiempo. El sistema de referencia terrestre internacional convencional se materializa a través de las coordenadas de una serie de estaciones distribuidas por todo el mundo en ese sistema de referencia, constituyendo el ITRF (Internacional Terrestrial Reference Frame), establecido y mantenido por la IERS.
- **Línea base. -** Línea recta que une una estación Base a una Estación Rover durante el posicionamiento GNSS.
- **Marco de referencia (geodésico)**.- Es la materialización de un sistema de referencia geodésico, a través de un conjunto de estaciones de control fijas, establecidas sobre la superficie terrestre por sus respectivas coordenadas y correspondientes variaciones en el tiempo. Máscara de elevación Es el ángulo de elevación que se establece para restringir la recepción de señales GNSS.
- **Meridiano**. - Es una línea de referencia (semicirculo) que se define por su correspondiente longitud, (como el meridiano de Greenwich), que va de polo a polo del globo terráqueo. Todos los puntos que pertenezcan al mismo meridiano se caracterizan por tener la misma hora local.
- **Meridiano de Greenwich.-** Meridiano origen que pasa por el Observatorio Real de Greenwich, e indica los cero grados de longitud, a partir del cual se miden todos los meridianos hacia el este y al oeste.
- **Partes por millón (ppm).-** Expresión del error relativo usado frecuentemente para referirse al error en la determinación de distancias en relación con la distancia o el valor total.
- **Posicionamiento Estático Relativo o diferencial.-** Determinación de las coordenadas de un punto, mediante el posicionamiento simultáneo de como mínimo dos receptores GNSS, donde uno de ellos ocupa una posición de coordenadas conocidas (Estación base).
- **Posicionamiento puntual o absoluto.**- Determinación de las coordenadas de un punto a partir de posicionamiento de solo un receptor GNSS.

- **Post – procesamiento.-** Procesamiento de datos obtenidos durante el posicionamiento GNSS.
- **Precisión**.- Grado de consistencia entre los valores observados de una determinada magnitud o su repetitividad basada en el grado de discrepancia entre los valores observados.
- **SIRGAS**.- Acrónimo de Sistema de Referencia Geodésico para las Américas. Constituye una densificación continental del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).
- **Software Comercial para procesamiento de datos GNSS.-** Programa desarrollado por los fabricantes de receptores GNSS, para el procesamiento de los datos obtenidos durante el posicionamiento. Sus fabricantes garantizan los resultados obtenidos.
- **Software cientifico para procesamiento de datos GNSS**.- Programa o conjunto de programas desarrollados por laboratorios o centros de investigación para procesar datos GPS/GNSS, los más conocidos son: Bernese y Gamit Globk.
- **Solución fija**. - Es la solución que se obtiene, cuando el procesador de líneas base resuelve la búsqueda de ambigüedad y se han fijado en sus valores enteros, y lo hace con una fiabilidad que le permite seleccionar el mejor conjunto de enteros.
- **Solución flotante**. - Es la solución que se obtiene cuando el procesador de líneas base no es capaz de resolver la búsqueda de ambigüedad del entero con suficiente fiabilidad y, por lo tanto, no logra seleccionar el mejor conjunto de enteros. Se denomina 'flotante' porque la ambigüedad incluye una parte fraccionaria.
- **Varianza**.- Medida de dispersión, alrededor del promedio probable de una cantidad evaluada normalmente mediante la expresión:

$$s_n^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - X\right)^2 = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i^2\right) - X^2$$

Siendo:

- X_i : cada dato
- n : El número de datos
- X : la media aritmética de los datos

- **Velocidad**.- En el contexto de la geodesia moderna, es el cambio de las coordenadas en función del tiempo, originado fundamentalmente por el movimiento de las placas tectónicas. Se expresa en mm/año.
- **Sistema Geodésico Oficial.-** Sistema conformado por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, implementada y administrada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN); constituye el sistema de referencia único a nivel nacional, el cual se encuentra integrado al Sistema de Referencia Geodésico Mundial. Está materializado por puntos localizados dentro del ámbito del territorio nacional, mediante monumentos o marcas, que interconectados permiten la obtención conjunta o por separado de su posición geodésica (coordenadas), altura o del campo de gravedad, enlazado al sistema de referencia nacional.
- **Red Geodésica Horizontal Oficial:** Es la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC) la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geodésico para las Américas (SIRGAS) sustentado en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 – International Terrestrial Reference Frame 2000 (ITRF2000) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 2000.4 relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980 – Geodetic

Reference System 1980 (GRS80). Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado además el World Geodetic System 1984 (WGS84).

- **Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo.-** Es el conjunto de Estaciones de Rastreo Permanente (GNSS) administrada por el Instituto Geográfico Nacional, que materializan el Sistema Geodésico Horizontal Oficial, la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) sustentado en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 (ITRF2000) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 2000.4 relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980 (GRS80), para efectos prácticos se empleará el elipsoide World Geodetic System 1984 (WGS84). Este Marco de Referencia Geodésico oficial, proporcionará la base de toda la información geoespacial que se genere por método directo e indirecto en el país.
- **Red Geodésica Vertical Oficial.-** Es la Red Geodésica de Nivelación Nacional, a cargo del Instituto Geográfico Nacional, la misma que tiene como superficie de referencia el Nivel Medio del Mar, conformado por Marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM) distribuidos dentro del ámbito del territorio nacional a lo largo de las principales vías de comunicación terrestre, los mismos que constituyen bienes del Estado.

- **Símbolos y Abreviaturas:**
  - ✓ **GNSS** : Global Navigation Satellite System (Sistema Satelital de Navegación Global).
  - ✓ **UTM** : Universal Transversa de Mercator
  - ✓ **DOP** : Dilution Of Precision (Dilución de la precisión)
  - ✓ **GDOP** : Geometric Dilution Of Precision (Dilución geométrica de la precisión)
  - ✓ **NAVSTAR** : Navigation System with Time and Ranking (Sistema de navegación en tiempo y distancia)
  - ✓ **PDOP** : Position Dilution off Precisión (Dilución de la precisión en la posición)
  - ✓ **RINEX** : Receiver Independent Exchange (Intercambio independiente del receptor)
  - ✓ **RMS** : Root mean square (Error medio cuadrático)
  - ✓ **ERP** : Estaciones de rastreo permanente
  - ✓ **REGPMOC** : Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo

3. DATOS GENERALES.

3.1.1.1 DATOS DE LA PERSONA RESPONSABLE DEL INFORME TÉCNICO.

NOMBRE:	Ing. JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS
DNI:	**42759107**
DIRECCION:	CALLE. 2 MZ. E LT. 6 A.H. SAGRADO CORAZON DE JESUS – MANANTAY / PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO / DEPARTAMENTO DE UCAYALI
CELULAR:	957294552
CORREO:	cibor17@hotmail.com valenzuelamaju@gmail.com
FIRMA Y POST-FIRMA:	Garcia Dantas Jose Eriberto INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 345986

3.1.1.2 RECEPTOR Y ANTENA GPS/GNSS UTILIZUNO

CATEGORÍA	TIPO GPS/GNSS	MODELO	MARCA
RECEPTOR	GNSS	G2	SOUTH
ANTENA	GNSS	STHGALAXY G2	SOUTH

3.1.1.3 RECEPTOR Y ANTENA GPS/GNSS UTILIZUNO

SOFTWARE:	TRIMBLE BUSINESS CENTER
VERSIÓN:	2024.10

3.1.1.4 CÓDIGOS DE PUNTOS GEODÉSICOS A CERTIFICAR

Nº	CÓDIGOS DE PUNTOS GEODÉSICOS
1	2024250
2	

3.1.1.5 NOMBRE DE LA PERSONA NATURAL O JURÍDICA A QUIEN SE CERTIFICARÁ LOS PUNTOSGEODÉSICOS.

SE CERTIFICA A:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CORONEL PORTILLO

3.1.1.6 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS.

CODIGO:	2024250 y 2024251
UBIGEO:	250105
DEPARTAMENTO:	UCAYALI

PROVINCIA:	CORONEL PORTILLO
DISTRITO:	CALLERIA
REFERENCIAS:	AL OESTE A 5.4 KM DEL CENTRO DE LA PLAZA DE ARMAS DE PUCALLPA.
ACCESIBILIDAD:	PARTIENDO DE LA PLAZA CENTRAL DE PUCALLPA COMO PUNTO DE INICIO, SE SIGUE AL NORESTE POR EL JR. SUCRE HACIA EL JR. TARAPACA, LUEGO SE INGRESA A LA IZQUIERDA EN LA 1RA INTERSECCION HACIA EL JR. TARAPACA 700.00 M, LUEGO SE GIRA A LA IZQUIERDA CON DIRECCION A SAENZ PEÑA HASTA CONECTAR CON EL SECTOR BARRIO LA HOYA, DONDE SE ENCUENTRA UBICADO EL PUNTO GEODESICO DE ORDEN "C" CON RECORRIDO DE APROXIMANDAMENTE DE 2.5 KM.

3.1.1.7 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS.

N°	EQUIPOS/INSTRUMENTOS	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1	RECEPTOR GNSS	SOUTH	G3	02
2	TRÍPODE	SIA	N°40F	02
3	WINCHA	STANLEY	5M	01

4. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD Y/O CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS (ACTUALIZADOS Y/O EN VIGENCIA)

4.1 .GNNS (SOUTH GALAXY G2 5G50EB148724160)

BUILDRONS S.A.C.

CASA COMERCIALIZADORA DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES N°11211

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N°: 006802

DATOS DEL EQUIPO

RECEPTOR	:	GNSS
MARCA	:	SOUTH
MODELO	:	GALAXY G2
SERIE	:	5G50EB148724160
FECHA DE VERIFICACION	:	02/01/2026
FECHA DE VENCIMIENTO	:	02/01/2027



EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTATA QUE EL EQUIPO EN MENCION CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE, LUEGO DE HABER REALIZADO SU INSPECCION FISICA Y DE FUNCIONALIDAD, VERIFICANDO LA PRESICION Y LA CALIDAD DE SEÑAL RECIBIDA DE LAS CONSTELACIONES GPS, GLONASS, GALILEO Y BEIDOU.

- **POSICIONAMIENTO RELATIVO ESTATICO:**
  - ESTATICO HORIZONTAL : ± 3 mm + 0.5 ppm
  - ESTATICO VERTICAL : ± 5 mm + 1 ppm
- **POSICIONAMIENTO RELATIVO – REAL TIME KINEMATIC (RTK)**
  - CINEMATICO HORIZONTAL : ±8 mm + 1 ppm²
  - CINEMATICO VERTICAL : ±15 mm + 1 ppm

RESPONSABLE DE VERIFICACION:	PROPIETARIO:
BUILDRONS S.A.C	**RUC: 10427591072**
RUC : 20602734308	**JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS**
ELIANA PARI CONDORI SERVICIO TECNICO BUILDRONS S.A.C.	*Garcia Dantas Jose Eriberto* INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 345986

ESTE DOCUMENTO NO ACREDITA LA TITULARIDAD O PROPIEDAD DE EQUIPO EVALUADO, SOLO GARANTIZA LA OPERATIVIDAD Y FUNCIONAMIENTO.

5G50EB148724160

Lima, Perú
915 170 565
buildronssac@gmail.com

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS.

SOUTH
Target your success

GALAXY G2



ESPECIFICACIONES

Características GNSS

Canales 1598
GPS L1, L1C, L2C, L2P, L5
GLONASS L1C/A, L1P, L2C/A, L2P), 3*
BDS BDS-2: B1, B2I, B3I
BDS-3: B1I, B3I, B1C, B2a, B2b*
GALILEO ..... E1, E5A, E5B, E6C, A-BOC*
SBAS (WAAS/MSAS/EGNOS/GAGAN) L1*
IRNSS L5*
QZSS L1, L2C, L5*
MSS Banda-L (Reservado)* ..... BDE-PPP
Tasa de salida de posicionamiento ..... 1Hz~20Hz
Tiempo de inicialización ..... < 10s
Fiabilidad de la inicialización ..... > 99.99%

Precisión en Posicionamiento

Pos. diferencial GNSS código ..... H: 0.25 m + 1 ppm, V: 0.50m + ppm RMS
Estático de larga duración ..... H: 2.5 mm + 0.1 ppm, V: 3 mm + 0.4 ppm RMS
Estático/Estático Rápido ..... H: 2.5 mm + 0.5 ppm, V: 3.5 mm + 0.5 ppm RMS
PPK ..... H: 3 mm + 1 ppm, V: 5 mm + 0.5 ppm RMS
RTK (UHF) ..... H: 8 mm + 1 ppm, V: 15 mm + 1 ppm RMS
RTK (NTRIP) ..... H: 8 mm + 1 ppm, V: 15 mm + 1 ppm RMS
Posicionamiento SBAS ..... Típicamente < 5m 3DRMS
L-band ..... H: 5-10 cm, V: 10-30 cm (3 ~ 30 minutos)
Tiempo de inicialización RTK ..... 2 ~ 8s
Compensación de inclinación IMU ..... Incertidumbre adicional a la punta del bastón. Típicamente menos de 10mm + 0.7 mm* por debajo de 30°
Compensación de inclinación IMU ..... de 0° ~ 60°

Características del Hardware

Dimensiones ..... 130.5mm(φ) × 84mm(H)
Peso ..... 856g (Batería Incluida)
Material ..... Carcasa de aleación de magnesio y aluminio
Temperatura de operación ..... -25°C ~ +65°C
Temperatura de almacenamiento ..... -30°C ~ +80°C
Humedad ..... 100% sin condensación
Impermeable / a prueba de polvo ..... IP68, protección para inmersiones prolongadas a una profundidad de 1 metro/IP68, totalmente protegido contra polvo transportado por el viento.
Choque / Vibración ..... Resiste caídas naturales hasta 2 metros instalado en el bastón hacia piscina de concreto
Fuente de alimentación ..... 6-28V DC, protección por sobretensión
Batería ..... Integrada de 6800mAh recargable, Batería de Iones de Litio
Duración de batería ..... Una batería: 18h (modo estático) 6h (Base RTK+UHF) 12h (Rover + Bluetooth) 12h (Rover RTK+UHF), 15h (Rover RTK+Bluetooth)

Comunicaciones

Puertos (I/O) ..... SRN LEMO Puerto de energía externa + RxD3 Interfaz tipo C (carga+OTG+Ethernet) 1 Interfaz Antena UHF Ranura para tarjeta SIM (Micro SIM)
UHF interno ..... Radio receptor y transmisor, Potencia 2W
Rango de frecuencia ..... 410~470MHz
Protocolos de comunicación ..... Farlink, Trimtalk450s, SOUTH, SOUTH+, SOUTHx, HUACE, Hi-target, Satel
Rango de comunicación ..... Típico de 8km con Protocolo Farlink
Red móvil celular ..... 4G módulo celular estándar, personalizable a módulo 5G
Bluetooth ..... Bluetooth 3.0/4.1 estándar, Bluetooth 2.1+EDR
Comunicación NFC ..... mediante un rango corto (menos a 10 cm) Emparejamiento automático entre el receptor y el controlador (el controlador debe tener la opción de comunicación NFC)

WiFi

Módem ..... 802.11b/g estándar
Punto de acceso WiFi ..... El receptor emite el acceso a su Web UI mediante cualquier dispositivo móvil
Enlace de Datos WiFi ..... El receptor puede transmitir y recibir flujo de datos de corrección a través de un enlace WiFi

Almacenamiento/Transmisión

Memoria ..... 8GB SSD memoria interna estándar, expandible hasta 64GB. Almacenamiento de ciclo (la data más antigua será eliminada automáticamente cuando no haya suficiente espacio) Admite almacenamiento USB externo
El intervalo de registro para estación es hasta 20Hz
Transmisión de datos ..... Modo Plug and play USB admite descarga de datos vía FTP/HTTP
Formato de datos ..... Estático: STH_Rinex2.01, Rinex3.02 and etc. Formato de correcciones RTK: RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1, RTCM 3.2 Formato de salida de datos: ASIC(NMEA-0183), Código binario (Binario SOUTH) Admite modelos de red: VRS, FKP, MAC. Totalmente compatible con protocolo NTRIP

Sensores

Burbuja electrónica ..... El software del controlador puede mostrar la burbuja electrónica, chequeo del estado de nivelación del bastón en
Tiempo real IMU ..... módulo IMU incorporado, libre de calibración e interferencias magnéticas
Termómetro ..... Sensor de temperatura incorporado, Adoptando tecnología inteligente de control de temperatura, monitoreando y ajustando la temperatura del receptor.

Interacción de Usuario

Sistema Operativo ..... Linux
Botones ..... Botón único
Indicadores ..... 5 indicadores LED's
Interacción web ..... Con el acceso a la gestión de la interfaz web interna a través de WiFi o conexión USB, los usuarios son capaces de monitorear el estado del receptor y cambiar las configuraciones libremente
Guía de voz ..... Proporciona indicaciones de estado y funcionamiento por voz, y admite chino / inglés / coreano / español / portugués / ruso / turco
Desarrollo secundario ..... Proporciona un paquete de desarrollo secundario y formato abierto de datos de observación de OpenSIC y la definición de la interfaz de interacción.
Servicio Cloud (nube) ..... La poderosa plataforma en la nube proporciona servicios en línea como administración remota, actualización de firmware, registro en línea, etc.

Some examples can't be actualized due to special receiver firmware

Los datos proporcionados dependerán de productos GNSS de SOUTH, y los requisitos pueden variar de acuerdo a las condiciones locales

CE FC

SOUTH
Target your success

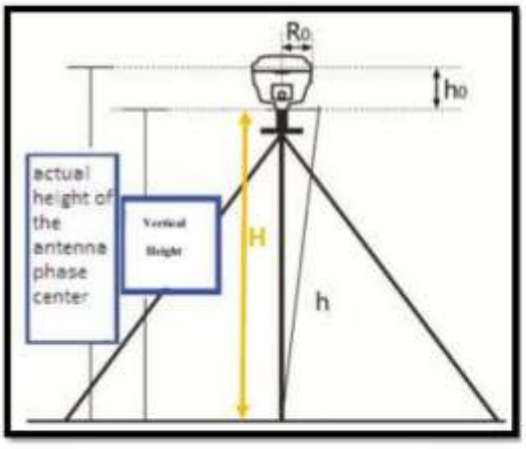
SOUTH SURVEYING & MAPPING TECHNOLOGY CO., LTD.

Add: South Geo-Information Industrial Park, No.39 Si Chang Rd, Guangzhou, China
Tel: +86-20-23280888 Fax: +86-20-23280080
E-mail: mail@southsurvey.com export@southsurvey.com impexp@southsurvey.com gps@southsurvey.com
http://www.southinstrument.com http://www.southsurvey.com

5.1.1.1 CÁLCULO DE ALTURA VERTICAL PARA PUNTO GEODÉSICO PUESTO EN CAMPO.

Explicaremos en esta sección como realizamos el cálculo para la altura vertical (Plano de Referencia mecánico) teniendo en cuenta la lectura de la altura inclinada al extremo de la placa de medición de 12cm para el RECEPTOR GNSS usado en campo marca SOUTH.





5.1.1.2 CÁLCULO DE ALTURA VERTICAL PARA EL P. GEODESICO

P. GEODESICO "2024250"

LECTURA DE LA ALTURA INCLINADA AL EXTREMO VERTICE DE LA PLACA DE MEDICIÓN DE 12 CM (EQUIPO SOUTH) ALTURA INCLINADA MEDIDA EN CAMPO ANOTADA EN LA DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DE NUESTRO PUNTO DE ORDEN "C" ES LA SIGUIENTE: 1.597M



ALTURA VERTICAL = √1.597^2 – 0.12 ^2
ALTURA VERTICAL = **1.5925 m.**

P. GEODESICO "2024250"



LECTURA DE LA ALTURA INCLINADA AL EXTREMO VERTICE DE LA PLACA DE MEDICIÓN DE 12 CM (EQUIPO SOUTH) ALTURA INCLINADA MEDIDA EN CAMPO ANOTADA EN LA DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DE NUESTRO PUNTO DE ORDEN "C" ES LA SIGUIENTE: 1.637M

ALTURA VERTICAL = √1.637^2 – 0.12 ^2
ALTURA VERTICAL = **1.6326 m.**

(ESTÁS 02 ALTURA CÁLCULADAS SE USARÁN EN EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO GNSS)

6. IMÁGENES DEL EQUIPO UTILIZADO.

6.1 . GNNS (SOUTH G2 SERIE: SG50E8148724160)









GNSS SOUTH G2 SERIE: SG50E8148724160

7. FORMATO DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA.

7.1.1.1 GENERALIDADES.

7.1.1.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

El punto geodésico establecido se encuentra ubicado en el Departamento de Ucayali – Provincia de Coronel Portillo - Distrito de Callería.

El punto geodésico se encuentra en un área despejada respecto al horizonte al costado y dentro de la SECTOR LA HOYADA. Se controló la buena cantidad de señales recibidas tanto de la constelación GPS como Glonass.

7.1.1.1.2 PERIODO Y DURACIÓN DE LOS TRABAJOS.

FECHA	CODIGO	HORA DE INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN
19/01/2026	**2024250**	09:04:17	12:14:17	**03:10:00** HORAS

7.1.1.2 METODOLOGÍA.

El método estático consiste en la utilización de un receptor base "Master" sobre un punto con coordenadas conocidas de la Red Geodésica Nacional, y otro receptor llamado "Rover", ninguno de los dos receptores se mueve durante el tiempo de medición.

Es un método utilizado en Geodesia Satelital para medir a largas distancias, además es hoy por hoy la manera más precisa de obtener coordenadas. Su precisión depende de los tiempos de medición y sobre todo el tipo de receptor empleado. Este método se puede aplicar con receptores de fase de portadora L1 o con receptores de fase doble frecuencia (L1+L2). La precisión en este tipo de receptores es en promedio 5mm+0.5ppm RMS.

Las coordenadas medidas no son obtenidas por el usuario en el campo, sino que son

calculadas en gabinete utilizando el software de post proceso GNSS apropiado. Dicho software pone en relación las series de la estación (o estaciones de referencia) con las series de los receptores de medida. Como la estación de referencia ha estado ubicada en un punto de coordenadas conocidas, se puede saber en cada momento de la medición que error aproximado están induciendo los satélites, dicho error es compensado sobre la serie del receptor medidor.

La idea principal de este método es que las señales que han llegado hasta la estación base han recorrido prácticamente la misma región atmosférica que las señales que han llegado hasta el receptor medidor con lo cual ambas señales han estado sometidas al mismo tipo de degradaciones (sobre todo por efecto de la ionosfera).

Los receptores de dos portadores (L1 – L2) al utilizar dos frecuencias distintas permiten resolver mayor número de ambigüedades y dar mayor precisión; ello es así porque los retardos atmosféricos son función de la frecuencia de la señal, si utilizamos dos frecuencias distintas podemos tener más información acerca de que retardo y degradaciones ha tenido la señal en su camino hasta nuestro receptor.

7.1.1.2.1 MONUMENTACIÓN.

El hito ha sido monumentado en un lugar visible y con accesibilidad al horizonte. Con placa de bronce de 7 cm de diámetro con descripción de 2024250 incrustada sobre un monumento de concreto con las siguientes dimensiones: 40cm de ancho, 40cm de largo y 63cm debajo del nivel de terreno natural también se incrusto 02 und de varillas de ½" con una longitud de 75cm

7.1.1.2.2 CONTROL HORIZONTAL.

7.1.1.2.2.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA CADA PUNTO GEODESICO ESTABLECIDO.

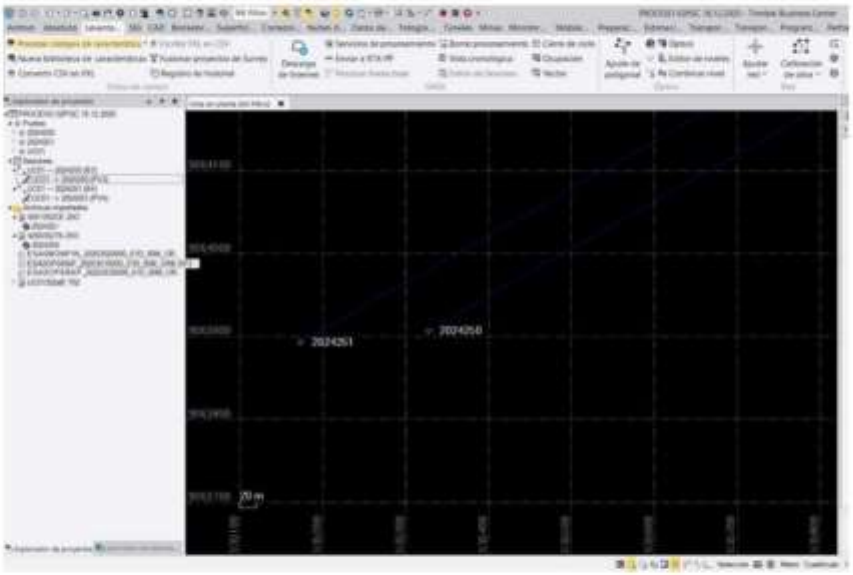
CODIGO:	2024250
METODO DE POSICIONAMIENTO:	ESTATICO
ESTACIÓN BASE:	UC01
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 segundo
MASCARA DE ELEVACION:	10°
DATUM HORIZONTAL:	WGS84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	03:10:00 HORAS

CODIGO:	2024251
METODO DE POSICIONAMIENTO:	ESTATICO
ESTACIÓN BASE:	UC01
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 segundo
MASCARA DE ELEVACION:	10°
DATUM HORIZONTAL:	WGS84

García Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

7.1.1.2.3 CÁLCULO.

7.1.1.2.3.1 ESQUEMA O FIGURA DE LA LÍNEA BASE Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO.



7.1.1.3 PERSONAL Y EQUIPOS.

7.1.1.3.1 PERSONAL.

- ✓ 01 Tec. Geodesia y Topografía
- ✓ 02 Tesistas
- ✓ 01 Movilidad
- ✓ 01 Personal de Seguridad

García Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

7.1.1.3.2 EQUIPOS.

- ✓ 01 GNSS Geodésico
- ✓ 01 GNSS navegador
- ✓ 02 Trípode
- ✓ 02 Antenas
- ✓ 02 bases Nivelantes
- ✓ 01 cámara Digital

7.1.1.3.3 SOFWARE.

- ✓ La información satelital obtenida en campo se transfiere a una computadora para realizar el pos proceso con el software TRIMBLE BUSINESS CENTER 4.2 obteniendo las coordenadas Geodésicas y UTM en el sistema WGS84, correspondientes a la zona 18 Sur. La altura Ortométrica se calcula con el modelo matemático PER EGM2008.

7.1.1.4 RESULTADOS.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS WGS84

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALT. ELIPSOIDAL
2024250	8° 23' 07.52087" S	74° 34' 48.54130" W	172.2370

COORDENADAS UTM WGS84

Elipsoide de referencias : WGS84
Datum : WGS84
Modelo Geoidal : PER EGM2008
Proyección : UTM
Zona : 18 Sur

Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

PUNTO	NORTE	ESTE	ALT. GEOIDAL
2024250	9,063,892.531	535,172.895	153.364

7.1.1.5 CONCLUSIONES

La aplicación de estas técnicas de corrección diferencial nos conducen al fundamento de posicionamiento relativo, es decir, la utilización simultánea de uno o más receptores tomando datos al mismo tiempo, el primero, que estará ubicado sobre un punto de coordenadas conocidas, será el receptor base y el otro será el receptor remoto y se ubicará en los puntos que nos interesa relevar para conocer sus coordenadas, los valores obtenidos grafico anterior son valores obtenidos para nuestro proyecto con el método estático, así mismo el software empleado y la configuración para este tipo de cálculos nos ha permitido obtener resultados dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas de levantamientos geodésicos para puntos de orden "C".

Adicionalmente en el capítulo 3 de especificaciones técnicas de los equipos GNSS utilizados, se presenta la forma adecuada de la medición de la altura inclinada en campo, con la cual se deduce la reducción de la vertical y el posterior cálculo de la altura vertical del equipo geodésico que servirán para el post proceso indicado.

8. DIARIO DE OBSERVACION LLENADO EN CAMPO.

FORMULARIO: 004

DIARIO DE OBSERVACIONES

Código del punto geodésico: 2024250 **Fecha de posicionamiento:** 19/01/2026

Receptor / Antena	Nº Serie	Modelo	Marca
Receptor:	SG50E8148724160	GALAXY G2	SOUTH
Antena:	SG50E8148724160	STHGALAXYG2	SOUTH

Altura de la Antena
Punto de referencia en el monumento:
Punto ubicado en el centro del disco de bronce

Punto de referencia: PLACA DE 12 CM PARA MEDICIÓN INCLINADA.

TIPO DE MEDIDA

☐ Vertical ó ☒ Inclinada

Valor de la altura medida: 2.20 m

Gráfico de la medición de altura de la Antena:



Datos de Observación:

Intervalo de grabación: 1 Seg.
Máscara de elevación: 10°
Hora de Inicio: 02:20:15 am
Hora de Término: 04:20:15 pm

NOMBRES Y APELLIDOS DEL SOLICITANTE:

JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS

FIRMA:

Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

9. SOFTWARE EMPLEADO PARA EL PROCESAMIENTO DEL PUNTO (VERSIÓN).

SOFWARE:	TRIMBLE BUSINESS CENTER
VERSION:	2024.10

10. REPORTE DE PROCESAMIENTO Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO.

10.1.1.1 ANÁLISIS DE PROCESAMIENTO.

- ✓ Para el procesamiento del punto **2024250** se utilizó una máscara de elevación de 10° con un intervalo de 5 segundos y considerando ambas constelaciones GPS y GLONASS.

  Se utilizó la data de la Estación permanente **UC01**, por ser la más próxima a la zona de trabajo, aproximadamente a **3.40** km de distancia.

  No obstante, el software con el valor de la máscara de elevación se encarga de obtener los mejores residuos para ambas señales L1/L2.

10.1.1.2 ANÁLISIS Y COMENTARIO DE RESIDUALES.

- ✓ Las medidas tomadas en campo no pueden alcanzar el grado de perfección absoluto, por lo que la medida que se obtiene es siempre una aproximación afectada de algún error por pequeño que este sea, generalmente es necesario obtener medidas de una determinada calidad, es decir de una precisión acorde al trabajo que se realiza.

  Las lecturas obtenidas con el Receptor han sido constantes con algunas pocas interrupciones de la señal, por tanto, no se realizó una depuración de residuo.

11. DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DEL PUNTO GEODÉSICO.

DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

Nombre del proyecto:

"DISEÑO DEL SISTE DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRAULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR LA HOYA PUCALLPA"

CÓDIGO DE PUNTO GEODÉSICO:	2024250		
LATITUD (S) WGS-84 8°	LONGITUD (O) WGS-84	NORTE (N) WGS-84:	ESTE (E) WGS-84:
8°22'18.52693" S	74°31'34.67564"O	9074565.877 m	552153.673 m
ALTURA ELIPSOIDAL (METROS):		ORDEN:	ZONA UTM:
148.223 m		"C"	18

REFERENCIA DE LA UBICACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO:



IMAGEN DEL POSICIONAMIENTO GPS/GNSS



IMAGEN DEL DISCO DE BRONCE POSICIONADO:



DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE MONUMENTACIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO:

Monumentación del punto geodésico por pilar de concreto en el cual estarán fijados con cemento que aseguren una razonable estabilidad y permanencia en el tiempo. Articulo Nº13

DATOS DEL SOLICITANTE	FECHA DE POSICIONAMIENTO:	FIRMA:
JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS	19/01/2026	García Dantas Jose Eriberto INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 345986

12. GALERIA DE FOTOS.

12.1 PROCESO DE MONUMENTACIÓN O INCRUSTRACIÓN (DE SER EL CASO)

12.1.1 PROFUNDIDAD DEL TERRENO (EN CASO DE PREPARAR UN PILAR DE CONCRETO).

- **PUNTO GEODESICO 2024250**







12.1.2 ANCLAJE DE DISCO DE BRONCE.

- **PUNTO GEODESICO 2024250**









12.1.3 INCRUSTACIÓN DEL DISCO DE BRONCE.

- **PUNTO GEODESICO 2024250**





12.1.4 MONUMENTO TERMINADO.

- **PUNTO GEODESICO 2024250**





12.1.5 IMÁGENES DEL RASTREO.

- **PUNTO GEODESICO 2024250**



12.1.6 MEDICION DE ALTURA DE ANTENA, CARACTERIZANDO LA MARCA EN LA ANTENA O EL ACCESORIO EMPLEADO.

- **PUNTO GEODESICO 2024250**



13. FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN BASE UTILIZADA).

Vo Bo

Firmado digitalmente por: VERAMENDI CELIS Ronnie FIR 46236503 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 22/02/2025 14:36:25-0500

Vo Bo

Firmado digitalmente por: SIERRA FARFAN Ciro FIR 31669316 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 24/02/2025 10:32:35-0500

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL
SUB DIRECCIÓN DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO

DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DE LA ERP

0. DATOS GENERALES:

Preparado por:	Sub Dirección de Procesamiento Geodésico
Realizado:	22 de febrero de 2025
Versión:	3.3.0

1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RASTREO PERMANENTE GNSS:



Nombre:	Pucallpa
Código Nacional:	UC01
Código Internacional:	42254M001
Inscripción:	Placa de bronce
Fecha de monumentación:	9 de marzo de 2023

2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:

Departamento:	Ucayali
Provincia:	Coronel Portillo
Distrito:	Calleria
Ubicación de la estación:	Municipalidad Provincial de Coronel Portillo

CROQUIS DE UBICACIÓN





FECHA: 4/03/2025 12:33 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: E0001-644825 UC01 1|4

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL
SUB DIRECCIÓN DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO

3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:

Sistema de referencia: GRS80 / WGS84	Marco de referencia: ITRF2000

3.1. GEODÉSICAS:

Latitud (S)	Longitud (O)
08°23'01.94350"	74°31'52.25436"
Altura Elipsoidal (m)	**Factor de escala combinado**
183.6131	0.999632967276

3.2. CARTESIANAS

X (m)	Y (m)	Z (m)
1683126.6842	-6082010.1518	-923828.5572

3.3. UTM

Este (m)	Norte (m)
551614.4646	9073233.1840
Zona: 18 Sur	

4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS

4.1. RECEPTOR:

Modelo:	NET R8 TRIMBLE
N° de serie:	4912K34549
Versión del firmware:	4.41
Fecha de instalación:	25 de julio de 2010
Ubicación del receptor:	El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada a la pared, ubicado en la Oficina de la Secretaría en la Biblioteca Municipal de la mencionada institución.

4.2. ANTENA:

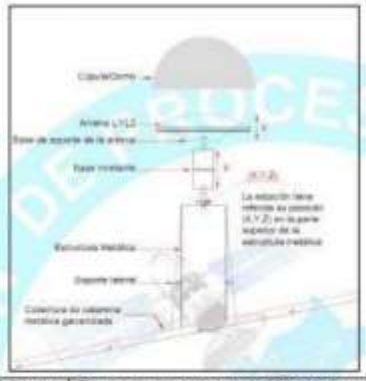
Modelo:	Zephyr Geodetic Model 2 Trimble
N° de serie:	1440929183
Cubierta protectora:	Con domo
Medición de la antena:	Base de soporte de la antena
Altura de la antena:	0.0750 m
Fecha de instalación:	09 de marzo de 2023
Ubicación de la antena:	La antena está instalada sobre una estructura metálica de 0.80 m de alto en prolongación del pilar de concreto de 1.65 m de alto y 30 cm x 30 cm de ancho, ubicada sobre el techo de la Biblioteca de la mencionada institución.

FECHA: 4/03/2023 12:33 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO B0003-044823 UC01 2|4

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL
SUB DIRECCIÓN DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO

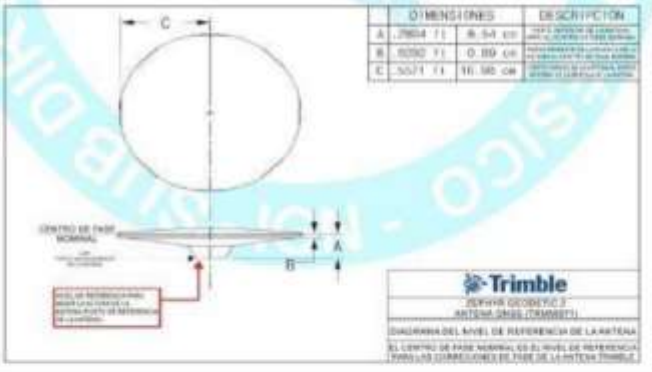
5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

5.1 ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



a = 8.54 cm	Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)
b = 7.50 cm	Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

5.2 DIMENSIONES DE LA ANTENA



	DIMENSIONES		DESCRIPCIÓN
A	2804.11	8.54 cm	
B	9292.11	0.89 cm	
C	5571.11	16.90 cm	

DIAGRAMA DEL NIVEL DE REFERENCIA DE LA ANTENA

EL CENTRO DE FASE NOMINAL ES EL NIVEL DE REFERENCIA PARA LAS CORRECCIONES DE FASE DE LA ANTENA TRIMBLE

FECHA: 4/01/2021 12:33 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: B001-448628 UC01 3|4

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL
SUB DIRECCIÓN DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO

6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO

Área de mantenimiento:	Sub Dirección de Procesamiento Geodésico
Área de control:	Sub Dirección de Procesamiento Geodésico
Área de procesamiento:	Sub Dirección de Procesamiento Geodésico
Observables:	L1, L2
Intervalo de registro:	1 seg
Máscara de elevación:	3°
Archivo diario:	24 HRS
Formato de archivo nativo:	T01
Datos para el procesamiento:	22 al 28 de diciembre de 2024
Tipo de órbita:	Efemérides precisas finales
Archivo procesado:	Rinex 2.11
Software de procesamiento:	Gamit / Globk V 10.71
Procesador y analista GNSS:	Bach. Milco Herrera Damián
Revisado por:	CAP EP Veramendi Celis Ronnie

7. CONSTELACIONES REGISTRADAS: GPS Y GLONASS

8. CONTACTOS

Oficina:	Sub Dirección de Procesamiento Geodésico
Dirección:	Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú
Teléfono:	4753085 Anexo 120
Correo:	cpg@ign.gob.pe / sirgas_peru@ign.gob.pe
Web site:	https://www.idep.gob.pe/geovisor/erp/

FECHA: 6/01/2025 12:33 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: E0001-046820 UC01 4 | 4

14. REPORTE DE PROCESAMIENTO Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01.vce	Nombre:	World wide/UTM
		Zona:	18 South
Tamaño:	78 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	20/01/2026 17:38:34 (UTC:-5)	Datum de referencia global:	WGS 1984
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Época de referencia global:	
Número de referencia:		Geoide:	EGM08-PERU
Descripción:		Datum vertical:	
Comentario 1:		Obra calibrada:	
Comentario 2:			
Comentario 3:			

Informe de procesamiento de líneas base

Procesando resumen

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Acl. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
UC01 — PC01 (B1)	UC01	PC01	Fija	0.002	0.007	21°57'36"	1438.170	-19.399

Resumen de aceptación

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

UC01 - PC01 (16:25:24-18:23:27) (S1)

Observación de línea base:	UC01 — PC01 (B1)
Procesados:	20/01/2026 17:39:44
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble
Precisión horizontal:	0.002 m
Precisión vertical:	0.007 m
RMS:	0.017 m
PDOP máximo:	3.863
Efemérides utilizadas:	Preciso/a
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	19/01/2026 16:25:24 (Desajuste con respecto a GPS: -5hr)
Hora de detención de procesamiento:	19/01/2026 18:23:27 (Desajuste con respecto a GPS: -5hr)
Duración del procesamiento:	01:58:03
Intervalo de procesamiento:	1 segundo
Modo de procesamiento	Modo no combinado

Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

Componentes de vector (Marca a marca)

De:	UC01				
	Cuadrícula		Local		Global
Este	551614.465 m	Latitud	S8°23'01.94350"	Latitud	S8°23'01.94350"
Norte	9073233.184 m	Longitud	O74°31'52.25436"	Longitud	O74°31'52.25436"
Elevación	167.641 m	Altura	183.613 m	Altura	183.613 m

Hasta:	PC01				
	Cuadrícula		Local		Global
Este	552153.673 m	Latitud	S8°22'18.52693"	Latitud	S8°22'18.52693"
Norte	9074565.877 m	Longitud	O74°31'34.67564"	Longitud	O74°31'34.67564"
Elevación	148.223 m	Altura	164.214 m	Altura	164.214 m

Vector					
ΔEste	539.209 m	Acimut Adelante NS	21°57'36"	ΔX	565.058 m
ΔNorte	1332.693 m	Dist. elip	1438.170 m	ΔY	-25.339 m
ΔElevación	-19.418 m	ΔAltura	-19.399 m	ΔZ	1322.457 m

Errores estándar

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.002 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.003 m
σ ΔNorte	0.001 m	σ Dist. elipsoide	0.001 m	σ ΔY	0.007 m
σ ΔElevación	0.007 m	σ ΔAltura	0.007 m	σ ΔZ	0.002 m

Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0000070374		
Y	-0.0000143887	0.0000476604	
Z	-0.0000024041	0.0000086464	0.0000024618

Ocupaciones

	De	A
ID de punto:	UC01	PC01
Archivo de datos:	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01\UC01019aB.T02	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01\PC01019GC.26O
Tipo de receptor:	Alloy	Galaxy G2
Número de serie del receptor:	6514R40024	SG50E8148724160
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	Galaxy G2
Número de serie de la antena:	40929183	SG50E8148724160
Altura de la antena (medida):	0.075 m	2.197 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Base del soporte de la antena

Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

Resumen de seguimiento





Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

Estilo de procesamiento:

Máscara de elevación:	10°00'00.0"
Autoiniciar procesamiento:	Sí
Iniciar numeración automática de ID:	AUTO0001
Vectores continuos:	No
Modelo de antena:	NGS Absolute
Tipo de efeméride:	Preciso/a
Frecuencia:	Todas las frecuencias
Intervalo de procesamiento:	1 segundo
Forzar flotante:	No
Tipo de procesamiento de SIG:	Procesamiento automático de portadoras y códigos

Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

Criterios de aceptación

Componente del vector	Indicador	Fallida
Precisión horizontal <	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Precisión vertical <	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

20/01/2026 17:41:01	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01.vce	Trimble Business Center

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01.vce	Nombre:	World wide/UTM
		Zona:	18 South
Tamaño:	78 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	20/01/2026 17:36:34 (UTC:-5)	Datum de referencia global:	WGS 1984
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Epoca de referencia global:	
Número de referencia:		Geoide:	EGM08-PERU
Descripción:		Datum vertical:	
Comentario 1:		Obra calibrada:	
Comentario 2:			
Comentario 3:			

Lista de puntos

ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación (Metro)	Código de característica	Factor de escala de proyección	Factor de escala de altura	Factor de escala combinada	Ángulo de convergencia de meridiano
PC01	552153.673	9074565.877	148.223		0.9996336606	0.9999741713	0.9996078414	-0°04'08"
UC01	551614.465	9073233.184	167.641	UC01	0.9996329682	0.9999711202	0.9996040990	-0°04'06"

20/01/2026 17:41:08	D:\PROCESAMIENTO\EXPEDIENTES 2026\PROCESO TOPOGRAFIA MIRKO \PROCESO\PROCESO PC-01.vce	Trimble Business Center

Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

15. COMPROBANTE DE PAGO DEL FORMULARIO DE LA ESTACIÓN GNSS PERMANENTE.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
AV. ARAMBURU 1184 - SURQUILLO
LIMA - LIMA
TELEFONO : 226-7067
EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE
Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm

RECIBO DE INGRESO
RUC :20301053623
R001-046625

Datos de Cliente

Cliente : CONSULTORA, CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GEN
Direccion : AV. GRAU S/N NRO. SN OTR. 3 ERA MESETA JUNIN - CHANCHAMAYO - PERENE
RUC. 20612103667

Datos del Recibo

Fecha de Emision : 04 Marzo 2025
N° Interno : 0000003696
Forma de Pago : DEPOSITO
Tipo de Moneda : SOLES

ITEM	CODIGO		CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
01	S-02-05-00071	DESCRIPCION MONOGRAFICA DE PUNTO GPS ERP (A,B,C) (FICHA TECNICA DE ERP GNSS) - PUCALLPA UCAYALI CORONEL PORTILLO	1.00	116.70	116.70

CIENTO DIECISEIS CON 70/100 SOLES — IMPORTE TOTAL S/ 116.70

Vendedor : aleonv
Cobrado Por : aleonv
Hora Impresion : 12:07:40p.m.

