

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Diseño del sistema de drenaje pluvial del Pueblo Tradicional Zaña, distrito de Zaña, Chiclayo, Lambayeque 2020

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Danitza Beatriz Chaname Burga

ASESOR

Wilmer Moises Zelada Zamora

<https://orcid.org/0000-0002-6064-7506>

Chiclayo, 2023

**Diseño del sistema de drenaje pluvial del Pueblo Tradicional Zaña,
distrito de Zaña, Chiclayo, Lambayeque 2020**

PRESENTADA POR
Danitza Beatriz Chaname Burga

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Hector Augusto Gamarra Uceda
PRESIDENTE

Angel Alberto Lorren Palomino
SECRETARIO

Wilmer Moises Zelada Zamora
VOCAL

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres Edwin y Rosalía, porque son mi motivo y mi ejemplo de superación.
A mi hermano Erwin por estar siempre conmigo desde el cielo; a mi hermano Walter por ser mi mejor amigo y ser la persona que nunca dudó de mí.
A mis abuelos, por ser los mejores segundos padres que pude tener.
A mi ahijado Alfredito, por siempre sacarme una sonrisa.

Agradecimientos

A Dios por estar presente en cada paso que he dado.
A mis amigos que han estado ahí para mí, me han motivado y me han ayudado a afrontar obstáculos que se han presentado a lo largo de este camino.
A mi asesor el Ingeniero Wilmer Zelada y al Ingeniero Pablo Valdivia por su apoyo y orientación brindada para el desarrollo de la tesis.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	2%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	PASTOR USQUIANO JORGE ENRIQUE. "DIA para la instalación de Estación de Servicios con Gasocentro de GLP para la Comercialización de Combustibles Líquidos y GLP-IGA0013563", R.G.E. N° 17-2021-GR.LAMB/GEEM, 2021 Publicación	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	7
Abstract	8
Introducción.....	9
Revisión de literatura.....	13
Antecedentes	13
Bases teóricas.....	14
Materiales y métodos	23
Tipo y nivel de investigación	23
Diseño de investigación	23
Población, muestra	23
Criterios de selección	23
Operacionalización de variables	24
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
Técnicas	24
Instrumentos.....	25
Procedimientos	25
Estudio topográfico	25
Estudio de Mecánica de Suelos.....	25
Estudio hidrológico e hidráulico	26
Determinación de áreas de inundación	26
Plan de procesamiento y análisis de datos	26
Matriz de consistencia.....	28
Consideraciones éticas	29

Resultados y discusión	29
Resultados	29
Estudio topográfico	29
Estudio de Mecánica de Suelos.....	30
Estudio hidrológico e hidráulico	32
Determinación de áreas de inundación	33
Estudio de riesgo	41
Formulación de solución para el sistema de drenaje pluvial	45
Rediseño de pavimentación	47
Discusión	50
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Referencia	52
Anexos	55
Anexo 01: Estudio topográfico	55
Anexo 02: Estudio de Mecánica de Suelos	59
Anexo 03: Estudio hidrológico e hidráulico.....	116
Anexo 04: Determinación de áreas de inundación	145
Anexo 05: Estudio de riesgo	164
Anexo 06: Formulación de solución para el sistema de drenaje pluvial	198
Anexo 07: Rediseño de pavimentación	217
Anexo 08: Documentos	221
Anexo 09: Figuras	230

Resumen

Con fines mitigadores de los efectos que tienen las lluvias de gran intensidad en la zona urbana Pueblo Tradicional de Zaña del distrito de Zaña, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, el objetivo perseguido en el estudio consistió en diseñar un sistema de drenaje de aguas pluviales para mejorar su recolección, transporte y evacuación de aguas pluviales. Por lo que esta investigación se desarrolló realizando levantamiento Topográfico obteniendo pendientes entre 0.10% y 22.09%, también se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) determinándose que predomina el suelo limoso y presenta un suelo bueno según su CBR al 95%, se elaboró el estudio hidrológico e hidráulico considerando la norma CE.040 del R.N.E obteniéndose 13.198 mm/h de intensidad y un caudal de 1.34 m³/s, se determinó las áreas de inundación a través de un modelamiento en HEC-RAS 6.2 siendo entre ellas las calles: Jr. Tarata, Jr. Santo Toribio, Av. San Agustín; según su estudio de riesgo 334 viviendas y 820 pobladores del Pueblo Tradicional Zaña están ubicados en zonas de RIESGO MUY ALTO ante la presencia de una inundación pluvial. Finalmente se determinó como drenaje pluvial 23 sumideros con longitud de ventana de 2 y 2.5 metros. La investigación se ha enmarcado en una metodología cuantitativa, descriptiva con diseño por objetivos de lo que se obtuvo una propuesta de diseño hidráulico alineado a lo que el Pueblo Tradicional Zaña necesita.

Palabras clave: Drenaje pluvial, coeficiente de escorrentía, inundación.

Abstract

In order to mitigate the effects of heavy rains in the Pueblo Tradicional de Zaña urban area of the district of Zaña, Province of Chiclayo, department of Lambayeque, the objective pursued in the study consisted of designing a rainwater drainage system to improve its collection, transport and evacuation of rainwater. Therefore, this research was developed by performing a Topographic survey obtaining slopes between 0.10% and 22.09%, the Soil Mechanics Study (EMS) was also carried out, determining that the silty soil predominates and presents a good soil according to its CBR at 95%, it is prepared the hydrological and hydraulic study considering the CE.040 standard of the R.N.E, obtaining an intensity of 13,198 mm/h and a flow of 1.34 m³/s, the flood areas were determined through modeling in HEC-RAS 6.2, among them being the streets: Jr. Tarata, Jr. Santo Toribio, Av. San Agustín; According to their risk study, 334 homes and 820 inhabitants of the Zaña Traditional Town are located in VERY HIGH RISK areas in the presence of a pluvial flood. Finally, 23 drains with window lengths of 2 and 2.5 meters were determined as storm drainage. The research has been framed in a quantitative, descriptive methodology with design by objectives, from which a hydraulic design proposal was obtained aligned with what the Zaña Traditional People need..

Keywords: Storm drainage, runoff coefficient, flooding.

Introducción

En la actualidad ha ido aumentando las áreas urbanizadas en las ciudades, lo cual significa la construcción de pistas, veredas, viviendas causando la impermeabilidad del suelo. Esta situación tiene un impacto negativo ya que acorta la capacidad del terreno de infiltración natural aumentando el coeficiente de escorrentía, por lo tanto, ocasionando inundaciones en las zonas urbanas. [1]

Internacionalmente, según Naciones Unidas, en el año 2017 fueron 41 millones de individuos los que se vieron afectados por inundaciones que apenas comenzaban a amainar, en contraste con el reporte de otras organizaciones humanitarias para las cuales las víctimas ascendían a 16 millones. En India, Bangladesh y Nepal se registró en ese mismo año 1200 muertos y millones de personas damnificadas que tuvieron que abandonar sus casas, en Nepalí se registró más de 140 personas fallecidas y más de 1.7 millones de damnificados; mientras que en Bangladesh, según Corinne Ambler trabajadora de la Cruz Roja, los afectados sumaban 8.6 millones, siendo tres cuartos de un millón las viviendas destruidas [2].

Consecuencias que se ha visto también en el Perú debido a que en los últimos cinco siglos ha ocurrido el Fenómeno de El Niño, 11 de las cuales fueron enormes causando pérdidas de igual magnitud tanto materiales y económicas, y pérdidas aún más lamentables, la de la vida humana; por eso el nombre “Meganiños” produciéndose en un intervalo medio de 38 años. Según el Ingeniero Arturo Rocha las pérdidas que deja el fenómeno del niño son producto de la vulnerabilidad de la zona, la falta de planificación y de precaución en el diseño de las infraestructuras, siendo una de las razones la abundancia de agua de lluvia e incompetencia o ausencia de sistemas de drenaje pluvial.

El primer gran Fenómeno del Niño del que se pudo saber detalladamente fue la del año 1578 denominado “el primer gran Niño post incaico”, duró aproximadamente dos meses en Trujillo, Zaña, Chiclayo, Lambayeque, Piura y otras ciudades de la costa norteña del Perú; también se dieron grandes lluvias en 1624 en Trujillo y Zaña, pero no se halló sustento para considerarlo como un gran Niño. En el siglo XVIII el suceso más impactante del Meganiño fue del año 1720 por la destrucción de la ciudad de Zaña apresurando la ruina de la ciudad y de su economía; ocho años después ocurrió otro Meganiño lloviendo 12 días en Zaña, en el cual se relata que se corría ríos de agua por sus calles.

Las lluvias de fuerte intensidad del año 1997-98 dejó 100 000 viviendas, 800 colegios y 600 postas médicas afectadas y destruidas en el caso más lamentable; teniendo como resultado 200 000 personas damnificadas [1]. Causó 3,500 millones de dólares en daños en los 23 departamentos que tuvo consecuencia, perdiéndose también 366 vidas humanas [3].

El Pueblo Tradicional Zaña del distrito de Zaña está ubicado a 46 m.s.n.m. de altitud, y geográficamente a 6°54'15'' de coordenadas en latitud sur y a 79°34'27'' al Oeste [4], a unos 50 km al sur de Chiclayo provincia, departamento de Lambayeque [5] en la región Costa donde su clima según SENAMHI es semi-cálido presentando una temperatura media anual entre 18-19°C. Las lluvias no tienen mucha presencia en la mayor parte del año excepto en la temporada de Fenómeno del Niño [6], fenómeno que ha traído consigo grandes consecuencias y más cuando son de gran magnitud (Meganiño), ya que no puede separarse la destrucción y los daños originados por los Meganiños de la situación económica y calidad de construcción de las viviendas.

En específico de Zaña, esta tenía una agricultura próspera y una intensa actividad comercial, en las cuales se basaba su apogeo económico que era demostrado con sus hermosas residencias, sus varias iglesias y conventos, llegando a tener 14 iglesias en total como: La Iglesia Matriz, San Agustín, La Merced que se vieron destruidos por la presencia de grandes aguaceros que causaron inundaciones siendo una de las razones la insuficiencia de drenaje; viéndose afectado también su economía debido a la pérdida de cultivos, detención de la producción agrícola perdiéndose las ventas nacionales e internacionales de caña de azúcar. Fue una pérdida que hasta en la actualidad no se puede redimir, también por la presencia más adelante de Meganiños como la de los años 1878 y 1891 teniendo como diferencia tan solo 13 años; por ello, el ingeniero civil Arturo Rocha afirmaba “la importancia y utilidad de la Climatología Histórica para conocer el clima del pasado y no caer en el conocido error de afirmar: ¡Nunca ha llovido como este año!” [5] y así poder construir con una planificación teniendo en cuenta la ocurrencia nuevamente de lluvias intensas.

En la actualidad aún se presentan fuertes lluvias que han afectado el Centro poblado de Zaña; un informe de su estado situacional de emergencia realizado en el año 2017 el 05 del mes de abril se registró hasta la fecha 6 viviendas colapsadas, 1 inhabitable, 76 afectadas y con un total de 119 personas afectadas y 20 damnificados que requerían ayuda inmediata. También se encontró daños del 50% en servicios básicos de agua y desagüe, a la vez se verificó 466.24 m² de sardineles colapsados [7]. Los daños anteriormente mencionados fueron causados debido a precipitaciones que se dieron en marzo del año 2017, mismas que se catalogaron como extremas en el escenario del Niño Costero” [4], pues la máxima lluvia se registró por sobre los 41.9 mm/día, dándose en 51.3 mm/día el día 13 [8].

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) realizó un informe en el que evaluaba el riesgo por inundación fluvial producto de un desbordamiento del río Zaña, en el centro poblado del mismo nombre, en caso se llegue

a presentar un “Niño Costero” con similar intensidad al del año 2017; como en su título lo dice, evaluó el riesgo por inundación fluvial [4]. Por lo tanto, primero evaluó la vulnerabilidad del centro Poblado de Zaña en función a las características de los ciudadanos y sus viviendas; y finalmente evaluó el peligro tomando en cuenta el entorno para así poder obtener finalmente el riesgo; teniendo como resultado que la mayor parte del Pueblo Tradicional de Zaña está en nivel alto de riesgo.

En el año 2019 el Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI dio a conocer que hasta el día 25 de febrero se había incrementado el caudal del Río de Zaña con una capacidad de 230 m³/seg a un umbral de desborde por encima de los 300 m³/seg. Registrando a la vez inundaciones, por ello, Zaña fue uno de los distritos que se declararon en estado de emergencia ante peligro inminente por lluvias según Decreto Supremo N° 027-2019-PCM; registrándose en el Distrito 27 personas damnificadas de 108 y 6 viviendas colapsadas de 10 en total dentro del Departamento de Lambayeque, también afecto a su agricultura por las 10 bocatomas afectadas [9]. Registrándose hasta la fecha del informe una precipitación máxima de 7.9 mm/día el día 06 de febrero según la estación de Cayaltí [8], en comparación con las precipitaciones que ocurrieron en el año 2017 tienen una gran diferencia y pese a ello causaron daños significativos.

El doctor de la posta médica de Zaña, Renzo Heredia estima que dentro de los 5000 casos que atendió en el mes de las temporadas de lluvia, el 40% de los casos atendidos eran por dengue o zika debido a la aglomeración de los mosquitos en las áreas con el agua empozada por la falta de un drenaje pluvial [10].

Como medida a aminorar los daños originados por las lluvias en el Pueblo Tradicional Zaña, se originó propositivamente, el diseñar un alcantarillado pluvial. Teniendo como justificación: En el aspecto técnico, el diseño de un sistema de drenaje para lluvias pluviales eficiente y duradero cumpliendo la norma vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones CE.040 de DRENAJE PLUVIAL URBANO.

En el aspecto social, el objetivo del proyecto es la resolución del problema de la incorrecta evacuación de las aguas pluviales del Pueblo Tradicional Zaña. Contribuyendo con el bienestar de los pobladores, mitigará la proliferación de insectos que causan enfermedades como el Zika, mejorará la transitabilidad peatonal y vehicular en tiempos de lluvia.

Justificación económica, se evitará tener pérdidas económicas mitigando el deterioro de la pavimentación causada por la infiltración del agua empozada. Además, como el Pueblo Tradicional Zaña es una zona turística, con las calles en estado adecuado y una mejor

transitabilidad se eleva la posibilidad de tener más turistas y por tal, la mejora económica de los pobladores.

Justificación científica, el procedimiento del proyecto de tesis brindará diferentes conocimientos en especialidades que abarque el diseño de un sistema de drenaje como: El levantamiento topográfico del área, estudio hidrológico, cálculos hidráulicos para el diseño de la sección, entre otras.

Finalmente, la justificación personal del proyecto fue el interés por el campo de la hidráulica, una de las ramas más interesantes de la Ingeniería Civil.

El proyecto tuvo como objetivo general diseñar el sistema de drenaje pluvial para mejorar la recolección, transporte y evacuación de las aguas pluviales evitando daños y deterioro de la pavimentación en el Pueblo Tradicional Zaña. Además, los objetivos específicos son: elaborar el estudio Topográfico en la cual se planteará el drenaje mediante un trabajo de campo, realizar el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) mediante recopilación de información existente y de campo, elaborar el estudio hidrológico e hidráulico, determinar las áreas de inundación, elaborar el estudio de riesgo, formular la solución para el sistema de drenaje pluvial y rediseñar la pavimentación de las calles que serán modificadas por el drenaje.

Revisión de literatura

Antecedentes

Se revisaron estudios anteriores que guardan similitud con la problemática en los ámbitos internacional, nacional y local como:

Cruz [11] en su tesis diseñó un Sistema de Drenaje Pluvial una solución al drenaje existente que presenta problemas en la zona de desarrollo urbano “1200 viviendas” del Reparto Van Troi en Caibarién, propuso diseñando un sistema de drenaje pluvial mediante registros subterráneos y tuberías, tomando en cuenta el estudio hidrológico del área del proyecto. Desarrollándose una estrategia de diseño con el Software SewerUp, para analizar diferentes diseños cambiando variantes y así obteniendo una disminución en el costo de ejecución del proyecto.

Loría [12] a través de su tesis realizó el diseño hidráulico de la red de alcantarillado pluvial debido a las inundaciones que ha sufrido el Barrio Juanito Mora perteneciente al cantón central de Puntarenas, las cuales fueron aproximadamente 42 veces en 16 años; repercutiendo en la calidad de vida y en daños materiales. El diseño partió de un pre dimensionamiento con ayuda del Software SWMM; luego se planteó el uso de techos verdes y, el 100% de pavimento permeable. Por lo anteriormente mencionado, se llegó a reducir el 50% de la escorrentía superficial.

Duarte [13] en su tesis elaboró un diseño de drenaje pluvial en el arroyo Tapioca, hidro-económico, ya que cuando se presentan altas precipitaciones se forma una cuenca ocasionando grandes daños en las pistas y en la salud de la comunidad debido a que el agua se trata de conducir por el drenaje sanitario.

Rojas y Humpiri [14] en su tesis realizaron la evaluación (Estudio topográfico e hidrológico, principalmente) de un expediente antes realizado de la zona de Juliaca de estudio pero que no pudo ejecutarse debido a que se encontró irregularidades en su aprobación, y así poder analizar e interpretar los estudios realizados para determinar la problemática que existe. Teniendo como resultado final un nuevo diseño de drenaje pluvial modelado en el software SWMM verificando que se tome en cuenta las normas garantizando un buen financiamiento, y así evitando que se produzca inundaciones de larga duración que logre afectar su entorno.

Tapia [15] en su tesis propuso un sistema de drenaje diseñado para la zona urbana de la ciudad de Caraz – Ancash, debido a que el drenaje existente es ineficiente ocasionando problemas en época de lluvias a la población y a la vez daña el ornato de la ciudad. Su investigación comenzó diagnosticando el sistema de drenaje por lo anteriormente mencionado,

determinó la intensidad máxima de lluvia mediante el software Hidroesta2 bajo una proyección de 25 años como periodo de retorno. Aunado a ello, efectuó el levantamiento topográfico y, finalmente a partir de los datos obtenidos anteriormente determinó la mejor opción de sistema de drenaje para la zona del proyecto.

Delgado y Gonzales [16] elaboraron una tesis en la cual diseñaron un sistema de drenaje pluvial y pavimento rígido en el Centro Poblado de Pampa Grande de Chongoyape, ya que producto de las precipitaciones pluviales causadas por el Fenómeno del Niño se han originado inundaciones por el carecimiento de pavimentación y drenaje pluvial.

Sánchez [17] en su tesis analizó y desarrolló una opción de drenaje pluvial para el moderamiento de las inundaciones en las calles de Pátapo en épocas de lluvias, las cuales ocasionan pérdidas socioeconómicas, y a las poblaciones más afectadas, ya que son susceptibles a algunas de las enfermedades que implican las lluvias.

Bases teóricas

Se consideró las siguientes bases teóricas:

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

El documento técnico contiene un resumen fundamental de hidrología, hidráulica y drenaje, que fue de utilidad como pauta para fundamentar el diseño del drenaje superficial y subterráneo o una de ellas según lo requiera el proyecto de ubicación en el Distrito de Zaña [18].

Reglamento Nacional de Edificaciones (DS 011-2006-VIVIENDA del 05-03-2006) [19]

- NORMA CE.040

Permite saber los criterios generales de diseño para el informe de tesis sobre Sistema de Drenaje Pluvial en el Pueblo Tradicional Zaña que comprenderá de la captación, conducción y descarga del agua pluvial a un cuerpo receptor.

- NORMA E.060

Específica los requerimientos básicos de análisis, diseño, construcción, materiales, control de calidad y supervisión de concreto armado, concreto pretensado y estructuras de concreto simple.

- NORMA E.050

Determina los mínimos requisitos para llevar a cabo el estudio de las características mecánicas del suelo (EMS) con el fin de construir los cimientos y otros proyectos

especificados en este documento, para dar garantía de seguridad y durabilidad de las obras y fomentar el uso equitativo de los medios.

Ley de los Recursos Hídricos: Ley N° 29338

Esta ley modera la usabilidad y operación de los recursos hídricos, incluyendo aguas subterráneas, superficiales, continentales y bienes relacionados, y se aplica al agua de mar y al agua de atmósfera cuando corresponda. Demuestra que el objeto de la ley es moderar integralmente lo que con el agua se efectúe, el comportamiento del Estado y de los involucrados en la gestión, y los bienes que con el agua se relacionen [20].

Ley General del Ambiente: Ley N° 28611

Esta ley está encargada de la organización y normalización del rubro legal y regulatorio de la gestión ambiental peruana, por lo que a ella se le adjudica el establecimiento de estándares y principios básicos que aseguren la aplicación de derechos ambientales saludables, adecuados y equilibrados para obtener un desarrollo integral de la vida, y desempeñar la obligación de aportar con la gestión ambiental efectiva y la protección ambiental, y sus demás componentes. Teniendo como principal propósito la mejora de la calidad de vida y optimizar la sostenibilidad del país [21].

Resolución Ministerial N°187-2015-MC

Mediante la resolución, a Zaña se le adjudica el calificativo de “Repositorio vivo de la Memoria Colectiva” de acuerdo con el Ministerio de Cultura; este reconocimiento es otorgado a testigos de una expresión lingüística, histórica, artística, tecnológica, según sea el caso [22].

Conceptos generales de hidrología

Hidrología

Es una ciencia natural geográfica encargada del estudio de la distribución (espacio-tiempo), de su ocurrencia, propiedades y todo lo referente al agua presente en la superficie terrestre, debajo de la tierra y en la atmósfera; por ello, de esta ciencia se desprenden dos líneas: superficial y subterránea.

Esta ciencia natural está interrelacionada con otras ciencias como: La meteorología, la hidráulica, la climatología, entre otras [23].

Cuenca hidrográfica

Se considera cuenca hidrográfica a la superficie terrestre con drenaje dirigido a una corriente en una salida. Existen divisorias de aguas (topográficas e hidrológica) que disgrega la superficie terrestre [23].

Geomorfología de la cuenca:

- **Área**

Alude a la proyección horizontal de la cuenca que se encuentra incluida entre su divisoria topográfica.

- **Perímetro**

El perímetro es la longitud de la divisoria de la cuenca. Medida en Km u otra unidad de longitud.

- **Forma de la cuenca**

Tiene intervención vital en cómo se caracteriza el hidrograma de descarga, ya que cuencas de formas diferentes pero iguales áreas no generan el mismo hidrograma. Para poder determinar la forma se necesita de los coeficientes de índice de compacidad y factor de forma.

- **Pendiente**

Guardan relación con fenómenos de: escurrimiento superficial, ya que controla en gran parte la velocidad con la que se da; e infiltración; que refiere a la contribución del agua subterránea y humedad del suelo.

Cuenca Urbana

Según [24] afirma que las cuencas urbanas son el origen de los procesos urbanos en los asentamientos humanos, donde las actividades económicas, sociales, políticas y culturales se mantienen en sistemas tecnológicos artificiales a expensas de los sistemas naturales.

Periodo de retorno (T)

Es aquel valor que determina el tiempo en que el valor del caudal pico es igualado o superado; la probabilidad de excedencia o frecuencia es, respecto del periodo de retorno, su inverso; es decir, el caudal pico con el mayor periodo de retorno es el menos frecuente.

En [18] explica que en función de la vida útil de n años y fijando el riesgo de falla admisible R de la estructura se podría obtener el periodo de retorno T, a través de la siguiente expresión:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

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

Tabla 1: Valores máximos de riesgo admisible sugeridos para obras de drenaje [18]

La vida útil (n) para drenaje de plataforma y sub-drenes según [18] debe ser de 15 años.

En cambio en [19] comenta que la consideración del periodo de retorno para diseño se fundamenta en el tipo de proyecto, así como el profesional que lo diseña.

Análisis Estadístico de Datos Hidrológicos:

✓ Modelos de distribución

Mediante estos modelos se podrá estimar caudales, precipitaciones o intensidad máximas para períodos variados de retorno.

Las funciones de la distribución que se recomienda utilizar son: Normal, Log Normal 2 y 3 parámetros, Gamma 2 y 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y Log Gumbel.

a. Distribución Normal

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

Donde:

$f(x)$: Función densidad normal de la variable x

x : Variable independiente

μ : Parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S : Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

b. Distribución Log Normal 2 Parámetros

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{-(x-\bar{X})^2/2S^2} dx$$

\bar{X} y S : Parámetros de la distribución

c. Distribución Log Normal 3 Parámetros

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sqrt{(2\pi)S\gamma}} e^{-1/2(\ln(x-x_0)-U\gamma/S\gamma)^2}$$

Para $x > x_0$

Donde:

x_0 : Parámetro posición

$U\gamma$: Parámetro de escala o media

$S\gamma^2$: Parámetro de forma o varianza

d. Distribución Gamma 2 Parámetros

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Válido para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Donde:

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

e. Distribución Gumbel

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Se obtienen las siguientes relaciones por el método de momentos:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α : *Parámetro de concentración*

β : *Parámetro de localización*

Ven Te Chow expresa la distribución conforma a:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x$$

Donde:

x : *Valor con una probabilidad dada*

\bar{x} : *Media de la serie*

k : *Factor de frecuencia*

f. Distribución Log Gumbel

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha}$$

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

✓ **Pruebas de bondad de ajuste**

Gracias a esta prueba se explora si un grupo de datos tiene independencia de una distribución seleccionada.

Según la teoría estadística, las más resaltantes son la Prueba X^2 y la Prueba Kolmogorov-Smirnov; pero entre las dos pruebas, la Prueba Kolmogorov-Smirnov de forma ventajosa, hace un comparativo de datos sin tener que hacer su agrupación [18].

○ **Prueba Kolmogorov-Smirnov**

Coadyuva a la elección de la distribución con mayor ajuste. Kolmogorov-Smirnov compara el resultado de la diferencia entre $F_0(x_m)$ y $F(x_m)$, distribución de probabilidad observada y estimada respectivamente [18].

$$D = \max / F_0(x_m) - F(x_m) /$$

El valor crítico d en función al número de datos y del nivel de significancia elegido (Tabla N°2). Si $D < d$, aceptar la hipótesis nula.

$$F_0(x_m) = 1 - m/(n+1)$$

m = El número de secuencia de los datos x_m en la lista de mayor a menor.

n = total número de datos.

Tamaño de la muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.20	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Tabla 2: Valores críticos d para la prueba Kolmogorov-Smirnov [18]

Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

Estas curvas representan la relación de la intensidad, durabilidad y frecuencia con la que se pueda presentar la lluvia, en otras palabras, es la probabilidad de ocurrencia o periodo de retorno.

En cuanto a intensidad, ésta no es más que la profundidad por unidad de tiempo (mm/h) y es plausible de clasificar como intensidad instantánea o promedio sobre la duración de la lluvia, pero es la segunda (promedio), la que más se utiliza y su expresión es la que sigue:

$$i = \frac{P}{Td}$$

De la fórmula, P es la profundidad de la lluvia (mm) y Td es duración (pudiéndose expresar en horas o días). La frecuencia es la inversa del período de retorno (T).

La determinación de la curva IDF requiere de datos de precipitación para el área estudiada considerando las lluvias de mayor fuerza de diferente duración en cada año, y luego estudiar la frecuencia de cada serie formada. Es decir, se debe elegir la precipitación que sea de la hora con más lluvia, las dos horas con más lluvia, las tres horas, etc., lo anterior se puede hacer examinando cada hietograma de las tormentas que ocurren durante el año. Con los datos obtenidos se obtienen series por año en cada duración seleccionada, luego se somete a análisis de frecuencia como anteriormente se mencionó y se asocia a los modelos probabilísticos teniendo una probabilidad asignada a cada intensidad de lluvia por duración. Finalmente, en un gráfico se muestra de forma comparada la intensidad y duración con periodo de retorno como parámetro. En el siguiente ejemplo se puede prever mejor lo redactado:

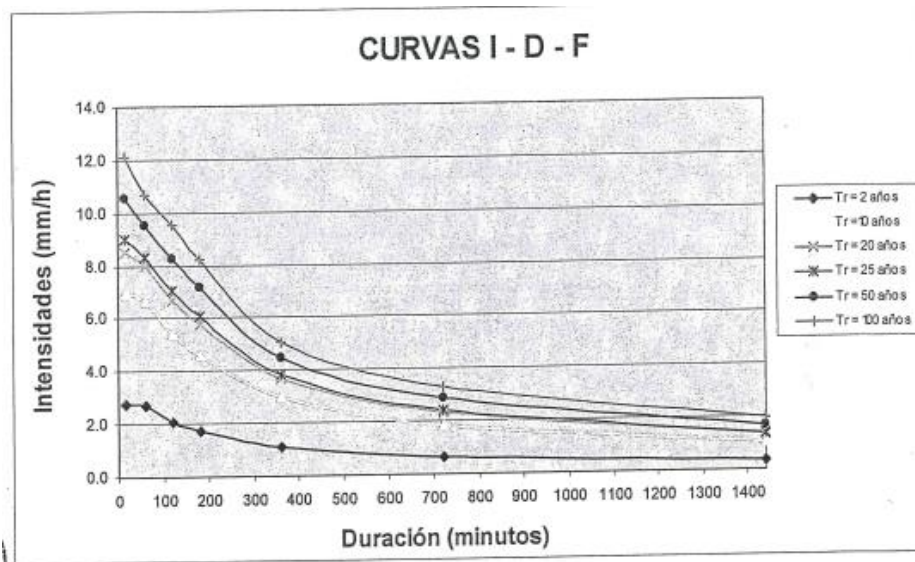


Figura 1: Ejemplo Curva Intensidad-duración-frecuencia [18]

Tiempo de concentración (t_c)

Se le denomina al tiempo que una gota requiere para avanzar desde el punto de mayor lejanía hidráulicamente hasta salir en la cuenca. El tiempo requerido para concentración real depende de la geometría en planta de la cuenca, el área, la cobertura vegetal, la pendiente, etc.; siendo el tiempo de un sistema de drenaje pluvial igual:

$$t_c = t_o + t_f$$

Donde:

t_o : Tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla

t_f : Tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés = $\sum L_i/V_i$

METODO Y FECHA	FORMULA PARA t_c (min)	OBSERVACIONES
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0,0195 (L^3/H)^{0,385}$ L : longitud del curso de agua más largo, m H : diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m	Está desarrollada para cuencas pequeñas.

Tabla 3: Fórmula para el cálculo del tiempo de concentración [19]

Cálculo del caudal:

Método Racional

En [19] explica que el método racional se puede usar para cuencas con área igual o por debajo de 3 Km², según este método calcula la máxima descarga de diseño conforme a lo expresado:

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km²)

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS DESARROLLADAS							
Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/Techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2 – 7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50 al 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 – 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2 – 7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58

Tabla 4: Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional [19]

Drenaje superficial

Es para drenar lo que excede de agua de la carretera al sistema de tuberías de agua de lluvia, que tiene una adecuada salida de drenaje. Cuando cae sobre el terreno, el agua pluvial tiene múltiples objetivos: fluir por la superficie, filtrarse en el suelo subterráneo o se evapora. El agua que escurre superficialmente se une y forma pequeñas escorrentías pasando a ser arroyos y luego en ríos hacia el mar [15].

Éste es clasificado conforme a la posición en que las estructuras tengan en referencia al eje de la carretera:

- a) Drenaje transversal: direccionado a la evacuación del agua pluvial adecuadamente respecto al eje que intercepta su infraestructura, puede ser a través de la alcantarilla.
- b) Drenaje longitudinal: Evacua el agua por toda la superficie de la vía, puede ser a través de cunetas.

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Su tipo de investigación es cuantitativa-descriptiva, ya que se tuvo conocimiento y se caracterizó a la zona estudiada a través de la recolección de datos como su topografía, datos meteorológicos, y otros.

Según el nivel de investigación es aplicada, ya que se aplicará el conocimiento adquirido en el área de la Ingeniería Civil Ambiental con el propósito de diseñar el sistema de drenaje pluvial del Pueblo Tradicional Zaña.

Diseño de investigación

Se empleó el diseño por objetivos, según el siguiente esquema:

$$OG \rightarrow \{oe \rightarrow cp\} \rightarrow CF$$

Donde:

OG: Objetivo General

CF: Conclusión

oe: Objetivo Específico

cp: Conclusión Parcial

Población, muestra

Tanto la población como la muestra materia de examinación estuvo conformado por el Pueblo Tradicional Zaña.

Criterios de selección

El criterio de selección que se estuvo considerando para delimitar la población, es el de inclusión; ya que se tomó en cuenta todos los caracteres específico propios del individuo, como: la edad, sexo, nivel socioeconómico, entre otros.

Operacionalización de variables

<i>VARIABLE INDEPENDIENTE</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>MEDIDA</i>	<i>INSTRUMENTO</i>
<i>Precipitación para un determinado periodo de retorno</i>	<i>Altura de precipitación</i>	<i>mm</i>	<i>Pluviografo</i>

Tabla 5: Operacionalización de la variable independiente

<i>VARIABLE DEPENDIENTE</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>MEDIDA</i>	<i>INSTRUMENTO</i>
<i>Drenaje pluvial</i>	<i>Pendiente</i>	<i>%</i>	<i>Estación total</i>
	<i>Caudal de aporte</i>	<i>m³/s</i>	<i>Método racional</i>
	<i>Coefficiente de rugosidad de Manning</i>		<i>Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje</i>
	<i>Inundación</i>	<i>m²</i>	

Tabla 6: Operacionalización de la variable dependiente

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desenvolvimiento del proyecto aplicativo, se tuvo que analizar la información (ensayos, planos, entre otros.) obtenida por medio de lo siguiente:

Técnicas

✓ Topografía

La topografía consiste en obtener las características físicas del terreno, es decir: distancias, altitudes y curvas de nivel; necesarios para desarrollar el proyecto.

✓ Estudio de Mecánica de Suelos (EMS)

Consiste en obtener las propiedades del suelo, como: el contenido de humedad, granulometría; a través de los respectivos ensayos a las muestras tomadas del terreno.

✓ Estudio hidrológico e hidráulico

Consiste en obtener el caudal de diseño, las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF), entre otros; a partir de la recolección de información del SENAMHI. Y en el estudio hidráulico obtenemos los parámetros de diseño.

✓ Estudio de riesgo

Reconoce dónde están los lugares y las personas más vulnerables ante las precipitaciones de alta intensidad.

Instrumentos

- ✓ Levantamiento topográfico

Nivel topográfico, mira topográfica, estación total, GPS, cinta métrica

- ✓ EMS

Ensayo de Granulometría según NTP 339.128: Tamices, balanza, recipientes.

Ensayo de Límites de Atterberg según NTP 339.129: Brocha, balanza, ranurador, espátula, Copa de Casagrande, recipiente metálico.

Ensayo de Contenido de Humedad según NTP 339.127: Horno eléctrico, taras y balanza electrónica.

- ✓ Estudio hidrológico e hidráulico

Registro del SENAMHI, ecuación de Manning para el dimensionamiento.

- ✓ Estudio de riesgo

Recolección de información del CENEPRED, SIGRID.

- ✓ SOFTWARE

CIVIL 3D, AUTOCAD, HEC-RAS 6.2, Hidroesta2, MICROSOFT OFFICE (WORD, EXCEL, POWER POINT)

Procedimientos

Estudio topográfico

El estudio comenzó por el reconocimiento de la zona, para así poder tener una noción de dónde colocar la estación y se haga los menos cambios posibles de ubicación; luego se procedió a insertar las coordenadas obtenidas con el GPS, y se pasó a hacer el levantamiento topográfico de la zona del proyecto. Al finalizar el levantamiento se procedió a procesar los datos en CIVIL 3D, con lo cual se obtuvo como resultado final los planos.

Estudio de Mecánica de Suelos

Primero se procedió a realizar la excavación manual de las 4 calicatas, donde se pudo conocer terminada la excavación, la estratigrafía. Luego con las muestras obtenidas de la zona se pudo evaluar sus características en un laboratorio a través de ensayos y trabajo en gabinete. También se consideró 2 calicatas realizadas en el EMS del proyecto “Mejoramiento del plan maestro de saneamiento de agua desagüe y tratamiento de aguas residuales del distrito de Zaña”.

Estudio hidrológico e hidráulico

Se recolectó los datos de precipitación del SENAMHI de la estación de Cayaltí, pues era la estación de mayor cercanía. Luego con ayuda del Hidroesta 2 se desarrollaron los métodos estadísticos, escogiendo el que mejor se ajusta para así poder obtener las máximas precipitaciones para cada cierto periodo de retorno, obteniendo como resultado final: la Curva IDF, la estimación de la intensidad y los caudales para el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial.

Determinación de áreas de inundación

Se realizó un modelamiento en HEC RAS 6.2, el cual partió del modelo digital del terreno (MDT) el cual se obtuvo con las curvas de nivel resultantes del levantamiento topográfico. Luego se ingresó el hietograma de diseño obtenido con las curvas IDF que son el resultado del estudio hidrológico.

Obteniendo finalmente las zonas críticas, las cuales fueron nuestra prioridad para el diseño del alcantarillado pluvial, de tal forma ubicar las estructuras de captación en esas zonas y drenar ante una fuerte lluvia.

Plan de procesamiento y análisis de datos

Se desarrolló en 4 etapas:

Etapa I

Visitar la zona de estudio.

Presentación formal con las autoridades municipales y solicitud de permiso.

Búsqueda de información literaria y trabajos previos al proyecto.

Recopilación de las bases teóricas y normas a la cuales se rige el proyecto.

Recojo de datos para el estudio hidrológico.

Etapa II

Levantamiento topográfico de la zona del proyecto.

EMS de las muestras obtenidas.

Procesar los datos hidrológicos y hacer su respectivo estudio.

Elaboración de planos topográficos.

Fase III

Desarrollo del informe final del estudio de suelos y topográficos.

Elaboración de estudio hidráulico

Inicio de modelamiento para determinar las áreas de inundación

Fase IV

Elaboración Final del informe de determinación de áreas de inundación

Elaboración de estudio de riesgo.

Conclusiones y recomendaciones.

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
<i>DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020</i>			
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS Y VARIABLE	METODOLOGÍA
¿El diseño del sistema de drenaje pluvial mejorará la recolección, transporte y evacuación de las aguas pluviales evitando daños y deterioro de la pavimentación en el Pueblo Tradicional Zaña?	<p align="center">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Diseñar el sistema de drenaje pluvial para mejorar la recolección, transporte y evacuación de las aguas pluviales evitando daños y deterioro de la pavimentación en el Pueblo Tradicional Zaña.</p>	<p>El diseño del sistema de drenaje pluvial adecuado mejorará la recolección, transporte y evacuación de las aguas pluviales evitando daños y deterioro de la pavimentación en el Pueblo Tradicional Zaña.</p>	<p>Tipo de investigación: Cuantitativa-descriptiva</p> <p>Nivel de investigación: Aplicada</p>
	<p align="center">OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar el estudio Topográfico de la zona donde se planteará el drenaje mediante un trabajo de campo. 2. Realizar el EMS en la zona de estudio mediante recopilación de información existente y de campo. 3. Elaborar el estudio hidrológico e hidráulico para el diseño del sistema de drenaje pluvial. 4. Determinar las áreas de inundación. 5. Elaborar el estudio de riesgo. 6. Formular la solución para el sistema de drenaje pluvial. 7. Rediseñar la pavimentación de las calles que serán modificadas por el drenaje. 	<p align="center">VARIABLE</p> <p align="center">Drenaje pluvial</p>	<p align="center">DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p align="center">OG → {oe → cp} → CF</p> <p>OG: Objetivo General</p> <p>oe: Objetivo Específico</p> <p>CF: Conclusión</p> <p>cp: Conclusión Parcial</p> <p align="center">TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</p> <p>Información topográfica, información hidrológicas e información de CENEPRED.</p>

Tabla 7: Matriz de consistencia

Consideraciones éticas

Esta tesis ha respetado la autoría de los documentos que han servido como referencia procediendo a citarlos bajo el estilo IEEE. También se ha pedido el permiso requerido a las autoridades municipales del distrito de Zaña, para así poder hacer los estudios respectivos en la zona.

Resultados y discusión

Resultados

Estudio topográfico

Los resultados de este levantamiento fueron realizados con la Estación Total marca South modelo NTS332R4 y su respectivo trabajo en gabinete del área se determinaron que presenta pendientes como: 0.10%, 0.24%, 0.31%, 0.50%, 1.55%, 2.81%, 3%, 4%, 5%, 6%, 9.70%, 13%, 17.61%, 20.64%, 22.09.

Se levantó los siguientes BM's:

CUADRO DE BMS (WGS84)			
DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACION
BM1	9234294.717	656308.502	54.422
BM2	9234342.237	656416.883	55.179
BM3	9234509.959	656362.838	56.963
BM4	9234656.702	656321.744	56.478
BM5	9234713.095	656516.562	62.92
BM6	9234885.857	656458.257	59.908
BM7	9234878.813	656584.351	62.508

Tabla 8: Cuadro de BMS

Se levantó 2134 puntos; las cuales respecto a las calles del Pueblo Tradicional Zaña presentan cotas como: 72.300m, 71.365m, 71.105m, 70.387m, 68.322m, 65.617m, 65.421m, 63.847m, 60.737m, 60.407m, 58.179m, 57.932m, 57.102m, 56.947m, 56.140m, 55.320m, 53.897m, 53.271m, 53.076m, 52.932m, 52.917m.

Estudio de Mecánica de Suelos

Se hizo el reconocimiento del subsuelo a través de cuatro excavaciones a cielo abierto con ubicaciones que cubrían estratégicamente el área de estudio. También se consideró dos calicatas del informe pre existente de mecánica de suelos del proyecto “Mejoramiento del plan maestro de saneamiento de agua desagüe y tratamiento de aguas residuales del distrito de Zaña”.

EXPLORACIÓN		C-1	C-2	C-3	C-4	C-3 exist.	C-7 exist.	
GEORE.	UTM – WGS84 17M	9234846N	9234602N	9234256N	9234470N	9234697N	9234428N	
		656389E	656225E	656540E	656580E	656077E	656150E	
TIPO EXCAVACIÓN		MAN.	MAN.	MAN.	MAN.	MAN.	MAN.	
PROFUNDIDAD DE EXPLORACIÓN		1.40	1.40	1.50	2.00	2.00	1.50	
REGISTRO IN SITU (ESTRATIGRAFÍA)	1	Prof.	0.80-1.40 m.	0.40-1.40 m.	0.50-1.50 m.	0.30-2.00 m.	1.20-2.00 m.	0.90-1.50 m.
		Muestra	Mab	Mab	Mab	Mab	Mab	Mab

Tabla 9: Georreferenciación y profundidad de las calicatas

Se realizaron ensayos de laboratorio estándar y especiales con las muestras de las excavaciones, y así se identificaron las características de cada una. Obteniendo como resultado:

EXPLORACIÓN	C-1	C-2	C-3	C-4	C-3 exist.	C-7 exist.
MUESTRA	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
PROF. DE EXPLORACIÓN (En suelo natural)	0.80-1.40 m.	0.40-1.40 m.	0.50-1.50 m.	0.30-2.00 m.	1.20-2.00 m.	0.90-1.50 m.
CAPA	SUBRASANTE	SUBRASANTE	SUBRASANTE	SUBRASANTE	SUBRASANTE	SUBRASANTE
N.A.F.	-	-	-	-	1.30 m.	1.10 m.
% HUMEDAD	25.00	11.11	6.90	8.93	19.92	25.98
LL	26	20	21	N.P.	17.80	21.45
LP	19	18	19	N.P.	N.P.	19.31
IP	7	2	2	N.P.	N.P.	2
SUCS	SC	SM	GM	SM	SW-SM	SM
AASHTO	A-4 (3)	A-4 (2)	A-2-4 (0)	A-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)
% SALES	1.00	0.90	0.80	0.65	0.021	0.025
CBR	17.08	17.08	29.26	5.02	12.30	11.70

Tabla 10: Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio.

Se tomó dos muestras de las cuatro calicatas y se realizó el ensayo de corte directo para así poder hallar la capacidad portante del suelo:

Se evaluó la capacidad de carga admisible a través de:

- La teoría de Terzaghi; con un factor de seguridad igual a 3.00 y considerando la cimentación propuesta.
- Hallar los asentamientos admisibles, y que sus distorsiones angulares sean valores menores a $L/500$.

Se eligió el menor valor obtenido de ambos casos, según lo indica la Norma E050.

CALICATA/MUESTRA	C-2	C-3
CLASIFICACION SUCS	SM	GM
ANG. FRICCIÓN INTERNA, ϕ ($^{\circ}$)	27.31	10.93
COHESION, C (kg/cm ²)	0.10	0.38
PESO VOLUMETRICO (g/cm ³)	1.61	2.00
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN, Df (m)	1.20	1.20
ANCHO DE CIMENTACIÓN, B (m)	1.50	1.50
CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE, q_{adm} (kg/cm ²)	0.86	0.79

Tabla 11: Resultados de la capacidad portante.

Se ha obtenido según el ensayo de Proctor los valores de CBR sobre el 95 % de la densidad seca máxima con una penetración de carga de 2.54 mm o 0.1", lo siguiente:

CALICATA	CLASIFICACION		CBR %
	SUCS	AASHTO	
C-1	SC	A-4 (3)	17.08
C-2	SM	A-4 (2)	17.08
C-3	GM	A-2-4 (0)	29.26
C-4	SM	A-4 (0)	5.02
C-3 exist.	SW-SM	A-2-4 (0)	12.30
C-7 exist.	SM	A-2-4 (0)	11.70

Tabla 12: Resultados del CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca

Estudio hidrológico e hidráulico

Se consideró la data de 40 años de precipitaciones máximas en 24h desde el 1982 hasta el 2021; con los cuales se realizó los cálculos estadísticos en el Hidroesta 2 y así se pudo elegir la distribución de Log Gumbel, ya que es la función con la que mejor se ajusta. Así que se halló la precipitación para un periodo de retorno de: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años.

2	8.91
5	17.95
10	28.53
25	51.27
50	79.19
100	121.92
500	330.48

Tabla 13: Precipitación para cada tiempo de retorno según Log Gumbel.

Luego se calculó las precipitaciones máximas de acuerdo con duraciones variadas; y fue dividida la precipitación por su duración para hallar la intensidad máxima. A través de regresiones se calculó los factores característicos de la zona (K, m, n), obteniendo como resultado final la función de la intensidad y su curva IDF.

$$\begin{aligned}
 K &= 12.863 \\
 m &= 0.6626 \\
 n &= 0.538 \\
 I &= \frac{12.863 T^{0.6626}}{0.538 t}
 \end{aligned}$$

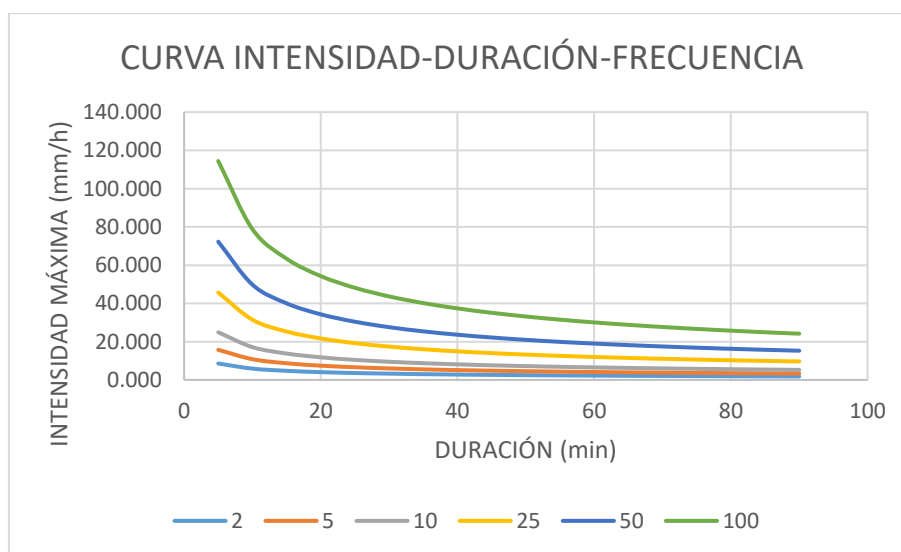


Figura 2: CURVA IDF

Con el método California Culverts Practice se halló 16.249 min como tiempo de concentración, y habiendo escogido 10 años como periodo de retorno por ser conservador por el tipo de proyecto. Se obtuvo 13.198 mm/h de intensidad.

Mediante el método racional se calculó la máxima descarga, considerando 0.448 km² de área total del proyecto. Obteniendo como caudal 1.34 m³/s.

Determinación de áreas de inundación

Se realizó la modelación en HEC-RAS 6.2. para la determinación de áreas de inundación.

Tras realizar la simulación, se comprobó que no se haya producido errores y que los resultados sean satisfactorios. Para esto, se analizaron los ficheros de fin de simulación que proporciona HEC-RAS 6.2.

Se obtuvo como hallazgo, los mapas de tirantes, velocidades y cotas máximas de cada una de las simulaciones que se muestran en las siguientes imágenes.

En el resultado se pudo comparar las zonas críticas con el análisis realizado con el plano de las direcciones de flujo, dándonos resultados similares. Estas zonas críticas se priorizaron al realizar el diseño del Drenaje Pluvial, esto es, se ubicó los sumideros de un modo que tales zonas se drenaran en presencia de una fuerte precipitación.

Los resultados que se obtuvo en el modelamiento son alturas de tirante de agua, velocidades y altura de cota de agua.

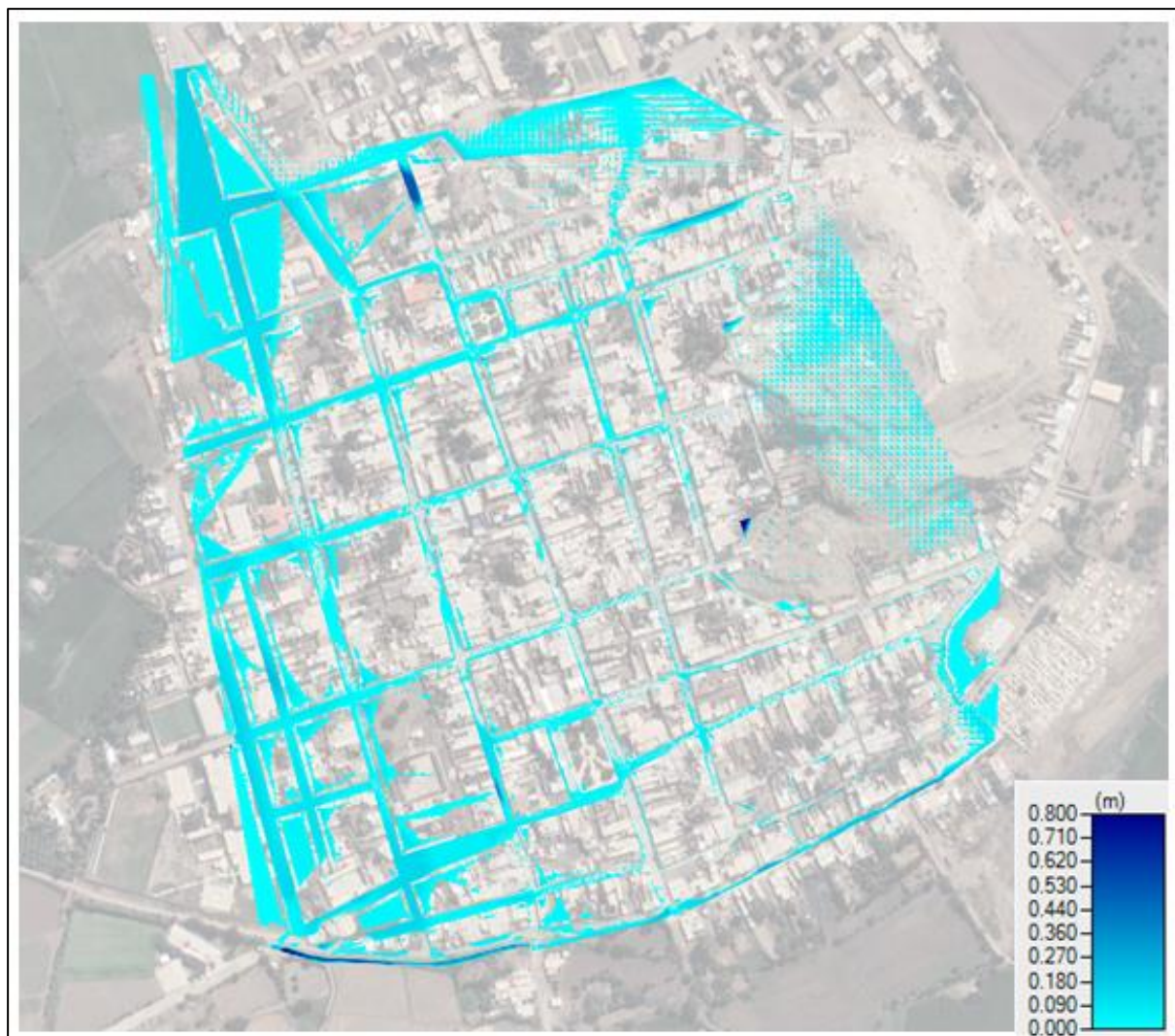


Figura 3: Resultado del modelo hidráulico en HECRAS-2D para un TR 25 años – Mapa de tirantes máximos en m (Pueblo Tradicional Zaña).

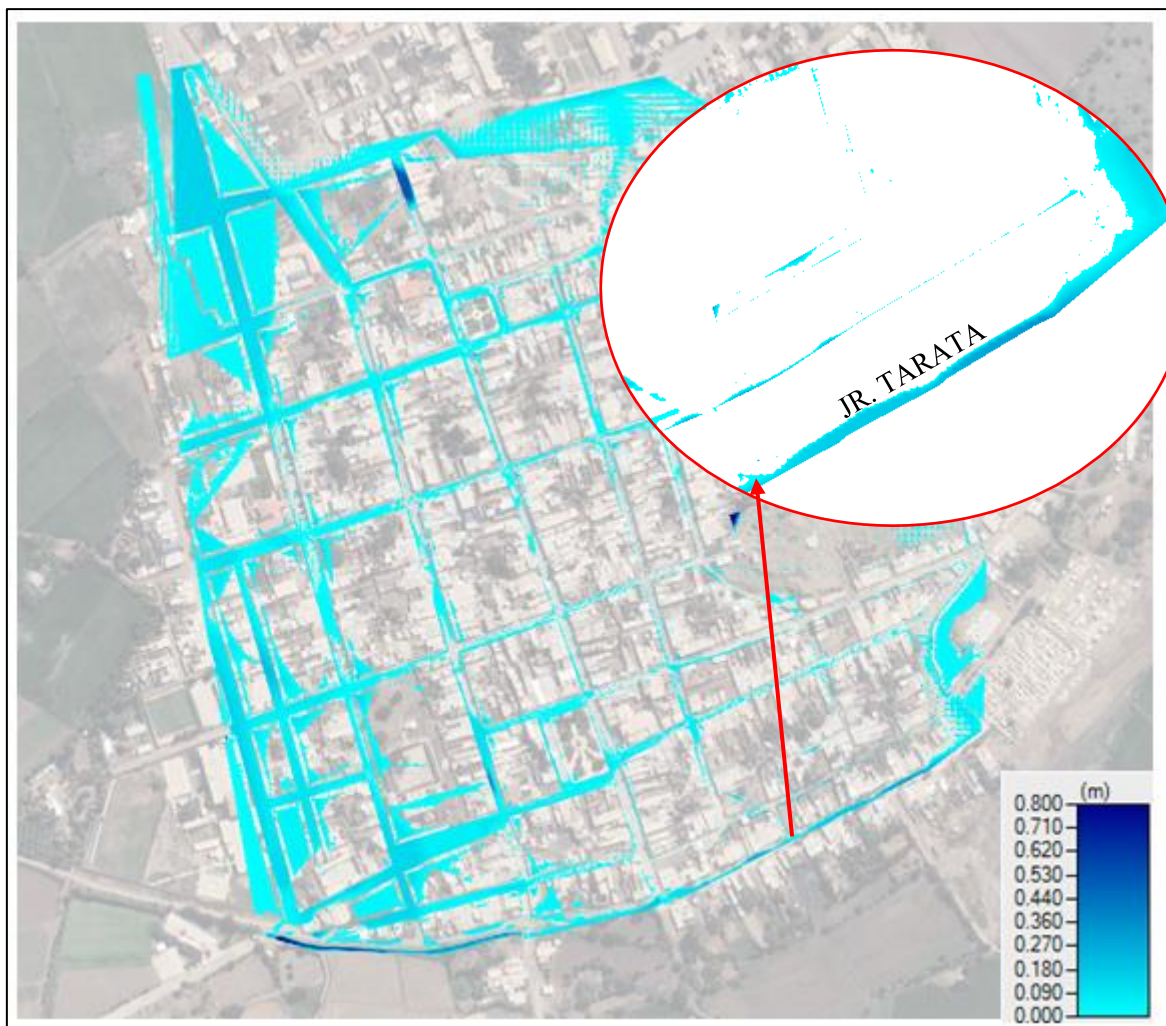


Figura 4: Área inundable-Jr. Tarata

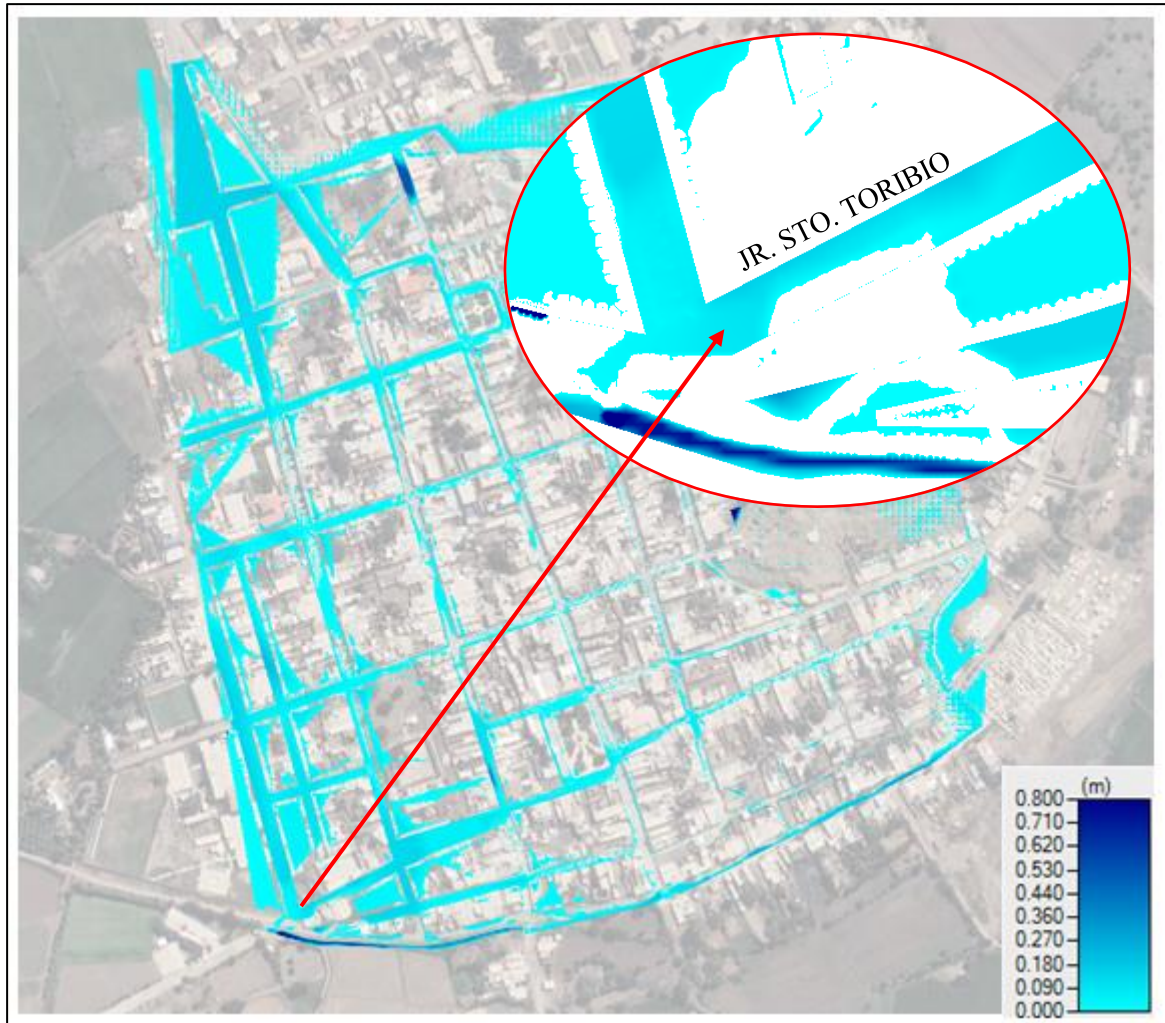


Figura 5: Área inundable-Jr. Sto. Toribio

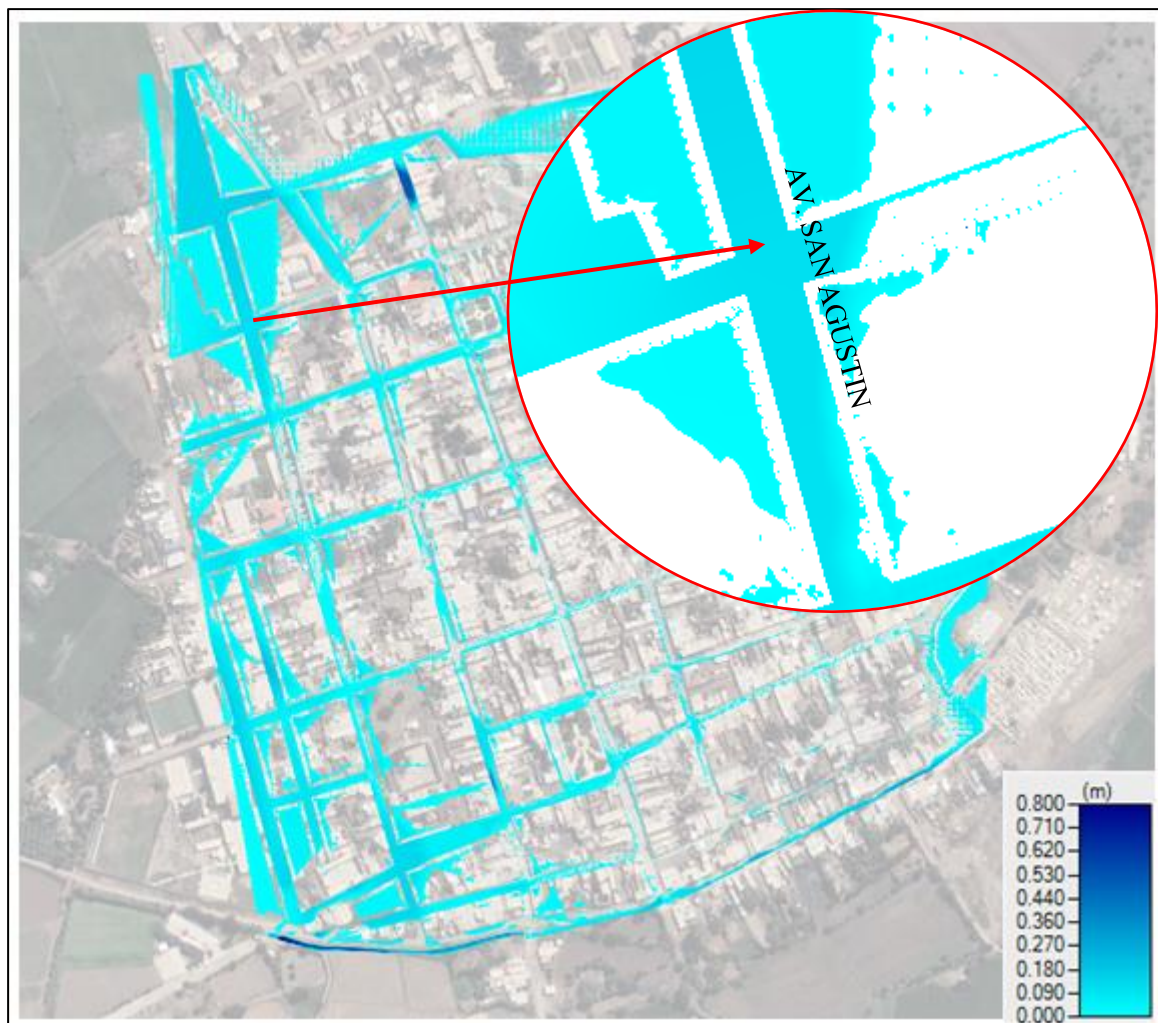


Figura 6: Área inundable-Av. San Agustín

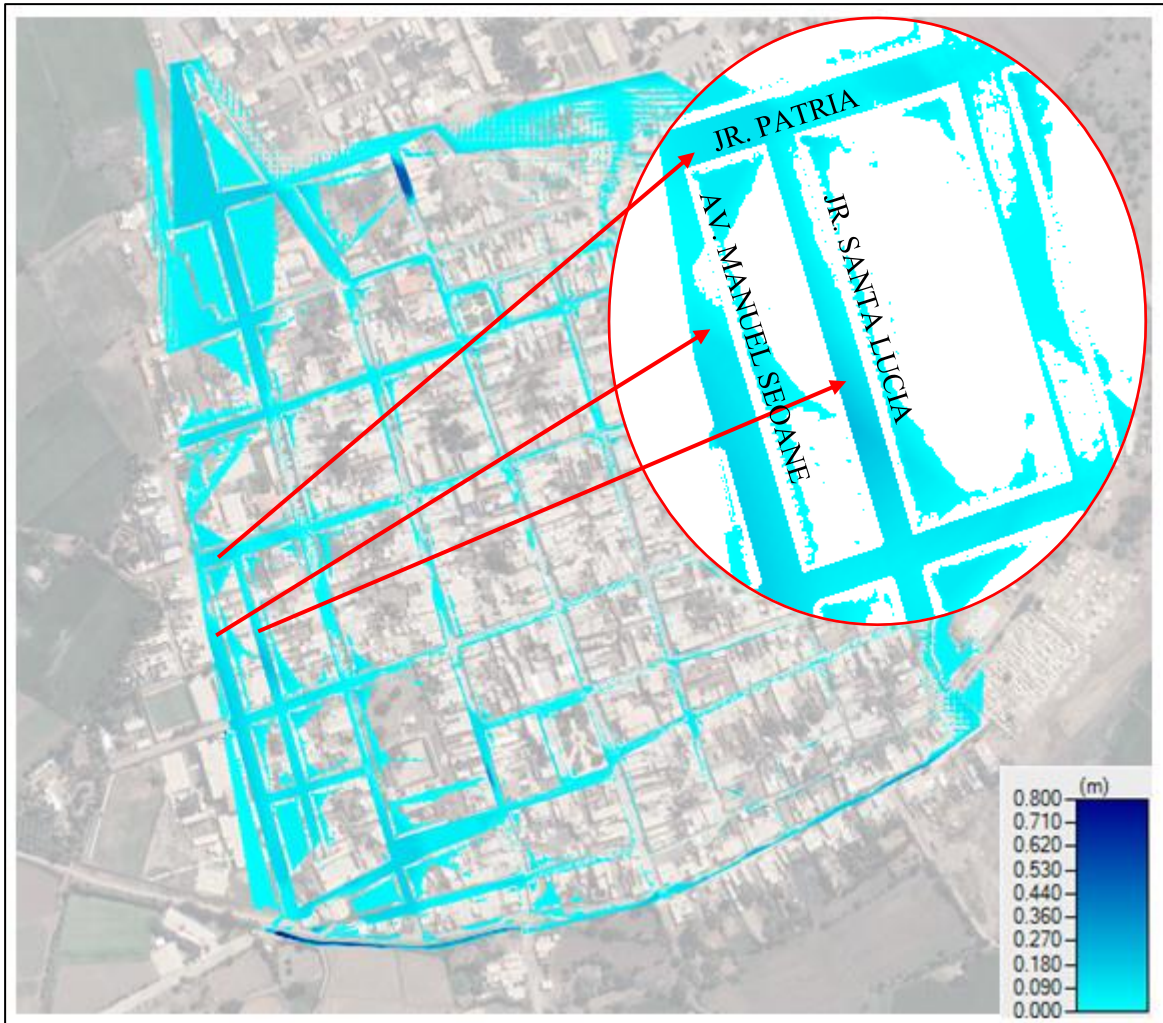


Figura 7: Área inundable-Jr. Patria, Jr. Santa Lucia y Av. Manuel Seoane.

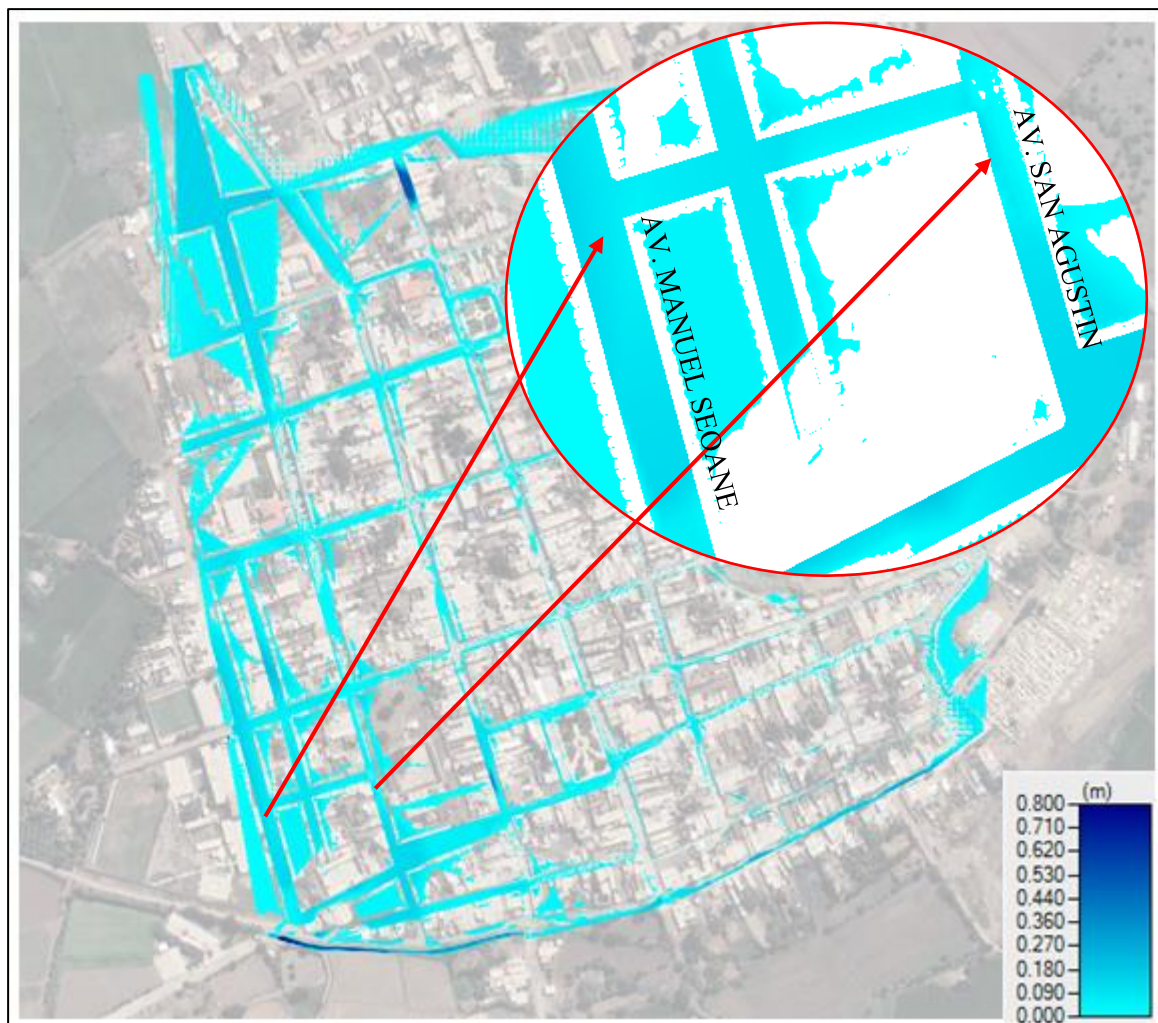


Figura 8: Área inundable-Av. Manuel Seoane y Av. San Agustín.

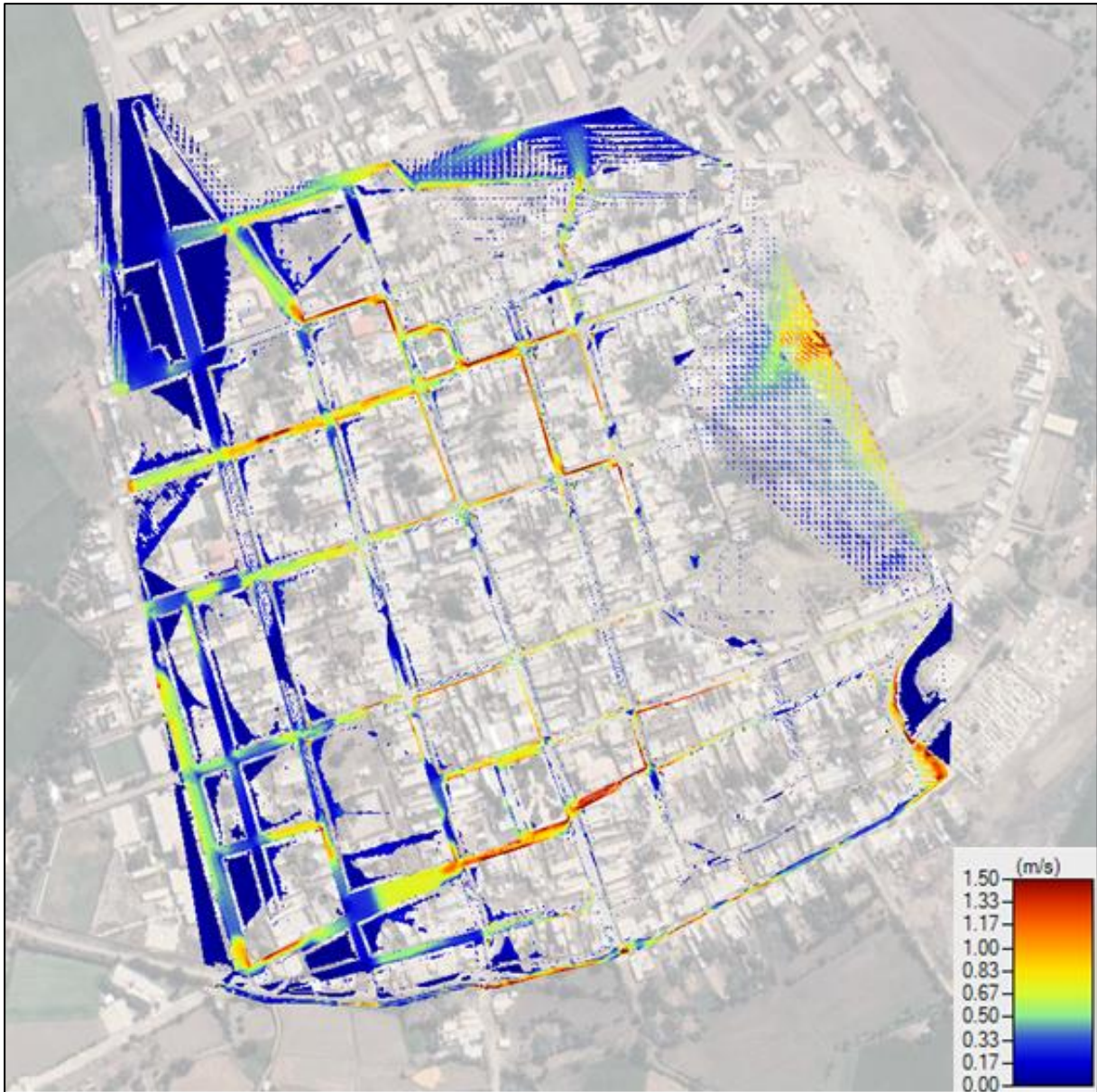


Figura 9: Resultado del modelo hidráulico en HECRAS-2D para un TR 25 años – Mapa de velocidades en m/seg (Pueblo Tradicional Zaña)

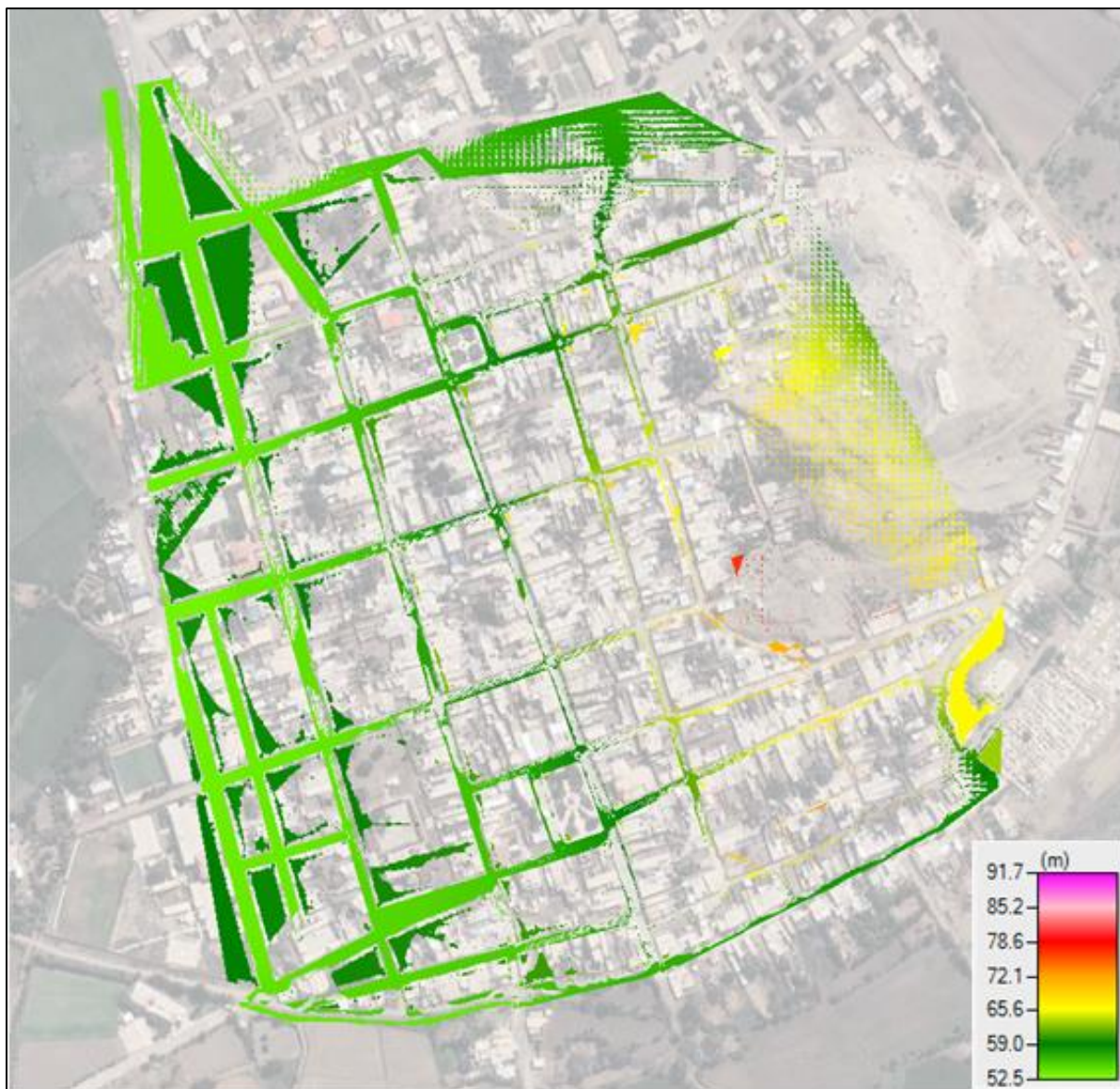


Figura 10: Resultado del modelo hidráulico en HECRAS-2D para un TR 25 años – Mapa de altura de cota de agua en m (Pueblo Tradicional Zaña)

Estudio de riesgo

Peligro

Se consideró como factor desencadenante, la precipitación; y como factores condicionantes: la pendiente, geomorfología y geología y con sus respectivos pesos se obtuvo la susceptibilidad. Como parámetro de evaluación se consideró la frecuencia de “El Fenómeno El Niño”, y así poder obtener finalmente los niveles de Peligro:

RANGO			NIVELES DE PELIGRO
0.285	<-P<=	0.417	MUY ALTO
0.208	<-P<=	0.285	ALTO
0.162	<-P<=	0.208	MEDIO
0.136	<-P<=	0.162	BAJO

Tabla 14: Niveles de peligro.

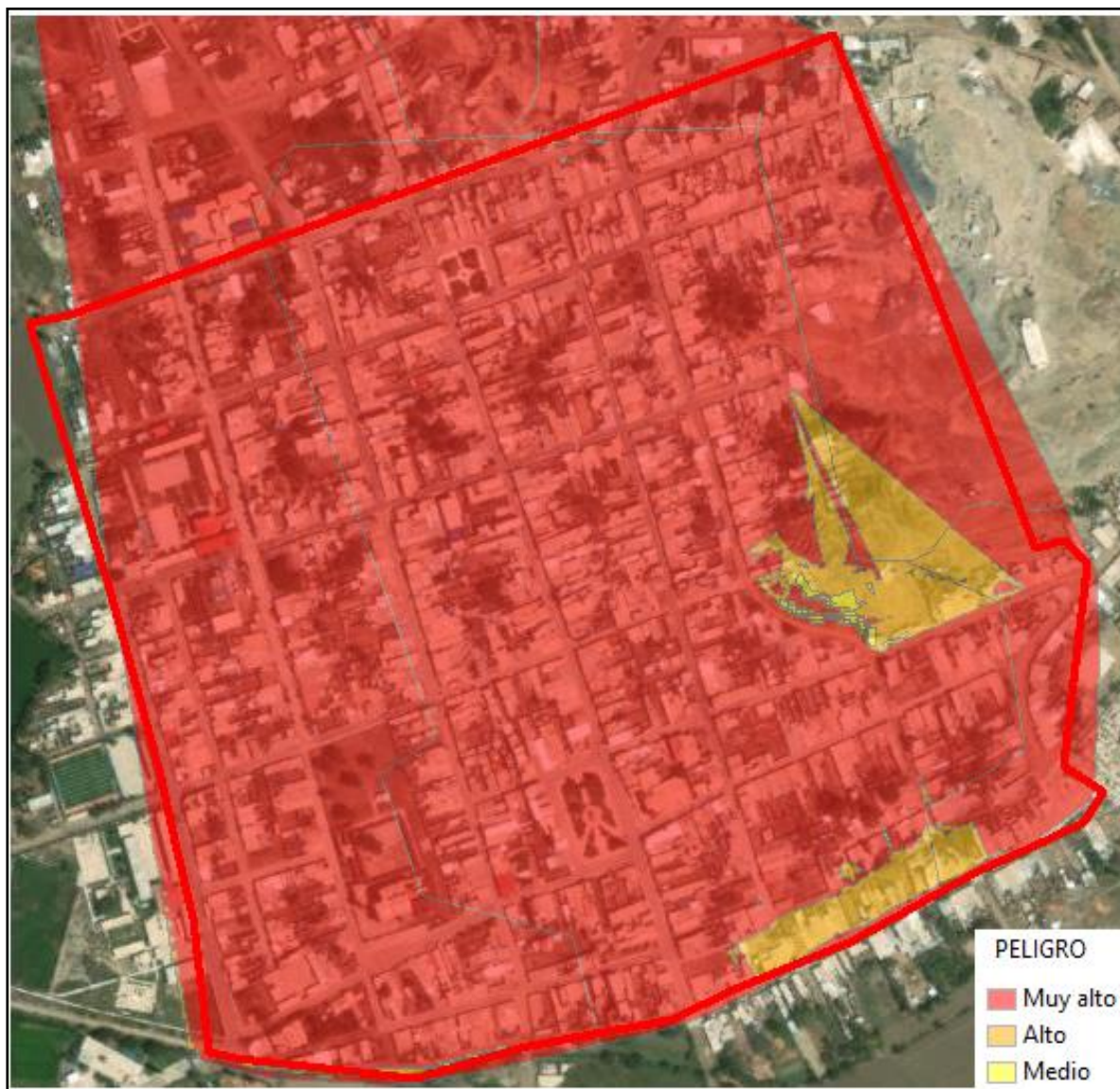


Figura 11: Mapa de peligro del Pueblo Tradicional de Zaña.

Vulnerabilidad

Se consideró la vulnerabilidad social y económica; las dimensiones sociales fueron: La población expuesta por manzana como exposición, abastecimiento de agua y servicio higiénico como fragilidad; finalmente como resiliencia social se consideró la capacitación en temas de gestión de riesgo y la actitud frente al riesgo.

Como dimensiones sociales se consideraron: total de viviendas expuestas por manzana como exposición; material de pared y piso como fragilidad; finalmente como resiliencia económica se consideró el tipo de vivienda.

RANGO			NIVELES DE VULNERABILIDAD
0.280	<=P<=	0.475	MUY ALTO
0.173	<=P<=	0.280	ALTO
0.117	<=P<=	0.173	MEDIO
0.084	<=P<=	0.117	BAJO

Tabla 15: Niveles de vulnerabilidad.

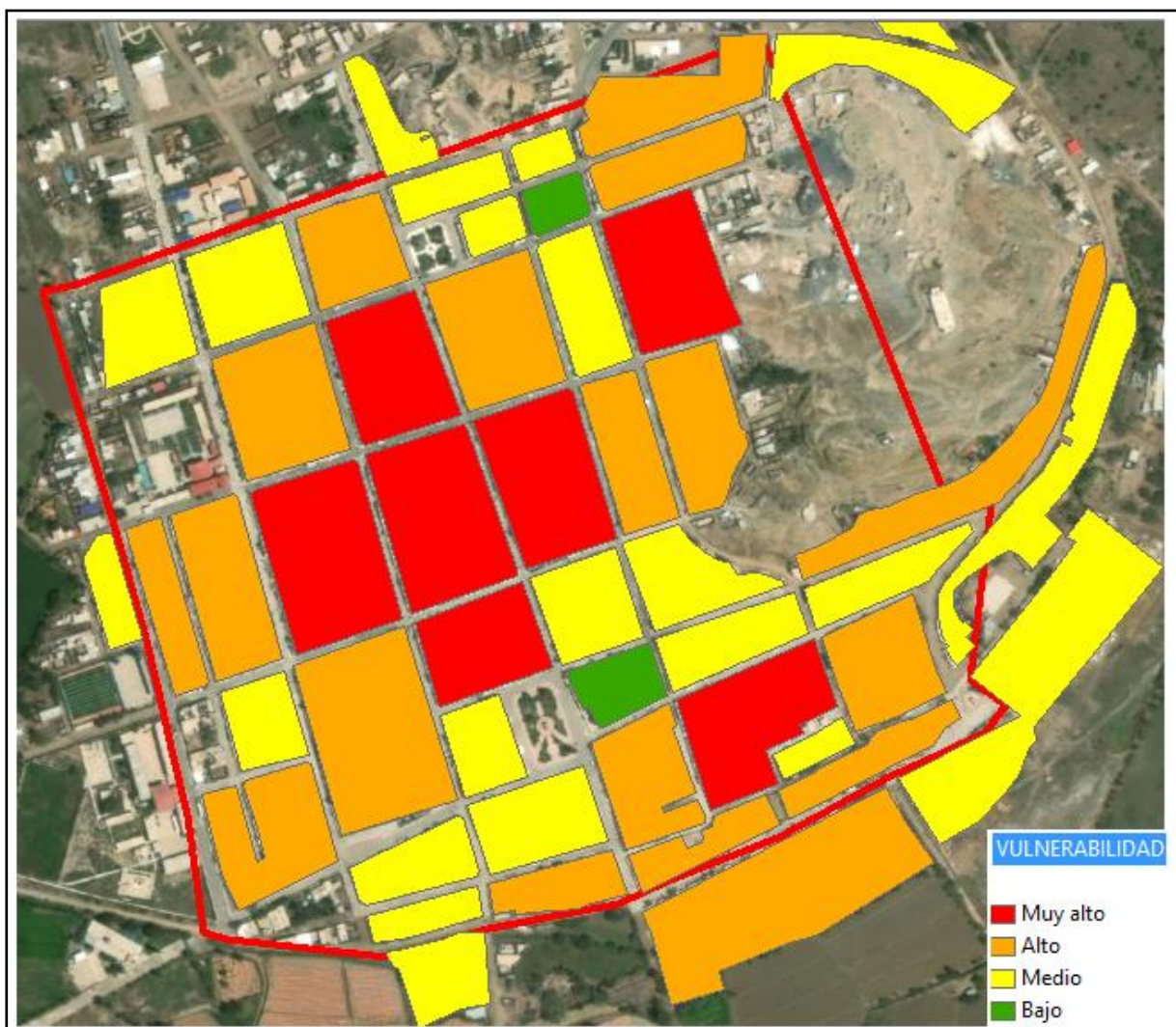


Figura 12: Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad del Pueblo Tradicional de Zaña.

Riesgo

El riesgo en niveles dado el peligro de inundación pluvial del Pueblo Tradicional Zaña se obtuvo a partir de los niveles de peligro y vulnerabilidad:

RANGO			NIVELES DE RIESGO
0.080	≤P≤	0.198	MUY ALTO
0.036	≤P≤	0.080	ALTO
0.019	≤P≤	0.036	MEDIO
0.011	≤P≤	0.019	BAJO

Tabla 16: Niveles de riesgo.

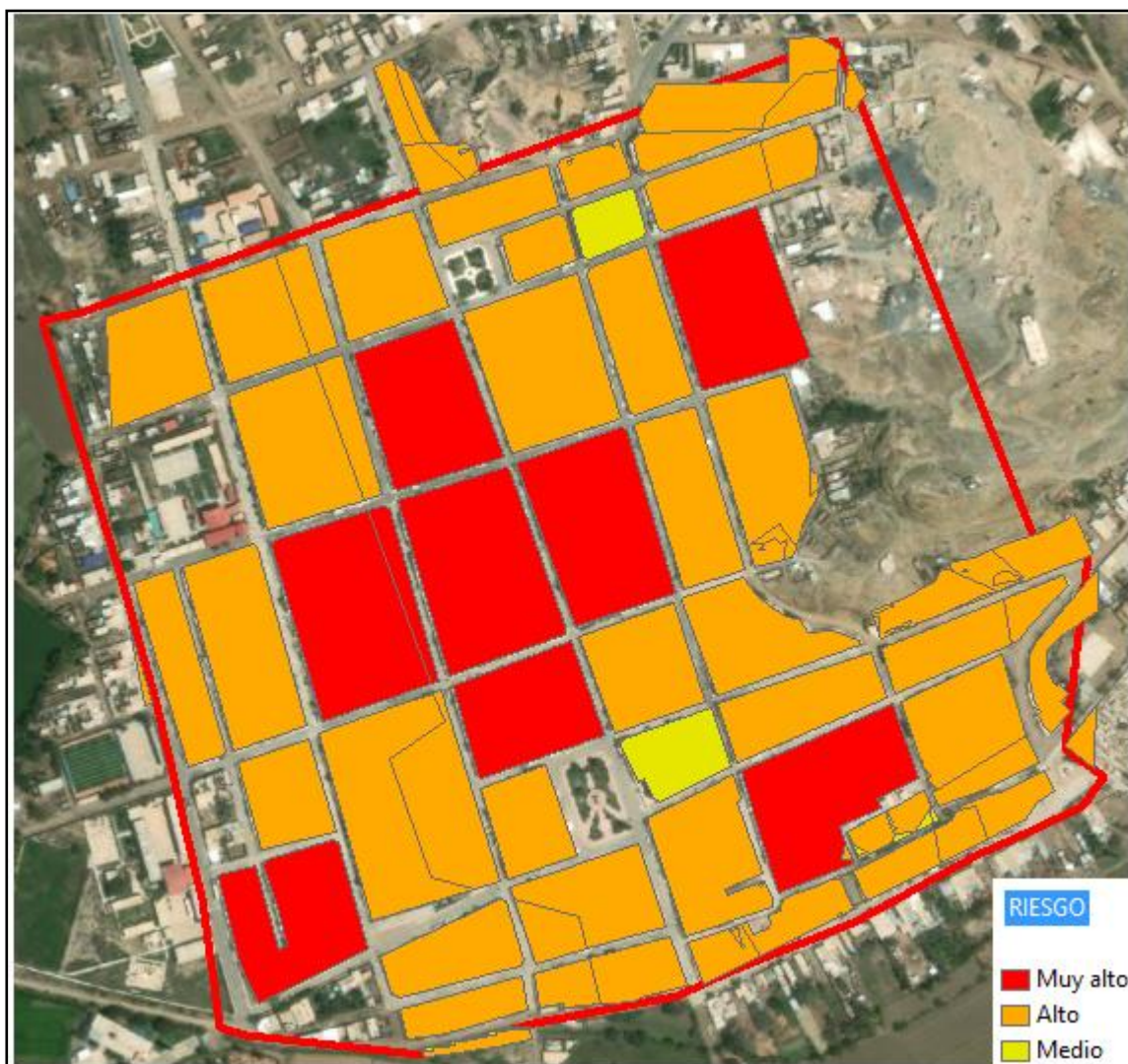


Figura 13: Mapa de riesgo por inundación pluvial del Pueblo Tradicional de Zaña.

Formulación de solución para el sistema de drenaje pluvial

Los caudales circundantes en las calles Jr. Tarata (q75, q 86), Av. San Agustín (q94, q95), Jr. Santo Toribio (q101), Jr. Santa Lucía (q114) y Jr. Patria (q116) fueron mayores a la capacidad de la sección, así que se requirió el diseño de sumideros.

En total se diseñaron 23 sumideros con longitud de ventana de 2 y 2.5 metros.

<i>Calle</i>	Q (m^3/s)	S_o	S_x	n	L_t	Nº de sumideros	L	L de c/sumidero	Eficiencia
<i>Jr. Tarata</i>	0.143	0.002	0.02	0.016	6.78	3	2.260	2	97.96
<i>Av. San Agustín</i>	0.197	0.002	0.02	0.016	7.36	3	2.454	2	95.20
<i>Jr. Santo Toribio</i>	0.198	0.004	0.02	0.016	10.05	3	3.350	2.5	91.54
<i>Av. Manuel Seoane</i>	0.081	0.006	0.02	0.016	7.56	3	2.518	2.5	99.99
<i>Av. Manuel Seoane</i>	0.042	0.002	0.02	0.016	4.37	2	2.187	2	98.80
<i>Jr. Santa Lucía</i>	0.130	0.001	0.02	0.016	4.87	2	2.436	2	95.49
<i>Jr. Patria</i>	0.105	0.004	0.02	0.016	7.45	3	2.482	2	94.77
<i>Av. San Agustín</i>	0.444	0.003	0.02	0.016	12.69	4	3.173	2.5	93.87
<i>Total</i>	1.339								

Tabla 17: Longitud total requerida de los sumideros.

La altura mínima de sumideros fue de 1.25 m, ya que 1 metro como mínimo de cobertura y 25 cm de diámetro de tubería; en cambio en el buzón fue de 1.45 m por el diámetro mínimo de 45 cm.

Para el diseño de tuberías se tomó las siguientes consideraciones: su velocidad fue mayor a 0.90 m/s para evitar sedimentos, el tirante fue menor al 80% del diámetro de la tubería y las tuberías del drenaje no cruzaron las tuberías del alcantarillado. Obteniendo tuberías de 10", 14", 16", 18" y 24" de diámetro.

El volumen a evacuar resultó ser 985.50 m³, dimensionando el tanque de la estación de bombeo:

Descripción	Variable	
Nivel de terreno Natural	NTN	53.324
Cota fondo de tubería de entrada	CF1TUB	48.220
Nivel Mínimo de Agua	Nmin	46.409
Nivel Máximo de Agua	Nmáx	48.220
Altur máxima de agua en punto medio		2.011
Cota fondo en punto medio de tanque	CFTR1	46.209
Cota fondo en punto final de pendiente	CFTR2	45.859
Dimensiones de tanque	BxL	14x35
Ancho de Tanque	BxL	14.000
Largo del Tanque	L	35.000
Cota fondo de tolva de sedimento	CFTR3	45.359
Diámetro interno de tubería de entrada	Øe	630.000
Altura del fondo de losa de bomba hasta tolva de sedimento	N	0.530
Profundidad del buzón 1	h1	5.102
Cota fondo de buzón 1	CFB1	48.367
Cota fondo de techo terminado	CFTT	49.150
Altura entre techo y cota fondo de tubería de entrada	E	0.930
Volumen	V	985.500

Tabla 18: Cotas y dimensiones del tanque de la estación de bombeo.

Se necesitará dos unidades de bombeo modelo A02Q-M, con una potencia instalada de 3.4 kW.

Características de la bomba	
Numero de Unidades	2 Und
Tipo de bomba	Sumidero
Caudal de bombeo	8.55 l/seg
ADT	10.43 m
Potencia calculada/Und	1.78 HP
Potencia calculada total	3.55 HP
Bomba seleccionada	
Modelo	A02Q-M
Potencia instalada	3.4 kW
Tensión	220 V
Frecuencia	60 Hz
Fases	Monofásico

Tabla 19: Características de la bomba.

Rediseño de pavimentación

Se realizó el rediseño de pavimentación para una proyección de 20 años, ya que la existente será modificada por la instalación de las tuberías. Así que se tuvo que hacer un estudio de tráfico:

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automovil + Station Wagon	23	36	16	11	30	25	4	145	20.71	1.109543	23	8.68
Camioneta (Pickup/Panel)	3	3	5	5	5	6	4	31	4.43	1.109543	5	1.89
C.Rural	207	241	213	183	221	276	145	1486	212.29	1.109543	236	89.06
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.109543	0	0.00
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.049509	0	0.00
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.049509	0	0.00
Camión 2E	0	0	1	1	2	0	2	6	0.86	1.049509	1	0.38
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.049509	0	0.00
TOTAL	233	280	235	200	258	307	155	1668	238.29		265	100

Tabla 20: Cálculo de índice medio anual

Tasa de Crecimiento x Región en %

$$\begin{aligned} \text{rvp} &= \mathbf{0.97\%} \\ \text{rvc} &= \mathbf{3.45\%} \end{aligned}$$

Llegando a obtener finalmente un ESAL:

Tipo de Vehículo	IMDA	TIPO (EJES)	NUMERO (LLANTAS)	CARGA (EJE TN)	f°P. Flexible	f°IMDA Flexible
Automovil + Station Wagon	30	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0158
	30	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0158
Camioneta (Pikup/Panel)	7	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0037
	7	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0037
C.Rural	298	SIMPLE	2	1	0.000527	0.1571
	298	SIMPLE	2	1	0.000527	0.1571
Micro	0	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0000
	0	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0000
Bus 2E	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.0000
	0	SIMPLE	4	11	7.716049	0.0000
Bus 3E	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.0000
	0	TANDEM	6	16	1.365945	0.0000
Camión 2E	3	SIMPLE	2	7	1.265367	3.7961
	3	SIMPLE	4	11	7.716049	23.1481
Camión 3E	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.0000
	0	TANDEM	8	18	2.019213	0.0000

#EE= 220,080.20

Tabla 21: Cálculo de número de ejes equivalentes.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE



1.- DATOS

Cargas de tráfico vehicular impuestos al Pavimento (ESAL) :

220,080.20

Suelo de la subrasante (CBR) :

15.41

Modulo de resiliencia de la subrasante:

$$Mr(psi) = 2555 * CBR^{0.64}$$

14707.01258

Tipo de Tráfico:

TP1

Número de etapas : 1

Nivel de Confiabilidad (R):

70%

Coefficiente estadístico de desviacion estandar normal (Zr) :

-0.524

Desviación estandar combinado (So) :

0.45

Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico (Pi) :

3.80

Indice de serviciabilidad Final según rango de tráfico (Pf) :

2.00

Diferencia de serviciabilidad según rango de tráfico (ΔPSI) :

1.80

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_o + 9.36$$

$$* \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \left(\frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}} \right)} \right) + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número Estructural requerido

CALCULAR **SNR : 1.818**

Coefficientes estructurales de las capas.-

Tabla 12.13 del reglamento

CAPA SUPERFICIAL (a1).-	Valor Ceof. Est	Observación
C. Asfáltica en Caliente, modulo 2 965 Mpa (430 000 PSI) a 20 °C	0.170/cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de trafico
BASE (a2).-		
BG. CBR 80%, compactado al 100% de la MDS	0.052/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000EE
SUBBASE(a3).-		
Sub.BG. CBR 40%, compactado al 100% de la MDS	0.047/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000EE

Coefficiente de drenajes para bases y subbases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2 : 1	m3: 1
---------------	--------------

Calculo del SNR (RESULTADO)

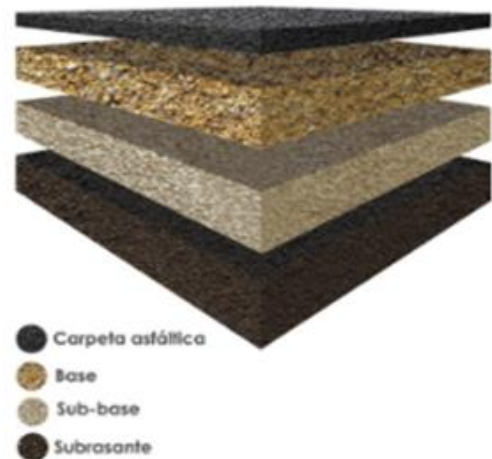
$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Calculo de Espesor de las Capas

Capa Superficial (d1)
5 cm
Base (d2)
15 cm
SubBase (d3)
15 cm
SNR(RESULTADO)>SNR(REQUERIDO)

2.335

ok



Discusión

- ✓ De los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos se obtuvo la Clasificación SUCS en donde se encontró tipos diferentes de suelo SC, SM, GM, SW-SM teniendo como relación preponderante la presencia de limos y corresponde a un estado de suelo bueno.
- ✓ En [12] también consideran la prueba Smirnov – Kolmogorov para seleccionar la distribución con mejor ajuste, resultando ser la distribución de Gamma de tres parámetros; pero en el presente proyecto se ajustó con la función de Log Gumbel, ya que obtuvo el menor delta. En cambio, en [13] consideraron la distribución normal, y en [16] consideran la distribución Gumbel por ser para los autores la más conservadora.
- ✓ Solo en los antecedentes [16] y [17] realizan una simulación para tener certeza las zonas inundables, aunque en [16] lo realizó por consecuencia de la crecida del río mientras que el antecedente y la presente tesis se realizó por consecuencia de lluvias en el área estudiada.
- ✓ En [15] diseñan sumideros transversales, ya que sus concentraciones de agua son más altas comparadas con las lluvias de la Costa; y tienen como desventaja colmatarse con residuos por tener un mayor largo; en cambio en [17] han considerado el mismo tipo sumidero ventana, ya que se encuentra en Lambayeque.
- ✓ Entre los antecedentes es el único proyecto que necesitará una estación debido a que el único lugar de descarga se encuentra a una cota mayor a la requerida.

Conclusiones

- ✓ Se determinó en el estudio topográfico que las pendientes de las calles varían entre 0.10% y 22.09%, viéndose una acumulación de agua en las partes llanas comprendidas entre la Av. San Agustín, Jr. Santa Lucía, Av. Manuel Seoane y Jr. Tarata; por ello, se vio la necesidad de hacer el levantamiento del lugar donde se verterá las aguas pluviales considerando en este proyecto el dren existente cuya pendiente es de 0.40 %.
- ✓ Se identificó que la zona evaluada está compuesta por 4 tipos de suelos: Arena arcillosa, grava limosa, arena limosa y arena bien gradada con limo cuyos tipos de suelo pertenecen a suelos granulares gruesos, la cual presenta las características de: plasticidad baja, suelo estable y permeable. Siendo esta última característica beneficioso por su capacidad de infiltración de no ser por el pavimento existente, que aumenta el coeficiente de escorrentía.
- ✓ En el pueblo Tradicional Zaña se ha llegado a presentar precipitaciones máximas desde 3 a 77.30 mm en diferentes años; y a raíz de esos datos hidrológicos se pudo realizar un estudio hidrológico obteniendo una precipitación de diseño de 28.53 mm para un periodo de retorno

de 10 años a través de su distribución Log Gumbel, la cual mejor se ajustó a la probabilidad observada.

- ✓ Con la simulación hidráulica realizada con HEC-RAS 6.2 se determinó las áreas de inundación frente a un evento de precipitación siendo las calles: Jr. Tarata, Jr. Santo Toribio, Av. San Agustín, Jr. Patria, Av. Manuel Seoane y Jr. Santa Lucía; las más vulnerables a inundación. En las cuales se ubicaron sumideros a fin de contrarrestar la acumulación de agua.
- ✓ En el pueblo Tradicional Zaña se estimó la existencia de 559 viviendas de adobe, siendo zonas vulnerables ante el peligro de una inundación pluvial. Por ello, se realizó un estudio de riesgo que considera la vulnerabilidad de la zona y el peligro del evento; obteniéndose que 334 viviendas y 820 pobladores del Pueblo Tradicional Zaña están en zonas de RIESGO MUY ALTO.
- ✓ A raíz de lo concluido anteriormente, se diseñó el sistema de drenaje pluvial conformado por 20 buzones, 23 sumideros tipo ventana, 1552 ml de tubería PVC y una estación de bombeo; teniendo como limitación soportar una precipitación máxima de 28.53 mm.
- ✓ Si bien algunas calles están conformadas por pavimento rígido; pero se vio prudente un rediseño con pavimento flexible (sub-base de 15 cm, base de 15 cm y capa superficial de 5 cm), ya que se ha considerado un sistema de drenaje eficiente y no se necesitará un pavimento más resistente.

Recomendaciones

- ✓ Profundizar los estudios acerca del sistema de evacuación de agua generada por las lluvias en la zona, debido a la baja pendiente que se presenta.
- ✓ Realizar el modelamiento hidráulico del sistema de drenaje en un SOFTWARE como el SEWERGEMS, para un rápido diseño.
- ✓ Usar la función que tenga la menor diferencia entre la función de distribución de probabilidad observada y la estimada, ya que es la más representativa; por lo tanto, es la más adecuada para predecir probabilísticamente la precipitación, intensidad y el caudal.
- ✓ Tener la mayor cantidad de datos hidrológicos, para un mejor cálculo probabilístico mediante el Hidroesta 2.
- ✓ Alentar a las personas a drenar el agua de sus hogares a la red de drenaje externa (calzada) y mantenerla fuera de la red de alcantarillado de desagüe tanto como sea posible.
- ✓ Realizar una obra de revestimiento al dren, y así evitar una posible socavación.