Esta es una representacion impresa
N° NOTA VENTA : 0000004274
GUZMANRUIZJOSEJORGE@GMAIL.COM

16. COMPROBANTE DE PAGO DE DATA DE LA ESTACION GNSS PERMANENTE.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
AV. ARAMBURU 1184 - SURQUILLO
LIMA - LIMA
TELEFONO : 226-7067
EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE
Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm

RECIBO DE INGRESO
RUC :20301053623
R001-067769

Datos de Cliente		Datos del Recibo	
Cliente :	TANANTA UPIACHIHUA MIRKO HANS	Fecha de Emision :	20 Enero 2026
Direccion :	Jr.Calleria 746 - calleria - coronel Portillo - Ucayali	N° Interno :	0000001027
RUC.	10710241312	Forma de Pago :	PAGALO
		Tipo de Moneda :	SOLES

ITEM	CODIGO		CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
01	S-02-04-00077	SERVICIO DE DATA DE LA RED GEODESICA NACIONAL (DATA GNSS) ERP UCAYALI CORONEL PORTILLO – PUCALLPA 250108	1.00	119.40	119.40
CIENTO DIECINUEVE CON 40/100 SOLES			IMPORTE TOTAL S/		119.40

Vendedor : jBROCCAB
Cobrado Por : jBROCCAB
Hora Impresion : 02:34:16p.m.

Esta es una representacion impresa
N° NOTA VENTA : 0000001135
ERP UC01 - PUCALLPA
FECHA: 19/01/2026 (AL SEGUNDO)
NO SE VA A CERTIFICAR
VALENZUELAMAJU@GMAIL.COM

17. DECLARACIÓN JURADA DE NO PRESENTAR DOCUMENTACIÓN FALSA Y/O ADULTERADA.

FORMULARIO:002

DECLARACIÓN JURADA

TOMA DE CONOCIMIENTO DE LA NORMA TÉCNICA GEODÉSICA V 1.1. APROBADA MEDIANTE RESOLUCIÓN JEFATURAL Nº012-2025/IGN/GG/ORRHH, Y LOS LINEAMIENTOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE PUNTOS GEODÉSICOS DE ORDEN "A", "B" Y "C", APROBADO MEDIANTE RESOLUCIÓN JEFATURAL Nº078-2025/IGN/GG/DIG/SDCERTIF

Yo, **JOSE ERIBERTO GARCIA DANTAS**, identificado(a) con DNI Nº **42759107** y con domicilio en **CALLE. 2 MZ. E LT. 6 A.H. SAGRADO CORAZON DE JESUS** del distrito de **CALLERIA** provincia **CORONEL PORTILLO** departamento **UCAYALI**
declaro bajo juramento lo siguiente:

Que, he tomado conocimiento de la información consignada en la **NORMA TÉCNICA GEODÉSICA V 1.1.** aprobada mediante Resolución Jefatural Nº 012-2025/IGN/GG/ORRHH, y los **LINEAMIENTOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE PUNTOS GEÓDESICOS DE ORDEN "A", "B" y "C",** aprobado mediante Resolución Jefatural Nº 078-2025/IGN/GG/DIG/SDCERTIF, por lo que asumo la responsabilidad ya acepto el resultado del proceso de verificación del expediente de certificación presentado.

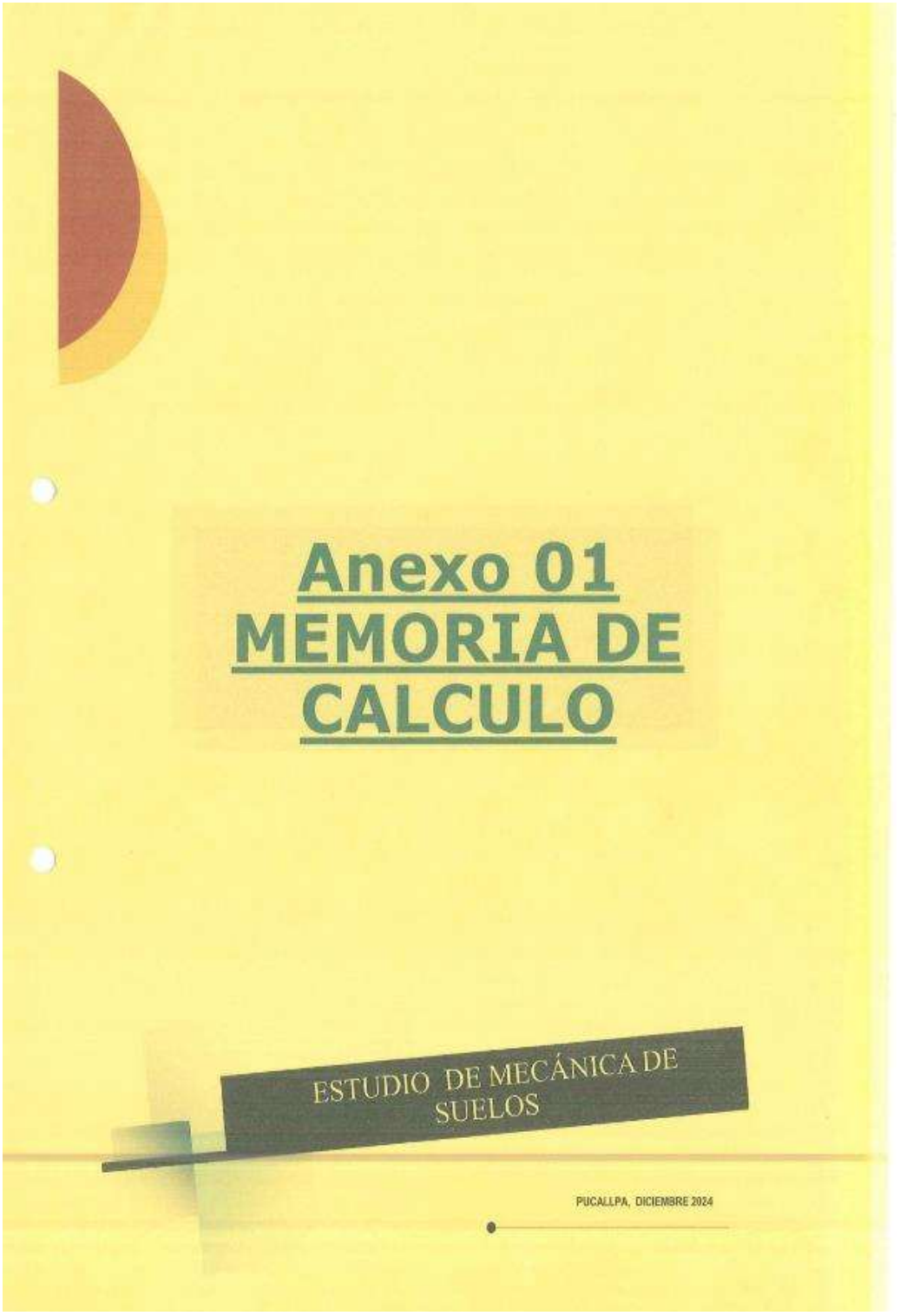
Ucayali, 10 de enero del 2026

Firma del solicitante

Nombres y Apellido:

Garcia Dantas Jose Eriberto
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 345986

ANEXO 04: ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS



ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943) -

ESTRUCTURA	CIMENTACIÓN
PROYECTO	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	MIRKO IVAN TAMAYO CHACHIMA
FECHA	DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	CALICATA C-01 / MUESTRA M-01 H= 1.50
OBSERVACIÓN	---

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

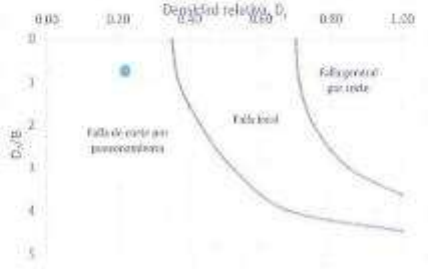
Clasif. SUCS	---	
$w_{natural}$	27.3	%
$\gamma_{natural}$	1.600	g/cm³
N_{golpes}	5	golpes

ϕ' : Angulo de Fricción Interna — $\gamma_{saturado}$: Densidad Natural Saturado
c' : Cohesión — Df : Nivel de Cimentación
$\gamma_{natural}$: Densidad Natural — B : Ancho de Base de Cimentación
Ap : Área de Cimentación

B. NATURALEZA DE LA FALLA

D_f	22	%
D_f	1.50	m
B	2.00	m
D_f / B	0.75	

Ac : 4.00 m² — Para cimentación cuadrada

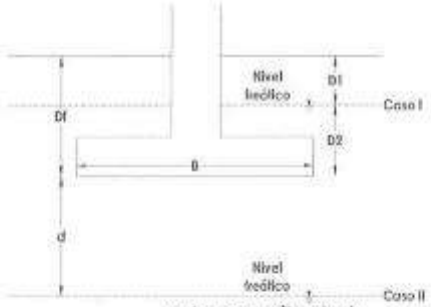


FALLA DE CORTE POR PUNZONAMIENTO

C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

ϕ'	0.00	°
ϕ'		°
c'	0.00	kg/cm²
$\gamma_{natural}$	1.600	g/cm³
$\gamma_{saturado}$	1.600	g/cm³

ϕ = [ ] rad



γ-sat = peso específico saturado

D. DATOS DE CIMENTACIÓN

D_f	1.50	m
B	2.00	m

E. NIVEL FREÁTICO

N.F. : --- m

OBS: Hasta la profundidad de excavación no se encontró nivel freático

Caso I : Si el N.F. se ubica tal que $0 < D_f < D_f$
Caso II : Si el N.F. se ubica tal que $0 < d < B$
Caso III : Si el N.F. se ubica tal que $d \geq B$

CASO
III

F. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N c	---
N q	---
N γ	---

$$q_u = a \times c' N_c + b \times q N_q + c \times \gamma B N_\gamma$$

Falla General por Corte — Falla Local por Corte

Cimentación Corrida → a = 1.0, b = 1, c = 0.5 — Cimentación Corrida → a = 0.5, b = 1, c = 0.5
Cimentación Cuadrada → a = 1.3, b = 1, c = 0.4 — Cimentación Cuadrada → a = 0.867, b = 1, c = 0.4
Cimentación Circular → a = 1.3, b = 1, c = 0.3 — Cimentación Circular → a = 0.867, b = 1, c = 0.3

G. CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

- Sobrecarga efectiva (q) : 0.240 kg/cm²

Carga (kg/cm²)	Fct. Cohesivos	Fct. Profundidad	Fct. Geometría
Corrida	---	---	---
Cuadrada	---	---	---
Circular	---	---	---

Cimentación	Presión Neta (kg/cm2)	Factor de Seguridad	Capacidad de Carga (kg/cm2)
Corrida	---	3.00	---
Cuadrada	---		---
Circular	---		---

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

H. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Caso I
Caso II
Caso III
(G) Falla General
(L) Falla Local
X Falla Punzonamiento

I. VALORES DE CARGA ULTIMA

Carga Ultima (ton/m) - Cimentacion Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

Carga Ultima (tn) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

Carga Ultima (tn) - Cimentación Circular

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

--- Falla de corte por punzonamiento
Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943) -

ESTRUCTURA :	CIMENTACIÓN
PROYECTO :	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN :	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA :	JHANG HANS TANANTA UPACHIHUA
FECHA :	DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE :	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE :	CALICATA 01 / MUESTRA 02 H= 4.00
OBSERVACIÓN :	---

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Clasif. SUCS :	CL	
$W_{natural}$:	21.8	%
γ_{humedo} :	1.825	g/cm³
N_{golpes} :	22	golpes

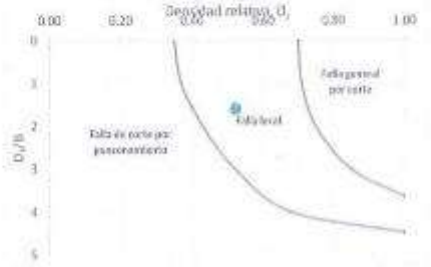
ϕ' : Ángulo de Fricción Interna — γ_{humedo} : Densidad Natural Saturada
c' : Cohesión — D_f : Nivel de Cimentación
γ_{humedo} : Densidad Natural — B : Ancho de Base de Cimentación
A_c : Área de Cimentación

B. NATURALEZA DE LA FALLA

D_r :	52	%
D_f :	4.00	m
B :	2.50	m
D_f / B :	1.60	

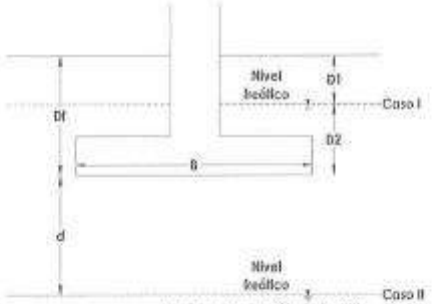
A_c : 6.25 m² — Para cimentación cuadrada

FALLA LOCAL POR CORTE



C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

ϕ' :	0.00	°
ϕ' :	0.00	° = 0.00 rad
c' :	0.97	kg/cm²
γ_{humedo} :	1.825	g/cm³
$\gamma_{saturado}$:	1.825	g/cm³



D. DATOS DE CIMENTACIÓN

D_f :	4.00	m
B :	2.50	m

E. NIVEL FREÁTICO

N.F. : ... m

OBS: Hasta la profundidad de excavación no se encontró nivel freático

γ-sat = peso específico saturado

Caso I : Si el N.F. se ubica tal que $0 < D_f < D_f$
Caso II : Si el N.F. se ubica tal que $0 < d < B$
Caso III : Si el N.F. se ubica tal que $d \geq B$

CASO
III

F. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$q_u = a \times c' N_c + b \times q N_q + c \times \gamma B N_\gamma$$

Nc :	5.70
Nq :	1.00
Nγ :	0.00

G. CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

- Sobrecarga efectiva (q) : 0.730 kg/cm²

Carga (kg/cm²)	Esf. Cohesivos	Esf. Profundidad	Esf. Geometría
Corrida	5.70	0.73	0.00
Cuadrado	4.81	0.73	0.00
Circular	4.81	0.73	0.00

Cimentación	Presión Neta (kg/cm2)	Factor de Seguridad	Capacidad de Carga (kg/cm2)
Corrida	4.43	3.00	1.48
Cuadrado	5.54		1.85
Circular	5.54		1.85

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

II. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
4.25	X	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
4.50	X	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
4.75	X	X	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
5.00	X	X	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
5.25	X	X	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
5.50	X	X	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
5.75	X	X	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58

Caso I

Caso II

Caso III

Falla General

Falla Local

X Falla Pasamiento

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
4.25	X	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
4.50	X	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
4.75	X	X	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
5.00	X	X	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
5.25	X	X	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
5.50	X	X	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
5.75	X	X	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
4.25	X	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
4.50	X	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
4.75	X	X	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
5.00	X	X	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
5.25	X	X	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
5.50	X	X	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
5.75	X	X	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95

B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

I. VALORES DE CARGA ULTIMA

Carga Ultima (ton/m) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	22.16	29.54	36.93	44.31	51.70	59.08	66.47
4.25	---	22.38	29.85	37.31	44.77	52.23	59.69	67.15
4.50	---	22.61	30.15	37.69	45.22	52.76	60.30	67.84
4.75	---	---	30.45	38.07	45.68	53.29	60.91	68.52
5.00	---	---	30.76	38.45	46.14	53.83	61.52	69.21
5.25	---	---	31.06	38.83	46.59	54.36	62.12	69.89
5.50	---	---	31.37	39.21	47.05	54.89	62.73	70.57
5.75	---	---	31.67	39.59	47.51	55.42	63.34	71.26

Carga Ultima (lb) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	41.58	73.91	115.49	165.30	226.36	295.65	374.18
4.25	---	41.92	74.52	116.44	167.67	228.22	298.08	377.26
4.50	---	42.26	75.13	117.39	169.04	230.08	300.52	380.34
4.75	---	---	75.74	118.34	170.41	231.94	302.95	383.42
5.00	---	---	76.35	119.29	171.78	233.81	305.38	386.50
5.25	---	---	76.95	120.24	173.15	235.67	307.82	389.58
5.50	---	---	77.56	121.19	174.51	237.53	310.25	392.66
5.75	---	---	78.17	122.14	175.88	239.40	312.68	395.74

Carga Ultima (m) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	32.65	58.65	90.70	130.61	177.78	232.20	293.88
4.25	---	32.92	58.53	91.45	131.09	178.24	234.11	296.30
4.50	---	33.19	59.01	92.20	132.76	180.71	236.02	298.72
4.75	---	---	59.48	92.94	133.84	182.17	237.94	301.14
5.00	---	---	59.96	93.68	134.91	183.63	239.85	303.56
5.25	---	---	60.44	94.44	135.99	185.10	241.76	305.97
5.50	---	---	59.92	95.18	137.06	186.56	243.67	308.39
5.75	---	---	61.39	95.93	138.14	188.02	245.58	310.81

--- Falla de corte por punzonamiento
Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Neil F. Alvarado Allpazoga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

J. ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORIA DE LA ELASTICIDAD

E_s = 121.7 kg/cm²
μ_s = 0.25
H = 100.00 m

$$S_e = q_0(\alpha B')\frac{1-\mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

(*) L debe ser 10 veces mayor a B como mínimo

Cimentación Cuadrada y Circular				L (m) = 6.00	Cimentación Corrida		
	Centro	Esquina			Centro	Esquina	
α	4	1		α	4	1	
B'	1.25	2.50	m	B'	1.25	2.50	m
m'	1.00	1.00		m'	2.40	2.40	
n'	80.00	40.00		n'	80.00	40.00	
A_0	0.87	0.86		A_0	0.94	0.91	
A_1	0.87	0.86		A_1	1.55	1.55	
A_2	0.00	0.00		A_2	0.00	0.00	
F_1	0.55	0.55		F_1	0.80	0.78	
F_2	0.00	0.00		F_2	0.00	0.01	
I_s	0.554	0.547		I_s	0.605	0.788	
I_f	0.535	0.535		I_f	0.623	0.623	

q_0 : Presión neta
E_s : Módulo de Elasticidad
H : Espesor del estrato del suelo
I_f : Factor de profundidad (Fox, 1948)
μ_s : Relación de poisson
I_s : Factor de forma (Steinbrenner, 1934)
β (B_1/B, μ_s y L/B)
α : Factor de ubicación de asentamiento
B' : B/2 para centro de la cimentación
B para una esquina de la cimentación

$$I_s = F_1 + \frac{1-2\mu_s}{1-\mu_s} F_2$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi}(A_0 + A_1)$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi}\tan^{-1} A_2$$

Centro: $n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)}$ Esquina: $n' = \frac{H}{B}$

$$m' = \frac{L}{B}$$

$$A_0 = m' \ln\frac{(1+\sqrt{m'^2+1})\sqrt{n'^2+m'^2}}{m'(1+\sqrt{m'^2+n'^2+1})}$$

$$A_1 = \ln\frac{(m'+\sqrt{m'^2+1})\sqrt{1+n'^2}}{m'+\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

$$A_2 = \frac{m'}{n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

Cimentación	Presión Neta (kg/cm²)	Asentamiento (cm)	
Corrida	4.43	Centro	8.012
		Esquina	3.922
Cuadrada	5.54	Centro	5.925
		Esquina	2.925
Circular	5.54	Centro	5.925
		Esquina	2.925

K. VALORES DE ASENTAMIENTO

Centro

Asentamiento (cm) - Cimentación Corrida

D / B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	4.466	6.391	8.012	9.446	10.802	12.614	13.074
4.25	---	4.227	6.178	7.820	9.231	10.650	11.897	12.960
4.50	---	3.991	5.966	7.623	9.050	10.500	11.776	12.883
4.75	---	---	5.736	7.419	8.864	10.353	11.640	12.799
5.00	---	---	5.506	7.211	8.672	10.196	11.518	12.673
5.25	---	---	5.271	6.997	8.475	10.031	11.382	12.562
5.50	---	---	5.036	6.777	8.272	9.862	11.240	12.445
5.75	---	---	4.793	6.551	8.063	9.687	11.094	12.324

III	> 1"

Asentamiento (cm) - Cimentación Cuadrada

D / B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	1.970	3.953	5.925	7.887	9.839	11.782	13.714
4.25	---	1.734	3.733	5.723	7.702	9.671	11.629	13.576
4.50	---	1.493	3.510	5.516	7.512	9.497	11.473	13.438
4.75	---	---	3.282	5.305	7.318	9.320	11.312	13.294
5.00	---	---	3.051	5.090	7.120	9.139	11.148	13.146
5.25	---	---	2.815	4.872	6.918	8.954	10.979	12.994
5.50	---	---	2.575	4.649	6.712	8.764	10.806	12.838
5.75	---	---	2.331	4.422	6.502	8.571	10.630	12.678

Asentamiento (cm) - Cimentación Circular

D / B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	1.970	3.953	5.925	7.887	9.839	11.782	13.714
4.25	---	1.734	3.733	5.723	7.702	9.671	11.629	13.576
4.50	---	1.493	3.510	5.516	7.512	9.497	11.473	13.438
4.75	---	---	3.282	5.305	7.318	9.320	11.312	13.294
5.00	---	---	3.051	5.090	7.120	9.139	11.148	13.146
5.25	---	---	2.815	4.872	6.918	8.954	10.979	12.994
5.50	---	---	2.575	4.649	6.712	8.764	10.806	12.838
5.75	---	---	2.331	4.422	6.502	8.571	10.630	12.678

Ing. Neiff F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Esquina

Asentamiento (cm) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	2.194	3.134	3.922	4.597	5.271	5.954	6.361
4.25	---	2.075	3.030	3.828	4.513	5.201	5.787	6.316
4.50	---	1.955	2.923	3.731	4.425	5.129	5.730	6.268
4.75	---	---	2.813	3.632	4.332	5.053	5.670	6.218
5.00	---	---	2.700	3.530	4.239	4.976	5.612	6.166
5.25	---	---	2.585	3.425	4.143	4.895	5.548	6.112
5.50	---	---	2.467	3.317	4.043	4.812	5.477	6.055
5.75	---	---	2.346	3.207	3.941	4.727	5.406	5.997

Asentamiento (cm) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.978	1.956	2.925	3.883	4.832	5.770	6.699
4.25	---	0.860	1.846	2.825	3.792	4.749	5.696	6.633
4.50	---	0.741	1.737	2.723	3.699	4.664	5.619	6.564
4.75	---	---	1.625	2.619	3.603	4.577	5.541	6.494
5.00	---	---	1.510	2.513	3.506	4.486	5.460	6.422
5.25	---	---	1.393	2.405	3.406	4.393	5.377	6.347
5.50	---	---	1.274	2.295	3.305	4.298	5.293	6.271
5.75	---	---	1.154	2.183	3.201	4.200	5.206	6.193

Asentamiento (cm) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.978	1.956	2.925	3.883	4.832	5.770	6.699
4.25	---	0.860	1.846	2.825	3.792	4.749	5.696	6.633
4.50	---	0.741	1.737	2.723	3.699	4.664	5.619	6.564
4.75	---	---	1.625	2.619	3.603	4.577	5.541	6.494
5.00	---	---	1.522	2.513	3.506	4.486	5.460	6.422
5.25	---	---	1.393	2.405	3.406	4.393	5.377	6.347
5.50	---	---	1.274	2.295	3.305	4.298	5.293	6.271
5.75	---	---	1.154	2.183	3.201	4.200	5.206	6.193

--- Falla de corte por punzonamiento
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

L. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.570	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.836	---	---	---	---	---	---
4.50	---	1.047	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.209	---	---	---	---	---

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.570	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.836	---	---	---	---	---	---
4.50	---	1.047	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.209	---	---	---	---	---

--- Asentamiento Diferencial Falla
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Nery Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

M. DISTORSIÓN ANGULAR

Longitud entre Cimentaciones (al Eje) : 6.00 m

Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales

≤ 0.0067

> 0.0067

Distorsión Angular - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Distorsión Angular - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.50	---	0.002	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.000	---	---	---	---	---

Distorsión Angular - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.50	---	0.002	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.000	---	---	---	---	---

--- : Distorsión Angular Nula — B : Ancho de Base de Cimentación

Df : Nivel de Cimentación — D : Diámetro de Cimentación

N. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR ASENTAMIENTO

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	0.64	0.59	0.47	0.40	0.35	0.31	0.29
4.25	X	0.90	0.61	0.48	0.41	0.36	0.32	0.29
4.50	X	0.35	0.64	0.50	0.42	0.36	0.33	0.30
4.75	X	X	0.67	0.52	0.44	0.37	0.33	0.30
5.00	X	X	0.71	0.54	0.45	0.39	0.34	0.31
5.25	X	X	0.75	0.56	0.47	0.39	0.35	0.31
5.50	X	X	0.79	0.59	0.48	0.40	0.35	0.32
5.75	X	X	0.84	0.61	0.50	0.42	0.35	0.33

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	2.36	1.19	0.79	0.60	0.48	0.40	0.34
4.25	X	2.73	1.27	0.83	0.61	0.49	0.41	0.35
4.50	X	3.19	1.36	0.86	0.64	0.50	0.42	0.36
4.75	X	X	1.47	0.91	0.66	0.52	0.43	0.36
5.00	X	X	1.59	0.95	0.68	0.53	0.43	0.37
5.25	X	X	1.74	1.00	0.71	0.55	0.45	0.38
5.50	X	X	1.91	1.06	0.73	0.56	0.46	0.38
5.75	X	X	2.13	1.12	0.76	0.58	0.47	0.39

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	2.36	1.19	0.79	0.60	0.48	0.40	0.34
4.25	X	2.73	1.27	0.83	0.61	0.49	0.41	0.35
4.50	X	3.19	1.36	0.86	0.64	0.50	0.42	0.36
4.75	X	X	1.47	0.91	0.66	0.52	0.43	0.36
5.00	X	X	1.59	0.95	0.68	0.53	0.43	0.37
5.25	X	X	1.74	1.00	0.71	0.55	0.45	0.38
5.50	X	X	1.91	1.06	0.73	0.56	0.46	0.38
5.75	X	X	2.13	1.12	0.76	0.58	0.47	0.39

Df : Nivel de Cimentación — B : Ancho de Base de Cimentación

D : Diámetro de Cimentación

Ing. Nejer Alvarado Alipazaga
CIP N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

O. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	0.84	0.59	0.47	0.40	0.35	0.31	0.28
4.25	X	0.89	0.61	0.48	0.41	0.36	0.32	0.29
4.50	X	0.95	0.64	0.50	0.42	0.36	0.33	0.30
4.75	X	X	0.67	0.52	0.44	0.37	0.33	0.30
5.00	X	X	0.71	0.54	0.45	0.38	0.34	0.31
5.25	X	X	0.75	0.56	0.47	0.39	0.35	0.31
5.50	X	X	0.79	0.58	0.48	0.40	0.35	0.32
5.75	X	X	0.84	0.61	0.50	0.42	0.36	0.33

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.55	1.19	0.79	0.66	0.48	0.40	0.34
4.25	X	1.66	1.27	0.83	0.61	0.49	0.41	0.35
4.50	X	1.58	1.36	0.86	0.64	0.50	0.42	0.36
4.75	X	X	1.47	0.91	0.68	0.52	0.43	0.36
5.00	X	X	1.59	0.95	0.68	0.53	0.43	0.37
5.25	X	X	1.74	1.00	0.71	0.55	0.45	0.38
5.50	X	X	1.91	1.06	0.73	0.56	0.46	0.38
5.75	X	X	1.95	1.12	0.76	0.58	0.47	0.39

Q_{adm} - Cimentacion Circular (kg/cm²)

Df \ DE	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.55	1.19	0.79	0.60	0.48	0.40	0.34
4.25	X	1.66	1.27	0.83	0.61	0.49	0.41	0.35
4.50	X	1.58	1.36	0.86	0.64	0.50	0.42	0.36
4.75	X	X	1.47	0.91	0.68	0.52	0.43	0.36
5.00	X	X	1.59	0.95	0.68	0.53	0.43	0.37
5.25	X	X	1.74	1.00	0.71	0.55	0.45	0.38
5.50	X	X	1.91	1.06	0.73	0.56	0.46	0.38
5.75	X	X	1.95	1.12	0.76	0.58	0.47	0.39

B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Q_{ADM} por Corte

Q_{ADM} por Asentamiento

X : Falla Funcionamiento

P. COEFICIENTE DE BALASTO

Ks - Coeficiente de Balasto Vertical (tn/m³)

B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
	1386.67	924.44	693.33	554.67	462.22	396.19	346.67	308.15

Ing. Wzll R. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943) -

ESTRUCTURA :	CIMENTACIÓN
PROYECTO :	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA'
UBICACIÓN :	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA :	MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
FECHA :	DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE :	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE :	CP-1-02, P-02 ; MUESTRA Ø: M-1.50
OBSERVACIÓN :	---

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Clasif. SUCS :	---	
$w_{natural}$:	27.3	%
γ_{humedo} :	1.750	g/cm³
N_{SPT} :	31	golpes

φ' : Angulo de Fricción interna — $\gamma_{saturado}$: Densidad Natural Saturada
c' : Cohesión — D_f : Nivel de Cimentación
γ_{humedo} : Densidad Natural — B : Ancho de Base de Cimentación
Ac : Area de Cimentación

B. NATURALEZA DE LA FALLA

D_f :	33	%
D_f :	1.50	m
B :	2.00	m
D_f / B :	0.75	

Ac : 4.00 m² — Para cimentación cuadrada

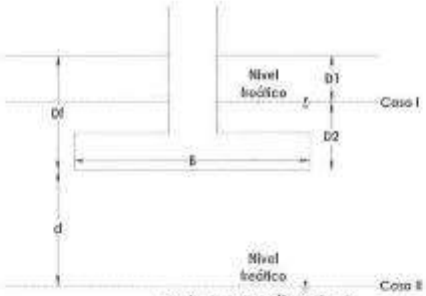
FALLA DE CORTE POR PUNZONAMIENTO



C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

φ' :	0.00	°
φ' :		°
c' :	0.00	kg/cm²
γ_{humedo} :	1.750	g/cm³
$\gamma_{saturado}$:	1.750	g/cm³

= rad



γ-sat = peso específico saturado

Caso I : Si el N.F. se ubica tal que $0 < D_1 < D_f$
Caso II : Si el N.F. se ubica tal que $0 < d < B$
Caso III : Si el N.F. se ubica tal que $d \geq B$

CASO
III

D. DATOS DE CIMENTACIÓN

D_f :	1.50	m
B :	2.00	m

E. NIVEL FREÁTICO

N.F. : --- m

OBS: Hasta la profundidad de excavación no se encontró nivel freático

F. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N c :	---
N q :	---
N γ :	---

$$q_u = \alpha \times c' N_c + b \times q N_q + c \times \gamma B N_\gamma$$

Falla General por Corte — Falla Local por Corte

Cimentación Corrida → α = 1.0 ; b = 1 ; c = 0.5 — Cimentación Corrida → α = 0.77 ; b = 1 ; c = 0.5

Cimentación Cuadrada → α = 1.3 ; b = 1 ; c = 0.4 — Cimentación Cuadrada → α = 0.85 ; b = 1 ; c = 0.4

Cimentación Circular → α = 1.3 ; b = 1 ; c = 0.3 — Cimentación Circular → α = 0.85 ; b = 1 ; c = 0.3

G. CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

- Sobrecarga efectiva (q) : 0.263 kg/cm²

Carga (kg/cm²)	Fact. Cohesivos	Fact. Profundidad	Fact. Geometría
Corrida	---	---	---
Cuadrado	---	---	---
Circular	---	---	---

Cimentación	Presión Neta (kg/cm2)	Factor de Seguridad	Capacidad de Carga (kg/cm2)
Corrida	---	3.00	---
Cuadrado	---		---
Circular	---		---

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

II. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Caso I
Caso II
Caso III
Falla General
Falla Local
X Falla Punzonamiento

I. VALORES DE CARGA ULTIMA

Carga Última (kn/m) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

Carga Última (kn) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

Carga Última (kn) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

--- Falla de corte por punzonamiento
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Raúl F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943) -

ESTRUCTURA :	CIMENTACIÓN
PROYECTO :	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCKLLPA"
UBICACIÓN :	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO, CALLERÍA, PROVINCIA CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO UCAYALI
SOLICITA :	HIRO HANS TAYANTA UPACHI-SIA
FECHA :	DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE :	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE :	EPLOS POZOS EXCAVADOS DE H= 4.00
OBSERVACIÓN :	---

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Clasif. SUCS: CL

$W_{natural}$	23.8	%
$\gamma_{natural}$	1.839	g/cm³
N_{golpes}	17	golpes

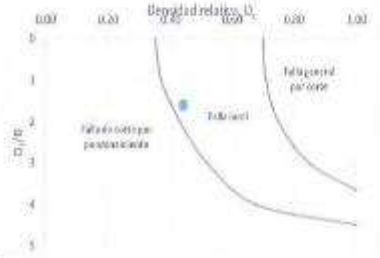
ϕ' : Angulo de fricción interna — $\gamma_{saturado}$: Densidad Natural Saturada
C : Cohesión — Df : Nivel de Cimentación
$\gamma_{natural}$: Densidad Natural — B : Ancho de Base de Cimentación
Ac : Area de Cimentación

B. NATURALEZA DE LA FALLA

D_r	44	%
D	4.00	m
B	2.50	m
D / B	1.60	

Ac: 6.25 m² — Para cimentación cuadrada

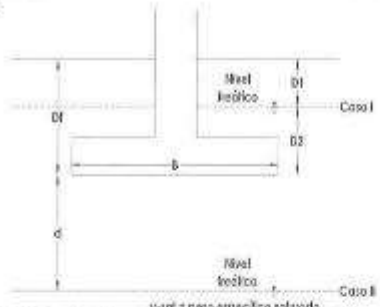
FALLA LOCAL POR CORTE



C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

ϕ'	0.00	°
ϕ'	0.00	°
γ'	0.85	g/cm³
$\gamma_{natural}$	1.839	g/cm³
$\gamma_{saturado}$	1.839	g/cm³

n = 0.00 cal



D. DATOS DE CIMENTACIÓN

D_f	4.00	m
B	2.50	m

E. NIVEL FREÁTICO

N.F. : ... m

OBS: Hasta la profundidad de excavación no se encontró nivel freático

Caso I: Si el N.F. se ubica tal que $0 < D_1 < D_f$
Caso II: Si el N.F. se ubica tal que $0 < d < B$
Caso III: Si el N.F. se ubica tal que $d \geq B$

CASO
III

F. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N c	5.70
N q	1.00
N γ	0.00

$$q_u = a \times c' N_c + b \times q N_q + c \times \gamma B N_\gamma$$

Falla general por corte — Falla local por corte

Circular (de Cuadro → a = 1.2; b = 0.6; c = 0.2) — Circular (de Cuadro → a = 0.9; b = 0.5; c = 0.2)
Cimentación Cuadrada → a = 1.3; b = 0.8; c = 0.4 — Cimentación Cuadrada → a = 0.95; b = 0.5; c = 0.3
Cimentación Rectangular → a = 1.3; b = 0.8; c = 0.2 — Cimentación Rectangular → a = 0.95; b = 0.5; c = 0.2

G. CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

- Sobrecarga efectiva (q): 0.735 kg/cm²

Carga (kg/cm²)	Fct. Cohesivo	Fct. Profundidad	Fct. Geometría
Circular	2.45	0.74	0.00
Cuadrada	3.19	0.74	0.00
Circular	3.19	0.74	0.00

Cimentación	Presión Neta (kg/cm2)	Factor de Seguridad	Capacidad de Carga (kg/cm²)
Circular	3.19	3.00	1.06
Cuadrada	3.93		1.31
Circular	3.93		1.31

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

H. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
4.25	X	X	X	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
4.50	X	X	X	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
4.75	X	X	X	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
5.00	X	X	X	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
5.25	X	X	X	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
5.50	X	X	X	X	1.16	1.16	1.16	1.16
5.75	X	X	X	X	1.17	1.17	1.17	1.17

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
4.25	X	X	X	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
4.50	X	X	X	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
4.75	X	X	X	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
5.00	X	X	X	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
5.25	X	X	X	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
5.50	X	X	X	X	1.40	1.40	1.40	1.40
5.75	X	X	X	X	1.42	1.42	1.42	1.42

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
4.25	X	X	X	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
4.50	X	X	X	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
4.75	X	X	X	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
5.00	X	X	X	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
5.25	X	X	X	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
5.50	X	X	X	X	1.40	1.40	1.40	1.40
5.75	X	X	X	X	1.42	1.42	1.42	1.42

Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Caso I
Caso II
Caso III
Falla General
Falla Local
X Falla Puncionamiento

I. VALORES DE CARGA ULTIMA

Carga Última (kn/m) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	21.27	26.58	31.90	37.22	42.53	47.85
4.25	---	---	---	26.97	32.35	37.75	43.15	48.54
4.50	---	---	---	27.35	32.82	38.29	43.76	49.23
4.75	---	---	---	27.73	33.28	38.82	44.37	49.92
5.00	---	---	---	28.12	33.74	39.36	44.98	50.61
5.25	---	---	---	28.50	34.20	39.90	45.60	51.30
5.50	---	---	---	---	34.66	40.43	46.21	51.99
5.75	---	---	---	---	35.12	40.97	46.82	52.67

Carga Última (kn) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	52.37	81.83	117.83	160.38	209.48	265.12
4.25	---	---	---	82.78	119.21	162.26	211.85	268.22
4.50	---	---	---	83.74	120.59	164.13	214.38	271.32
4.75	---	---	---	84.70	121.97	166.01	216.83	274.42
5.00	---	---	---	85.66	123.34	167.88	219.28	277.52
5.25	---	---	---	86.61	124.72	169.76	221.73	280.63
5.50	---	---	---	---	126.10	171.64	224.18	283.73
5.75	---	---	---	---	127.48	173.51	226.63	286.83

Carga Última (kn) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	41.13	64.27	92.54	125.96	164.52	208.22
4.25	---	---	---	65.02	93.63	127.44	166.45	210.66
4.50	---	---	---	65.77	94.71	128.91	168.37	213.09
4.75	---	---	---	66.52	95.79	130.38	170.30	215.53
5.00	---	---	---	67.27	96.87	131.86	172.22	217.97
5.25	---	---	---	68.03	97.96	133.33	174.15	220.40
5.50	---	---	---	---	99.04	134.80	176.07	222.84
5.75	---	---	---	---	100.12	136.28	177.99	225.27

--- Falla de corte por punzonamiento
Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

J. ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORIA DE LA ELASTICIDAD

E_s	94.2	kg/cm²
μ_s	0.25	
H	100.00	m

$$S_e = q_0(\alpha B')\frac{1-\mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

[*] L debe ser 10 veces mayor a B como mínimo

Cimentación Cuadrada y Circular				Cimentación Corrida (L (m) = 6.00)			
Centro		Esquina		Centro		Esquina	
α	4	α	1	α	4	α	1
B'	1.25 m	B'	2.50 m	B'	1.25 m	B'	2.50 m
m'	1.00	m'	1.00	m'	2.40	m'	2.40
n'	80.00	n'	40.00	n'	80.00	n'	40.00
A_0	0.87	A_0	0.86	A_0	0.94	A_0	0.91
A_1	0.87	A_1	0.86	A_1	1.56	A_1	1.55
A_2	0.00	A_2	0.00	A_2	0.00	A_2	0.00
F_1	0.55	F_1	0.55	F_1	0.80	F_1	0.78
F_2	0.00	F_2	0.00	F_2	0.00	F_2	0.01
I_s	0.554	I_s	0.547	I_s	0.805	I_s	0.788
I_f	0.535	I_f	0.535	I_f	0.623	I_f	0.623

q_0 : Presión neta
Es : Módulo de Elasticidad
H : Espesor del estrato del suelo
I_f : Factor de profundidad (Fox, 1948)
μ_s : Relación de poisson
I_s : Factor de forma (Steinbrenner, 1934)
$S(D_f/B, \mu_s, L/B)$
α : Factor de ubicación de asentamiento
B' : B/2 para centro de la cimentación
B para una esquina de la cimentación

$$I_s = F_1 + \frac{1-2\mu_s}{1-\mu_s}F_2$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi}(A_0 + A_1)$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi}\tan^{-1}A_2$$

$$m' = \frac{L}{B}$$

$$A_0 = m'\ln\frac{(1+\sqrt{m'^2+1})\sqrt{m'^2+n'^2}}{m'(1+\sqrt{m'^2+n'^2+1})}$$

$$A_1 = \ln\frac{(m'+\sqrt{m'^2+1})\sqrt{1+n'^2}}{m'+\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

$$A_2 = \frac{m'}{n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

Centro: $n' = \frac{H}{(B/2)}$ Esquina: $n' = \frac{H}{B}$

Cimentación	Presión Neta (kg/cm²)		Asentamiento (cm)
Corrida	3.19	Centro	7.463
		Esquina	3.648
Cuadrada	3.93	Centro	5.424
		Esquina	2.678
Circular	3.93	Centro	5.424
		Esquina	2.678