Referencia

- [1] A. Rocha Felices, «El impacto del fenómeno del niño en zonas urbanas,» *Revista Ingeniería Civil*, pp. 29-31, 2011.
- [2] BBC Mundo, «BBC News,» 2017 Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjGz>. [Último acceso: 30 Octubre 2020].
- [3] El Peruano Diario Oficial, «El niño (terrible) y la historia,» 26 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://elperuano.pe/noticia/53315-el-nino-terrible-y-la-historia>. [Último acceso: 10 Octubre 2020].
- [4] Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, «Informe de evaluación de riesgo por inundación fluvial, originado por desborde del río Zaña, en el centro poblado de Zaña, distrito de Zaña, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque,» SINAGERD, Chiclayo, 2019.
- [5] A. Rocha Felices, «El Meganiño de 1720: La inundación de Zaña y las fallas en la planificación del uso de la tierra,» de *La inundación de Zaña*, Lima, 2015.
- [6] Ministerio del Ambiente, «Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú,» [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjGF>. [Último acceso: 15 Octubre 2020].
- [7] SINPAD, «INDECI,» 5 Abril 2017. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjGJ>. [Último acceso: 10 Noviembre 2020].
- [8] Ministerio del Ambiente, «Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú,» [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjGP>. [Último acceso: 14 Abril 2021].
- [9] Centro de Operaciones de Emergencia Nacional, «INDECI,» 3 Abril 2019. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjGU>. [Último acceso: 15 Septiembre 2020].
- [10] D. R. Heredia, Interviewee, *Atención de pacientes en la Posta Médica de Zaña*. [Entrevista]. 2 Octubre 2020.
- [11] A. Cruz Durán, *Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para la zona de desarrollo urbano "1200 Viviendas" del Reparto Van Troi en la ciudad de Caibarién*, Caibarién: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 2017.
- [12] L. C. LORÍA VARELA, *Propuesta de diseño del alcantarillado pluvial, contemplando técnicas de drenaje urbano sostenible para el Barrio Juanito Mora, del distrito de Barranca, del cantón central de Puntarenas*, Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica, 2020.

- [13] S. Duarte Cano, *Diseño Hidro-económico para el Sistema de Drenaje Pluvial en el Arroyo Tapioca*, Juárez: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ, 2019.
- [14] V. Humpiri y P. Rojas, *EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM*, Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016.
- [15] J. D. Tapia Rosazza, *Propuesta de diseño del sistema de drenaje por precipitaciones en la zona urbana de la ciudad de Caraz – Ancash*, Chimbote: Universidad San Pedro, 2019.
- [16] J. A. Delgado Rojas y D. A. Gonzales Ballena, *Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque*, 2017, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.
- [17] D. A. Sánchez Fernández, *Análisis y diseño del sistema de drenaje pluvial urbano del distrito de Pátapo, provincia de Chiclayo, región Lambayeque*, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.
- [18] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje,» Lima, 2014.
- [19] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima: MEGABYTE, 2021.
- [20] Autoridad Nacional del Agua, «Ley de los Recursos Hídricos: Ley N° 29338,» Ediciones ANA, 2019.
- [21] CONGRESO DE LA REPÚBLICA, «Ley General del Ambiente LEY N° 2861,» Fondo Editorial del Congreso del Perú, Lima, 2005.
- [22] Ministerio de Cultura, *Resolución Ministerial N°187-2015-MC*, Lima: Ministerio de Cultura, 2015.
- [23] C. Guitiérrez Caiza, *Hidrología básica y aplicada*, Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2014.
- [24] G. A. Agredo Cardona, *LA CUENCA URBANA COMO UNIDAD TERRITORIAL PARA LA PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN CIUDADES DE MEDIA MONTAÑA DEL TRÓPICO ANDINO*, Cataluña : Universidad Politécnica de Cataluña, 2013.

- [25] INGEMMET, «Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico,» [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjHc>. [Último acceso: 02 Julio 2022].
- [26] Consultoria de Aspectos Físico - Espaciales para la Estrategia de Reducción de Riesgos - PCM, «Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres,» 2003. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjHn>. [Último acceso: 15 Julio 2022].
- [27] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos,» Lima, 2013.
- [28] Ministerio del Ambiente, «Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú,» 1969. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjGP>. [Último acceso: 06 Abril 2022].
- [29] CENEPRED, «Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres,» [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjHn>. [Último acceso: 20 Octubre 2022].
- [30] Ministerio de educación, «ESCALE,» 2017. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjHB>. [Último acceso: 20 Octubre 2022].
- [31] Ministerio de Educación, «ESCALE,» 2017. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjHC>. [Último acceso: 20 Octubre 2022].
- [32] Ministerio de educación, «ESCALE,» 2017. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjHQ>. [Último acceso: 20 Octubre 2022].
- [33] Ministerio de educación, «ESCALE,» 2017. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjHU>. [Último acceso: 20 Octubre 2022].
- [34] Ministerio de educación, «ESCALE,» 2017. [En línea]. Available: <http://bitly.ws/JjI2>. [Último acceso: 20 Octubre 2022].
- [35] INGEMMET, «GEOCATMIN,» [En línea]. Available: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>. [Último acceso: 20 Octubre 2022].

Anexos

Anexo 01: Estudio topográfico

Generalidades

○ Objetivo

Obtener la morfología a través del levantamiento planimétrico y altimétrico del Pueblo Tradicional Zaña.

○ Descripción de la zona de estudio

El Pueblo Tradicional Zaña está ubicado en el distrito de Zaña, departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo; a una altitud de 56 m.s.n.m

○ Equipos y materiales

- ✓ 01 Estación Total marca South modelo NTS332R4 SERIES

TOPCON

Leica

STONEX

Nikon

SOKKIA

SPECTRA

Equipos para Geomatica, Estaciones totales
GNSS, Software de Aplicaciones 3D
Escaner 3D, Machine Control



CONSEVIAL
expertos a su servicio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Otorgado a: N° C-066/22

MEMPHIS INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

Equipo	Marca	Modelo	Series	Precisión
ESTACION TOTAL	SOUTH	NTS-332R4	215025	02"

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

Angulos	Valor del Patron	Valor Obtenido	Error	Incertidumbre
DIRECTO	00°00'00"	00°00'00"	00°00'00"	± 00°00'02"
INVERSO	180°00'00"	180°00'00"	00°00'00"	± 00°00'02"

PATRÓN UTILIZADO:
 SET COLIMADOR MARCA: SOUTH MODELO: F550 / TDS SERIE N°: 413979

Procedimiento: Se hace una línea al horizonte enfocando al infinito con un grosor de 01" del trazo del retículo; este colimador es patronado periódicamente por un teodolito WILD modelo T2 de precisión al 01" con el método de lectura DIRECTA-INVERSA.

CONSEVIAL SAC, a través de su servicio técnico CERTIFICA que el equipo en mención se encuentra totalmente revisado, controlado, calibrado y 100% operativo, cumpliendo con las especificaciones técnicas de fábrica y los estándares internacionales establecidos (DIN 18723), sugiriéndose una recalibración en un periodo máximo de 06 meses, aproximada al 26 de Agosto del 2022.

Chiclayo, 26 de Febrero del 2022

Nota: CONSEVIAL SAC no se responsabiliza por desajustes y/o descalibraciones en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo.

Fecha de emisión	Proxima Calibración	Validez del Certificado
26 - FEBRERO - 2022	26 - AGOSTO - 2022	6 meses



Carlos García Díaz
SERVICIO TÉCNICO
CONSEVIAL



Av. Batta N° 910, Interior 301 Chiclayo - Perú
 telefonos: fijo: (51) 262800 Cel: 978 072 776 - 947 514 259
 email: cesarcorsevial@gmail.com / hectorcorsevial@gmail.com

www.consevial.com

Figura 1. 1: Certificado de calibración de la estación total

Modelo		NTS-332R4	
Medición de distancias			
Rango de Medición	Directa/Sin prisma		600m (X)
	Prisma Simple 2		5.0km
(X) Objeto a la sombra, o cielo nublado			
Precisión	Directa/ Sin prisma	Fino	3mm+2ppm
		Rastreo	10mm+2ppm
	Prisma	Fino	2mm+2ppm
	Reflector	Rastreo	5mm+2ppm
		Tarjeta IR	5mm+2ppm
Lectura			
Tiempo de Medición	Directa/Sin prisma	Modo: Fino 0.35s; Rastreo 0.25s	
	Prisma reflectante	Modo: Fino 0.35s; Rastreo 0.25s TarjetaIR 0.35s	
Corrección Atmosférica		Ingreso Manual, Corrección automática	
Corrección Atmosférica y corrección curvatura		Ingreso Manual, Corrección automática	
Constante prisma		Ingreso Manual, Corrección automática	
Unidades Dist.		Metros/pies EE UU /pies inter./pulgadas seleccionable	
Medición Angular			
Método de medición		Absoluto continuo	
Diámetro del disco Codificado		79mm	
Lectura mínima		1/5 (0.3/1.5 mgon)	
Precisión		2"	
Método de detección		Horizontal: Dual; Vertical: Dual	
Objetivo/Telescopio			
Imagen		Erecta	
Longitud		79mm	
Apertura efectiva		45mm; (EDM: 50mm)	
Aumento		30X	
Campo de visión		1° 30'	
Distancia mínima de enfoque		1m	
Enfoque mínimo		3"	
Compensador Automático			
Sistema		Doble eje eléctrico-líquido	
Rango de trabajo		±6'	
Precisión		1"	
Sensibilidad de la Burbuja			
Nivel tubular		30" / 2mm	
Nivel circular		8' / 2mm	
Plomada Óptica			
Imagen		Erecta	
Aumento		3x	
Rango de Enfoque		0.3m - ∞	
Campo de visión		5°	
Batería Incluida			
Nivel tubular		30" / 2mm	
Nivel circular		8' / 2mm	
Otros			
IP estándar		IP54	
Pantalla		LCD de 6 líneas, extenso	
Comunicación		RS-232C, USB, SD, Bluetooth(Opcional)	
Temperatura de Trabajo		Menos 20°C a Mas 50°C	
Dimensiones y Peso		160x150x330mm, 5.2kg	

Tabla 1. 1: Especificaciones técnicas de la Estación Total South NTS332R

- ✓ 01 Trípode
- ✓ 02 Prismas
- ✓ 02 Porta prismas
- ✓ 01 Huincha metálica de 5 m
- ✓ 02 Radio de frecuencia

- ✓ Yeso
- **Brigada**
 - ✓ 01 Topógrafo
 - ✓ 03 Ayudantes

Trabajo de campo

A fin de hacer un registro de los datos que se requieren para la ejecución de la representación de los diversos elementos naturales y artificiales de la zona y los límites de este, se realizó un levantamiento topográfico que abarca el proceder a una radiación de puntos tomados en campo que han sido medidos con el Equipo Estación Total, con lo cual se determinó la posición y cota de cada uno de los puntos que conforman los diversos elementos encontrados en la zona.

Trabajo de gabinete

Se hizo como punto siguiente, la descarga de la data del equipo al computador para tras ello, importarla al programa AutoCAD Civil 3D en formato de puntos; y así proceder a realizar las curvas de nivel, las cuales representan el relieve actual del terreno, seguido de los planos de perfil y transversal.

En el siguiente cuadro se muestra los BM's ubicadas en la zona estudiada:

CUADRO DE BMS (WGS84)			
DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACION
BM1	9234294.717	656308.502	54.422
BM2	9234342.237	656416.883	55.179
BM3	9234509.959	656362.838	56.963
BM4	9234656.702	656321.744	56.478
BM5	9234713.095	656516.562	62.92
BM6	9234885.857	656458.257	59.908
BM7	9234878.813	656584.351	62.508

Tabla 1. 2: Cuadro de BMS

Resultados

Los resultados del levantamiento topográfico que fueron realizados con la Estación Total marca South modelo NTS332R4 y su respectivo trabajo en gabinete del área se determinaron que presenta pendientes como: 0.10%, 0.24%, 0.31%, 0.50%, 1.55%, 2.81%, 3%, 4%, 5%, 6%, 9.70%, 13%, 17.61%, 20.64%, 22.09.

Se levantó los siguientes BM's:

CUADRO DE BMS (WGS84)			
DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACION
BM1	9234294.717	656308.502	54.422
BM2	9234342.237	656416.883	55.179
BM3	9234509.959	656362.838	56.963
BM4	9234656.702	656321.744	56.478
BM5	9234713.095	656516.562	62.92
BM6	9234885.857	656458.257	59.908
BM7	9234878.813	656584.351	62.508

Tabla 22: Cuadro de BMS

Se levantó 2134 puntos; las cuales respecto a las calles del Pueblo Tradicional Zaña presentan cotas como: 72.300m, 71.365m, 71.105m, 70.387m, 68.322m, 65.617m, 65.421m, 63.847m, 60.737m, 60.407m, 58.179m, 57.932m, 57.102m, 56.947m, 56.140m, 55.320m, 53.897m, 53.271m, 53.076m, 52.932m, 52.917m.

Conclusiones

Se determinó en el estudio topográfico que las pendientes de las calles varían entre 0.10% y 22.09%, viéndose una acumulación de agua en las partas llanas comprendidas entre la Av. San Agustin, Jr. Santa Lucia, Av. Manuel Seoane y Jr. Tarata; por ello, se vio la necesidad de hacer el levantamiento del lugar donde se verterá las aguas pluviales considerando en este proyecto el dren existente cuya pendiente es de 0.40 %.

Anexo 02: Estudio de Mecánica de Suelos

Generalidades

○ **Objetivo**

El informe tuvo como objetivo indicar las características químicas, físicas y mecánicas del suelo del área del proyecto; por lo cual se ha efectuado su respectiva excavación para la obtención de muestras, y así poder llevar a cabo los ensayos en laboratorio. También se ha considerado el informe existente de mecánica de suelos del proyecto antes mencionado.

○ **Normativa vigente**

El estudio se realizó teniendo en cuenta las normas siguientes del RNE

A. E.050: “Suelos y Cimentaciones”

B. CE.010: “Pavimentos Urbanos”

○ **Ubicación y descripción del área de estudio**

La zona de estudio es en el distrito de Zaña, provincia Chiclayo, departamento de Lambayeque.



Figura 2. 1: Departamento Lambayeque y sus Provincias



Figura 2. 2: Provincia de Chiclayo y sus Distritos



Figura 2. 3: Imagen del plano de ubicación de calicatas

EXPLORACIÓN	ESTE	NORTE
C-01	656389	9234846
C-02	656225	9234602
C-03	656540	9234256
C-04	656580	9234470
C-03 exist.	656077	9234697
C-07 exist.	656150	9234428

Tabla 2. 1: Georreferenciación: UTM WGS84: 17M

Geología y Sismicidad del área de estudio

○ Geología

La ubicación de la zona está dada en el cuadrángulo Chiclayo 14-d tiene como unidad estratigráfica un DEPÓSITO ALUVIAL (Qr-al), comprendido por sedimentos de granulometría gruesa conformada por gravilla, grava, cantos rodados, arena con matriz areno arcillosa limosa. Los depósitos fue el resultado de etapas de elevado traslado de sólidos e intensos cambios climáticos. Se hallan en todas las ramas de los ríos más importantes de Lambayeque.

De acuerdo con la cronoestratigrafía, la zona, geológicamente hablando, se sitúa en la Era del Cenozoico, Sistema Cuaternario, Serie Reciente [25].

En la superficie se halla una cobertura de material fino, que se encuentra clasificado como arena limosa de plasticidad baja; en las profundidades se halla un depósito de cantos rodados y grava arenosa.

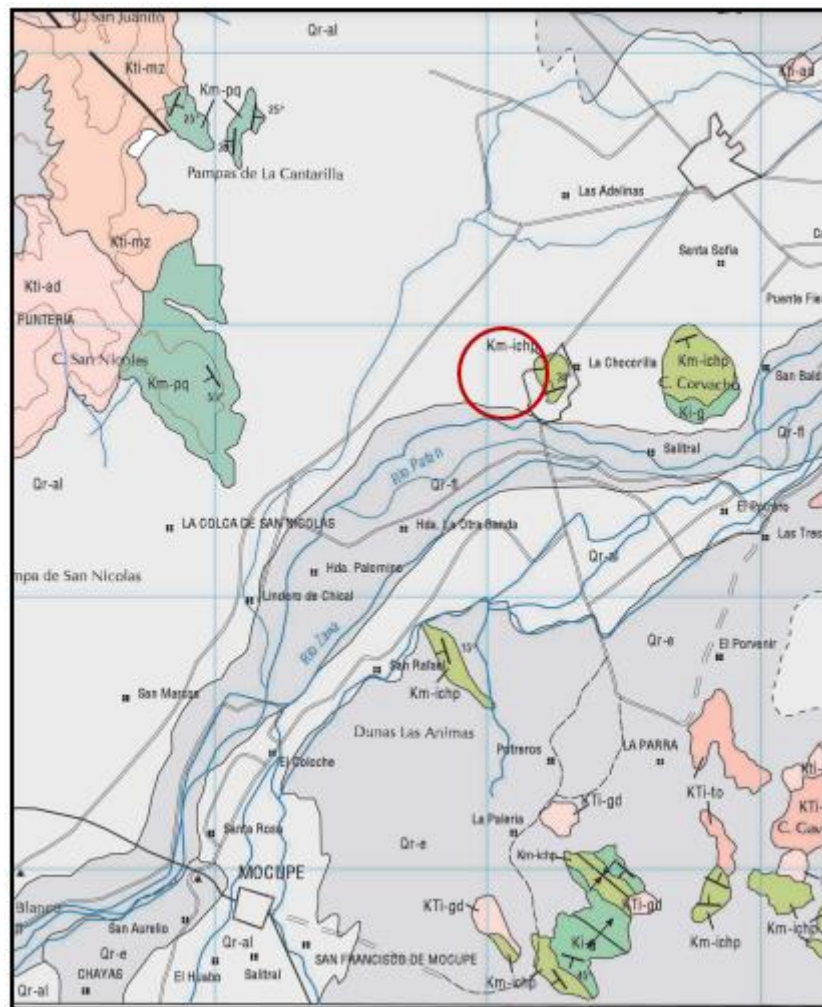


Figura 2. 4: Mapa Geológico del cuadrángulo de Chiclayo (14-d) [25].

LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISO	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE		Depósitos fluviales eólicos y aluviales Depósitos lacustres y cordón litoral Depósitos eólicos	Qr-ni Qr-b Qr-cl Qr-la Qp-e		
		PLEISTOCENO		DISC. ANGUL.			
	TERCIARIO	INFERIOR		Volc. Llama	Ti-vil	Andesita T-an Pórfido Cuarcífero T-pc	
MESOZOICO	CRETÁCEO	SUPERIOR		DISC. ANGUL.		Adamelita ad Granodiorita gd	
			Turoniano				Tonalita to
		MEDIO	Cenomaniano		Gpo. Pullucana y Quilquiñan	Km-pc	Monzonita mz
			Albiano		Fms. Inca Chúlec y Pariatambo	Km-ich	Diorita di
		INFERIOR	Aptiano		DISC. PARAL.		Gabro g
			Neocomiano		Gpo. Goyllarisquizga Fm. Tinajones	K-g JKi-t	
		JURÁSICO	SUPERIOR		DISC. PARAL.		
			MEDIO		Volc. Oyetún	J-vo	
			INFERIOR				
		TRIÁSICO	SUPERIOR	Norian	Fm. La Leche	Tr-t	

Figura 2. 5: Leyenda del Mapa Geológico [25].

○ Sismicidad

En la Norma E.030 [19] conforme con el mapa de zonificación sísmica y en [26] según su mapa de intensidades máximas sísmicas peruanas, la zona estudiada se encuentra en la Zona Sísmica 4, teniendo un valor alto de sismicidad e intensidades de VI a VII en la escala de Mercalli Modificada.

Ensayos de laboratorio

○ Ensayos estándar

- ✓ NTP 339.127: Suelos, para la determinación del contenido de humedad de un suelo.
- ✓ NTP 339.128: Suelos, para el análisis granulométrico.
- ✓ NTP 339.132. Suelos. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 (75 um).
- ✓ NTP 339.129: Suelos, para la determinación del límite líquido, plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- ✓ NTP 339.134: Suelos, para clasificarlos con propósitos de ingeniería (SUCS).
- ✓ NTP 339.135: Suelos, para clasificarlos para uso en vías de transporte.
- ✓ NTP 339.152: Suelos, para identificar el contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.

- **Ensayos especiales**

- ✓ NTP 339.141: Suelos, para la compactación del suelo en el laboratorio con energía modificada 2700 KN-M/M3.
- ✓ NTP 339.145: Suelos. Método de ensayo de CBR, Relación de Soporte California, de suelos compactados en el laboratorio.

Protocolo de Investigación

- **Técnicas de investigación de campo**

Calicatas

Este sistema de reconocimiento permite la evaluación directa de varias propiedades del subsuelo, ya que facilita la visualización de sus estratos in situ y el muestreo con sus propiedades y características en su estado natural.

El subsuelo se exploró a través de cuatro (04) excavaciones a cielo abierto con ubicaciones que cubrían el área de forma estratégica.

- **Programa de investigación**

Esta etapa ha comprendido las siguientes actividades:

1. Primero se ubicó los puntos de exploración (calicatas), procurando que cada calicata cubra estratégicamente el área.
2. Se llevó a cabo la exploración del suelo mediante las calicatas, 0.80x0.80 m. de área aproximadamente y una profundidad mínima de 1.40 m.
3. Se identificó los estratos en cada calicata, para así poder obtener muestras representativas para ejecutar ensayos de laboratorio; y así poder identificar las características del suelo interpretando los hallazgos de los ensayos.

- **Identificación del nivel de aguas freáticas in situ**

En la fecha 12-04-2022 de excavación no se ha encontrado la presencia de nivel freático. Cabe señalar que en la fecha el clima es templado-cálido; los días previos a la exploración fueron en su mayoría soleados y sin precipitaciones.

En cambio, en las dos excavaciones del EMS del proyecto previo sí se ha encontrado la presencia de nivel freático.

Perfiles estratigráficos

La estratigrafía se establece a través de registros estratigráficos interpretados de la exploración realizada y se determinó la siguiente estructura del subsuelo.

○ Conformación estratigráfica del subsuelo

Calicata 1 (C-1)

- 0.00 – 0.80 m. Suelo con materia orgánica.
- 0.80 – 1.40 m. Suelo de matriz arenoso de coloración beige con presencia de gravas. Presenta textura áspera, estructura gruesa, seca y moldeable. Se muestra estado compacto de forma natural. Se clasificó como SC (Arena arcillosa con grava) según SUCS y A-4 (3) según AASHTO. No se encontró el N.A.F. a la profundidad de excavación.

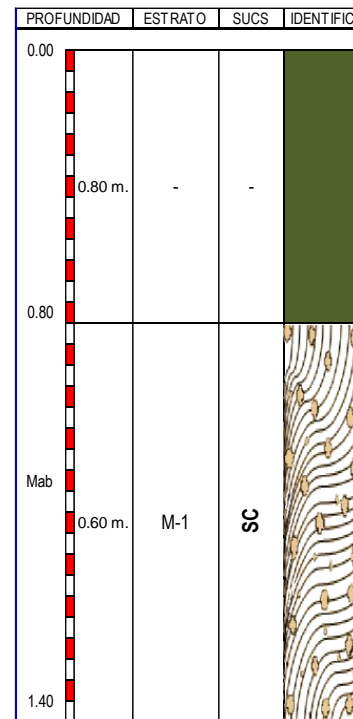


Tabla 2. 2: Perfil estratigráfico C-1

Calicata 2 (C-2)

- 0.00 – 0.40 m. Material de relleno compactado.
- 0.40 – 1.40 m. Suelo de matriz arenoso de coloración beige con presencia de gravas. Presenta textura áspera, estructura gruesa, seca y moldeable. Se muestra estado compacto de forma natural. Se clasificó como SM (Arena limosa con grava) según SUCS y A-4 (2) según AASHTO. No se encontró el N.A.F. a la profundidad de excavación.

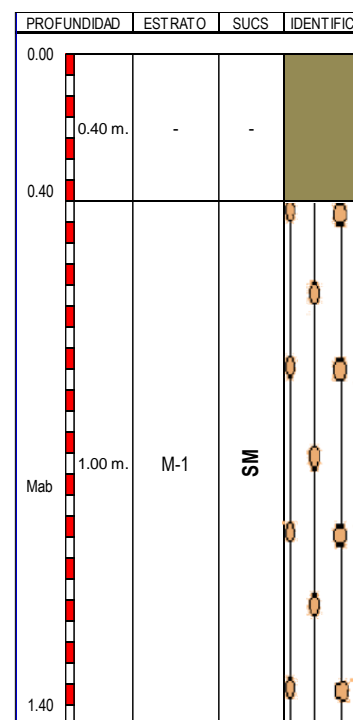


Tabla 2. 3: Perfil estratigráfico C-2

Calicata 3 (C-3)

- 0.00 – 0.50 m. Material de relleno compactado.
- 0.50 – 1.50 m. Suelo de matriz gravoso color beige con presencia de limos. Presenta textura áspera, estructura gruesa, seca y moldeable. Se muestra estado compacto de forma natural. Se clasificó como GM (Grava limosa) según SUCS y A-2-4 (0) según AASHTO. No se encontró el N.A.F. a la profundidad de excavación.

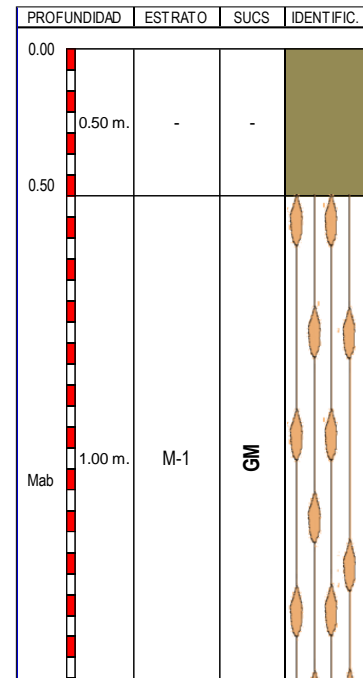


Tabla 2. 4: Perfil estratigráfico C-3

Calicata 4 (C-4)

- 0.00 – 0.30 m. Material de relleno compactado.
- 0.30 – 2.00 m. Suelo de matriz arenoso color beige con presencia de gravas. Presenta textura áspera, estructura gruesa, seca y moldeable. Se muestra estado suelto de forma natural. Se clasificó como SM (Arena limosa) según SUCS y A-4 (0) según AASHTO. No se encontró el N.A.F. a la profundidad de excavación.

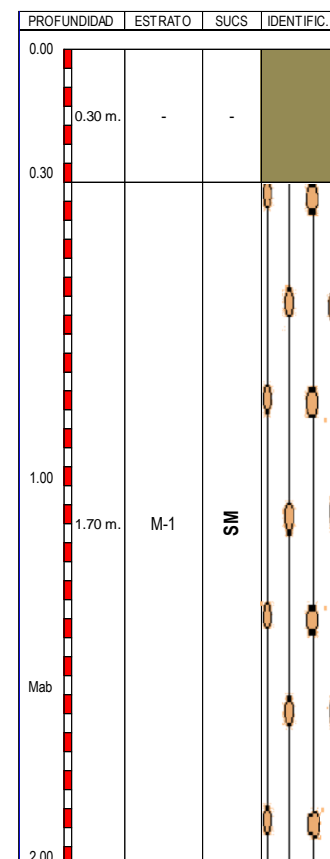


Tabla 2. 5: Perfil estratigráfico C-4

Calicata 3 (C-3 exist.)

- 0.00 – 1.20 m. Material de relleno.
- 1.20 – 2.00 m. Suelo de arenas limosas color beige oscuro. Suelo clasificado como SW-SM (Arena bien gradada - Arena limosa) según SUCS y A-2-4 (0) según AASHTO. Se encontró el N.A.F. a la profundidad de 1.30 m. de excavación.

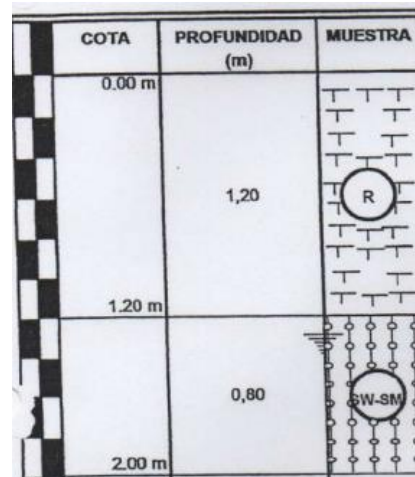


Tabla 2. 6: Perfil estratigráfico C-3 exist.

Calicata 7 (C-7 exist.)

- 0.00 – 0.90 m. Material de relleno, desechos, clastos.
- 0.90 – 1.50 m. Suelo de arenas limosas de coloración marrón claro, de consistencia suave a media. Suelo clasificado como SM (Arena limosa) según SUCS y A-2-4 (0) según AASHTO. Se encontró el N.A.F. a la profundidad de 1.10 m. de excavación.



Tabla 2. 7: Perfil estratigráfico C-7 exist.

Plasticidad

La siguiente tabla categoriza el nivel de plasticidad del suelo [27].

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico(NP)	Suelos exentos de arcilla

Tabla 2. 8: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad [27].

✓ **Subrasante:**

EXPLORACIÓN	MUESTRA	IP
C-1	M-1	7
C-2	M-1	2
C-3	M-1	2
C-4	M-1	N.P.
C-3 exist.	M-1	N.P.
C-7 exist.	M-1	2

Tabla 2. 9: Índice de Plasticidad de las muestras

Humedad

Las muestras analizadas presentan valores de humedad superiores al O.C.H, obteniéndose para cada exploración los siguientes porcentajes de humedad:

✓ **Subrasante:**

EXPLORACIÓN	%W	O.C.H.
C-1	25.00	6.23
C-2	11.11	6.36
C-3	6.90	6.23
C-4	8.93	5.86
C-3 exist.	19.92	
C-7 exist.	25.98	

Tabla 2. 10: Humedad de las muestras

Análisis de cimentación

Según las condiciones del suelo y las posibles magnitudes de las cargas transmitidas, se aconseja usar una cimentación superficial; dejando como responsabilidad al proyectista tomar la decisión de tipo de cimentación adecuado según su criterio.

Las zapatas se han asumido cuadradas, con dimensión mínima de 1.5 m. de ancho.

○ **Profundidad de cimentación**

Se recomienda:

Zapatas cuadradas : 1.20 m.

○ **Tipo y dimensiones de cimentación**

- ✓ Para el diseño de cimentación ha sido considerado el estrato de apoyo del mismo (zona activa de cimentación), tipo SM (Arena limosa) y GM (Grava limosa).

- ✓ En gabinete se han determinado los indicadores representativos del suelo, las propiedades del suelo, los parámetros geotécnicos, sísmicos y estructurales.

CALICATA/MUESTRA	C-2	C-3
CLASIFICACION SUCS	SM	GM
ANG. FRICCION INTERNA, φ (°)	27.31	10.93
COHESION, C (kg/cm ²)	0.10	0.38
PESO VOLUMETRICO (g/cm ³)	1.61	2.00

Tabla 2. 11: Propiedades de las muestras

○ **Cálculo y análisis de la capacidad de carga admisible**

Para la capacidad portante del suelo se tuvo en cuenta un factor de seguridad mínimo de 3 para falla por corte y se comprobó si el asentamiento provocado por esta presión no era superior al asentamiento admisible.

La capacidad de carga permitida se halló empleando la teoría de Terzaghi, que muestra la siguiente relación para calcular la capacidad de carga admisible:

ANÁLISIS	RELACION
Cimentación Cuadrada	$q_{ad} = \frac{1}{F.S} (1.3CN_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.4B\gamma'_2 N_\gamma)$
Cimentación Corrida	$q_{ad} = \frac{1}{F.S} (1.0CN_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.5B\gamma'_2 N_\gamma)$

Tabla 2. 12: Determinación de la carga admisible

Donde:

SIMBOLO	UNIDAD	DESCRIPCION
q_{ad}	Kg/cm ²	Capacidad portante admisible del suelo de fundación
C	Kg/cm ²	Cohesión
γ_1	gr/cm ³	Peso específico del suelo sobre nivel de cimentación
γ_2	gr/cm ³	Peso específico del suelo bajo el nivel de cimentación
D_f	m	Profundidad de cimentación
B	m	Ancho de cimentación
N_c, N_q, N_γ	-	Factores de capacidad de carga de Terzaghi
φ	°	Ángulo de fricción.
F.S	-	Factor de seguridad = 3

Tabla 2. 13: Descripción de los símbolos.

Dependiendo del tipo de suelo analizado, la teoría de Terzaghi es aplicable a una falla localizada y a diversos escenarios de cimentación, profundidad de desplante, ancho de

cimentación y condición de saturación, donde los parámetros de resistencia C y ϕ se reducen como se muestra:

$$C' = \frac{2}{3}C \text{ Y } \tan(\phi') = \frac{2}{3}\tan(\phi)$$

Se considerará tres (03) casos de variación de condiciones por la proximidad del nivel de aguas freáticas (N.A.F) a la profundidad de desplante de la cimentación.

Caso I: N.A.F = $0 \leq D_1 \leq D_f$

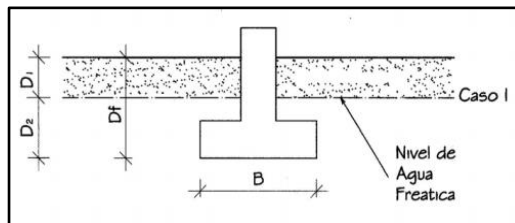


Figura 2. 6: Caso I

$q =$	$q = D_1\gamma + D_2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$
$\gamma_2 = \gamma'$	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$

Caso II: N.A.F = $0 \leq d \leq B$

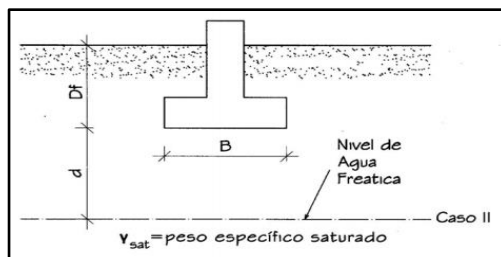


Figura 2. 7: Caso II

$q =$	$q = \gamma D_f$
$\gamma_2 = \bar{\gamma}$	$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$

Caso III: N.A.F = $d \geq B$

El agua no tendrá afectación sobre la capacidad admisible en este caso

$q =$	$q = \gamma D_f$
$\gamma_2 = \gamma$	γ

Donde:

SIMBOLO	UND	DESCRIPCION	C-2	C-3
γ	tn/m^3	Peso específico natural del suelo	1.61	2.00
γ_{sat}	tn/m^3	Peso específico saturado del suelo	1.88	2.01
γ_w	tn/m^3	Peso específico del agua	1.00	

Tabla 2. 14: Peso específico de las muestras

Cálculo de capacidad portante

✓ Zapatas cuadradas

Según el CASO III, la cimentación se ve afectada.

Alternativa 1: B=1.50 m. / Df=1.00 m.

Calicata	C-2	C-3
Qadm (kg/cm ²)	0.79	0.76

Alternativa 2: B=1.50 m. / Df= 1.20 m.

Calicata	C-2	C-3
Qadm (kg/cm ²)	0.86	0.79

Alternativa 3: B=1.50 m. / Df=1.50 m.

Calicata	C-2	C-3
Qadm (kg/cm ²)	0.91	0.82

Análisis de la capacidad de soporte de los suelos de subrasante

El CBR de diseño del proyecto se ha definido sobre la base de la sectorización de áreas correspondiente a su capacidad de soporte de suelo de subrasante, según se muestra en la siguiente tabla [27].

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Tabla 2. 15: Categorías de Subrasante

Se utilizaron valores CBR que se obtuvieron en el laboratorio de muestras que se extrajeron de las calicatas. Según lo indicado en la Norma CE. 010 “Pavimentos Urbanos” [19] y [27].

Los valores de CBR, obtenidos de ensayos de laboratorio y tomando en consideración el EMS existente, son los siguientes:

N.A.F.	-	-	-	-	1.30 m.	1.10 m.
% HUMEDAD	25.00	11.11	6.90	8.93	19.92	25.98
LL	26	20	21	N.P.	17.80	21.45
LP	19	18	19	N.P.	N.P.	19.31
IP	7	2	2	N.P.	N.P.	2
SUCS	SC	SM	GM	SM	SW-SM	SM
AASHTO	A-4 (3)	A-4 (2)	A-2-4 (0)	A-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)
% SALES	1.00	0.90	0.80	0.65	0.021	0.025
CBR	17.08	17.08	29.26	5.02	12.30	11.70

Tabla 24: Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio.

Se tomó dos muestras de las cuatro calicatas y se realizó el ensayo de corte directo para así poder hallar la capacidad portante del suelo:

Se evaluó la capacidad de carga admisible a través de:

- La teoría de Terzaghi; con un factor de seguridad igual a 3.00 y considerando la cimentación propuesta.
- Hallar los asentamientos admisibles, y que sus distorsiones angulares sean valores menores a $L/500$.

Se eligió el menor valor obtenido de ambos casos, según lo indica la Norma E050.

<i>CALICATA/MUESTRA</i>	C-2	C-3
<i>CLASIFICACION SUCS</i>	<i>SM</i>	<i>GM</i>
<i>ANG. FRICCIÓN INTERNA, ϕ (°)</i>	<i>27.31</i>	<i>10.93</i>
<i>COHESION, C (kg/cm²)</i>	<i>0.10</i>	<i>0.38</i>
<i>PESO VOLUMETRICO (g/cm³)</i>	<i>1.61</i>	<i>2.00</i>
<i>PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN, Df (m)</i>	<i>1.20</i>	<i>1.20</i>
<i>ANCHO DE CIMENTACIÓN, B (m)</i>	<i>1.50</i>	<i>1.50</i>
<i>CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE, q_{adm} (kg/cm²)</i>	<i>0.86</i>	<i>0.79</i>

Tabla 25: Resultados de la capacidad portante.

Se ha obtenido según el ensayo de Proctor los valores de CBR en función al 95 % de la densidad seca máxima con una penetración de carga de 2.54 mm o 0.1", lo siguiente:

CALICATA	CLASIFICACION		CBR %
	SUCS	AASHTO	
C-1	SC	A-4 (3)	17.08

C-2	SM	A-4 (2)	17.08
C-3	GM	A-2-4 (0)	29.26
C-4	SM	A-4 (0)	5.02
C-3 exist.	SW-SM	A-2-4 (0)	12.30
C-7 exist.	SM	A-2-4 (0)	11.70

Tabla 26: Resultados del CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca

○ **Discusión**

Con los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos se obtuvo la Clasificación SUCS en donde se encontró tipos diferentes de suelo SC, SM, GM, SW-SM teniendo como relación preponderante la presencia de limos y corresponde a un estado de suelo bueno.

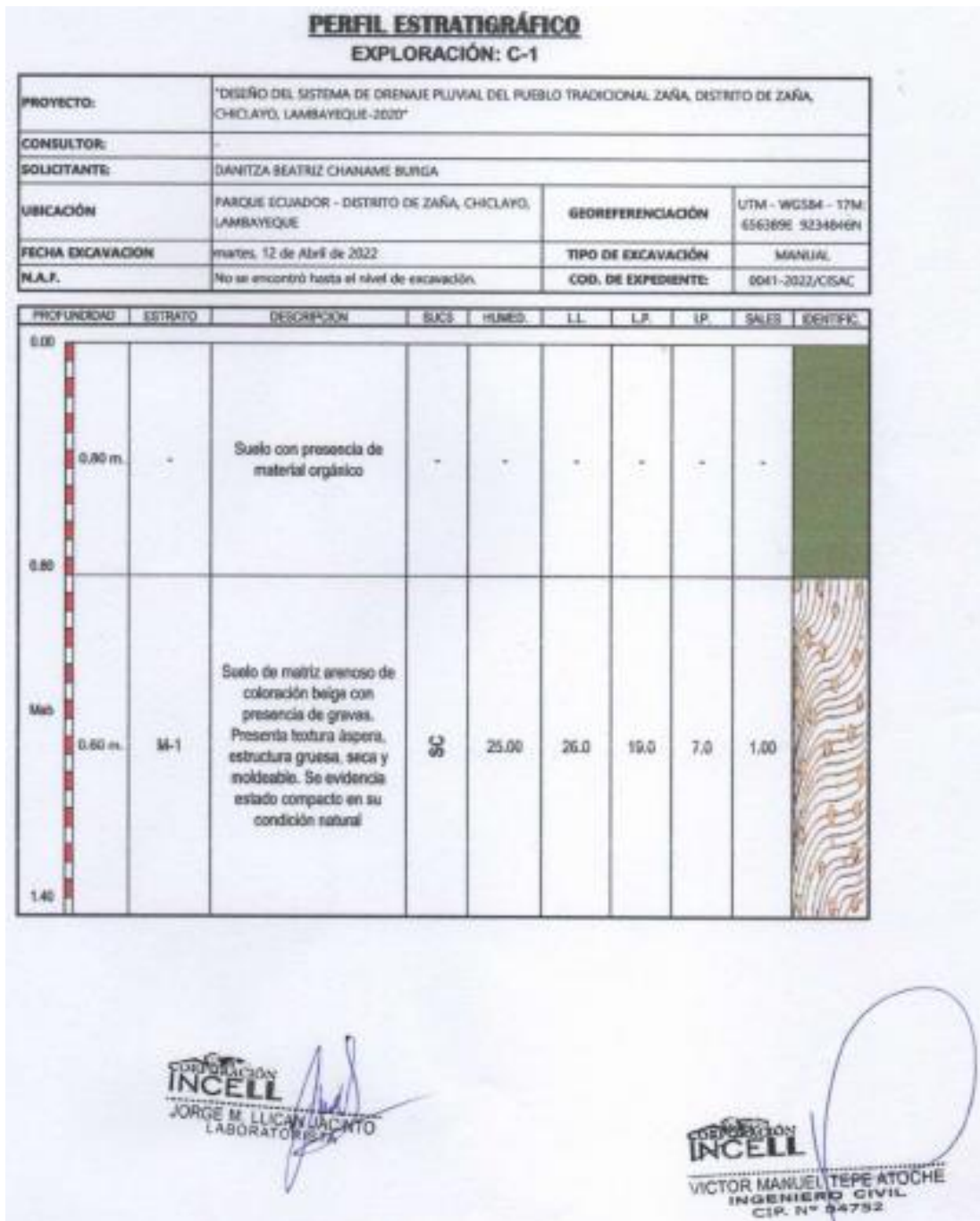
Conclusiones

Se identificó que en la zona estudiada está compuesta por 4 tipos de suelos: Arena arcillosa, grava limosa, arena limosa y arena bien gradada con limo cuyos tipos de suelo pertenecen a suelos granulares gruesos, la cual presenta las características de: plasticidad baja, suelo estable y permeable. Siendo esta última característica beneficioso por su capacidad de infiltración de no ser por el pavimento existente, que aumenta el coeficiente de escorrentía.

Recomendaciones

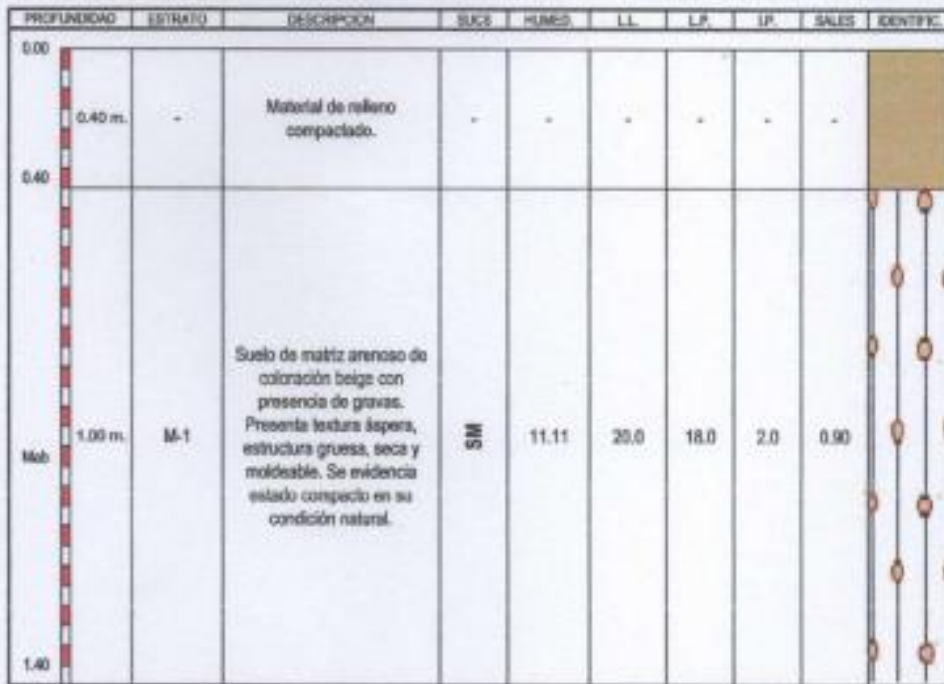
- ✓ Los elementos de concreto como cunetas, alcantarillas, badenes, etc., se recomienda emplear cemento tipo II o MS (moderada resistencia a los sulfatos), con una relación de A/C que no superen 0.50 (diseño por durabilidad) para todo elemento de concreto armado en contacto con el suelo.
- ✓ Proveer un recubrimiento mínimo para cada elemento estructural según el R.N.E E060.

○ Perfiles Estratigráficos




PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACIÓN: C-2

PROYECTO:	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020"		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
UBICACIÓN	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE	GEOREFERENCIACIÓN	UTM - WGS84 - 17M: 658225E 9234602N
FECHA EXCAVACIÓN	martes, 12 de Abril de 2022	TIPO DE EXCAVACIÓN	MANUAL
N.A.F.	No se encontró hasta el nivel de excavación.	COD. DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CISAC

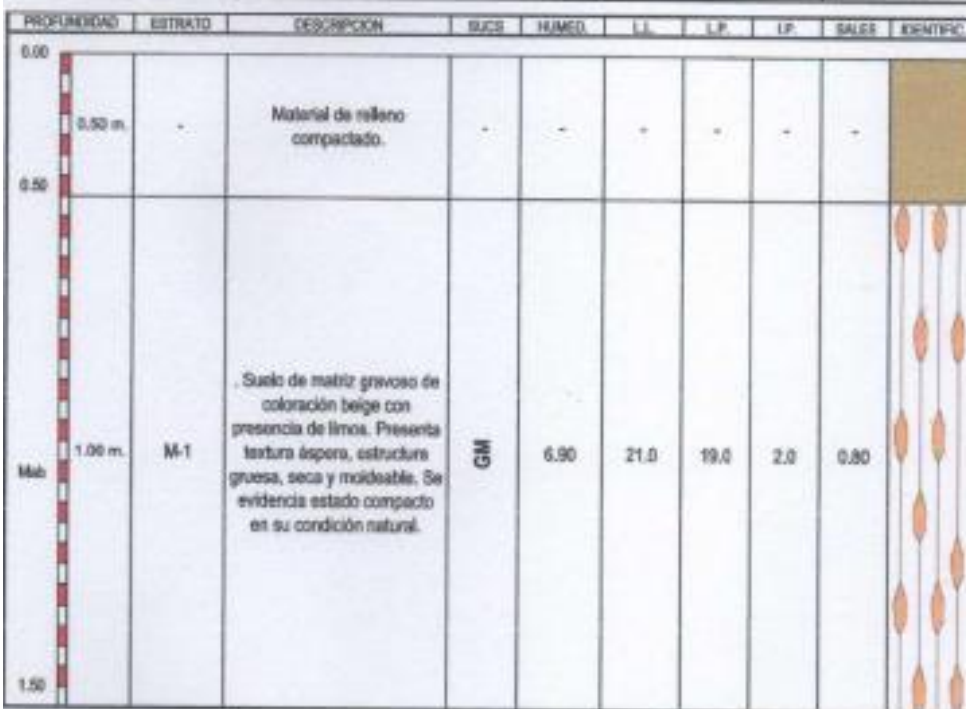



 CORPORACIÓN
INCELL
 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


 CORPORACIÓN
INCELL
 VICTOR MANUEL TEPEATOCHÉ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 24752

PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACIÓN: C-3

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE FLUVIAL DEL PUERTO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE	GEOREFERENCIACIÓN	UTM - WGS84 - 17M 858540E 9234256N
FECHA EXCAVACIÓN	martes, 12 de Abril de 2022	TIPO DE EXCAVACIÓN	MANUAL
N.A.F.	No se encontró hasta el nivel de excavación.	COD. DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CISAC




 CORPORACIÓN
INCELL
 JORGE M. LLICAN
 LABORATORISTA



 CORPORACIÓN
INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE-ATOCHÉ
 INGENIERO CIVIL
 CIR. N° 94752

PERFIL ESTRATIGRÁFICO**EXPLORACIÓN: C-4**

PROYECTO:	"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020"		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE	GEOREFERENCIACIÓN:	UTM - WGS84 - 17N: 656580E 5234470N
FECHA EXCAVACIÓN:	martes, 12 de Abril de 2022	TIPO DE EXCAVACIÓN:	MANUAL
N.A.F.:	No se encontró hasta el nivel de excavación.	COD. DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CISAC

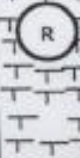

PROFUNDIDAD	ESTRATO	DESCRIPCIÓN	SUCS	H/MED	L.L.	L.P.	I.P.	SAES	EMPTIC
0.00									
0.30 m.	-	Material de relleno compactado.	-	-	-	-	-	-	
1.00	M-1	Suelo de matriz arenosa de coloración beige con presencia de gravas. Presenta textura áspera, estructura gruesa, seca y moldeable. Se evidencia estado suelto en su condición natural.	SM	0.93	N.P.	N.P.	N.P.	0.65	
1.70 m.									
2.00									

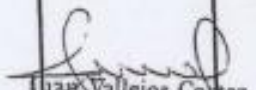

 CORPORACIÓN
INCELL
 JORGE M. LLICAN
 LABORATORISTA



 CORPORACIÓN
INCELL
 VICTOR MANUEL TEPEATOCHÉ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

REGISTRO DE PERFORACIONES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE SANEAMIENTO DE AGUA DESAGUE Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 : DEL DISTRITO DE ZAÑA
UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE
PERFORACION : C-3
LUGAR : ALCANTARILLADO
CHA : 0204/2909

COTA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	NATURALEZA DEL TERRENO	OBSERVACIONES
0.00 m	1.20		Material de relleno.	
1.20 m	0.80		Arenas limosas, no plásticas, color beige oscuro, consistencia media. Humedad Natural : 19.92% Nivel freático: 1.30 m.	M - 1
2.00 m				


Juan Vallejos Cortez
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA
 DE SUELOS Y OBRAS CIVILES


 INC EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.
JAIMÉ AUGUSTO MERCADERES
 INGENIERO CIVIL

REGISTRO DE PERFORACIONES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE SANEAMIENTO DE AGUA DESAGUE Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 : DEL DISTRITO DE ZAÑA
UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE
PERFORACION : C - 7
LUGAR : AGUA POTABLE
FECHA : 02/04/2008

COTA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	NATURALEZA DEL TERRENO	OBSERVACIONES
0.00 m	0,90		Material de relleno, desechos de construcción.	
0.90 m				
1.10 m	0,60		Arenas limosas, de baja plasticidad, de color marron claro, consistencia suave a media. Humedad Natural : 25.98% Nivel freático: 1.10 m.	M - 1
1.50 m				

○ Ensayos de Laboratorio

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD - LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHCLAYO, LAMBAYEQUE-2023		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHCLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	GANITZA BEATRIZ CHANKAMÉ BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CDIAC

MUESTRA:	C-1	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0,80m - 1,40 m
----------	-----	-------	-----	------------	----------------

N° TARRO	-
TARRO + SUELO HUMEDO	75
TARRO + SUELO SECO	60
PESO DEL AGUA	15
PESO DEL TARRO	0
PESO DEL SUELO SECO	60
PORCENTAJE DE HUMEDAD	25,00%


	C-11	C-08	C-07
N° TARRO			
N° DE GOLPES	39	29	16
TARRO+SUELO HUMEDO	37,61	36,34	40,62
TARRO+SUELO SECO	33,02	31,05	36,53
AGUA	4,59	4,29	6,09
PESO DEL TARRO	13,95	14,14	14,30
PESO DEL SUELO SECO	19,07	16,91	22,23
% DE HUMEDAD	24,07	25,37	27,40


	1 LP-03	LP-12	PROM.
N° TARRO			
TARRO+SUELO HUMEDO	29,18	29,57	29,38
TARRO+SUELO SECO	28,78	29,15	29,97
AGUA	0,40	0,42	0,41
PESO DEL TARRO	26,80	26,78	26,79
PESO DEL SUELO SECO	1,98	2,37	2,18
% DE HUMEDAD	20,20	17,72	18,96

SUELO NO PLÁSTICO	NO
-------------------	----

LÍMITE LÍQUIDO	(LL)	26
LÍMITE PLÁSTICO	(LP)	19
ÍNDICE PLÁSTICIDAD	(IP)	7

Observaciones:
- Normativa:
NTP 328.121. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 328.126. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-003-2021, BALANZA
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-003-2021, HORNO DE LABORATORIO
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-003-2021, TAMBO N°04
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-003-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE
REGISTRO INDECOP N° 061.0046


CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LUCIANI JACINTO


CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TERE-ATOCHÉ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO:
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ Nº 200

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUMAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAREQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAREQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHAVARRI BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	miércoles, 14 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0641-2020/CESAC

MUESTRA:	C-1	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.80m - 1.40 m
----------	-----	-------	-----	------------	----------------

DATOS DE LA MUESTRA		TAMICES		PESO RETENIDO	PESO RETENIDO MUESTRA FINA	PESO RETENIDO FRACCIÓN FINA	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.):	376.00	(Pv)	(Pm)						
PESO FRACCIÓN GRUESA SEDA NATURAL (gr.):	0.00	3"	75.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCIÓN GRUESA LAVADA (gr.):	96.68	2"	50.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCIÓN FINA (gr.):	279.31	1 1/2"	37.500	0.00			0.00	0.00	100.00
MUESTRA DE FRACCIÓN FINA (gr.):	376.00	1"	25.000	0.00			0.00	0.00	100.00
RELACION FRACCIÓN FINA/MUESTRA (gr.):	0.74	3/4"	19.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO SUELO LAVADO (gr.):	103.52	1/2"	12.500	0.00			0.00	0.00	100.00
		3/8"	9.500	52.87			13.93	13.93	86.07
		1/4"	6.200	16.48			7.04	20.97	79.03
		Nº4	4.750	17.84			4.74	25.72	74.28
		Nº10	2.000	0.00	46.61	34.62	9.21	34.92	65.08
		Nº20	0.850	0.00	29.96	22.35	5.92	40.84	59.16
		N40	0.425	0.00	37.10	27.56	7.33	48.17	51.83
		Nº60	0.250	0.00	20.38	15.14	4.03	52.20	47.80
		Nº100	0.106	0.00	4.22	3.21	0.85	53.05	46.95
		Nº200	0.075	0.00	0.99	0.74	0.20	53.25	46.75
		< Nº 200	FONDO	279.31	236.68	175.79	46.75	100.00	0.00

CURVA GRANULOMÉTRICA

Observaciones:
Normativa:
NTP 339.128. Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico
NTP 335.122. Suelos. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 (75 um)
CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN Nº0024-002-2022, BALANZA
CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN Nº0024-002-2022, HORNO DE SECA
CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN Nº0024-002-2022, TAMIZ Nº200 (75UM)
REGISTRO PROFESIONAL Nº 943898

INCCELL
JORGE M. LUCAS

INCCELL
VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84722

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CLASIFICACION DEL SUELO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHECLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHECLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2022	CODIGO EXPEDIENTE:	8041-2022/CISAC

MUESTRA: C-1	CAPA: M-1	UBICACIÓN: 0.80m - 1.40 m
---------------------	------------------	----------------------------------

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
CONTENIDO DE HUMEDAD :	25.00 %
LIMITE LIQUIDO :	26 %
LIMITE PLASTICO :	19 %
INDICE PLASTICIDAD :	7 %
MATERIAL PASA MALLA N° 200 :	46.75 %
MATERIAL PASA MALLA N° 4 :	74.28 %
MODULO DE FINEZA :	2.9
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD :	1.7
COEFICIENTE DE CURVATURA :	0.1

CLASIFICACION SUCS	SC
DESCRIPCION DEL SUELO SUCS:	arena arcillosa con grava
CLASIFICACION AASHTO	A-4 (3)
DESCRIPCION DEL SUELO AASHTO:	REGULAR-MALO

Observaciones:

- Normativas

NTP 330.134, Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS.