K. VALORES DE ASENTAMIENTO

Centro

Asentamiento (cm) - Cimentación Corrida								
D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	8.045	7.463	8.750	10.048	11.176	12.161
4.25	---	---	---	7.304	8.622	9.955	11.112	12.123
4.50	---	---	---	7.148	8.495	9.854	11.042	12.080
4.75	---	---	---	6.994	8.344	9.748	10.966	12.030
5.00	---	---	---	6.843	8.194	9.634	10.885	11.975
5.25	---	---	---	6.695	8.037	9.513	10.794	11.913
5.50	---	---	---	---	7.873	9.386	10.699	11.845
5.75	---	---	---	---	7.702	9.252	10.597	11.771

Asentamiento (cm) - Cimentación Cuadrada								
D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	3.610	5.424	7.221	9.008	10.786	12.555
4.25	---	---	---	5.257	7.075	8.884	10.683	12.474
4.50	---	---	---	5.094	6.924	8.754	10.575	12.387
4.75	---	---	---	4.935	6.768	8.620	10.462	12.295
5.00	---	---	---	4.723	6.606	8.479	10.343	12.197
5.25	---	---	---	4.534	6.439	8.334	10.219	12.094
5.50	---	---	---	---	6.267	8.183	10.089	11.986
5.75	---	---	---	---	6.089	8.027	9.953	11.873

Asentamiento (cm) - Cimentación Circular								
D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	3.610	5.424	7.221	9.008	10.786	12.555
4.25	---	---	---	5.257	7.075	8.884	10.683	12.474
4.50	---	---	---	5.094	6.924	8.754	10.575	12.387
4.75	---	---	---	4.935	6.768	8.620	10.462	12.295
5.00	---	---	4.723	4.723	6.606	8.479	10.343	12.197
5.25	---	---	---	4.534	6.439	8.334	10.219	12.094
5.50	---	---	---	---	6.267	8.183	10.089	11.986
5.75	---	---	---	---	6.089	8.027	9.953	11.873

Ing. Carl F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Espuma

Asentamiento (cm) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	2.915	3.848	4.276	4.903	5.446	5.917
4.25	---	---	---	3.575	4.214	4.856	5.415	5.890
4.50	---	---	---	3.492	4.148	4.808	5.380	5.878
4.75	---	---	---	3.419	4.078	4.757	5.343	5.854
5.00	---	---	---	3.335	4.005	4.701	5.303	5.828
5.25	---	---	---	3.248	3.928	4.643	5.260	5.796
5.50	---	---	---	---	3.848	4.583	5.213	5.764
5.75	---	---	---	---	3.764	4.515	5.163	5.728

Asentamiento (cm) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	1.791	2.670	3.555	4.424	5.283	6.133
4.25	---	---	---	2.595	3.484	4.363	5.232	6.083
4.50	---	---	---	2.510	3.400	4.299	5.179	6.051
4.75	---	---	---	2.422	3.332	4.233	5.124	6.006
5.00	---	---	---	2.332	3.253	4.164	5.066	5.958
5.25	---	---	---	2.235	3.170	4.093	5.005	5.908
5.50	---	---	---	---	3.085	4.018	4.942	5.855
5.75	---	---	---	---	2.998	3.942	4.878	5.800

Asentamiento (cm) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	1.791	2.670	3.555	4.424	5.283	6.133
4.25	---	---	---	2.595	3.484	4.363	5.232	6.083
4.50	---	---	---	2.510	3.400	4.299	5.179	6.051
4.75	---	---	---	2.422	3.332	4.233	5.124	6.006
5.00	---	---	---	2.332	3.253	4.164	5.066	5.958
5.25	---	---	---	2.235	3.170	4.093	5.005	5.908
5.50	---	---	---	---	3.085	4.018	4.942	5.855
5.75	---	---	---	---	2.998	3.942	4.878	5.800

--- : Falla de corte por punzonamiento
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

L. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

--- : Asentamiento Diferencial Nulo
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Henry Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

M. DISTORSIÓN ANGULAR

Longitud entre Cimentaciones (al Eje): 6.00 m

Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales

≤ 0.0067

> 0.0067

Distorsión Angular - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Distorsión Angular - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Distorsión Angular - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

--- : Distorsión Angular Nula
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

N. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR ASENTAMIENTO

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	0.45	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22
4.25	X	X	X	0.38	0.32	0.28	0.25	0.23
4.50	X	X	X	0.39	0.33	0.28	0.25	0.23
4.75	X	X	X	0.40	0.34	0.29	0.26	0.23
5.00	X	X	X	0.42	0.35	0.30	0.26	0.24
5.25	X	X	X	0.44	0.36	0.30	0.27	0.24
5.50	X	X	X	X	0.37	0.31	0.27	0.25
5.75	X	X	X	X	0.39	0.32	0.28	0.25

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	0.62	0.51	0.46	0.37	0.31	0.26
4.25	X	X	X	0.64	0.48	0.38	0.31	0.27
4.50	X	X	X	0.67	0.49	0.39	0.32	0.27
4.75	X	X	X	0.70	0.51	0.40	0.33	0.28
5.00	X	X	X	0.74	0.53	0.41	0.34	0.29
5.25	X	X	X	0.78	0.55	0.42	0.34	0.29
5.50	X	X	X	X	0.57	0.43	0.35	0.30
5.75	X	X	X	X	0.59	0.45	0.35	0.30

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	0.62	0.51	0.46	0.37	0.31	0.26
4.25	X	X	X	0.64	0.48	0.38	0.31	0.27
4.50	X	X	X	0.67	0.49	0.39	0.32	0.27
4.75	X	X	X	0.70	0.51	0.40	0.33	0.28
5.00	X	X	X	0.74	0.53	0.41	0.34	0.29
5.25	X	X	X	0.78	0.55	0.42	0.34	0.29
5.50	X	X	X	X	0.57	0.43	0.35	0.30
5.75	X	X	X	X	0.59	0.45	0.35	0.30

B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Nelly F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74425
JEFE DE LABORATORIO

O. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	0.45	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22
4.25	X	X	X	0.38	0.32	0.28	0.25	0.23
4.50	X	X	X	0.39	0.33	0.28	0.25	0.23
4.75	X	X	X	0.40	0.34	0.29	0.26	0.23
5.00	X	X	X	0.42	0.35	0.30	0.26	0.24
5.25	X	X	X	0.44	0.36	0.30	0.27	0.24
5.50	X	X	X	X	0.37	0.31	0.27	0.25
5.75	X	X	X	X	0.39	0.32	0.28	0.25

Q_{Adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	0.92	0.61	0.46	0.37	0.31	0.26
4.25	X	X	X	0.64	0.48	0.38	0.31	0.27
4.50	X	X	X	0.67	0.49	0.39	0.32	0.27
4.75	X	X	X	0.70	0.51	0.40	0.33	0.28
5.00	X	X	X	0.74	0.53	0.41	0.34	0.29
5.25	X	X	X	0.78	0.55	0.42	0.34	0.29
5.50	X	X	X	X	0.57	0.43	0.35	0.30
5.75	X	X	X	X	0.59	0.45	0.36	0.30

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	X	0.92	0.61	0.46	0.37	0.31	0.26
4.25	X	X	X	0.64	0.48	0.38	0.31	0.27
4.50	X	X	X	0.67	0.49	0.39	0.32	0.27
4.75	X	X	X	0.70	0.51	0.40	0.33	0.28
5.00	X	X	X	0.74	0.53	0.41	0.34	0.29
5.25	X	X	X	0.78	0.55	0.42	0.34	0.29
5.50	X	X	X	X	0.57	0.43	0.35	0.30
5.75	X	X	X	X	0.59	0.45	0.36	0.30

B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación D : Diámetro de Cimentación

	Q_{adm} por Corte
	Q_{adm} por Asentamiento
X	Falla Procedimiento

P. COEFICIENTE DE BALASTO

Ks - Coeficiente de Balasto Vertical (t/m³)

B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
	1073.16	715.44	536.58	429.26	357.72	306.62	268.29	238.48

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943) -

ESTRUCTURA :	CIMENTACIÓN
PROYECTO :	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN :	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA :	BARRIO HANS TANANTA UPACHIHUA
FECHA :	DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE :	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE :	CPL-05_P-03 / MUESTRA 01 H= 1.50
OBSERVACIÓN :	---

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Clasif. SUCS :	---	
$\omega_{natural}$:	27.3	%
γ_{humedo} :	1.750	g/cm³
N_{golpes} :	3	golpes

ϕ' : Ángulo de Fricción Interna — $\gamma_{saturado}$: Densidad Natural Saturado
c' : Cohesión — Df : Nivel de Cimentación
γ_{humedo} : Densidad Natural — B : Ancho de Base de Cimentación
Ac : Área de Cimentación

B. NATURALEZA DE LA FALLA

D_r :	15	%
D_f :	1.50	m
B :	2.00	m
D_f / B :	0.75	

Ac : 4.00 m² — Para cimentación cuadrada

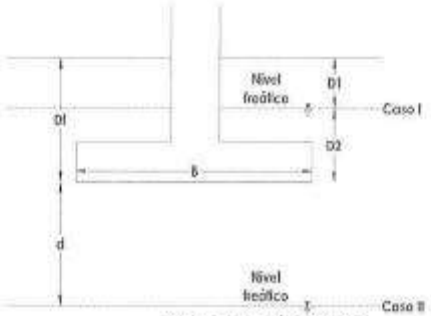
FALLA DE CORTE POR PUNZONAMIENTO



C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

ϕ' :	0.00	°
ϕ' :		°
c' :	0.00	kg/cm²
γ_{humedo} :	1.750	g/cm³
$\gamma_{saturado}$:	1.750	g/cm³

= ------ m²



D. DATOS DE CIMENTACIÓN

D_f :	1.50	m
B :	2.00	m

E. NIVEL FREÁTICO

N.F. : --- m

OBS: Hasta la profundidad de excavación no se encontró nivel freático

γ-sat = peso específico saturado

Caso I : Si el N.F. se ubica tal que $0 < D_1 < D_f$
Caso II : Si el N.F. se ubica tal que $0 < d < B$
Caso III : Si el N.F. se ubica tal que $d \geq B$

CASO
III

F. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N c :	---
N q :	---
N γ :	---

$$q_u = a \times c' N_c + b \times q N_q + c \times \gamma B N_\gamma$$

Falla Arrastre por Corte — *Falla General por Corte*

Cimentación Corrida → a = 1.0, b = I_γ = 1.0 — Cimentación Corrida → a = 1.21, b = 1, c = 1.0
Cimentación Cuadrada → a = 1.3, b = 1, c = 0.8 — Cimentación Cuadrada → a = 0.867, b = 1, c = 0.8
Cimentación Circular → a = 1.3, b = 1, c = 0.3 — Cimentación Circular → a = 0.867, b = 1, c = 0.3

G. CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

- Sobrecarga efectiva (q) : 0.263 kg/cm²

Carga (kg/cm²)	Fct. Cohesivos	Fct. Profundidad	Fct. Geometría
Corrida	---	---	---
Cuadrada	---	---	---
Circular	---	---	---

Cimentación	Presión Neta (kg/cm2)	Factor de Seguridad	Capacidad de Carga (kg/cm2)
Corrida	---	3.00	---
Cuadrada	---		---
Circular	---		---

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74426
JEFE DE LABORATORIO

H. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Caso I
Caso II
Caso III
Falla General
Falla Local
X Falla Fuera de Rango

I. VALORES DE CARGA ULTIMA

Carga Ultima (tn/m) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

Carga Ultima (tn) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

Carga Ultima (tn) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

--- Falla de corte por punzonamiento
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943) -

ESTRUCTURA :	CIMENTACION
PROYECTO	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	SERVIO HANS TARANTA UPIACHIHUA
FECHA	DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	CALICATA 01 P-03 / MUESTRA 02 FP 4.00
OBSERVACIÓN	---

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Clasif. SUCS :	CL	
$\omega_{natural}$:	24.8	%
γ_{humedo} :	1.779	g/cm³
N_{golpes} :	22	golpes

ϕ' : Ángulo de Fricción Interna — $\gamma_{saturado}$: Densidad Natural Saturado
c' : Cohesión — Df : Nivel de Cimentación
γ_{humedo} : Densidad Natural — B : Ancho de Base de Cimentación
Ac : Área de Cimentación

B. NATURALEZA DE LA FALLA

D_f :	52	%
D_f :	4.00	m
B :	2.50	m
D_f / B :	1.60	

Ac : 6.25 m² — Para cimentación cuadrada

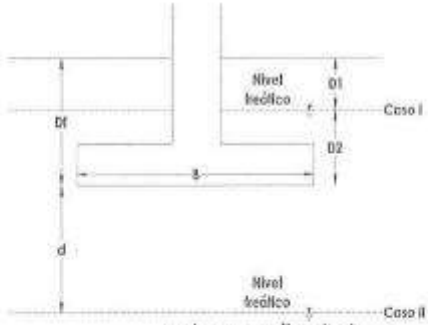
FALLA LOCAL POR CORTE



C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

ϕ' :	0.00	°
ϕ' :	0.00	°
c' :	0.99	kg/cm²
γ_{humedo} :	1.779	g/cm³
$\gamma_{saturado}$:	1.779	g/cm³

= 0.00 grad



D. DATOS DE CIMENTACIÓN

D_f :	4.00	m
B :	2.50	m

E. NIVEL FREÁTICO

N.F. : 2.50 m

γ-sol = peso específico saturado

Caso I : Si el N.F. se ubica tal que $0 < D_1 < D_f$
Caso II : Si el N.F. se ubica tal que $0 < d < B$
Caso III : Si el N.F. se ubica tal que $d \geq B$

CASO
I

F. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Nc :	5.70
Nq :	1.00
Nγ :	0.00

$$q_u = a \times c' N_c + b \times q N_q + c \times \gamma B N_\gamma$$

Falla General por Corte — Falla Local por Corte

Cimentación Corrida → a = 1.0, b = 1, c = 0.5 — Cimentación Corrida → a = 0.5, b = 1, c = 0.5

Cimentación Cuadrada → a = 1.3, b = 1, c = 0.4 — Cimentación Cuadrada → a = 0.867, b = 1, c = 0.4

Cimentación Circular → a = 1.3, b = 1, c = 0.3 — Cimentación Circular → a = 0.867, b = 1, c = 0.3

G. CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Sobrecarga efectiva (q) : 0.562 kg/cm²

Carga (kg/cm²)	Fct. Cohesivos	Fct. Profundidad	Fct. Geometría
Corrida	3.78	0.56	0.00
Cuadrada	4.89	0.56	0.00
Circular	4.89	0.56	0.00

Cimentación	Presión Neta (kg/cm2)	Factor de Seguridad	Capacidad de Carga (kg/cm2)
Corrida	4.32	3.00	1.44
Cuadrada	5.45		1.82
Circular	5.45		1.82

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 144428
JEFE DE LABORATORIO

H. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
4.25	X	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
4.50	X	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
4.75	X	X	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46
5.00	X	X	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
5.25	X	X	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
5.50	X	X	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
5.75	X	X	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
4.25	X	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
4.50	X	1.82	1.82	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
4.75	X	X	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
5.00	X	X	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
5.25	X	X	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
5.50	X	X	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
5.75	X	X	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
4.25	X	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
4.50	X	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
4.75	X	X	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
5.00	X	X	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
5.25	X	X	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
5.50	X	X	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
5.75	X	X	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86

Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Caso I
Caso II
Caso III
SS Falla General
SP Falla Local
X Falla Pronunciada

I. VALORES DE CARGA ULTIMA

Carga Última (ton/m) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	21.60	28.80	36.00	43.20	50.40	57.60	64.80
4.25	---	21.70	28.93	36.16	43.39	50.62	57.86	65.09
4.50	---	21.79	29.06	36.32	43.59	50.85	58.12	65.35
4.75	---	---	29.19	36.49	43.78	51.08	58.38	65.67
5.00	---	---	29.32	36.65	43.98	51.31	58.64	65.97
5.25	---	---	29.45	36.81	44.17	51.53	58.90	66.26
5.50	---	---	29.58	36.97	44.37	51.76	59.16	66.55
5.75	---	---	29.71	37.13	44.56	51.99	59.42	66.84

Carga Última (ton) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	40.67	72.66	113.52	163.47	222.51	290.62	367.82
4.25	---	41.01	72.91	113.99	164.06	223.30	291.65	369.13
4.50	---	41.16	73.17	114.34	164.64	224.10	292.70	370.45
4.75	---	---	73.43	114.74	165.23	224.89	293.74	371.76
5.00	---	---	73.69	115.15	165.81	225.69	294.78	373.08
5.25	---	---	73.95	115.56	166.40	226.48	295.81	374.39
5.50	---	---	74.21	115.96	166.98	227.28	296.85	375.70
5.75	---	---	74.47	116.36	167.56	228.07	297.89	377.02

Carga Última (ton) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	32.10	57.06	89.16	128.39	174.76	228.25	288.88
4.25	---	32.21	57.27	89.43	128.85	175.38	229.07	289.93
4.50	---	32.33	57.47	89.80	129.31	176.01	229.88	290.99
4.75	---	---	57.68	90.12	129.77	176.63	230.70	291.99
5.00	---	---	57.88	90.44	130.23	177.25	231.52	293.01
5.25	---	---	58.08	90.75	130.69	177.88	232.33	294.04
5.50	---	---	58.29	91.07	131.15	178.50	233.15	295.09
5.75	---	---	58.49	91.35	131.60	179.13	233.96	296.11

--- Falla de corte por punzonamiento
Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Weil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

J. ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORIA DE LA ELASTICIDAD

E_s: 126.7 kg/cm²
μ_s: 0.25
H: 100.00 cm

$$S_e = q_0(\alpha B')\frac{1-\mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

(*) Lados no iguales

Cimentación Cuadrada y Circular	Centro	Esquina
α	4	1
B'	1.25 m	2.50 m
m'	1.00	1.00
n'	80.00	40.00
A_0	0.87	0.86
A_1	0.87	0.86
A_2	0.00	0.00
F_1	0.55	0.55
F_2	0.00	0.00
I_s	0.554	0.547
I_f	0.535	0.535

L (m) = 6.00	Centro	Esquina
α	4	1
B'	1.25 m	2.50 m
m'	2.40	2.40
n'	80.00	40.00
A_0	0.94	0.91
A_1	1.58	1.55
A_2	0.00	0.00
F_1	0.80	0.78
F_2	0.00	0.01
I_s	0.805	0.788
I_f	0.623	0.623

Cimentación Corrida

q_0 : Presión neta
E_s : Módulo de Elasticidad
H : Espesor del estrato del suelo
I_f : Factor de profundidad (Fox, 1948)
μ_s : Relación de poisson
I_s : Factor de forma (Steinbrenner, 1934)
(Hb/B, μ_s y L/B)
α : Factor de ubicación de asentamiento
B' : B/2 para centro de la cimentación
B para una esquina de la cimentación

$$I_s = F_1 + \frac{1-2\mu_s}{1-\mu_s} F_2$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi}(A_0 + A_1)$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi}\tan^{-1} A_2$$

Centro: $n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)}$ Esquina: $n' = \frac{H}{B}$

$$m' = \frac{L}{B}$$

$$A_0 = m' \ln\frac{(1+\sqrt{m'^2+1})\sqrt{m'^2+n'^2}}{m'(1+\sqrt{m'^2+n'^2+1})}$$

$$A_1 = \ln\frac{(m'+\sqrt{m'^2+1})\sqrt{1+n'^2}}{m'+\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

$$A_2 = \frac{m'}{n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

Cimentación	Presión Neta (kg/cm²)	Asentamiento (cm)	
Corrida	4.32	Centro	7.492
		Esquina	3.671
Cuadrada	5.45	Centro	5.592
		Esquina	2.761
Circular	5.45	Centro	5.592
		Esquina	2.761

K. VALORES DE ASENTAMIENTO

Centro

Asentamiento (cm) - Cimentación Corrida

B' / E	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	4.160	5.662	7.498	8.894	10.111	11.245	12.257
4.25	---	3.933	5.750	7.278	8.591	9.919	11.072	12.069
4.50	---	3.684	5.516	7.054	8.375	9.735	10.897	11.923
4.75	---	---	5.279	6.828	8.157	9.529	10.720	11.761
5.00	---	---	5.040	6.599	7.937	9.331	10.541	11.599
5.25	---	---	4.798	6.369	7.714	9.131	10.360	11.434
5.50	---	---	4.554	6.136	7.489	8.929	10.177	11.268
5.75	---	---	4.308	5.900	7.262	8.724	9.992	11.100

Asentamiento (cm) - Cimentación Cuadrada

B' / E	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	1.809	3.731	5.592	7.444	9.287	11.120	12.943
4.25	---	1.629	3.567	5.376	7.235	9.085	10.925	12.756
4.50	---	1.397	3.282	5.158	7.025	8.882	10.729	12.567
4.75	---	---	3.056	4.939	6.813	8.677	10.531	12.376
5.00	---	---	2.827	4.718	6.599	8.470	10.332	12.184
5.25	---	---	2.597	4.495	6.383	8.262	10.131	11.990
5.50	---	---	2.366	4.271	6.166	8.052	9.928	11.794
5.75	---	---	2.132	4.045	5.947	7.840	9.723	11.597

Asentamiento (cm) - Cimentación Circular

B' / E	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	1.863	3.731	5.592	7.444	9.287	11.120	12.943
4.25	---	1.629	3.567	5.376	7.235	9.085	10.925	12.756
4.50	---	1.397	3.282	5.158	7.025	8.882	10.729	12.567
4.75	---	---	3.056	4.939	6.813	8.677	10.531	12.376
5.00	---	---	2.827	4.718	6.599	8.470	10.332	12.184
5.25	---	---	2.597	4.495	6.383	8.262	10.131	11.990
5.50	---	---	2.366	4.271	6.166	8.052	9.928	11.794
5.75	---	---	2.132	4.045	5.947	7.840	9.723	11.597

Ing. Wenn F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Fuente

Asentamiento (cm) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	2.054	2.933	3.671	4.363	4.934	5.486	5.954
4.25	---	1.932	2.810	3.580	4.190	4.845	5.395	5.870
4.50	---	1.810	2.708	3.453	4.093	4.748	5.310	5.801
4.75	---	---	2.590	3.342	3.997	4.650	5.224	5.737
5.00	---	---	2.471	3.231	3.879	4.554	5.139	5.643
5.25	---	---	2.353	3.119	3.770	4.459	5.040	5.580
5.50	---	---	2.233	3.004	3.668	4.357	4.959	5.443
5.75	---	---	2.113	2.890	3.540	4.257	4.863	5.401

Asentamiento (cm) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.923	1.846	2.761	3.665	4.560	5.448	6.322
4.25	---	0.826	1.736	2.654	3.562	4.461	5.351	6.231
4.50	---	0.693	1.625	2.546	3.459	4.362	5.253	6.139
4.75	---	---	1.512	2.438	3.354	4.261	5.158	6.046
5.00	---	---	1.399	2.329	3.249	4.159	5.063	5.952
5.25	---	---	1.285	2.219	3.143	4.057	4.962	5.857
5.50	---	---	1.171	2.108	3.036	3.954	4.862	5.761
5.75	---	---	1.056	1.997	2.928	3.850	4.762	5.665

Asentamiento (cm) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.923	1.846	2.761	3.665	4.560	5.448	6.322
4.25	---	0.826	1.736	2.654	3.562	4.461	5.351	6.231
4.50	---	0.693	1.625	2.546	3.459	4.362	5.255	6.139
4.75	---	---	1.512	2.438	3.354	4.261	5.158	6.046
5.00	---	---	1.401	2.329	3.249	4.159	5.063	5.952
5.25	---	---	1.285	2.219	3.143	4.057	4.962	5.857
5.50	---	---	1.171	2.108	3.036	3.954	4.862	5.761
5.75	---	---	1.056	1.997	2.928	3.850	4.762	5.665

--- Falla de corte por punzonamiento — B: Ancho de Base de Cimentación
Df: Nivel de Cimentación — D: Diámetro de Cimentación

L. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.690	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.511	---	---	---	---	---	---
4.50	---	1.143	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	0.174	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.408	---	---	---	---	---

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.690	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.511	---	---	---	---	---	---
4.50	---	1.143	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	0.174	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.408	---	---	---	---	---

--- Asentamiento Diferencial Nulo — B: Ancho de Base de Cimentación
Df: Nivel de Cimentación — D: Diámetro de Cimentación

Ing. Neil P. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

M. DISTORSIÓN ANGULAR

Longitud entre Cimentaciones (al Eje): 8.00 m

Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales

≤	0.0067
>	0.0067

Distorsión Angular - Cimentación Corrida

D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Distorsión Angular - Cimentación Cuadrada

D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.002	---	---	---	---	---	---
4.50	---	0.002	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	0.000	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.001	---	---	---	---	---

Distorsión Angular - Cimentación Circular

D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.002	---	---	---	---	---	---
4.50	---	0.002	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	0.000	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.001	---	---	---	---	---

--- : Distorsión Angular Nula — B : Ancho de Base de Cimentación

D : Nivel de Cimentación — D : Diámetro de Cimentación

N. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR ASENTAMIENTO

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²) - Asentamiento 1"

D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	0.67	0.61	0.49	0.42	0.35	0.33	0.30
4.25	X	0.93	0.64	0.50	0.43	0.37	0.33	0.30
4.50	X	1.00	0.67	0.52	0.44	0.35	0.34	0.31
4.75	X	X	0.70	0.54	0.45	0.39	0.35	0.32
5.00	X	X	0.74	0.56	0.47	0.40	0.35	0.32
5.25	X	X	0.78	0.59	0.48	0.41	0.36	0.33
5.50	X	X	0.82	0.61	0.50	0.42	0.37	0.33
5.75	X	X	0.88	0.64	0.52	0.43	0.38	0.34

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²) - Asentamiento 1"

D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	2.48	1.24	0.83	0.62	0.50	0.41	0.36
4.25	X	2.84	1.32	0.86	0.64	0.51	0.42	0.36
4.50	X	3.33	1.42	0.90	0.66	0.52	0.43	0.37
4.75	X	X	1.53	0.94	0.68	0.54	0.44	0.38
5.00	X	X	1.66	0.99	0.71	0.55	0.45	0.38
5.25	X	X	1.81	1.04	0.74	0.57	0.46	0.39
5.50	X	X	1.99	1.10	0.76	0.59	0.47	0.40
5.75	X	X	2.22	1.17	0.80	0.60	0.49	0.41

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²) - Asentamiento 1"

D \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	2.48	1.24	0.83	0.62	0.50	0.41	0.36
4.25	X	2.84	1.32	0.86	0.64	0.51	0.42	0.36
4.50	X	3.33	1.42	0.90	0.66	0.52	0.43	0.37
4.75	X	X	1.53	0.94	0.68	0.54	0.44	0.38
5.00	X	X	1.66	0.99	0.71	0.55	0.45	0.38
5.25	X	X	1.81	1.04	0.74	0.57	0.46	0.39
5.50	X	X	1.99	1.10	0.76	0.59	0.47	0.40
5.75	X	X	2.22	1.17	0.80	0.60	0.49	0.41

D : Nivel de Cimentación — B : Ancho de Base de Cimentación

D : Diámetro de Cimentación

Ing. Nen F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

O. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	0.87	0.61	0.49	0.42	0.36	0.33	0.30
4.25	X	0.93	0.64	0.50	0.43	0.37	0.33	0.30
4.50	X	1.00	0.67	0.52	0.44	0.38	0.34	0.31
4.75	X	X	0.70	0.54	0.45	0.39	0.35	0.32
5.00	X	X	0.74	0.55	0.47	0.40	0.35	0.32
5.25	X	X	0.78	0.59	0.48	0.41	0.36	0.33
5.50	X	X	0.82	0.61	0.50	0.42	0.37	0.33
5.75	X	X	0.86	0.64	0.52	0.43	0.38	0.34

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.82	1.24	0.83	0.62	0.50	0.41	0.36
4.25	X	1.82	1.32	0.85	0.64	0.51	0.42	0.36
4.50	X	1.83	1.42	0.90	0.66	0.52	0.43	0.37
4.75	X	X	1.53	0.94	0.68	0.54	0.44	0.38
5.00	X	X	1.66	0.99	0.71	0.55	0.45	0.38
5.25	X	X	1.81	1.04	0.74	0.57	0.46	0.39
5.50	X	X	1.86	1.10	0.76	0.59	0.47	0.40
5.75	X	X	1.86	1.17	0.80	0.60	0.49	0.41

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.82	1.24	0.83	0.62	0.50	0.41	0.36
4.25	X	1.82	1.32	0.85	0.64	0.51	0.42	0.36
4.50	X	1.83	1.42	0.90	0.66	0.52	0.43	0.37
4.75	X	X	1.53	0.94	0.68	0.54	0.44	0.38
5.00	X	X	1.66	0.99	0.71	0.55	0.45	0.38
5.25	X	X	1.81	1.04	0.74	0.57	0.46	0.39
5.50	X	X	1.86	1.10	0.76	0.59	0.47	0.40
5.75	X	X	1.86	1.17	0.80	0.60	0.49	0.41

B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

	Q_{adm} por Corte
	Q_{adm} por Asentamiento
X	Falla Predominante

P. COEFICIENTE DE BALASTO

Ks - Coeficiente de Balasto Vertical (tn/m³)

B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
	1444.22	962.81	722.11	577.98	481.41	412.63	361.05	320.94

Ing. Neiff Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943) -

ESTRUCTURA :	CIMENTACION
PROYECTO :	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRAULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALPA"
UBICACIÓN :	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA :	ORIHO HANS TAHUATA UPACHIHUA
FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE :	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE :	CPL-04 / MUESTRA 01 H= 1.50
OBSERVACIÓN :	---

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Clasif. SUCS :	---	
$w_{natural}$:	27.3	%
γ_{humedo} :	1.725	g/cm³
N_{golpes} :	9	golpes

ϕ' : Ángulo de Fricción Interna — $\gamma_{saturado}$: Densidad Natural Saturada
c' : Cohesión — D_f : Nivel de Cimentación
γ_{humedo} : Densidad Natural — B : Ancho de Base de Cimentación
Ac : Área de Cimentación

B. NATURALEZA DE LA FALLA

D_r :	29	%
D_f :	1.50	m
B :	2.00	m
D_f / B :	0.75	

Ac : 4.00 m² — Para cimentación cuadrada

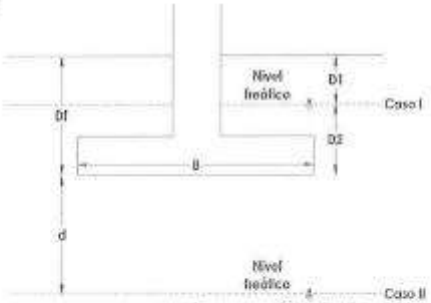
FALLA DE CORTE POR PUNZONAMIENTO



C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

ϕ' :	0.00	°
ϕ' :		°
c' :	0.00	kg/cm²
γ_{humedo} :	1.725	g/cm³
$\gamma_{saturado}$:	1.725	g/cm³

ϕ = ... rad



D. DATOS DE CIMENTACIÓN

D_f :	1.50	m
B :	2.00	m

E. NIVEL FREÁTICO

N.F. : --- m

OBS. Hasta la profundidad de excavación no se encontró nivel freático

y-sat = peso específico saturado

Caso I : Si el N.F. se ubica tal que $0 < D_f < D_f$
Caso II : Si el N.F. se ubica tal que $0 < d < B$
Caso III : Si el N.F. se ubica tal que $d \geq B$

CASO
III

F. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Nc :	---
Nq :	---
Nγ :	---

$$q_{lc} = \alpha \times c' N_c + b \times q N_q + c \times \gamma B N_\gamma$$

Factor forma por Corte — Factor forma por Corte
Circunferencia Inscrita → α = 1.3 & b = 0.6 — Circunferencia Inscrita → α = 0.6(2.5) & b = 0.5
Cuadrado Inscrito → α = 1.3 & b = 0.4 — Cuadrado Inscrito → α = 0.8(2.5) & b = 0.5
Circunferencia Circular → α = 1.3 & b = 0.3 — Circunferencia Circular → α = 0.8(2.5) & b = 0.5

G. CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

- Sobrecarga efectiva (q) : 0.259 kg/cm²

Carga (kg/cm²)	Fact. Cohesivos	Fact. Profundidad	Fact. Geometría
Corrida	---	---	---
Cuadrada	---	---	---
Circular	---	---	---

Cimentación	Presión Neta (kg/cm2)	Factor de Seguridad	Capacidad de Carga (kg/cm2)
Corrida	---	3.00	---
Cuadrada	---		---
Circular	---		---

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

H. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	X	X	X	X	X	X	X	X
0.50	X	X	X	X	X	X	X	X
1.00	X	X	X	X	X	X	X	X
1.50	X	X	X	X	X	X	X	X
2.00	X	X	X	X	X	X	X	X
2.50	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	X	X	X	X	X	X	X	X
3.50	X	X	X	X	X	X	X	X

Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

	Caso I
	Caso II
	Caso III
FV	Falla General
FL	Falla Local
X	Falla Punzonamiento

I. VALORES DE CARGA ULTIMA

Carga Ultima (tn/m) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

Carga Ultima (tn) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

Carga Ultima (tn) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
0.00	---	---	---	---	---	---	---	---
0.50	---	---	---	---	---	---	---	---
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---
1.50	---	---	---	---	---	---	---	---
2.00	---	---	---	---	---	---	---	---
2.50	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---
3.50	---	---	---	---	---	---	---	---

--- Falla de corte por punzonamiento
Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Wellington Alvarado Aligazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943) -

ESTRUCTURA :	CIMENTACIÓN
PROYECTO :	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN :	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO CALLERIA, PROVINCIA CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA :	MIRAO RANS TANANTA UPACHIHUA
FECHA :	DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE :	ING. NEIL F. A. VARADO ALIPAZAGA
FUENTE :	CPR. EN 7 MUESTRAS (2.10 m)
OBSERVACIÓN :	---

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Clasif. SUCS :	CL	
$\omega_{natural}$:	25.9	%
γ_{humedo} :	1.746	g/cm³
N_{SPT} :	21	golpes

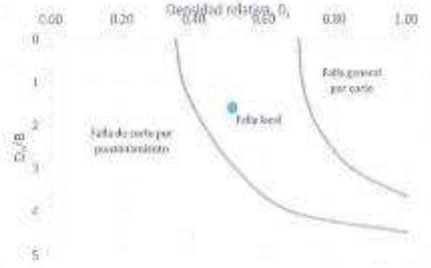
ϕ' : Ángulo de Fricción Interna — $\gamma_{saturado}$: Densidad Natural Saturada
c' : Cohesión — Df : Nivel de Cimentación
γ_{humedo} : Densidad Natural — B : Ancho de Base de Cimentación
Ac : Área de Cimentación

B. NATURALEZA DE LA FALLA

D_f :	51	%
D_f :	4.00	m
B :	2.50	m
D_f / B :	1.60	

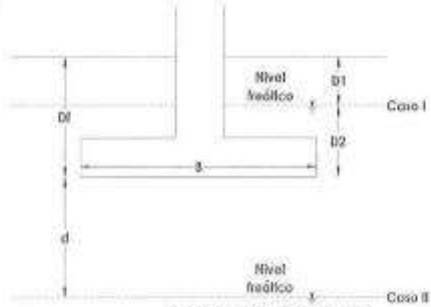
Ac : 6.25 m² — Para cimentación cuadrada

FALLA LOCAL POR CORTE



C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO DE FUNDACIÓN

ϕ' :	0.00	°	
ϕ' :	0.00	°	= 0.00 rad
c' :	0.93	kg/cm²	
γ_{humedo} :	1.746	g/cm³	
$\gamma_{saturado}$:	1.746	g/cm³	



D. DATOS DE CIMENTACIÓN

D_f :	4.00	m
B :	2.50	m

E. NIVEL FREÁTICO

N.F. : --- m

OBS: Hasta la profundidad de excavación no se encontró nivel freático

γ-sat = peso específico saturado

Caso I : Si el N.F. se ubica tal que $0 < D_1 < D_f$
Caso II : Si el N.F. se ubica tal que $0 < d < B$
Caso III : Si el N.F. se ubica tal que $d \geq B$

CASO
III

F. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N c :	5.00
N q :	1.00
N γ :	0.00

$$q_u = a \times c' N_c + b \times q N_q + c \times \gamma B N_\gamma$$

Falla General por Corte — Falla Local por Corte

Cimentación Corrida → a = 1.00, b = 1, c = 1/2 — Cimentación Corrida → a = 1/2, b = 1, c = 1/2
Cimentación Cuadrada → a = 1.3, b = 1, c = 0.4 — Cimentación Cuadrada → a = 0.867, b = 1, c = 0.4
Cimentación Circular → a = 1.3, b = 1, c = 0.3 — Cimentación Circular → a = 0.867, b = 1, c = 0.3

G. CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

- Sobrecarga efectiva (q) : 0.698 kg/cm²

Carga (kg/cm²)	Esf. Cohesivos	Esf. Profundidad	Esf. Geometría
Corrida	3.52	0.70	0.00
Cuadrada	4.58	0.70	0.00
Circular	4.58	0.70	0.00

Cimentación	Presión Neta (kg/cm2)	Factor de Seguridad	Capacidad de Carga (kg/cm2)
Corrida	4.22	3.00	1.41
Cuadrada	5.27		1.76
Circular	5.27		1.76

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

II. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
4.25	X	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
4.50	X	X	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
4.75	X	X	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
5.00	X	X	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46
5.25	X	X	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
5.50	X	X	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
5.75	X	X	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
4.25	X	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
4.50	X	X	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
4.75	X	X	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
5.00	X	X	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
5.25	X	X	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
5.50	X	X	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
5.75	X	X	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
4.25	X	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
4.50	X	X	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
4.75	X	X	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
5.00	X	X	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
5.25	X	X	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
5.50	X	X	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
5.75	X	X	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86

Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Caso I
Caso II
Caso III
Falla General
Falla Local
X : Falla Preconsolidada

III. VALORES DE CARGA ULTIMA

Carga Ultima (tn/m) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	21.09	28.11	35.14	42.17	49.20	56.23	63.26
4.25	---	21.30	28.41	35.51	42.61	49.71	56.81	63.91
4.50	---	---	28.70	35.87	43.05	50.22	57.39	64.57
4.75	---	---	28.99	36.23	43.48	50.73	57.98	65.22
5.00	---	---	29.28	36.60	43.92	51.24	58.56	65.88
5.25	---	---	29.57	36.96	44.35	51.75	59.14	66.53
5.50	---	---	29.86	37.33	44.79	52.26	59.72	67.19
5.75	---	---	30.15	37.69	45.23	52.77	60.30	67.84

Carga Ultima (kg) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	39.56	70.33	109.89	158.24	215.38	281.31	356.04
4.25	---	39.89	70.91	110.80	159.55	217.16	283.64	358.98
4.50	---	---	71.49	111.71	160.86	218.94	285.97	361.93
4.75	---	---	72.07	112.62	162.17	220.73	288.30	364.87
5.00	---	---	72.66	113.52	163.48	222.51	290.62	367.82
5.25	---	---	73.24	114.43	164.79	224.29	292.95	370.77
5.50	---	---	73.82	115.34	166.09	226.07	295.28	373.71
5.75	---	---	74.40	116.25	167.40	227.86	297.61	376.66

Carga Ultima (tn) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	31.07	55.24	86.31	124.28	169.16	220.94	279.63
4.25	---	31.33	55.69	87.00	125.31	170.56	222.77	281.94
4.50	---	---	56.15	87.73	126.34	171.96	224.60	284.26
4.75	---	---	56.61	88.45	127.37	173.36	226.43	286.57
5.00	---	---	57.06	89.16	128.39	174.76	228.25	288.89
5.25	---	---	57.52	89.88	129.42	176.16	230.08	291.20
5.50	---	---	57.98	90.59	130.45	177.56	231.91	293.51
5.75	---	---	58.44	91.30	131.48	178.96	233.74	295.83

--- Falla de corte por punzonamiento
Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

J. ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORIA DE LA ELASTICIDAD

E_s :	117.8	kg/cm²
μ_s :	0.25	
H :	100.00	m

$$S_e = q_0(\alpha B')\frac{1-\mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

(1) Lado de la cimentación cuadrada o circular

Cimentación Cuadrada y Circular	Centro	Esquina
α :	4	1
B' :	1.25 m	2.50 m
m' :	1.00	1.00
n' :	80.00	40.00
A_0 :	0.87	0.86
A_1 :	0.87	0.86
A_2 :	0.00	0.00
F_1 :	0.55	0.55
F_2 :	0.00	0.00
I_s :	0.564	0.547
I_f :	0.536	0.535

L (m) = 5.00 Cimentación Corrida	Centro	Esquina
α :	4	1
B' :	1.25 m	2.50 m
m' :	2.40	2.40
n' :	80.00	40.00
A_0 :	0.91	0.91
A_1 :	1.58	1.55
A_2 :	0.00	0.00
F_1 :	0.00	0.76
F_2 :	0.00	0.01
I_s :	0.835	0.768
I_f :	0.623	0.623

q_0 : Presión neta
Es : Módulo de Elasticidad
H : Espesor del estrato del suelo
I_f : Factor de profundidad (Fox, 1948)
μ_s : Relación de poisson
I_s : Factor de forma (Steinbrenner, 1934)
$f(D_f/B, \mu_s, L/B)$
α : Factor de ubicación de asentamiento
B' : B/2 para centro de la cimentación
B para una esquina de la cimentación

$$I_s = F_1 + \frac{1-2\mu_s}{1-\mu_s} F_2$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi}(A_0 + A_1)$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi}\tan^{-1} A_2$$

$$m' = \frac{L}{B}$$

$$A_0 = m' \ln \frac{(2+\sqrt{m'^2+1})\sqrt{n'^2+m'^2}}{m'(1+\sqrt{m'^2+n'^2+1})}$$

$$A_1 = \ln \frac{(m'+\sqrt{m'^2+1})\sqrt{1+n'^2}}{m'+\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

$$A_2 = \frac{m'}{n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

Centro: $n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)}$ Esquina: $n' = \frac{H}{B}$