NTP 330.135, Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°00337-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°00325-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°00326-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°00323-032-2021, TAMIZ PARA GRANULOMETRIA

REGISTRO INDECOPI N° 0636028

**CORPORACIÓN
INCELL**
JÓRGE M. LLICAN JACINTO
LABORATORISTA

**CORPORACIÓN
INCELL**
VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANIELA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	sábado, 16 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0641-2022/CESAC

MUESTRA: C-1	CAPA: M-1	UBICACIÓN:	0.90m - 1.40 m
--------------	-----------	------------	----------------

1. DATOS					
1.1	Muestra		A	B	PROM.
1.2	Peso de muestra	g	30	30	-
1.3	Volumen de agua destilada	ml	250	250	-
1.4	Número de lecturas	-	55.6	55.6	-
1.5	Peso de lecturas	g	25.29	25.56	-
1.6	Peso de lecturas + residuo de sales	g	25.37	25.67	-
1.7	Volumen de solución evaluada	ml	90	90	-

2. CÁLCULOS:					
2.1	Relación muestra suela - agua destilada	-	5.00	5.00	-
2.2	Residuo de sales	g	0.09	0.11	-
2.3	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	9000	11000	10000
2.4	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.90%	1.10%	1.00%

Observaciones:

- Normativa:
NTP 339.152, Leytes. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°3527-052-0021, BALANZA
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°3526-052-0021, HORNO DE LABORATORIO
CERTIFICADO DE CALIBRACION N°3525-052-0021, TNAE N°30
REGISTRO INDECOPI N° 06130268

CORPORACIÓN INCELL
JORGE M. LUCAS JACINTO
LABORATORISTA

CORPORACIÓN INCELL
VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 24752

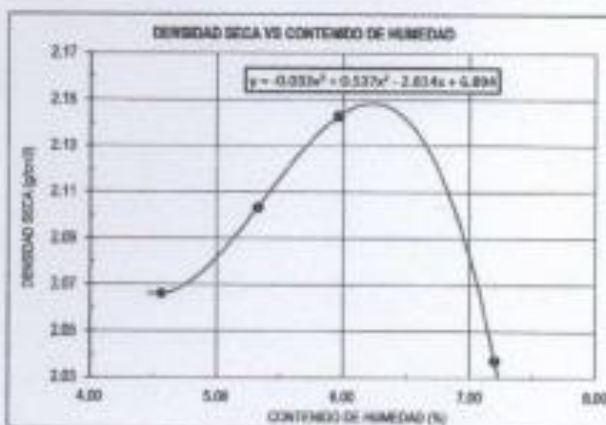
CERTIFICADO DE ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAVE BURGA		
CONSULTOR:		PROCEDENCIA:	---
FECHA ENSAYO:	vábado, 16 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CISAC

MUESTRA:	C-1	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.80m - 1.40 m
----------	-----	-------	-----	------------	----------------

DATOS						
Volumen de molde	cm ³	2014	2014	2014	2014	2014
Peso de molde	g	6782	6782	6782	6782	6782
Peso de la muestra compactada + molde	g	11133	11344	11355	11181	11181
Peso del envase + suelo húmedo	g	322	304	277	298	298
Peso del envase + suelo seco	g	310	291	284	281	281
N° de envase	-	F-07	F-02	F-10	F-04	F-04
Peso del envase	g	47.0	47.0	46.0	45.0	45.0

CÁLCULOS						
Densidad húmeda (1.6-1.5)/1.4	g/cm ³	2.160	2.215	2.221	2.184	2.184
Peso del agua (1.7-1.8)	g	12.0	13.0	13.0	17.0	17.0
Peso de suelo seco (1.8-1.10)	g	265	244	238	236	236
Contenido de humedad (2.2-2.5)*100	%	4.6	5.3	6.0	7.2	7.2
Densidad seca (2.1)/(100+2.6)*100	g/cm ³	2.07	2.10	2.14	2.04	2.04



RESULTADOS

M.D.S (g/cm³)

2.15

O.C.H (%)

6.23

Observaciones:

- Normativa:

MIP 120.123, Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

MIP 120.161, Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700ks-m²/v².

- Método Usado: " C "

CERTIFICADO DE CALIBRACION MIP027-003-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION MIP028-003-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION MIP029-003-2021, TAMIZ N°10

CERTIFICADO DE CALIBRACION MIP048-003-2021, MOLDE PROCTOR DE 4"

CERTIFICADO DE CALIBRACION MIP044-003-2021, MARCHA PROCTOR

000171

INCELL
CORPORACIÓN
JORGE M. LUCANACHTO
LABORATORISTA

INCELL

VICTOR MANUEL TERE-ATOCHÉ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR (1/2)

PROYECTO:	DESDO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZANA, DISTRITO DE ZANA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACION:	PARQUE ESCUADOR - DISTRITO DE ZANA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANIELA BEATRIZ CHAMANE BURGAS		
CONSULTOR:		PROCESADORA:	---
FECHA ENSAYO:	domingo, 17 de abril de 2022	COD. DE EXPERIMENTO:	2041-200/CSAC

MUESTRA: C-1	CAPA: M-1	UBICACION: 0.30m - 1.40 m
---------------------	------------------	----------------------------------

1. Datos		4		5		6	
1.1 N° de muestra	--	4		5		6	
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.20		15.1		15.1	
1.3 Altura molde (descontando disco espaciador)	cm	11.50		11.6		11.50	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	807		807		815	
1.5 N° de capas	--	1		1		1	
1.6 N° de golpes por capa	--	25		25		25	
1.7 Condiciones de curado	--	Umidad	Mojado	5/Mojado	Mojado	Umidad	Mojado
1.8 Peso molde (incluye base) + agua saturada	g	12957	12994	12737	12718	12444	12512
2. Cálculo de resistencia de laboratorio							
2.1 Capacidad	g	9.08	9.10	9.05	9.04	9.26	9.26
2.2 Peso de muestra	g	41.00	46.00	47.30	47.00	41.00	41.00
2.3 Capacidad + Suelo/Humedad	g	121.00	151.00	119.20	120.00	112.00	119.00
2.4 Capacidad + Suelo seco	g	105.00	140.00	109.30	108.00	101.00	107.00
2.5 Peso de agua saturada (2.3-2.4)	g	16.00	11.00	10.30	12.00	11.00	12.00
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.5)	g	101.00	129.00	101.30	101.00	90.00	101.00
2.7 Coeficiente de Humedad (2.5/2.6)	%	6.13	8.51	6.86	8.22	5.44	6.75
3. Resultados							
3.1 Area superficial del molde	cm ²	177.9		177.6		177.9	
3.2 Volumen de molde	cm ³	2048.83		2077.32		2073.99	
3.3 Peso del suelo Humedo (2.6-2.8)	g	405	457	465	476	405	405
3.4 Densidad Humeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2.86	2.66	2.96	2.96	2.66	2.66
3.5 Densidad Seca (3.4/1+0.06)	g/cm ³	2.84	2.81	3.13	2.92	2.89	2.84

FECHA	HORA	MÓDULO											
		4			5			6					
		TRAPCO	DM	Expansión	DM	Expansión	DM	Expansión					
		mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	%	
15-abr	03:45:00 p.m.	9	0.88	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	
16-abr	03:45:00 p.m.	24	0.85	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	
16-abr	03:45:00 p.m.	46	0.85	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	
16-abr	03:45:00 p.m.	72	0.85	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	
17-abr	03:45:00 p.m.	96	0.85	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	

PENETRACION	mm	MÓDULO															
		CARGA				CARGA				CARGA				CARGA			
		TRAPCO	DM	Resistencia	DM	TRAPCO	DM	Resistencia	DM	TRAPCO	DM	Resistencia	DM	TRAPCO	DM	Resistencia	DM
200g/30s	4.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
400g	6.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
600g	8.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
800g	1.27	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
875g	1.81	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
930g	2.34	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
975g	2.87	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1015g	3.41	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1050g	3.94	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1080g	4.47	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1100g	5.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1120g	5.53	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1140g	6.06	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1160g	6.59	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1180g	7.12	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1200g	7.65	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1220g	8.18	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1240g	8.71	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1260g	9.24	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1280g	9.77	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1300g	10.30	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Observaciones:
 -- Normativa:
 NTP 330.145. Suelos. Método de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-032-2021, BALANZA
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-032-2021, TAMIZ N°10
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°004-032-2021, MOLDE CBR
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°004-032-2021, MARTILLO PROCTOR DE 20 LB
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-032-2021, PRESA DE CBR CON PRESA DE CARGA CARGA MÁXIMA DE CARGA 11000 LB.
 0001



JORGE M. LLICANAPINTO

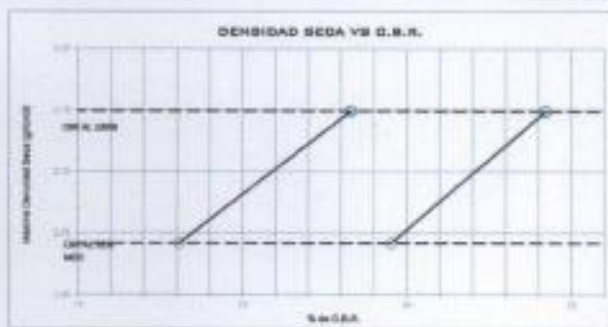
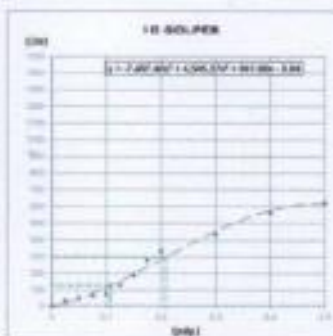
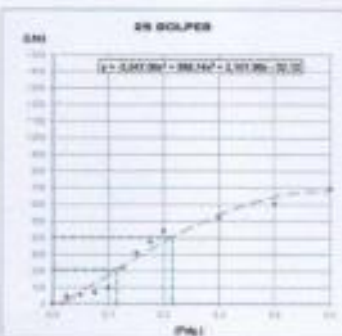
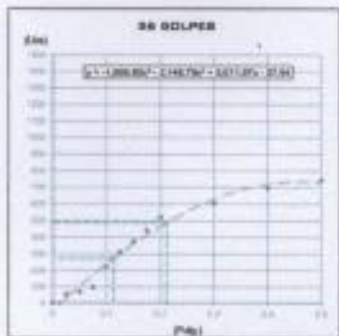
CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 54752

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR (2/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANIELA BEATRIZ CHIRANAME BURGA		
CONSULTOR:	PROCEDENCIA	---	---
FECHA ENSAYO:	domingo, 17 de abril de 2022	COD. DE EXPERIMENTO:	0047-2021/CSAZ

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	6.23
Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.15
95% MDS (g/cm ³)	2.04

DATOS DEL CBR	
CBR al 100% (0.1")	22.30
CBR al 95% de MDS (%)	17.09
CBR al 100% (0.2")	28.22
CBR al 95% de MDS (%)	23.53



Observaciones:

- Normativa
- NTF 330.145, Series, Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.
- CERTIFICADO DE CALIBRACION NP037-630-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION NP036-630-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION NP029-630-2021, TANQUE NP12
- CERTIFICADO DE CALIBRACION NP034-630-2021, MOLDE CBR
- CERTIFICADO DE CALIBRACION NP034-630-2021, MARTILLO PROCTOR DE 10 LB
- CERTIFICADO DE CALIBRACION NP033-630-2021, PRINSA DE CBR CON PRINSA DE CARGA MÁXIMA DE CARGA 12000 LB.



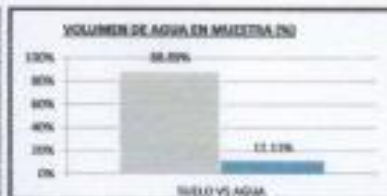
INCEPCION
INCELL
VICTOR MANUEL SOTELO ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 54777

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD - LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

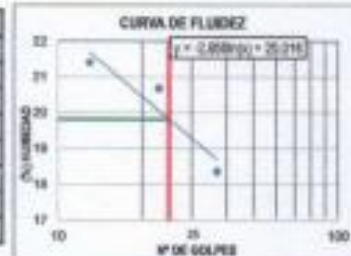
PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHELAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE SAN AGUSTIN CON PATRA - DISTRITO DE ZAÑA, CHELAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAVE BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	viernes, 14 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2020/CISAC

MUESTRA:	C-2	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.40m - 1.30 m
-----------------	-----	--------------	-----	-------------------	----------------

DATOS DE ENSAYO	
N° TARRO	-
TARRO + SUELO HUMEDO	60
TARRO + SUELO SECO	54
PESO DEL AGUA	6
PESO DEL TARRO	0
PESO DEL SUELO SECO	54
PORCENTAJE DE HUMEDAD	11.11%



DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO		
	C-04	C-10	LP-02
N° TARRO			
N° DE GOLPES	37	23	13
TARRO+SUELO HUMEDO	38.38	37.17	48.88
TARRO+SUELO SECO	34.54	33.23	45.13
AGUA	3.84	3.94	3.77
PESO DEL TARRO	13.63	14.18	17.50
PESO DEL SUELO SECO	20.91	19.05	17.81
% DE HUMEDAD	18.35	20.68	21.41



DATOS DE ENSAYO	LÍMITE PLÁSTICO		
	1 LP-07	LP-12	PROM.
N° TARRO			
TARRO+SUELO HUMEDO	32.24	29.57	30.91
TARRO+SUELO SECO	31.79	29.15	30.47
AGUA	0.45	0.42	0.44
PESO DEL TARRO	29.30	26.78	27.99
PESO DEL SUELO SECO	2.59	2.37	2.48
% DE HUMEDAD	17.37	17.72	17.55

SUELO NO PLÁSTICO	NO
-------------------	----

RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	(LL)	20
LÍMITE PLÁSTICO	(LP)	18
ÍNDICE PLASTICIDAD	(PI)	2

Observaciones:

- Normativa

NTP 200.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 200.128. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0037-032-2021, BALANZA


CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0030-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0035-032-2021, TAMIZ N°40

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0036-032-2021, EQUIPO CON CALIBRACION

REGISTRO INSCOPRI N° 8230388


INCELL
 JORGE M. LLICAN LACINTO
 LABORATORISTA


INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO:
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ N° 200

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2022		
UBICACIÓN:	CALLE SAN AGUSTÍN CON PATISA - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	IDANITZA ISATRIZ CHANAMBE BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CISAC


MUESTRA:	C-2	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.40m - 1.30 m
----------	-----	-------	-----	------------	----------------

DATOS DE LA MUESTRA		TAMICES		PESO RETENIDO	PESO RETENIDO MUESTRA FINA	PESO RETENIDO FRACCIÓN FINA	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA
		(P.V.)	(mm)						
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.):	374.00	2"	75.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCIÓN GRUESA SECA NATURAL (gr.):	0.00	2"	50.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCIÓN GRUESA LAVADA (gr.):	59.02	1 1/2"	37.500	0.00			0.00	0.00	100.00
		1"	25.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCIÓN FINA (gr.):	314.98	3/4"	29.000	0.00			0.00	0.00	100.00
		1/2"	22.500	0.00			0.00	0.00	100.00
MUESTRA DE FRACCIÓN FINA (gr.):	376.00	3/8"	9.500	41.53			11.10	11.10	88.90
		1/4"	6.500	8.37			2.24	13.34	86.66
RELACION FRACCIÓN FINA/MUESTRA (gr.):	0.84	N°4	4.750	6.17			2.44	15.78	84.22
PESO SUELO LAVADO (gr.):	144.43	N°10	2.000	8.00	24.81	20.78	5.56	21.34	78.66
		N°20	0.890	8.00	27.01	22.60	6.05	27.39	72.61
		N40	0.425	8.00	78.40	66.74	17.58	44.97	55.03
		N#60	0.250	8.00	37.13	31.50	8.32	53.29	46.71
		N#100	0.150	8.00	4.42	3.70	0.99	54.27	45.73
		N#200	0.075	8.00	0.56	0.47	0.13	54.40	45.60
		< N° 200 FONDO			214.08	203.59	45.60	100.00	0.00

CURVA GRANULOMÉTRICA

Grava				Arena				Fino y Lento	
Grava	Fino	Grava	Arena	Fino	Arena	Fino	Arena	Fino	Arena
2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	1/4"	N°10	N°20	N°40	N°60
						N°100	N°200	N°400	N°600

Observaciones:
- Normativa:
NTP 320.126. Sueltas. Método de ensayo para el análisis granulométrico
NTP 320.132. Sueltas. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No. 200 (75 mic)
CERTIFICADO DE CALIBRACION INCELL-ECO 2021, BALANZA
CERTIFICADO DE CALIBRACION INCELL-ECO 2021, HORNO DE LABORATORIO
CERTIFICADO DE CALIBRACION INCELL-ECO 2021, TAMIZ PARA OPCION INVERNA


VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 64752

CERTIFICADO DE ENSAYO:**CLASIFICACION DEL SUELO**

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2022		
UBICACIÓN:	CALLE SAN AGUSTIN CON PATRA - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2022	CODIGO EXPEDIENTE:	0641-2022/CSAC

MUESTRA: C-2	CAPA: M-1	UBICACIÓN: 0.40m - 1.30 m
---------------------	------------------	----------------------------------

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
CONTENIDO DE HUMEDAD :	11.11 %
LIMITE LIQUIDO :	20 %
LIMITE PLASTICO :	18 %
INDICE PLASTICIDAD :	2 %
MATERIAL PASA MALLA N° 200 :	45.60 %
MATERIAL PASA MALLA N° 4 :	84.22 %
MODULO DE FINEZA :	2.4
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD :	0.9
COEFICIENTE DE CURVATURA :	0.1

CLASIFICACIÓN SUCS	SM
DESCRIPCIÓN DEL SUELO SUCS:	arena limosa con grava
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (2)
DESCRIPCIÓN DEL SUELO AASHTO:	REGULAR MALO

Observaciones:

- Normativa

NTF 338.124. Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS.

NTF 338.125. Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0520-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0520-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0524-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0523-032-2021, TAMIZ PARA GRANULOMETRIA

REGISTRO INCELOPI N° 0630066

INCELL
 JORGE M. LUCAS MADRINO
 LABORATORISTA

INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIR. N° 58792

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE SAN AGUSTIN CON PATRIA - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME RUIGA		
FECHA DE ENSAYO:	viernes, 16 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CDAC

MUESTRA: C-2	GAPA: M-1	UBICACIÓN:	0.40m - 1.30 m
--------------	-----------	------------	----------------

1. DATOS:					
Nº	Descripción	Unidad	A	B	PROM.
1.1	Muestra				
1.2	Peso de muestra	g	50	50	-
1.3	Volumen de agua destilada	ml	250	250	-
1.4	Número de botar	-	SS-8	SS-9	-
1.5	Peso de botar	g	25.28	25.56	-
1.6	Peso de botar - residuo de sales	g	25.17	25.68	-
1.7	Volumen de solución evaluado	ml	50	50	-

2. CÁLCULOS:					
Nº	Descripción	Unidad	A	B	PROM.
2.1	Relación: mezcla suelo - agua destilada	-	5.00	5.00	-
2.2	Residuo de sales	g	0.09	0.09	-
2.3	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	900	900	900
2.4	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.90%	0.90%	0.90%

Observaciones:

- Normativa

MTF 200 152, Suño, Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP037-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP030-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP039-032-2021, TAMAÑO MP30

REGISTRO INDECOPIN Nº 00130268

CORPORACIÓN INCELL
JORGE M. LLICAN JACINTO
LABORATORISTA

CORPORACIÓN INCELL
VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIR. N° 84752

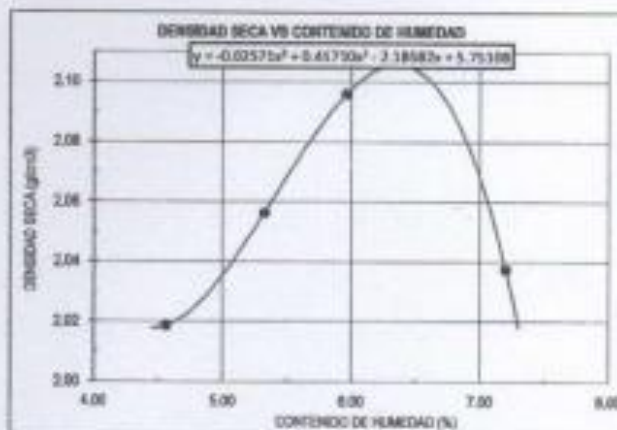
CERTIFICADO DE ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE SAN AGUSTIN CON PATRA - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
CONSULTOR:	-	PROCEDENCIA	-
FECHA ENSAYO:	Viernes, 16 de abril de 2022	CODIGO DE EXPERIENTE:	0041-2022/CESAC

MUESTRA:	C-2	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.40m - 1.30 m
----------	-----	-------	-----	------------	----------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	2014	2014	2014	2014
Peso de molde	g	6782	6782	6782	6782
Peso de la muestra compactada + molde	g	11033	11144	11255	11181
Peso del envase + suelo húmedo	g	322	354	377	290
Peso del envase + suelo seco	g	310	291	264	281
N° de ensayo	-	F-07	F-02	F-10	F-04
Peso del envase	g	47.0	47.0	46.0	45.8

CÁLCULOS					
Densidad húmeda $(1.6-1.3)/1.4$	g/cm ³	2.111	2.166	2.221	2.184
Peso del agua $(1.7-1.8)$	g	52.8	13.0	13.0	17.8
Peso de suelo seco $(1.8-1.10)$	g	263	244	218	236
Contenido de humedad $(2.2-2.3)*100$	%	4.6	5.3	6.0	7.2
Densidad seca $(2.1)/100+2.4*100$	g/cm ³	2.02	2.06	2.10	2.04

**RESULTADOS**M.D.S (g/cm³)

2.11

O.C.H (%)

6.36

Observaciones:

- Normativa:

NTP 399.127, Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 399.141, Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2300kn-cm/cil.

- Método Usado "C"

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0037-002-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0026-002-2021, SERVIDOR DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0028-002-2021, TAREX MP14

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0046-001-2021, MOLDE PROCTOR DE 4"

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0044-001-2021, MAQUILLO PROCTOR DE 4"

88821

CORPORACIÓN
INCELL
JORGE M. LUCAS

CORPORACIÓN
INCELL

VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR (1/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHELAVO, LAMBAYEQUE 2022		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHELAVO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATIZ CHAVARRA BUNGA		
CONSULTOR:	-		
FECHA ENSAYO:	Domingo, 17 de abril de 2022	PROCEDENCIA:	-
	COD. DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CBAC	

MUESTRA: C-1	CAPA: M-1	UBICACIÓN:	EBO# - 1.40 m
---------------------	------------------	-------------------	---------------

C. Datos	1		2		3	
	mm	g	mm	g	mm	g
C.1 N° de molde	-	-	-	-	-	-
C.2 Volumen interior de molde	300	3100	300	3100	300	3100
C.3 Altura molde (descontando disco espaciador)	300	3100	300	3100	300	3100
C.4 Peso del molde (sin agua base)	3	3007	3	3072	3	3099
C.5 N° de capas	-	-	-	-	-	-
C.6 N° de golpes por capa	-	34	-	24	-	18
C.7 Condiciones de sujeción	-	S/Mazo	Mazo	S/Mazo	Mazo	S/Mazo
C.8 Peso molde (sin agua base) + molde humedecido	8	12917	12964	12717	12738	12444
C.9 Estado de humedad de humedad	-	-	-	-	-	-
C.10 Estado N°	-	P-35	P-10	P-34	P-04	P-25
C.11 Peso de capa	-	15.00	46.00	47.00	47.00	47.00
C.12 Capas - Sudo húmedo	8	372.00	381.00	376.00	380.00	410.00
C.13 Capas - Sudo seco	8	378.00	384.00	374.00	380.00	380.00
C.14 Peso de agua contenido (S.S.2.4)	8	14.88	14.88	14.88	14.88	14.88
C.15 Peso molde (S.S.2.4-2.2)	8	287.00	292.00	287.00	287.00	287.00
C.16 Estado de Humedad (S.S.2.4)	%	6.11	6.21	5.84	6.22	5.84

A. Resultados	1	2	3
A.1 Área superficial del molde	cm ²	31.29	31.26
A.2 Volumen de molde	cm ³	3093.85	3073.32
A.3 Peso del molde húmedo (1 & 1.4)	g	4899	4827
A.4 Densidad húmeda (S.S.1.2)	g/cm ³	7.586	7.604
A.5 Densidad seca (S.S.1.2-2.7.1000)	g/cm ³	2.348	2.321

ECCN	HORA	MOLDE					
		1		2		3	
		TSAPC	TSAL	TSAPC	TSAL	TSAPC	TSAL
17:00	00:45:00 p.m.	30	0:00	30	0:00	30	0:00
18:00	00:45:00 p.m.	30	0:00	30	0:00	30	0:00
19:00	00:45:00 p.m.	45	0:00	45	0:00	45	0:00
20:00	00:45:00 p.m.	75	0:00	75	0:00	75	0:00
21:00	00:45:00 p.m.	90	0:00	90	0:00	90	0:00

PENETRACION	mm	MOLDE											
		1		2		3							
		CARGA ESTAD. LB	CARGA	CARGA	CARGA	CARGA	CARGA						
0.800	8.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00							
0.825	8.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25							
0.850	8.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50							
0.875	8.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75							
0.900	9.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00							
0.925	9.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25							
0.950	9.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50							
0.975	9.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75							
1.000	10.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00							
1.025	10.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25							
1.050	10.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50							
1.075	10.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75							
1.100	11.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00							
1.125	11.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25							
1.150	11.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50							
1.175	11.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75							
1.200	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00							
1.225	12.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25							
1.250	12.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50							
1.275	12.75	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75							
1.300	13.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00							
1.325	13.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25							
1.350	13.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50							
1.375	13.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75							
1.400	14.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00							
1.425	14.25	12.25	12.25	12.25	12.25	12.25							
1.450	14.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50							
1.475	14.75	12.75	12.75	12.75	12.75	12.75							
1.500	15.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00							

Observaciones:
- Normativa:
NTF 309.145, Soportes. Método de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.
CERTIFICADO DE CALIBRACION MNS01-003-0021, BALANZA
CERTIFICADO DE CALIBRACION MNS03-003-0021, HORNO DE LABORATORIO
CERTIFICADO DE CALIBRACION MNS09-003-0021, TAMIZ N°12
CERTIFICADO DE CALIBRACION MNS04-003-0021, MOLDE CBR
CERTIFICADO DE CALIBRACION MNS08-003-0021, MANTILLO PRODUCTOR DE 33 LB
CERTIFICADO DE CALIBRACION MNS09-003-0021, PUNTA DE CBR CON PUNTA DE CARGA/CARGA MÁXIMA DE CARGA 11000 LB.
BUREL


 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

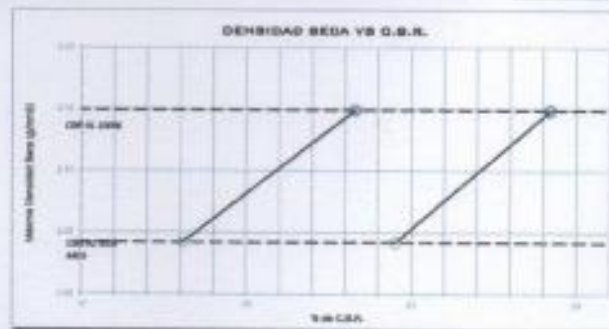
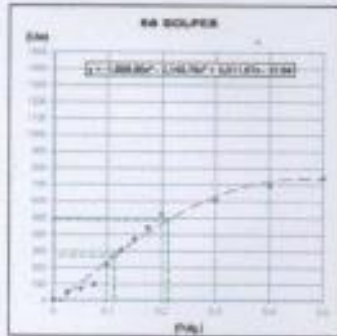

 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR (2/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHECLARO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHECLARO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANIELA BEATRIZ CHINAMAI BURJA		
CONSULTOR:	PROCEDENCIA		
FECHA ENSAYO:	Domingo, 17 de abril de 2021	COD. DE EXPERIENTE:	9641-2020/CISAC

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	6.23
Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.15
95% MDS (g/cm ³)	2.04

DATOS DEL CBR	
CBR al 100% 0.1"	22.20
CBR al 95% de MDS (%)	17.08
CBR al 100% 0.2"	28.22
CBR al 95% de MDS (%)	23.53



- Observaciones:**
- Normas:
 - 97-228-145: Sucesos. Método de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION NPO37-03-2021, BALANZA
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION NPO30-03-2021, HORNO DE LABORATORIO
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION NPO29-03-2021, TAMIZ N°12
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION NPO40-03-2021, MOLDE CBR
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION NPO64-03-2021, MARTILLO PROCTOR DE 10 LB
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION NPO28-03-2021, PRESA DE CBR CON PRESA DE CARGA CARGA MÁXIMA DE CARGA 13000 LB.


 JORGE M. LLICAYACUANTO
 LABORATORISTA


 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO: CORTE DIRECTO (1/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	lunes, 18 de Abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	041-2022/CISAC

EXPLORACION: C-2	MUESTRA: M-1	PROFUNDIDAD: 1.50 m
-------------------------	---------------------	----------------------------

DESCRIPCION	CONDICION 1	DESCRIPCION	CONDICION 2	DESCRIPCION	CONDICION 3
Número de anillo	: 34	Número de anillo	: 11	Número de anillo	: 44
Peso de anillo [gr]	: 76.26	Peso de anillo [gr]	: 76.10	Peso de anillo [gr]	: 76.97
Peso anillo+suelo natural [gr]	: 295.94	Peso anillo+suelo natural [gr]	: 296.21	Peso anillo+suelo natural [gr]	: 296.78
Peso anillo+suelo saturado [g]	: 332.78	Peso anillo+suelo saturado [g]	: 333.44	Peso anillo+suelo saturado [g]	: 334.02
Peso suelo seco [gr]	: 206.00	Peso suelo seco [gr]	: 206.33	Peso suelo seco [gr]	: 206.85
Humedad natural [%]	: 6.59	Humedad natural [%]	: 6.68	Humedad natural [%]	: 6.75
Humedad saturada [%]	: 24.52	Humedad saturada [%]	: 24.72	Humedad saturada [%]	: 24.75
Área de anillo [cm²]	: 39.8154	Área de anillo [cm²]	: 39.9273	Área de anillo [cm²]	: 39.9273
Volumen de anillo [cm³]	: 136.1688	Volumen de anillo [cm³]	: 136.9470	Volumen de anillo [cm³]	: 136.1521
Densidad húmeda [gr/cm³]	: 1.613	Densidad húmeda [gr/cm³]	: 1.584	Densidad húmeda [gr/cm³]	: 1.622
Densidad saturada [gr/cm³]	: 1.884	Densidad saturada [gr/cm³]	: 1.852	Densidad saturada [gr/cm³]	: 1.895
Densidad seca [gr/cm³]	: 1.513	Densidad seca [gr/cm³]	: 1.485	Densidad seca [gr/cm³]	: 1.519
Esfuerzo aplicado [Kg/cm²]	: 0.5	Esfuerzo aplicado [Kg/cm²]	: 1.0	Esfuerzo aplicado [Kg/cm²]	: 1.5

TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	W	TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	W	TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	W
00'00"	10.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	00'00"	10.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	00'00"	10.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
15"	9.26	0.740	3.89	7.46	0.188	0.376	15"	9.26	0.720	7.86	14.44	0.362	0.722	15"	9.26	0.740	16.90	17.63	0.442	0.294
30"	8.36	1.700	4.09	8.93	0.224	0.449	30"	8.27	1.730	16.90	18.35	0.460	0.460	30"	8.26	1.750	16.00	24.86	0.623	0.415
45"	7.26	2.720	5.09	10.38	0.261	0.521	45"	7.26	2.720	11.30	19.37	0.485	0.485	45"	7.24	2.760	17.30	28.47	0.713	0.475
01'00"	6.30	3.700	6.10	11.96	0.301	0.602	01'00"	6.26	3.740	12.30	20.96	0.525	0.525	01'00"	6.27	3.730	18.80	30.06	0.753	0.502
15"	5.28	4.720	6.86	12.99	0.326	0.653	15"	5.27	4.730	13.90	22.64	0.572	0.572	15"	5.27	4.730	18.80	31.79	0.796	0.531
30"	4.26	5.740	7.30	13.72	0.345	0.689	30"	4.30	5.700	14.90	24.14	0.605	0.605	30"	4.26	5.750	20.70	33.09	0.629	0.552
45"	3.26	6.700	7.80	14.44	0.363	0.726	45"	3.28	6.720	14.90	24.14	0.605	0.605	45"	3.28	6.720	21.80	34.67	0.698	0.579
02'00"	2.26	7.740	7.86	14.44	0.363	0.726	02'00"	2.28	7.740	14.40	24.00	0.601	0.601	02'00"	2.26	7.750	22.10	35.10	0.679	0.586
15"	1.80	8.500	7.80	14.15	0.355	0.711	15"	1.80	8.500	14.40	24.00	0.601	0.601	15"	1.80	8.500	22.10	35.10	0.679	0.586
30"	1.00	9.000	7.80	14.15	0.355	0.711	30"	1.00	9.000	14.40	24.00	0.601	0.601	30"	1.00	9.000	22.00	34.96	0.676	0.584
45"	0.90	9.500	7.80	14.15	0.355	0.711	45"	0.90	9.500	14.30	23.85	0.597	0.597	45"	0.90	9.500	22.00	34.96	0.676	0.584
03'00"	0.00	10.00	7.50	14.01	0.352	0.704	03'00"	0.00	10.00	14.30	23.85	0.597	0.597	03'00"	0.00	10.00	22.00	34.96	0.676	0.584

Observaciones:

- Normativa

MTP 339.171: Suelos. Método de Ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones con drenaje

REGISTRO INDECOPÍ N° 00130268

CORPORACIÓN
INCELL
JORGE M. LLICAMAYAN

CORPORACIÓN
INCELL
VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL

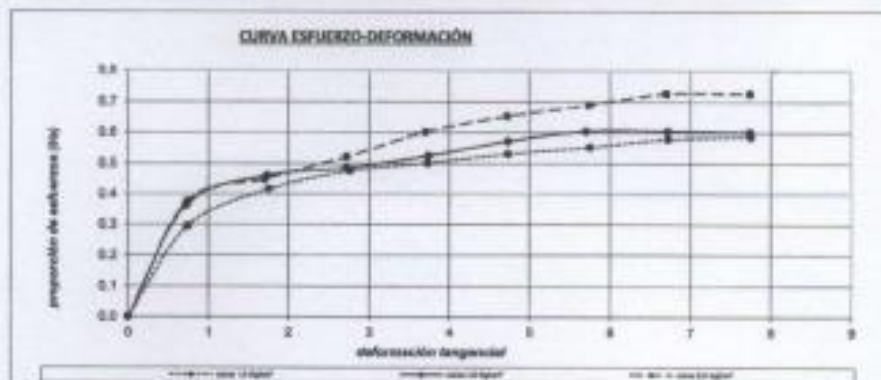
CERTIFICADO DE ENSAYO: CORTE DIRECTO (2/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	lunes, 18 de Abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	041-2022/CISAC

POZO MUESTRA : C2-M1 / PROF. 1.50 m.

Cohesión del suelo :	0.10	Kg/cm ²
Ángulo de fricción interna:	27.31	°

N° especimen	PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm ³)	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	HUMEDAD NATURAL (%)	HUMEDAD SATURADA (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	PROPORCIÓN DE ESFUERZOS (%)	PESO VOLUMETRICO NATURAL (gr / cm ³)	PESO VOLUMETRICO SATURADO (gr / cm ³)	DENSIDAD SECA
1	1.513	0.5	6.59	24.52	0.363	0.726	1.613	1.884	1.513
2	1.485	1.0	6.88	24.72	0.605	0.605	1.584	1.852	1.485
3	1.519	1.5	6.75	24.75	0.879	0.586	1.622	1.895	1.519



Observaciones:

- Normativa

NTP 330.171; Suelos. Método de Ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas

REGISTRO INDECOPI Nº 00130268

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD - LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE TARATA CON CALLE REAL - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/ACSAC

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M 1	UBICACIÓN:	0.50m - 1.50 m
-----------------	-----	--------------	-----	-------------------	----------------

DATOS DE ENSAYO	
N° TARRO	-
TARRO + SUELO HUMEDO	62
TARRO + SUELO SECO	58
PESO DEL AGUA	4
PESO DEL TARRO	0
PESO DEL SUELO SECO	58
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.90%



DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO		
	1 (P-02)	1 (P-04)	(P-05)
N° TARRO			
N° DE GOLPES	35	23	15
TARRO+SUELO HUMEDO	44.24	45.86	52.58
TARRO+SUELO SECO	41.00	42.85	47.81
AGUA	2.64	3.01	4.77
PESO DEL TARRO	28.60	28.80	27.41
PESO DEL SUELO SECO	13.00	14.05	20.40
% DE HUMEDAD	20.31	21.42	23.38



DATOS DE ENSAYO	LIMITE PLÁSTICO		
	1 (P-08)	(P-03)	PRCM
N° TARRO			
TARRO+SUELO HUMEDO	30.61	30.75	30.68
TARRO+SUELO SECO	30.25	30.31	30.28
AGUA	0.36	0.44	0.40
PESO DEL TARRO	28.30	28.00	28.15
PESO DEL SUELO SECO	1.95	2.31	2.13
% DE HUMEDAD	18.48	19.05	18.75

SUELO NO PLÁSTICO	NO
--------------------------	----

RESULTADOS		
LIMITE LIQUIDO	(LL)	21
LIMITE PLÁSTICO	(LP)	19
INDICE PLASTICIDAD	(IP)	2

Observaciones:

- Normativa

NTP 829.121. Sueldos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 829.126. Sueldos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0027-002-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0030-003-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0033-003-2021, TARRO N°48

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0026-002-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

REGISTRO INSCRIPCIÓN N° 06126056

CORPORACION
INCELL
JORGE M. LUCAN VACIANTO
LABORATORISTA

CORPORACION
INCELL

VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 94752

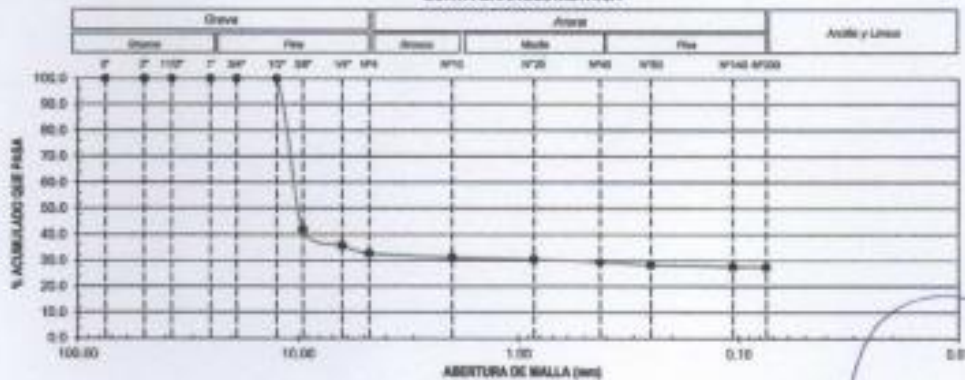
CERTIFICADO DE ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ Nº 200

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020		
UBICACIÓN:	CALLE TABATA CON CALLE REAL - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHIRINAME BURJA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CSAC

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.50m - 1.50 m
----------	-----	-------	-----	------------	----------------

DATOS DE LA MUESTRA		TAMICES		PESO RETENIDO	PESO RETENIDO MUESTRA FINA	PESO RETENIDO FRACCION FINA	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA
		(Pul)	(mm)						
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.):	511.00								
PESO FRACCIÓN GRUESA SECA NATURAL (gr.):	0.00	2"	75.000	0.00			0.00	0.00	100.00
		2"	50.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCIÓN GRUESA LAVADA (gr.):	343.58	1 1/2"	37.500	0.00			0.00	0.00	100.00
		1"	25.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCIÓN FINA (gr.):	167.42	3/4"	18.000	0.00			0.00	0.00	100.00
		1/2"	12.500	0.00			0.00	0.00	100.00
MUESTRA DE FRACCIÓN FINA (gr.):	511.00	3/8"	9.500	207.18			58.15	58.15	41.85
		1/4"	6.300	11.03			6.08	64.22	35.78
RELACION FRACCIÓN FINA/MUESTRA (gr.):	0.33	Nº4	4.750	15.40			3.01	67.24	32.76
		Nº10	2.000	0.00	24.20	7.93	1.55	68.79	31.21
PESO SUELO LAVADO (gr.):	26.80	Nº20	0.850	0.00	11.76	3.85	0.75	69.54	30.46
		Nº40	0.425	0.00	16.60	5.41	1.08	70.60	29.40
		Nº60	0.250	0.00	18.15	5.90	1.10	71.70	28.30
		Nº140	0.106	0.00	8.58	3.14	0.61	72.38	27.62
		Nº200	0.075	0.00	1.60	0.52	0.10	72.48	27.52
		< Nº 200	FONDO	57.42	429.21	140.42	27.52	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

- Normativa
 NTP 239.128, Suelos, Método de ensayo para el análisis granulométrico
 NTP 139.132, Suelos, Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 (75 mic)
 CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº3237-012-2021, SALINDA
 CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº3230-012-2021, HORNO DE LABORATORIO
 CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº3234-012-2021, TAMIZ (ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO)
 REGISTRO INDECOP Nº 0003034

INCELL

INCELL

VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIR Nº 94752

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CLASIFICACION DEL SUELO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE TARATA CON CALLE REAL - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Juvis, 14 de abril de 2022	COODGO EXPEDIENTE:	0041-2022/CSAC

MUESTRA: C-3	CAPA: M-1	UBICACIÓN: 0.50m - 1.50 m
---------------------	------------------	----------------------------------

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
CONTENIDO DE HUMEDAD :	6.90 %
LIMITE LIQUIDO :	21 %
LIMITE PLASTICO :	19 %
INDICE PLASTICIDAD :	2 %
MATERIAL PASA MALLA N° 200 :	27.52 %
MATERIAL PASA MALLA N° 4 :	32.76 %
MODULO DE FINEZA :	5.4
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD :	26.5
COEFICIENTE DE CURVATURA :	0.1

CLASIFICACION SUCS	GM
DESCRIPCION DEL SUELO SUCS:	Grava limosa
CLASIFICACION AASHTO	A-2-4 (0)
DESCRIPCION DEL SUELO AASHTO:	BUENO

Observaciones:

- Normativas

NTF 130.134. Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS.
 NTF 130.135. Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0187-012-2021, BALANZA
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0120-012-2021, HORNO DE LABORATORIO
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0126-012-2021, EQUIPO COPA CAGA GRANDE
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0125-012-2021, TAMIZ PARA GRANULOMETRIA
 REGISTRO INDECOP: N° 90130268

CERTIFICACION
INCELL
JORGE M. LLICAN JACINTO
LABORATORIO 134

CERTIFICACION
INCELL
VICTOR MANUEL TEPPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHECLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE TARATA CON CALLE REAL - DISTRITO DE ZAÑA, CHECLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	último, 16 de abril de 2022	CÓDIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CSAC

MUESTRA: C-3	CAPA: M-1	UBICACIÓN:	0,50m - 1,50 m
--------------	-----------	------------	----------------

1. DATOS:					
1.1	Muestra		A	B	PROM
1.2	Peso de muestra	g	50	50	-
1.3	Volumen de agua destilada	ml	250	250	-
1.4	Número de beaker	-	SS-8	SS-4	-
1.5	Peso de beaker	g	25,28	25,56	-
1.6	Peso de beaker + residuo de sales	g	25,35	25,65	-
1.7	Volumen de solución evaluado	ml	50	50	-

2. CÁLCULOS:					
2.1	Relación: mezcla suelo - agua destilada	-	1.00	1.00	-
2.2	Residuo de sales	g	0.07	0.09	-
2.3	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	7000	8000	8000
2.4	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.70%	0.96%	0.80%

Observaciones

- Normativa

NTP 229.032, Sales. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y arenas inertes.


CERTIFICADO DE CALIBRACION #0037-031-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION #0033-031-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION #0029-031-2021, TÁMIZ #18

REGISTRO INDECOPI Nº 00130258


 JORGE M. LLICAN JACINTO
 LABORATORISTA


 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 04752

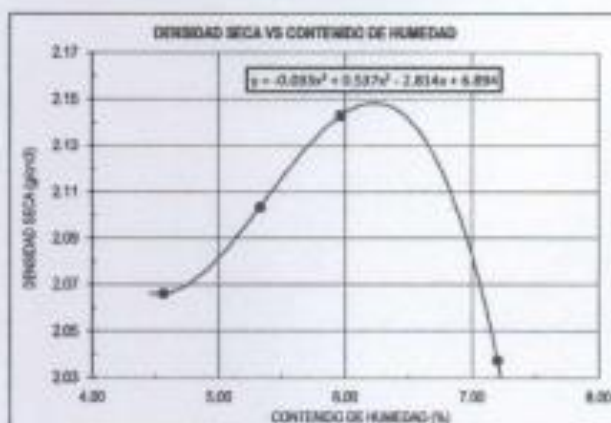
CERTIFICADO DE ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE TARATA CON CALLE REAL - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
CONSULTOR:		PRECEDENCIA:	---
FECHA ENSAYO:	viernes, 16 de abril de 2022	COBRO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CLISAC

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.50m - 1.50 m
-----------------	-----	--------------	-----	-------------------	----------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	2014	2014	2014	2014
Peso de molde	g	6782	6782	6782	6782
Peso de la muestra compactada + molde	g	11133	11244	11255	11181
Peso del ensayo + suelo húmedo	g	322	304	277	298
Peso del ensayo + suelo seco	g	310	291	264	281
N° de ensayo	-	P-07	P-02	P-10	P-04
Peso del ensayo	g	47.0	47.0	46.0	45.0

CÁLCULOS					
Densidad húmeda (1.6-1.5)/1.4	g/cm ³	2.160	2.215	2.271	2.184
Peso del agua (1.7-1.8)	g	12.0	13.0	13.0	17.0
Peso de suelo seco (1.9-1.10)	g	263	244	218	236
Contenido de humedad (2.2-2.3)*100	%	4.6	5.3	6.0	7.2
Densidad seca (2.1)/(100+2.4)*100	g/cm ³	2.07	2.10	2.14	2.04



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)

2.15

C.C.H (%)

6.23

Observaciones:

Normativa:

- MPS 509.127, Suelos, Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- MPS 509.161, Suelos, Método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m²/s².
- Método Unido "C"

CERTIFICADO DE CALIBRACION MP502-052-2001, BALANZA
 CERTIFICADO DE CALIBRACION MP502-052-2001, HORNO DE LABORATORIO
 CERTIFICADO DE CALIBRACION MP502-052-2001, TAMIZ Nº10
 CERTIFICADO DE CALIBRACION MP504-052-2001, MOLDE PROCTOR DE 4"
 CERTIFICADO DE CALIBRACION MP504-052-2001, MOLDE PROCTOR DE 18 LB
 INCELL

CORPORACIÓN
INCELL
JORGE M. LUCAN VICINTO
LABORATORISTA

CORPORACIÓN
INCELL
VICTOR MANUEL TERE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR (1/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAO, LAMBAYQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE TANATA CON CALLE REAL - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAO, LAMBAYQUE		
SOLICITANTE:	DAMITZA BARRAZ CHANKAM SURGA		
CONSULTOR:		PROVINCIA:	---
FECHA ENSAYO:	domingo, 17 de abril de 2021	CDG. DE EXPERIENTE:	D017-VOL/C/2AL

MUESTRA: C-1	CAPA: H-1	UBICACIÓN: 0.50m - 1.50 m
---------------------	------------------	----------------------------------

I. Datos							
1.1 SP de molde	-	a	b	c	d	e	f
1.2 Cantidad estándar de molde	cm	15.00	45.00	15.00	45.00	15.00	45.00
1.3 Altura molde (incluyendo - otros espesores)	cm	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
1.4 Peso del molde (incluye base)	kg	9007	9007	9007	9007	9007	9007
1.5 SP de agua	-	5	5	5	5	5	5
1.6 SP de agua por masa	-	38	38	38	38	38	38
1.7 Condiciones de muestra	-	1/Mojado	Mojado	1/Mojado	Mojado	1/Mojado	Mojado
1.8 Peso molde (incluye base + suelo húmedo)	g	12817	12994	13007	13016	13446	13212
E. Cálculo de contenido de humedad							
1.1 Capacidad SP	-	8.36	8.30	7.06	8.34	8.25	8.25
1.2 Peso de muestra	g	45.00	45.00	47.00	47.00	48.00	48.00
1.3 Capacidad + Suelo húmedo	g	12730	12910	12940	12910	13361	13180
1.4 Capacidad + Suelo seco	g	10620	10618	10400	10400	10538	10530
1.5 Peso de agua contenido (1.3-1.4)	g	2110	2292	2540	2510	2823	2650
1.6 Peso suelo seco (1.4-1.5)	g	8510	8326	7860	7900	7715	7880
1.7 Contenido de humedad (1.5/1.6)	%	24.81	27.65	32.31	31.77	36.58	33.63
A. Resultados							
1.1 Área superficial del molde	cm ²	27.75		27.75		27.75	
1.2 Volumen de suelo	cm ³	3048.00		3077.52		3077.52	
1.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.6)	g	4290	4607	5140	5080	5646	5300
1.4 Densidad húmeda (D _h) (1.3/1.2)	g/cm ³	1.377	1.494	1.674	1.651	1.834	1.723
1.5 Densidad seca (D _s) (1.4/1.6)	g/cm ³	1.550	1.587	1.735	1.718	1.963	1.888

EXPANSION											
MOLDE		a			b			c			
FECHA	HORA	TEMPERATURA	DRA	Espesor	DRA	Espesor	DRA	Espesor	DRA	Espesor	
17 abr	03:45:00 p.m.	20	3000	3.000	3000	3.000	3000	3.000	3000	3.000	
18 abr	03:45:00 p.m.	24	3000	3.050	3000	3.040	3000	3.030%	3000	3.035	
19 abr	03:45:00 p.m.	40	3000	3.250	3000	3.040	3000	3.030%	3000	3.030	
20 abr	03:45:00 p.m.	32	3000	3.200	3000	3.040	3000	3.030%	3000	3.030	
21 abr	03:45:00 p.m.	30	3000	3.200	3000	3.040	3000	3.030%	3000	3.030	

PENETRACION															
MOLDE		a				b				c					
PENETRACION		CARGA ESTANDAR AN		CARGA				CARGA				CARGA			
Densidad	g/cm ³	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.04	190.00	205.46	71.49	85.00	187.35	52.46	77.00	189.74	54.16	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.10	1.27	347.00	368.71	131.12	155.00	311.17	90.00	160.00	374.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.15	1.91	513.00	571.88	171.23	200.00	445.00	124.84	230.00	524.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.20	2.54	680.00	806.89	248.04	275.00	600.00	167.12	300.00	661.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.25	3.18	877.00	1079.87	344.00	350.00	800.00	215.12	400.00	866.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.30	3.81	1077.00	1400.51	477.17	425.00	1000.00	285.14	500.00	1100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.35	4.45	1280.00	1610.47	611.16	500.00	1200.00	375.49	600.00	1300.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.40	5.08	1480.00	1940.57	744.34	575.00	1400.00	485.12	700.00	1400.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.45	5.72	1680.00	2260.57	877.52	650.00	1600.00	604.86	800.00	1500.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.50	6.36	1880.00	2580.51	1010.70	725.00	1800.00	724.59	900.00	1600.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Observaciones
- Normativa: RFP 393.545, Series Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.
CERTIFICADO DE CALIBRACION #P022-032-2021, BALANZA
CERTIFICADO DE CALIBRACION #P025-032-2021, HORNO DE LABORATORIO
CERTIFICADO DE CALIBRACION #P026-032-2021, TANQUE #P10
CERTIFICADO DE CALIBRACION #P046-032-2021, MOLDE CBR
CERTIFICADO DE CALIBRACION #P054-032-2021, MARTILLO PROCTOR DE 20 LB
CERTIFICADO DE CALIBRACION #P055-032-2021, PRINSA DE CBR CON PUNTA DE CARGA/CARGA MÁXIMA DE CARGA 1.000N/10.
#P071



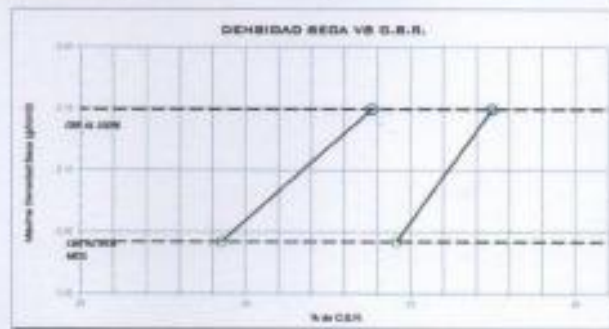
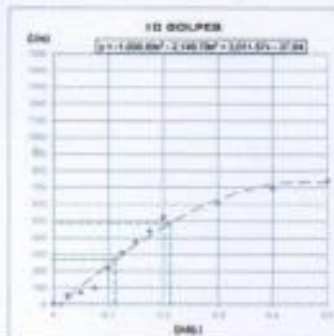
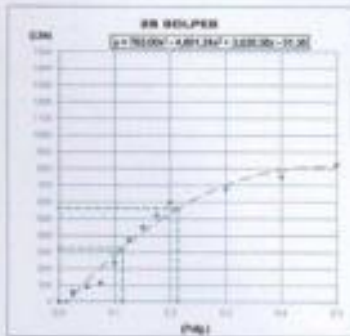
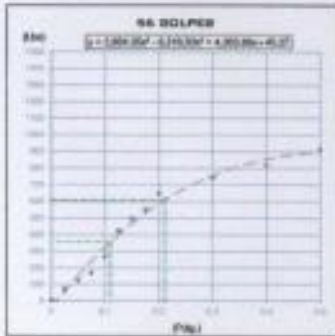
CORPACCIÓN INCELL
VICTOR MANUEL FEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 24752

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR (2/2)


PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRABOCONAL ZARÁ, DISTRITO DE ZARÁ, DIBLAYO, LAMBAYEQUE		
UBICACIÓN:	CALLE TARATA CON CALLE REAL - DISTRITO DE ZARÁ, DIBLAYO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANIELA BEATRIZ CHIANAME BURGÁ		
CONSULTOR:	PROCEDENCIA		
FECHA ENSAYO:	domingo 17 de abril de 2022	COD. DE EXPERIENCIA	0041-002(C)SAC

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	6.23
Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.15
95% MDS (g/cm ³)	2.04

DATOS DEL CBR	
CBR al 100% 0.1"	33.63
CBR al 95% de MDS (%)	25.26
CBR al 100% 0.2"	37.48
CBR al 95% de MDS (%)	34.58



- Observaciones:**
- Normativa:
 - STP 530.345, Sección, Método de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0301-030-0021, BALANZA
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0300-030-0021, HORNO DE LABORATORIO
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0329-030-0021, TAMIZ N°10
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0346-030-0021, MOLDE CBR
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0344-030-0021, MARTILLO PROCTOR DE 30 LB
 - CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0301-030-0021, PRUEBA DE CBR CON PRESIÓN DE CARGA, CARGA MÁXIMA DE CARGA 13000 LB.


JORGE M. LUCAN LACINTO


VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 84792

CERTIFICADO DE ENSAYO: CORTE DIRECTO (1/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 18 de Abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	041-2022/CISAC

EXPLORACION: C-3	MUESTRA: M-1	PROFUNDIDAD:	1.50 m
-------------------------	---------------------	---------------------	--------

DESCRIPCION	CONDICION 1	DESCRIPCION	CONDICION 2	DESCRIPCION	CONDICION 3
Número de anillo	5	Número de anillo	12	Número de anillo	7
Peso de anillo [gr]	81.35	Peso de anillo [gr]	80.64	Peso de anillo [gr]	81.35
Peso anillo+suelo natural [gr]	359.17	Peso anillo+suelo natural [gr]	359.45	Peso anillo+suelo natural [gr]	360.12
Peso anillo+suelo saturado [g]	360.69	Peso anillo+suelo saturado [g]	361.21	Peso anillo+suelo saturado [g]	361.98
Peso suelo seco [gr]	228.41	Peso suelo seco [gr]	229.01	Peso suelo seco [gr]	229.55
Humedad natural [%]	21.63	Humedad natural [%]	21.75	Humedad natural [%]	21.44
Humedad saturada [%]	22.30	Humedad saturada [%]	22.51	Humedad saturada [%]	22.25
Área de anillo [cm ²]	40.3786	Área de anillo [cm ²]	40.0394	Área de anillo [cm ²]	40.6021
Volumen de anillo [cm ³]	139.2991	Volumen de anillo [cm ³]	138.5362	Volumen de anillo [cm ³]	140.4833
Densidad húmeda [gr/cm ³]	1.994	Densidad húmeda [gr/cm ³]	2.013	Densidad húmeda [gr/cm ³]	1.984
Densidad saturada [gr/cm ³]	2.005	Densidad saturada [gr/cm ³]	2.025	Densidad saturada [gr/cm ³]	1.998
Densidad seca [gr/cm ³]	1.640	Densidad seca [gr/cm ³]	1.653	Densidad seca [gr/cm ³]	1.634
Esfuerzo aplicado [Kg/cm ²]	0.5	Esfuerzo aplicado [Kg/cm ²]	1.0	Esfuerzo aplicado [Kg/cm ²]	1.5

TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	v/v	TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	v/v	TIEMPO	DIAL HORIZ.	DESPL. HORIZ.	DIAL CARGA	FUERZA CORTE	ESF. CORTE	v/v
00'00"	10.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	00'00"	10.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	00'00"	10.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
15"	9.25	0.750	5.00	10.38	0.257	0.514	15"	9.28	0.720	7.50	14.01	0.350	0.350	15"	9.26	0.740	10.50	18.35	0.452	0.301
30"	8.26	1.740	7.50	14.01	0.347	0.694	30"	8.30	1.700	8.80	15.89	0.397	0.397	30"	8.28	1.720	12.30	20.96	0.516	0.344
45"	7.28	2.740	8.30	15.17	0.376	0.751	45"	7.28	2.720	9.30	16.62	0.415	0.415	45"	7.30	2.700	12.80	21.88	0.534	0.356
01'00"	6.25	3.750	8.80	15.89	0.394	0.787	01'00"	6.30	3.700	10.50	18.35	0.458	0.458	01'00"	6.30	3.700	13.50	22.70	0.559	0.373
15"	5.30	4.700	9.50	16.91	0.419	0.837	15"	5.28	4.720	11.50	19.80	0.495	0.495	15"	5.25	4.750	13.90	23.27	0.573	0.382
30"	4.23	5.770	10.20	17.92	0.444	0.888	30"	4.30	5.700	12.80	21.68	0.542	0.542	30"	4.30	5.700	14.50	24.14	0.595	0.396
45"	3.27	6.730	11.00	19.08	0.473	0.945	45"	3.30	6.700	13.20	22.26	0.556	0.556	45"	3.26	6.740	15.40	25.44	0.627	0.418
02'00"	2.25	7.750	11.00	19.08	0.473	0.945	02'00"	2.30	7.700	13.80	23.13	0.578	0.578	02'00"	2.30	7.700	16.50	27.03	0.666	0.444
15"	1.50	8.500	10.80	18.79	0.465	0.931	15"	1.50	8.500	13.80	23.13	0.578	0.578	15"	1.50	8.500	16.50	27.03	0.666	0.444
30"	1.00	9.000	10.80	18.79	0.465	0.931	30"	1.00	9.000	13.70	22.98	0.574	0.574	30"	1.00	9.000	16.30	26.74	0.659	0.439
45"	0.50	9.500	10.80	18.79	0.465	0.931	45"	0.50	9.500	13.70	22.98	0.574	0.574	45"	0.50	9.500	16.30	26.74	0.659	0.439
03'00"	0.00	10.00	10.70	18.64	0.462	0.924	03'00"	0.00	10.00	13.70	22.98	0.574	0.574	03'00"	0.00	10.00	16.30	26.74	0.659	0.439

Observaciones:

- Normativa

NTP 339.171: Suelos. Método de Ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas y no drenadas.

CORPORACIÓN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES

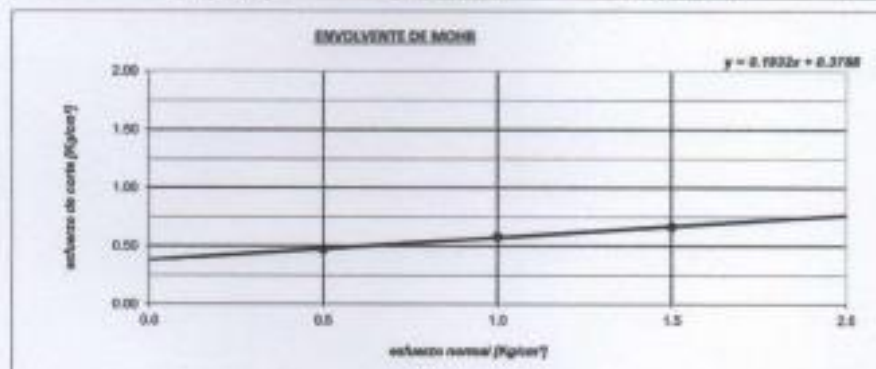
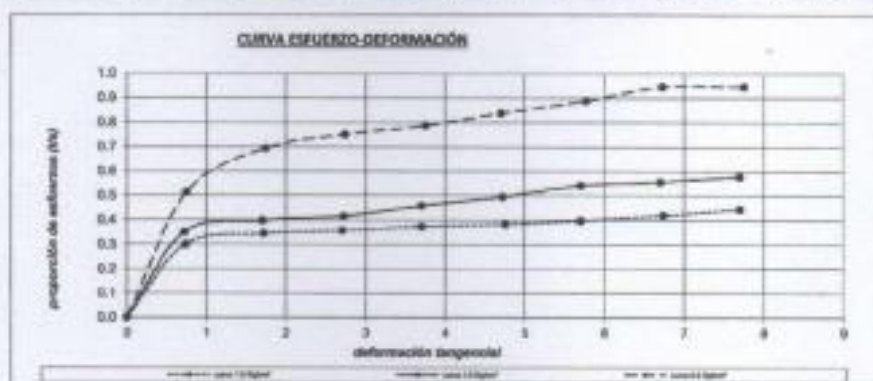
CERTIFICADO DE ENSAYO: CORTE DIRECTO (2/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	PARQUE ECUADOR - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	lunes, 18 de Abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	041-2022/CISAC

POZO MUESTRA : G3-M1 / PROF. 1.30 m.

Cohesión del suelo :	0.38	Kg/cm ²
Ángulo de fricción interna:	10.93	°

N° especimen	PESO VOLUMETRICO SECO (g/cm ³)	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	HUMEDAD NATURAL (%)	HUMEDAD SATURADA (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	PROPORCIÓN DE ESFUERZOS (%)	PESO VOLUMETRICO NATURAL (g / cm ³)	PESO VOLUMETRICO SATURADO (g / cm ³)	DENSIDAD SECA
1	1.640	0.5	21.63	22.30	0.473	0.945	1.904	2.005	1.640
2	1.653	1.0	21.75	22.51	0.578	0.578	2.013	2.025	1.653
3	1.634	1.5	21.44	22.25	0.696	0.444	1.964	1.995	1.634



Observaciones:

- Normativa

NTP 339.171: Suelos. Método de Ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas.
REGISTRO INDECOP MI 00130268

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD - LIMITE LÍQUIDO - LIMITE PLÁSTICO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHILAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE 7 DE JUNIO Y JIRON SAN FRANCISCO - DISTRITO DE ZAÑA, CHILAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURCA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/COISAC

MUESTRA:	C-4	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.30m - 2.00 m
-----------------	-----	--------------	-----	-------------------	----------------

DATOS DE ENSAYO	
Nº TARRO	-
TARRO + SUELO HUMEDO	61
TARRO + SUELO SECO	56
PESO DEL AGUA	5
PESO DEL TARRO	0
PESO DEL SUELO SECO	56
PORCENTAJE DE HUMEDAD	8.92%



DATOS DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO	
Nº TARRO		
Nº DE GOLPES		
TARRO+SUELO HUMEDO		
TARRO+SUELO SECO		
AGUA		
PESO DEL TARRO		
PESO DEL SUELO SECO		
% DE HUMEDAD		



DATOS DE ENSAYO	LIMITE PLÁSTICO	
Nº TARRO		
TARRO+SUELO HUMEDO		
TARRO+SUELO SECO		
AGUA		
PESO DEL TARRO		
PESO DEL SUELO SECO		
% DE HUMEDAD		

SUELO NO PLÁSTICO	SI
-------------------	----

RESULTADOS		
LIMITE LIQUIDO	(LL)	N.P.
LIMITE PLÁSTICO	(LP)	N.P.
INDICE PLASTICIDAD	(IP)	N.P.

Observaciones:

- Normativa

MTF 338.121. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

MTF 338.126. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-003-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-003-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-003-2021, TAMO N°40

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°003-003-2021, JOGRO COPIA CASA GRANDE

REGISTRO INDECOP N° 001.00004

CORPORACIÓN INCELL
LABORATORISTA
JORGE M. LLICAN JACINTO

CORPORACIÓN INCELL
VICTOR MANUEL FERE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84757

ACION INCELL S A C

Contacto:

CERTIFICADO DE ENSAYO:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ N° 200

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2020		
UBICACIÓN:	CALLE 7 DE JUNIO Y BRCA SAN FRANCISCO - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHAMAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/CSAC

MUESTRA:	C-4	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.30m - 2.00 m
----------	-----	-------	-----	------------	----------------

DATOS DE LA MUESTRA		TAMICES		PESO RETENIDO	PESO RETENIDO MUESTRA FINA	PESO RETENIDO FRACCION FINA	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA
		(Pulg)	(mm)						
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.):	258.00								
PESO FRACCION GRUESA SECA NATURAL (gr.):	0.00	3"	75.000	0.00			0.00	0.00	100.00
		2"	50.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCION GRUESA LAVADA (gr.):	1.50	1 1/2"	37.500	0.00			0.00	0.00	100.00
		1"	25.000	0.00			0.00	0.00	100.00
PESO FRACCION FINA (gr.):	256.50	3/4"	19.000	0.00			0.00	0.00	100.00
		1/2"	12.500	0.00			0.00	0.00	100.00
MUESTRA DE FRACCION FINA (gr.):	258.00	3/8"	9.500	0.00			0.00	0.00	100.00
		1/4"	6.500	0.00			0.00	0.00	100.00
RELACION FRACCION FINA/MUESTRA (gr.):	0.99	N°4	4.750	1.50			0.58	0.58	99.42
		N°10	2.000	0.00	6.26	6.22	2.41	2.99	97.01
PESO SUELO LAVADO (gr.):	181.86	N°20	0.850	0.00	9.12	9.07	3.51	6.51	93.49
		N°40	0.426	0.00	47.58	47.30	18.33	24.84	75.16
		N°60	0.250	0.00	95.27	92.73	35.94	60.78	39.22
		N°140	0.106	0.00	5.60	5.66	2.19	62.98	37.02
		N°200	0.075	0.00	0.89	0.88	0.34	63.32	36.68
		< N° 200	FONDO	258.50	95.12	94.64	36.68	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Grava			Arena					Arido y Limos	
Grava	Fino		Grava	Medio	Fino				
3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	N°10 N°20	

Observaciones:
 - Normativa
 NTP 829.126. Soelas. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 NTP 829.132. Soelas. Método de ensayo para determinar el material que pasa al tamiz No 200 (75 um)
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0037-002-2021, BALANZA
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0030-002-2021, HORNO DE LABORATORIO
 CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0033-002-2021, TAMIZ PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 REGISTRO PROFESIONAL N° 00120248

INCELL
CORPORACIÓN

VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84752

CERTIFICADO DE ENSAYO:**CLASIFICACION DEL SUELO**

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE 7 DE JUNIO Y IRON SAN FRANCISCO - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 14 de abril de 2022	CODIGO EXPEDIENTE:	0041-2022/CSAC

MUESTRA: C-4	CAPA: M-1	UBICACIÓN: 0.30m - 2.00 m
---------------------	------------------	----------------------------------

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
CONTENIDO DE HUMEDAD :	8.93 %
LIMITE LIQUIDO :	N.P. %
LIMITE PLASTICO :	N.P. %
INDICE PLASTICIDAD :	N.P. %
MATERIAL PASA MALLA N° 200 :	35.68 %
MATERIAL PASA MALLA N° 4 :	99.42 %
MODULO DE FINEZA :	1.6
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD :	0.7
COEFICIENTE DE CURVATURA :	0.1

CLASIFICACION SUCS	SM
DESCRIPCION DEL SUELO SUCS:	Arenas limosas
CLASIFICACION AASHTO	A-4 (0)
DESCRIPCION DEL SUELO AASHTO:	REGULAR MALO

Observaciones:

- Normativas

NTP 338.134. Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS.

NTP 338.135. Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0057-032-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0020-032-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0025-032-2021, EQUIPO COPA CASA GRANDE

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°0023-032-2021, TAMIZ PARA GRANULOMETRIA

REGISTRO INDECOP N° 00330068

**CORPORACIÓN
INCELL**
JORGE M. LLICANACINTO
LABORATORISTA

**CORPORACIÓN
INCELL**
VICTOR MANUEL YEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84782

CERTIFICADO DE ENSAYO:
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHILAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE 7 DE JUNIO Y IRON SAN FRANCISCO - DISTRITO DE ZAÑA, CHILAYO, LAMBAYEQUE		
CONSULTOR:	-		
SOLICITANTE:	DINETZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
FECHA DE ENSAYO:	viernes, 16 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	6041-2022/CISAC

MUESTRA: C-4	CAPA: M-1	UBICACIÓN:	0.30m - 2.00 m
--------------	-----------	------------	----------------

1. DATOS:					
1.1	Muestra		A	B	PROM.
1.2	Peso de muestra	g	50	50	-
1.3	Volumen de agua destilada	ml	250	250	-
1.4	Número de beaker	-	SS-8	SS-8	-
1.5	Peso de beaker	g	25.28	25.58	-
1.6	Peso de beaker + residuo de sales	g	25.35	25.62	-
1.7	Volumen de solución evaluada	ml	50	50	-

2. CÁLCULOS:					
2.1	Relación: muestra suelo - agua destilada	-	5.00	5.00	-
2.2	Residuo de sales	g	0.07	0.06	-
2.3	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	7000	6000	6500
2.4	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.70%	0.60%	0.65%

Observaciones:

Normativa:
 NTP 399.152. Sales. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.
 CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0017-810-2021, BALANEA
 CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0020-810-2021, HORNO DE LABORATORIO
 CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº0029-810-2021, TAMA 1018
 REGISTRO INDECOPÍ Nº 00130268

CORPORACIÓN INCELL
 JORGE M. LLICAN ASCANTO
 LABORATORISTA

CORPORACIÓN INCELL
 VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 86752

CERTIFICADO DE ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHILAYO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE 7 DE JUNIO Y BRON SAN FRANCISCO - DISTRITO DE ZAÑA, CHILAYO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURGA		
CONSULTOR:		PROCEDENCIA:	
FECHA ENSAYO:	Máximo, 16 de abril de 2022	CODIGO DE EXPEDIENTE:	0041-2022/C35AC

MUESTRA:	C-4	CAPA:	M-1	UBICACIÓN:	0.30m - 2.00 m
-----------------	-----	--------------	-----	-------------------	----------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	2914	2914	2914	2914
Peso de molde	g	6782	6782	6782	6782
Peso de la muestra compactada + molde	g	10453	10644	10705	10481
Peso del envase + suelo húmedo	g	322	304	277	298
Peso del envase + suelo seco	g	310	291	254	281
N° de envase	-	P-07	P-02	P-10	P-04
Peso del envase	g	47.0	47.0	46.0	45.0

CÁLCULOS					
Densidad húmeda (1.8-1.5)/1.4	g/cm ³	1.613	1.918	1.348	1.837
Peso del agua (1.7-1.8)	g	12.0	13.0	13.0	17.0
Peso de suelo seco (1.8-1.10)	g	263	244	218	235
Contenido de humedad (2.2-1.3)*100	%	4.6	5.3	6.0	7.2
Densidad seca (2.1)/(100+2.6)*100	g/cm ³	1.73	1.82	1.86	1.71



RESULTADOS

M.D.S (g/cm³)

1.84

O.C.H (%)

5.86

Observaciones:

- Normativa:

MTF 800.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

MTF 800.141. Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 27000s-cu/m³.

- Método Usado: "C"

CERTIFICADO DE CALIBRACION MPE021-033-2021, BALANZA

CERTIFICADO DE CALIBRACION MPE020-033-2021, HORNO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACION MPE020-033-2021, TAMIZ #425

CERTIFICADO DE CALIBRACION MPE040-033-2021, MOLDE PROCTOR DE 4"

CERTIFICADO DE CALIBRACION MPE040-033-2021, MARTILLO PROCTOR DE 18 LB

INCELL

INCELL

INCELL

VICTOR MANUEL TIPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 84782

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR (1/2)

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAPO, LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE 7 DE ABRIL Y IRON SAN FRANCISCO - DISTRITO DE ZAÑA, CHICLAPO, LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANIELA BEATRIZ CHAMANE BUNGA		
CONSULTOR:		PRESENCIA:	---
FECHA ENSAYO:	domingo, 17 de abril de 2021	COO. DE EXPERIENTE:	0041-2322/CDAC

MUESTRA: C-4	CAPA: M-1	UBICACIÓN: 0,30m - 2,00 m
---------------------	------------------	----------------------------------

5. Blanes							
5.1 N° de modulos	-	0	-	-	-	-	-
5.2 Diámetro interior de modulo	25	75,00	-	-	-	-	-
5.3 Altura exterior desmontado (sin separador)	40	11,60	-	-	-	-	-
5.4 Área del modulo (sin separador)	0	900	-	-	-	-	-
5.5 N° de capas	-	-	-	-	-	-	-
5.6 N° de pedregos por capa	-	30	-	-	-	-	-
5.7 Cantidad de muestra	-	1,50kg	Mojeta	1,50kg	Mojeta	1,50kg	Mojeta
5.8 Peso medio (sin separador) + agua húmeda	0	12257	12254	12137	12218	11904	11998
6. Cálculo de capacidad de humedad							
6.1 Capacidad N°	-	0-05	0-10	0-04	0-04	0-05	0-05
6.2 Peso de agua	0	45,36	45,36	47,50	47,50	44,30	44,30
6.3 Capacidad + agua húmeda	0	12302	12300	12185	12185	12348	12343
6.4 Capacidad + agua seco	0	10450	10450	10400	10400	10350	10350
6.5 Peso de agua contenida (0-1-2-3)	0	18,86	18,86	16,50	16,50	19,99	19,99
6.6 Peso agua seca (0-1-2-3)	0	10538	10538	10535	10535	10450	10450
6.7 Capacidad de humedad (0-1-2-3)	%	0,15	0,15	0,14	0,14	0,16	0,16
8. Resultados							
8.1 Área superficial del modulo	(cm²)	-	21,20	-	21,20	-	21,20
8.2 Volumen de agua	(cm³)	-	2048,88	-	2077,32	-	2075,84
8.3 Peso del agua húmeda (1-2-3-4)	g	4190	4107	4080	4034	4145	4033
8.4 Densidad húmeda (1-2-3-4)	g/cm³	2,044	2,062	1,991	1,945	1,986	1,851
8.5 Densidad seca (0-1-2-3-4)	g/cm³	1,506	1,548	1,549	1,566	1,573	1,502

FECHA		HORA	MÓDULO								
			TIEMPO	A		B		C			
			ESAL	Separación		ESAL	Separación		ESAL	Separación	
			(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)
17-abr	08:45:30 p.m.	0	0,000	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-
18-abr	08:45:30 p.m.	24	0,050	3,850	0,043%	0,040	0,035	0,030%	0,035	0,031	0,026%
19-abr	08:45:30 p.m.	48	0,050	3,852	0,043%	0,041	0,040	0,033%	0,038	0,035	0,027%
20-abr	08:45:30 p.m.	72	0,050	3,852	0,043%	0,041	0,040	0,033%	0,038	0,035	0,027%
21-abr	08:45:30 p.m.	96	0,050	3,852	0,043%	0,041	0,040	0,033%	0,038	0,035	0,027%

PENETRACION		MÓDULO	CARGA ESAL kg	A						B						C					
				CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA					
				Superf.	%	Superf.	%	Superf.	%	Superf.	%	Superf.	%	Superf.	%	Superf.	%				
		(mm)	(kg/cm²)	(cm²)	(%)	(cm²)	(%)	(cm²)	(%)	(cm²)	(%)	(cm²)	(%)	(cm²)	(%)	(cm²)	(%)				
0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
0,025	0,54	17,00	115,44	41,88	36,60	31,65	27,16	25,17	22,00	17,90	17,48	12,48	11,20	10,48	7,48	6,96	6,48				
0,050	1,07	66,00	449,91	49,07	43,00	38,80	33,87	31,87	28,80	24,00	23,70	17,50	16,00	15,70	11,50	10,50	9,50				
0,075	1,61	91,00	607,23	69,08	60,00	53,00	46,00	43,00	39,00	35,00	34,70	25,50	24,00	23,70	17,50	16,00	15,00				
0,100	2,14	100,00	666,67	74,07	64,00	56,00	49,00	46,00	42,00	38,00	37,70	28,50	27,00	26,70	20,50	19,00	18,00				
0,125	2,68	132,00	884,64	86,03	74,00	64,00	56,00	51,00	47,00	43,00	42,70	33,50	32,00	31,70	25,50	24,00	23,00				
0,150	3,21	212,00	1407,36	151,70	131,00	115,00	100,00	95,00	90,00	85,00	84,70	65,50	64,00	63,70	51,50	50,00	49,00				
0,175	3,75	307,00	2000,33	221,20	191,00	169,00	147,00	142,00	137,00	132,00	131,70	102,50	101,00	100,70	82,50	81,00	80,00				
0,200	4,28	390,00	2600,00	281,77	249,04	216,00	189,00	184,00	179,00	174,00	173,70	137,50	136,00	135,70	111,50	110,00	109,00				
0,225	4,81	510,00	3400,00	384,34	332,00	290,00	252,00	247,00	242,00	237,00	236,70	187,50	186,00	185,70	151,50	150,00	149,00				
0,250	5,35	645,00	4300,00	473,93	411,00	360,00	312,00	307,00	292,00	287,00	286,70	227,50	226,00	225,70	187,50	186,00	185,00				
0,275	5,88	711,00	4800,00	522,49	450,00	390,00	336,00	331,00	326,00	321,00	320,70	257,50	256,00	255,70	207,50	206,00	205,00				

Observaciones:
- Normativas:
- RFP 030-119, Series, Método de ensayo de CBR, Política de Transporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.
- CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0307-033-0003, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0308-033-0002, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0309-033-0001, TAMIZ MP10
- CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0310-033-0001, MOLINO CBR
- CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0314-033-0001, MATERIO PROCTOR DE 30 LB
- CERTIFICADO DE CALIBRACION MP0319-033-0001, PUNTA DE CBR CON PUNTA DE CARGA MARIANA DE CARGA 13000 LB.


INCELL
 INGENIERIA Y CONSULTORIA

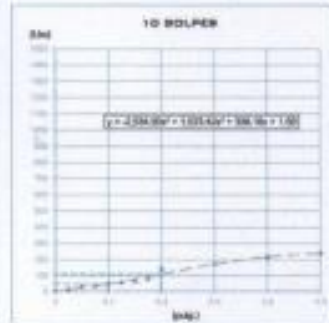
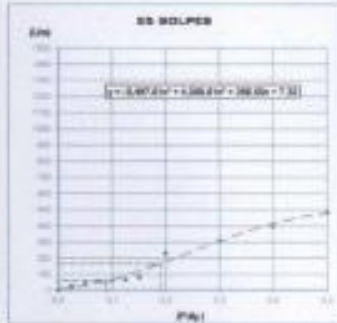
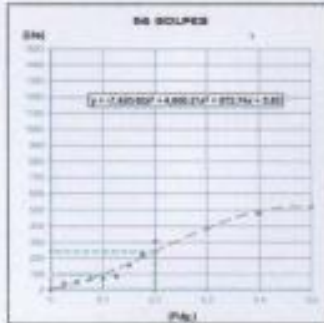

VICTOR MANUEL TEPE-ATOCHÉ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 04752

**CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR (2/2)**

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, DISTRITO DE ZAÑA, C/BLVD. LAMBAYEQUE-2020		
UBICACIÓN:	CALLE 7 DE JUNIO Y IRON SAN FRANCISCO - DISTRITO DE ZAÑA, C/BLVD. LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	DANITZA BEATRIZ CHANAME BURSA		
CONSULTOR:		PROCESINCA	
FECHA ENSAYO:	viernes, 17 de abril de 2022	COG. DE EXPEDIENTE:	001-2022/CEAC

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	5.86
Alteima densidad seca (g/cm ³)	1.84
95% MDS (g/cm ³)	1.75

DATOS DEL CBR	
CBR al 100% 0.1"	7.69
CBR al 95% de MDS (%)	5.02
CBR al 100% 0.2"	11.13
CBR al 95% de MDS (%)	8.20



Observaciones

- Normativa
- NTF 530 145, Sochos, Método de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°027-010-2021, BALANZA
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°020-010-2021, HORNO DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°029-010-2021, TAMIZ N°10
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°030-010-2021, MOLDE CBR
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°030-010-2021, MARTILLO PROCTOR DE 30 LB
- CERTIFICADO DE CALIBRACION N°031-010-2021, PRESA DE CBR CON PRESA DE CARGA CANGA MARINA DE CARGA 12000 LB.

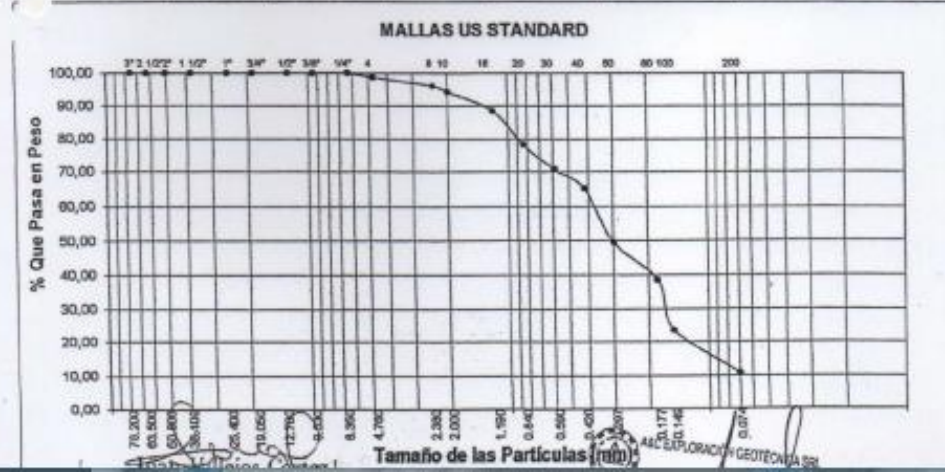


VICTOR MANUEL TEPE ATOCHE
INGENIERO CIVIL
C.I.R. N° 84752

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD DISTRITAL ZAÑA
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE SANEAMIENTO DE AGUA, DESAGUE Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE ZAÑA
UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE
FECHA : 02/04/2009
CALICATA N°: C - 3 **MUESTRA N° 1** **PROFUNDIDAD :** 1.20 - 2.00 m

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg. / mm.						
3"	76,20					
2 1/2"	63,50					SW-SM, arenas con grava y limo.
	50,80					
	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,05					L.L. : 17,80
1/2"	12,70					L.P. : N° P°
3/8"	9,53					L.P. : N° P°
1/4"	6,35			100,00		CLASIFICACION AASHTO : A-2-4 (0)
N° 04	4,76	3,50	1,22	1,22	98,78	
N° 08	2,38	7,50	2,82	3,85	96,15	
N° 10	2,00	5,40	1,89	5,74	94,26	
N° 16	1,19	16,20	5,67	11,41	88,59	OBSERVACIONES:
N° 20	0,84	20,30	10,25	21,68	78,34	
N° 30	0,69	21,70	7,59	29,25	70,75	
N° 40	0,42	15,50	5,42	34,67	65,33	
N° 50	0,30	44,90	15,71	50,38	49,62	
N° 80	0,18	31,40	10,99	61,37	38,63	
N° 100	0,15	42,90	15,01	76,38	23,62	
N° 200	0,07	36,70	12,84	89,22	10,78	
<N° 200		30,80	10,78	100,00	0,00	
250 Inicial	285,80					



LIMITES DE ATTERBERG

000009

SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL ZAÑA
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE BANEAMIENTO DE AGUA, DESAGUE Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE ZAÑA
 UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE
 FECHA : 02/04/2009

LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	C3 - M1			---		
	1,20 - 2,00			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	14	21	27	---	---	---
1. Recipiente N°	111	113	118	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	49,64	50,55	53,80	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	44,11	44,87	47,87	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	15,12	13,60	14,24	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	5,53	5,68	5,93	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	28,99	31,27	33,63	---	---	---
7. Humedad (%)	19,08	18,18	17,63	---	---	---

LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	C3 - M1			---		
	1,20 - 2,00			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	---	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	---	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	---	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	---	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	---	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	---	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	---	---	---	---	---	---



MUESTRA		
	C3 - M1	---
LL	17,80	---
LP	N° P°	---
IP	N° P°	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
C3 - M1	SW-SM	A - 2 - 4 (0)
---	---	---

Observaciones:

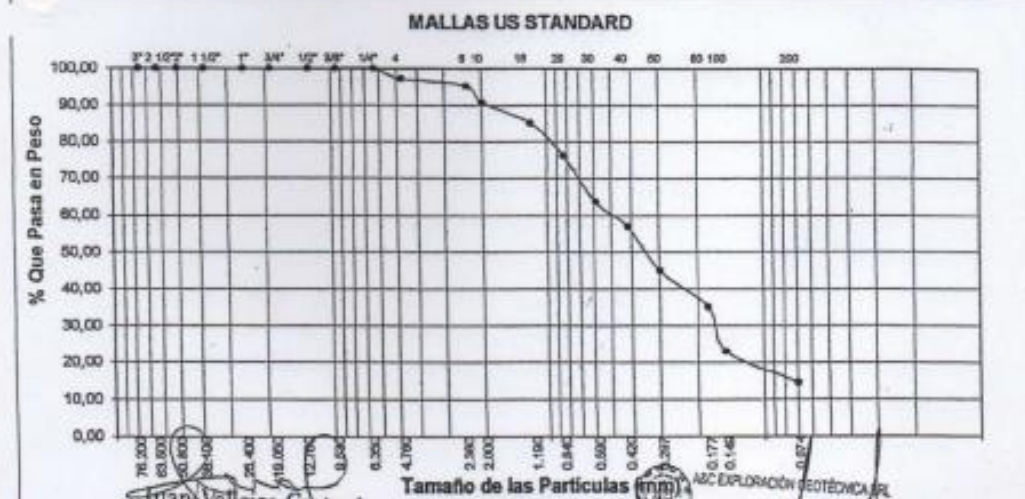
Juan Estejros Cortez
 Juan Estejros Cortez
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD DISTRITAL ZAÑA
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE SANEAMIENTO DE AGUA, DESAGUE Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE ZAÑA
UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE
FECHA : 02/04/2009
CALICATA Nº: C - 7 **MUESTRA Nº 1** **PROFUNDIDAD :** 0.90 - 1.50 m

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76,20						
2 1/2"	63,50						SM, arenas limosas, mezclas de arena y limo.
	50,80						
1 1/2"	38,10						
1"	25,40						LL. : 21,45
3/4"	19,05						L.P. : 19,31
1/2"	12,70						I.P. : 2,14
3/8"	9,53						CLASIFICACION
1/4"	6,35				100,00		AASHTO : A-2-4 (0)
Nº 04	4,76	7,10	2,63	2,63	97,37		
Nº 08	2,38	5,40	2,00	4,63	95,37		
Nº 10	2,00	12,10	4,45	9,11	90,89		
Nº 16	1,19	15,60	5,78	14,89	85,11		OBSERVACIONES:
Nº 20	0,84	23,80	8,81	23,70	76,30		
Nº 30	0,59	34,10	12,63	36,33	63,67		
Nº 40	0,42	17,70	6,58	42,89	57,11		
Nº 50	0,30	32,50	12,04	54,93	45,07		
Nº 80	0,18	26,90	9,99	64,89	35,11		
Nº 100	0,15	32,20	11,93	76,81	23,19		
Nº 200	0,07	23,70	8,78	85,59	14,41		
<Nº 200		38,90	14,41	100,00	0,00		
Peso Inicial		270,00					



LIMITES DE ATTERBERG

000201

OLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL ZAÑA
 ROYECTO : MEJORAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE SANEAMIENTO DE AGUA, DESAGUE Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE ZAÑA
 UBICACIÓN : DIST. ZAÑA, PROV. CHICLAYO, DPTO. LAMBAYEQUE
 FECHA : 02/04/2009

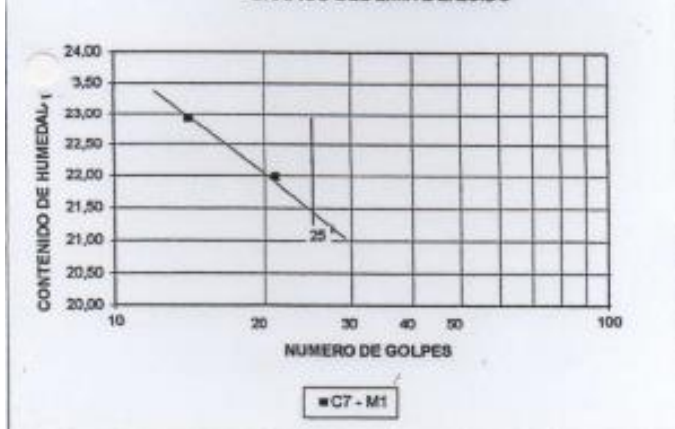
LIMITE LIQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C7 - M1			---		
	0.90 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	14	21	27	---	---	---
1. Recipiente Nº	215	221	223	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	54,26	56,39	57,87	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	46,75	46,74	49,95	---	---	---
4. P. de la Tara (gr)	14,09	13,80	12,65	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	7,51	7,85	7,62	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	32,66	34,94	37,30	---	---	---
7. Humedad (%)	22,99	21,89	21,23	---	---	---

LIMITE PLASTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C7 - M1			---		
	0.90 - 1.50			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente Nº	225	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	20,98	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	19,81	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	14,27	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1,07	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	5,54	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	19,31	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	C7 - M1	---
LL.	21,45	---
LP.	19,31	---
LP.	2,14	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
C7 - M1	SM	A-2 - 4 (0)
---	---	---

Observaciones: _____

Anexo 03: Estudio hidrológico e hidráulico

Estos estudios tienen como finalidad determinar la precipitación máxima en un año, información que se obtuvo del SENAMHI; considerando la estación meteorológica de Cayaltí por encontrarse cerca de la zona evaluada. Y así se pudo obtener a través de los métodos estadísticos las máximas precipitaciones para cada cierto periodo de retorno, obteniendo como producto final: la Curva IDF, la estimación de la intensidad y el caudal para el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial.

Información hidrológica

Se tomó los datos correspondientes a la Estación de Cayaltí, la cual se encuentra ubicada:

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Cayaltí

Latitud: 6°52'50.86"

Longitud: 79°32'49.25"

Altitud: 90 msnm.

Año	Máx. de PP
1982	3.00
1983	65.80
1984	15.00
1985	8.00
1986	4.50
1987	28.00
1988	7.20
1989	8.90
1990	3.70
1991	33.50
1992	9.10
1993	14.90
1994	17.00
1995	13.10
1996	5.50
1997	29.80
1998	77.30
1999	24.00
2000	11.00
2001	10.20
2002	7.50
2003	6.30
2004	3.50

2005	3.30
2006	5.90
2007	5.20
2008	7.20
2009	9.90
2010	11.90
2011	8.60
2012	12.70
2013	14.00
2014	9.90
2015	4.60
2016	9.29
2017	51.30
2018	5.30
2019	7.90
2020	4.87
2021	7.60

Tabla 3. 1: Precipitación máxima en 24h (mm) [28].

Periodo de retorno

Según el Capítulo III de la Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE, menciona que el periodo de retorno se considera según el tipo de proyecto, así como el criterio y experiencia del diseñador.

Así que, se tomó en cuenta el periodo de retorno con el que se ha diseñado en tesis anteriores que tienen el mismo objetivo. Por lo tanto, se diseñó con un periodo de retorno de T=10 años.

Análisis estadístico de datos hidrológicos

Este análisis en la Estación de Cayaltí se realizó con ayuda del software Hidroesta 2.

En este proyecto se ha basado en la data de 40 años de precipitaciones máximas en 24h desde el 1982 hasta el 2021.

Se eligió la distribución más representativa, la cual debe cumplir el delta D ser menor que d, siendo este último igual a 0.21 considerando un 5% de significancia.

Tamaño de la muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
40	0.19	0.21	0.25

Tabla 3. 2: Valor crítico d de muestra=40 para la prueba Kolmogorov-Smirnov [18].

✓ **Distribución normal**

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	3	0.0244	0.2385	0.1769	0.2141
2	3.3	0.0488	0.2442	0.1831	0.1954
3	3.5	0.0732	0.2481	0.1874	0.1749
4	3.7	0.0976	0.2519	0.1917	0.1544
5	4.5	0.1220	0.2678	0.2095	0.1458
6	4.6	0.1463	0.2698	0.2118	0.1234
7	4.8663	0.1707	0.2752	0.2180	0.1044
8	5.2	0.1951	0.2820	0.2259	0.0869
9	5.3	0.2195	0.2841	0.2283	0.0646
10	5.5	0.2439	0.2882	0.2332	0.0443
11	5.9	0.2683	0.2966	0.2430	0.0283
12	6.3	0.2927	0.3051	0.2531	0.0124
13	7.2	0.3171	0.3246	0.2765	0.0075
14	7.2	0.3415	0.3246	0.2765	0.0169
15	7.5	0.3659	0.3312	0.2846	0.0346
16	7.6	0.3902	0.3334	0.2873	0.0568
17	7.9	0.4146	0.3401	0.2954	0.0745
18	8	0.4390	0.3423	0.2982	0.0967
19	8.6	0.4634	0.3559	0.3150	0.1075
20	8.9	0.4878	0.3627	0.3235	0.1251
21	9.1	0.5122	0.3673	0.3292	0.1449
22	9.29	0.5366	0.3717	0.3347	0.1649
23	9.9	0.5610	0.3858	0.3526	0.1751
24	9.9	0.5854	0.3858	0.3526	0.1995
25	10.2	0.6098	0.3929	0.3615	0.2169
26	11	0.6341	0.4117	0.3856	0.2224
27	11.9	0.6585	0.4332	0.4132	0.2253
28	12.7	0.6829	0.4525	0.4382	0.2304
29	13.1	0.7073	0.4622	0.4507	0.2451
30	14	0.7317	0.4840	0.4792	0.2477
31	14.9	0.7561	0.5059	0.5077	0.2502
32	15	0.7805	0.5084	0.5109	0.2721
33	17	0.8049	0.5568	0.5740	0.2480
34	24	0.8293	0.7157	0.7714	0.1136
35	28	0.8537	0.7922	0.8558	0.0615
36	29.8	0.8780	0.8222	0.8859	0.0558
37	33.5	0.9024	0.8748	0.9331	0.0276
38	51.3	0.9268	0.9873	0.9982	0.0605
39	65.8	0.9512	0.9991	1.0000	0.0479
40	77.3	0.9756	0.9999	1.0000	0.0243

✓ **Distribución Log Normal 2 parámetros**

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	3	0.0244	0.0621	0.0591	0.0377
2	3.3	0.0488	0.0783	0.0749	0.0295
3	3.5	0.0732	0.0897	0.0862	0.0165
4	3.7	0.0976	0.1016	0.0979	0.0040
5	4.5	0.1220	0.1525	0.1486	0.0306
6	4.6	0.1463	0.1592	0.1552	0.0128
7	4.8663	0.1707	0.1770	0.1731	0.0063
8	5.2	0.1951	0.1996	0.1957	0.0044
9	5.3	0.2195	0.2063	0.2025	0.0132
10	5.5	0.2439	0.2199	0.2162	0.0240
11	5.9	0.2683	0.2470	0.2435	0.0213
12	6.3	0.2927	0.2739	0.2706	0.0188
13	7.2	0.3171	0.3326	0.3300	0.0156
14	7.2	0.3415	0.3326	0.3300	0.0088
15	7.5	0.3659	0.3515	0.3492	0.0143
16	7.6	0.3902	0.3578	0.3555	0.0325
17	7.9	0.4146	0.3762	0.3742	0.0385
18	8	0.4390	0.3822	0.3803	0.0568
19	8.6	0.4634	0.4174	0.4161	0.0460
20	8.9	0.4878	0.4344	0.4333	0.0534
21	9.1	0.5122	0.4454	0.4445	0.0668
22	9.29	0.5366	0.4558	0.4550	0.0808
23	9.9	0.5610	0.4877	0.4875	0.0733
24	9.9	0.5854	0.4877	0.4875	0.0977
25	10.2	0.6098	0.5027	0.5027	0.1071
26	11	0.6341	0.5406	0.5413	0.0935
27	11.9	0.6585	0.5797	0.5810	0.0788
28	12.7	0.6829	0.6115	0.6133	0.0714
29	13.1	0.7073	0.6264	0.6284	0.0809
30	14	0.7317	0.6577	0.6602	0.0740
31	14.9	0.7561	0.6861	0.6889	0.0700
32	15	0.7805	0.6891	0.6920	0.0914
33	17	0.8049	0.7425	0.7460	0.0623
34	24	0.8293	0.8613	0.8652	0.0320
35	28	0.8537	0.8999	0.9035	0.0462
36	29.8	0.8780	0.9130	0.9165	0.0349
37	33.5	0.9024	0.9341	0.9372	0.0316
38	51.3	0.9268	0.9796	0.9812	0.0527
39	65.8	0.9512	0.9908	0.9917	0.0396
40	77.3	0.9756	0.9948	0.9954	0.0192

✓ **Distribución Log Normal 3 parámetros**

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	3	0.0244	-2.2390	0.0126	0.0118
2	3.3	0.0488	-1.8564	0.0317	0.0171
3	3.5	0.0732	-1.6686	0.0476	0.0256
4	3.7	0.0976	-1.5129	0.0652	0.0324
5	4.5	0.1220	-1.0681	0.1427	0.0208
6	4.6	0.1463	-1.0251	0.1527	0.0063
7	4.8663	0.1707	-0.9196	0.1789	0.0082
8	5.2	0.1951	-0.8025	0.2111	0.0160
9	5.3	0.2195	-0.7701	0.2206	0.0011
10	5.5	0.2439	-0.7087	0.2393	0.0046
11	5.9	0.2683	-0.5969	0.2753	0.0070
12	6.3	0.2927	-0.4973	0.3095	0.0168
13	7.2	0.3171	-0.3063	0.3797	0.0626
14	7.2	0.3415	-0.3063	0.3797	0.0382
15	7.5	0.3659	-0.2506	0.4011	0.0352
16	7.6	0.3902	-0.2327	0.4080	0.0177
17	7.9	0.4146	-0.1812	0.4281	0.0135
18	8	0.4390	-0.1647	0.4346	0.0044
19	8.6	0.4634	-0.0712	0.4716	0.0082
20	8.9	0.4878	-0.0278	0.4889	0.0011
21	9.1	0.5122	0.0000	0.5000	0.0122
22	9.29	0.5366	0.0257	0.5102	0.0263
23	9.9	0.5610	0.1035	0.5412	0.0197
24	9.9	0.5854	0.1035	0.5412	0.0441
25	10.2	0.6098	0.1395	0.5555	0.0543
26	11	0.6341	0.2291	0.5906	0.0435
27	11.9	0.6585	0.3204	0.6257	0.0329
28	12.7	0.6829	0.3945	0.6534	0.0295
29	13.1	0.7073	0.4295	0.6662	0.0411
30	14	0.7317	0.5035	0.6927	0.0390
31	14.9	0.7561	0.5720	0.7163	0.0398
32	15	0.7805	0.5793	0.7188	0.0617
33	17	0.8049	0.7143	0.7625	0.0424
34	24	0.8293	1.0731	0.8584	0.0291
35	28	0.8537	1.2287	0.8904	0.0367
36	29.8	0.8780	1.2909	0.9016	0.0236
37	33.5	0.9024	1.4069	0.9203	0.0178
38	51.3	0.9268	1.8212	0.9657	0.0389
39	65.8	0.9512	2.0589	0.9802	0.0290
40	77.3	0.9756	2.2114	0.9865	0.0109

✓ **Distribución Gamma 2 parámetros**

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	3	0.0244	0.1063	0.3903	0.0819
2	3.3	0.0488	0.1205	0.4054	0.0717
3	3.5	0.0732	0.1301	0.4149	0.0570
4	3.7	0.0976	0.1398	0.4241	0.0423
5	4.5	0.1220	0.1791	0.4577	0.0571
6	4.6	0.1463	0.1840	0.4616	0.0377
7	4.8663	0.1707	0.1972	0.4717	0.0265
8	5.2	0.1951	0.2137	0.4838	0.0186
9	5.3	0.2195	0.2187	0.4874	0.0008
10	5.5	0.2439	0.2286	0.4943	0.0153
11	5.9	0.2683	0.2483	0.5075	0.0200
12	6.3	0.2927	0.2678	0.5201	0.0249
13	7.2	0.3171	0.3111	0.5464	0.0060
14	7.2	0.3415	0.3111	0.5464	0.0304
15	7.5	0.3659	0.3253	0.5546	0.0406
16	7.6	0.3902	0.3300	0.5573	0.0603
17	7.9	0.4146	0.3439	0.5651	0.0707
18	8	0.4390	0.3486	0.5677	0.0905
19	8.6	0.4634	0.3759	0.5825	0.0875
20	8.9	0.4878	0.3893	0.5896	0.0985
21	9.1	0.5122	0.3981	0.5943	0.1141
22	9.29	0.5366	0.4065	0.5986	0.1301
23	9.9	0.5610	0.4326	0.6120	0.1283
24	9.9	0.5854	0.4326	0.6120	0.1527
25	10.2	0.6098	0.4452	0.6183	0.1645
26	11	0.6341	0.4778	0.6344	0.1564
27	11.9	0.6585	0.5127	0.6513	0.1458
28	12.7	0.6829	0.5422	0.6654	0.1408
29	13.1	0.7073	0.5564	0.6721	0.1509
30	14	0.7317	0.5870	0.6865	0.1447
31	14.9	0.7561	0.6159	0.7001	0.1402
32	15	0.7805	0.6190	0.7015	0.1615
33	17	0.8049	0.6765	0.7287	0.1283
34	24	0.8293	0.8218	0.8017	0.0074
35	28	0.8537	0.8747	0.8325	0.0211
36	29.8	0.8780	0.8933	0.8445	0.0153
37	33.5	0.9024	0.9236	0.8661	0.0212
38	51.3	0.9268	0.9853	0.9322	0.0585
39	65.8	0.9512	0.9963	0.9598	0.0451
40	77.3	0.9756	0.9988	0.9731	0.0232