Cimentación	Presión Neta (kg/cm²)	Asentamiento (cm)	
Corrida	4.23	Centro	7.878
		Esquina	3.857
Cuadrada	5.27	Centro	5.825
		Esquina	2.875
Circular	5.27	Centro	5.825
		Esquina	2.875

K. VALORES DE ASENTAMIENTO

Centro

Asentamiento (cm) - Cimentación Corrida								
Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	4.302	6.284	7.878	9.240	10.622	11.913	12.855
4.25	---	4.156	6.076	7.690	9.077	10.481	11.669	12.704
4.50	---	---	5.861	7.496	8.909	10.335	11.588	12.669
4.75	---	---	5.641	7.297	8.717	10.184	11.457	12.560
5.00	---	---	5.416	7.092	8.529	10.028	11.328	12.464
5.25	---	---	5.184	6.881	8.335	9.866	11.194	12.355
5.50	---	---	4.948	6.666	8.136	9.700	11.056	12.241
5.75	---	---	4.705	6.444	7.932	9.528	10.913	12.122

Asentamiento (cm) - Cimentación Cuadrada								
Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	1.907	3.886	5.825	7.754	9.673	11.583	13.482
4.25	---	1.765	3.676	5.626	7.573	9.507	11.433	13.349
4.50	---	---	3.451	5.423	7.386	9.338	11.289	13.212
4.75	---	---	3.227	5.216	7.195	9.164	11.123	13.071
5.00	---	---	3.000	5.005	7.001	8.986	10.961	12.926
5.25	---	---	2.768	4.790	6.803	8.804	10.796	12.777
5.50	---	---	2.532	4.571	6.600	8.618	10.627	12.624
5.75	---	---	2.292	4.348	6.394	8.429	10.453	12.467

Asentamiento (cm) - Cimentación Circular								
Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	1.907	3.886	5.825	7.754	9.673	11.583	13.482
4.25	---	1.765	3.676	5.626	7.573	9.507	11.433	13.349
4.50	---	---	3.451	5.423	7.386	9.338	11.289	13.212
4.75	---	---	3.227	5.216	7.195	9.164	11.123	13.071
5.00	---	---	3.000	5.005	7.001	8.986	10.961	12.926
5.25	---	---	2.768	4.790	6.803	8.804	10.796	12.777
5.50	---	---	2.532	4.571	6.600	8.618	10.627	12.624
5.75	---	---	2.292	4.348	6.394	8.429	10.453	12.467

Ing. Neiler Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Escalera

Asentamiento (cm) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	2.157	3.042	3.957	4.584	5.183	5.795	6.335
4.25	---	2.042	2.979	3.784	4.437	5.115	5.781	6.211
4.50	---	---	2.874	3.670	4.350	5.043	5.643	6.164
4.75	---	---	2.760	3.572	4.267	4.978	5.583	6.116
5.00	---	---	2.656	3.472	4.160	4.894	5.520	6.065
5.25	---	---	2.542	3.368	4.074	4.815	5.455	6.012
5.50	---	---	2.426	3.263	3.977	4.734	5.387	5.956
5.75	---	---	2.307	3.155	3.877	4.650	5.318	5.899

Asentamiento (cm) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.961	1.923	2.875	3.818	4.756	5.673	6.586
4.25	---	0.946	1.817	2.777	3.728	4.669	5.600	6.521
4.50	---	---	1.706	2.677	3.635	4.586	5.525	6.454
4.75	---	---	1.597	2.575	3.543	4.506	5.448	6.385
5.00	---	---	1.485	2.471	3.447	4.413	5.369	6.314
5.25	---	---	1.370	2.365	3.349	4.324	5.288	6.241
5.50	---	---	1.253	2.257	3.250	4.232	5.205	6.167
5.75	---	---	1.134	2.146	3.148	4.138	5.120	6.090

Asentamiento (cm) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.961	1.923	2.875	3.818	4.756	5.673	6.586
4.25	---	0.946	1.817	2.777	3.728	4.669	5.600	6.521
4.50	---	---	1.706	2.677	3.635	4.586	5.525	6.454
4.75	---	---	1.597	2.575	3.543	4.506	5.448	6.385
5.00	---	---	1.486	2.471	3.447	4.413	5.369	6.314
5.25	---	---	1.370	2.365	3.349	4.324	5.288	6.241
5.50	---	---	1.253	2.257	3.250	4.232	5.205	6.167
5.75	---	---	1.134	2.146	3.148	4.138	5.120	6.090

--- Falla de corte por punzonamiento
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

L. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Cuadrada

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.803	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.835	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	0.000	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.246	---	---	---	---	---

Asentamiento Diferencial (cm) - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.803	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.835	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	0.000	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.246	---	---	---	---	---

--- Asentamiento Diferencial Nulo
B : Ancho de Base de Cimentación
Df : Nivel de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

M. DISTORSIÓN ANGULAR

Longitud entre Cimentaciones (el Eje): 6.00 m

Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales

≤ 0.0067

> 0.0067

Distorsión Angular - Cimentación Corrida

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	---	---	---	---	---	---	---
4.25	---	---	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	---	---	---	---	---	---
5.75	---	---	---	---	---	---	---	---

Distorsión Angular - Cimentación Cuadrado

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	0.000	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.000	---	---	---	---	---

Distorsión Angular - Cimentación Circular

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.25	---	0.001	---	---	---	---	---	---
4.50	---	---	---	---	---	---	---	---
4.75	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	---	---	---	---	---	---	---	---
5.25	---	---	---	---	---	---	---	---
5.50	---	---	0.000	---	---	---	---	---
5.75	---	---	0.000	---	---	---	---	---

--- Distorsión Angular Nula
Df: Nivel de Cimentación
B: Ancho de Base de Cimentación
D: Diámetro de Cimentación

N. VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA POR ASENTAMIENTO

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	0.81	0.57	0.45	0.38	0.34	0.30	0.28
4.25	X	0.87	0.59	0.47	0.40	0.34	0.31	0.28
4.50	X	X	0.62	0.49	0.41	0.35	0.31	0.29
4.75	X	X	0.65	0.50	0.42	0.36	0.32	0.29
5.00	X	X	0.69	0.52	0.44	0.37	0.33	0.30
5.25	X	X	0.72	0.55	0.45	0.38	0.34	0.30
5.50	X	X	0.77	0.57	0.47	0.39	0.34	0.31
5.75	X	X	0.81	0.59	0.48	0.40	0.35	0.32

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	2.31	1.15	0.77	0.58	0.46	0.38	0.33
4.25	X	2.64	1.23	0.80	0.59	0.47	0.39	0.34
4.50	X	X	1.32	0.84	0.61	0.49	0.40	0.34
4.75	X	X	1.42	0.88	0.64	0.50	0.41	0.35
5.00	X	X	1.54	0.92	0.66	0.51	0.42	0.36
5.25	X	X	1.68	0.97	0.68	0.53	0.43	0.36
5.50	X	X	1.85	1.03	0.71	0.54	0.44	0.37
5.75	X	X	2.06	1.09	0.74	0.56	0.45	0.38

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²) - Asentamiento 1"

Df \ D	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	2.31	1.15	0.77	0.58	0.46	0.38	0.33
4.25	X	2.64	1.23	0.80	0.59	0.47	0.39	0.34
4.50	X	X	1.32	0.84	0.61	0.49	0.40	0.34
4.75	X	X	1.42	0.88	0.64	0.50	0.41	0.35
5.00	X	X	1.54	0.92	0.66	0.51	0.42	0.36
5.25	X	X	1.68	0.97	0.68	0.53	0.43	0.36
5.50	X	X	1.85	1.03	0.71	0.54	0.44	0.37
5.75	X	X	2.06	1.09	0.74	0.56	0.45	0.38

Df: Nivel de Cimentación
B: Ancho de Base de Cimentación
D: Diámetro de Cimentación

Ing. Neil F. Alvarado Aliparago
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

O. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Q_{adm} - Cimentación Corrida (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	0.81	0.57	0.45	0.39	0.34	0.30	0.28
4.25	X	0.87	0.59	0.47	0.40	0.34	0.31	0.28
4.50	X	X	0.62	0.49	0.41	0.35	0.31	0.29
4.75	X	X	0.65	0.50	0.42	0.36	0.32	0.29
5.00	X	X	0.69	0.52	0.44	0.37	0.33	0.30
5.25	X	X	0.72	0.55	0.45	0.38	0.34	0.30
5.50	X	X	0.77	0.57	0.47	0.39	0.34	0.31
5.75	X	X	0.81	0.58	0.48	0.40	0.35	0.32

Q_{adm} - Cimentación Cuadrada (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.76	1.15	0.77	0.58	0.46	0.39	0.33
4.25	X	1.77	1.23	0.80	0.59	0.47	0.39	0.34
4.50	X	X	1.32	0.84	0.61	0.49	0.40	0.34
4.75	X	X	1.42	0.88	0.64	0.50	0.41	0.35
5.00	X	X	1.54	0.92	0.66	0.51	0.42	0.36
5.25	X	X	1.68	0.97	0.68	0.53	0.43	0.36
5.50	X	X	1.85	1.03	0.71	0.54	0.44	0.37
5.75	X	X	1.86	1.09	0.74	0.56	0.45	0.38

Q_{adm} - Cimentación Circular (kg/cm²)

Df \ B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
4.00	X	1.76	1.15	0.77	0.58	0.46	0.39	0.33
4.25	X	1.77	1.23	0.80	0.59	0.47	0.39	0.34
4.50	X	X	1.32	0.84	0.61	0.49	0.40	0.34
4.75	X	X	1.42	0.88	0.64	0.50	0.41	0.35
5.00	X	X	1.54	0.92	0.66	0.51	0.42	0.36
5.25	X	X	1.68	0.97	0.68	0.53	0.43	0.36
5.50	X	X	1.85	1.03	0.71	0.54	0.44	0.37
5.75	X	X	1.86	1.09	0.74	0.56	0.45	0.38

Df : Nivel de Cimentación
B : Ancho de Base de Cimentación
D : Diámetro de Cimentación

	Q_{adm} por Corte
	Q_{adm} por Asentamiento
X	Falla Predominante

P. COEFICIENTE DE BALASTO

Ks - Coeficiente de Balasto Vertical (tn/m³)

B	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
	1342.11	894.74	671.05	536.84	447.37	383.46	335.53	298.25

Ing. Weil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 02
PANEL FOTOGRÁFICO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

1 PANEL FOTOGRÁFICO DE CAMPO

DPL-01 (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Fotografía N° 01-. Vista del punto **DPL Nº 01** - Ubicado en el área del proyecto.

PERFORACIÓN 01



Fotografía N° 02-. Vista del punto de **PERFORACIÓN Nº 01** Ubicado en el área del proyecto.

Marlon Tello
CIP N° 148541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Nilton Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74426
JEFE DE LABORATORIO

DPL-02 (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Fotografía N° 03-. Vista del punto **DPL Nº 02** - Ubicado en el área del proyecto

PERFORACIÓN 02



Moises Moran Tello
DNI N° 43511135
Tec. Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Fotografía N° 04.- Vista del punto de **PERFORACIÓN Nº 02** Ubicado en el área del proyecto.

DPL-03 (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Fotografía N° 05.- Vista del punto **DPL Nº 03** - Ubicado en el área del proyecto.

Moisés Morón Tello
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

PERFORACIÓN 03



Ing. Neiva Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Fotografía N° 06.- Vista del punto de **PERFORACIÓN Nº 03** Ubicado en el área del proyecto.

DPL-04 (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Fotografía N° 07.- Vista del punto **DPL Nº 04** - Ubicado en el área del proyecto

Moises Mayan Tello
D.N.I. 43941135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

PERFORACIÓN 04



Ing. Neil F. Andrade Alipazaga
CIP. N° 74429
JEFE DE LABORATORIO

Fotografía N° 08.- Vista del punto de **PERFORACIÓN Nº 04** Ubicado en el área del proyecto.

2. PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO



Fotografía N° 01.- **VISTA DEL ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG** – Ensayo de Límite Plástico



Fotografía N° 02.- **VISTA DEL ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG** – Ensayo de Límite Líquido



Fotografía N° 03.- **Vista de los ensayos de Limites de Atterberg**



Moisés Mellon Tello
LIM.N° 48541135
Tec. Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Fotografía N° 04.- **Vista del procedimiento del ensayo de granulometría, en conjunto con los ensayos de Atterberg nos permite clasificar el suelo.**

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 94428
JEFE DE LABORATORIO



Fotografía N° 05.- **Vista del ensayo de lavado para análisis granulométrico**



Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Técnico Laboratorista Suelos, Asfalto y Concreto

Fotografía N° 06.- **Vista de las muestras secadas en el horno**

Ing. Nelly Alvarado Aupazago
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 03
RESUMEN

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

CUADRO RESUMEN
N° 01

ANALISIS GRANULOMETRICO, LIMITES DE PLASTICIDAD
CLASIFICACION DE SUELO DE FUNDACION EN PERFORACIONES

UBICACIÓN	IDENTIFICACION			ANALISIS GRANULOMETRICO				LIMITES DE PLASTICIDAD, %			CLASIFICACION		HUMEDAD NATURAL	γ d	γ m	SUELO COLAPSABLE	SUELO EXPANSIVO
Sondeo	Referencia	Muestra	Prof. (m)	GRAVA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	FINOS	L L	L P	I P	SUCS	AASHTO	Wn , %	Tn/m³	Tn/m³	Fig 07 NTE. 050	LIMITES ATTERBERG
P -01	DPL -01	M - 01	4.00	———	———	———	———	———	———	———	r.n.c		———	———	———		
		M - 02	1.00	0.00%	0.23%	10.13%	89.64%	47.65%	23.17%	24.48%	CL	A-7-6 (24)	21.80%	———	———	NO	MEDIA
P -02	DPL -02	M - 01	4.00	———	———	———	———	———	———	———	r.n.c		———				
		M - 02	1.00	0.00%	0.72%	10.29%	88.99%	35.00%	18.21%	16.79%	CL	A-6 (15)	23.78%	———	———	NO	BAJA
P -03	DPL -03	M - 01	3.00	———	———	———	———	———	———	———	Pt		———				
		M - 02	2.00	0.00%	0.42%	16.96%	82.62%	36.66%	21.87%	14.79%	CL	A-6 (12)	24.79%	———	———	NO	BAJA
P -04	DPL -04	M - 01	4.00	———	———	———	———	———	———	———	r.n.c		———				
		M - 02	1.00	0.00%	5.17%	31.43%	63.40%	38.48%	20.27%	18.21%	CL	A-6 (9)	25.93%	———	———	NO	BAJA

Donde:

r.n.c	-	Relleno no controlado
Pt	-	Material organico
L L	-	Limite liquido
L P	-	Limite plástico
I P	-	Indice plástico
SUCS	-	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (ASTM D - 2487)
AASHTO	-	American Society for Testing and Materials (ASTM D - 3282)

		BAJA
GRAVAS: % Retenido en la Malla N° 04		0.00%
ARENA GRUESA: % que pasa Malla N° 04 y Retenido en Malla N° 10		1.64%
ARENA FINA: % que pasa Malla N° 10 y Retenido en Malla N° 200		17.20%
FINOS ARCILLAS Y LIMOS: Porcentaje que pasa la Malla N° 200		81.16%
	(X̄) Limite liquido	39.45%
	(X̄) Indice plástico	18.57%
	(X̄) Contenido de humedad	24.07%

Moises Morón Tello
DNI/N° 46541135
Jefe de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CUADRO RESUMEN
N° 02

MUESTREO Y UBICACION DEL ENSAYO DPL - CORRELACION SPT

ELEMENTO	DPL	PROF. EXPLOR. (m)	γ, gr/cm³	Numero de Golpes - Ensayo $DPLN_{30}$ a una distancia de														
				0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80
P-01	SPT-01	5	1.843	2	3	4	4	5	9	12	13	15	21	29	28	33	39	44	43
P-02	SPT-02	5	1.857	9	8	9	16	16	18	17	20	16	15	19	26	26	29	33	36
P-03	SPT-03	5	1.857	1	2	3	4	5	14	19	20	24	28	32	35	34	36	37	41
P-04	SPT-04	5	1.857	13	14	15	14	14	14	18	21	19	27	31	27	32	35	37	36

ELEMENTO	DPL	PROF. EXPLOR. (m)	γ, gr/cm³	Numero de Golpes - Correlacion Ensayo DPL - $SPTN_{30}$ a una distancia de														
				0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80
P-01	SPT-01	5	1.825	1	2	2	2	3	6	8	8	10	14	19	18	22	25	28	28
P-02	SPT-02	5	1.838	6	5	6	11	10	11	11	13	10	10	12	17	17	19	21	23
P-03	SPT-03	5	1.779	1	1	2	3	3	9	13	13	16	18	21	23	22	23	24	27
P-04	SPT-04	5	1.746	8	9	10	9	9	9	12	13	13	18	20	18	21	23	24	23

ELEMENTO	DPL	PROF. EXPLOR. (m)	γ, gr/cm³	$SPT\ N_{60}$ a una distancia de														
				0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80
P-01	SPT-01	5	1.825	---	2	2	2	3	6	8	7	8	11	15	13	17	19	20	19
P-02	SPT-02	5	1.838	---	5	6	11	10	11	11	11	8	9	10	13	12	14	16	17
P-03	SPT-03	5	1.779	---	1	2	3	3	9	12	11	14	15	17	17	17	18	18	18
P-04	SPT-04	5	1.746	---	9	10	9	9	9	11	11	11	15	15	13	16	18	18	17

Moises Morón Tello
DNI N° 48548135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Nelly Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74426
JEFE DE LABORATORIO

ELEMENTO	DPL	PROF. EXPLOR. (m)	γ, gr/cm³	Peso Especifico, kg/cm³ a una distancia de															
				0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80
P-01	SPT-01	5	1.825	---	1.100	1.100	1.100	1.600	1.667	1.700	1.700	1.750	1.850	1.975	1.950	1.726	1.805	1.884	1.884
P-02	SPT-02	5	1.838	---	1.533	1.667	1.775	1.750	1.775	1.775	1.825	1.750	1.750	1.800	1.925	1.925	1.975	1.700	1.753
P-03	SPT-03	5	1.779	---	2.300	1.100	1.600	1.600	1.725	1.825	1.825	1.900	1.950	1.700	1.753	1.726	1.753	1.779	1.858
P-04	SPT-04	5	1.746	---	1.725	1.750	1.725	1.725	1.725	1.800	1.825	1.825	1.950	2.000	1.950	1.700	1.753	1.779	1.753

ELEMENTO	DPL	PROF. EXPLOR. (m)	γ, gr/cm³	Cohesión, kg/cm² a una distancia de															
				0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80
P-01	SPT-01	5	1.825	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.974	1.151	1.239	1.189
P-02	SPT-02	5	1.838	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.646	0.759	0.913	0.966
P-03	SPT-03	5	1.779	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.992	1.030	0.989	1.045	1.056	1.112
P-04	SPT-04	5	1.746	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.926	1.054	1.054	0.966

ELEMENTO	DPL	PROF. EXPLOR. (m)	γ, gr/cm³	Modulo de Elasticidad, kg/cm² a una distancia de															
				0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80
P-01	SPT-01	5	1.825	---	100.14	100.14	100.14	150.21	300.42	398.15	372.43	432.60	88.02	109.14	101.29	121.68	133.49	140.25	136.41
P-02	SPT-02	5	1.838	---	250.35	300.42	87.03	500.69	87.03	85.18	91.14	432.60	437.76	493.86	97.23	94.17	102.22	114.77	119.01
P-03	SPT-03	5	1.779	---	---	100.14	150.21	150.21	450.62	96.11	91.14	106.16	112.63	127.12	131.18	126.73	130.28	131.34	137.19
P-04	SPT-04	5	1.746	---	450.62	500.69	450.62	450.62	450.62	90.68	91.14	87.02	109.14	113.28	101.29	117.77	125.91	125.98	119.01

Ing. Nelson Marón Tello
CIP. N° 74428
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Nell F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CUADRO RESUMEN
N° 3

PARAMETROS FISICOS DEL TERRENO DE FUNDACION (Esfuerzo Admisible)

UBICACIÓN		IDENTIFICACION			ZONA GEOTECNICA	CLASIFICACION		LIMITES DE PLASTICIDAD		HUMEDAD NATURAL	γ_m	N_{SPT}	N_{60}	φ	C	E	Df	B	q_{adm} CIM. CORRIDA	q_{adm} CIM. CUADRADA	q_{adm} CIM. CIRCULAR
Localizacion	AUGER	REFERENCIA N°	MUESTRA N°	PROF. mts.		S U C S	AASHTO	LL. (%)	I.P. (%)	Wn. %	Tn/m³			°	Kg/cm²	Kg/cm²	m	m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²
JR. INDEPENDENCIA	P-01	DPL_SPT-01	M - 01	4.00	I	nnc	------	------	------	------		5	3	0.00	0.000	150.21	1.50	2.50	Falla por punzonamiento	Falla por punzonamiento	Falla por punzonamiento
			M - 02	5.00		CL	A-7-6 (24)	47.65%	24.48%	21.80%	1.825	22	17	0.00	0.974	121.68	4.00	2.50	0.47	0.79	0.79
JR. INDEPENDENCIA	P-02	DPL_SPT-02	M - 01	4.00	I	nnc	------	------	------	------		11	10	0.00	0.000	500.69	1.50	2.50	Falla por punzonamiento	Falla por punzonamiento	Falla por punzonamiento
			M - 02	5.00		CL	A-6 (15)	35.00%	16.75%	23.78%	1.838	17	12	0.00	0.646	94.17	4.00	2.50	0.36	0.61	0.61
JR. SAENZ PEÑA	P-03	DPL_SPT-03	M - 01	4.00	I	Pt	------	------	------	------		3	3	0.00	0.000	150.21	1.50	2.50	Falla por punzonamiento	Falla por punzonamiento	Falla por punzonamiento
			M - 02	5.00		CL	A-6 (12)	36.66%	14.79%	24.79%	1.779	22	17	0.00	0.989	126.73	4.00	2.50	0.49	0.83	0.83
JR. SAENZ PEÑA	P-04	DPL_SPT-04	M - 01	4.00	I	nnc	------	------	------	------		9	9	0.00	0.000	450.62	1.50	2.50	Falla por punzonamiento	Falla por punzonamiento	Falla por punzonamiento
			M - 02	5.00		CL	A-6 (9)	38.48%	18.21%	25.93%	1.746	21	16	0.00	0.926	117.77	4.00	2.50	0.45	0.77	0.77

Donde:

LL	-	Limite liquido
IP	-	Indice plástico
MDS	-	Máxima densidad seca o peso volumétrico seco máximo del suelo obtenido en laboratorio
W opt	-	Contenido optimo de agua del suelo obtenido en laboratorio
SUCS	-	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (ASTM D - 2487)
AASHTO	-	American Society for Testing and Materials (ASTM D - 3282)

Ing. Neil E. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Moises Morán Tello
DNI N° 29541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

CUADRO RESUMEN
N° 4

UBICACIÓN DE SONDEOS DPL

IDENTIFICACION		(Datum: WGS 84, Zona 18 Sur)		COTA	TRAMO
Elemento N°	Profundidad, m	ESTE	NORTE		
PZ-01 (DPL - 01)	8.00	552324.54	9074610.75	143.26	JR. INDEPENDENCIA
PZ-02 (DPL - 02)	8.00	552463.43	9074809.13	142.99	JR. INDEPENDENCIA
PZ-03 (DPL - 03)	8.00	552066.87	9074913.28	142.34	JR. SAENZ PEÑA
PZ-04 (DPL - 04)	8.00	544000.30	9075168.38	142.81	JR. SAENZ PEÑA

Moises Morón Tello
DNI N° 46541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. [illegible] Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 04
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

REGISTRO DE PERFORACION P-01

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TAVANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
PROGRESIVA	: ——— COTA : 143.28msnm

Prof. mts.	Espesor estrato mts.	Muestra N°	Descripción del estrato	Clasificación SUCS/AASHTO	Gráfico
0.00	4.00	1	**Relleno no controlado, orgánico y contaminado** Depósito de origen antrópico producto de rellenos no controlados sobre el terreno natural. El material Orgánico es de color gris oscuro, de fétido olor, contaminados, con presencia de raíces, plásticos con profundidades variables, entre 3.00 m y 4.00 m. En sitio, el estrato presenta consistencia muy blanda y en estado muy húmedo. Se recomienda su remoción previa a la ejecución de cualquier obra de infraestructura.	R.N.C	
0.50					
1.00					
1.50					
2.00					
3.00					
3.50					
4.00					
4.50	4.00	2	**Material arcilloso, pobre a malo como subgrado** Arcillas inorgánicas de media plasticidad, mezcla con arena gruesa (0,23%) arena fina (10,13%) y finos arcillosos limosos (89,64%). Depósito de origen fluvial, de color rojo con manchas gris claro. En sitio, el estrato presenta consistencia media y en estado semi húmedo.	CL A-7-6 (24)	
5.00					
5.50					
6.00					
6.50					
7.00					
7.50					
8.00					



Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

REGISTRO DE PERFORACION P-02

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRAULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
PROGRESIVA	: ——— COTA : 142.89msnm

Prof. mts.	Espesor estrato mts.	Muestra N°	Descripción del estrato	Clasificación SUCS/AASHTO	Gráfico
0.00	4.00	1	**Relleno no controlado, orgánico y contaminado** Depósito de origen antrópico producto de rellenos no controlados sobre el terreno natural. El material Orgánico es de color gris oscuro, de fétido olor, contaminadas, con presencia de raíces, plásticos con profundidades variables, entre 3.00 m y 4.00 m. En sitio, el estrato presenta consistencia muy blanda y en estado muy húmedo. Se recomienda su remoción previa a la ejecución de cualquier obra de infraestructura.	R.N.C	
0.50					
1.00					
1.50					
2.00					
3.00					
3.50					
4.00					
4.50	4.00	2	**Material arcilloso, pobre a malo como subgrado** Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, mezcla con arena grueso (0,72%) arena fina (10,29%) y finos arcillosos limosos (88,99%). Depósito de origen fluvial, de color marrón con manchas gris clara. En sitio, el estrato presenta consistencia blanda y en estado semi húmedo.	CL A-6 (15)	
5.00					
5.50					
6.00					
6.50					
7.00					
7.50					
8.00					



Miguel Tello
Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

REGISTRO DE PERFORACION P-03

PROYECTO	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	MIRKO HANS TANANTA LPIACHIPUA
	HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
PROGRESIVA	-------

COTA : 142.34msnm

Prof. mts.	Espesor estrato mts	Muestra N°	Descripción del estrato	Clasificación SUCS/AASHTO	Gráfico
0.00	3.00	1	**Relleno no controlado, orgánico y contaminado** Depósito de origen antrópico producto de rellenos no controlados sobre el terreno natural. EL material Orgánico es de color gris oscuro, de fétido olor, contaminadas, con presencia de raíces, plásticos, maderas, etc. Con profundidades variables, entre 3.00 m y 4.00 m. En sitio, el estrato presenta consistencia muy blanda y en estado muy húmedo. Se recomienda su remoción previa a la ejecución de cualquier obra de infraestructura.	R.N.C.	
0.50					
0.80					
1.00					
1.50					
2.00					
2.50					
3.00					
3.50	5.00	2	**Material arcilloso, pobre a malo como subgrado** Arcillas inorgánicas de baja elasticidad, mezcla con arena gruesa (0,47%) arena fina (16,76%) y finos arcillosos limosos (82,52%). Depósito de origen fluvial, de color marrón con manchas grises claro. En sitio, el estrato presenta consistencia blanda y en estado semi húmedo.	CL A-6 (12)	
4.00					
4.50					
5.00					
5.50					
6.00					
7.00					
8.00					



Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

REGISTRO DE PERFORACION P-04

PROYECTO	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
PROGRESIVA	——— COTA : 142.61msnm

Prof. mts.	Espesor estrato mts	Muestra N°	Descripción del estrato	Clasificación SUCS/AASHTO	Gráfico
0.00	4.00	1	**Relleno no controlado, orgánico y contaminado** Depósito de origen antrópico producto de rellenos no controlados sobre el terreno natural. El material Orgánico es de color gris oscuro, de fétido olor, contaminadas, con presencia de raíces, plásticos, maderas, etc. Con profundidades variables, entre 3.00 m y 4.00 m. En sitio, el estrato presenta consistencia muy blanda y en estado muy húmedo. Se recomienda su remoción previa a la ejecución de cualquier obra de infraestructura.	R.N.C.	
0.50					
1.00					
1.50					
2.00					
3.00					
3.50					
4.00					
4.50	4.00	2	**Material arcilloso, pobre a malo como subgrado** Arcillas inorgánicas de media plasticidad, mezcla con presencia de arena gruesa (5,17%) arena fina (31,43%) y finos arcillosos limosos (63,40%). Depósito de origen fluvial, de color marrón con manchas gris claro. En sitio, el estrato presenta consistencia blanda y en estado semi húmedo.	CL A-6 (9)	
5.00					
5.50					
6.00					
6.50					
7.00					
7.50					
8.00					



Moisés Marín Tello
DNI N° 44561135
Técnico Laboratorista Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 05
CLASIFICACIÓN

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES DE INGENIERIA
NTP 339.134 / NTP 339.135

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 01 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ..... — COTA : 143.28msnm

Peso Seco Inicial Antes de lavar: 300.58
Peso Seco Inicial Despues de lavar: 31.57

TAMIZ No	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	PESO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.520	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.360	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 16	1.180	0.20 gr	0.20 gr	0.07%	0.07%	99.93%
No 30	0.600	0.30 gr	0.50 gr	0.10%	0.17%	99.83%
No 40	0.420	0.18 gr	0.68 gr	0.06%	0.23%	99.77%
No 50	0.300	0.35 gr	1.03 gr	0.12%	0.34%	99.66%
No 100	0.150	0.46 gr	1.49 gr	0.15%	0.50%	99.50%
No 200	0.075	29.64 gr	31.13 gr	9.86%	10.36%	89.64%
CAZOLETA		269.45 gr	31.57 gr	89.64%	100.00%	0.00%
TOTAL		300.58 gr				

Tamaño maximo de los fragmentos: 2.000 mm
Forma predominante de la fraccion gruesa: .....

DESCRIPCION DEL SUELO

CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134) : CL

Arcillas inorgánicas de media plasticidad, mezcla con arena gruesa (0.23%) arena fina (10.13%) y finos arcillosos limosos (89.64%). Depósito de origen fluvial, de color rojo con manchas gris claro. En sitio, el estrato presenta consistencia media y en estado semi húmedo.

CLASIFICACION AASHTO (NTP 339.135) : A-7-6 (24)

Material arcilloso, pobre a malo como subgrado

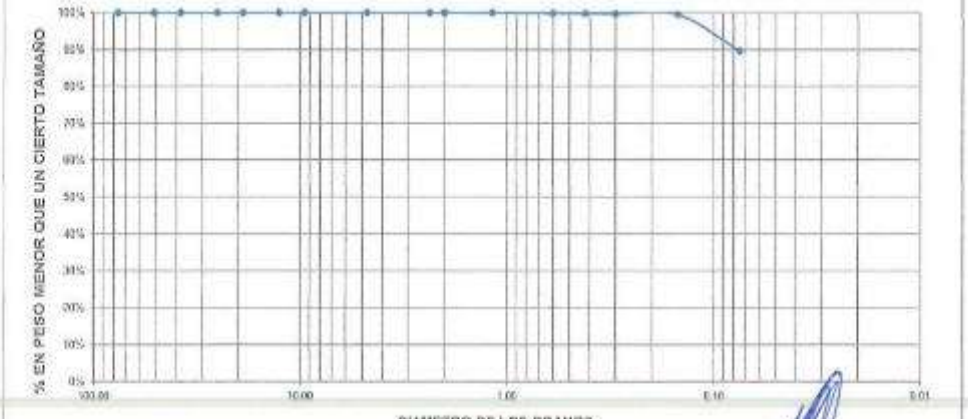
Coeficiente de Uniformidad	Cu =	-------
Coeficiente de Curvatura	Cc =	-------

Caracteristicas de plasticidad de la fraccion de suelo que pasa la Malla N° 40

Limite Liquido	LL =	47.65%
Limite Plastico	LP =	23.17%
Indice de Plasticidad	IP =	24.48%
Contenido de Humedad	w =	21.80%

AGREGADO GRUESO - GRAVAS: % Retenido en la Malla N° 04 = 0.00%
AGREGADO FINO: Porcentaje que pasa la Malla N° 04 = 100.00%
ARENA GRUESA: % Retenido en la Malla N° 40 = 0.23%
ARENA FINA: % Retenido en la Malla N° 200 = 10.13%
ARCILLAS Y LIMOS: Porcentaje que pasa la Malla N° 200 = 89.64%

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Ing. Civil

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES DE INGENIERIA
NTP 339.134 / NTP 339.135

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TAMANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 02 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ---------- — COTA : 142.99msnm

Peso Seco inicial Antes de lavar: 300.49
Peso Seco inicial Despues de lavar: 33.64

TAMIZ	DIAMETRO	PESO	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE
No	(mm)	RETENIDO	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3"	76.200	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.500	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 6	3.360	0.51 gr	0.51 gr	0.17%	0.17%	99.83%
No 10	2.000	0.07 gr	0.58 gr	0.02%	0.19%	99.81%
No 16	1.180	0.34 gr	0.92 gr	0.11%	0.31%	99.69%
No 30	0.600	0.76 gr	1.68 gr	0.25%	0.56%	99.44%
No 40	0.420	0.49 gr	2.17 gr	0.16%	0.72%	99.28%
No 50	0.300	0.64 gr	2.81 gr	0.21%	0.94%	99.06%
No 100	0.150	4.11 gr	6.92 gr	1.37%	2.30%	97.70%
No 200	0.075	26.17 gr	33.09 gr	8.71%	11.01%	88.99%
CAZOLETA		267.40 gr	33.64 gr	88.99%	100.00%	0.00%
TOTAL		300.49 gr				

Tamaño maximo de los fragmentos: 4.750 mm
Forma predominante de la fraccion gruesa: ----------

DESCRIPCION DEL SUELO

CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134) : CL

Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, mezcla con arena gruesa (0.72%) arena fina (10.29%) y finos arcillosos limosos (88.99%). Depósito de origen fluvial, de color marrón con manchas gris clara. En sitio, el estrato presenta consistencia blanda y en estado semi húmedo.

CLASIFICACION AASHTO (NTP 339.135) : A-6 (15)

Material arcilloso, pobre a malo como subgrado

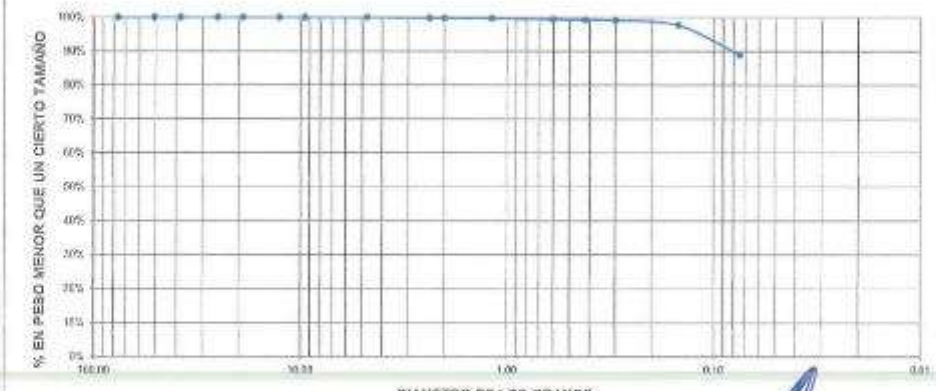
Coeficiente de Uniformidad Cu = -------
Coeficiente de Curvatura Cc = -------

Caracteristicas de plasticidad de la fraccion de suelo que pasa la Malla N° 40

Limite Liquido LL = 35.00%
Limite Plástico LP = 18.21%
Indice de Plasticidad IP = 16.79%
Contenido de Humedad w = 23.78%

AGREGADO GRUESO - GRAVAS: % Retenido en la Malla N° 04 = 0.00%
AGREGADO FINO: Porcentaje que pasa la Malla N° 04 = 100.00%
ARENA GRUESA: % Retenido en la Malla N° 40 = 0.72%
ARENA FINA: % Retenido en la Malla N° 200 = 10.29%
ARCILLAS Y LIMOS: Porcentaje que pasa la Malla N° 200 = 88.99%

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



Moises Tarón Tello
DNI N° 48541135
Tecnico Laboratorista de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74420
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES DE INGENIERIA
NTP 339.134 / NTP 339.135

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 03 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ..... — COTA : 142.34msnm

Peso Seco inicial Antes de lavar 300.33
Peso Seco inicial Despues de lavar 53.08

TAMIZ No	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	PESO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.520	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.360	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	0.33 gr	0.33 gr	0.11%	0.11%	99.89%
No 16	1.180	0.14 gr	0.47 gr	0.05%	0.16%	99.84%
No 30	0.600	0.32 gr	0.79 gr	0.11%	0.26%	99.74%
No 40	0.420	0.48 gr	1.27 gr	0.16%	0.42%	99.58%
No 50	0.300	0.78 gr	2.05 gr	0.26%	0.68%	99.32%
No 100	0.150	5.18 gr	7.23 gr	1.72%	2.41%	97.59%
No 200	0.075	44.97 gr	52.20 gr	14.97%	17.38%	82.62%
CAZOLETA		248.13 gr	53.08 gr	82.62%	100.00%	0.00%
TOTAL		300.33 gr				

Tamaño maximo de los fragmentos: 2.360 mm
Forma predominante de la fraccion gruesa .....

DESCRIPCION DEL SUELO

CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134) : CL

Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, mezcla con arena gruesa (0.42%) arena fina (16.96%) y finos arcillosos limosos (82.62%). Depósito de origen fluvial, de color marrón con manchas grises claro. En sitio, el estrato presenta consistencia blanda y en estado semi húmedo.

CLASIFICACION AASHTO (NTP 339.135) : A-6 (12)

Material arcilloso, pobre a malo como subgrado

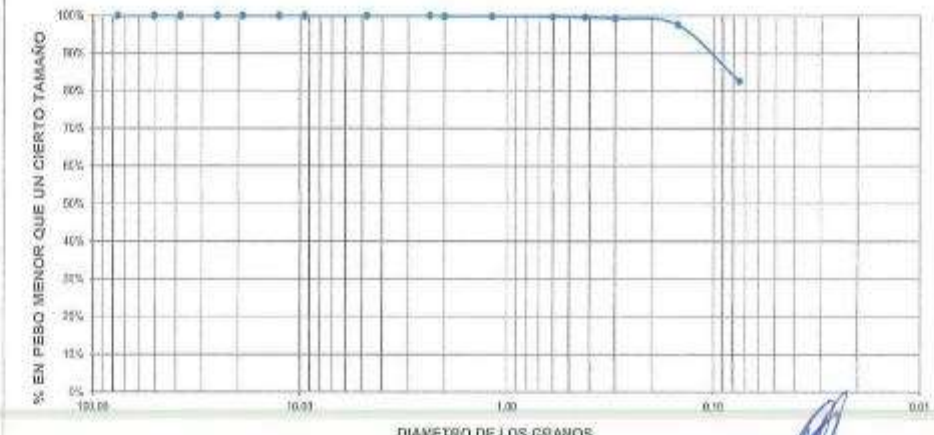
Coeficiente de Uniformidad Cu = ...
Coeficiente de Curvatura Cc = ...

Caracteristicas de plasticidad de la fraccion de suelo que pasa la Malla N° 40

Límite Líquido LL = 36.99%
Límite Plástico LP = 21.87%
Indice de Plasticidad IP = 14.79%
Contenido de Humedad w = 24.79%

AGREGADO GRUESO - GRAVAS: % Retenido en la Malla N° 04 = 0.00%
AGREGADO FINO: Porcentaje que pasa la Malla N° 04 = 100.00%
ARENA GRUESA: % Retenido en la Malla N° 40 = 0.42%
ARENA FINA: % Retenido en la Malla N° 200 = 16.96%
ARCILLAS Y LIMOS: Porcentaje que pasa la Malla N° 200 = 82.62%

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES DE INGENIERIA
NTP 339.134 / NTP 339.135

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 04 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ..... — COTA : 142.81msnm

Peso Seco Inicial Antes de lavar 300.74
Peso Seco Inicial Despues de lavar 110.06

TAMIZ No	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	PESO ACUMULADO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.800	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.520	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00 gr		0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.360	2.88 gr	2.88 gr	0.96%	0.96%	99.04%
No 10	2.000	0.62 gr	3.50 gr	0.21%	1.16%	98.84%
No 16	1.180	2.09 gr	5.59 gr	0.69%	1.86%	98.14%
No 30	0.600	5.47 gr	11.06 gr	1.82%	3.68%	96.32%
No 40	0.420	4.49 gr	15.55 gr	1.49%	5.17%	94.83%
No 50	0.300	6.73 gr	22.28 gr	2.24%	7.41%	92.59%
No 100	0.150	21.67 gr	43.95 gr	7.21%	14.61%	85.39%
No 200	0.075	66.11 gr	110.06 gr	21.95%	36.60%	63.40%
CAZOLETA		190.68 gr	110.06 gr	63.40%	100.00%	0.00%
TOTAL		300.74 gr				

Tamaño maximo de los fragmentos: 4.750 mm
Forma predominante de la fraccion gruesa .....

DESCRIPCION DEL SUELO

CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134) : CL

Arcillas inorgánicas de media plasticidad, mezcla con presencia de arena gruesa (5.17%) arena fina (31.43%) y finos arcillosos limosos (63.40%). Depósito de origen fluvial, de color marrón con manchas gris claro. En sitio, el estrato presenta consistencia blanda y en estado semi húmedo.