✓ **Distribución Gamma 3 parámetros**

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	3	0.0244	0.1712	0.0000	0.1468
2	3.3	0.0488	0.2020	0.0000	0.1532
3	3.5	0.0732	0.2205	0.0000	0.1473
4	3.7	0.0976	0.2378	0.0000	0.1402
5	4.5	0.1220	0.2979	0.0000	0.1759
6	4.6	0.1463	0.3046	0.0000	0.1583
7	4.8663	0.1707	0.3219	0.0000	0.1511
8	5.2	0.1951	0.3422	0.0000	0.1471
9	5.3	0.2195	0.3481	0.0000	0.1286
10	5.5	0.2439	0.3595	0.0000	0.1156
11	5.9	0.2683	0.3813	0.0000	0.1130
12	6.3	0.2927	0.4017	0.0000	0.1090
13	7.2	0.3171	0.4436	0.0000	0.1266
14	7.2	0.3415	0.4436	0.0000	0.1022
15	7.5	0.3659	0.4565	0.0000	0.0907
16	7.6	0.3902	0.4607	0.0000	0.0705
17	7.9	0.4146	0.4730	0.0000	0.0584
18	8	0.4390	0.4770	0.0000	0.0380
19	8.6	0.4634	0.5001	0.0000	0.0367
20	8.9	0.4878	0.5110	0.0000	0.0232
21	9.1	0.5122	0.5182	0.0000	0.0060
22	9.29	0.5366	0.5248	0.0000	0.0118
23	9.9	0.5610	0.5452	0.0000	0.0158
24	9.9	0.5854	0.5452	0.0000	0.0402
25	10.2	0.6098	0.5547	0.0000	0.0550
26	11	0.6341	0.5790	0.0000	0.0552
27	11.9	0.6585	0.6041	0.0000	0.0544
28	12.7	0.6829	0.6249	0.0000	0.0580
29	13.1	0.7073	0.6347	0.0000	0.0726
30	14	0.7317	0.6557	0.0000	0.0760
31	14.9	0.7561	0.6752	0.0000	0.0809
32	15	0.7805	0.6773	0.0000	0.1032
33	17	0.8049	0.7157	0.0000	0.0892
34	24	0.8293	0.8138	0.0000	0.0155
35	28	0.8537	0.8523	0.0000	0.0013
36	29.8	0.8780	0.8667	0.0000	0.0113
37	33.5	0.9024	0.8918	0.0000	0.0106
38	51.3	0.9268	0.9588	0.0000	0.0320
39	65.8	0.9512	0.9808	0.0000	0.0295
40	77.3	0.9756	0.9894	0.0000	0.0138

✓ **Distribución Log Pearson tipo III**

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	3	0.0244	0.0234	0.0131	0.0009
2	3.3	0.0488	0.0406	0.0298	0.0081
3	3.5	0.0732	0.0543	0.0441	0.0188
4	3.7	0.0976	0.0695	0.0605	0.0281
5	4.5	0.1220	0.1391	0.1376	0.0171
6	4.6	0.1463	0.1484	0.1478	0.0020
7	4.8663	0.1707	0.1733	0.1753	0.0025
8	5.2	0.1951	0.2045	0.2094	0.0094
9	5.3	0.2195	0.2138	0.2195	0.0057
10	5.5	0.2439	0.2323	0.2394	0.0116
11	5.9	0.2683	0.2685	0.2781	0.0002
12	6.3	0.2927	0.3034	0.3150	0.0107
13	7.2	0.3171	0.3761	0.3903	0.0591
14	7.2	0.3415	0.3761	0.3903	0.0347
15	7.5	0.3659	0.3985	0.4131	0.0326
16	7.6	0.3902	0.4057	0.4205	0.0155
17	7.9	0.4146	0.4268	0.4418	0.0122
18	8	0.4390	0.4336	0.4487	0.0054
19	8.6	0.4634	0.4725	0.4875	0.0091
20	8.9	0.4878	0.4907	0.5055	0.0029
21	9.1	0.5122	0.5023	0.5170	0.0099
22	9.29	0.5366	0.5130	0.5276	0.0235
23	9.9	0.5610	0.5455	0.5594	0.0155
24	9.9	0.5854	0.5455	0.5594	0.0399
25	10.2	0.6098	0.5603	0.5738	0.0494
26	11	0.6341	0.5968	0.6092	0.0373
27	11.9	0.6585	0.6330	0.6439	0.0256
28	12.7	0.6829	0.6614	0.6710	0.0216
29	13.1	0.7073	0.6744	0.6834	0.0329
30	14	0.7317	0.7012	0.7088	0.0306
31	14.9	0.7561	0.7248	0.7312	0.0313
32	15	0.7805	0.7273	0.7335	0.0532
33	17	0.8049	0.7705	0.7742	0.0344
34	24	0.8293	0.8625	0.8608	0.0332
35	28	0.8537	0.8923	0.8891	0.0387
36	29.8	0.8780	0.9027	0.8991	0.0247
37	33.5	0.9024	0.9199	0.9156	0.0174
38	51.3	0.9268	0.9619	0.9571	0.0351
39	65.8	0.9512	0.9759	0.9715	0.0247
40	77.3	0.9756	0.9822	0.9783	0.0066

✓ **Distribución Gumbel**

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	3	0.0244	0.2472	0.1730	0.2228
2	3.3	0.0488	0.2553	0.1820	0.2065
3	3.5	0.0732	0.2608	0.1881	0.1876
4	3.7	0.0976	0.2663	0.1943	0.1687
5	4.5	0.1220	0.2885	0.2198	0.1666
6	4.6	0.1463	0.2914	0.2230	0.1450
7	4.8663	0.1707	0.2989	0.2318	0.1281
8	5.2	0.1951	0.3083	0.2429	0.1132
9	5.3	0.2195	0.3111	0.2463	0.0916
10	5.5	0.2439	0.3168	0.2531	0.0729
11	5.9	0.2683	0.3283	0.2668	0.0600
12	6.3	0.2927	0.3397	0.2806	0.0470
13	7.2	0.3171	0.3656	0.3123	0.0485
14	7.2	0.3415	0.3656	0.3123	0.0241
15	7.5	0.3659	0.3742	0.3230	0.0084
16	7.6	0.3902	0.3771	0.3266	0.0131
17	7.9	0.4146	0.3857	0.3373	0.0289
18	8	0.4390	0.3886	0.3409	0.0504
19	8.6	0.4634	0.4058	0.3624	0.0576
20	8.9	0.4878	0.4144	0.3732	0.0734
21	9.1	0.5122	0.4201	0.3804	0.0921
22	9.29	0.5366	0.4255	0.3872	0.1111
23	9.9	0.5610	0.4428	0.4091	0.1182
24	9.9	0.5854	0.4428	0.4091	0.1425
25	10.2	0.6098	0.4513	0.4198	0.1585
26	11	0.6341	0.4736	0.4481	0.1606
27	11.9	0.6585	0.4983	0.4795	0.1603
28	12.7	0.6829	0.5198	0.5067	0.1631
29	13.1	0.7073	0.5304	0.5201	0.1769
30	14	0.7317	0.5537	0.5495	0.1780
31	14.9	0.7561	0.5765	0.5780	0.1796
32	15	0.7805	0.5789	0.5811	0.2016
33	17	0.8049	0.6266	0.6399	0.1782
34	24	0.8293	0.7632	0.7983	0.0661
35	28	0.8537	0.8207	0.8587	0.0330
36	29.8	0.8780	0.8422	0.8800	0.0358
37	33.5	0.9024	0.8794	0.9148	0.0231
38	51.3	0.9268	0.9686	0.9845	0.0417
39	65.8	0.9512	0.9898	0.9962	0.0386
40	77.3	0.9756	0.9958	0.9988	0.0202

✓ **Distribución Log Gumbel**

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	3	0.0244	0.0177	0.0217	0.0066
2	3.3	0.0488	0.0316	0.0371	0.0172
3	3.5	0.0732	0.0432	0.0496	0.0300
4	3.7	0.0976	0.0566	0.0639	0.0410
5	4.5	0.1220	0.1234	0.1325	0.0015
6	4.6	0.1463	0.1328	0.1420	0.0136
7	4.8663	0.1707	0.1583	0.1675	0.0124
8	5.2	0.1951	0.1910	0.2000	0.0042
9	5.3	0.2195	0.2008	0.2098	0.0187
10	5.5	0.2439	0.2205	0.2292	0.0234
11	5.9	0.2683	0.2593	0.2674	0.0090
12	6.3	0.2927	0.2971	0.3044	0.0044
13	7.2	0.3171	0.3761	0.3814	0.0590
14	7.2	0.3415	0.3761	0.3814	0.0346
15	7.5	0.3659	0.4003	0.4050	0.0345
16	7.6	0.3902	0.4082	0.4127	0.0179
17	7.9	0.4146	0.4310	0.4349	0.0164
18	8	0.4390	0.4384	0.4420	0.0006
19	8.6	0.4634	0.4802	0.4827	0.0168
20	8.9	0.4878	0.4996	0.5015	0.0118
21	9.1	0.5122	0.5120	0.5136	0.0002
22	9.29	0.5366	0.5234	0.5246	0.0132
23	9.9	0.5610	0.5576	0.5579	0.0034
24	9.9	0.5854	0.5576	0.5579	0.0278
25	10.2	0.6098	0.5731	0.5731	0.0366
26	11	0.6341	0.6110	0.6100	0.0231
27	11.9	0.6585	0.6481	0.6462	0.0105
28	12.7	0.6829	0.6768	0.6743	0.0061
29	13.1	0.7073	0.6898	0.6870	0.0175
30	14	0.7317	0.7164	0.7132	0.0153
31	14.9	0.7561	0.7397	0.7361	0.0164
32	15	0.7805	0.7421	0.7384	0.0384
33	17	0.8049	0.7838	0.7796	0.0210
34	24	0.8293	0.8699	0.8654	0.0406
35	28	0.8537	0.8971	0.8928	0.0434
36	29.8	0.8780	0.9065	0.9023	0.0284
37	33.5	0.9024	0.9219	0.9180	0.0195
38	51.3	0.9268	0.9600	0.9572	0.0332
39	65.8	0.9512	0.9731	0.9709	0.0219
40	77.3	0.9756	0.9792	0.9774	0.0036

5% de significancia = 0.21

DISTRIBUCIÓN	DELTA	
NORMAL	0.2721	No se ajusta a la distribución
LOG NORMAL 2 PARÁMETROS	0.1071	Ok
LOG NORMAL 3 PARÁMETROS	0.0626	Ok
GAMMA 2 PARÁMETROS	0.1645	Ok
GAMMA 3 PARÁMETROS	0.1759	Ok
LOG PEARSON TIPO III	0.0591	Ok
GUMBEL	0.2228	No se ajusta a la distribución
LOG GUMBEL	0.0590	Ok

Tabla 3. 3: Delta máximo de cada distribución

Como la función de Log Gumbel tuvo el menor delta teórico, por lo tanto, su distribución fue la que mejor se ajusta. Así que con la función de Log Gumbel se halló la precipitación para un periodo de retorno de: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años.

2	8.91
5	17.95
10	28.53
25	51.27
50	79.19
100	121.92
500	330.48

Tabla 3. 4: Precipitación para cada tiempo de retorno según Log Gumbel

Luego se calculó para tiempos diversos de durabilidad, las precipitaciones máximas; con ayuda de los coeficientes de duración según [18].

Duración de la precipitación en horas	Coficiente
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00

Tabla 3. 5: Coeficientes de duración lluvias entre 24 horas y una hora [18].

Tiempo de duración	Coeficiente	Precipitación máxima (mm/24 h) para diferentes tiempos de duración					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24	1	8.910	17.950	28.530	51.270	79.190	121.920
22	0.97	8.643	17.412	27.674	49.732	76.814	118.262
20	0.93	8.286	16.694	26.533	47.681	73.647	113.386
18	0.9	8.019	16.155	25.677	46.143	71.271	109.728
16	0.87	7.752	15.617	24.821	44.605	68.895	106.070
14	0.83	7.395	14.899	23.680	42.554	65.728	101.194
12	0.79	7.039	14.181	22.539	40.503	62.560	96.317
10	0.73	6.504	13.104	20.827	37.427	57.809	89.002
8	0.64	5.702	11.488	18.259	32.813	50.682	78.029
6	0.56	4.990	10.052	15.977	28.711	44.346	68.275
5	0.5	4.455	8.975	14.265	25.635	39.595	60.960
4	0.44	3.920	7.898	12.553	22.559	34.844	53.645
3	0.38	3.386	6.821	10.841	19.483	30.092	46.330
2	0.31	2.762	5.565	8.844	15.894	24.549	37.795
1	0.25	2.228	4.488	7.133	12.818	19.798	30.480

Tabla 3. 6: Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración

Intensidad de lluvia

$$i = \frac{P}{Td}$$

Tiempo de duración hr	min	Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24	1440	0.371	0.748	1.189	2.136	3.300	5.080
22	1320	0.393	0.791	1.258	2.261	3.492	5.376
20	1200	0.414	0.835	1.327	2.384	3.682	5.669
18	1080	0.446	0.898	1.427	2.564	3.960	6.096
16	960	0.484	0.976	1.551	2.788	4.306	6.629
14	840	0.528	1.064	1.691	3.040	4.695	7.228
12	720	0.587	1.182	1.878	3.375	5.213	8.026
10	600	0.650	1.310	2.083	3.743	5.781	8.900
8	480	0.713	1.436	2.282	4.102	6.335	9.754
6	360	0.832	1.675	2.663	4.785	7.391	11.379
5	300	0.891	1.795	2.853	5.127	7.919	12.192
4	240	0.980	1.975	3.138	5.640	8.711	13.411
3	180	1.129	2.274	3.614	6.494	10.031	15.443
2	120	1.381	2.782	4.422	7.947	12.274	18.898
1	60	2.228	4.488	7.133	12.818	19.798	30.480

Tabla 3. 7: Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno

Curva Intensidad-Duración-Frecuencia

Indirectamente se ha calculado tal curva mediante la expresión:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Donde:

I=Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n=Factores característicos de la zona de estudio

T= Periodo de retorno en años

t=Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Así que para el cálculo de los factores caracterizadores de la zona (K, m, n) se procedió a realizar regresiones; primero se ha comenzado por hacer gráficas de Intensidad-Duración para cada tiempo de retorno ubicando cada intensidad de lluvia según su tiempo de duración, luego se ha activado la opción de línea de tendencia y en este caso la que más se ha acercado ha sido la potencial, obteniendo finalmente la ecuación del gráfico para cada periodo de retorno.

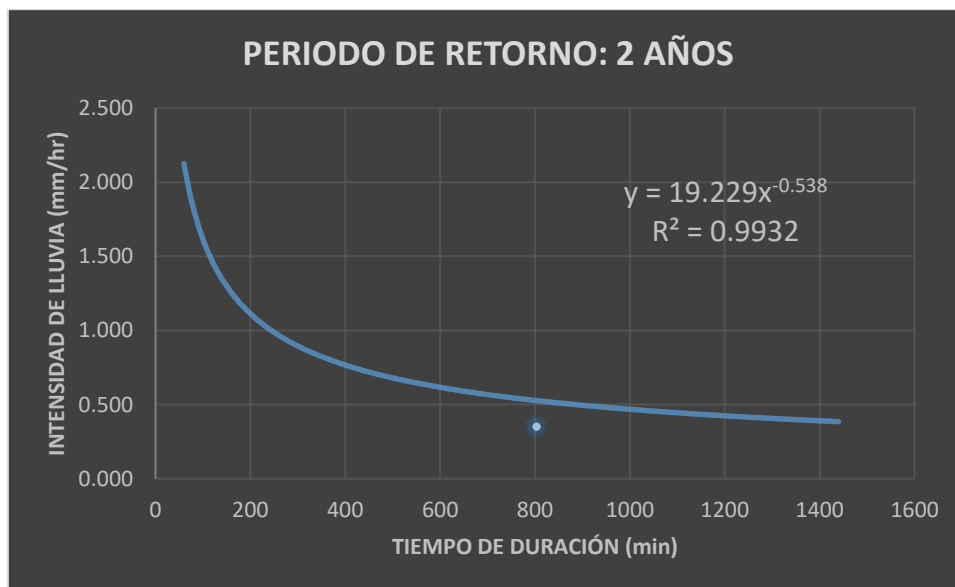


Figura 3. 1: Intensidad-Duración para un Periodo de Retorno=2 años



Figura 3. 2: Intensidad-Duración para un Periodo de Retorno=5 años

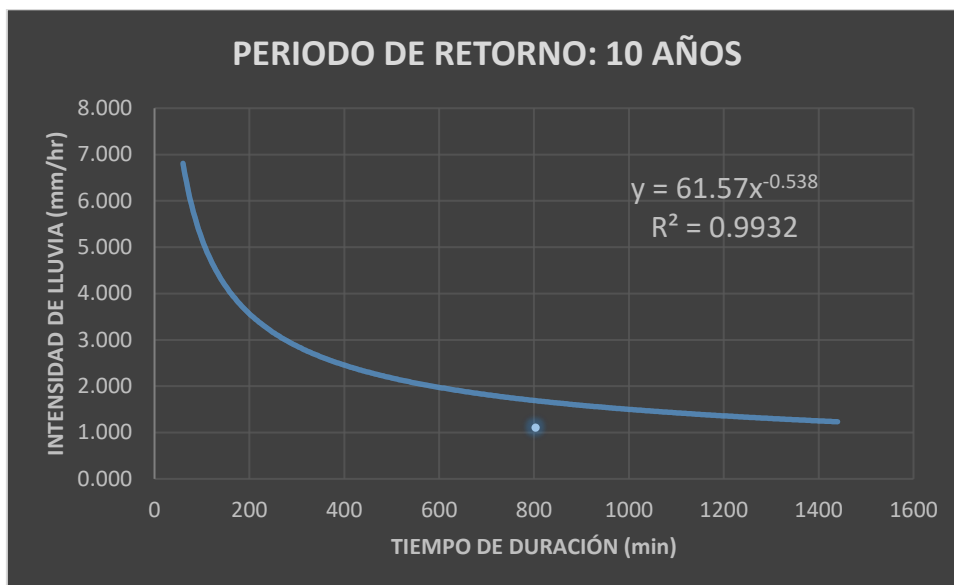


Figura 3. 3: Intensidad-Duración para un Periodo de Retorno=10 años

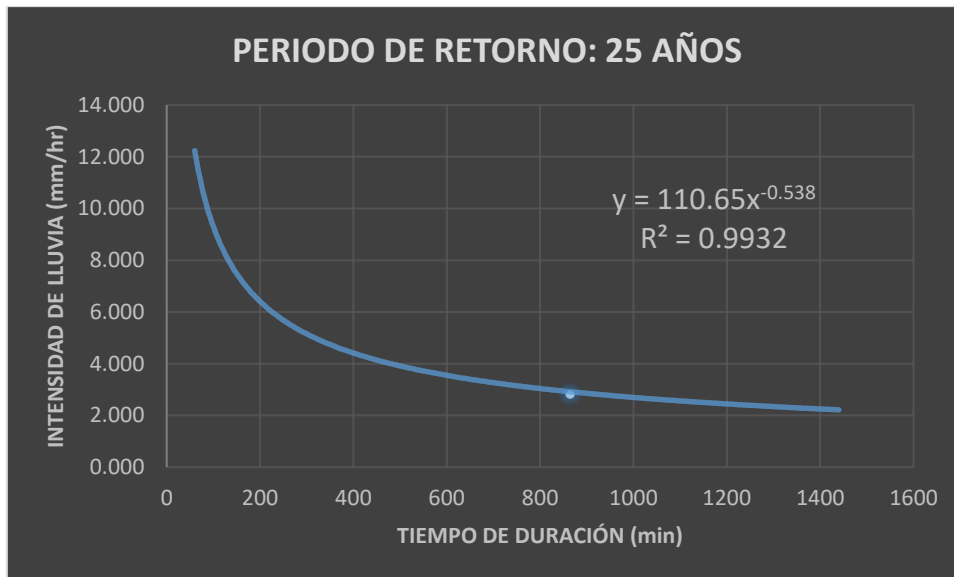


Figura 3. 4: Intensidad-Duración para un Periodo de Retorno=25 años

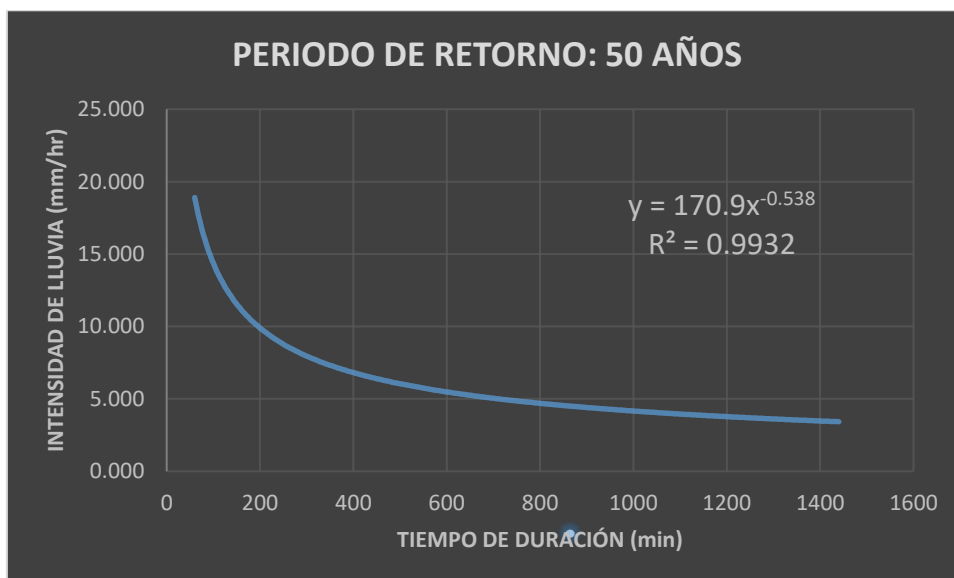


Figura 3. 5: Intensidad-Duración para un Periodo de Retorno=50 años

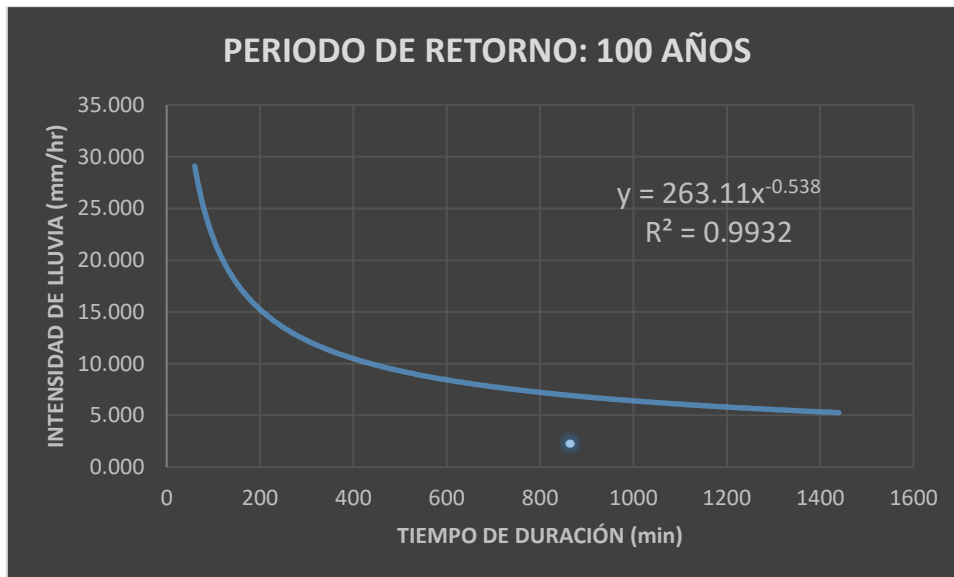


Figura 3. 6: Intensidad-Duración para un Periodo de Retorno=100 años

Considerando el coeficiente de regresión potencial y su respectivo periodo de retorno se realizó otra gráfica. Obteniendo finalmente los factores caracterizadores de la zona (K, m, n).

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de retorno	Coef. De regresión	Exp. De regresión
2	19.229	-0.538
5	38.738	-0.538
10	61.570	-0.538
25	110.65	-0.538
50	170.90	-0.538
100	263.11	-0.538

Tabla 3. 8: Resumen de aplicación de regresión potencial

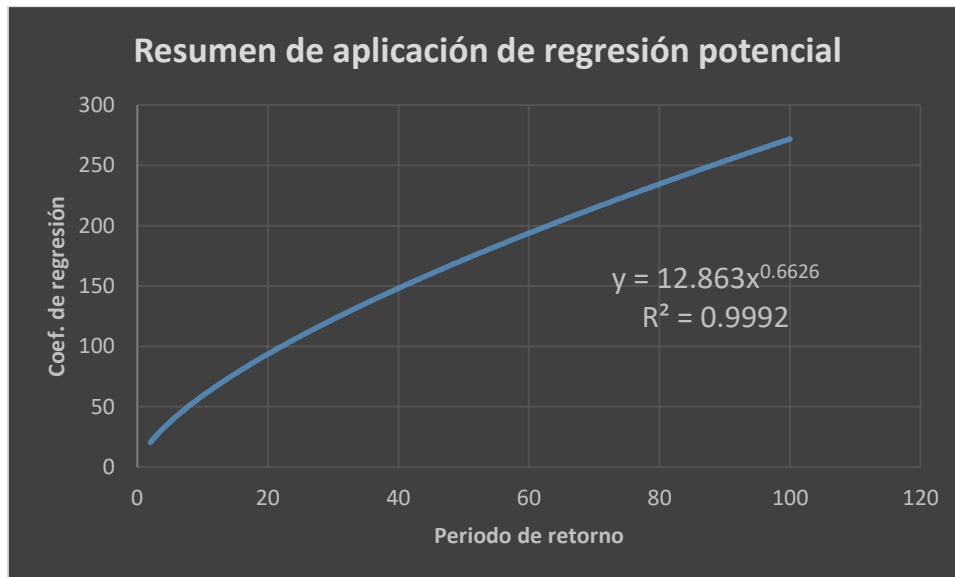


Figura 3. 7: Aplicación de regresión potencial

Con ayuda de la ecuación obtenida a partir de la gráfica de los coeficientes de regresión para cada tiempo de retorno, se ha hallado finalmente la ecuación de intensidad:

$$\begin{aligned}
 K &= 12.863 \\
 m &= 0.6626 \\
 n &= 0.538 \\
 I &= \frac{12.863 T^{0.6626}}{t^{0.538}}
 \end{aligned}$$

TABLA DE INTENSIDAD-TIEMPO DE DURACIÓN-PERODO DE RETORNO						
Duración min	Frecuencia (T años)					
	2	5	10	25	50	100
5	8.566	15.719	24.883	45.664	72.283	114.419
10	5.899	10.826	17.137	31.450	49.783	78.803
15	4.743	8.704	13.779	25.286	40.026	63.359
20	4.063	7.456	11.803	21.660	34.287	54.274
25	3.603	6.613	10.468	19.210	30.408	48.134
30	3.267	5.995	9.490	17.415	27.567	43.637
35	3.007	5.518	8.734	16.029	25.373	40.164
40	2.798	5.135	8.129	14.918	23.614	37.380
45	2.626	4.820	7.630	14.002	22.164	35.084
50	2.482	4.554	7.209	13.230	20.943	33.151
55	2.358	4.327	6.849	12.569	19.896	31.494
60	2.250	4.129	6.536	11.994	18.986	30.054
65	2.155	3.955	6.260	11.489	18.186	28.787
70	2.071	3.800	6.016	11.040	17.475	27.662
75	1.995	3.662	5.796	10.637	16.838	26.654
80	1.927	3.537	5.599	10.274	16.264	25.744
85	1.865	3.423	5.419	9.945	15.742	24.918
90	1.809	3.320	5.255	9.644	15.265	24.163

Tabla 3. 9: Tabla de Intensidad-Tiempo de duración-Periodo de Retorno

Con los datos de la tabla 3.9 se ha podido realizar la gráfica de la Curva IDF:

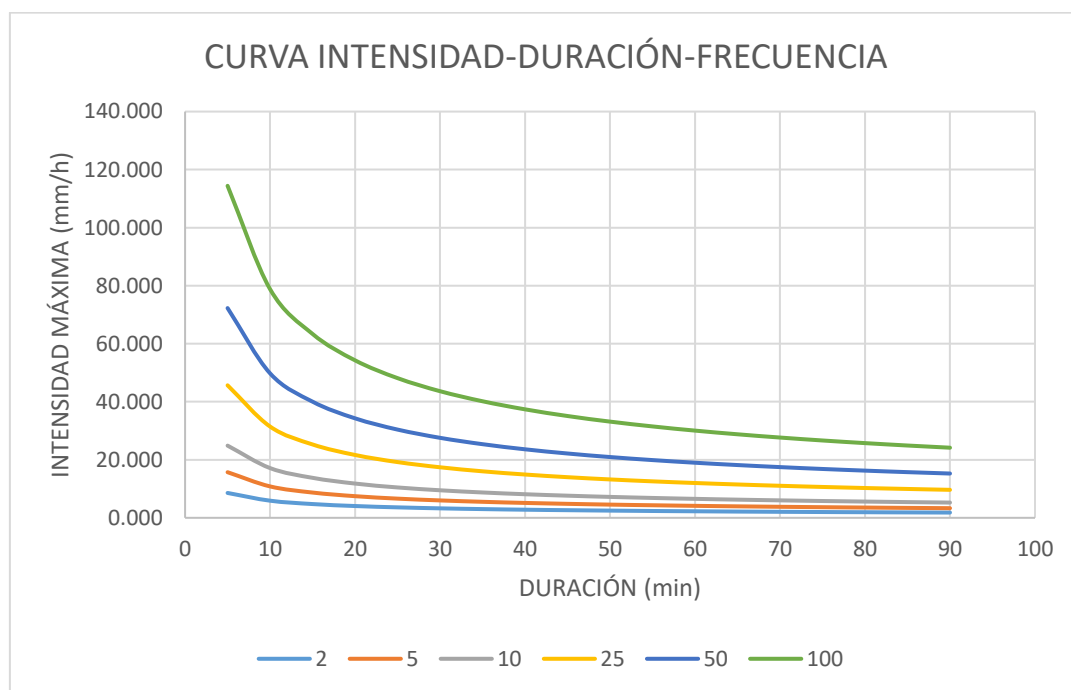


Figura 3. 8: CURVA IDF

Tiempo de concentración:

El método California Culverts Practice es el que mejor se adecuó al proyecto para hallar el tiempo de concentración:

California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0,0195 (L^3/H)^{0,385}$ L : longitud del curso de agua más largo, m H : diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
--	---	---

Tabla 3. 10: Fórmula Culverts Practice para el cálculo del tiempo de concentración [19].

En este proyecto como L se considera a la calle más larga que tenga el mismo sentido flujo del Centro Poblado de Zaña, Jr. Sto. Toribio y por consecuente su diferencia de nivel.

$$L = 731.96 \text{ m}$$

$$H = 10.162 \text{ m}$$

$$t_c = 16.249 \text{ min}$$

Y tomando en cuenta el periodo de retorno considerado en este proyecto que es de 10 años y el tiempo de concentración recientemente hallado, se obtuvo:

$$I = 13.198 \text{ mm/h}$$

Estimación de caudales de escurrimiento

Para estimar los caudales se ha considerado el método racional que es $Q=0.278 \text{ CIA}$, dado que el área es menor a 3 km^2 .

En [19] se puede ver el coeficiente de escurrimiento (C) conforme con las dos características de superficie observadas en la zona del proyecto y el periodo de retorno de 10 años con el que se ha diseñado.

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS DESARROLLADAS							
Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/Techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00

Tabla 3. 11: Coeficientes de escurrimiento para ser utilizados en el Método Racional [19].

Y considerando la intensidad de precipitación (I) anteriormente hallada y tomando el aporte de cada vivienda, veredas y pistas se estimó el caudal de escurrimiento:

CAUDALES CIRCUNDANTES POR CUADRAS									
N° Caudal	Área (km ²)	C	Q (m ³ /s)	Q= 0.278 C I A + % q				Distribución del caudal	Qtotal circ. (m ³ /s)
				Q (m ³ /s)	%q (m ³ /s)	%q (m ³ /s)	%q (m ³ /s)		
q ₁	0.0026	0.83	0.0078	0.0087				q3	0.009
	0.0003	0.81	0.0009						
q ₂	0.0008	0.83	0.0023	0.0032				q3	0.003
	0.0003	0.81	0.0009						
q ₃	0.0032	0.83	0.0097	0.0142	0.009	0.003		qn,q5	0.026
	0.0015	0.81	0.0045						
q ₄	0.0012	0.83	0.0037	0.0049	0.014	0.022		qn,q5	0.041
	0.0004	0.81	0.0012						
q ₅	0.0012	0.83	0.0037	0.0056	0.013	0.020		q7,q21	0.039
	0.0006	0.81	0.0018						
q ₆	0.0008	0.83	0.0024	0.0033				q7,q21	0.003
	0.0003	0.81	0.0009						
q ₇	0.0014	0.83	0.0043	0.0060	0.020	0.002		q9	0.027
	0.0006	0.81	0.0017						
q ₈	0.0008	0.30	0.0009	0.0021	0.063			q9	0.065
	0.0004	0.83	0.0012						
q ₉	0.0006	0.30	0.0007	0.0022	0.027	0.065		q11	0.095
	0.0005	0.83	0.0015						
q ₁₀	0.0017	0.30	0.0018	0.0031	0.033	0.028		q11	0.063
	0.0004	0.83	0.0013						
q ₁₁	0.0016	0.83	0.0048	0.0058	0.095	0.063		qn,q13	0.164
	0.0003	0.81	0.0010						
q ₁₂	0.0020	0.83	0.0061	0.0104				qn,q13	0.010
	0.0014	0.81	0.0043						
q ₁₃	0.0024	0.83	0.0074	0.0100	0.082	0.005		qn,q15	0.097
	0.0009	0.81	0.0026						
q ₁₄	0.0036	0.83	0.0108	0.0136	0.036	0.032		qn,q15	0.081
	0.0009	0.81	0.0028						
q ₁₅	0.0040	0.83	0.0122	0.0158	0.049	0.040			0.105
	0.0012	0.81	0.0036						

q ₁₆	0.0033	0.83	0.0102	0.0109				q ₁₈	0.011
	0.0002	0.81	0.0007						
q ₁₇	0.0010	0.83	0.0029	0.0046				q ₁₈	0.005
	0.0006	0.81	0.0017						
q ₁₈	0.0033	0.83	0.0101	0.0129	0.011	0.005		q _{4,q20}	0.028
	0.0009	0.81	0.0027						
q ₁₉	0.0055	0.83	0.0166	0.0204	0.006	0.017		q _{4,q20}	0.044
	0.0013	0.81	0.0038						
q ₂₀	0.0017	0.83	0.0051	0.0069	0.014	0.022		q ₂₃	0.043
	0.0006	0.81	0.0018						
q ₂₁	0.0007	0.83	0.0021	0.0031	0.020	0.002		q ₂₃	0.024
	0.0004	0.81	0.0011						
q ₂₂	0.0057	0.83	0.0174	0.0207	0.016	0.015		q ₂₃	0.051
	0.0011	0.81	0.0033						
q ₂₃	0.0019	0.83	0.0059	0.0078	0.043	0.024	0.051	q _{8,q24}	0.126
	0.0006	0.81	0.0019						
q ₂₄	0.0009	0.30	0.0010	0.0023	0.063			q _{10,q26}	0.066
	0.0004	0.83	0.0014						
q ₂₅	0.0071	0.83	0.0216	0.0251	0.023	0.007		q _{10,q26}	0.055
	0.0012	0.83	0.0035						
q ₂₆	0.0028	0.83	0.0084	0.0112	0.033	0.028		q _{14,q28}	0.072
	0.0009	0.81	0.0027						
q ₂₇	0.0070	0.83	0.0212	0.0250	0.022	0.016		q _{14,q28}	0.063
	0.0013	0.81	0.0038						
q ₂₈	0.0045	0.83	0.0136	0.0165	0.036	0.032		q ₁₂₀	0.084
	0.0010	0.81	0.0029						
q ₂₉	0.0030	0.83	0.0092	0.0114				q _{19,q31}	0.011
	0.0007	0.81	0.0022						
q ₃₀	0.0054	0.83	0.0163	0.0201	0.002	0.013		q _{19,q31}	0.035
	0.0013	0.81	0.0038						

q ₃₁	0.0021	0.83	0.0065	0.0082	0.006	0.017	q22,q33	0.031
	0.0006	0.81	0.0017					
q ₃₂	0.0063	0.83	0.0193	0.0231	0.007		q22,q33	0.030
	0.0013	0.81	0.0038					
q ₃₃	0.0039	0.83	0.0119	0.0147	0.016	0.015	q25,q35	0.045
	0.0009	0.81	0.0028					
q ₃₄	0.0041	0.83	0.0126	0.0147			q25,q35	0.015
	0.0007	0.83	0.0021					
q ₃₅	0.0039	0.83	0.0119	0.0147	0.023	0.007	q27,q37	0.045
	0.0009	0.81	0.0028					
q ₃₆	0.0089	0.83	0.0270	0.0314			q27,q37	0.031
	0.0014	0.83	0.0044					
q ₃₇	0.0041	0.83	0.0125	0.0154	0.022	0.016	q115	0.053
	0.0010	0.81	0.0029					
q ₃₈	0.0010	0.83	0.0031	0.0038			q30,q40	0.004
	0.0002	0.81	0.0007					
q ₃₉	0.0071	0.83	0.0217	0.0256			q30,q40	0.026
	0.0013	0.81	0.0038					
q ₄₀	0.0019	0.83	0.0057	0.0070	0.002	0.013	q32,q41,q47	0.022
	0.0004	0.83	0.0013					
q ₄₁	0.0030	0.83	0.0091	0.0108	0.007		q43,q49	0.018
	0.0006	0.83	0.0017					
q ₄₂	0.0045	0.83	0.0137	0.0160			q43,q49	0.016
	0.0007	0.83	0.0023					
q ₄₃	0.0050	0.83	0.0153	0.0182	0.009	0.008	q45,q52	0.035
	0.0010	0.83	0.0029					
q ₄₄	0.0004	0.83	0.0011	0.0018			q45,q52	0.002
	0.0002	0.83	0.0007					
q ₄₅	0.0050	0.83	0.0154	0.0185	0.018	0.001	q110	0.037
	0.0011	0.81	0.0032					

q ₄₆	0.0036 0.0013	0.83 0.81	0.0109 0.0038	0.0147				q ₄₈ ,q ₅₆	0.015
q ₄₇	0.0046 0.0008	0.83 0.81	0.0139 0.0022	0.0162	0.007			q ₄₈ ,q ₅₆	0.023
q ₄₈	0.0024 0.0008	0.83 0.83	0.0072 0.0025	0.0097	0.007	0.012		q ₅₀ ,q ₅₉	0.029
q ₄₉	0.0034 0.0009	0.83 0.83	0.0104 0.0027	0.0131	0.009	0.008		q ₅₀ ,q ₅₉	0.030
q ₅₀	0.0015 0.0006	0.30 0.83	0.0016 0.0019	0.0035	0.014	0.015		q ₅₁ ,q ₆₂	0.033
q ₅₁	0.0024 0.0005	0.83 0.83	0.0072 0.0014	0.0086	0.016			q ₆₄	0.025
q ₅₂	0.0042 0.0008	0.83 0.83	0.0127 0.0026	0.0153	0.018	0.001		q ₆₄	0.034
q ₅₃	0.0018 0.0003	0.83 0.81	0.0056 0.0009	0.0065				q ₅₅ ,q ₆₉	0.006
q ₅₄	0.0038 0.0005	0.83 0.81	0.0114 0.0015	0.0130				q ₅₅ ,q ₆₉	0.013
q ₅₅	0.0057 0.0011	0.83 0.83	0.0174 0.0033	0.0207	0.003	0.006		q ₅₈	0.030
q ₅₆	0.0017 0.0004	0.83 0.81	0.0052 0.0013	0.0065	0.007	0.012		q ₅₈	0.026
q ₅₇	0.0048 0.0009	0.83 0.81	0.0146 0.0027	0.0172				q ₅₈	0.017
q ₅₈	0.0026 0.0006	0.83 0.83	0.0079 0.0018	0.0097	0.030	0.026	0.017	q ₅₉	0.083
q ₅₉	0.0016 0.0010	0.30 0.83	0.0018 0.0031	0.0049	0.014	0.015	0.083	q ₆₁	0.117
q ₆₀	0.0011 0.0003	0.83 0.83	0.0032 0.0008	0.0040				q ₆₁	0.004

q ₆₁	0.0013	0.30	0.0014						
	0.0007	0.83	0.0021	0.0035	0.117	0.004		q63	0.125
q ₆₂	0.0023	0.30	0.0025						
	0.0009	0.81	0.0026	0.0052	0.016			q63	0.022
q ₆₃	0.0023	0.83	0.0069	0.0087	0.125	0.022		q66	0.155
	0.0006	0.83	0.0017						
q ₆₄	0.0042	0.83	0.0128	0.0149	0.025	0.034		q66	0.074
	0.0007	0.83	0.0022						
q ₆₅	0.0014	0.83	0.0043	0.0052				q66	0.005
	0.0003	0.83	0.0009						
q ₆₆	0.0045	0.83	0.0136	0.0210	0.155	0.074	0.005	q95,q101	0.255
	0.0025	0.81	0.0074						
q ₆₇	0.0039	0.83	0.0117	0.0191				q68	0.019
	0.0025	0.81	0.0074						
q ₆₈	0.0028	0.83	0.0085	0.0117	0.019			q70	0.031
	0.0011	0.81	0.0032						
q ₆₉	0.0033	0.83	0.0100	0.0124	0.003	0.006		q70	0.022
	0.0008	0.83	0.0025						
q ₇₀	0.0060	0.83	0.0182	0.0260	0.031	0.022		q73	0.079
	0.0026	0.81	0.0078						
q ₇₁	0.0003	0.83	0.0010	0.0013				q72,q78	0.001
	0.0001	0.81	0.0003						
q ₇₂	0.0014	0.83	0.0041	0.0062	0.001			q73	0.007
	0.0007	0.81	0.0021						
q ₇₃	0.0005	0.83	0.0014	0.0014	0.079	0.007		q74	0.087
	0.0063	0.83	0.0191	0.0272	0.087			qn,q75	0.114
q ₇₄	0.0027	0.83	0.0081						
	0.0079	0.83	0.0240	0.0282	0.057			q82	0.085
q ₇₅	0.0014	0.83	0.0042						

q ₇₆	0.0033	0.83	0.0100						
	0.0004	0.83	0.0013	0.0113			q77	0.011	
q ₇₇	0.0001	0.83	0.0004	0.0004	0.011		q79	0.012	
q ₇₈	0.0004	0.81	0.0010	0.0010	0.001		q79	0.002	
q ₇₉	0.0010	0.83	0.0029						
	0.0001	0.81	0.0003	0.0032	0.012	0.002	q81	0.017	
q ₈₀	0.0018	0.83	0.0054						
	0.0004	0.81	0.0011	0.0065			q81	0.007	
q ₈₁	0.0006	0.83	0.0019						
	0.0001	0.81	0.0004	0.0023	0.017	0.007	q82	0.025	
q ₈₂	0.0051	0.83	0.0156						
	0.0020	0.83	0.0060	0.0216	0.085	0.025	q85	0.133	
q ₈₃	0.0020	0.83	0.0060						
	0.0004	0.83	0.0011	0.0072			q84	0.007	
q ₈₄	0.0015	0.83	0.0046						
	0.0006	0.83	0.0017	0.0063	0.007	0.005	q85	0.018	
q ₈₅	0.0015	0.83	0.0047						
	0.0019	0.81	0.0058	0.0105	0.133	0.018	q86,q90	0.161	
q ₈₆	0.0008	0.83	0.0025						
	0.0009	0.81	0.0025	0.0050	0.081		q92,q98	0.086	
q ₈₇	0.0026	0.83	0.0078						
	0.0007	0.83	0.0020	0.0098			q84,q88	0.010	
q ₈₈	0.0037	0.83	0.0112						
	0.0011	0.81	0.0033	0.0145	0.005		q91	0.019	
q ₈₉	0.0007	0.83	0.0020						
	0.0002	0.83	0.0007	0.0027			q91	0.003	
q ₉₀	0.0010	0.83	0.0031						
	0.0003	0.83	0.0010	0.0041	0.081		q91	0.085	

q ₉₁	0.0026 0.0011	0.83 0.81	0.0078 0.0033	0.0111	0.019	0.003	0.085	q ₉₄	0.118
q ₉₂	0.0006 0.0003	0.83 0.81	0.0019 0.0009	0.0029	0.0429			q ₉₄	0.046
q ₉₃	0.0009 0.0007	0.83 0.81	0.0028 0.0022	0.0049				q ₉₄	0.005
q ₉₄	0.0012 0.0004	0.83 0.81	0.0037 0.0012	0.0048	0.1180	0.0457	0.0049	q ₉₅ ,q ₁₀₁	0.174
q ₉₅	0.0040 0.0008	0.83 0.81	0.0123 0.0025	0.0148	0.1275	0.0868		q ₉₆ ,q ₁₀₆	0.229
q ₉₆	0.0045 0.0008	0.83 0.81	0.0136 0.0023	0.0159	0.1145			q ₁₁₀	0.130
q ₉₇	0.0062 0.0017	0.83 0.83	0.0188 0.0051	0.0239				q ₁₁₀	0.024
q ₉₈	0.0004 0.0005	0.83 0.81	0.0011 0.0014	0.0025	0.0429			q ₉₉	0.045
q ₉₉	0.0001 0.0004	0.83 0.81	0.0004 0.0011	0.0015	0.0453			q ₁₀₀	0.047
q ₁₀₀	0.0002 0.0002	0.83 0.81	0.0005 0.0007	0.0012	0.0468			q ₁₀₃	0.048
q ₁₀₁	0.0038 0.0013	0.83 0.81	0.0115 0.0037	0.0153	0.1275	0.0868		q ₁₀₃	0.230
q ₁₀₂	0.0013	0.81	0.0038	0.0038				q ₁₀₃	0.0038
q ₁₀₃	0.0096 0.0017	0.83 0.81	0.0293 0.0051	0.0344	0.0480	0.2295	0.0038		0.316
q ₁₀₄	0.0020 0.0003	0.83 0.83	0.0060 0.0009	0.0069					0.007
q ₁₀₅	0.0017 0.0007	0.83 0.83	0.0051 0.0021	0.0072				q ₁₀₇ , q ₁₀₈	0.007

q ₁₀₆	0.0013	0.83	0.0041	0.0059	0.1145			q107, q108	0.120
	0.0006	0.81	0.0018						
q ₁₀₇	0.0021	0.83	0.0065	0.0087	0.0036	0.0602		q114	0.072
	0.0007	0.81	0.0022						
q ₁₀₈	0.0004	0.83	0.0011	0.0022	0.0036	0.0602			0.066
	0.0004	0.81	0.0011						
q ₁₀₉	0.0048	0.83	0.0146	0.0171				q111, q112	0.017
	0.0008	0.81	0.0025						
q ₁₁₀	0.0014	0.83	0.0044	0.0065	0.037	0.1304	0.0239	q114	0.198
	0.0007	0.81	0.0021						
q ₁₁₁	0.0011	0.83	0.0033	0.0045	0.0086			q114	0.013
	0.0004	0.81	0.0011						
q ₁₁₂	0.0048	0.83	0.0145	0.0171	0.0086			q113	0.026
	0.0008	0.81	0.0025						
q ₁₁₃	0.0038	0.83	0.0115	0.0163	0.0256				0.042
	0.0016	0.81	0.0048						
q ₁₁₄	0.0044	0.83	0.0135	0.0182	0.0725	0.1978	0.0130	q116	0.301
	0.0016	0.81	0.0047						
q ₁₁₅	0.0015	0.83	0.0045	0.0073	0.0535	0.0066	0.0341	q116	0.101
	0.0009	0.81	0.0028						
q ₁₁₆	0.0007	0.83	0.0022	0.0038	0.3015	0.1014			0.407
	0.0005	0.81	0.0015						
q ₁₁₇	0.0014	0.83	0.0044	0.0066				q115	0.007
	0.0007	0.83	0.0022						
q ₁₁₈	0.0100	0.83	0.0305	0.0341				q115	0.034
	0.0012	0.83	0.0036						
q ₁₁₉	0.0042	0.83	0.0127	0.0145				q120	0.015
	0.0006	0.83	0.0019						
q ₁₂₀	0.0089	0.83	0.0271	0.0313	0.0838	0.0145			0.130
	0.0014	0.83	0.0042						

Tabla 3. 12: Caudales circundantes por cuadras

Resultados y discusión

○ Resultados

Se consideró la data de 40 años de precipitaciones máximas en 24h desde el 1982 hasta el 2021; con los cuales se realizó los cálculos estadísticos en el Hidroesta 2 y así se pudo elegir la distribución de Log Gumbel, ya que es la función con la que mejor se ajusta. Así que se halló la precipitación para un periodo de retorno de: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años.

2	8.91
5	17.95
10	28.53
25	51.27
50	79.19
100	121.92
500	330.48

Tabla 27: Precipitación para cada tiempo de retorno según Log Gumbel.

Luego se calculó las precipitaciones máximas para diferentes duraciones; y fue dividida la precipitación por su duración para hallar la intensidad máxima. A través de regresiones se calculó los factores característicos de la zona de estudio (K, m, n), obteniendo como resultado final la función de la intensidad y su curva IDF.

$$\begin{aligned}
 K &= 12.863 \\
 m &= 0.6626 \\
 n &= 0.538 \\
 I &= \frac{12.863 T^{0.6626}}{0.538 t}
 \end{aligned}$$

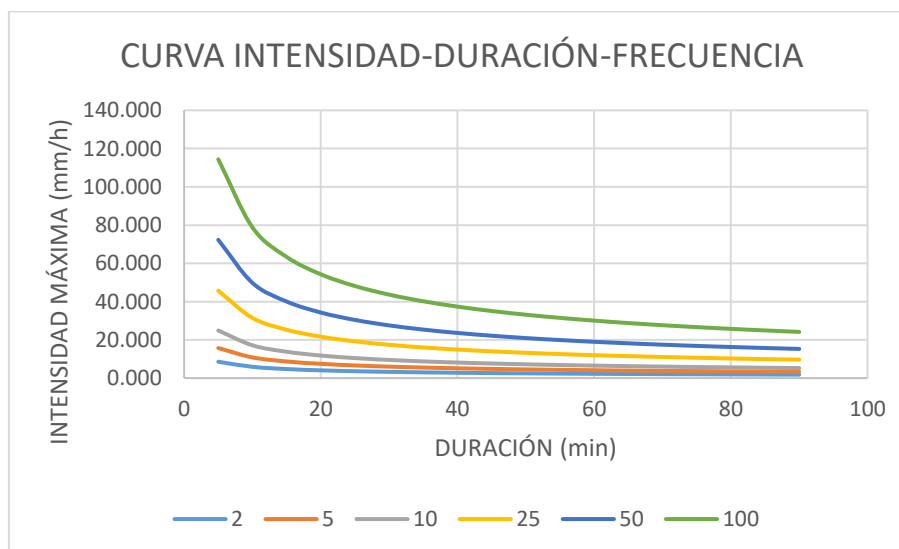


Figura 14: CURVA IDF

Con el método California Culverts Practice se halló 16.249 min como tiempo de concentración, y habiendo escogido 10 años como periodo de retorno por ser conservador por el tipo de proyecto. Se obtuvo 13.198 mm/h de intensidad.

Mediante el método racional se calculó la máxima descarga, considerando 0.448 km² de área total del proyecto. Obteniendo como caudal 1.34 m³/s.

○ **Discusión**

En [12] también consideran la prueba de Smirnov – Kolmogorov para seleccionar la distribución que tiene el ajuste mejor, resultando ser la distribución de Gamma de tres parámetros; pero en el presente proyecto se ajustó con la función de Log Gumbel, ya que obtuvo el menor delta. En cambio, en [13] consideraron la distribución normal, y en [16] consideran la distribución Gumbel por ser para los autores la más conservadora.

Conclusiones

En el pueblo Tradicional Zaña se ha llegado a presentar precipitaciones máximas desde 3 a 77.30 mm en diferentes años; y a raíz de esos datos hidrológicos se pudo realizar un estudio hidrológico obteniendo una precipitación de diseño de 28.53 mm para un periodo de retorno de 10 años a través de su distribución Log Gumbel, la cual mejor se ajustó a la probabilidad observada.

Recomendaciones

- ✓ Se recomienda usar la función que tenga el menor delta, ya que es la más representativa; por lo tanto, es la más adecuada para predecir la intensidad, caudal o precipitación que se desea obtener.
- ✓ Se recomienda tener la mayor cantidad de datos hidrológicos, para un mejor cálculo probabilístico mediante el Hidroesta 2.

Anexo 04: Determinación de áreas de inundación

Objetivo

Determinar las áreas de inundación de la zona de estudio de la tesis a través de un modelado Hidrológico e Hidráulico con el Software HEC RAS 6.2.

Modelamiento hidrológico e hidráulico del casco urbano del Pueblo Tradicional Zaña

En el presente numeral se detalla el proceso del uso del programa HEC-RAS 2D para detallar el análisis del flujo en el ámbito de intervención del proyecto obteniendo la simulación hidráulica en 2D/1D en el distrito de Zaña, objeto del estudio. La simulación requerirá una geometría base con valores de elevación para determinar los parámetros a utilizar para calibraciones posteriores, y finalmente se ejecutará una simulación para ver los resultados de caudal medidos en la profundidad de lluvia.

El modelo está desarrollado basado en un Modelo de elevación digital (DEM) con una dimensión de pixel de 2 m x 2 m, lo que permite aumentar la precisión de la generación de secciones transversales en el río la cual se editará basado en las herramientas GIS que contiene HEC-RAS2D.