CLASIFICACION AASHTO (NTP 339.135) : A-6 (9)

Material arcilloso, pobre a malo como subgrado

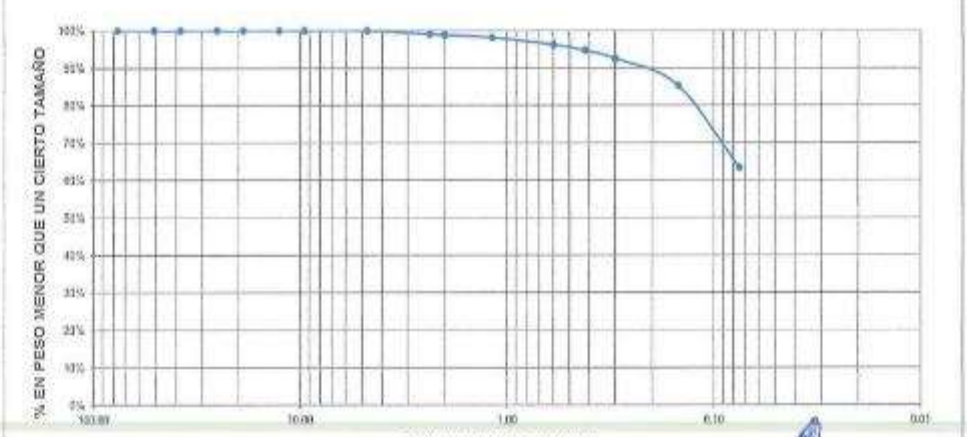
Coeficiente de Uniformidad	Cu =	.....
Coeficiente de Curvatura	Cc =	.....

Caracteristicas de plasticidad de la fraccion de suelo que pasa la Malla N° 40

Limite Liquido	LL =	38.48%
Limite Plastico	LP =	20.27%
Indice de Plasticidad	IP =	18.21%
Contenido de Humedad	w =	25.93%

AGREGADO GRUESO - GRAVAS: % Retenido en la Malla N° 04 = 0.00%
AGREGADO FINO: Porcentaje que pasa la Malla N° 04 = 100.00%
ARENA GRUESA: % Retenido en la Malla N° 40 = 5.17%
ARENA FINA: % Retenido en la Malla N° 200 = 31.43%
ARCILLAS Y LIMOS: Porcentaje que pasa la Malla N° 200 = 63.40%

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



Moises Marlon Tello
DNI N° 48641135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 244218
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 06
LIMITES DE ATTEBERG

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

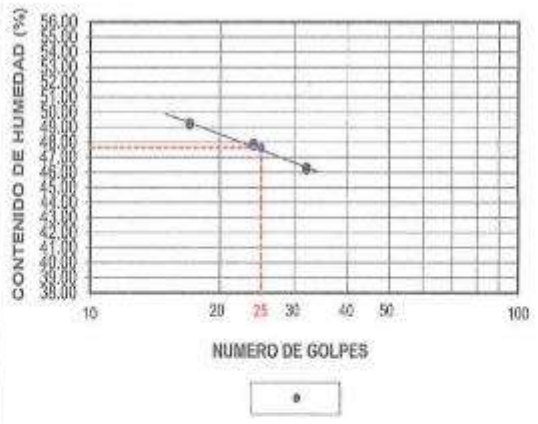
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)

NTP 339.129 / ASTM D-4318

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 01 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ..... — COTA : 143.26msnm

TIPO DE ENSAYO		LIMITE LIQUIDO ASTM - 423			LIMITE PLASTICO ASTM - 424		
		LL	LL	LL	LP	LP	LP
Tara #		13	17	22	5	7	
Número de Golpes		17	24	32			
1. Peso suelo hum. + tara	(gr.)	35.53	37.22	35.76	20.05	20.11	
2. Peso suelo seco + tara	(gr.)	28.64	29.84	29.15	17.89	17.89	
3. Peso de la tara	(gr.)	14.62	14.47	14.84	8.55	8.33	
4. Peso de agua	(gr.)	6.89	7.38	6.61	2.16	2.22	
5. Peso del suelo seco	(gr.)	14.02	15.37	14.31	9.34	9.56	
6. Contenido de Agua	(%)	49.14	48.02	46.19	23.13	23.22	

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
Límite líquido	(LL) %	47.65
Límite plástico	(LP) %	23.17
Índice plástico	(IP) %	24.48

	CLASIFICACION	
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M-02	CL	A-7-6 (24)

Moises Mantari Tello
DNI N° 45451135
Ing. de Laboratorio Mecánica de Suelos y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

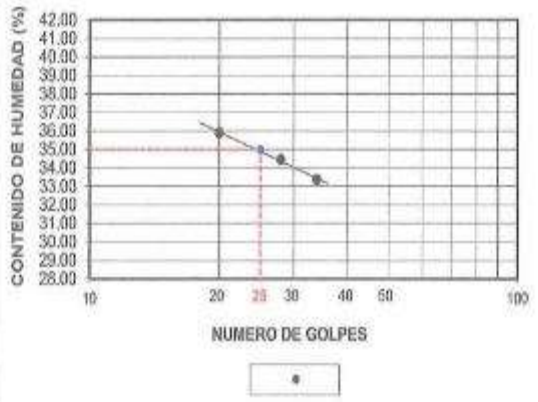
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)

NTP 339.129 / ASTM D-4318

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 02 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: --------- — COTA : 142.99msnm

TIPO DE ENSAYO		LIMITE LIQUIDO ASTM - 423			LIMITE PLASTICO ASTM - 424		
		LL	LL	LL	LP	LP	LP
Tara #		8	19	15	6	20	
Número de Golpes		20	28	34			
1. Peso suelo hum. + tara	(gr.)	32.78	37.16	34.82	19.97	20.07	
2. Peso suelo seco + tara	(gr.)	27.94	31.75	29.80	18.19	18.33	
3. Peso de la tara	(gr.)	14.47	16.03	14.77	8.45	8.74	
4. Peso de agua	(gr.)	4.84	5.41	5.02	1.78	1.74	
5. Peso del suelo seco	(gr.)	13.47	15.72	15.03	9.74	9.59	
6. Contenido de Agua	(%)	35.92	34.41	33.40	18.28	18.14	

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



	CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Límite líquido	(LL) %	35.00
Límite plástico	(LP) %	18.21
Índice plástico	(IP) %	16.79

	CLASIFICACION	
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M-02	CL	A-6 (15)

Moises Martin Tello
DNI N° 45541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74423
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)

NTP 339.129 / ASTM D-4318

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 03 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ------- — COTA : 142.34msnm

TIPO DE ENSAYO		LIMITE LIQUIDO ASTM - 423			LIMITE PLASTICO ASTM - 424		
		LL	LL	LL	LP	LP	LP
Tara #		15	17	6	5	21	
Número de Golpes		20	26	32			
1. Peso suelo hum. + tara	(gr.)	39.65	35.18	33.60	18.41	17.62	
2. Peso suelo seco + tara	(gr.)	32.80	29.69	28.67	16.66	15.99	
3. Peso de la tara	(gr.)	14.50	14.65	14.82	8.44	8.73	
4. Peso de agua	(gr.)	6.85	5.49	4.93	1.75	1.63	
5. Peso del suelo seco	(gr.)	18.30	15.04	13.85	8.22	7.26	
6. Contenido de Agua	(%)	37.43	36.50	35.60	21.29	22.46	



	CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Límite líquido	(LL) %	36.66
Límite plástico	(LP) %	21.87
Índice plástico	(IP) %	14.79

	CLASIFICACION	
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M-02	CL	A-6 (12)

Moisés Marón Tello
DNI N° 48541135
Ex. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)

NTP 339.129 / ASTM D-4318

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 04 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ---------- — COTA : 142.81msnm

TIPO DE ENSAYO		LIMITE LIQUIDO ASTM - 423			LIMITE PLASTICO ASTM - 424		
		LL	LL	LL	LP	LP	LP
Tara #		11	2	21	21	20	
Número de Golpes		17	22	33			
1. Peso suelo hum. + tara	(gr.)	35.88	36.21	34.56	16.07	17.11	
2. Peso suelo seco + tara	(gr.)	29.26	30.44	28.19	14.82	15.69	
3. Peso de la tara	(gr.)	12.82	15.43	14.78	8.66	8.68	
4. Peso de agua	(gr.)	6.62	5.77	5.37	1.25	1.42	
5. Peso del suelo seco	(gr.)	16.44	15.01	14.41	6.16	7.01	
6. Contenido de Agua	(%)	40.27	38.44	37.27	20.29	20.26	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
Límite líquido	(LL) %	38.48
Límite plástico	(LP) %	20.27
Índice plástico	(IP) %	19.21

	CLASIFICACION	
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M-02	CL	A-6 (9)

Moisés Marón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74425
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 07
CONTENIDO DE HUMEDAD

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- CONTENIDO DE HUMEDAD -
NTP 339.250 / ASTM D 2216

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 01 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ..... — COTA : 143.25msnm

	17	16	-----
Peso de la Tara	14.66	15.96	-----
Tara + Suelo Húmedo	66.93	76.00	-----
Tara + Suelo Seco	57.85	64.94	-----
Pérdida de Humedad	9.08	11.06	-----
Peso del Suelo Seco	43.19	48.98	-----
Contenido de Húmedad	21.02	22.58	-----
% de Humedad	21.80		

Moisés Mofón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- CONTENIDO DE HUMEDAD -
NTP 339.250 / ASTM D 2216

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 02 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ..... — COTA : 142.99msnm

	23	9	-----
Peso de la Tara	14.57	14.88	-----
Tara + Suelo Húmedo	88.55	94.32	-----
Tara + Suelo Seco	74.45	78.94	-----
Pérdida de Humedad	14.10	15.38	-----
Peso del Suelo Seco	59.88	64.06	-----
Contenido de Húmedad	23.55	24.01	-----
% de Humedad	23.78		

Moises Morán Tello
CIP. N° 165A1135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 76426
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- CONTENIDO DE HUMEDAD -
NTP 339.250 / ASTM D 2216

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 03 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ---------- — COTA : 142.34msnm

	8	10	-----
Peso de la Tara	14.47	15.22	-----
Tara + Suelo Húmedo	57.84	68.22	-----
Tara + Suelo Seco	49.35	57.54	-----
Pérdida de Humedad	8.49	10.68	-----
Peso del Suelo Seco	34.88	42.32	-----
Contenido de Húmedad	24.34	25.24	-----
% de Humedad	24.79		

Moises Morón Tello
DNI N°48441135
Tec. Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74423
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- CONTENIDO DE HUMEDAD -
NTP 339.250 / ASTM D 2216

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION 04 - MUESTRA 02 — PROFUNDIDAD : 4.50m
PROGRESIVA	: ..... — COTA : 142.81msnm

	13	8	-----
Peso de la Tara	14.82	14.46	-----
Tara + Suelo Húmedo	110.21	60.91	-----
Tara + Suelo Seco	90.42	51.42	-----
Pérdida de Humedad	19.79	9.49	-----
Peso del Suelo Seco	75.60	36.96	-----
Contenido de Húmedad	26.18	25.68	-----
% de Humedad	25.93		

Moises Morón Tello
DNI N° 42541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 08
FUNDACIÓN

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)

NTP 339.159 / DIN 4094

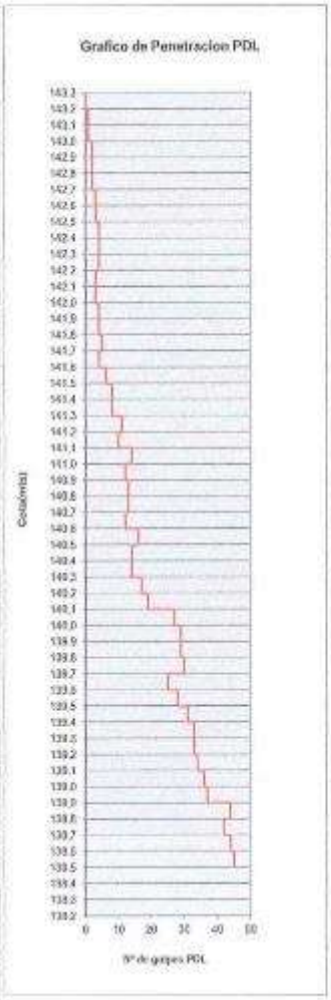
AUSCULTACION : DPL-1

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MERIDA HUNG TAMANTA UPANGUIRIJA
	: RUSO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
PUENTE	: PERFORACIÓN - 01

PROFUNDIDAD : 5.00

PROGRESIVA :	----------
COTA DEL NIVEL :	143.26 m.s.n.m

Profundidad Metros	Numero de golpes
0	0
0.1	0
0.2	1
0.3	1
0.4	2
0.5	2
0.6	2
0.7	3
0.8	3
0.9	4
1.0	4
1.1	4
1.2	3
1.3	3
1.4	4
1.5	4
1.6	5
1.7	6
1.8	6
1.9	8
2.0	8
2.1	11
2.2	10
2.3	14
2.4	12
2.5	13
2.6	13
2.7	12
2.8	16
2.9	14
3	14
3.1	17
3.2	19
3.3	27
3.4	29
3.5	29
3.6	30
3.7	25
3.8	28
3.9	31
4	33
4.1	33
4.2	34
4.3	36
4.4	37
4.5	44
4.6	42
4.7	44
4.8	45
4.9	42
5	43



Cota msnm	Profund. M.	N° de golpes DPL N_{10}	N° de golpes SPT N_{30}
143.26		0	0
143.16			
143.06			
142.96	0.30	2	1
142.86			
142.76			
142.66	0.60	3	2
142.56			
142.46			
142.36	0.90	4	2
142.26			
142.16			
142.06	1.20	4	2
141.96			
141.86			
141.76	1.50	5	3
141.66			
141.56			
141.46	1.80	9	6
141.36			
141.26			
141.16	2.10	12	8
141.06			
140.96			
140.86	2.40	13	8
140.76			
140.66			
140.56	2.70	15	10
140.46			
140.36			
140.26	3.00	21	14
140.16			
140.06			
139.96	3.30	28	19
139.86			
139.76			
139.66	3.60	28	18
139.56			
139.46			
139.36	3.90	33	22
139.26			
139.16			
139.06	4.20	39	25
138.96			
138.86			
138.76	4.50	44	28
138.66			
138.56			
138.46	4.80	43	26

Moisés Morón Tello
DNI N° 46541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CORRELACION DPL-SPT (NORMA DIN 4094)

$$N_1 = N_2 \frac{W_1 * H_1 * A_2 * e_2}{W_2 * H_2 * A_1 * e_1}$$

N2= Numero de golpes obtenidos en DPL
N1= Numero de golpes equivalente en SPT

Penemometro	Sub Indice	Peso W(kg)	Caida H (cm)	Af (cm2)	Punet. E (cm)
SPT	1	63.5	76	20.27	30
DPL	2	9.98	50	4.09	10



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -

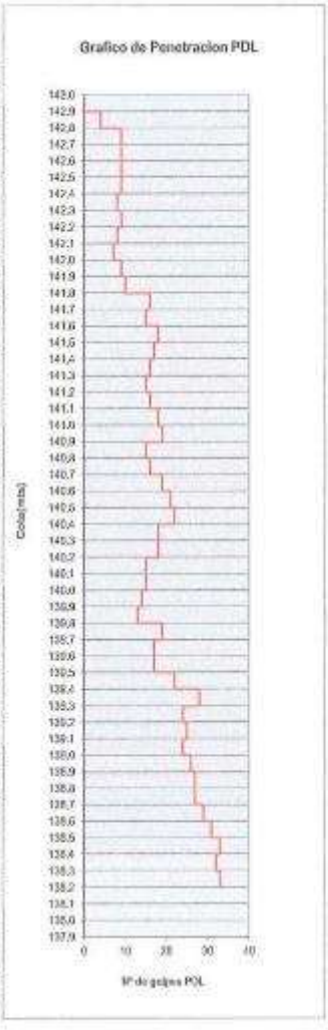
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL)
NTP 339.159 / DIN 4094

AUSCULTACION : DPL-2

PROYECTO	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO IVAN TANANTA LIPACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA — PROFUNDIDAD : 5.00
FUENTE	: PERFORACIÓN - 02

PROGRESIVA :	----------
COTA DEL NIVEL :	142.99 m.s.n.m

Profundidad Metros	Numero de golpes
0	0
0.1	0
0.2	4
0.3	9
0.4	9
0.5	9
0.6	9
0.7	5
0.8	9
0.9	8
1.0	7
1.1	9
1.2	10
1.3	16
1.4	15
1.5	18
1.6	17
1.7	16
1.8	15
1.9	16
2.0	18
2.1	19
2.2	15
2.3	16
2.4	19
2.5	21
2.6	22
2.7	18
2.8	18
2.9	15
3	15
3.1	14
3.2	13
3.3	19
3.4	17
3.5	17
3.6	22
3.7	28
3.8	24
3.9	25
4	24
4.1	26
4.2	27
4.3	27
4.4	29
4.5	31
4.6	33
4.7	32
4.8	33
4.9	33
5	29



Cota msnm	Profund. M.	N° de golpes DPL N_{20}	N° de golpes SPT N_{10}
142.99		0	0
142.89			
142.79			
142.69	0.30	9	6
142.59			
142.49			
142.39	0.60	8	5
142.29			
142.19			
142.09	0.90	9	6
141.99			
141.89			
141.79	1.20	16	11
141.69			
141.59			
141.49	1.50	16	10
141.39			
141.29			
141.19	1.80	18	11
141.09			
140.99			
140.89	2.10	17	11
140.79			
140.69			
140.59	2.40	20	13
140.49			
140.39			
140.29	2.70	16	10
140.19			
140.09			
139.99	3.00	15	10
139.89			
139.79			
139.69	3.30	19	12
139.59			
139.49			
139.39	3.60	26	17
139.29			
139.19			
139.09	3.90	26	17
138.99			
138.89			
138.79	4.20	29	19
138.69			
138.59			
138.49	4.50	33	21
138.39			
138.29			
138.19	4.80	36	23

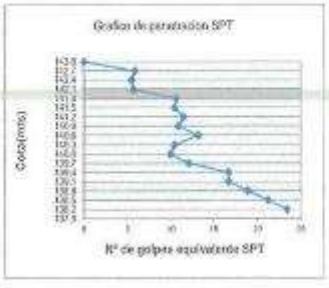
Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CORRELACION DPL-SPT (NORMA DIN 4094)

$$N_1 = N_2 \frac{W_1 * H_1 * A_2 * e_2}{W_2 * H_2 * A_1 * e_1}$$

N2= Numero de golpes obtenidos en DPL
N1= Numero de golpes equivalente en SPT

Penemometro	Sub Indice	Peso W(kg)	Caida H (cm)	Al (cm2)	Penet. E (cm)
SPT	1	63.5	76	20.27	30
DPL	2	9.90	50	4.09	10



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL)

NTP 339.159 / DIN 4094

AUSCULTACION : DPL-3

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TAMANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERC ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACIÓN - 03

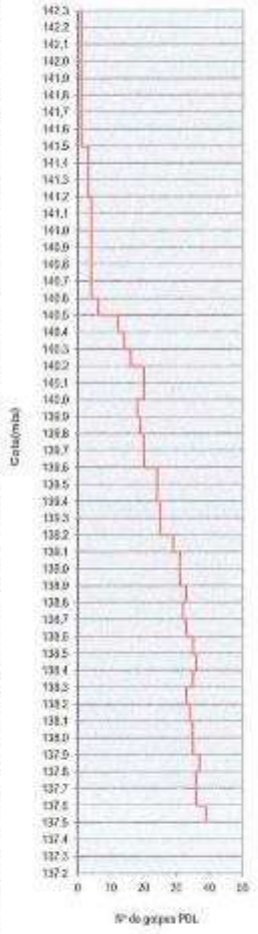
PROFUNDIDAD : 5.00

PROGRESIVA : .....

COTA DEL NIVEL : 142.34 m.s.n.m

Profundidad Metros	Numero de golpes
0	0
0.1	1
0.2	1
0.3	1
0.4	1
0.5	1
0.6	1
0.7	1
0.8	1
0.9	3
1.0	3
1.1	3
1.2	4
1.3	4
1.4	4
1.5	4
1.6	4
1.7	4
1.8	6
1.9	12
2.0	14
2.1	16
2.2	20
2.3	20
2.4	18
2.5	19
2.6	20
2.7	20
2.8	24
2.9	24
3	25
3.1	25
3.2	29
3.3	31
3.4	31
3.5	33
3.6	32
3.7	33
3.8	35
3.9	36
4	35
4.1	33
4.2	34
4.3	35
4.4	35
4.5	37
4.6	36
4.7	36
4.8	39
4.9	40
5	42

Grafico de Penetracion PDL



Cota msnm	Profund. M.	N° de golpes DPL N_{30}	N° de golpes SPT N_{10}
142.34		0	0
142.24			
142.14			
142.04	0.30	1	1
141.94			
141.84			
141.74	0.60	2	1
141.64			
141.54			
141.44	0.90	3	2
141.34			
141.24			
141.14	1.20	4	3
141.04			
140.94			
140.84	1.50	5	3
140.74			
140.64			
140.54	1.80	14	9
140.44			
140.34			
140.24	2.10	19	13
140.14			
140.04			
139.94	2.40	20	13
139.84			
139.74			
139.64	2.70	24	16
139.54			
139.44			
139.34	3.00	28	18
139.24			
139.14			
139.04	3.30	32	21
138.94			
138.84			
138.74	3.60	35	23
138.64			
138.54			
138.44	3.90	34	22
138.34			
138.24			
138.14	4.20	36	23
138.04			
137.94			
137.84	4.50	37	24
137.74			
137.64			
137.54	4.80	41	27

Moises Morón Tello
DNI N° 48641135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

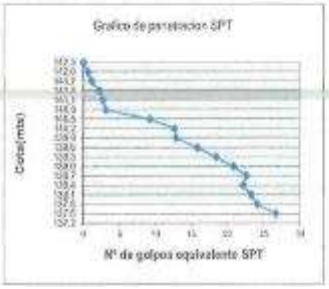
Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CORRELACION DPL-SPT (NORMA DIN 4094)

$$N_1 = N_2 \frac{W_1 * H_1 * A_2 * e_2}{W_2 * H_2 * A_1 * e_1}$$

N2= Numero de golpes obtenidos en DPL
N1= Numero de golpes equivalente en SPT

Penemometro	Sub Indice	Peso W(kg)	Caida H (cm)	Af (cm2)	Penet. E (cm)
SPT	1	63.5	76	20.27	30
DPL	2	9.98	50	4.09	10



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL)

NTP 339.159 / DIN 4094

AUSCULTACION : DPL-4

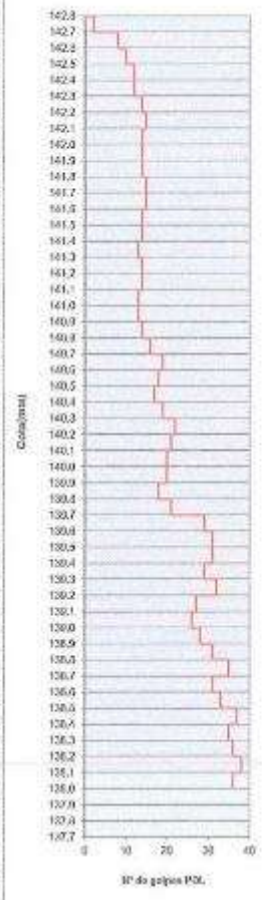
PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA NOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA NOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TANANTA UPACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
RESPONSABLE	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: PERFORACION : 04

PROFUNDIDAD : 5.00

PROGRESIVA :	----------
COTA DEL NIVEL :	142.81 m.s.n.m

Profundidad Metros	Numero de golpes
0	0
0.1	2
0.2	8
0.3	10
0.4	12
0.5	12
0.6	14
0.7	15
0.8	14
0.9	14
1.0	14
1.1	15
1.2	15
1.3	14
1.4	14
1.5	13
1.6	14
1.7	14
1.8	13
1.9	13
2.0	14
2.1	16
2.2	19
2.3	18
2.4	17
2.5	19
2.6	27
2.7	21
2.8	20
2.9	20
3	18
3.1	21
3.2	29
3.3	31
3.4	31
3.5	29
3.6	32
3.7	27
3.8	26
3.9	28
4	31
4.1	35
4.2	31
4.3	33
4.4	37
4.5	35
4.6	36
4.7	38
4.8	36
4.9	33
5	38

Grafico de Penetracion PDL



Cota msnm	Profund. N.	Nº de golpes DPL N_{10}	Nº de golpes SPT N_{30}
142.81		0	0
142.71			
142.61			
142.51	0.30	13	8
142.41			
142.31			
142.21	0.60	14	9
142.11			
142.01			
141.91	0.90	15	10
141.81			
141.71			
141.61	1.20	14	9
141.51			
141.41			
141.31	1.50	14	9
141.21			
141.11			
141.01	1.80	14	9
140.91			
140.81			
140.71	2.10	18	12
140.61			
140.51			
140.41	2.40	21	13
140.31			
140.21			
140.11	2.70	19	13
140.01			
139.91			
139.81	3.00	27	18
139.71			
139.61			
139.51	3.30	31	20
139.41			
139.31			
139.21	3.60	27	18
139.11			
139.01			
138.91	3.90	32	21
138.81			
138.71			
138.61	4.20	35	23
138.51			
138.41			
138.31	4.50	37	24
138.21			
138.11			
138.01	4.80	36	23

Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CORRELACION DPL-SPT (NORMA DIN 4094)

$$N_1 = N_2 \frac{W_1 * H_1 * A_2 * e_2}{W_2 * H_2 * A_1 * e_1}$$

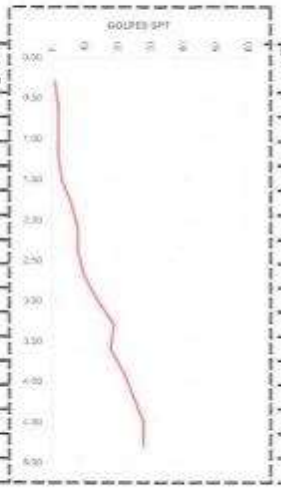
N2= Numero de golpes obtenidos en DN.
N1= Numero de golpes equivalente en SPT

Penetrometro	Sub Indice	Peso W(kg)	Caida H (cm)	Af (cm2)	Penet. E (cm)
SPT	1	63.5	76	20.27	30
DN.	2	9.98	50	4.00	10



P-04: DPL04-SPT DE CAMPO Y CORRECCION A N_{60}

Nivel Freático, m	24.00



	Profundidad, m	Espesor m	SUCS	N.F.	Material	$N_{SPT-CAMPO}$	$N_{SPT-CAMPO}$	Densidad Húmedo, gr/cm³	Densidad, kN/m³	Esfuerzos Totales σv_T, kPa	Presion de Poros μ, kPa	Esfuerzos Efectivos $\sigma'v_T$, kPa	C_E	C_Q	C_D	C_R	C_N	N_{60}	Propiedades Mecánicas ϕ, °	C, kg/cm2	Es, kg/cm2	Condición
DPL-01	0.30	---	mc	---	---	2	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0.60	0.30	mc	---	---	3	2	1.100	10.791	6.475	0.000	6.475	0.70	1.00	1.10	0.70	1.70	2	---	---	100.14	---
	0.90	0.30	mc	---	---	4	2	1.100	10.791	9.712	0.000	9.712	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	2	---	---	100.14	---
	1.20	0.30	mc	---	---	4	2	1.100	10.791	12.949	0.000	12.949	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	2	---	---	100.14	---
	1.50	0.30	mc	---	---	5	3	1.600	15.698	23.544	0.000	23.544	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	3	---	---	150.21	---
	1.80	0.30	mc	---	---	9	6	1.667	16.350	29.430	0.000	29.430	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	6	---	---	300.42	---
	2.10	0.30	mc	---	---	12	8	1.700	16.677	35.022	0.000	35.022	0.70	1.00	1.10	0.76	1.69	8	---	---	398.15	---
	2.40	0.30	mc	---	---	13	8	1.700	16.677	40.025	0.000	40.025	0.70	1.00	1.10	0.75	1.58	7	---	---	372.43	---
	2.70	0.30	mc	---	---	15	10	1.750	17.166	46.352	0.000	46.352	0.70	1.00	1.10	0.75	1.47	8	---	---	432.80	---
	3.00	0.30	mc	---	---	21	14	1.850	18.149	54.446	0.000	54.446	0.70	1.00	1.10	0.75	1.38	11	---	---	88.0	---
	3.30	0.30	mc	---	---	28	19	1.975	19.375	63.937	0.000	63.937	0.70	1.00	1.10	0.80	1.25	15	---	---	109.1	---
	3.60	0.30	mc	---	---	28	18	1.960	19.130	68.886	0.000	68.886	0.70	1.00	1.10	0.80	1.21	13	---	---	101.3	---
	3.90	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	33	22	1.726	16.935	68.047	0.000	68.047	0.70	1.00	1.10	0.80	1.23	17	---	0.974	121.7	---
	4.20	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	38	25	1.805	17.710	74.380	0.000	74.380	0.70	1.00	1.10	0.85	1.16	19	---	1.161	133.6	---
	4.50	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	44	28	1.884	18.484	83.178	0.000	83.178	0.70	1.00	1.10	0.85	1.10	20	---	1.239	140.2	---
	4.80	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	43	28	1.884	18.484	88.724	0.000	88.724	0.70	1.00	1.10	0.85	1.06	19	---	1.189	136.4	---
																					185.63	

Factor	Variable del equipo	Termino	Corrección
Presion efectiva	---	C_N	$\left(Pa/\sigma'_v\right)^{0.5}$
Presión efectiva	---	C_N	$C_N \leq 1.7$
Relación de energía	Martillo dona	C_E	0.5 – 1.0
Relacion de energía	Martillo Safety	C_E	0.7 – 1.2
Relacion de energía	Martillo dona automatico	C_E	0.8 – 1.3
Diámetro de perforación	65 – 115 mm	C_B	1.0
Diámetro de perforación	150 mm	C_B	1.05
Diámetro de perforación	200 mm	C_B	1.15
Longitud 1	< 3.0 m	C_R	0.75
Longitud 2	3 – 4 m	C_R	0.80
Longitud 3	4 – 6 m	C_R	0.85
Longitud 4	6 – 10 m	C_R	0.95
Longitud 5	10 – 30 m	C_R	1
Método de muestreo	Muestreo estándar	C_S	1
Método de muestreo	Muestreo sin revestimiento	C_S	1.1 – 1.3

FACTORES DE CORRECCIO DEL EQUIPO SPT

C_E	Martillo Safety (Martillo de Seguridad)	0.7
C_B	Diámetro de Perforación	1
C_S	Método de Muestreo (sin Revestimiento)	1.1
C_R	[illegible]	Variable

Moises Mallon Tello
DNI N° 46541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

The standard blow count N_{60} can be computed from the measured N as follows:

$$N_{60} = C_N \times N \times \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 \quad (3\text{-}3)$$

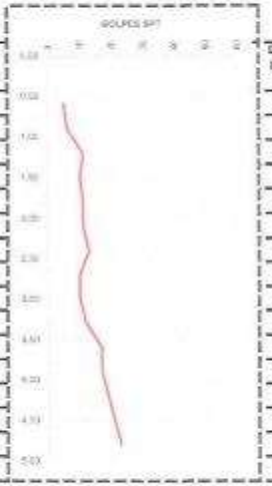
where η_1 = adjustment factors from sand compared as shown Table 3-3
N_{60} = adjusted N using the subscript for the δ_{60} and the ' to indicate it has been adjusted
C_N = adjustment for effective overburden pressure p'_o (kPa) computed (see Liao and Whitman (1986))[2] as

$$C_N = \left(\frac{95.76}{p'_o}\right)^{0.5}$$

Ing. Neil P. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

P-04: DPL04-SPT DE CAMPO Y CORRECCION A N_{60}

Nivel Freático, m	20.00



	Profundidad, m	Espesor, m	SUCS	N.F.	Material	N_{SPT}, campo	N_{SPT}, campo	Densidad Húmeda, gr/cm³	Densidad , kN/m³	Esfuerzos Totales σv_0, kPa	Presion de Poros μ, kPa	Esfuerzos Efectivos $\sigma'v_0$, kPa	C_E	C_S	C_R	C_h	C_m	N_{60}	Propiedades Mecánicas ϕ, °	C_u kg/cm2	Es_i kg/cm2	Condición
DPL-02	0.30	---	mc	---	---	9	9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0.60	0.30	mc	---	---	8	8	1.533	15.042	0.025	0.000	9.025	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	5	---	---	250.35	---
	0.90	0.30	mc	---	---	9	8	1.667	16.350	14.715	0.000	14.715	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	6	---	---	300.42	---
	1.20	0.30	mc	---	---	16	11	1.775	17.413	20.895	0.000	20.895	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	11	---	---	87.03	---
	1.50	0.30	mc	---	---	18	10	1.750	17.168	25.751	0.000	25.751	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	10	---	---	500.69	---
	1.80	0.30	mc	---	---	18	11	1.775	17.413	31.343	0.000	31.343	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	11	---	---	87.03	---
	2.10	0.30	mc	---	---	17	11	1.775	17.413	36.567	0.000	36.567	0.70	1.00	1.10	0.75	1.60	11	---	---	85.18	---
	2.40	0.30	mc	---	---	20	13	1.825	17.903	42.988	0.000	42.988	0.70	1.00	1.10	0.75	1.53	11	---	---	91.14	---
	2.70	0.30	mc	---	---	16	10	1.750	17.168	46.352	0.000	46.352	0.70	1.00	1.10	0.75	1.47	8	---	---	432.60	---
	3.00	0.30	mc	---	---	1	10	1.750	17.168	51.503	0.000	51.503	0.70	1.00	1.10	0.80	1.39	9	---	---	437.76	---
	3.30	0.30	mc	---	---	19	12	1.800	17.658	56.271	0.000	56.271	0.70	1.00	1.10	0.80	1.31	10	---	---	493.86	---
	3.60	0.30	mc	---	---	28	17	1.925	18.884	67.983	0.000	67.983	0.70	1.00	1.10	0.80	1.21	13	---	---	97.23	---
	3.90	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	26	17	1.925	18.884	73.649	0.000	73.649	0.70	1.00	1.10	0.80	1.17	12	---	0.848	94.17	---
	4.20	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	29	19	1.975	19.375	81.374	0.000	81.374	0.70	1.00	1.10	0.85	1.11	14	---	0.758	102.22	---
	4.50	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	33	21	1.700	16.677	75.047	0.000	75.047	0.70	1.00	1.10	0.85	1.15	16	---	0.913	114.77	---
	4.80	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	36	23	1.753	17.193	82.528	0.000	82.528	0.70	1.00	1.10	0.85	1.10	17	---	0.966	119.01	---
																					260.30	

Factor	Variable del equipo	Termino	Corrección
Presión efectiva	---	C_N	$\left(Pa/\sigma'_{v0}\right)^{0.5}$
Presión efectiva	---	C_N	$C_N \leq 1.7$
Relación de energía	Martillo donut	C_E	0.5 – 1.0
Relación de energía	Martillo Safety	C_E	0.7 – 1.2
Relación de energía	Martillo donut automático	C_E	0.8 – 1.3
Diámetro de perforación	65 – 115 mm	C_B	1.0
Diámetro de perforación	150 mm	C_B	1.05
Diámetro de perforación	200 mm	C_B	1.15
Longitud 1	< 3.0 m	C_R	0.75
Longitud 2	3 – 4 m	C_R	0.80
Longitud 3	4 – 6 m	C_R	0.85
Longitud 4	6 – 10 m	C_R	0.95
Longitud 5	10 – 30 m	C_R	1
Método de muestreo	Muestreo estandar	C_S	1
Método de muestreo	Muestreo sin revestimiento	C_S	1.1 – 1.3

FACTORES DE CORRECCIO DEL EQUIPO SPT

C_E	Martillo Safety (Martillo de Seguridad)	0.7
C_B	Diametro de Perforacion	1
C_R	Varillas de Muestreo (Sin Revestimiento)	1.1
C_S	Procedimiento de Ensayo	Variable

Moises Macalupu Tello
DNI N° 46541535
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

The standardized blow count N_{60} can be computed from the measured N as follows:

$$N_{60} = C_N \times N \times \eta_E \times \eta_B \times \eta_R \times \eta_S \qquad (3\text{-}3)$$

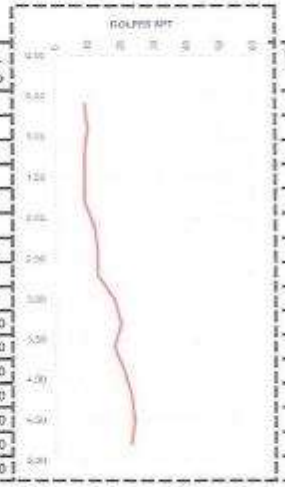
where: η_i = adjustment factors from (and computed as shown) Table 3-3
N_{60} = adjusted N using the subscript for the R_{60} and the ' to indicate it has been adjusted
C_N = adjustment for effective overburden pressure p'_o (kPa) computed [see Liao and Whitman (1986)] as

$$C_N = \left(\frac{95.76}{p'_o}\right)^{0.5}$$

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

P-04: DPL04-SPT DE CAMPO Y CORRECCION A N_{60}

Nivel Freático, m	20.00



	Profundidad, m	Espesor, m	SUCS	N.F.	Material	N_{DPL} - CAMPO	N_{SPT} - CAMPO	Densidad Húmeda, gr/cm³	Densidad, kN/m³	Esfuerzos Totales σv_o, kPa	Presion de Poros μ, kPa	Esfuerzos Efectivos $\sigma' v_o$, kPa	C_E	C_D	C_J	C_R	C_m	N_{cs}	Propiedades Mecánicas Φ, °	C_r kg/cm2	E_m kg/cm2	Condición
DPL-04	0.30	---	mc	---	---	13	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0.60	0.30	mc	---	---	14	9	1.725	16.922	10.153	0.000	10.153	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	9	---	---	450.62	---
	0.90	0.30	mc	---	---	15	10	1.750	17.166	15.451	0.000	15.451	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	10	---	---	500.69	---
	1.20	0.30	mc	---	---	14	9	1.725	16.922	20.307	0.000	20.307	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	9	---	---	450.62	---
	1.50	0.30	mc	---	---	14	9	1.725	16.922	25.383	0.000	25.383	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	9	---	---	450.62	---
	1.80	0.30	mc	---	---	14	9	1.725	16.922	30.460	0.000	30.460	0.70	1.00	1.10	0.75	1.70	9	---	---	450.62	---
	2.10	0.30	mc	---	---	18	12	1.800	17.658	37.082	0.000	37.082	0.70	1.00	1.10	0.75	1.64	11	---	---	90.88	---
	2.40	0.30	mc	---	---	21	13	1.825	17.903	42.958	0.000	42.958	0.70	1.00	1.10	0.75	1.53	11	---	---	91.14	---
	2.70	0.30	mc	---	---	19	13	1.825	17.903	48.339	0.000	48.339	0.70	1.00	1.10	0.75	1.44	11	---	---	87.07	---
	3.00	0.30	mc	---	---	27	18.00	1.950	19.130	57.389	0.000	57.389	0.70	1.00	1.10	0.80	1.32	16	---	---	109.14	---
	3.30	0.30	mc	---	---	31	20.00	2.000	19.620	64.749	0.000	64.749	0.70	1.00	1.10	0.80	1.24	15	---	---	113.20	---
	3.60	0.30	mc	---	---	27	18.00	1.950	19.130	68.866	0.000	68.866	0.70	1.00	1.10	0.80	1.21	13	---	---	309.28	---
	3.90	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	32	21.00	1.700	16.677	65.040	0.000	65.040	0.70	1.00	1.10	0.80	1.24	16	---	0.926	117.77	---
	4.20	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	35	23.00	1.753	17.193	72.212	0.000	72.212	0.70	1.00	1.10	0.85	1.18	18	---	1.054	125.51	---
	4.50	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	37	24.00	1.778	17.451	78.532	0.000	78.532	0.70	1.00	1.10	0.85	1.19	18	---	1.054	125.98	---
	4.80	0.30	CL	---	Arcilla y/o Limo	38	23.00	1.753	17.193	82.526	0.000	82.526	0.70	1.00	1.10	0.85	1.10	17	---	0.986	119.01	---
																					263.25	

Factor	Variable del equipo	Termino	Corrección
Presión efectiva	---	C_N	$\left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}}\right)^{0.5}$
Presión efectiva	---	C_N	$C_N \leq 1.7$
Relacion de energia	Martillo donut	C_E	0.5 – 1.0
Relacion de energia	Martillo Safety	C_E	0.7 – 1.2
Relacion de energia	Martillo donut automatico	C_E	0.8 – 1.3
Diámetro de perforación	65 – 115 mm	C_D	1.0
Diámetro de perforación	150 mm	C_D	1.05
Diámetro de perforación	200 mm	C_D	1.15
Longitud 1	< 3.0 m	C_R	0.75
Longitud 2	3 – 4 m	C_R	0.80
Longitud 3	4 – 6 m	C_R	0.85
Longitud 4	6 – 10 m	C_R	0.95
Longitud 5	10 – 30 m	C_R	1
Método de muestreo	Muestreo estándar	C_S	1
Método de muestreo	Muestreo sin revestimiento	C_S	1.1 – 1.3

FACTORES DE CORRECCION DEL EQUIPO SPT

C_E	Martillo Safety (Martillo de Seguridad)	0.7
C_D	Diámetro de Perforación	1
C_S	Método de Muestreo (Sin Revestimiento)	1.1
C_N	Profundidad de Ensaye	Variable

Moisés Mirón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

The standard blow count N_{60} can be computed from the measured N as follows:

$$N_{60} = C_N \times N \times \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 \quad (3\text{-}3)$$

where η_i = adjustment factors from (and computed as shown) Table 3-3
N_{60} = adjusted N using the subscript for the E_{60} and the ' to indicate it has been adjusted
C_N = adjustment for effective overburden pressure p'_o (kPa) computed [see Liao and Whitman (1986)]^6 as

$$C_N = \left(\frac{95.76}{p'_o}\right)^{1/2}$$

Ing. Neil F. Alvarado Alipazoga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 09
ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

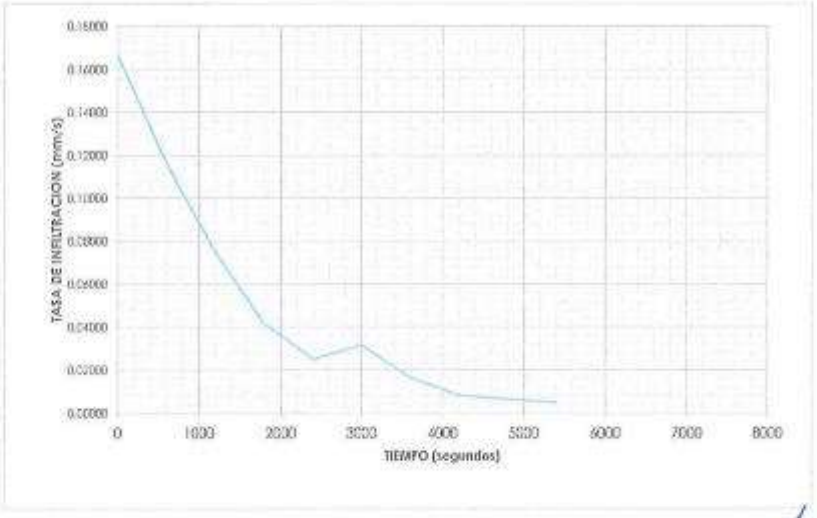
PRUEBA DE PERMEABILIDAD EN CAMPO

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL, URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO HANS TAKANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PEDRO ACOSTA CARNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: SONDEO - 01
PROGRESIVA	: ———

Tiempo de saturación del agujero : 24 hr h= 100 cm L=30 cm D= 11 cm

DATOS DE CAMPO

Nº Registro	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado	Diferencia tiempo	Lectura inicial	diferencia Lectura	$Ln(\frac{H_1}{H_2})$	2πR	T(t2-t1)	Velocidad de infiltración		tasa de infiltración
	min	s	minutos	cm	cm		cm	s	cm/s	m/s	mm/s
Carga variable											
0	0	0		53.00							
1	10	600	10	63.00	10.00	0.172843	69.1150	110.00	0.1086033	1.086E-03	0.16667
2	20	1200	10	70.00	7.00	0.105361	69.1150	110.00	0.0662000	6.620E-04	0.11667
3	30	1800	10	74.50	4.50	0.062304	69.1150	110.00	0.0391457	3.915E-04	0.07500
4	40	2400	10	77.00	2.50	0.033006	69.1150	110.00	0.0207385	2.074E-04	0.04167
5	50	3000	10	78.50	1.50	0.019293	69.1150	110.00	0.0121223	1.212E-04	0.02500
6	60	3600	10	80.40	1.90	0.023916	69.1150	110.00	0.0150266	1.503E-04	0.03167
7	70	4200	10	81.40	1.00	0.012361	69.1150	110.00	0.0077657	7.767E-05	0.01667
8	80	4800	10	81.90	0.50	0.006124	69.1150	110.00	0.0038476	3.848E-05	0.00833
9	90	5400	10	82.30	0.40	0.004872	69.1150	110.00	0.0030612	3.061E-05	0.00667
10	100	6000	10	82.60	0.30	0.003639	69.1150	110.00	0.0022052	2.286E-05	0.00500
								Promedio		2.788E-04	



Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74628
JEFE DE LABORATORIO

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

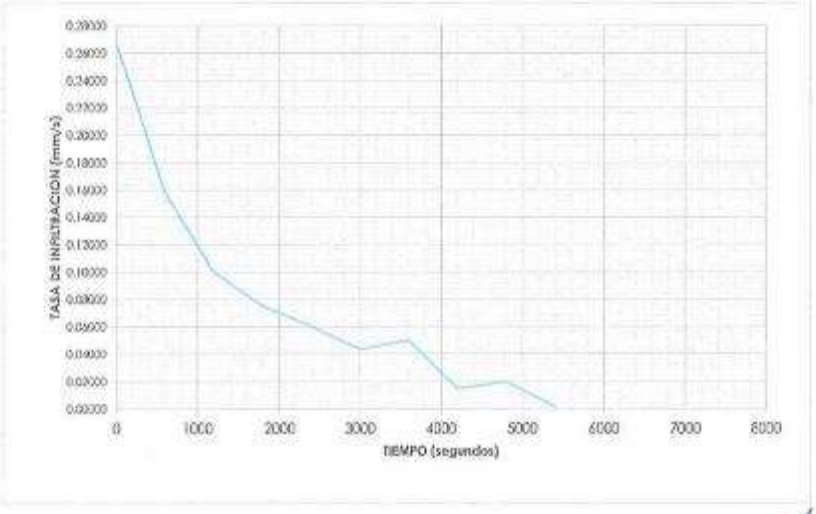
PRUEBA DE PERMEABILIDAD EN CAMPO

PROYECTO	: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE FLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"
UBICACIÓN	: BARRIO LA HOYADA, DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITANTES	: MIRKO IVAN TARANTA UPIACHIHUA
	: HUGO PIERO ACOSTA CISNEROS
FECHA	: DICIEMBRE DEL 2024
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FUENTE	: SONDEO - 02
PROGRESIVA	: -------

Tiempo de saturación del agujero : 24 hr h= 100 cm L=30 cm D= 11 cm

DATOS DE CAMPO

Nº Registro	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado	Diferencia tiempo	Lectura inicial	diferencia Lectura	$Ln(\frac{D_2}{D_1})$	$2\pi R$	t1(t2-t1)	Velocidad de infiltración		tasa de infiltración
	min	s	minutos	cm	cm		cm	s	cm/s	m/s	mm/s
Carga variable											
0	0	0		46.50							
1	10	600	10	62.50	16.00	0.295714	69.1150	110.00	0.1858027	1.858E-03	0.26667
2	20	1200	10	72.00	9.50	0.141500	69.1150	110.00	0.0889068	8.891E-04	0.15833
3	30	1800	10	78.00	6.00	0.080043	69.1150	110.00	0.0502923	5.029E-04	0.10000
4	40	2400	10	82.50	4.50	0.056089	69.1150	110.00	0.0352421	3.524E-04	0.07500
5	50	3000	10	86.10	3.60	0.042711	69.1150	110.00	0.0268362	2.684E-04	0.06000
6	60	3600	10	88.70	2.60	0.029750	69.1150	110.00	0.0186978	1.869E-04	0.04333
7	70	4200	10	91.70	3.00	0.033262	69.1150	110.00	0.0208994	2.090E-04	0.05000
8	80	4800	10	92.60	0.90	0.009767	69.1150	110.00	0.0061366	6.137E-05	0.01500
9	90	5400	10	93.80	1.20	0.012876	69.1150	110.00	0.0080980	8.098E-05	0.02000
10	100	6000	10	93.90	0.10	0.001066	69.1150	110.00	0.0006695	6.695E-06	0.00167
								Promedio		4.416E-04	



Moises Moron Tello
CIP N° 248541135
Tec. de Laboratorio Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 10
CERTIFICADOS DE CALIDAD

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración

LM - C - 150 - 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Expediente	1052873
Solicitante	METROLOGIA Y AUTOMATIZACION S. R .L
Dirección	JR ANDRES RAZURI 242, PACASMAYO
Instrumento de Medición	PESA
Valor Nominal	2 kg (*)
Clase de Exactitud	F1 (*)
Material	ACERO INOXIDABLE
Marca	FUYUE (*)
Procedencia	NO INDICA
Número de Serie	87F880 (**)
Cantidad	1
Fecha de Calibración	2024-03-19

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).

This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área	Responsable del laboratorio
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad · Dirección de Metrología · DM INACAL

Ing. Nery Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
e-mail: metrologia@inacal.gob.pe
Web:www.inacal.gob.pe

CIPM MRA

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 150 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Método de Calibración

La calibración fue ejecutada mediante comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración según el método de sustitución con corrección del empuje del aire

Lugar de Calibración

Laboratorio de Masas
Calle De la Prosa N° 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	21,91 °C	22,37 °C
Humedad Relativa	52,9 %	52,9 %
Presión Atmosférica	995 mbar	995 mbar

Patrones de referencia

Trazabilidad Metrológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología (INACAL-PERÚ)	Pesa LM 01 018 Clase de exactitud: E1	INACAL DM/ LM-C-025-2023 de: 2023-01-13

Observaciones

Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
Se ha considerado para la determinación de la masa una densidad : 7 950 kg/m³ con incertidumbre expandida de 140 kg/m³ .
(*) Datos dados en la caja que contiene a la pesa.
(**) No tiene número de serie. La identificación del fabricante
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL - DM a la caja que contiene a la pesa.

Ing. Néstor Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB:www.inacal.gob.pe

CIPM MRA

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 150 – 2024
Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Resultados de Medición
Masa convencional y error máximo permitido de conformidad con OIML R 111 - 2004 y NMP-004-2007

VALOR NOMINAL	IDENTIF.	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	FORMA	MATERIAL	ERROR MÁXIMO PERMITIDO F1
2 kg	–	2 kg + 4,4 mg	3,0 mg	CILÍNDRICA CON BOTÓN	ACERO INOXIDABLE	10 mg

Ing. JEFF Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

INACAL
Instituto Nacional de Calidad

Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 150 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2 . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.
Puesto que en general no se indica covarianzas, hay que sumar para combinaciones de pesas las incertidumbres según la formula:

$$u_c = \sum u_i$$

siendo u_t la incertidumbre total y u_i las incertidumbres de las pesas empleadas.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

LABORATORIO DE MASAS - LM

Diversos servicios del Laboratorio de Masas cuentan con el reconocimiento internacional ya que están incluidos en el Apéndice C, dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo internacional (MRA) del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) conforme puede verse en la base de datos internacional del Bureau International des Poids et Mesures BIPM en el siguiente link
http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_c=+1238864402218152713 9&_C=eJyLz2FtzWOlL6tj8HZ2cYp3LChtaJvJrHBmMlbvKMnMzytnMiQzg1MTJ5tzQAKJBQxGDPE5uSB2AZgsZChILSpliM*ILHErzchMDJgAAAuGRu6&_p=AppC Concordantemente todos estos servicios tienen su Sistema de Calidad aprobado por el Quality System Task Force (QSTF) que es el grupo encargado de evaluar los Sistemas de Calidad de los Institutos Nacionales de Metrología INMs del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Ing. Neil F. Alfaro Alipazaga
CIP. N° 74423
JEFE DE LABORATORIO

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB:www.inacal.gob.pe

CIPM MRA

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración

LM - C - 129 - 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Expediente	1052873
Solicitante	METROLOGIA Y AUTOMATIZACION S. R .L
Dirección	JR ANDRES RAZURI 242, PACASMAYO
Instrumento de Medición	PESA
Valor Nominal	10 kg (*)
Clase de Exactitud	F1 (*)
Material	ACERO INOXIDABLE
Marca	FUYUE (*)
Procedencia	NO INDICA
Número de Serie	77F89 (**)
Cantidad	1
Fecha de Calibración	2024-03-11

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).

This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Dirección de Metrología

Responsable del laboratorio

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - Dirección de Metrología - DM INACAL

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
Web:www.inacal.gob.pe

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CIPM MRA

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 129 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Método de Calibración

La calibración fue ejecutada mediante comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración según el método de sustitución con corrección del empuje del aire

Lugar de Calibración

Laboratorio de Masas
Calle De la Prosa N° 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,73 °C	20,87 °C
Humedad Relativa	59,5 %	59,0 %
Presión Atmosférica	993 mbar	993 mbar

Patrones de referencia

Trazabilidad Metrológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología (INACAL-PERÚ)	Pesa LM 01 016 Clase de exactitud: E2	INACAL DM/ LM-C-355-2023 de: 2023-11-02

Observaciones

Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
Se ha considerado para la determinación de la masa una densidad : 7 950 kg/m³ con incertidumbre expandida de 140 kg/m³ .
(*) Datos dados en la caja que contiene a la pesa.
(**) No tiene número de serie. La identificación del fabricante
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL - DM a la caja que contiene a la pesa.

Ing. Nelly Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 129 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Resultados de Medición

Masa convencional y error máximo permitido de conformidad con OIML R 111 - 2004 y NMP-004-2007

VALOR NOMINAL	IDENTIF.	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	FORMA	MATERIAL	ERROR MÁXIMO PERMITIDO F1
10 kg	--	10 kg + 12 mg	16 mg	CILÍNDRICA CON BOTÓN	ACERO INOXIDABLE	50 mg

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

INACAL
Instituto Nacional de Calidad

Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 129 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2 . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.
Puesto que en general no se indica covariancias, hay que sumar para combinaciones de pesas las incertidumbres según la formula:

$$U_x = \sum U_i$$

siendo U_t la incertidumbre total y U_i las incertidumbres de las pesas empleadas.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

LABORATORIO DE MASAS - LM

Diversos servicios del Laboratorio de Masas cuentan con el reconocimiento internacional ya que están incluidos en el Apéndice C, dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo Internacional (MRA) del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) conforme puede verse en la base de datos internacional del Bureau International des Poids et Mesures BIPM en el siguiente link
http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_c=+1238664402218152713 9&_C=eJyLz2FjdWOILBjBHZ2cYp3LChibUvJrHBmiM5vKMnMzydnMlQzg1MTI5IzQAKJBQwGDPE5uSB2AZgsZChiLSpIiM*iLHErzclhMDJgAAAuGRu6&_p=AppC Concordantemente todos estos servicios tienen su Sistema de Calidad aprobado por el Quality System Task Force (QSTF) que es el grupo encargado de evaluar los Sistemas de Calidad de los Institutos Nacionales de Metrología INMs del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Ing. Néstor Alvarado Alpaza
CIP N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CIPM MRA

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB:www.inacal.gob.pe

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración

LM - C - 128 - 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Expediente	1052873
Solicitante	METROLOGIA Y AUTOMATIZACION S. R .L
Dirección	JR ANDRES RAZURI 242, PACASMAYO
Instrumento de Medición	PESA
Valor Nominal	10 kg (*)
Clase de Exactitud	F1 (*)
Material	ACERO INOXIDABLE
Marca	FUYUE (*)
Procedencia	NO INDICA
Número de Serie	77F88 (**)
Cantidad	1
Fecha de Calibración	2024-03-11

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).

This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área	Responsable del laboratorio
Instituto Nacional de Calidad - DM - INACAL - Dirección de Metrología	
Firmado digitalmente por DE LA CRUZ GARCIA Leonardo FAU 20330283170 soft. Fecha: 2024-03-14 15:15:45	Firmado digitalmente por TAIPE ARAUJO Danny Kleyn FAU 20560230015 soft. Fecha: 2024-03-13 17:17:20
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Ing. Nelly Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CIPM MRA

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
Web:www.inacal.gob.pe

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 128 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Método de Calibración

La calibración fue ejecutada mediante comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración según el método de sustitución con corrección del empuje del aire

Lugar de Calibración

Laboratorio de Masas
Calle De la Prosa N° 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,73 °C	20,87 °C
Humedad Relativa	59,5 %	59,0 %
Presión Atmosférica	993 mbar	993 mbar

Patrones de referencia

Trazabilidad Metrológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología (INACAL-PERÚ)	Pesa LM 01 016 Clase de exactitud: E2	INACAL DM/ LM-C-355-2023 de: 2023-11-02

Observaciones

Manipular la pesa con cuidado y mantenerla limpia para evitar la alteración de su masa.
Se ha considerado para la determinación de la masa una densidad : 7 950 kg/m³ con incertidumbre expandida de 140 kg/m³ .
(*) Datos dados en la caja que contiene a la pesa.
(**) No tiene número de serie. La identificación del fabricante
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL - DM a la caja que contiene a la pesa.

Ing. Jeff Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74429
JEFE DE LABORATORIO

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología
Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 128 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Resultados de Medición

Masa convencional y error máximo permitido de conformidad con OIML R 111 - 2004 y NMP-004-2007

VALOR NOMINAL	IDENTIF.	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	FORMA	MATERIAL	ERROR MÁXIMO PERMITIDO F1
10 kg	–	10 kg + 0 mg	16 mg	CILÍNDRICA CON BOTÓN	ACERO INOXIDABLE	50 mg

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

INACAL
Instituto Nacional de Calidad

Metrología

Laboratorio de Masas

Certificado de Calibración
LM - C – 128 – 2024

Consistente con las capacidades de medida y Calibración (CMC – MRA)

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2 . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.
Puesto que en general no se indica covarianzas, hay que sumar para combinaciones de pesas las incertidumbres según la formula:

$$u_g = \sum u_i$$

siendo u_t la incertidumbre total y u_i las incertidumbres de las pesas empleadas.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

LABORATORIO DE MASAS - LM

Diversos servicios del Laboratorio de Masas cuentan con el reconocimiento internacional ya que están incluidos en el Apéndice C, dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo internacional (MRA) del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) conforme puede verse en la base de datos internacional del Bureau International des Poids et Mesures BIPM en el siguiente link
http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_c=+1238664402218152713&_C=eJyLz2FIzWOIL8j8HZ2cYp3LChizUvJrHBmiMBvKMnMzytmMiQzg1MTJSIzQAKJBQwGDPE5uSB2AZgsZChiLSpIlM'ILHErzclhMDJgAAAuGRu6&_p=AppC Concordantemente todos estos servicios tienen su Sistema de Calidad aprobado por el Quality System Task Force (QSTF) que es el grupo encargado de evaluar los Sistemas de Calidad de los Institutos Nacionales de Metrología INMs del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Ing. Neil Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB:www.inacal.gob.pe

CIPM MRA

Instituto Nacional de Tecnología Industrial
INTI

Ministerio de Economía Argentina

Certificado de Calibración / Medición

OT Nº 222-5367 Parcial 1 de 2
Página 1 de 8

Elemento	Objeto: Transductor de fuerza Fabricante/marca: AEP TRANSDUCERS Modelo/número de serie: C8S/731013
Determinaciones requeridas	Calibración en Compresión hasta 100 kN según norma ISO 376:2011
Fecha de calibración / medición	11/4/2023
Solicitante	METROLOGIA Y AUTOMATIZACION S.R.L Jr. Andres Razuri 242 Pacasmayo - La Libertad República del Perú
Lugar de realización	INTI - Metrología Física Av. Gral. Paz 5445 - CP 1650 - Edificio 3, San Martín Buenos Aires – Rep. Argentina Teléfono: (54 11) 4724-6200/300/400 Interno 7257

Buenos Aires, 11 de Abril de 2023

Tec. Edgardo Fulco
Departamento Mecánica y Acústica
METROLOGÍA FÍSICA

Ing. Noel F. Alvarado Allpazoga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

CLÁUSULAS APLICABLES A ESTE CERTIFICADO:

1. Los solicitantes podrán difundir los contenidos de este certificado en la medida que su reproducción sea completa y exacta, citando al INTI como ejecutor de la tarea. El INTI no será responsable por el uso incompleto o inexacto de la información incluida en este documento.

2. Los resultados incluidos en este certificado se refieren exclusivamente a los obtenidos respecto del/de los equipo/s, instrumento/s o elemento/s calibrado/s o medidos por el INTI.

3. El INTI no asume responsabilidad alguna respecto del uso extensivo de los resultados informados en este certificado a otros equipos, instrumentos o elementos diferentes a los recibidos en sus laboratorios (excepto que los mismos hayan sido seleccionados por el propio INTI) o a servicios metrológicos que difieran de los expresamente acordados con el solicitante.

4. El INTI mantiene confidencialidad respecto de la información generada durante el desarrollo de las calibraciones o mediciones realizadas, reservándose el derecho de utilizar los resultados obtenidos a partir de las mismas solo con fines estadísticos, para su uso interno o para la divulgación genérica de sus actividades, adoptando en dichos casos las medidas de resguardo necesarias para preservar la propiedad de esa información y evitar la identificación de su origen.

5. Cuando la información a la que se refiere el punto anterior le sea requerida legalmente por una autoridad competente y/o por una autoridad judicial, el INTI informará de tal situación al propietario de la misma antes de ponerla a disposición del requirente.

6. En caso de violación de la cualquiera de las presentes cláusulas, el INTI adoptará las medidas legales correspondientes e iniciará las acciones administrativas y/o judiciales que se encuentren a su alcance.

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Metodología empleada

Mediante la acción directa de masas suspendidas en el campo gravitatorio, según requerimientos de la norma ISO 376:2011, y procedimiento de calibración PEMA04F

Condiciones de medición

Datos del transductor de fuerza

Señal de cero:	0 mV/V
Longitud del cable:	2,65 m
Cantidad de conductores:	4

Datos del indicador

Marca	AEP TRANSDUCERS
Modelo / Nº de serie	MP10 PLUS / 6593
Tipo	Digital
Unidad de indicación	mV/V
Canal de medición	CH 1
Filtro de señal	-
Resolución	0,00001
Señal de calibración	- mV/V

Accesorios utilizados en la calibración Cabezal para compresión según ISO 376

Condiciones ambientales Temperatura: 20,3°C ± 1,0°C

Ing. Nestor Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Resultados

Valores medidos

F	Indicación					
	Carrera 1 0°	Carrera 2 0°	Carrera 3 120°	Carrera 4' 120°	Carrera 5 240°	Carrera 6' 240°
kN	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V
0,0	0,00000	0,00000	0,00000	-	0,00000	-
10,0	0,19985	0,19984	0,19979	0,20006	0,19982	0,20028
20,0	0,39976	0,39976	0,39971	0,40025	0,39971	0,40047
30,0	0,59978	0,59977	0,59968	0,60040	0,59968	0,60061
40,0	0,79986	0,79985	0,79968	0,80047	0,79973	0,80066
50,0	0,99996	0,99995	0,99979	1,00050	0,99982	1,00066
60,0	1,20010	1,20009	1,19994	1,20057	1,19991	1,20069
70,0	1,40031	1,40032	1,40017	1,40066	1,40011	1,40071
80,0	1,60059	1,60058	1,60044	1,60078	1,60037	1,60076
90,0	1,80088	1,80087	1,80076	1,80094	1,80066	1,80087
100,0	2,00121	2,00122	2,00113	-	2,00101	-
0,0	0,00016	0,00013	-	0,00009	-	0,00008

Valores calculados

F	Valores medios		Errores			
	sin rotación Xwr	con rotación Xr	repetibilidad b'	reproducibilidad b	reversibilidad v	interpolación fc
kN	mV/V	mV/V	%	%	%	%
0,0	0,00000	0,00000	-	-	-	-
10,0	0,19985	0,19982	0,006	0,031	0,183	-0,007
20,0	0,39976	0,39973	0,000	0,013	0,163	-0,002
30,0	0,59978	0,59971	0,002	0,017	0,138	0,001
40,0	0,79985	0,79976	0,002	0,023	0,108	0,002
50,0	0,99996	0,99986	0,002	0,018	0,078	0,002
60,0	1,20010	1,19998	0,001	0,016	0,059	-0,002
70,0	1,40032	1,40020	0,001	0,015	0,039	-0,001
80,0	1,60059	1,60047	0,001	0,014	0,023	0,001
90,0	1,80088	1,80077	0,001	0,013	0,011	-0,001
100,0	2,00122	2,00112	0,001	0,010	-	0,001

Valores obtenidos según punto 7.5 de la Norma ISO 376:2011

Error de cero f_0 [%]	Error de creep f_c [%]
0,008	0,0080

Ing. [illegible] Alvarado Alipazaga
CIP. Nº 74428
JEFE DE LABORATORIO

Curvas Interpolación fuerza - indicación

Fuerza a Indicación

$I_0 = A \cdot F_0^3 + B \cdot F_0^2 + C \cdot F_0 + D$

Coeficientes	Valores
A	-5,8652E-10
B	3,7428E-07
C	1,9980E-02
D	0,0000E+00

Indicación a Fuerza

$F_0 = E \cdot I_0^3 + F \cdot I_0^2 + G \cdot I_0 + H$

Coeficientes	Valores
E	3,7097E-03
F	-4,6861E-02
G	5,0051E+01
H	0,0000E+00

Siendo F_0 la fuerza nominal e I_0 la indicación correspondiente a F_0

Incertidumbre

F	Caso A (ISO 376:2011 8.2.2)		Caso B (ISO 376:2011 8.2.3)	
	W	Clase	W	Clase
kN	%		%	
0,0	-	-	-	-
10,0	0,026	00	0,213	1
20,0	0,022	00	0,169	1
30,0	0,023	00	0,161	0,5
40,0	0,024	00	0,127	0,5
50,0	0,023	00	0,092	0,5
60,0	0,022	00	0,071	00
70,0	0,022	00	0,049	00
80,0	0,022	00	0,033	00
90,0	0,021	00	0,023	00
100,0	0,021	00	0,019	00

Clasificación según punto 8.2 de la Norma ISO 376:2011

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

F	Caso C (ISO 376:2011 8.2.4)		Caso D (ISO 376:2011 8.2.5)	
	W	Clase	W	Clase
kN	%		%	
0,0	-	-	-	-
10,0	0,031	00	0,219	1
20,0	0,028	00	0,191	1
30,0	0,026	00	0,161	0.5
40,0	0,025	00	0,130	0.5
50,0	0,024	00	0,101	0.5
60,0	0,024	00	0,074	00
70,0	0,024	00	0,052	00
80,0	0,024	00	0,035	00
90,0	0,024	00	0,025	00
100,0	0,022	00	0,024	00

Clasificación según punto 8.2 de la Norma ISO 376:2011

Caso C

$W_{caso\ C} = A \cdot F_0^3 + B \cdot F_0^2 + C \cdot F_0 + D$

Coeficientes	Valores
A	-5,0151E-08
B	9,4168E-06
C	-5,7323E-04
D	3,5858E-02

Caso D

$W_{caso\ D} = E \cdot F_0^3 + F \cdot F_0^2 + G \cdot F_0 + H$

Coeficientes	Valores
E	2,5025E-07
F	-2,4575E-05
G	-2,2410E-03
H	2,4335E-01

Polinomio de Interpolación de Incertidumbre expandida, según punto C.1.10.3 de la Norma ISO 376:2011

Criterios de clasificación según norma ISO 376:2011 punto 8.2:

Caso A: instrumentos clasificados sólo para fuerzas específicas y cargas crecientes únicamente
Caso B: instrumentos clasificados sólo para fuerzas específicas y cargas crecientes y decrecientes
Caso C: instrumentos clasificados por interpolación y cargas crecientes únicamente
Caso D: instrumentos clasificados por interpolación y cargas crecientes y decrecientes

Ing. Neiva Alvarado Allpazaga
CIP. N° 74426
JEFE DE LABORATORIO

Definiciones	Según norma ISO 376:2011

Instrumental de referencia

Máquina de referencia	Máquina de pesos suspendidos de 110 kN de capacidad máxima
Incertidumbre	≤ 0,002 %
Indicador digital	
Marca	-
Modelo	-
Nº de serie	-
Termohigrómetro	
Marca	TFA
Modelo	30.5000
Nº de serie	TH-3

Observaciones

La incertidumbre está calculada de acuerdo al Anexo C de la Norma ISO 376:2011, la cual incluye la incertidumbre debido al instrumental de referencia.
La incertidumbre de medición expandida informada fue calculada multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cubrimiento k = 2, lo que corresponde a un nivel aproximado de confianza del 95%, bajo distribución normal.
El transductor de fuerza ha sido identificado con una estampilla con OT Nº 222-5367-1 y fecha 11/4/2023

El 20 de mayo de 2019 se puso en vigencia la modificación del Sistema Internacional de Unidades (SI). En el nuevo sistema las unidades de base cambian sus definiciones refiriéndose, en todos los casos, a constantes de referencia. Como Instituto Nacional de Metrología de la República Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial suscribe al nuevo SI y da a conocer a la industria, a las instituciones científicas y a todos los interesados la información de los cambios a través del siguiente enlace
https://www.inti.gob.ar/areas/metrologia-y-calidad/si

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren a las condiciones en que se realizaron las mediciones.
El usuario es responsable de la calibración a intervalos apropiados.
El presente certificado ha sido firmado digitalmente mediante el Sistema de Gestión Documental Electrónica (GDE) cumpliendo con los estándares internacionales de seguridad adoptados por la Infraestructura de Firma Digital de la República Argentina (IFDRA).

Ing. Mgtr. Alvarado Alpazago
CIP. Nº 74628
JEFE DE LABORATORIO

Instituto Nacional de Tecnología Industrial
INTI

Ministerio de Economía Argentina — Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo

El INTI es el máximo órgano técnico de la República Argentina en el campo de la Metrología. Es función legal del INTI la realización y mantenimiento de los patrones de las unidades de medida, conforme al Sistema Internacional de Unidades (SI), así como su diseminación en los ámbitos de la metrología científica, industrial y legal, constituyendo la cúspide de la pirámide de trazabilidad metrológica en la República Argentina. Los Certificados de Calibración/Medición emitidos por el INTI garantizan la trazabilidad metrológica mediante los patrones nacionales de medida, realizados y mantenidos por el propio INTI.

Asimismo, el INTI es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Patrones Nacionales de Medida y Certificados de Calibración y Medición (CIPM-MRA), redactado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas, por el cual los institutos nacionales de metrología firmantes reconocen entre sí la validez de sus Certificados de Calibración y de Medición para el alcance cubierto por las Capacidades de Medición y Calibración (CMC)
incluidas en el Apéndice C de dicho acuerdo, el cual se encuentra disponible en: http://kcdb.bipm.org/appendixC/default.asp.

Las CMCs publicadas en la página mencionada son aceptadas por los demás institutos mediante un complejo procedimiento, que incluye una serie de comparaciones internacionales por un lado, por evaluaciones de pares periódicas por otro, y se encuentran soportadas por sistemas de gestión de la calidad basados en la norma ISO/IEC 17025 y en la Norma ISO 17034 cuando corresponde. A la fecha, el INTI posee cerca de 250 capacidades de medición publicadas en el Apéndice C, vinculadas a los servicios de calibración y medición más relevantes. El proceso de declaración y publicación de nuevas CMCs continúa desarrollándose.

Por otra parte, el INTI, a través de sus diferentes Unidades Operativas, ubicados en diferentes regiones del país, brinda un Servicio Integrado de Calibración/Medición. En los casos en que diferentes Unidades Operativas ofrecen el mismo servicio, los procedimientos de calibración y medición se encuentran armonizados. De esta manera se acuerdan y establecen internamente metodologías armonizadas para el desarrollo de determinaciones similares y se garantiza la equivalencia y compatibilidad de los resultados. Así mismo, aquellas capacidades de medición no incluidas en el MRA, son evaluadas dentro del proceso de auditorías cruzadas del instituto."

Fin del certificado

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL
Para acceder a la totalidad de los servicios metrológicos que el INTI ofrece desde sus centros de investigación, ubicados en diferentes regiones del país consulte

http://www.inti.gob.ar/servicios_metrologicos/

Ing. Nelly Alvarado Alipazaga
CAP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico firma conjunta

Número: IF-2023-43455731-APN-SOMCEI#INTI

CIUDAD DEL LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN, BUENOS AIRES
Miércoles 19 de Abril de 2023

Referencia: Certificado correspondiente a OT 222-0005367 Parcial 1

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 página/s.

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2023.04.19 11:48:37 -03:00

Marcos Fernando Meza Weyreuter
Técnico Mecánico
Subgerencia Operativa de Metrología Científica e Industrial
Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2023.04.19 11:48:46 -03:00

Alejandro Savarin
Técnico Profesional
Subgerencia Operativa de Metrología Científica e Industrial
Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Ing. [illegible] Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2023.04.19 11:48:47 -03:00

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	9,30	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	9,48	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,25	mm
MALLA No. MESH No.	3/8"	
SERIE No. SERIAL No.	79843	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA / DATE 2020 / 11 / 09 FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	37,57	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	38,52	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,50	mm
MALLA No. MESH No.	1 ½"	
SERIE No. SERIAL No.	81381	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm

FECHA / DATE 2021 / 02 / 09 FIRMA / SIGN

Ing. Jeff F. Alvarado Alipazaga
CIP N° 244228
JEFE DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	75,18	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	75,24	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	6,34	mm
MALLA No. MESH No.	3"	
SERIE No. SERIAL No.	76335	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,57	µm

FECHA / DATE: 2020 / 04 / 29

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 1

Ing. Nelly Rosario Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	12,46	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	12,57	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,62	mm
MALLA No. MESH No.	½"	
SERIE No. SERIAL No.	77772	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA / DATE: 2020-07-08

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR

AC-P-11-F-02 Rev 1



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	19,06	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	19,29	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,00	mm
MALLA No. MESH No.	¾"	
SERIE No. SERIAL No.	83300	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA / DATE 2021 / 05 / 25 FIRMA / SIGN

Ing. Neil F. Alvarado Aupazago
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial San Isidro
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-LS-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	24,96	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	25,46	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,45	mm
MALLA No. MESH No.	1"	
SERIE No. SERIAL No.	80132	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

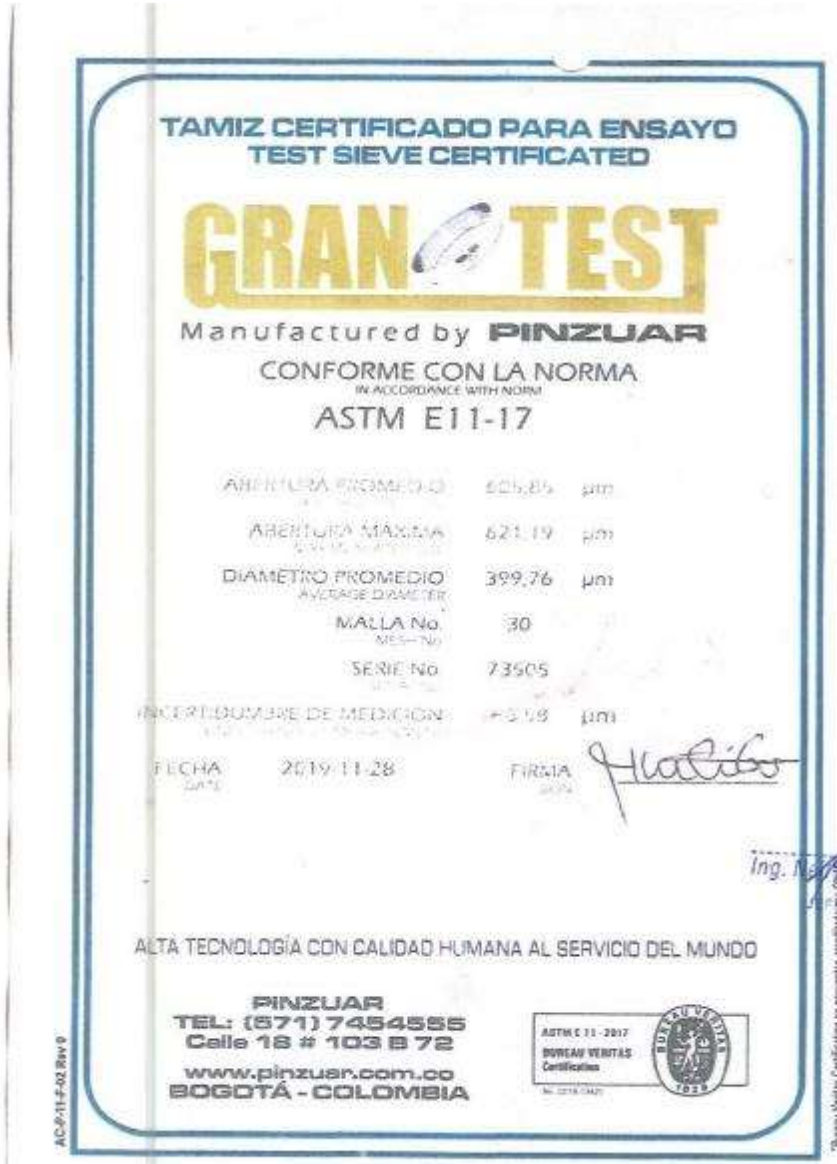
FECHA / DATE 2020 / 11 / 19 FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial San Isidro
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-LS-F-02 Rev 2



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO	626,85	µm
ABERTURA MÁXIMA	621,19	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	399,76	µm
MALLA No. MESH No	30	
SERIE No	73905	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN	± 3,18	µm

FECHA DATE 2019-11-28 FIRMA SIGN

Ing. Nayla Calvorado Almazago
T.P. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS Certification

AC-P-11-F-02 Rev 0

"Bureau Veritas Certification no encuentra establecido en el alcance de su acreditación"



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	78,00	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	79,78	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	52,46	µm
MALLA No. MESH No	200	
SERIE No. SERIAL No	81683	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,69	µm

FECHA DATE 2021 / 03 / 01 FIRMA SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 0

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	1957,61	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	2086,32	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	836,77	µm
MALLA No. MESH No.	19	
SERIE No. SERIAL No.	80814	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 25,24	µm

FECHA / DATE 2021 / 01 / 12 FIRMA / SIGN

Ing. Nelly Alvarado Almazaga
CIP. N° 144428
JEFE DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL.: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-SI-F-08 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	73,77	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	77,73	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	49,88	µm
MALLA No. MESH No.	200	
SERIE No. SERIAL No.	61852	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,70	µm

FECHA / DATE 2021 / 03 / 18 FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL.: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-SI-F-08 Rev 2



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,82	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,91	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,52	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No SERIAL No	81687	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA DATE 2021 / 03 / 02 FIRMA SIGN

Ing. Nelly Alvarado Alpizago
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-IS-F-08 Rev 2



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	50,11	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	50,27	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,95	mm
MALLA No. MESH No.	2"	
SERIE No. SERIAL No	79534	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm

FECHA DATE 2020 / 10 / 21 FIRMA SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-IS-F-08 Rev 2



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	2377,71	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	2417,54	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	999,35	µm
MALLA No. MESH No	8	
SERIE No. SERIAL No	77016	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 27,19	µm

FECHA DATE 2020 / 06 / 02 FIRMA SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 1



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	294,23	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	310,45	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	210,73	µm
MALLA No. MESH No.	50	
SERIE No. SERIAL No.	76183	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 4,23	µm

FECHA DATE 2020 / 04 / 24 FIRMA SIGN

Ing. Neil F. Alvarado Arpazaga
CIP. N° 74426
JEFE DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-03 Rev 1



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	431,79	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	433,96	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	280,57	µm
MALLA No. MESH No.	40	
SERIE No. SERIAL No.	80611	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 4,78	µm

FECHA DATE 2020 / 12 / 21 FIRMA SIGN

Ing. Neil F. Alvarado Zapata
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by PINZUAR

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	1181,35	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	1242,12	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	601,34	µm
MALLA No. MESH No.	16	
SERIE No. SERIAL No.	78650	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 14,77	µm

FECHA DATE 2020-09-10 FIRMA SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 1

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LLA-CCG-011-24

CLIENTE : GEOINGENIERIA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	COPACASAGRANDE
FABRICANTE	PERUTEST
MODELO	PT-CC
TIPO	DIGITAL
N° SERIE	93
F. CALIBRACION	01/06/2024
F. PROX. CALIBRACION	01/06/2025

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa según los procedimiento de la norma ASTM D4318-17 "Standard Test methods for liquid limit, Plastic limit, Plasticity index *of soils"*

INSTRUMENTO PATRON:

Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones Mod. CDN-P12" PMX Serie 0003131 Calibrado FA-0351-2023 INACAL

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente	(32.1+/- 1)	°C
Humedad Relativa	(62 +/- 5)	%Hr

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calbración del equipo Metaut sigue el procedimiento ASTM D4318-17 "Estándar test methods for liquid limit, plastic limit, Plasticityy index of soils".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

Ing. Nejer Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISIÓN DE METROLOGÍA

STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
JE CIP N°182685

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

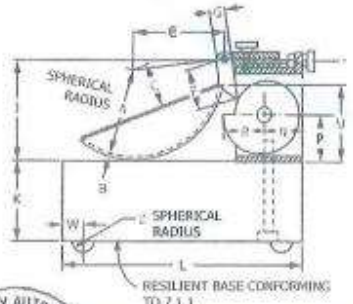
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LLA-CCG-011-24

APARATO LIMITE LIQUIDO						
Conjunto de la Cazuela						
Dimensiones	A		B		C	
Descripción	Radio de Copa		Espesor de Copa		Profundidad de Copa	
Métrico, mm	54.0		2		27.0	
Tolerancia, mm	2		0.1		1	
Inglés, pulg	2.12		0.078		1.062	
Tolerancia, pulg	0.08		0.004		0.04	
Medidas del equipo	54.0	54.0	2	2	25.9	25.9

BASE						
Dimensiones	A		K		L	
Descripción	Ancho		Espesor		Largo	
Métrico, mm	125		50		150	
Tolerancia, mm	2		2		2	
Inglés, pulg	4.92		1.97		5.9	
Tolerancia, pulg	0.2		0.2		0.2	
Medidas del equipo	125.00	125.00	50.02	50.02	149.99	149.99

Ranurador - Extremo Curvado						
Dimensiones	K		A		B	
Descripción	Espesor		Borde Cortante		Ancho	
Métrico, mm	10		2		11	
Tolerancia, mm	0.05		0.1		0.2	
Inglés, pulg	0.394		0.079		0.531	
Tolerancia, pulg	0.004		0.004		0.004	
Medidas del equipo	10.01	10.01	2	2	11	11



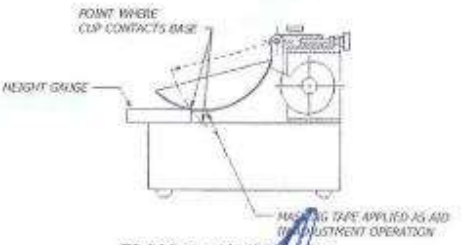


FIG. 2 Adjustment for Height of Drop

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISIÓN DE METROLOGÍA

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-DPL-002-24

CLIENTE : GEOINGENIERIA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	DPL	***FABRICANTE***	PERUTEST
MODELO	-----	***N° SERIE***	-----

F. VERIFICACIÓN : 01.06.2024
F. Prox. VERIFICACIÓN : 01.06.2025

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones Mod. CDN-P12" PMX
Serie 0003131 Calibrado FA-0351-2023 - INACAL
La Verificación se realizó por medición directa Siguiendo los parámetros de fabricación indicados según la Norma DIN 4094

MEDICIÓN DEL INSTRUMENTO:

* Varilla Guia : 05 Und.

Longitud (cm)	diametro (mm)
99.8	22.2

* Yunque : 01 Und.

Longitud (mm)	diametro (mm)	Rosca int.
50.91	101.49	7/8"

* Puntas conicas : 01 Und.

Longitud (cm)	diametro (mm)	Angulo
4.03	35.7	60.00

* Martillo : 01 Und.