El escenario presentado es el análisis hidrodinámico realizado en el distrito de Zaña, permitiendo observar adecuadamente la morfología del casco urbano y zonas perimetrales de la misma, creando una malla que contenga toda la zona denominada Pueblo Tradicional Zaña para observar los resultados de los sitios de interés en los tramos críticos y sus efectos en la zona de estudio.

o Descripción y justificación del software elegido

La elección de HEC-RAS 2D radicó en que los siguientes aspectos:

- Es de libre distribución y actualización, por lo que puede ser utilizado por cualquier usuario, actualizándolo a necesidades futuras al presente Perfil;
- Tiene integrada una plataforma SIG para el tratamiento del terreno y generación de mallas;
- La malla del terreno y la de cálculo son independientes, por lo que en un modelo de estas dimensiones permite una mayor agilidad de manejo;
- El tiempo computacional de este software es más reducido ya que presenta diferentes atributos que optimiza los recursos computacionales;

- Los resultados obtenidos del modelo incluyen una relación de errores de convergencia ubicando las celdas de la malla que dan el error, lo que permite su corrección puntual en caso de ser errores muy groseros;
- HEC-RAS 2D tiene la capacidad de realizar modelos combinados 1D/2D, ya que incorpora un algoritmo que permite el acoplamiento de modelos 1D y 2D, como, por ejemplo, la unión del flujo 1D del cauce con un flujo 2D de las zonas inundables. Este aspecto será importante en la fase de diseño de las alternativas planteadas;
- Trabaja con mallas computacionales tanto no estructuradas como estructuradas, de forma que permite realizar una discretización numérica más simplificada y eficiente en las celdas computacionales de mallas estructuradas.

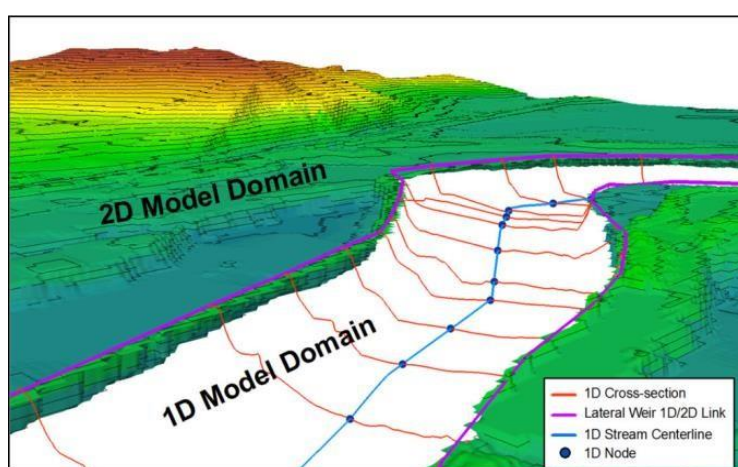


Figura 4. 1: Esquema del enfoque de modelización 1D/2D del dominio hidráulico de un cauce.

○ Definición

El HEC-RAS es un modelo matemático para cálculo hidráulico bidimensional en régimen no permanente en ríos o estuarios que se desarrolló por el Hidrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers.

Como hemos dicho, HEC-RAS es un modelo numérico bidimensional de volúmenes finitos para régimen no permanente. Por lo tanto, es una herramienta capaz y muy utilizada para el cálculo de inundaciones derivadas de avenidas, roturas de presas, hidrodinámica fluvial, transporte de sedimentos, etc.

HEC-RAS es un sistema de software integrado que permite el uso interactivo en un ambiente multitarea. Consta de una interfaz gráfica de usuario, componentes de análisis individuales, funciones de gestión y almacena datos, gráficos y herramientas de generación de informes.

Los componentes de análisis de ríos como: cálculos de perfil de superficie de agua de flujo constante, simulaciones de flujo 1D y/o 2D, cálculos de transporte de sedimentos de fondo

móvil de flujo casi o completamente inestable, análisis de calidad del agua; es un elemento clave porque hacen uso de una representación de datos geométricos y rutinas de cálculo geométrico e hidráulico comunes.

Para la simulación del modelo, se hará bajo la simulación de flujo no estacionario, un componente capaz de simulación 2D utilizando toda la red de cauces abiertos, planicies de inundación y abanicos aluviales. El componente de flujo no estacionario es factible de ser usado a fin de la realización de cálculos de régimen de flujo subcrítico, supercrítico y mixto en el módulo de cálculos de flujo inestable.

○ **Descripción de los principales parámetros hidráulicos**

En lo subsecuente, se realiza de forma descriptiva el detalle de los principales parámetros hidráulicos considerados en el presente modelamiento hidráulico:

- Caudal (m^3/s): viene definido por el hidrograma resultante del modelo hidrológico semi distribuido den cada punto de interés hidráulico (quebradas) en régimen transitorio.
- Tirante máximo (m): Profundidad del flujo de agua, es decir, la distancia vertical que aborda desde el punto más bajo de la sección hasta la superficie libre del agua.
- Velocidad (m/s): velocidad media del agua función del tirante hidráulico.
- Área mojada (m^2): superficie ocupada por agua, perpendicular al flujo, quedando establecida por la línea de agua en la parte superior, y por la sección dada en la parte inferior.
- Perímetro mojado (m): contorno de la sección que está en contacto con el agua.
- Radio hidráulico (m): relación entre el área mojada y el perímetro mojado.
- Pendiente (m/m): pendiente de la línea de agua.
- Regímenes de flujo: existen dos regímenes de flujo, el laminar, y el turbulento.
- Flujo Laminar: la viscosidad tiene una mayor influencia que las fuerzas de inercia. (Número de Reynolds pequeño < 2000). El flujo es ordenado.
- Flujo Turbulento: es un flujo turbulento y el efecto de la viscosidad es despreciable. El flujo es más errático (la velocidad tiene dos componentes: componente promedio / componente errático o fluctuación).
- Coeficiente de Manning: coeficiente que depende de la rugosidad de la sección, la cual es función de su composición, es decir, del tipo de suelo que tenga el curso de agua.

○ Metodología adoptada

A modo general, la metodología utilizada para la realización del presente estudio fue la siguiente:

1. Tratamiento del terreno en base al levantamiento convencional mediante estación total;
2. Creación de la malla geométrica en las zonas de flujo;
3. Asignación de las condiciones de contorno del modelo geométrico;
4. Introducción de los hidrogramas de entrada para el cálculo en régimen no permanente;
5. Ejecución de las simulaciones para el periodo de retorno requerido;
6. Extracción y análisis de resultados;
7. Información relacionada con la Gestión de Riesgos que permita la elaboración de mapas de peligro para los periodos de recurrencia establecidos, en base a los resultados del modelo hidráulico.

○ Procedimiento del modelamiento

Para el presente modelamiento utilizamos como insumos principales los siguientes:

- El modelo digital del terreno (MDT) el cual se obtuvo con las curvas de nivel obtenidas en el levantamiento topográfico.
- Hietograma de diseño obtenido con las curvas IDF que son el resultado del estudio hidrológico realizado para la presente tesis.
- ✓ Data topográfica

Partimos de un modelo digital del terreno (MDT), que proporciona una representación visual y matemática de los valores de elevación según el nivel del mar y nos permite describir las características topográficas del área de estudio, en este caso la zona urbana de Zaña, conocido como Pueblo Tradicional Zaña.

Iniciamos el Programa HEC-RAS 6.2 y guardamos nuestro archivo en la carpeta deseada.

Luego modificamos las unidades en **Options > Unit System (US Customary / SI) > System Internacional (Metric System)**

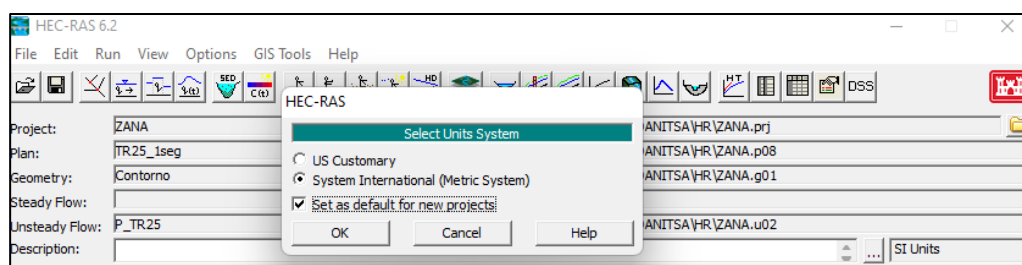



Figura 4. 2: Configuración de unidades del Software HEC RAS 6.2

Luego hacemos click en el ícono  para abrir la herramienta **RAS MAPPER**. Seleccionamos el casillero de *Terrain*, luego hacemos click derecho en *Terrain* y le damos en *Create a New Terrain* y luego Click en *No*.

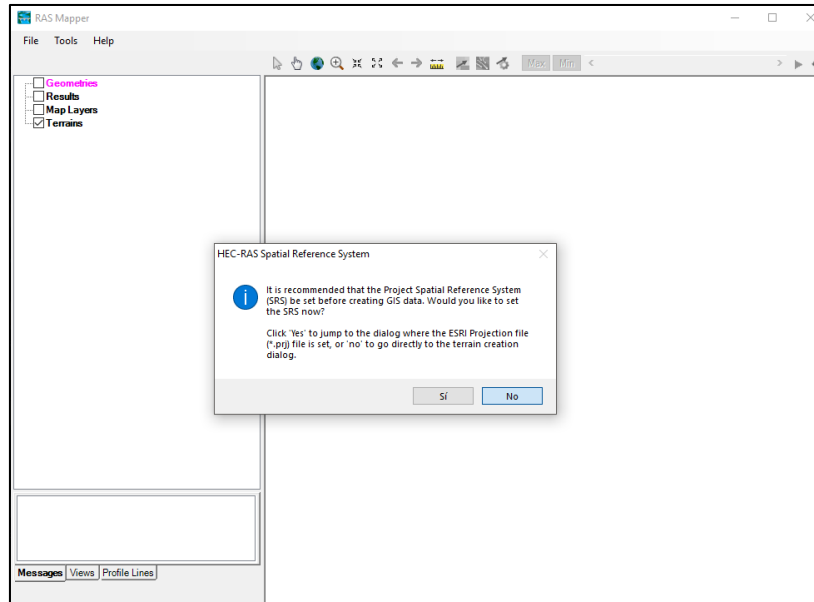


Figura 4. 3: Ingreso de terreno en el módulo RAS MAPPER

Hacemos click en el ícono “+” y seleccionamos nuestro Raster creado previamente.

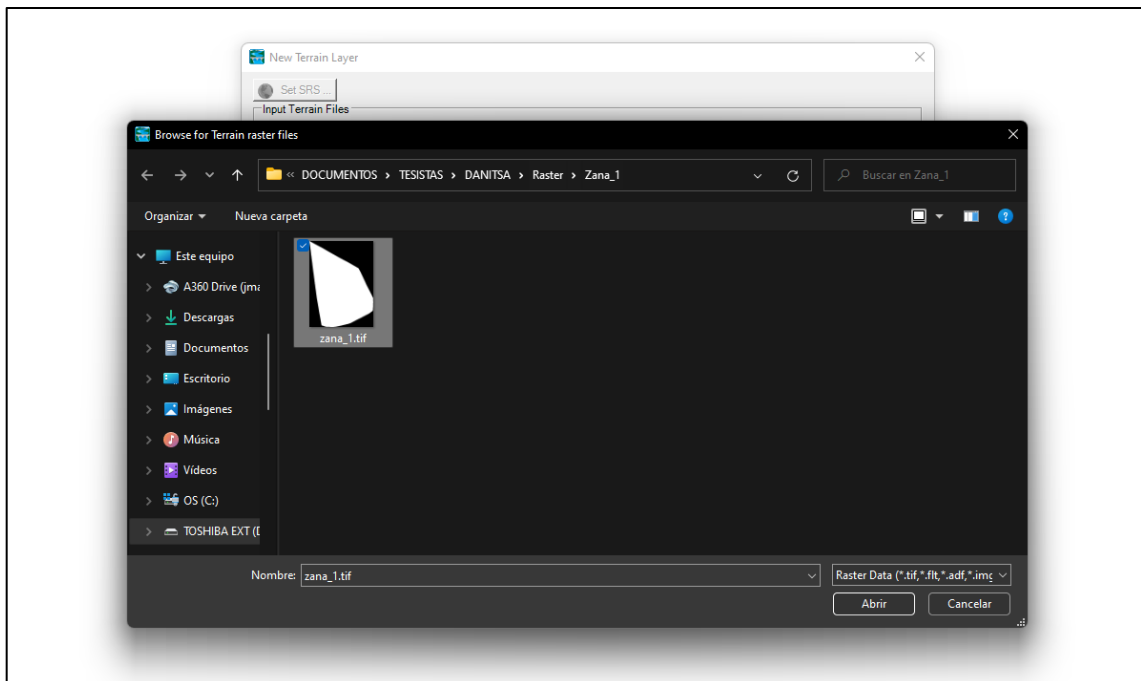


Figura 4. 4: Selección del terreno en el explorador del Browser para ingresar terreno.

Y definimos donde guardamos el archivo generado y le hacemos click en **Create** y luego en **Close**.

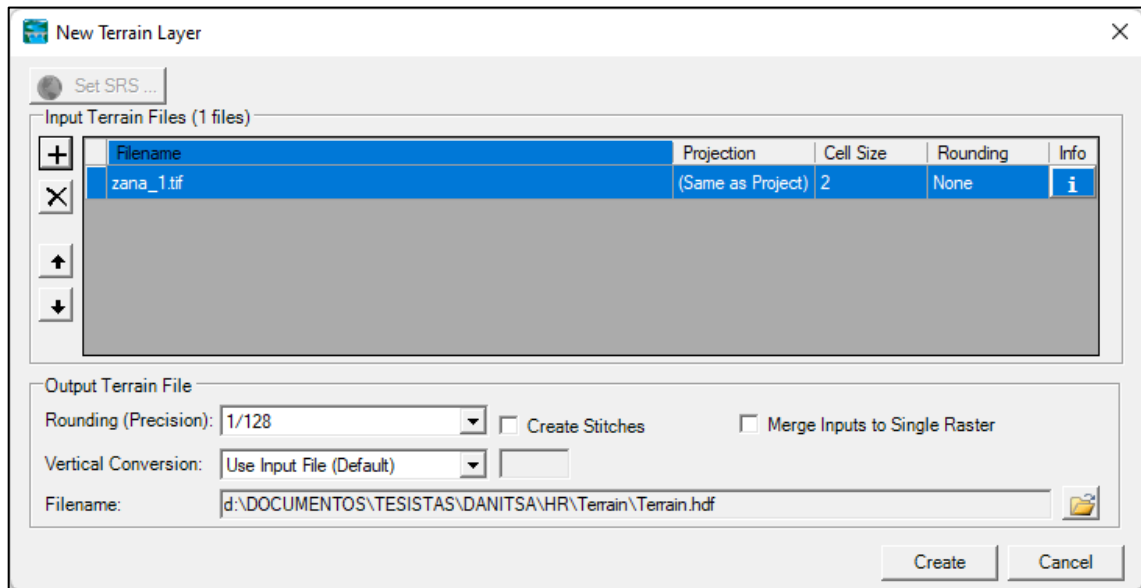


Figura 4. 5: Ventana de creación de nuevo terreno en RAS MAPPER

Hacemos click en  para poder visualizar el **Raster** exportado.

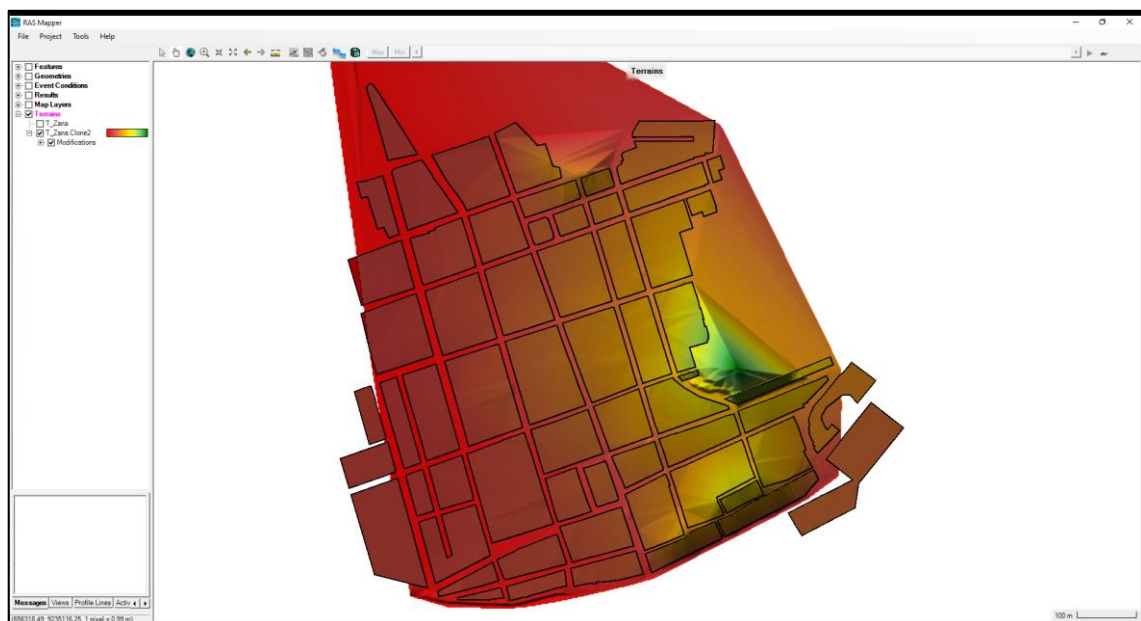


Figura 4. 6: Modelo digital de elevaciones ingresado en RAS MAPPER

Con las últimas versiones del software podemos trabajar desde el módulo de RAS MAPPER, es decir desde ahí colocar el mallado y las condiciones de borde de ingreso y salida necesarias para luego ingresar en estas nuestra data hidrológica.

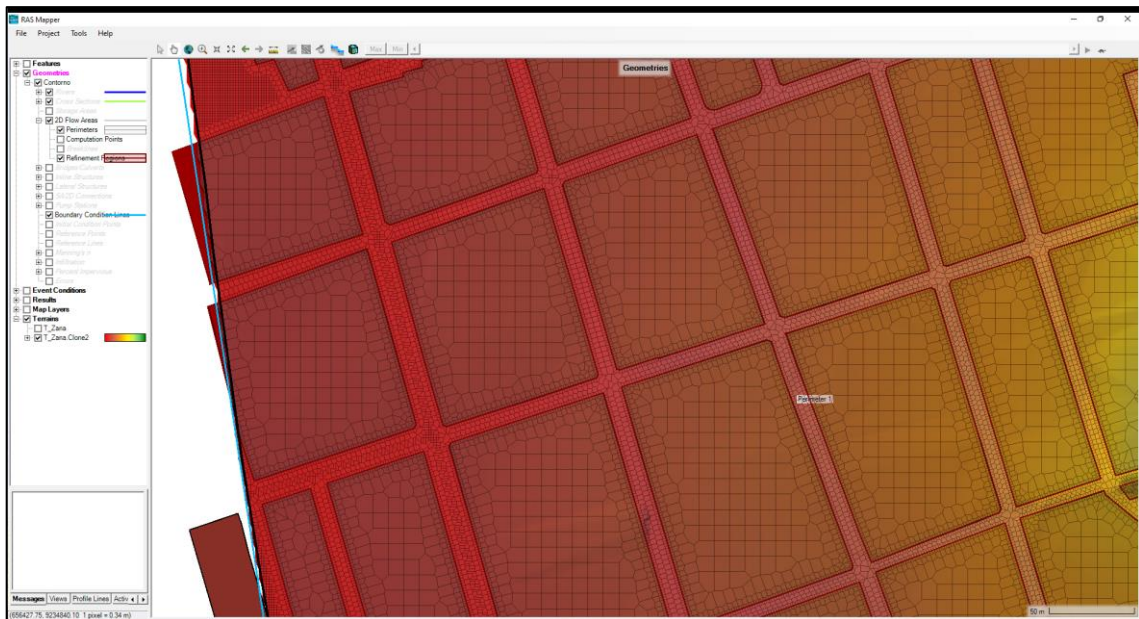


Figura 4. 7: Configuración del mallado 2D en el terreno generado.

Se asignó un tamaño de malla menor a las vías de tránsito urbanas (1.5 m) y un tamaño dentro de las manzanas de mayor tamaño (9 m) y un Manning de 0.018 correspondiente a concreto en dichas áreas. A continuación, el cuadro donde se aprecian estos valores:

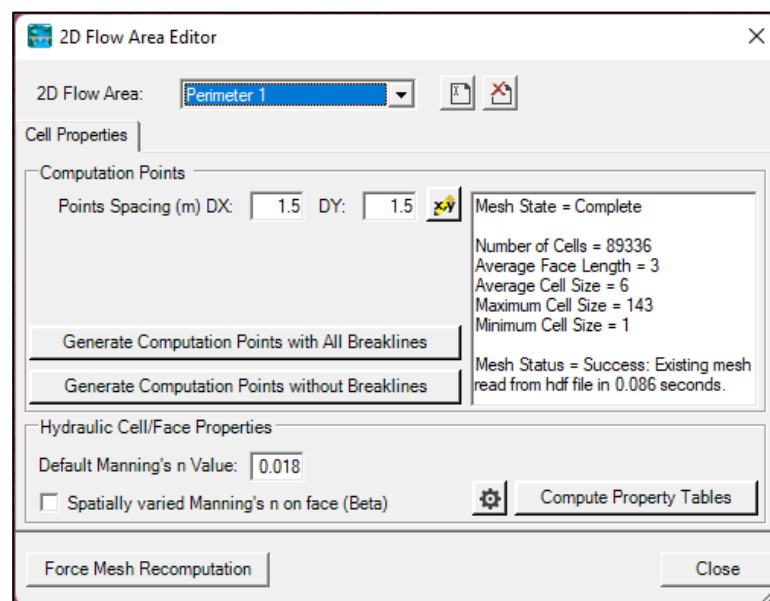


Figura 4. 8: Detalle de la configuración del área de mallado y Manning seleccionado.

Asimismo, colocamos nuestras condiciones de borde de salida, en las zonas más bajas de nuestra área de estudio, se colocaron condiciones de borde en la zona este del área de estudio, así como en la zona oeste:



Figura 4. 9: Asignación de las condiciones de contorno en la geometría generada.

✓ Data hidrológica

La data con la que se cuenta para este estudio es resultado del estudio hidrológico realizado, los datos salen de las curvas IDF halladas para la zona de Zaña, estas curvas fueron trabajadas y se obtuvo el hietograma de diseño con un paso de 5 min, para un evento de duración de 6 horas. Se eligió el periodo de retorno de 25 años porque permite visualizar mejor la distribución de la precipitación, se muestra el hietograma para un TR de 25 años a continuación:

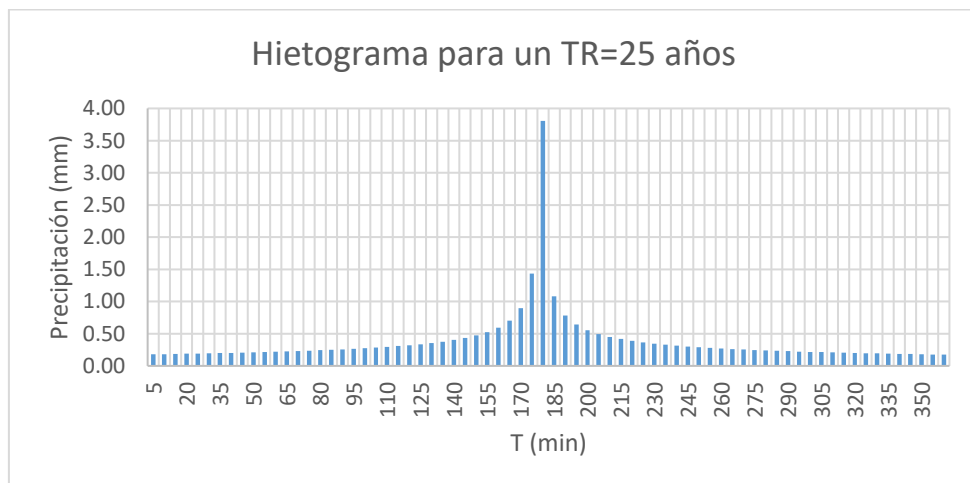


Figura 4. 10: Hietograma de diseño para la zona de estudio del distrito de Zaña.

Ingresamos a la pestaña **Edit/Unsteady Flow data**, agregamos nuestra data hidrológica, así como los datos de las condiciones de borde de salida. Luego guardamos nuestros datos de precipitación.

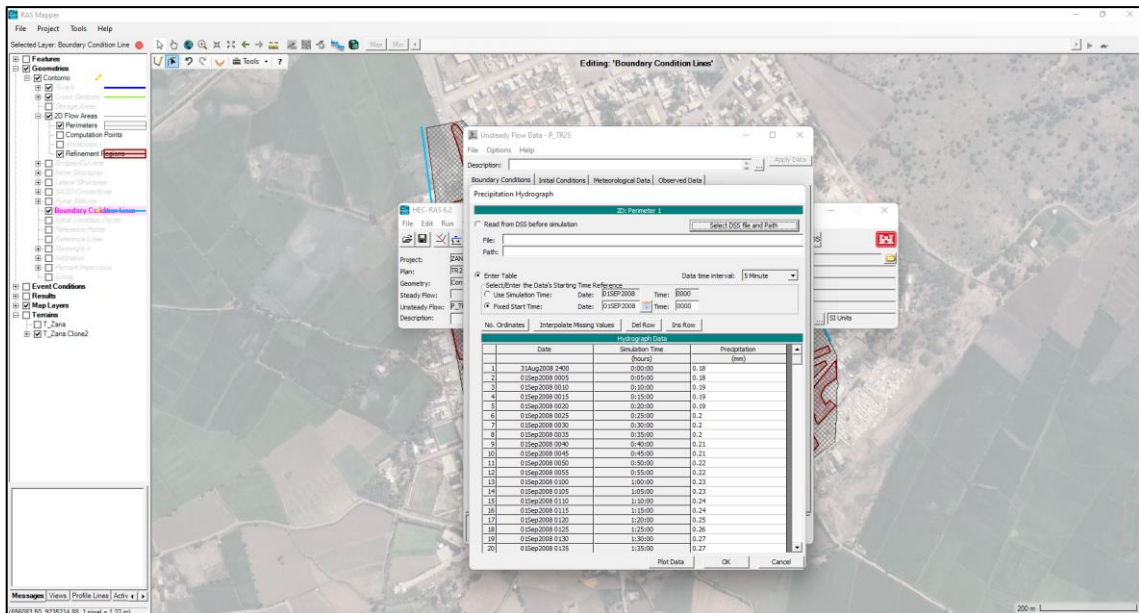


Figura 4. 11: Ingreso de la data hidrológica en la sección de flujo inestable del HEC RAS 6.2.

Ahora vamos a procesar todos los datos ingresados previamente al programa, vamos a **Run > Unsteady Flow Analysis** e indicamos al programa lo que nos va a procesar, el inicio y fin de los datos de precipitaciones y los intervalos, seguidamente guardamos nuestro Plan de trabajo y hacemos click en **Compute**.

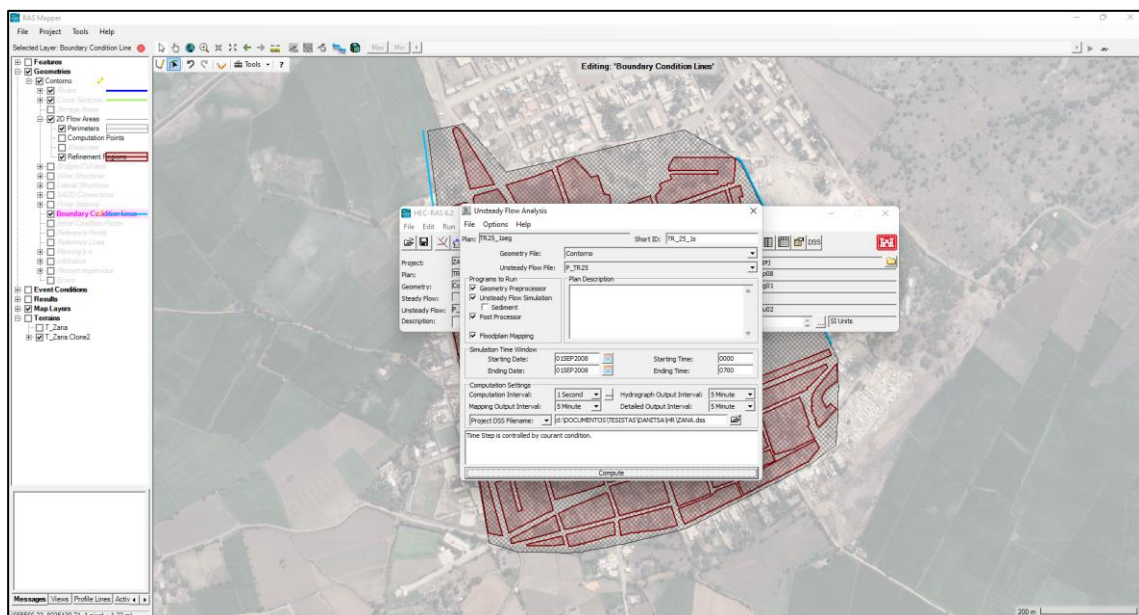


Figura 4. 12: Ingreso de la configuración para el computado del modelo.

Resultados y discusión

○ Resultados

Tras las simulaciones realizadas, se comprobó que no se haya producido errores y que los resultados sean satisfactorios. Para esto, se analizaron los ficheros de fin de simulación que proporciona HEC-RAS 6.2.

Se obtuvo como resultados los mapas de tirantes, velocidades y cotas máximas de cada una de las simulaciones que se muestran en las siguientes imágenes.

En el resultado se pudo comparar las zonas críticas con el análisis realizado con el plano de las direcciones de flujo, dándonos resultados similares. Estas zonas críticas fueron priorizadas cuando se hizo el diseño del Drenaje Pluvial, esto es, que se ubicó los sumideros de modo que se drenaran tales zonas ante precipitaciones fuertes.

Los resultados que se obtuvieron en el modelamiento son alturas de tirante de agua, velocidades y altura de cota de agua.

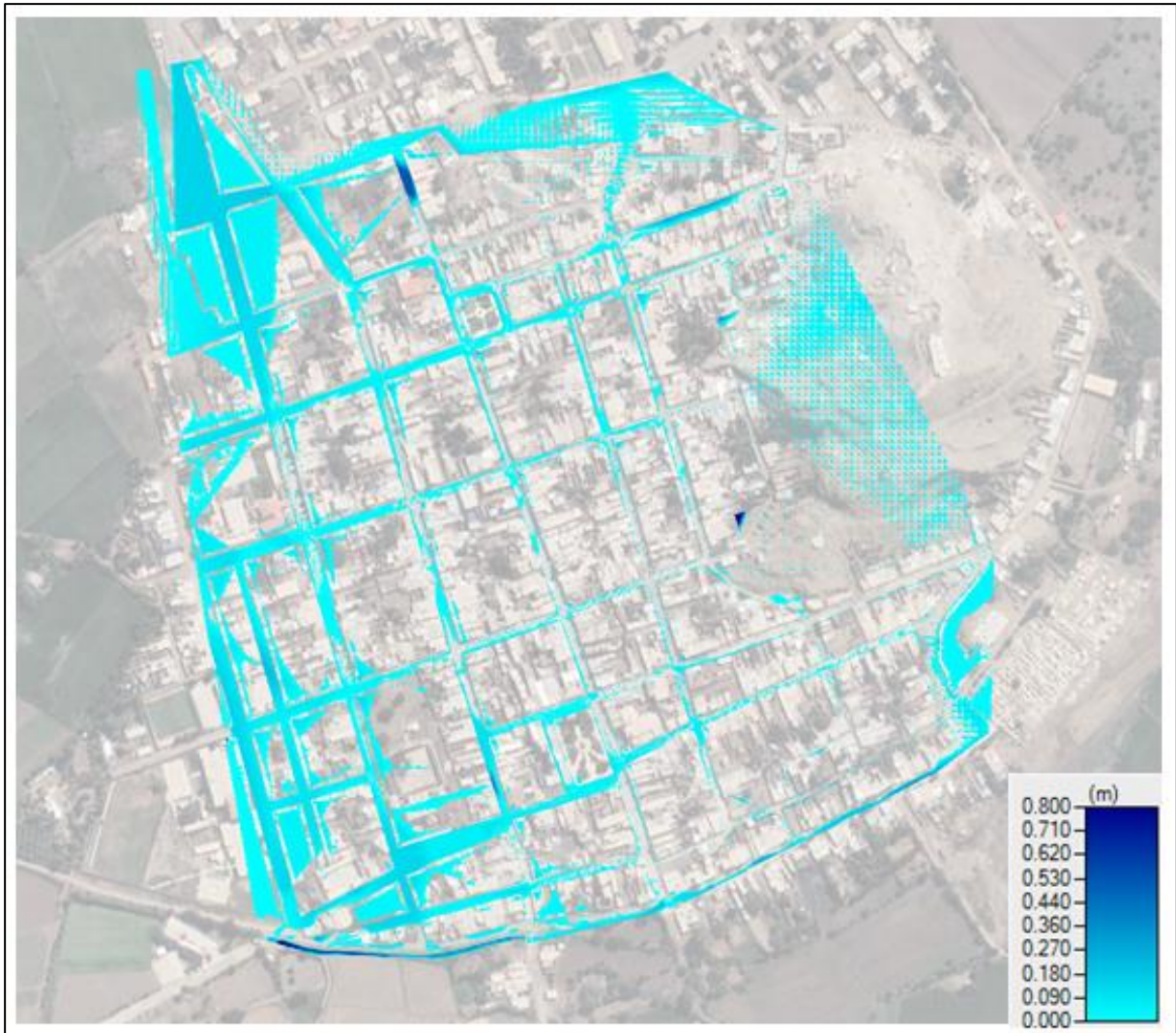


Figura 15: Resultado del modelo hidráulico en HECRAS-2D para un TR 25 años – Mapa de tirantes máximos en m (Pueblo Tradicional Zaña).

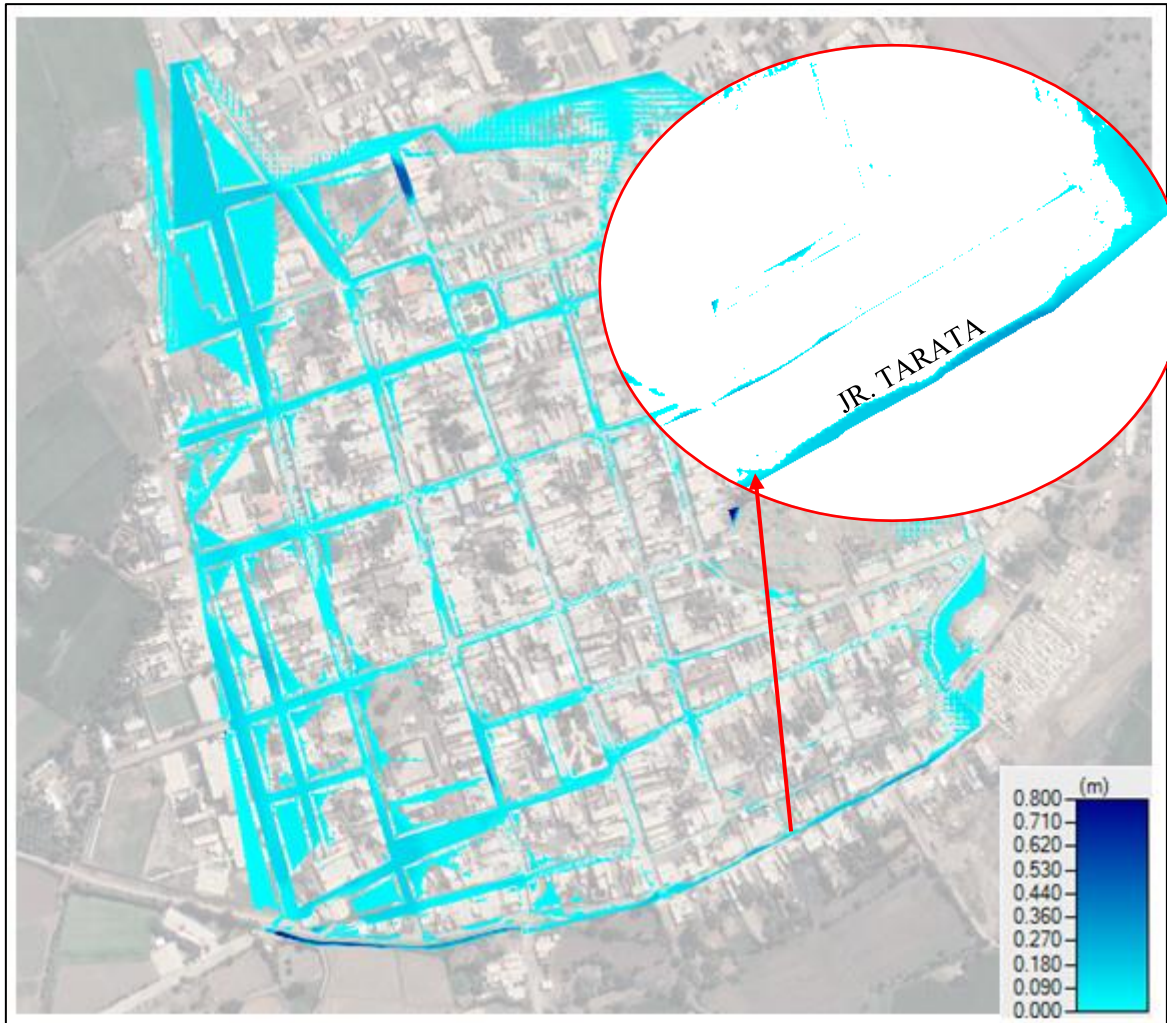


Figura 16: Área inundable-Jr. Tarata

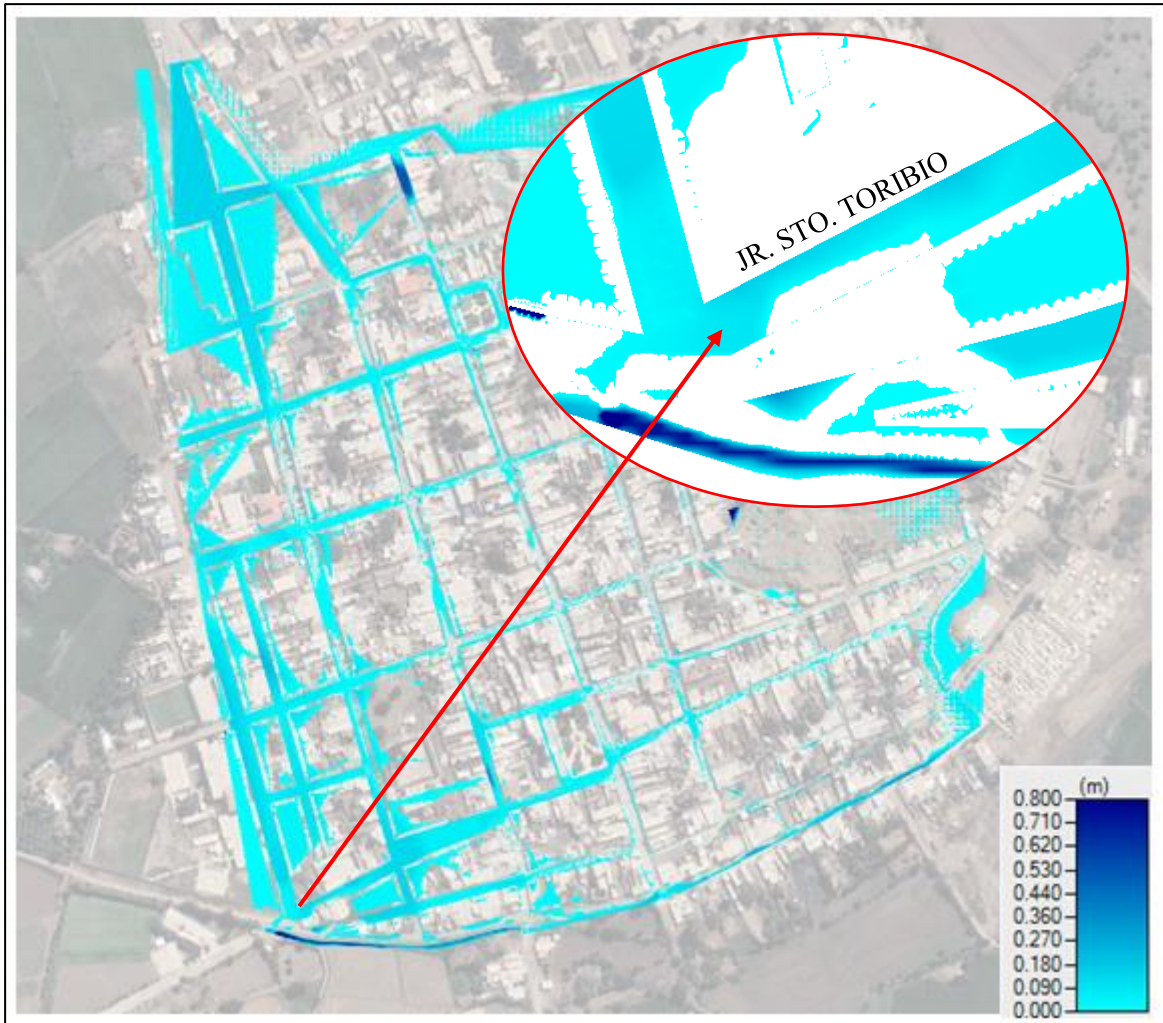


Figura 17: Área inundable-Jr. Sto. Toribio

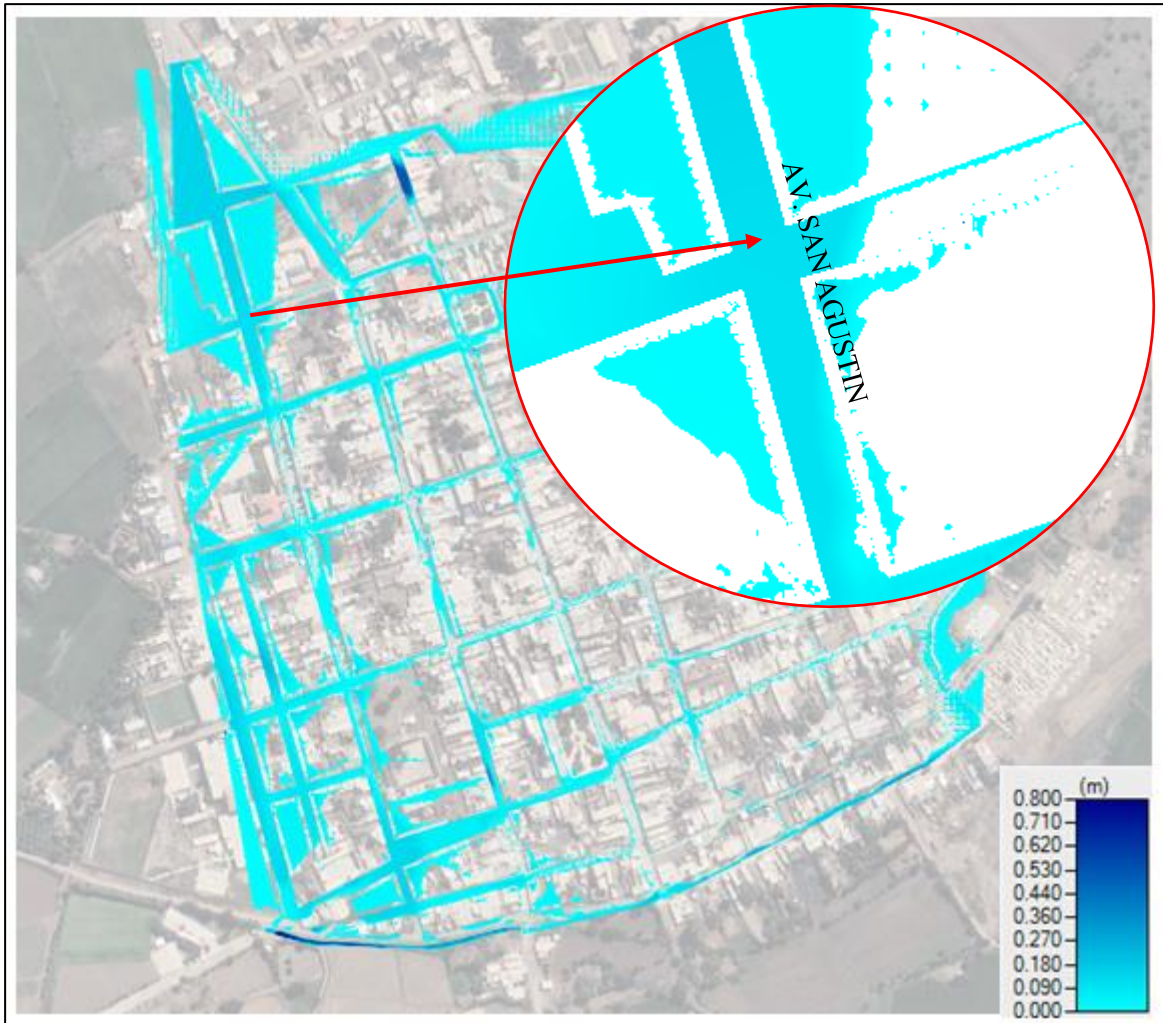


Figura 18: Área inundable-Av. San Agustín

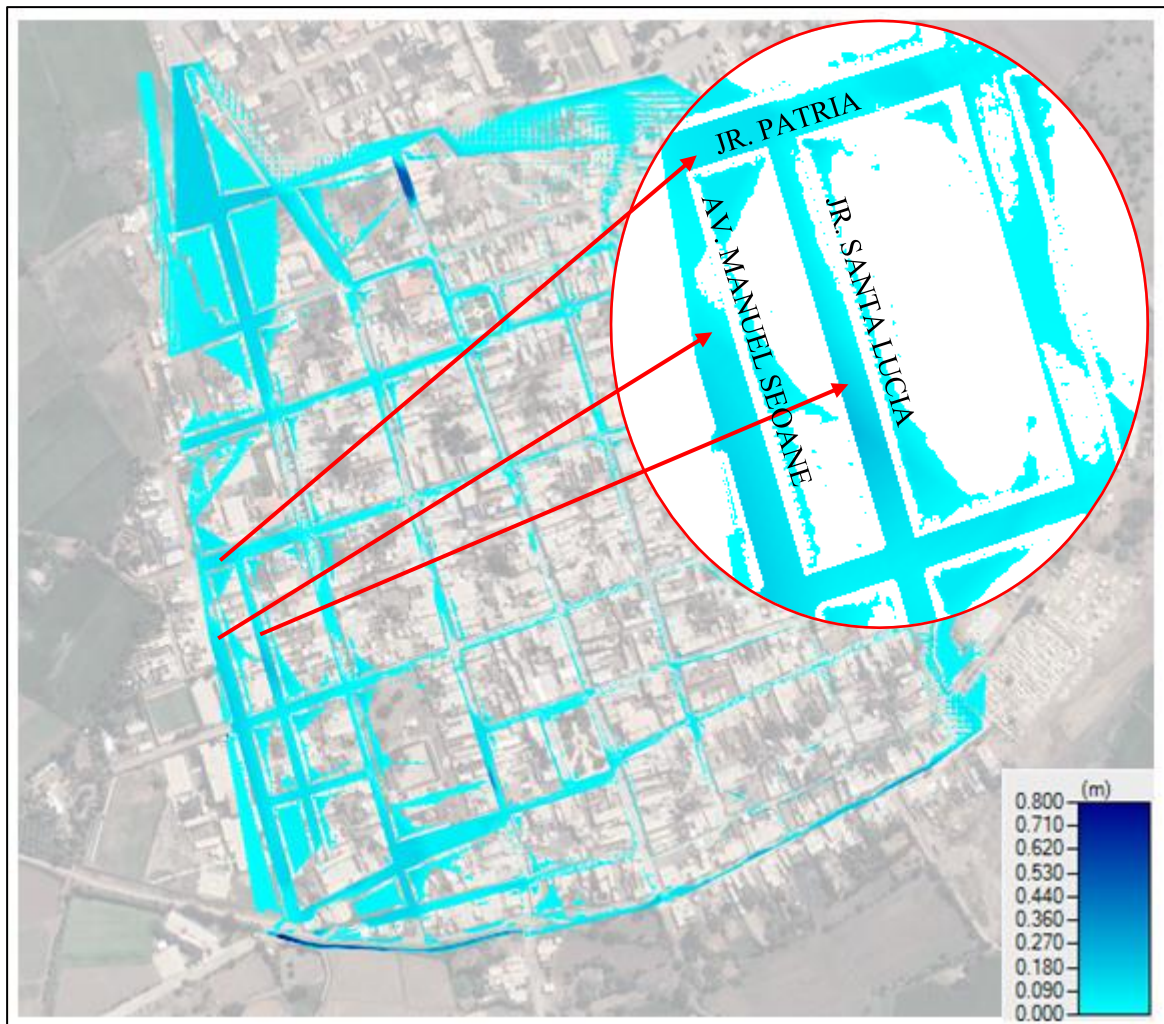


Figura 19: Área inundable-Jr. Patria, Jr. Santa Lucia y Av. Manuel Seoane.

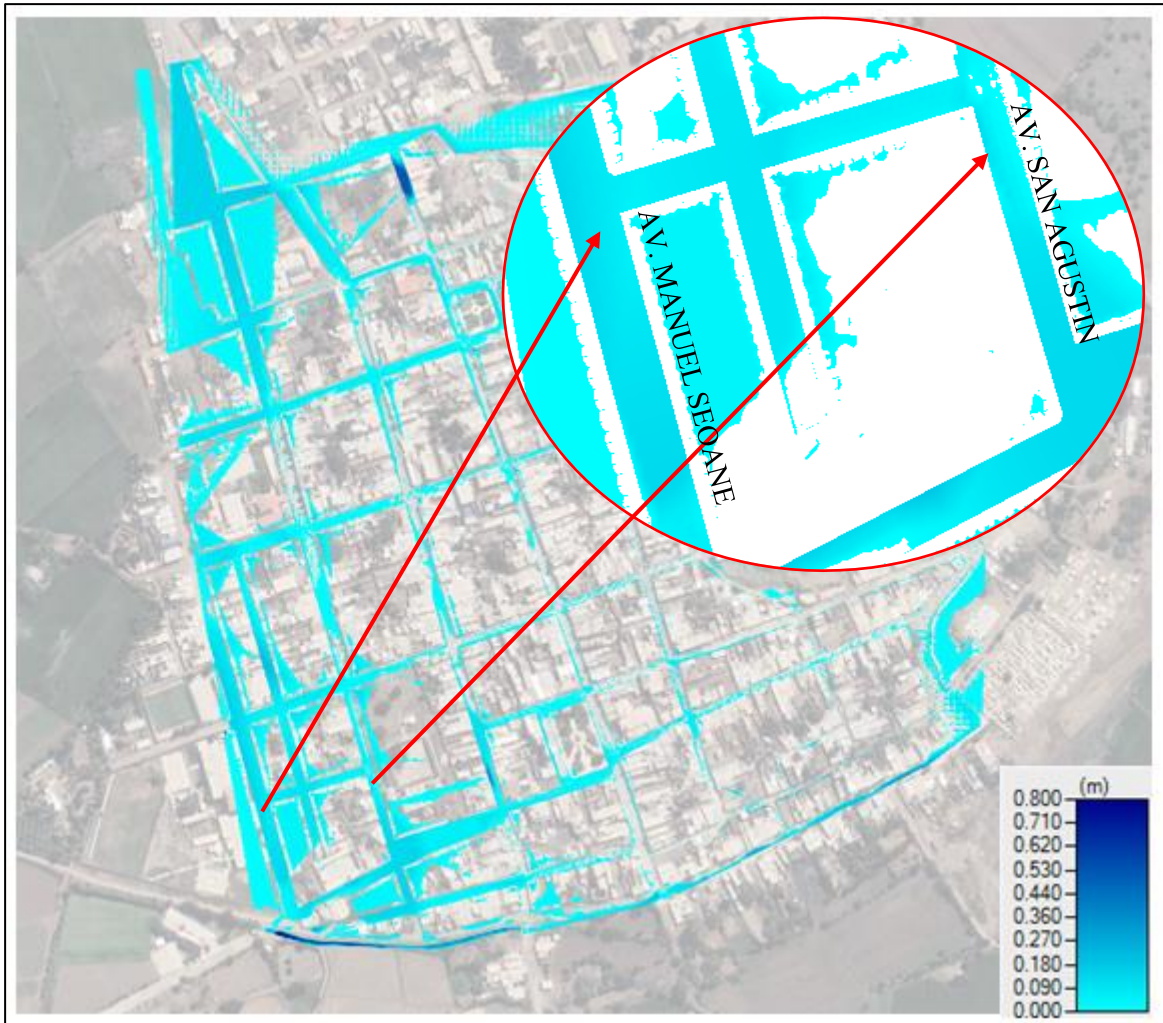


Figura 20: Área inundable-Av. Manuel Seoane y Av. San Agustín.