Longitud (mm)	diametro (mm)	Peso (g)
123.12	114.62	9.900

Observaciones:

Instrumento se encuentra dentro de los parámetros de fabricación Normados

METROLOGIA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

STALIN OLAZABAL TREJO
EFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
'E CIP N°182685

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM-BAL-077-24

CLIENTE : GEOINGENIERIA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO
FABRICANTE	OHAUS
MODELO	R21PE30ZH
SERIE	8356390346
TIPO	ELECTRÓNICA
CAPACIDAD MÁXIMA	30000 g
DIVISION DE ESCALA (d)	1 g
DIVISION DE VERIF. (e)	1 g
CLASE	II
F. CALIBRACIÓN	01/06/2024
F. PROX. CALIBRACIÓN *	01/06/2025

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo METAUT sigue el procedimiento PC-011 Procedimiento para la calibración de balanzas.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

METODO DE CALIBRACION:
La calibración se realizó por comparación directa según PC-011 procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento automático Clase I y II SNM-INDECOPI – 4Ta Edición 2010.

TRAZABILIDAD:
03 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 2 kg, 01 Jgo. de Pesas de 1 mg. a 1 kg, Clase F1 certificados LM-C-128-2024, LM-C-129-2024, LM-C-186-2024, LM-C-187-2024, LM-C-188-2024, PE23-C-1072 Certificados trazables con INACAL-DM.

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN:
El servicio de calibración se realizo en las instalaciones del cliente localizado en Pucallpa.

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACIÓN:

ΔT LOCAL	(32,1 °C Hasta 32,5 °C)
COEF. DERIVA TEMP.	$1x10^{-5}$/°C

Ing. Neil Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

FCC-MET-LM
Rev. 02 – fecha 01/22

METAUT
DM

STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO MASA
CIP N°192685

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-077-24

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No Tiene	PLATAFORMA	No Tiene
OSCILACION LIBRE	Tiene	CURSOR	No Tiene	NIVELACION	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No Tiene				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	final
Temperatura	32.1	32.5

	Inicial	final
Humedad relativa %	62	62

Medición Nro	Carga L1 = I (g)	ΔL (g)	15000 g E (g)
1	15000	0.400	0.072
2	15000	0.400	0.072
3	15000	0.400	0.072
4	15000	0.400	0.072
5	15000	0.500	-0.028
6	15000	0.400	0.072
7	15000	0.400	0.072
8	15000	0.400	0.072
9	15000	0.500	-0.028
10	15000	0.500	-0.028

Medición Nro	Carga L2 = I (g)	ΔL (g)	30000 g E (g)
1	30000	0.400	0.046
2	30000	0.400	0.046
3	30000	0.500	-0.054
4	30000	0.400	0.046
5	30000	0.400	0.046
6	30000	0.400	0.046
7	30000	0.400	0.046
8	30000	0.400	0.046
9	30000	0.500	-0.054
10	30000	0.500	-0.054

Carga (g)	ΔE Diferencia Maxima (g)	e.m.p. (g)
15000	0.10	2.0
30000	0.10	3.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	final
Temperatura	32.1	32.2

	Inicial	final
Humedad relativa %	62	62



Posic. de Carga	Determinación del error Eo: Carga Min.	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Determinación de error corregido Ec: Carga L	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p (g)
1	5 g	5	0.500	0.000	10000 g	10000	0.500	-0.018	-0.018	2
2		5	0.400	0.100		10000	0.400	0.082	-0.018	2
3		5	0.500	0.000		10000	0.400	0.082	0.082	2
4		5	0.400	0.100		10000	0.400	0.082	-0.018	2
5		5	0.400	0.100		10000	0.500	-0.018	-0.118	2

FCC AUTOMATIZACION Reg. 03 - fecha:
METAUT
DM
DIVISION DE METROLOGIA

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-077-24

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	final		Inicial	final
emperatura	32.1	32.5	Humedad relativa %	62	62

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	DECRECIENTES I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p (g)
5	5	0.400	0.100						
10	10	0.400	0.100	0.000	10	0.500	0.000	-0.100	1.00
20	20	0.400	0.100	0.000	20	0.400	0.100	0.000	1.00
50	50	0.400	0.100	0.000	50	0.400	0.100	0.000	1.00
100	100	0.500	0.000	-0.100	100	0.400	0.100	0.000	1.00
200	200	0.400	0.100	0.000	200	0.500	0.000	-0.100	1.00
500	500	0.400	0.099	-0.001	500	0.400	0.099	-0.001	1.00
1000	1000	0.400	0.099	-0.001	1000	0.400	0.099	-0.001	1.00
5000	5000	0.400	0.090	-0.010	5000	0.500	-0.010	-0.110	1.00
10000	10000	0.400	0.082	-0.018	10000	0.400	0.082	-0.018	2.00
20000	20000	0.400	0.064	-0.036	20000	0.400	0.064	-0.036	3.00
30000	30000	0.400	0.046	-0.054	30000	0.400	0.046	-0.054	3.00

Lectura Corregida del Resultado de una pesada $R_{corregida} = R - (-1,0 \times 10^{-6}) \cdot R$

Incertidumbre de una Medición $U: \quad 2\sqrt{1,675 \times 10^{-1} g^2 + 1,330 \times 10^{-10} R^2}$

L	Carga Aplicada a la Balanza	ΔL	: Valor de la Carga Adicional	E_o	: Error en Cero
I	Indicación del Instrumento	E	: Error Encontrado	E_c	: Error Corregido
U	Incertidumbre Expandida de la Lectura Corregida				
R	Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g)				

La incertidumbre reportada es la Incertidumbre expandida que resulta de la multiplicación de la Incertidumbre Combinada por el factor de cobertura k=2, para una probabilidad de cobertura aproximada a un nivel de confianza del 95%

Notas y aclaraciones

Se ha asumido un valor de $1,0 \times 10^{-6}\,°C^{-1}$ como coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura para la calibración

se ha colocado una etiqueta de color celeste, con el codigo de certificado asignado al documento en señal de haber realizado la calibración

Se colo fecha de proxima calibración a solicitud del cliente a efectos de llevar un control de calidad de la balanza

El intervalo de variación de temperatura donde se ubica la balanza fue considerado de acuerdo a la variación de temperatura registrada durante la calibración

FCC-MET-LM
Rev: 03 - fecha: 01/22

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISIÓN DE METROLOGÍA

Ing. Neil F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM-BAL-078-24

CLIENTE : GEOINGENIERIA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO
FABRICANTE	PERUTEST
MODELO	WT60026
SERIE	200803024
TIPO	ELECTRÓNICA
CAPACIDAD MÁXIMA	600 g
DIVISION DE ESCALA (d)	0,01 g
DIVISION DE VERIF. (e)	0,01 g
CLASE	II
F. CALIBRACIÓN	01/06/2024
F. PROX. CALIBRACIÓN *	01/06/2025

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo METAUT sigue el procedimiento PC-011 Procedimiento para la calibración de balanzas.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

METODO DE CALIBRACION:
La calibración se realizó por comparación directa según PC-011 procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento automático Clase I y II SNM-INDECOPI – 4Ta Edición 2010

TRAZABILIDAD:
03 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 2 kg, 01 Jgo. de Pesas de 1 mg. a 1 kg, Clase F1 certificados LM-C-128-2024, LM-C-129-2024, LM-C-150-2024, LM-C-186-2024, LM-C-187-2024, LM-C-188-2024, PE23-C-1072 Certificados trazables con INACAL-DM.

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN:
El servicio de calibración se realizo en las instalaciones del cliente localizado en Pucallpa.

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACIÓN:

ΔT LOCAL	(32,1 °C Hasta 32,5 °C)
COEF. DERIVA TEMP.	$1x10^{-5}$/°C

Ing. Mec. F. Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

FORMATO: MET-LM-FO-03 - fecha: 08/22
METAUT DM
DIVISION DE METROLOGÍA

STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO MASA
IE CIP N°192685

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-078-24

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No Tiene	PLATAFORMA	No Tiene
OSCILACION LIBRE	Tiene	CURSOR	No Tiene	NIVELACION	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No Tiene				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	final
Temperatura	32.1	32.5

	Inicial	final
Humedad relativa %	62	62

Medición Nro	Carga L1 =		300 g
	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.00	0.005	-0.001
2	300.00	0.005	0.000
3	300.00	0.005	-0.001
4	300.00	0.006	-0.001
5	300.01	0.006	0.009
6	300.01	0.005	0.010
7	300.00	0.006	-0.001
8	300.01	0.005	0.010
9	300.00	0.005	0.000
10	300.00	0.005	0.000

Medición Nro	Carga L2 =		600 g
	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	600.00	0.006	-0.002
2	600.00	0.005	-0.001
3	600.00	0.006	-0.002
4	600.01	0.005	0.009
5	600.01	0.005	0.009
6	600.00	0.005	-0.001
7	600.00	0.005	-0.001
8	600.01	0.006	0.008
9	600.00	0.006	-0.002
10	600.00	0.006	-0.002

Carga (g)	ΔE Diferencia Maxima (g)	e.m.p (g)
300.00	0.011	0.02
600.00	0.011	0.03

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	final
Temperatura	32.1	32.5

	Inicial	final
Humedad relativa %	62	62



Posic. de Carga	Determinación del error Eo				Determinacion de error corregido Ec					e.m.p (g)
	Carga Min	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,1 g	0.10	0.006	-0.001	200 g	200.00	0.006	-0.001	0.000	0.02
2		0.10	0.005	0.000		200.00	0.005	0.000	0.000	0.02
3		0.10	0.006	-0.001		200.00	0.005	0.000	0.001	0.02
4		0.10	0.005	0.000		200.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
5		0.10	0.006	-0.001		200.00	0.006	-0.001	0.000	0.02

METAUT DM

Ing. Neil R Alvarado Alpaceso
CIP. N° 74428
JEFE DE LABORATORIO

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-078-24

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	final
emperatura	32.1	32.5

	Inicial	final
Humedad relativa %	62	62

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
0.1	0.10	0.008	-0.001	
0.5	0.50	0.005	0.000	0.001
1	1.00	0.005	0.000	0.001
5	5.00	0.006	-0.001	0.000
10	10.00	0.006	-0.001	0.000
20	20.00	0.005	0.000	0.001
50	50.00	0.005	0.000	0.001
100	100.00	0.005	-0.001	0.000
200	200.00	0.006	-0.001	0.000
300	300.00	0.005	-0.001	0.000
500	500.00	0.005	-0.002	-0.001
600	600.00	0.005	-0.002	-0.001

DECRECIENTES I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p (g)
0.50	0.005	-0.001	0.000	0.01
1.00	0.005	0.000	0.001	0.01
5.00	0.005	0.000	0.001	0.01
10.00	0.005	0.000	0.001	0.01
20.00	0.005	-0.001	0.000	0.01
50.00	0.006	-0.001	0.000	0.01
100.00	0.005	0.000	0.001	0.02
200.00	0.006	-0.001	0.000	0.02
300.00	0.005	0.000	0.001	0.03
500.00	0.006	-0.002	-0.001	0.03
600.00	0.006	-0.002	-0.001	0.03

Lectura Corregida del Resultado de una pesada : $R_{corregida} = R - (-1.39 \times 10^{-6})R$

Incertidumbre de una Medición U : $2\sqrt{4.008 \times 10^{-5} g^2 + 5.866 \times 10^{-11} R^2}$

L : Carga Aplicada a la Balanza
I : Indicación del Instrumento
U : Incertidumbre Expandida de la Lectura Corregida
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g)
ΔL : Valor de la Carga Adicional
E : Error Encontrado
Eo : Error en Cero
Ec : Error Corregido

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de la multiplicación de la incertidumbre Combinada por el factor de cobertura k=2, para una probabilidad de cobertura aproximada a un nivel de confianza del 95%

Notas y aclaraciones
Se ha asumido un valor de $1.0 \times 10^{-6}\,°C^{-1}$ como coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura para la calibración
se ha colocado una etiqueta de color celeste, con el codigo de certificado asignado al documento en señal de haber realizado la calibración
Se colo fecha de proxima calibración a solicitud del cliente a efectos de llevar un control de calidad de la balanza
El intervalo de variación de temperatura donde se ubica la balanza fue considerado de acuerdo a la variación de temperatura registrada durante la calibración

FCC-MET-LM
Rev: 03 - fecha: 01/22

Ing. Nelly Alvarado Alipazaga
CIP. N° 74429
JEFE DE LABORATORIO

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

Anexo 11
PLANOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PUCALLPA, DICIEMBRE 2024



PLANTA UBICACION DE EXPLORACIONES GEOTECNICAS

ESC. 1/1750

ANEXO 5: DATA DE ESTACIÓN METEREOLOGICA UNU

E MAP - UNU

LATITUD 8º24'48"S
LONGITUD 74º34'18"W
ALTITUD 160 m.s.n.m
PRECIPITACION 2004-2024 mm

AÑO/MES	Ene.	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2004	116.10	206.50	232.00	385.80	62.00	79.30	186.40	126.90	202.70	132.00	215.70	240.70
2005	81.60	141.30	234.50	203.70	26.00	65.80	5.40	43.80	28.40	210.50	137.40	304.00
2006	133.20	436.90	98.70	249.10	23.70	44.50	29.80	86.00	53.90	161.00	210.00	137.30
2007	49.60	204.40	202.50	112.50	266.80	7.80	16.80	88.30	40.90	172.90	136.00	170.30
2008	403.56	237.50	214.40	227.20	123.30	234.10	75.00	33.40	171.40	177.10	153.80	88.60
2009	434.40	168.20	138.70	295.10	185.40	36.60	27.30	15.20	67.80	170.90	94.20	84.90
2010	75.10	168.80	270.20	234.90	201.90	14.50	64.80	45.80	83.10	75.80	173.10	98.30
2011	204.90	311.80	272.90	165.80	219.40	133.90	33.60	59.90	150.60	260.50	107.20	390.00
2012	137.70	177.80	258.00	109.00	93.50	100.20	74.30	25.20	58.30	157.20	105.70	188.90
2013	234.50	251.00	170.20	95.20	77.30	58.50	65.60	79.30	200.70	191.90	296.20	88.10
2014	180.90	90.90	164.90	246.10	70.50	232.40	34.10	100.10	5.30	233.10	406.90	142.50
2015	109.60	112.10	141.90	272.50	90.10	42.70	94.70	64.60	113.30	140.30	337.20	109.90
2016	78.90	275.50	221.50	132.20	65.20	12.10	41.80	144.90	134.00	163.20	131.20	166.20
2017	633.60	168.30	325.90	61.40	251.90	56.90	30.70	14.20	28.50	127.80	192.60	201.50
2018	131.30	277.70	126.50	248.80	169.30	58.00	132.70	103.40	57.70	251.10	251.10	36.60
2019	329.20	239.80	267.30	208.40	85.50	126.50	32.30	16.80	53.60	128.70	302.50	306.10
2020	243.30	180.70	387.60	180.00	157.10	188.40	217.00	24.80	50.60	132.00	178.80	377.10
2021	119.70	375.70	120.20	125.80	150.30	93.70	32.50	75.60	61.80	80.80	156.50	143.20
2022	111.90	326.50	185.20	190.50	151.00	66.90	70.00	57.00	78.90	119.50	248.50	248.50
2023	161.80	115.30	250.80	43.70	103.70	41.40	77.60	20.00	92.20	229.00	267.20	260.50
2024	99.90	280.20	71.10	112.20								
promedio	193.85	226.04	207.38	185.71	128.70	84.71	67.12	61.26	86.69	165.77	205.09	189.16

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
RECIBIDO
06 MAY 2024
REG. ____ HORA 10:05
FOLIO: ____

Solicitud: Datos meteorológico EMAP-UNU

Sr:
Dr. Edgar Juan Diaz Zúñiga
Vicerrector de Investigación de la Universidad Nacional de Ucayali

Atención: DR.ING. NOE KLEVER GUADALUPE BAYLON
Encargado de la Estación Meteorológica – Universidad Nacional de Ucayali - Pucallpa.

Asunto:

Yo, Mirko Hans Tananta Upiachihua, identificado con DNI N° **71024131**, con domicilio legal en: Jr. Callería 746 – Distrito Callería – Pucallpa, con correo electrónico: mirko.htu8l@gmail.com, Celular: **943929019**, BACHILLER de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

De acuerdo a la **ACTA DE APROBACION DE PROYECTO DE TESIS Nº 2023-585 de fecha 10 de abril del 2024,** aprueba el proyecto de investigación titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO SOSTENIBLE CON MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN ZONAS INUNDABLES DEL SECTOR BARRIO LA HOYADA, PUCALLPA"**, cuya línea de investigación es Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento Asesorado por el **Mg.Ing. Horacio Soriano Alava**; con el fin de realizar el proyecto de tesis nos es requisito fundamental los datos meteorológicos mencionados en el cuadro siguiente:

ESTACION /ZONA	PARAMETROS	DATA HISTORICA
EMAP-UNU	Precipitaciones	Registro de 20 años (correspondientes a los años 2004 - 2024)

Por expuesto: ruego a usted que nos otorgue el registro de datos de la estación (impreso y firmado), que nos servirá de mucha ayuda para el diseño citato en líneas arriba, que también sea una justificación de los cálculos (datos obtenidos).

Por lo expuesto, ruego a usted acceder al solicitado, por ser de justicia.

Pucallpa, 06 de mayo del 2024

Bach. Mirko Hans Tananta Upiachihua
TESISTA

Recibido 06/05/2024
Confostado 06/05/2024

ANEXO 5

MODELACIÓN CON STORMCAD (REPORTES)

EPORTE DE TUBERIAS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO - STORMCAD

ID	Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Out) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth (Normal) / Rise (%)
38	TUB-1	Bz-1	137.79	Bz-2	137.72	12.3	0.005	Circle	750	0.01	671.6	2.47	0.46	1,023.37	65.6	59.1
41	TUB-2	Bz-3	140.38	Bz-4	140.24	27.1	0.005	Circle	300	0.01	74.59	1.41	0.23	88.89	83.9	70.1
44	TUB-3	Bz-5	139.89	Bz-6	139.73	31.7	0.005	Circle	450	0.01	228.26	1.86	0.35	262.08	87.1	72.2
47	TUB-4	Bz-7	141.37	Bz-8	141.2	34.5	0.005	Circle	250	0.01	37.97	1.2	0.17	54.66	69.5	61.3
50	TUB-5	Bz-9	139.67	Bz-10	139.49	36	0.005	Circle	375	0.01	119.03	1.6	0.26	161.17	73.9	63.9
53	TUB-6	Bz-11	141.57	Bz-12	141.37	38.8	0.005	Circle	250	0.01	34.9	1.18	0.17	54.66	63.8	58.1
56	TUB-7	Bz-13	139.07	Bz-14	138.09	41.2	0.024	Circle	600	0.01	420.91	3.95	0.49	1,232.50	34.2	40.3
59	TUB-8	Bz-15	142	Bz-16	141.79	41.4	0.005	Circle	250	0.01	10.18	0.85	0.12	54.66	18.6	29.2
62	TUB-9	Bz-17	139.88	Bz-9	139.67	43.7	0.005	Circle	375	0.01	109.87	1.57	0.25	161.17	68.2	60.6
64	TUB-10	Bz-18	142.25	Bz-15	142	51	0.005	Circle	250	0.01	2.87	0.59	0.08	54.66	5.2	15.6
66	TUB-11	Bz-19	141.02	Bz-20	140.73	59.2	0.005	Circle	450	0.01	165.26	1.74	0.31	262.08	63.1	57.6
69	TUB-12	Bz-14	138.09	Bz-1	137.79	60.7	0.005	Circle	750	0.01	623.02	2.43	0.51	1,023.37	60.9	56.3
70	TUB-13	Bz-10	139.49	Bz-21	139.17	62.7	0.005	Circle	375	0.01	120.84	1.6	0.27	161.17	75	64.6
72	TUB-14	Bz-8	141.2	Bz-22	140.88	63.2	0.005	Circle	250	0.01	45.7	1.25	0.19	54.66	83.6	69.9
74	TUB-15	Bz-23	141.35	Bz-19	141.02	64.4	0.005	Circle	375	0.01	137.17	1.64	0.29	161.17	85.1	70.9
76	TUB-16	Bz-6	139.73	Bz-24	139.41	64.8	0.005	Circle	450	0.01	245.83	1.87	0.42	262.08	93.8	76.9
78	TUB-17	Bz-25	141.19	Bz-26	140.87	65.6	0.005	Circle	300	0.01	57.78	1.34	0.21	88.89	65	58.7
81	TUB-18	Bz-27	142.1	Bz-28	141.77	66.6	0.005	Circle	300	0.01	81.07	1.43	0.27	88.89	91.2	75

84	TUB-19	Bz-24	139.41	Bz-13	139.07	67.6	0.005	Circle	600	0.01	407.63	2.17	0.43	564.42	72.2	63
85	TUB-20	Bz-20	140.73	Bz-29	140.37	71.4	0.005	Circle	450	0.01	188.71	1.79	0.33	262.08	72	62.8
87	TUB-21	Bz-2	137.72	O-1	137.35	74.4	0.005	Circle	750	0.01	669.93	2.47	0.44	1,023.37	65.5	59
89	TUB-22	Bz-4	140.24	Bz-30	139.86	75.9	0.005	Circle	300	0.01	81.73	1.43	0.24	88.89	91.9	75.5
91	TUB-23	Bz-31	141.95	Bz-11	141.57	77	0.005	Circle	250	0.01	16.2	0.97	0.15	54.66	29.6	37.3
93	TUB-24	Bz-28	141.77	Bz-32	141.38	77.2	0.005	Circle	375	0.01	130.35	1.62	0.31	161.17	80.9	68.2
95	TUB-25	Bz-16	141.79	Bz-7	141.37	83.6	0.005	Circle	250	0.01	20.86	1.04	0.16	54.66	38.2	42.8
96	TUB-26	Bz-30	139.86	Bz-33	138.59	88.3	0.014	Circle	300	0.01	93.63	2.25	0.4	151.24	61.9	56.9
98	TUB-27	Bz-34	142.25	Bz-35	141.79	91.1	0.005	Circle	250	0.01	12.52	0.9	0.14	54.66	22.9	32.5
101	TUB-28	Bz-29	140.37	Bz-5	139.89	95.6	0.005	Circle	450	0.01	215.97	1.84	0.34	262.08	82.4	69.2
102	TUB-29	Bz-26	140.87	Bz-36	140.38	97.7	0.005	Circle	300	0.01	72.62	1.4	0.22	88.89	81.7	68.7
104	TUB-30	Bz-36	140.38	Bz-17	139.88	98.7	0.005	Circle	375	0.01	93.73	1.51	0.24	161.17	58.2	54.8
105	TUB-31	Bz-33	138.59	Bz-14	138.09	99.3	0.005	Circle	450	0.01	245.8	1.87	0.49	262.08	93.8	76.9
106	TUB-32	Bz-22	140.88	Bz-3	140.38	100.6	0.005	Circle	300	0.01	57.45	1.34	0.21	88.89	64.6	58.5
107	TUB-33	Bz-32	141.38	Bz-24	140.83	110.2	0.018	Circle	375	0.01	160.04	1.66	0.29	304.76	52.5	81.3
108	TUB-34	Bz-12	141.37	Bz-1	140.79	116.5	0.031	Circle	250	0.01	44.34	1.24	0.17	135.64	32.7	68.3
109	TUB-35	Bz-21	139.17	Bz-33	138.59	117.3	0.005	Circle	375	0.01	132.39	1.63	0.4	161.17	82.1	69
110	TUB-36	Bz-35	141.79	Bz-25	141.19	119.9	0.005	Circle	250	0.01	30.13	1.14	0.19	54.66	55.1	53
111	TUB-37	Bz-37	142.2	Bz-23	141.35	170.8	0.005	Circle	300	0.01	81.98	1.43	0.27	88.89	92.2	75.7

REPORTE DE BUZONES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO - STORMCAD

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert in 1) (m)	Flow (Total In)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method	Hydraulic Grade Line (In) (m)
39	Bz-1	143	143	137.79	24.8050232	671.6	0.51	138.29	Absolute	138.29
40	Bz-2	143	143	137.72	23.7173615	669.93	0.51	138.23	Absolute	138.23
42	Bz-3	143	143	140.38	2.91989326	74.59	0.21	140.59	Absolute	140.59
43	Bz-4	143	143	140.24	2.99914885	81.73	0.23	140.47	Absolute	140.47
45	Bz-5	143.2	143.2	139.89	8.45548058	228.26	0.34	140.23	Absolute	140.23
46	Bz-6	143.15	143.15	139.73	8.92839813	245.83	0.35	140.08	Absolute	140.08
48	Bz-7	143.2	143.2	141.37	1.48609746	37.97	0.16	141.53	Absolute	141.53
49	Bz-8	143.1	143.1	141.2	1.69414353	45.7	0.17	141.37	Absolute	141.37
51	Bz-9	142.2	142.2	139.67	4.38741636	119.03	0.25	139.92	Absolute	139.92
52	Bz-10	142.1	142.1	139.49	4.35982037	120.84	0.26	139.74	Absolute	139.74
54	Bz-11	143.15	143.15	141.57	1.30778289	34.9	0.15	141.72	Absolute	141.72
55	Bz-12	143.1	143.1	141.37	1.6255852	44.34	0.17	141.54	Absolute	141.54
57	Bz-13	143.05	143.05	139.07	15.3325901	420.91	0.43	139.5	Absolute	139.5
58	Bz-14	143	143	138.09	24.2685947	623.02	0.49	138.58	Absolute	138.58
60	Bz-15	143.4	143.4	142	0.38351548	10.18	0.08	142.08	Absolute	142.08
61	Bz-16	143.3	143.3	141.79	0.78916693	20.86	0.12	141.9	Absolute	141.9
63	Bz-17	142.4	142.4	139.88	4.21166658	109.87	0.24	140.13	Absolute	140.13
65	Bz-18	143.5	143.5	(N/A)	0.10125316	2.87	0.04	142.29	Absolute	142.29
67	Bz-19	143.35	143.35	141.02	6.10273314	165.26	0.29	141.31	Absolute	141.31
68	Bz-20	143.3	143.3	140.73	6.93809605	188.71	0.31	141.03	Absolute	141.03
71	Bz-21	142	142	139.17	4.94874907	132.39	0.27	139.44	Absolute	139.44

73	Bz-22	143.1	143.1	140.88	2.18414235	57.45	0.19	141.07	Absolute	141.07
75	Bz-23	143.4	143.4	141.35	5.28992081	137.17	0.27	141.62	Absolute	141.62
77	Bz-24	143.1	143.1	139.41	15.6783247	407.63	0.42	139.83	Absolute	139.83
79	Bz-25	143	143	141.19	2.28001332	57.78	0.19	141.38	Absolute	141.38
80	Bz-26	142.8	142.8	140.87	2.74291968	72.62	0.21	141.08	Absolute	141.08
82	Bz-27	143.4	143.4	(N/A)	2.86283588	81.07	0.22	142.32	Absolute	142.32
83	Bz-28	143.3	143.3	141.77	4.76928425	130.35	0.27	142.03	Absolute	142.03
86	Bz-29	143.25	143.25	140.37	8.00003624	215.97	0.33	140.7	Absolute	140.7
90	Bz-30	143	143	139.86	3.56282973	93.63	0.24	140.1	Absolute	140.1
92	Bz-31	143.2	143.2	(N/A)	0.57215309	16.2	0.1	142.05	Absolute	142.05
94	Bz-32	143.2	143.2	141.38	5.89593887	160.04	0.31	141.69	Absolute	141.69
97	Bz-33	143	143	138.59	9.49151325	245.8	0.4	138.98	Absolute	138.98
99	Bz-34	143.5	143.5	(N/A)	0.44222337	12.52	0.09	142.34	Absolute	142.34
100	Bz-35	143.3	143.3	141.79	1.14679277	30.13	0.14	141.93	Absolute	141.93
103	Bz-36	142.6	142.6	140.38	3.6296556	93.73	0.22	140.6	Absolute	140.6
112	Bz-37	143.5	143.5	(N/A)	2.89496875	81.98	0.23	142.43	Absolute	142.43

REPORTE DE ÁREAS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO - STORMCAD

ID	Label	Outflow Element	Runoff Coefficient (Rational)	Time of Concentration (min)	Flow (Total Out) (L/s)	Area (Unified) (ha)
115	Area-1	Bz-34	0.45	10	12.52	0.216
116	Area-2	Bz-37	0.45	10	12.43	0.215
117	Area-3	Bz-18	0.45	10	2.87	0.05
118	Area-4	Bz-35	0.45	10	13.52	0.234
119	Area-5	Bz-35	0.45	10	6.43	0.111
120	Area-6	Bz-15	0.45	10	4.82	0.083
121	Area-7	Bz-15	0.45	10	3.17	0.055
122	Area-8	Bz-37	0.45	10	69.55	1.202
123	Area-9	Bz-23	0.45	10	28.33	0.489
124	Area-10	Bz-16	0.45	10	9.32	0.161
125	Area-11	Bz-25	0.45	10	23.89	0.413
126	Area-12	Bz-25	0.45	10	10.54	0.182
127	Area-13	Bz-7	0.45	10	5.42	0.094
128	Area-14	Bz-16	0.45	10	2.84	0.049
129	Area-15	Bz-7	0.45	10	15.81	0.273
130	Area-16	Bz-23	0.45	10	39.49	0.682
131	Area-17	Bz-26	0.45	10	13.56	0.234
132	Area-18	Bz-36	0.45	10	19.09	0.33
133	Area-19	Bz-26	0.45	10	6.33	0.109
134	Area-20	Bz-8	0.45	10	2.77	0.048
135	Area-21	Bz-22	0.45	10	5.02	0.087
136	Area-22	Bz-8	0.45	10	7.23	0.125
137	Area-23	Bz-19	0.45	10	12.79	0.221
138	Area-24	Bz-19	0.45	10	22.85	0.395
139	Area-25	Bz-22	0.45	10	11.13	0.192
140	Area-26	Bz-17	0.45	10	15.97	0.276
141	Area-27	Bz-36	0.45	10	11.07	0.191
142	Area-28	Bz-3	0.45	10	6.84	0.118
143	Area-29	Bz-3	0.45	10	18.4	0.318
144	Area-30	Bz-4	0.45	10	6.12	0.106
145	Area-31	Bz-17	0.45	10	9.57	0.165
146	Area-32	Bz-20	0.45	10	11.52	0.199
147	Area-33	Bz-29	0.45	10	12.04	0.208
148	Area-34	Bz-20	0.45	10	19.68	0.34
149	Area-35	Bz-29	0.45	10	25.78	0.445
150	Area-36	Bz-5	0.45	10	10.55	0.182
151	Area-37	Bz-4	0.45	10	2.74	0.047

152	Area-38	Bz-4	0.45	10	1.48	0.026
153	Area-39	Bz-30	0.45	10	9.84	0.17
154	Area-40	Bz-30	0.45	10	9.32	0.161
155	Area-41	Bz-5	0.45	10	12.92	0.223
156	Area-42	Bz-27	0.45	10	81.07	1.401
157	Area-43	Bz-28	0.45	10	24.89	0.43
158	Area-44	Bz-28	0.45	10	29.1	0.503
159	Area-45	Bz-32	0.45	10	24.08	0.416
160	Area-46	Bz-32	0.45	10	12.52	0.216
161	Area-47	Bz-31	0.45	10	16.2	0.28
162	Area-48	Bz-24	0.45	10	18.23	0.315
163	Area-49	Bz-11	0.45	10	8.96	0.155
164	Area-50	Bz-11	0.45	10	11.87	0.205
165	Area-51	Bz-6	0.45	10	24.57	0.424
166	Area-52	Bz-24	0.45	10	19.86	0.343
167	Area-53	Bz-12	0.45	10	5.7	0.098
168	Area-54	Bz-12	0.45	10	5.43	0.094
169	Area-55	Bz-1	0.45	10	19.08	0.33
170	Area-56	Bz-1	0.45	10	15.96	0.276
171	Area-57	Bz-13	0.45	10	8.86	0.153
172	Area-58	Bz-14	0.45	10	5.35	0.092
173	Area-59	Bz-13	0.45	10	17.68	0.305
174	Area-60	Bz-33	0.45	10	20.73	0.358
175	Area-61	Bz-14	0.45	10	15.15	0.262
176	Area-62	Bz-9	0.45	10	4.43	0.077
177	Area-63	Bz-10	0.45	10	4.43	0.076
178	Area-64	Bz-9	0.45	10	9.94	0.172
179	Area-65	Bz-33	0.45	10	12.5	0.216
180	Area-66	Bz-21	0.45	10	8.26	0.143
181	Area-67	Bz-21	0.45	10	8.2	0.142
182	Area-68	Bz-33	0.45	10	9.52	0.165
183	Area-69	Bz-21	0.45	10	2.83	0.049
					ÁREA TOTAL=	**17.121**

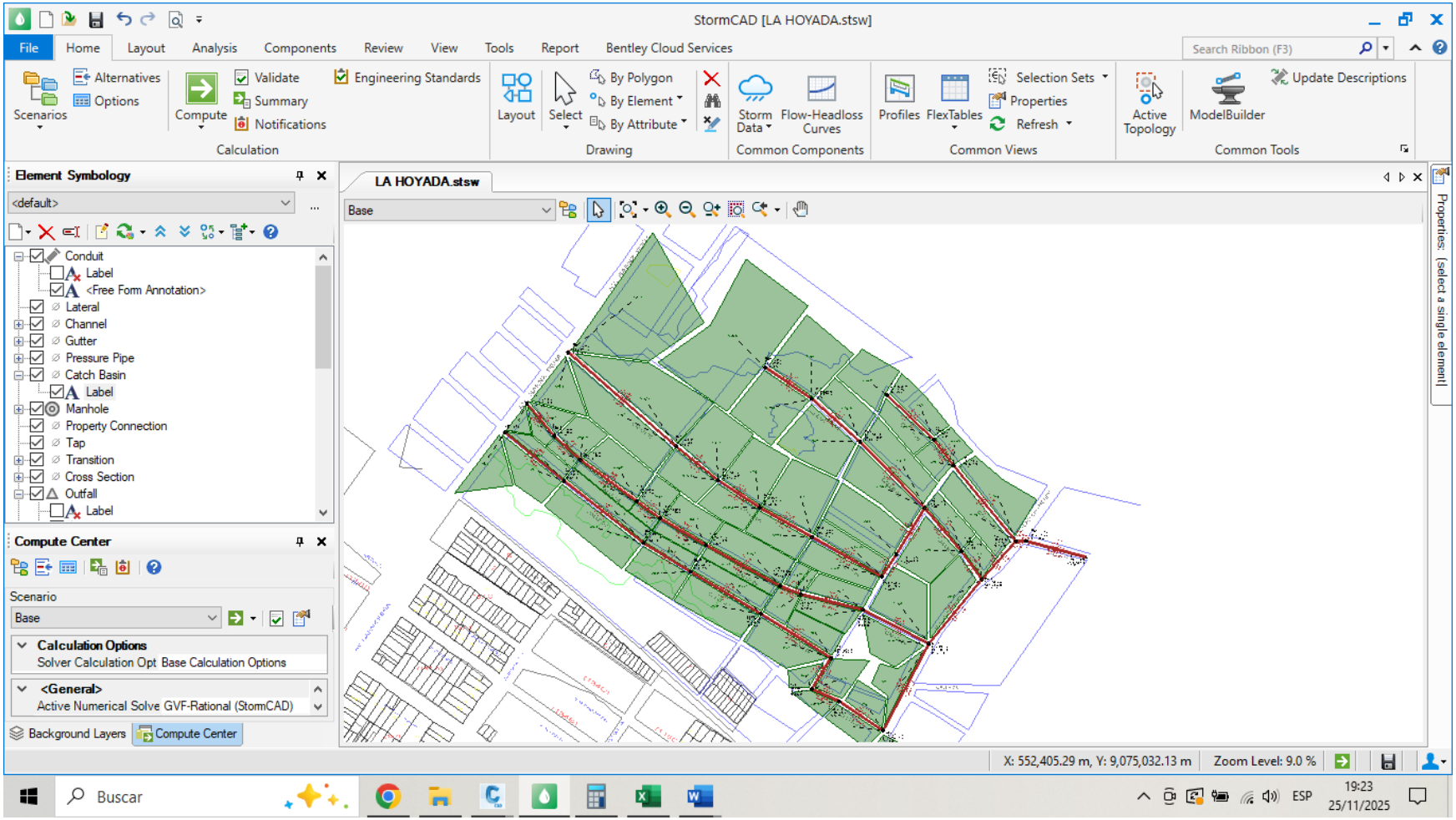


FIGURA: VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO



FIGURA: VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO

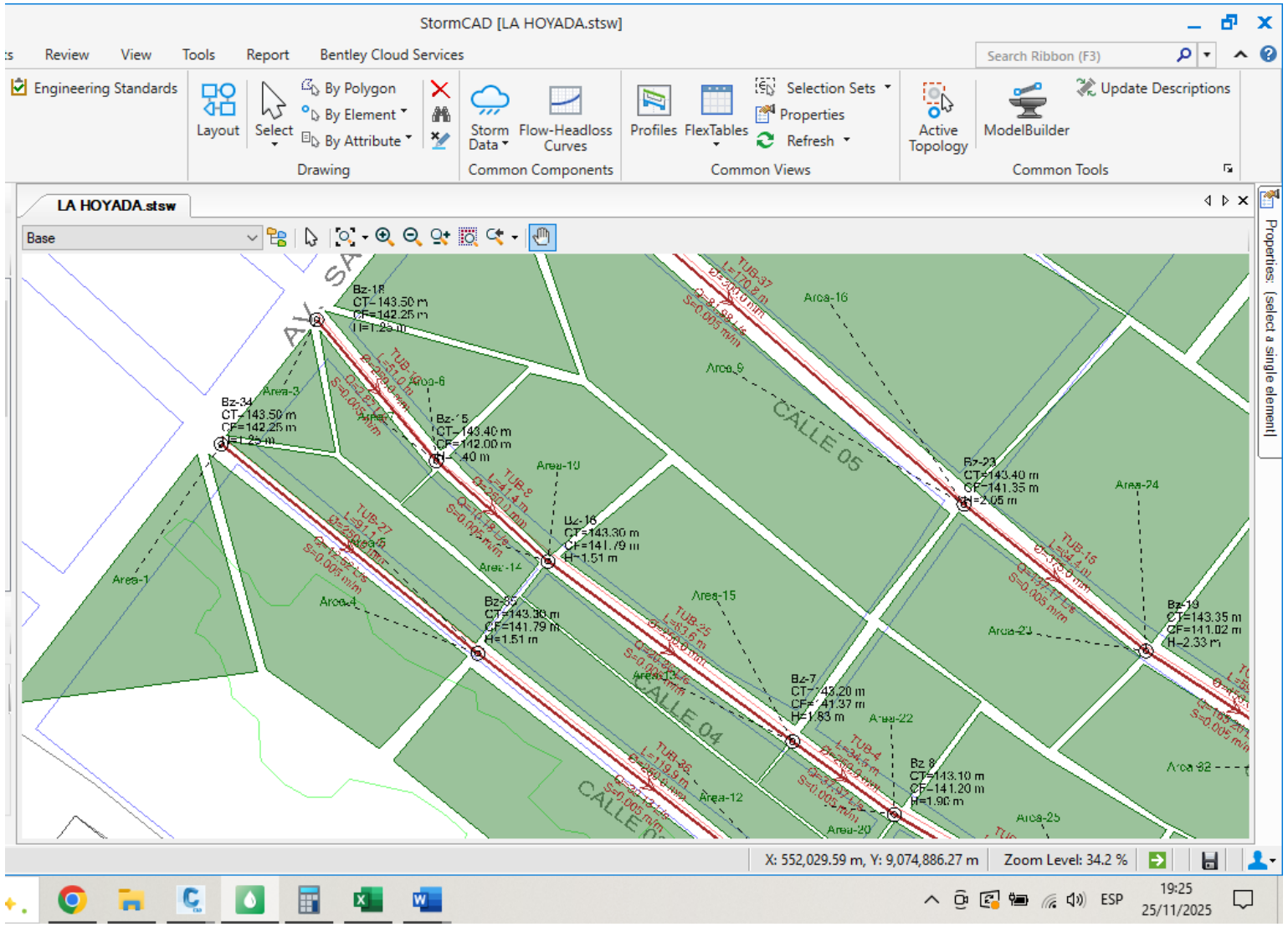


FIGURA: VISTA DE LOS TRAMOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO

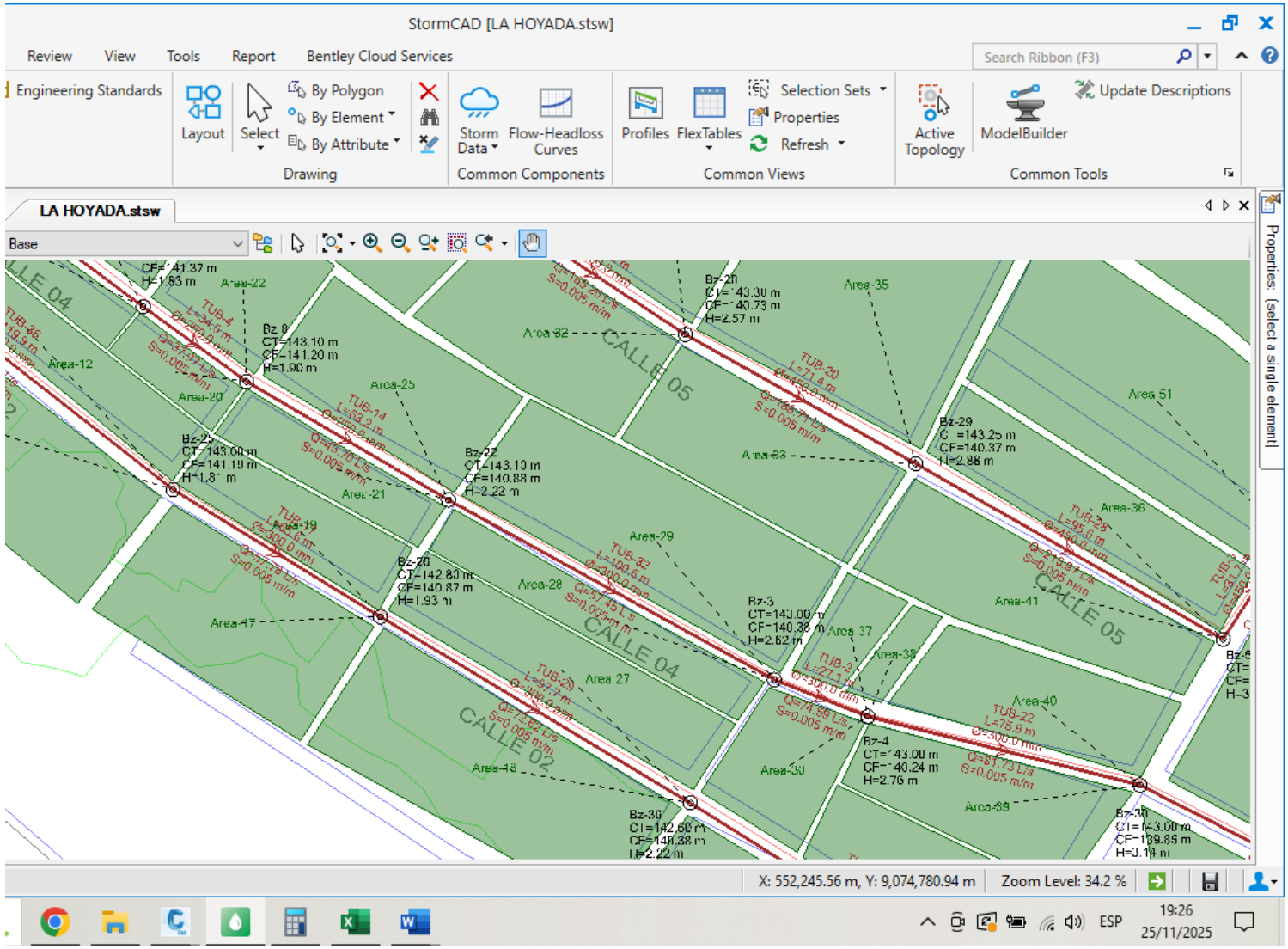


FIGURA: VISTA DE LOS TRAMOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO

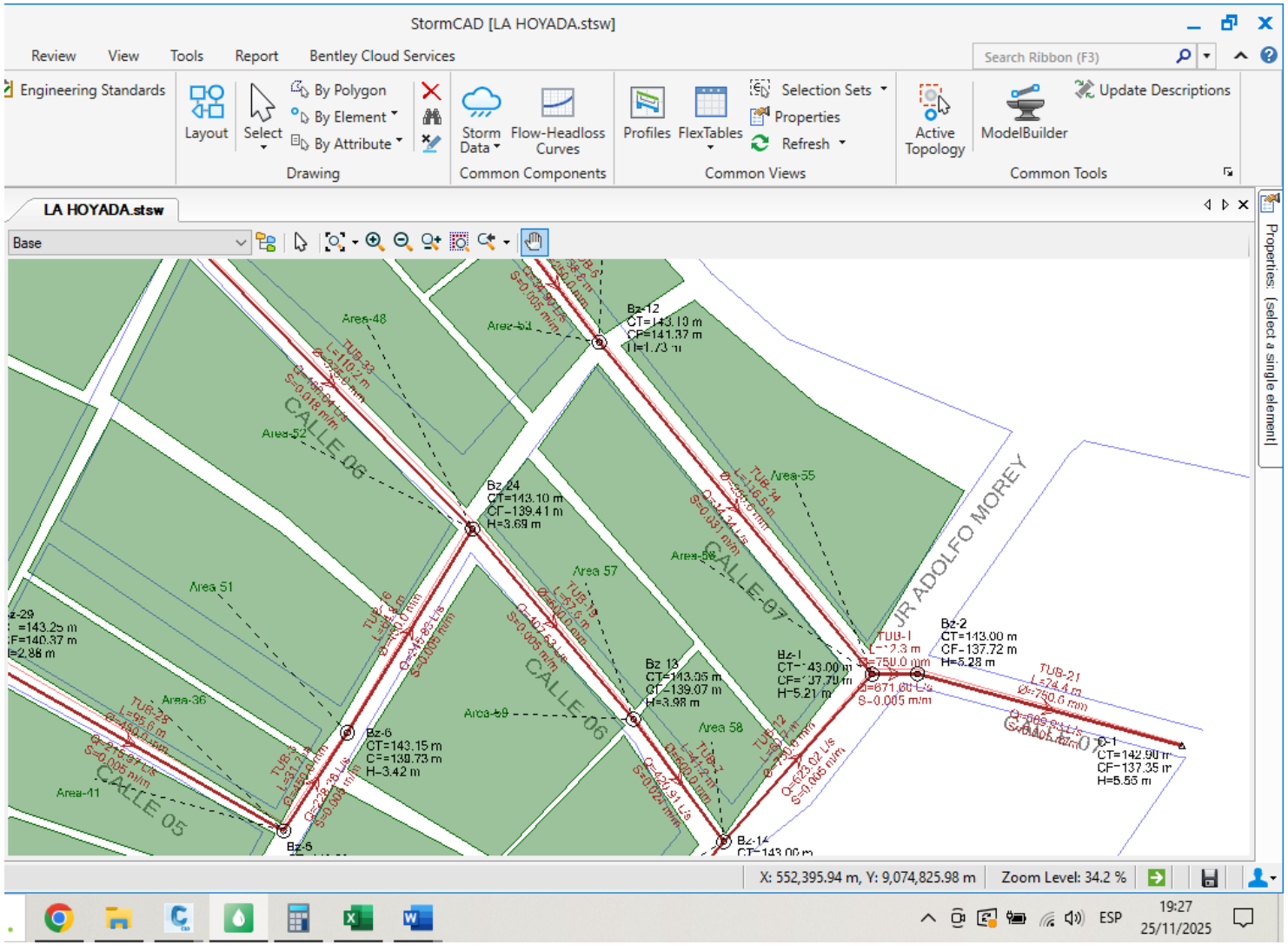
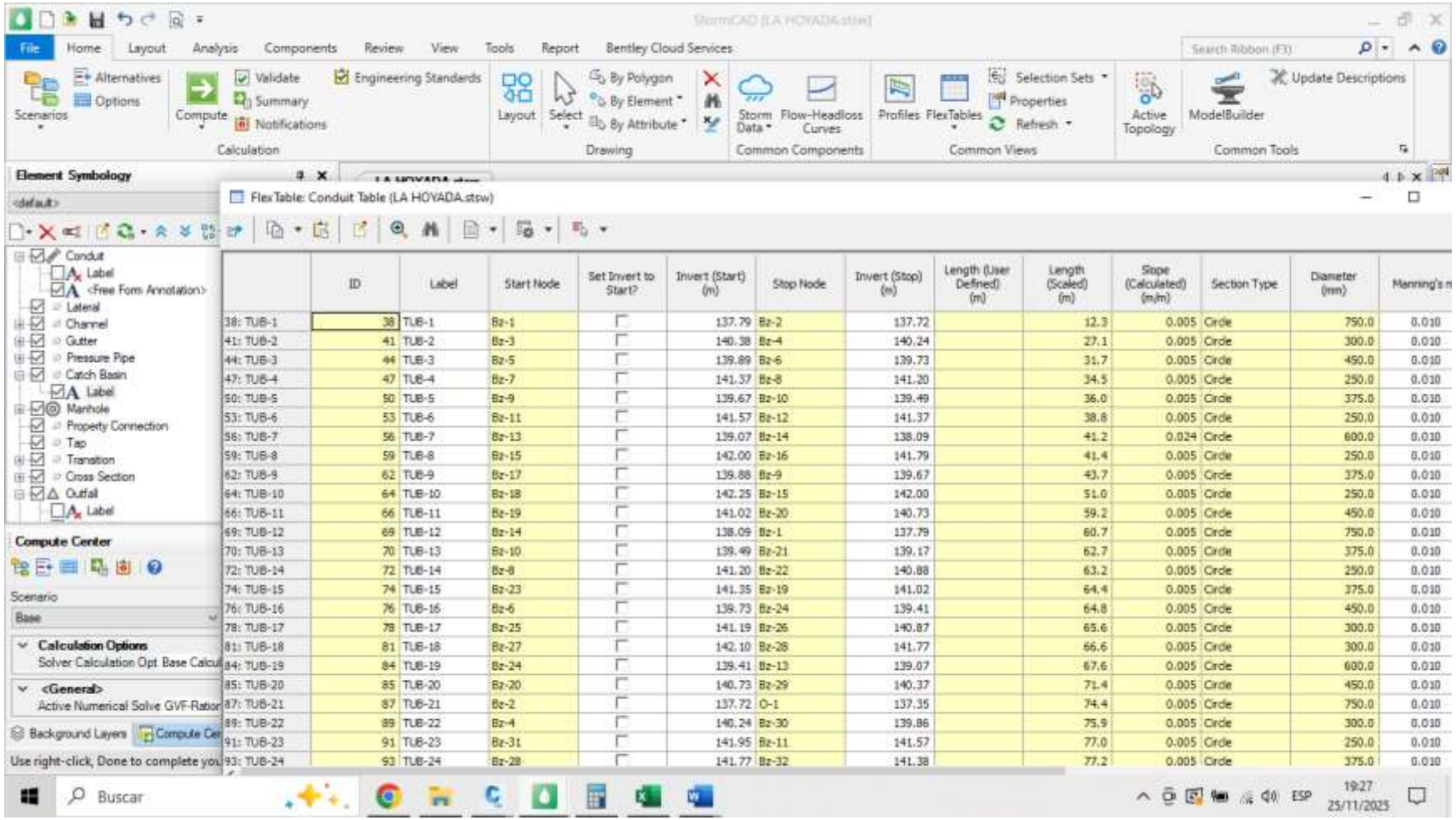
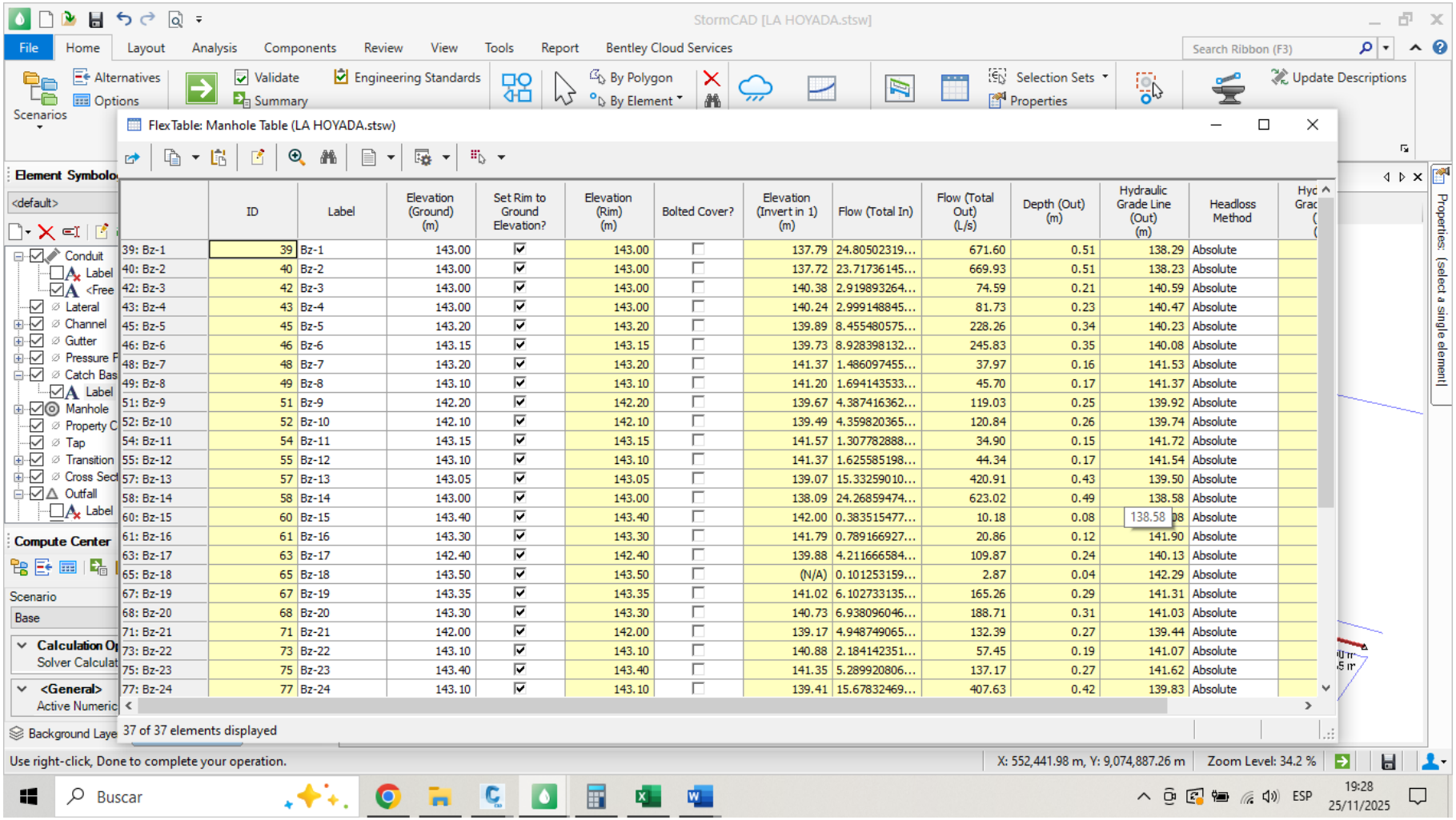


FIGURA: VISTA DE LOS TRAMOS DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO



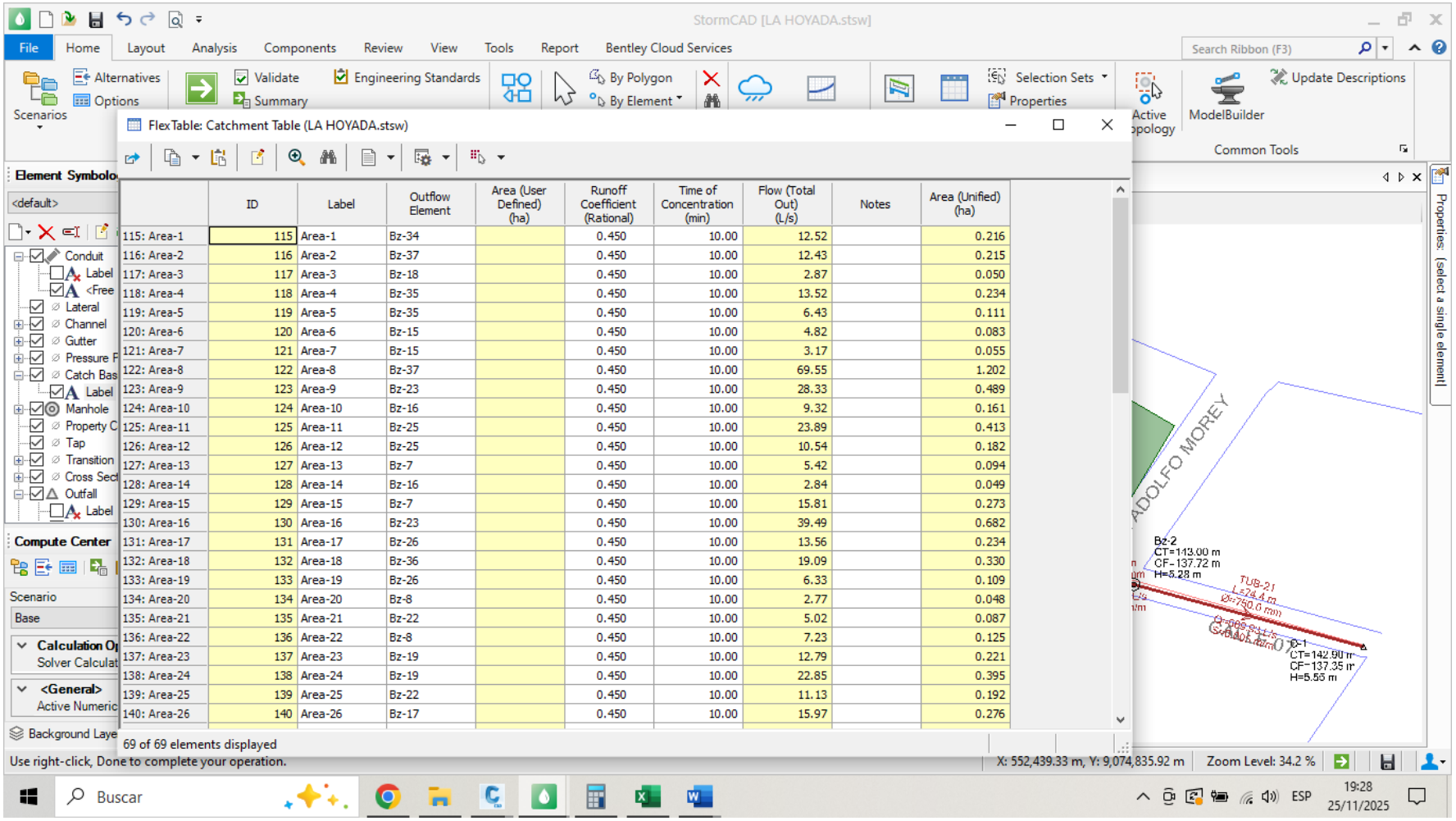
	ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n
38: TUB-1	38	TUB-1	Bz-1		137.79	Bz-2	137.72		12.3	0.005	Circle	750.0	0.010
41: TUB-2	41	TUB-2	Bz-3		140.38	Bz-4	140.24		27.1	0.005	Circle	300.0	0.010
44: TUB-3	44	TUB-3	Bz-5		139.89	Bz-6	139.73		31.7	0.005	Circle	450.0	0.010
47: TUB-4	47	TUB-4	Bz-7		141.37	Bz-8	141.20		34.5	0.005	Circle	250.0	0.010
50: TUB-5	50	TUB-5	Bz-9		139.67	Bz-10	139.49		36.0	0.005	Circle	375.0	0.010
53: TUB-6	53	TUB-6	Bz-11		141.57	Bz-12	141.37		38.8	0.005	Circle	250.0	0.010
56: TUB-7	56	TUB-7	Bz-13		139.07	Bz-14	138.09		41.2	0.024	Circle	600.0	0.010
59: TUB-8	59	TUB-8	Bz-15		142.00	Bz-16	141.79		41.4	0.005	Circle	250.0	0.010
62: TUB-9	62	TUB-9	Bz-17		139.88	Bz-9	139.67		43.7	0.005	Circle	375.0	0.010
64: TUB-10	64	TUB-10	Bz-18		142.25	Bz-15	142.00		51.0	0.005	Circle	250.0	0.010
66: TUB-11	66	TUB-11	Bz-19		141.02	Bz-20	140.73		59.2	0.005	Circle	450.0	0.010
69: TUB-12	69	TUB-12	Bz-14		138.09	Bz-1	137.79		60.7	0.005	Circle	750.0	0.010
70: TUB-13	70	TUB-13	Bz-10		139.49	Bz-21	139.17		62.7	0.005	Circle	375.0	0.010
72: TUB-14	72	TUB-14	Bz-8		141.20	Bz-22	140.88		63.2	0.005	Circle	250.0	0.010
74: TUB-15	74	TUB-15	Bz-23		141.35	Bz-19	141.02		64.4	0.005	Circle	375.0	0.010
76: TUB-16	76	TUB-16	Bz-6		139.73	Bz-24	139.41		64.8	0.005	Circle	450.0	0.010
78: TUB-17	78	TUB-17	Bz-25		141.19	Bz-26	140.87		65.6	0.005	Circle	300.0	0.010
81: TUB-18	81	TUB-18	Bz-27		142.10	Bz-28	141.77		66.6	0.005	Circle	300.0	0.010
84: TUB-19	84	TUB-19	Bz-24		139.41	Bz-13	139.07		67.6	0.005	Circle	600.0	0.010
85: TUB-20	85	TUB-20	Bz-20		140.73	Bz-29	140.37		71.4	0.005	Circle	450.0	0.010
87: TUB-21	87	TUB-21	Bz-2		137.72	O-1	137.35		74.4	0.005	Circle	750.0	0.010
89: TUB-22	89	TUB-22	Bz-4		140.24	Bz-30	139.86		75.9	0.005	Circle	300.0	0.010
91: TUB-23	91	TUB-23	Bz-31		141.95	Bz-11	141.57		77.0	0.005	Circle	250.0	0.010
93: TUB-24	93	TUB-24	Bz-28		141.77	Bz-32	141.38		77.2	0.005	Circle	375.0	0.010

FIGURA: REPORTE DE RESULTADOS EN TUBERIAS EL SOFTWARE STORMCAD DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO



	ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert in 1) (m)	Flow (Total In)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method
39: Bz-1	39	Bz-1	143.00	☑	143.00	☐	137.79	24.80502319...	671.60	0.51	138.29	Absolute
40: Bz-2	40	Bz-2	143.00	☑	143.00	☐	137.72	23.71736145...	669.93	0.51	138.23	Absolute
42: Bz-3	42	Bz-3	143.00	☑	143.00	☐	140.38	2.919893264...	74.59	0.21	140.59	Absolute
43: Bz-4	43	Bz-4	143.00	☑	143.00	☐	140.24	2.999148845...	81.73	0.23	140.47	Absolute
45: Bz-5	45	Bz-5	143.20	☑	143.20	☐	139.89	8.455480575...	228.26	0.34	140.23	Absolute
46: Bz-6	46	Bz-6	143.15	☑	143.15	☐	139.73	8.928398132...	245.83	0.35	140.08	Absolute
48: Bz-7	48	Bz-7	143.20	☑	143.20	☐	141.37	1.486097455...	37.97	0.16	141.53	Absolute
49: Bz-8	49	Bz-8	143.10	☑	143.10	☐	141.20	1.694143533...	45.70	0.17	141.37	Absolute
51: Bz-9	51	Bz-9	142.20	☑	142.20	☐	139.67	4.387416362...	119.03	0.25	139.92	Absolute
52: Bz-10	52	Bz-10	142.10	☑	142.10	☐	139.49	4.359820365...	120.84	0.26	139.74	Absolute
54: Bz-11	54	Bz-11	143.15	☑	143.15	☐	141.57	1.307782888...	34.90	0.15	141.72	Absolute
55: Bz-12	55	Bz-12	143.10	☑	143.10	☐	141.37	1.625585198...	44.34	0.17	141.54	Absolute
57: Bz-13	57	Bz-13	143.05	☑	143.05	☐	139.07	15.33259010...	420.91	0.43	139.50	Absolute
58: Bz-14	58	Bz-14	143.00	☑	143.00	☐	138.09	24.26859474...	623.02	0.49	138.58	Absolute
60: Bz-15	60	Bz-15	143.40	☑	143.40	☐	142.00	0.383515477...	10.18	0.08	138.58	Absolute
61: Bz-16	61	Bz-16	143.30	☑	143.30	☐	141.79	0.789166927...	20.86	0.12	141.90	Absolute
63: Bz-17	63	Bz-17	142.40	☑	142.40	☐	139.88	4.211666584...	109.87	0.24	140.13	Absolute
65: Bz-18	65	Bz-18	143.50	☑	143.50	☐	(N/A)	0.101253159...	2.87	0.04	142.29	Absolute
67: Bz-19	67	Bz-19	143.35	☑	143.35	☐	141.02	6.102733135...	165.26	0.29	141.31	Absolute
68: Bz-20	68	Bz-20	143.30	☑	143.30	☐	140.73	6.938096046...	188.71	0.31	141.03	Absolute
71: Bz-21	71	Bz-21	142.00	☑	142.00	☐	139.17	4.948749065...	132.39	0.27	139.44	Absolute
73: Bz-22	73	Bz-22	143.10	☑	143.10	☐	140.88	2.184142351...	57.45	0.19	141.07	Absolute
75: Bz-23	75	Bz-23	143.40	☑	143.40	☐	141.35	5.289920806...	137.17	0.27	141.62	Absolute
77: Bz-24	77	Bz-24	143.10	☑	143.10	☐	139.41	15.67832469...	407.63	0.42	139.83	Absolute

FIGURA: REPORTE DE RESULTADOS EN BUZONES EL SOFTWARE STORMCAD DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO



	ID	Label	Outflow Element	Area (User Defined) (ha)	Runoff Coefficient (Rational)	Time of Concentration (min)	Flow (Total Out) (L/s)	Notes	Area (Unified) (ha)
115: Area-1	115	Area-1	Bz-34		0.450	10.00	12.52		0.216
116: Area-2	116	Area-2	Bz-37		0.450	10.00	12.43		0.215
117: Area-3	117	Area-3	Bz-18		0.450	10.00	2.87		0.050
118: Area-4	118	Area-4	Bz-35		0.450	10.00	13.52		0.234
119: Area-5	119	Area-5	Bz-35		0.450	10.00	6.43		0.111
120: Area-6	120	Area-6	Bz-15		0.450	10.00	4.82		0.083
121: Area-7	121	Area-7	Bz-15		0.450	10.00	3.17		0.055
122: Area-8	122	Area-8	Bz-37		0.450	10.00	69.55		1.202
123: Area-9	123	Area-9	Bz-23		0.450	10.00	28.33		0.489
124: Area-10	124	Area-10	Bz-16		0.450	10.00	9.32		0.161
125: Area-11	125	Area-11	Bz-25		0.450	10.00	23.89		0.413
126: Area-12	126	Area-12	Bz-25		0.450	10.00	10.54		0.182
127: Area-13	127	Area-13	Bz-7		0.450	10.00	5.42		0.094
128: Area-14	128	Area-14	Bz-16		0.450	10.00	2.84		0.049
129: Area-15	129	Area-15	Bz-7		0.450	10.00	15.81		0.273
130: Area-16	130	Area-16	Bz-23		0.450	10.00	39.49		0.682
131: Area-17	131	Area-17	Bz-26		0.450	10.00	13.56		0.234
132: Area-18	132	Area-18	Bz-36		0.450	10.00	19.09		0.330
133: Area-19	133	Area-19	Bz-26		0.450	10.00	6.33		0.109
134: Area-20	134	Area-20	Bz-8		0.450	10.00	2.77		0.048
135: Area-21	135	Area-21	Bz-22		0.450	10.00	5.02		0.087
136: Area-22	136	Area-22	Bz-8		0.450	10.00	7.23		0.125
137: Area-23	137	Area-23	Bz-19		0.450	10.00	12.79		0.221
138: Area-24	138	Area-24	Bz-19		0.450	10.00	22.85		0.395
139: Area-25	139	Area-25	Bz-22		0.450	10.00	11.13		0.192
140: Area-26	140	Area-26	Bz-17		0.450	10.00	15.97		0.276

FIGURA: REPORTE DE RESULTADOS EN AREAS DE DRENAJE Y APORTE EL SOFTWARE STORMCAD DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO

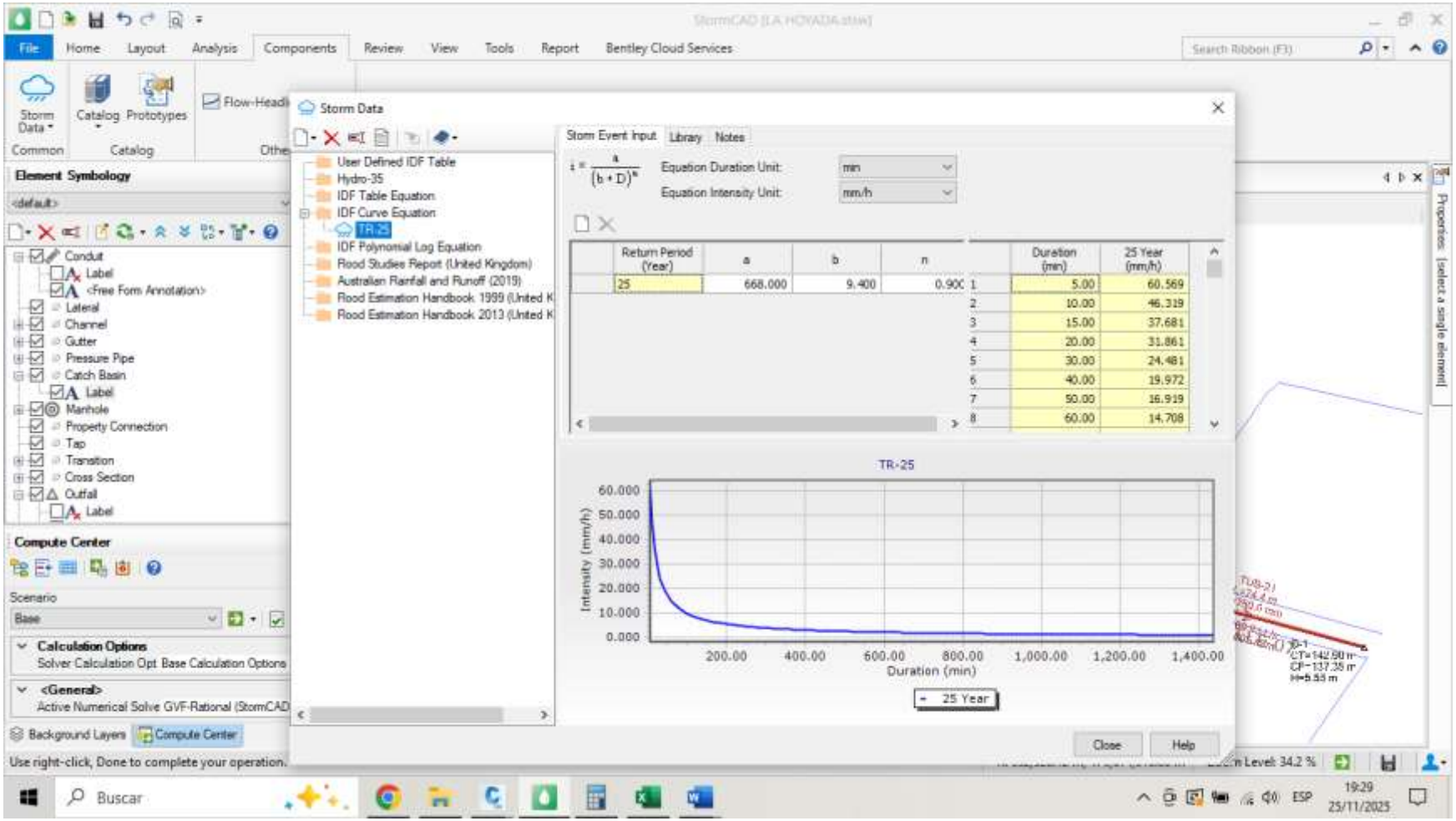
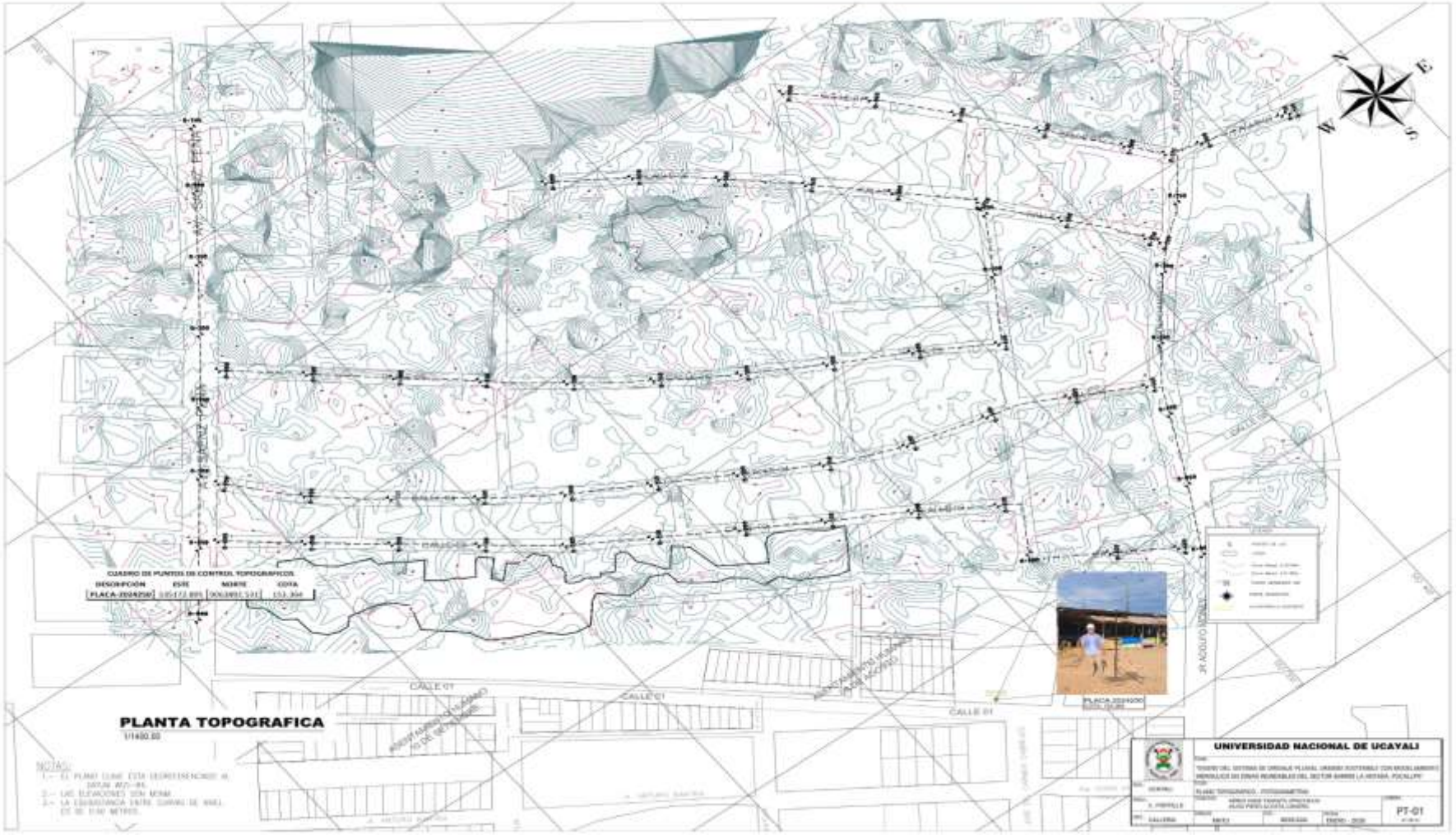


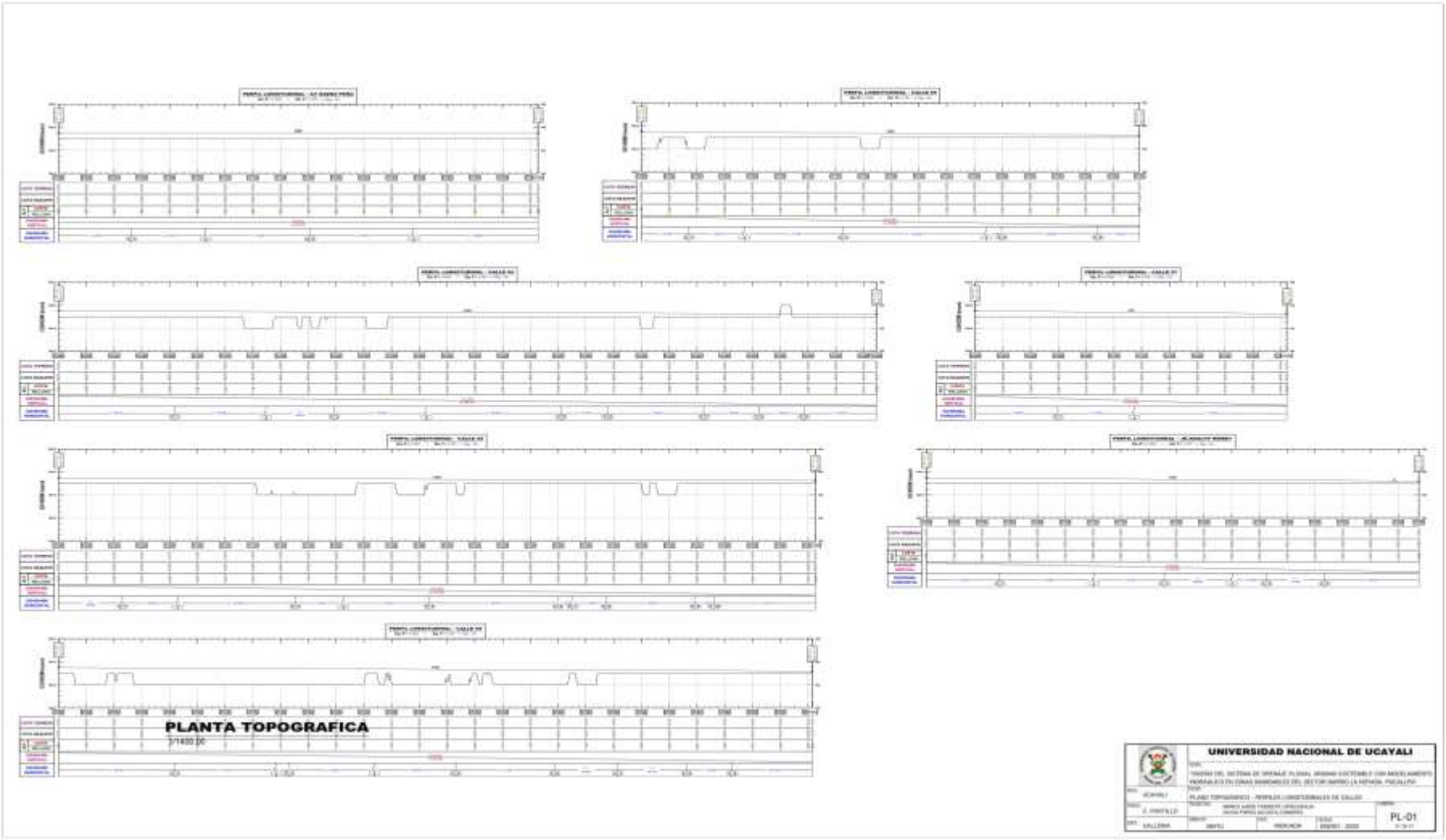
FIGURA: REPORTE DE INGRESO DE LA INTENSIDAD DE LLUVIAS PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS EL SOFTWARE STORMCAD DEL SISTEMA DE DRENAJE PLANTEADO

ANEXO 06: PLANOS DEL ESTUDIO

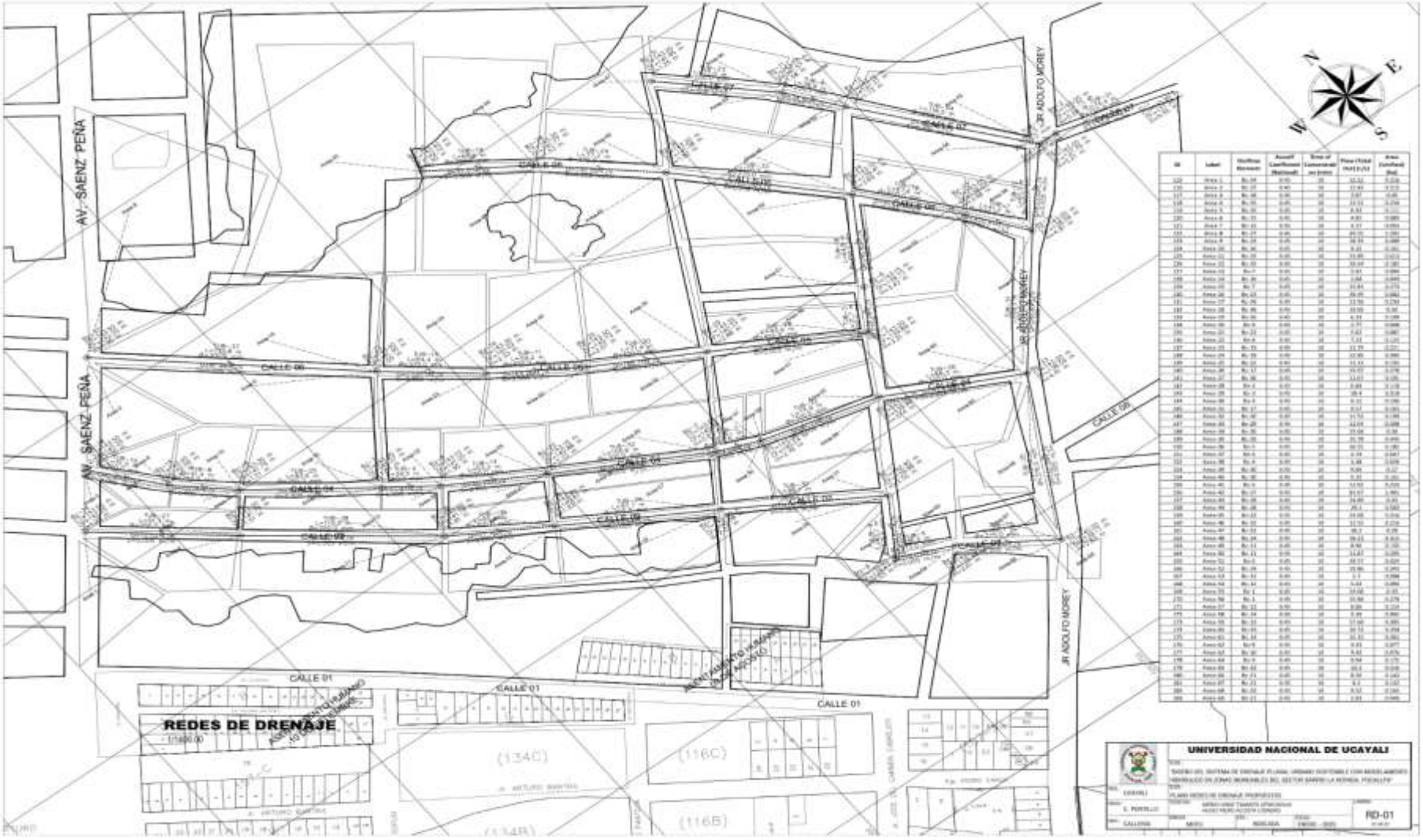
- PLANTA TOPOGRÁFICA GEORREFERENCIADA AL MARCO GEODÉSICO DEL IGN MEDIANTE GNSS Y CONTROL TERRESTRE.



- PERFIL LONGITUDINAL DE CALLES A NIVEL SUBRSANATE



- REDES DE DRENAJE



- PERFIL LONGITUDINAL HIDRÁULICO