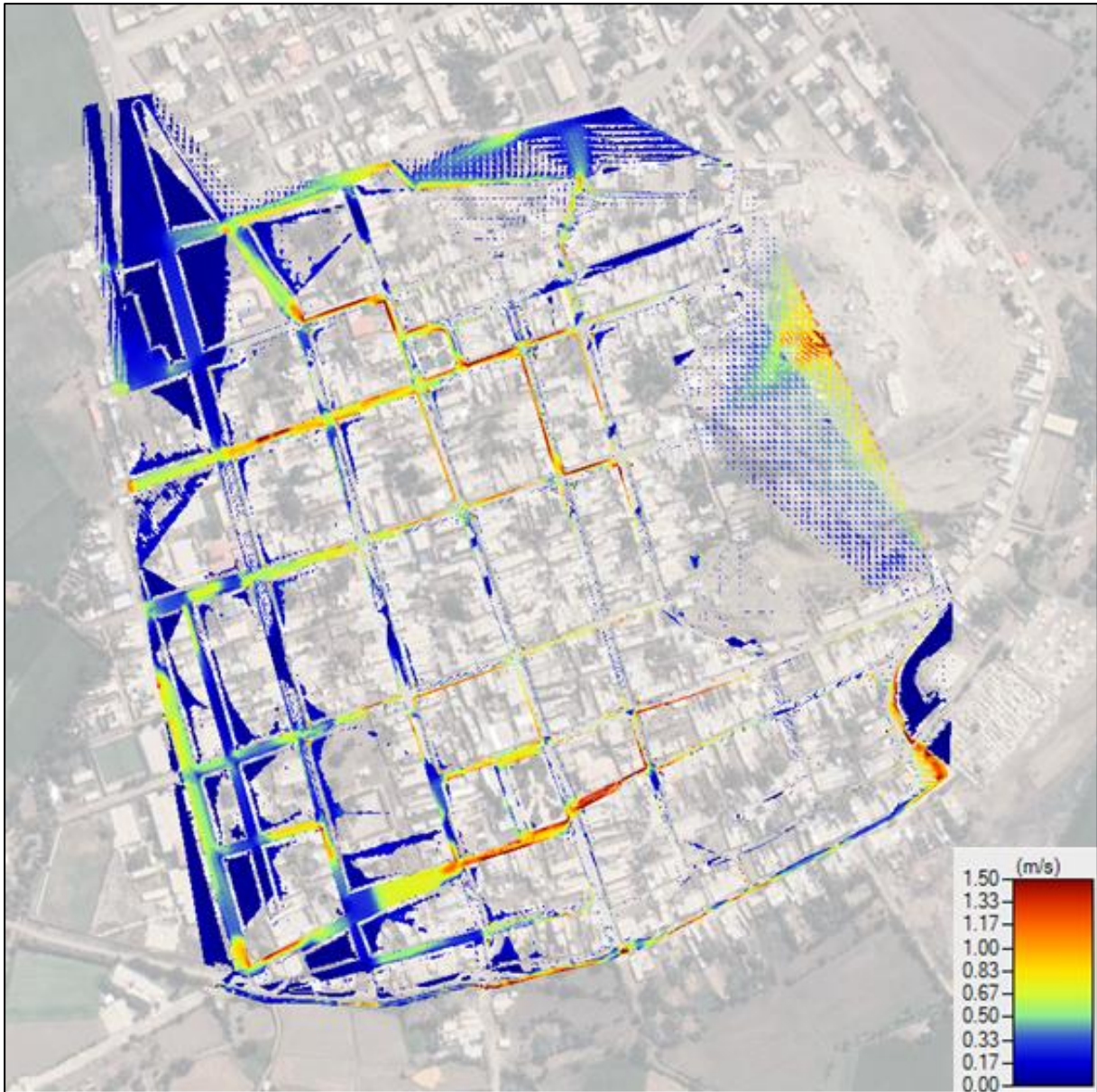


Figura 21: Resultado del modelo hidráulico en HECRAS-2D para un TR 25 años – Mapa de velocidades en m/seg (Pueblo Tradicional Zaña)

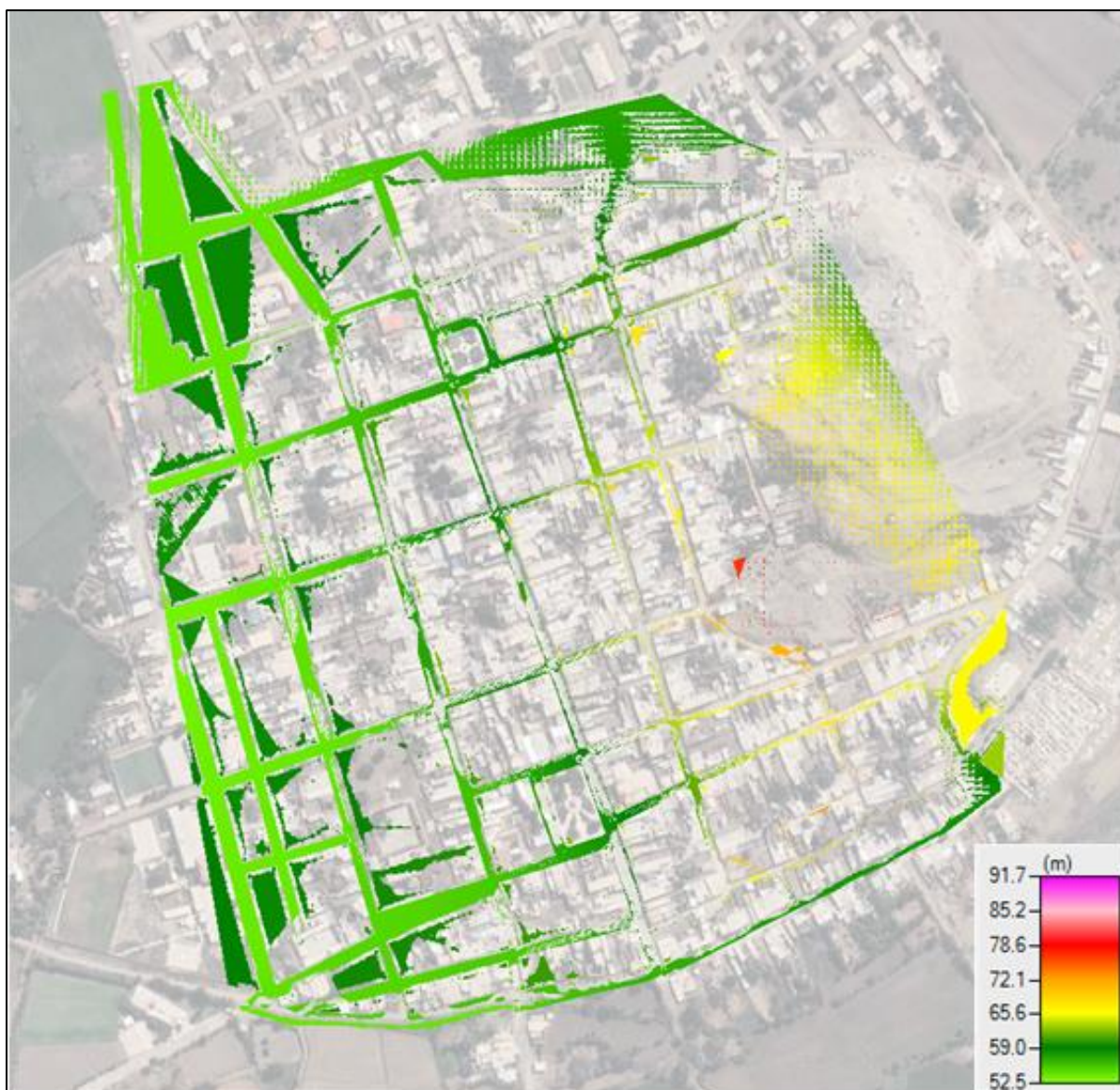


Figura 22: Resultado del modelo hidráulico en HECRAS-2D para un TR 25 años – Mapa de altura de cota de agua en m (Pueblo Tradicional Zaña)

○ **Discusión**

Solo en los antecedentes [16] y [17] realizan una simulación para tener certeza las zonas inundables, aunque en [16] lo realizó por consecuencia de la crecida del río mientras que el antecedente y la presente tesis se realizó por consecuencia de las lluvias en el área de estudio.

Conclusiones

- El área de estudio está delimitada por el llamado Pueblo Tradicional Zaña y el levantamiento de la geometría que sirvió para el presente estudio fue realizado por estación total, lo que sirvió para realizar el modelo digital de elevaciones (DEM).
- El hietograma utilizado para realizar el presente modelamiento fue obtenido a partir de las curvas IDF pertenecientes al estudio hidrológico realizado para la presente tesis.

- El presente modelamiento ha servido para identificar las zonas más críticas y las zonas más vulnerables a inundación frente a un evento de precipitación. Resultando áreas de las calles: Jr. Tarata, Jr. Santo Toribio, Av. San Agustín, Jr. Patria, Av. Manuel Seoane y Jr. Santa Lucia.

Anexo 05: Estudio de riesgo

Introducción

El estudio de riesgo por presencia de inundaciones pluviales coadyuva al análisis del impacto probable del área de influencia del peligro por tal motivo en el Pueblo Tradicional Zaña.

En el mes de marzo del año 2017 se catalogó como “Extremadamente lluvioso durante El Niño Costero”, y en el año 2019 Zaña fue uno de los distritos que pasó a ser en estado de emergencia bajo declaratoria por peligro inminente de lluvias en los años 2018 y 2019 según el DS N° 027-2019-PCM.

El estudio se desarrolla en: aspectos generales, características del área de estudio, determinación del peligro según sus factores condicionantes y desencadenante, análisis de vulnerabilidad según su dimensiones social y económico, finalmente se identifica el nivel de riesgo.

Aspectos generales

○ **Objetivo general**

Determinar el nivel de riesgo por inundación pluvial en el Pueblo Tradicional Zaña.

○ **Justificación**

Durante “El Niño Costero 2017” su estado situacional de emergencia el 05 del mes de abril se registró hasta la fecha 6 viviendas colapsadas, 1 inhabitable, 76 afectadas y con un total de 119 personas afectadas y 20 damnificados que requerían ayuda inmediata.

Según lo ocurrido en el año 2017, el presente estudio ayudará a reubicar a los damnificados a zonas de riesgo mitigable.

○ **Antecedentes**

El primer gran Fenómeno del Niño del que se pudo saber detalladamente fue la del año 1578 denominado “el primer gran Niño post incaico”, duró aproximadamente dos meses. En 1624 también se dieron grandes lluvias, luego en el año 1720 ocurrió la destrucción de la ciudad de Zaña apresurando la ruina de la ciudad y de su economía; ocho años después ocurrió otro Meganiño lloviendo 12 días en Zaña, en el cual se relata que se corría ríos de agua por sus calles. En el mes de febrero 1998 se tuvo 77.30 mm como precipitación máxima.

○ **Marco Normativo**

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres-SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión.

Características del área de estudio

○ Ubicación geográfica

El pueblo tradicional Zaña es parte del CP de Zaña, distrito del mismo nombre en Chiclayo provincia está ubicado entre 6° 54' 15" de altitud Sur y a 79° 34' 25" de longitud Oeste como coordenadas.

Zaña limita con los distritos: Tumán y Pucalá al norte, Pomalca en el noroeste, Lagunas al sur, Cayaltí al este y Reque al oeste.

○ Límites

El Centro Poblado del cual forma parte la zona denominada “Pueblo Tradicional Zaña”, se encuentra limitada con los centros poblados por el norte con Camino del Inca, sur con La Otra Banda, oeste con San Nicolás; y por el este con el distrito de Cayaltí.

○ Área de estudio

El Pueblo Tradicional Zaña es una zona urbana, comprende un área de 0.448 km²

○ Vías de acceso

Se accede al Pueblo Tradicional Zaña desde la provincia de Chiclayo por la Panamericana Norte hacia el sur, llegando al cruce de Nuevo Mocupe se continua hacia la izquierda por la carretera Zaña, Cayaltí, Oyotún hasta llegar al Centro Poblado de Zaña del cual forma parte el área del Pueblo Tradicional Zaña.

○ Características Sociales

Los datos han sido obtenidos agregando como ámbito el área del Pueblo Tradicional Zaña en el SIGRID, y teniendo como fuente “Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas”.



Figura 5. 1: Área del Pueblo Tradicional Zaña [29].

- **Población total**

Tiene una población de 3030 habitantes, siendo el 47.36% del total hombres y el 52.64% son mujeres. Un 22.87% de la población total presenta edades entre 0-14 años.

Sexo		%
Hombre	1435	47.36
Mujer	1595	52.64
Total	3030	100.00

Tabla 5. 1: Población según el sexo [29].

Edades		%
0 a 14 años	693	22.87
15 a 29 años	630	20.79
30 a 44 años	499	16.47
45 a 64 años	575	18.98
Mayor a 65 años	633	20.89
Total	3030	100.00

Tabla 5. 2: Población según las edades [29].

- **Vivienda**

El material predominante de las paredes de las viviendas en el área de estudio es el adobe con un 63.38% del total, luego el material que le precede es el ladrillo o bloque de cemento con un 31.75%; y en porcentajes menores está la quincha con un 4.08%, triplay/ calamina/ estera con un 0.57% y madera con un 0.23%.

El material predominante del piso en las viviendas es el cemento con un 67.35%, el material que le precede es la tierra con un 20.98%; con un 11.56% las losetas, terrazos, cerámicos o similares y madera con un 0.11%.

Material de las paredes		%
Ladrillo o bloque de cemento	280	31.75
Piedra o sillar con cal o cemento	0	0.00
Adobe	559	63.38
Tapia	0	0.00
Quincha (caña con barro)	36	4.08
Piedra con barro	0	0.00
Madera (poma, tornillo, etc.)	2	0.23
Triplay / calamina / estera	5	0.57
Otro material paredes	0	0.00
Total	882	100.00

Tabla 5. 3: Material de las paredes [29].

Material de piso		%
Parquet o madera pulida	0	0.00
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	0	0.00
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	102	11.56
Madera (poma, tornillo, etc.)	1	0.11
Cemento	594	67.35
Tierra	185	20.98
Otro material piso	0	0.00
Total	882	100.00

Tabla 5. 4: Material de piso [29].

▪ Tipo de abastecimiento de agua

El 92.29% cuenta con abastecimiento de agua de red pública dentro de la vivienda, un 3.85% también es abastecida con la red pública pero fuera de la vivienda. Y en menores porcentajes tiene otro tipo de abastecimiento (2.49%), pilón o pileta de uso público (0.68%), camión- cisterna (0.57%) y otros con un 0.11% se abastece de un pozo.

Tipo de abastecimiento de agua		%
Red pública dentro de la vivienda	814	92.29
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	34	3.85
Pilón o pileta de uso público	6	0.68
Camión - cisterna u otro similar	5	0.57
Pozo (agua subterránea)	1	0.11
Manantial o puquio	0	0.00
Río, acequia, lago, laguna	0	0.00
Otro tipo de abastecimiento de agua	22	2.49
Total	882	100.00

Tabla 5. 5: Tipo de abastecimiento de agua [29].

▪ Disponibilidad de Servicios Higiénicos

El 89.57% el desagüe de los servicios higiénicos está conectada a la red pública dentro de la vivienda, el 4.76% tienen un pozo ciego y en menores porcentajes: con un 3.63% el desagüe está conectada a la red pública pero fuera de la vivienda, y con 0.11% tienen pozo séptico.

Disponibilidad de Servicios Higiénicos		%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	790	89.57
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	32	3.63
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	1	0.11
Letrina (con tratamiento)	0	0.00
Pozo ciego o negro	42	4.76
Río, acequia, canal o similar	0	0.00

Campo abierto o al aire libre	10	1.13
Otro tipo baño o servicio higiénico	7	0.79
Total	882	100.00

Tabla 5. 6: Disponibilidad de Servicios Higiénicos [29].

▪ **Disponibilidad de alumbrado**

El 93.99% de las viviendas cuentan con alumbrado público.

Dispone de alumbrado		%
Dispone de alumbrado	829	93.99
No dispone	53	6.01
Total	882	100.00

Tabla 5. 7: Disponibilidad de alumbrado [29].

▪ **Educación**

Los datos han sido obtenidos agregando como ámbito el área del Pueblo Tradicional Zaña en el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGRID, y teniendo como fuente a ESCALE (Estadística de la Calidad Educativa).

En el área del pueblo tradicional se cuenta con 5 instituciones educativas: 10020, SAN NICOLAS DE TOLENTINO, SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, SAN ISIDRO y LA MAGNIFICAT. En el 2017 LA MAGNIFICAT no reportó o no funcionó, por ello aparece con 0.

Nombre	Total hombres	Total mujeres	Total	Grado
10020	207	171	378	Primaria
SAN NICOLAS DE TOLENTINO	29	41	70	Primaria
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	239	207	446	Secundaria
SAN ISIDRO	13	17	30	Secundaria
LA MAGNIFICAT	0	0	0	Primaria

Tabla 5. 8: Instituciones Educativas del Pueblo Tradicional Zaña [30], [31], [32], [33], [34].

○ **Condiciones climatológicas**

El Centro Poblado de Zaña presenta un clima árido, semicálido y húmedo, siendo en gran parte del año lluvia deficiente (E (d) B'1 H3) según el Mapa de Clasificación Climática peruano que fue elaborado por el Sistema de Clasificación de Climas de Warren Thornthwaite [4].

▪ **Temperatura y precipitación**

Tiene mayor temperatura en verano oscilando entre 27.4 a 34.2°C, y en otoño e invierno disminuye la temperatura llegando a fluctuar entre 14.0 a 20.5°C.

De diciembre a abril suele presentarse lluvias significativas.

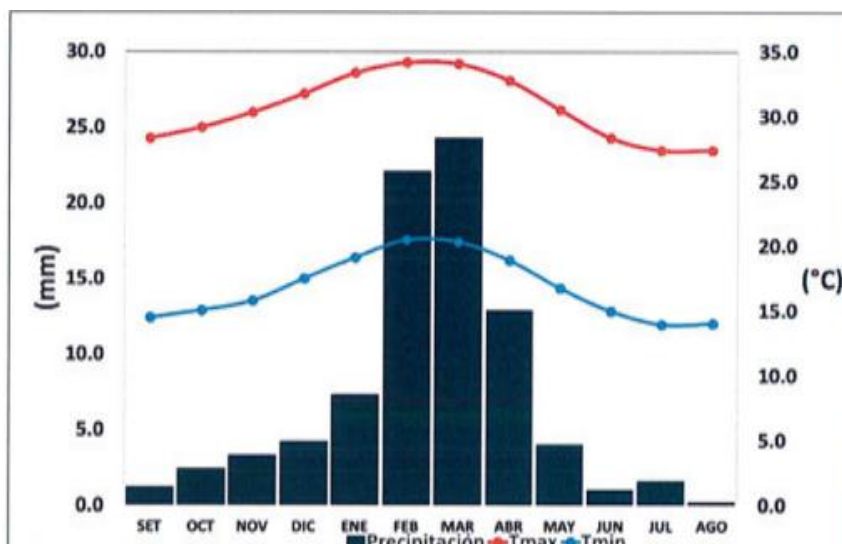


Figura 5. 2: Comportamiento de temperatura y precipitación promedio por temporalidad en la estación meteorológica Cayaltí [4].

▪ Precipitaciones extremas

En el año 2017 se presentó “El Niño Costero 2017” debido a las condiciones océano-atmosféricas anómalas, incrementó abruptamente la temperatura superficial en el mar superando los 26°C en varios puntos del norte del mar peruano.

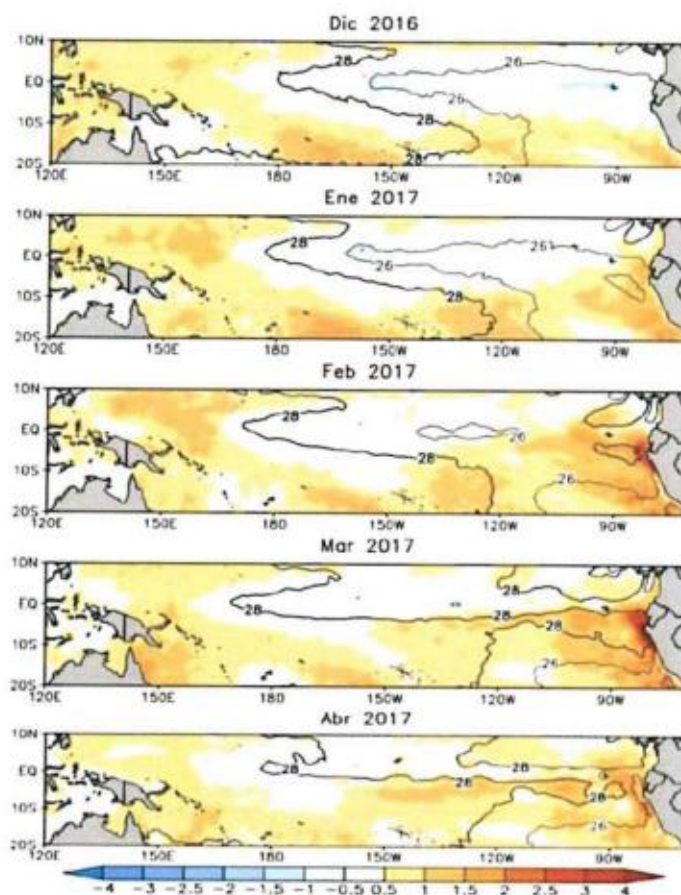


Figura 5. 3: Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial (diciembre 2016-abril 2017) [4].

En el Pueblo Tradicional Zaña en el año 2017 se presencié el tercer “Fenómeno El Niño” más intenso dentro de los últimos cien años en el Perú; siendo sus antecesores “El Niño de 1997-98”, representado por la línea verde en la siguiente gráfica; seguido de “El Niño de 1982-83”, representado con el color celeste.

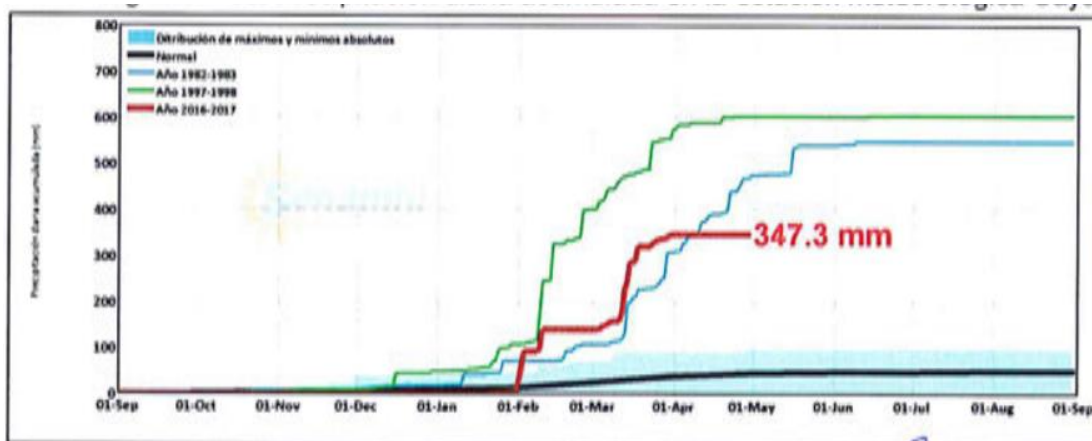


Figura 5. 4: Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Cayaltí [4].

Según la siguiente imagen, en el mes de marzo del 2017 se presenciaron la mayor cantidad de días “Extremadamente lluvioso”.



Figura 5. 5: Frecuencia promedio de lluvias extremas durante el Niño Costero 2017 en el Pueblo Tradicional Zaña. [4].

✓ Descriptores del factor desencadenante

Se clasificaron los descriptores en 5 niveles asociados a los rangos de anomalías de las precipitaciones durando el Niño Costero 2017, según el porcentaje que se ha desviado según la precipitación usual.

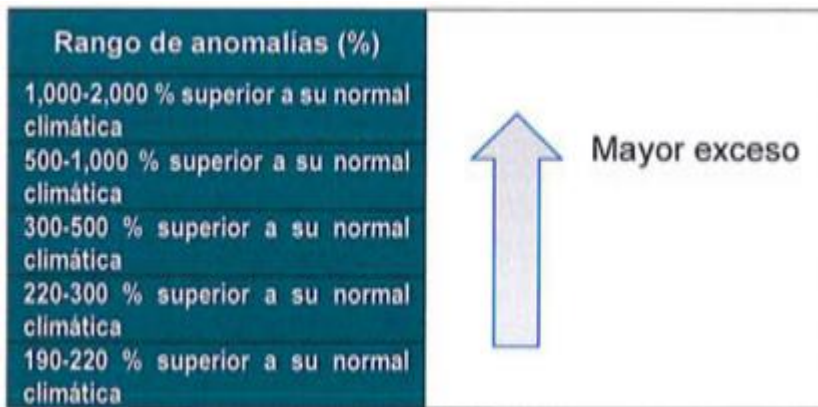


Figura 5. 6: Anomalías de lluvia durante El Niño 2017 (enero-marzo) en el Pueblo Tradicional Zaña [4].

En el Pueblo Tradicional Zaña predominó las lluvias en 500 y 1000% superior a su normal climática durante el trimestre de enero a marzo en el año 2017.



Figura 5. 7: Anomalías de lluvias de El Niño 2017 (enero-marzo) en el Pueblo Tradicional Zaña [4].

○ **Condiciones geomorfológicas**

La geomorfología tomada según el Mapa geomorfológico de GEOCATMIN, el Pueblo Tradicional Zaña está conformado:

Planicie aluvial (PI-al)

Su extensión está limitada a los valles, se encuentran ubicados encima del cauce y llanura de inundación fluvial. Según su geodinámica, se asocia a procesos de erosión fluvial en los márgenes de ríos con áreas susceptibles a inundaciones.

Colina en roca sedimentaria (Rc-rs)

Está conformado por elevaciones alargadas con baja y moderada pendiente; que corresponde a los afloramientos de rocas sedimentarias reducido por proceso denudativo.



Figura 5. 8: Condición geomorfológica del Pueblo Tradicional Zaña [35].

○ **Condiciones geológicas**

La geología tomada según el Mapa geológico en el cuadrángulo Chiclayo 14-d de INGEMMET, el Pueblo Tradicional Zaña está conformado por:

Depósito aluvial (Qr-al)

Comprendido por sedimentos de granulometría gruesa, constituida de: gravilla, grava, cantos rodados, arena con matriz areno arcillosa limosa. Los depósitos fue el resultado de etapas de elevado traslado de sólidos e intensos cambios climáticos.

Formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo (Km-ichp)

Su formación corresponde al eratema Mesozoico, sistema Cretáceo, serie Medio y piso Albiano.

La formación Inca está comprendida por una base de caliza maciza arenosa, areniscas y lutitas ferruginosas con intercalaciones calcáreas. La edad de las rocas según su contenido paleontológico corresponde a Albiano inferior.

La formación Chúlec presenta una litología determinada en capas delgadas de lutita gris, caliza marrón crema y margas amarillentas; indica la ocurrencia de una transgresión marina del Albiano Medio.

La formación Pariatambo presenta una litología de calizas con intercalaciones delgadas de lutitas.

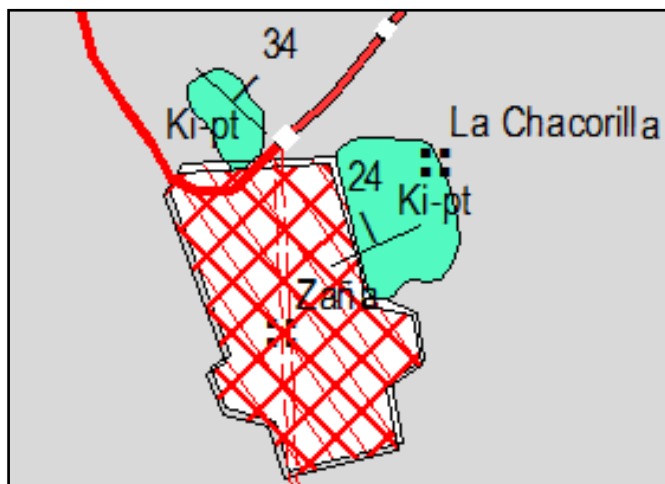


Figura 5. 9: Condición geológica del pueblo Tradicional Zaña (cuadrángulo 14-d2) [35].

○ **Pendiente**

Las pendientes oscilan entre 0° y 56.56° según el levantamiento topográfico.

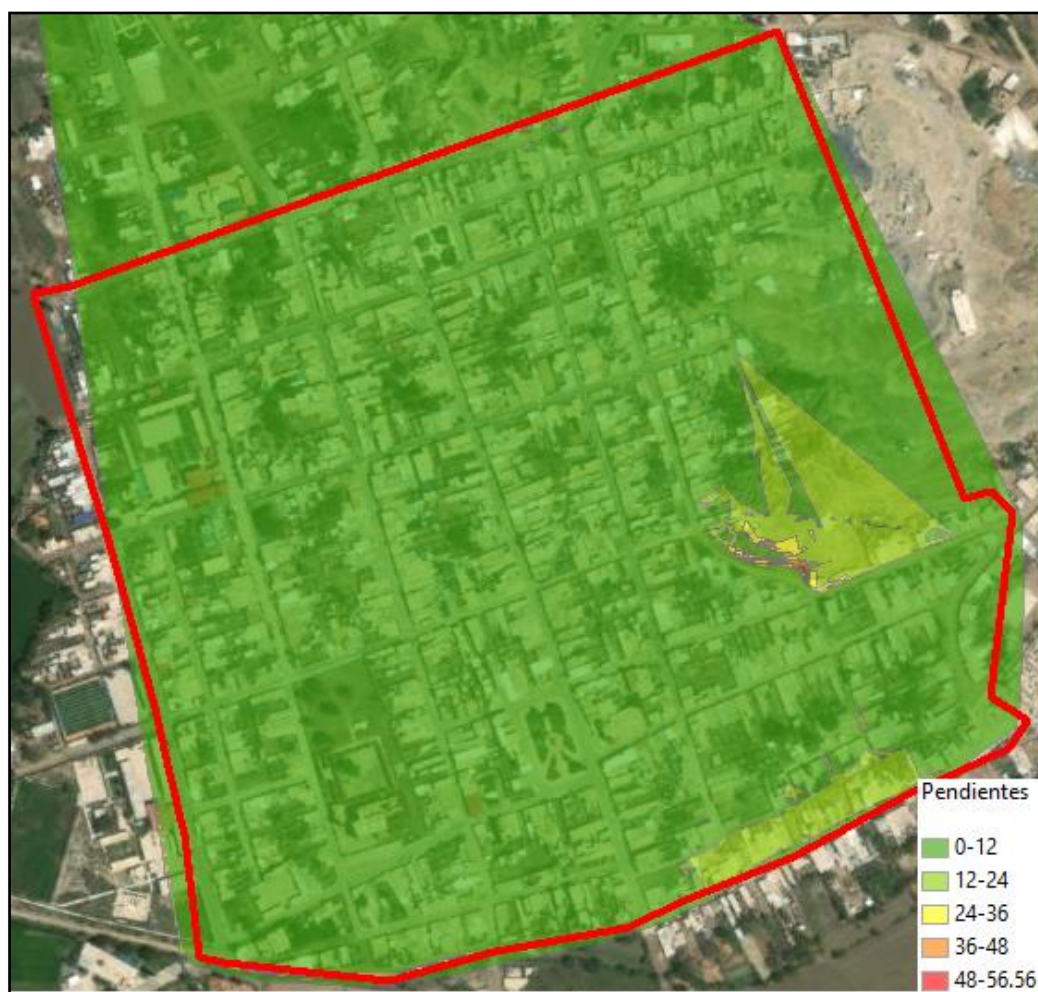


Figura 5. 10: Mapa de pendientes del Pueblo Tradicional Zaña.

Determinación del peligro

Para determinar la peligrosidad que se presenta por inundación pluvial, se utilizó la siguiente metodología:

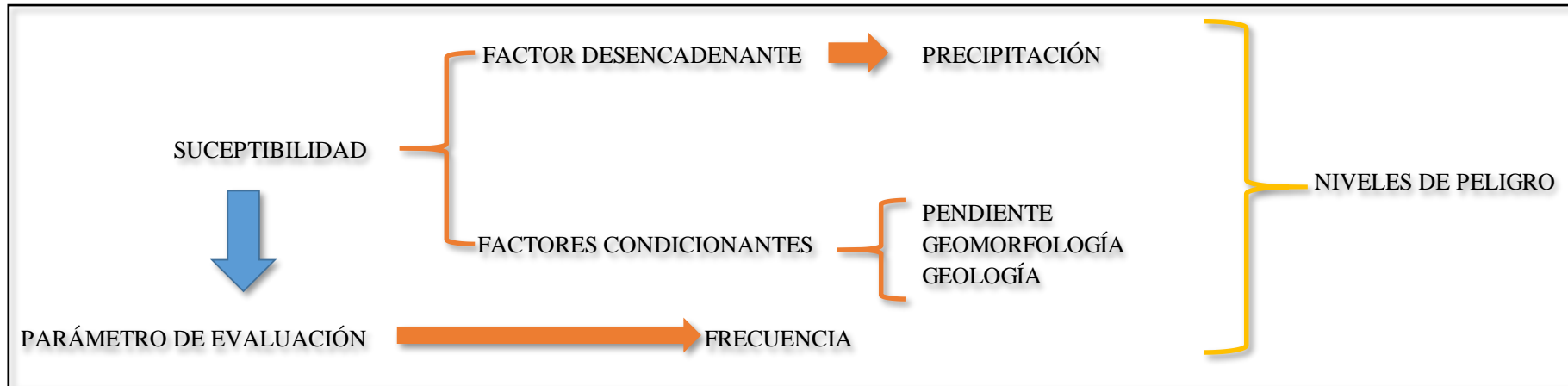


Figura 5. 11: Metodología para determinar el nivel del peligrosidad

○ **Parámetro de evaluación**

Se ha considerado la frecuencia; ya que el Fenómeno El Niño del 2017 se ha presenciado en años anteriores, hasta llegando a ser más intensos.

Así que se obtuvo sus pesos ponderados:

FRECUENCIA	Por lo menos 1 vez al año cada evento de El Niño y/o superior a 5 eventos al año promedio	De 3 a 4 eventos por año en promedio	De 2 a 3 eventos por año en promedio	De 1 a 2 eventos por año en promedio	De 1 evento por año en promedio o inferior
Por lo menos 1 vez al año cada evento de El Niño y/o superior a 5 eventos al año promedio	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 3 a 4 eventos por año en promedio	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 2 a 3 eventos por año en promedio	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 1 a 2 eventos por año en promedio	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
De 1 evento por año en promedio o inferior	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 5. 9: Matriz de comparación de pares del parámetro Frecuencia.

FRECUENCIA	Por lo menos 1 vez al año cada evento de El Niño y/o superior a 5 eventos al año promedio	De 3 a 4 eventos por año en promedio	De 2 a 3 eventos por año en promedio	De 1 a 2 eventos por año en promedio	De 1 evento por año en promedio o inferior	Vector priorización (Ponderación)
Por lo menos 1 vez al año cada evento de El Niño y/o superior a 5 eventos al año promedio	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
De 3 a 4 eventos por año en promedio	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.26
De 2 a 3 eventos por año en promedio	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.13
De 1 a 2 eventos por año en promedio	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.07
De 1 evento por año en promedio o inferior	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 10: Matriz de normalización de pares del parámetro Frecuencia.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.061$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.054$$

- **Susceptibilidad del territorio**

Se ha considerado los siguientes factores de susceptibilidad:

FACTORES CONDICIONANTES	FACTOR DESENCADENANTE
PENDIENTE GEOMORFOLOGÍA GEOLOGÍA	PRECIPITACIÓN - Rango de Anomalías de lluvia (%)

Tabla 5. 11: Factores de susceptibilidad.

Factor desencadenante

Se ha desarrollado el proceso de análisis jerárquico desarrollado por Saaty para la obtención de los pesos ponderados del parámetro:

Rango de Anomalías de lluvia (%)	1000-2000 % superior a su normal climática	500-1000 % superior a su normal climática	300-500 % superior a su normal climática	220-300 % superior a su normal climática	190-220 % superior a su normal climática
1000-2000 % superior a su normal climática	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
500-1000 % superior a su normal climática	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
300-500 % superior a su normal climática	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
220-300 % superior a su normal climática	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
190-220 % superior a su normal climática	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/Suma	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Tabla 5. 12: Matriz de comparación de pares del parámetro Precipitación

Rango de Anomalías de lluvia (%)	1000-2000 % superior a su normal climática	500-1000 % superior a su normal climática	300-500 % superior a su normal climática	220-300 % superior a su normal climática	190-220 % superior a su normal climática	Vector priorización (Ponderación)
1000-2000 % superior a su normal climática	0.44	0.49	0.44	0.38	0.33	0.42
500-1000 % superior a su normal climática	0.22	0.24	0.29	0.29	0.27	0.26
300-500 % superior a su normal climática	0.15	0.12	0.15	0.19	0.20	0.16
220-300 % superior a su normal climática	0.11	0.08	0.07	0.10	0.13	0.10
190-220 % superior a su normal climática	0.09	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 13: Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.017$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.015$$

Factor condicionante

Se ha considerado como factores condicionantes: Pendiente, Geomorfología y Geología; así que se partió por una matriz de comparación de pares de los parámetros condicionantes.

Parámetro	PENDIENTE	GEOMORFOLOGÍA	GEOLOGÍA
PENDIENTE	1.00	2.00	3.00
GEOMORFOLOGÍA	0.50	1.00	2.00
GEOLOGÍA	0.33	0.50	1.00
Suma	1.83	3.50	6.00
1/Suma	0.55	0.29	0.17

Tabla 5. 14: Matriz de comparación de pares de los parámetros condicionantes.

Parámetro	PENDIENTE	GEOMORFOLOGÍA	GEOLOGÍA	Vector priorización (Ponderación)
PENDIENTE	0.55	0.57	0.50	0.54
GEOMORFOLOGÍA	0.27	0.29	0.33	0.30
GEOLOGÍA	0.18	0.14	0.17	0.16
	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 15: Matriz de normalización de pares de los parámetros condicionantes.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.005$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.009$$

a) Parámetro: Pendiente

PENDIENTE	Menor a 12°	12°-24°	24°-36°	36°-48°	48°-56.56°
Menor a 12°	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
12°-24°	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
24°-36°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
36°-48°	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
48°-56.56°	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.25	4.08	6.83	10.50	16.00
1/Suma	0.44	0.24	0.15	0.10	0.06

Tabla 5. 16: Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente.

PENDIENTE	Menor a 12°	12°-24°	24°-36°	36°-48°	48°-56.56°	Vector priorización (Ponderación)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$
Menor a 12°	0.44	0.49	0.44	0.38	0.38	0.43	2.163	5.079
12°-24°	0.22	0.24	0.29	0.29	0.25	0.26	1.317	5.083
24°-36°	0.15	0.12	0.15	0.19	0.19	0.16	0.801	5.041
36°-48°	0.11	0.08	0.07	0.10	0.13	0.10	0.487	5.011
48°-56.56°	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.296	5.034
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		5.05

Tabla 5. 17: Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.012$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.011$$

b) Parámetro: Geomorfología

GEOMORFOLOGÍA	Planicie de inundación (Pl-i)	Terraza aluvial (T-al)	Planicie aluvial (Pl-a)	Vertiente o pedemonte aluvial (V-al/P-al)	Colina en roca sedimentaria (RC- rs)
Planicie de inundación (Pl-i)	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Terraza aluvial (T-al)	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Planicie aluvial (Pl-a)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Vertiente o piedemonte aluvial (V-al/P-al)	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Colina en roca sedimentaria (RC-rs)	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
Suma	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/Suma	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Tabla 5. 18: Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología.

GEOMORFOLOGÍA	Planicie de inundación (P1-i)	Terraza aluvial (T-al)	Planicie aluvial (P1-al)	Vertiente o piedemonte aluvial (V-al/P-al)	Colina en roca sedimentaria (RC-rs)	Vector priorización (Ponderación)
Planicie de inundación (P1-i)	0.46	0.50	0.44	0.43	0.39	0.44
Terraza aluvial (T-al)	0.23	0.25	0.29	0.26	0.28	0.26
Planicie aluvial (P1-al)	0.15	0.12	0.15	0.17	0.17	0.15
Vertiente o piedemonte aluvial (V-al/P-al)	0.09	0.08	0.07	0.09	0.11	0.09
Colina en roca sedimentaria (RC-rs)	0.07	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 19: Matriz de normalización de pares del parámetro Geomorfología.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.007$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.006$$

c) Parámetro: Geología

GEOLOGÍA	Depósito fluvial (Qr-fl)	Depósito fluvio aluvial (Qh-flal)	Depósito aluvial (Qr-al)	Depósitos eólicos (Qr-e)	Formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo (Km-ichp)
Depósito fluvial (Qr-fl)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Depósito fluvio aluvial (Qh-flal)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Depósito aluvial (Qr-al)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Depósitos eólicos (Qr-e)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo (Km-ichp)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 5. 20: Matriz de comparación de pares del parámetro Geología.

GEOLOGÍA	Depósito fluvial (Qr-fl)	Depósito fluvio aluvial (Qh-flal)	Depósito aluvial (Qr-al)	Depósitos eólicos (Qr-e)	Formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo (Km-ichp)	Vector priorización (Ponderación)
Depósito fluvial (Qr-fl)	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.50
Depósito fluvio aluvial (Qh-flal)	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.26
Depósito aluvial (Qr-al)	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.13
Depósitos eólicos (Qr-e)	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.07
Formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo (Km-ichp)	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 21: Matriz de normalización de pares del parámetro Geología.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.061$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.054$$

○ Definición de escenarios

Se ha estimado como el escenario con nivel muy alto de peligro: Precipitación: 1000-2000 % por sobre su normal climática, Pendiente: por debajo de 12°, Geomorfología: Planicie de inundación (Pl-i), Geología: Depósito fluvial (Qr-fl), Frecuencia: al menos 1 vez anual cada evento de El Niño y/o más de cinco eventos al año promedio.

○ Niveles de peligro

RANGO			NIVELES DE PELIGRO
0.285	<=>	0.417	MUY ALTO
0.208	<=>	0.285	ALTO
0.162	<=>	0.208	MEDIO
0.136	<=>	0.162	BAJO

Tabla 5. 22: Niveles de peligro.

○ **Estratificación del nivel de peligro**

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Precipitación: 1000-2000 % superior a su normal climática, Pendiente: Menor a 12°, Geomorfología: Planicie de inundación (Pl-i), Geología: Depósito fluvial (Qr-fl), Frecuencia: Por lo menos 1 vez al año cada evento de El Niño y/o superior a 5 eventos al año promedio	$0.285 \leq P \leq 0.417$
PELIGRO ALTO	Precipitación: 500-1000 % superior a su normal climática, Pendiente: 12°-24°, Geomorfología: Terraza aluvial (T-al), Geología: Depósito fluvio aluvial (Qh-fla), Frecuencia: De 3 a 4 eventos por año en promedio	$0.208 \leq P \leq 0.285$
PELIGRO MEDIO	Precipitación: 300-500 % superior a su normal climática, Pendiente: 24°-36°, Geomorfología: Planicie aluvial (Pl-a), Geología: Depósito aluvial (Qr-al), Frecuencia: De 2 a 3 eventos por año en promedio.	$0.162 \leq P \leq 0.208$
PELIGRO BAJO	Precipitación: 220-300 % superior a su normal climática y 190-220 % superior a su normal climática, Pendiente: 36°-48° y 48°-56.56°, Geomorfología: Vertiente o piedemonte aluvial (V-al/P-al) y Colina en roca sedimentaria (RC-rs), Geología: Depósitos eólicos (Qr-e) y Formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo (Km-ichp), Frecuencia: De 1 a 2 eventos por año en promedio y de 1 evento por año en promedio o inferior.	$0.136 \leq P \leq 0.162$

Tabla 5. 23: Estratificación del nivel de peligro

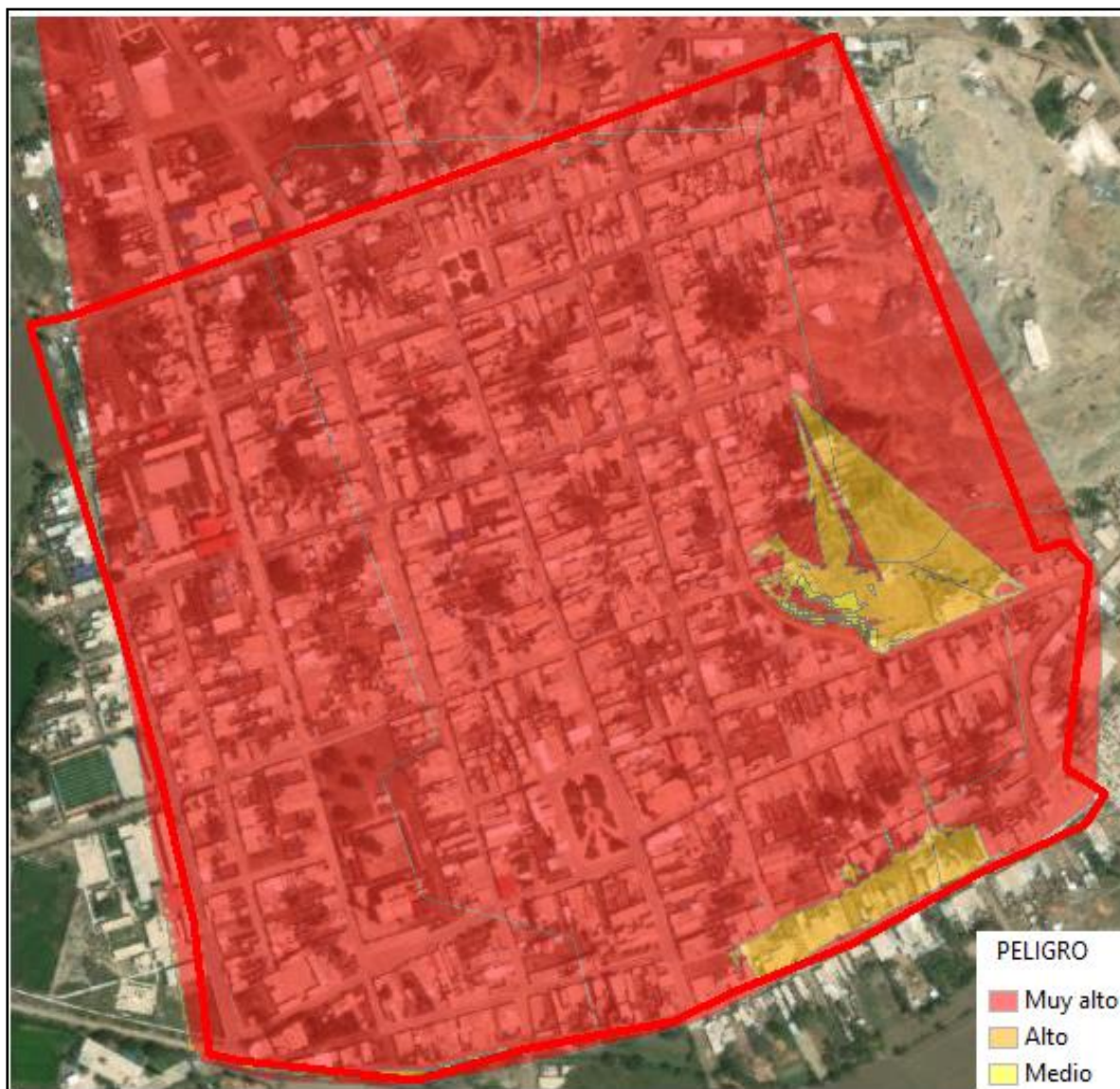


Figura 5. 12: Mapa de peligro del Pueblo Tradicional de Zaña.

Análisis de vulnerabilidad

Para ello se ha considerado dos dimensiones; la social y económica a nivel de manzanas.

Dimensión social

Se evaluaron, los siguientes parámetros:

EXPOSICIÓN	DIMENSIÓN SOCIAL			
	FRAGILIDAD		RESILIENCIA	
POBLACIÓN EXPUESTA POR MANZANA	ABASTECIMIENTO DE AGUA	SERVICIO HIGIÉNICO	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DE RIESGO	ACTITUD FRENTE AL RIESGO

Tabla 5. 24: Parámetros de la dimensión social

○ **Parámetro de exposición**

POBLACIÓN EXPUESTA POR MANZANA	Mayor de 97 habitantes	De 97 a 74 habitantes	De 73 a 50 habitantes	De 49 a 34 habitantes	Menor a 34 habitantes
Mayor de 97 habitantes	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 97 a 74 habitantes	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 73 a 50 habitantes	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 49 a 34 habitantes	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 34 habitantes	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 5. 25: Matriz de comparación de pares del parámetro Población expuesta por manzana.

POBLACIÓN EXPUESTA POR MANZANA	Mayor de 97 habitantes	De 97 a 74 habitantes	De 73 a 50 habitantes	De 49 a 34 habitantes	Menor a 34 habitantes	Vector priorización (Ponderación)
Mayor de 97 habitantes	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
De 97 a 74 habitantes	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
De 73 a 50 habitantes	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
De 49 a 34 habitantes	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
Menor a 34 habitantes	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 26: Matriz de normalización de pares del parámetro Población expuesta por manzana.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.061$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.054$$

○ **Parámetros de fragilidad**

ABASTECIMIENTO DE AGUA	No tiene	Río, acequia, manantial, pozo o similar	Camión cisterna u otro similar	Pilón de uso público	Red pública
No tiene	1.00	3.00	5.00	6.00	7.00
Río, acequia, manantial, pozo o similar	0.33	1.00	2.00	3.00	5.00
Camión cisterna u otro similar	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
Pilón de uso público	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
Red pública	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
Suma	1.84	5.03	8.83	12.50	18.00
1/Suma	0.54	0.20	0.11	0.08	0.06

Tabla 5. 27: Matriz de comparación de pares del parámetro Abastecimiento de agua.

ABASTECIMIENTO DE AGUA	No tiene	Río, acequia, manantial, pozo o similar	Camión cisterna u otro similar	Pilón de uso público	Red pública	Vector priorización (Ponderación)
No tiene	0.54	0.60	0.57	0.48	0.39	0.515
Río, acequia, manantial, pozo o similar	0.18	0.20	0.23	0.24	0.28	0.225
Camión cisterna u otro similar	0.11	0.10	0.11	0.16	0.17	0.130
Pilón de uso público	0.09	0.07	0.06	0.08	0.11	0.081
Red pública	0.08	0.04	0.04	0.04	0.06	0.050
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 28: Matriz de normalización de pares del parámetro Abastecimiento de agua.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.022$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.019$$

SERVICIO HIGIÉNICO	No tiene	Río, acequia o canal	Pozo ciego o negro, pozo séptico	Letrina	Red pública de desagüe
No tiene	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
Río, acequia o canal	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Pozo ciego o negro, pozo séptico	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Letrina	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Red pública de desagüe	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.25	4.08	6.83	10.50	16.00
1/Suma	0.44	0.24	0.15	0.10	0.06

Tabla 5. 29: Matriz de comparación de pares del parámetro Servicio higiénico.

SERVICIO HIGIÉNICO	No tiene	Río, acequia o canal	Pozo ciego o negro, pozo séptico	Letrina	Red pública de desagüe	Vector priorización (Ponderación)
No tiene	0.44	0.49	0.44	0.38	0.38	0.426
Río, acequia o canal	0.22	0.24	0.29	0.29	0.25	0.259
Pozo ciego o negro, pozo séptico	0.15	0.12	0.15	0.19	0.19	0.159
Letrina	0.11	0.08	0.07	0.10	0.13	0.097
Red pública de desagüe	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06	0.059
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 30: Matriz de normalización de pares del parámetro Servicio higiénico.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.012$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.011$$

○ **Parámetro de resiliencia**

CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DE RIESGO	Nunca	c/ 5 años	c/ 3 años	c/ 2 años	c/ año
Nunca	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
c/ 5 años	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
c/ 3 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
c/ 2 años	0.14	0.25	0.33	1.00	2.00
c/ año	0.11	0.17	0.20	0.50	1.00
Suma	1.79	4.75	9.53	15.50	23.00
1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Tabla 5. 31: Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en temas de gestión de riesgo.

CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DE RIESGO	Nunca	c/ 5 años	c/ 3 años	c/ 2 años	c/ año	Vector priorización (Ponderación)
Nunca	0.56	0.63	0.52	0.45	0.39	0.512
c/ 5 años	0.19	0.21	0.31	0.26	0.26	0.246
c/ 3 años	0.11	0.07	0.10	0.19	0.22	0.140
c/ 2 años	0.08	0.05	0.03	0.06	0.09	0.064
c/ año	0.06	0.04	0.02	0.03	0.04	0.039
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 32: Matriz de normalización de pares del parámetro Capacitación en temas de gestión de riesgo.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.047$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.042$$

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	Fatalista	Escasamente previsoría	Parcialmente previsoría sin implementación de medidas	Parcialmente previsoría e implementación de escasas medidas	Previsoría e implementación diversa de medidas
Fatalista	1.00	2.00	5.00	6.00	7.00
Escasamente previsoría	0.50	1.00	2.00	5.00	6.00
Parcialmente previsoría sin implementación de medidas	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Parcialmente previsoría e implementación de escasas medidas	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Previsoría e implementación diversa de medidas	0.14	0.17	0.20	0.33	1.00
Suma	2.01	3.87	8.53	15.33	22.00
1/Suma	0.50	0.26	0.12	0.07	0.05

Tabla 5. 33: Matriz de comparación de pares del parámetro Actitud frente al riesgo.

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	Fatalista	Escasamente previsoría	Parcialmente previsoría sin implementación de medidas	Parcialmente previsoría e implementación de escasas medidas	Previsoría e implementación diversa de medidas	Vector priorización (Ponderación)
Fatalista	0.50	0.52	0.59	0.39	0.32	0.462
Escasamente previsoría	0.25	0.26	0.23	0.33	0.27	0.268
Parcialmente previsoría sin implementación de medidas	0.10	0.13	0.12	0.20	0.23	0.154
Parcialmente previsoría e implementación de escasas medidas	0.08	0.05	0.04	0.07	0.14	0.075
Previsoría e implementación diversa de medidas	0.07	0.04	0.02	0.02	0.05	0.041
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 34: Matriz de normalización de pares del parámetro Actitud frente al riesgo.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.057$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.051$$

Dimensión económica

Se evaluaron, los siguientes parámetros:

DIMENSIÓN ECONÓMICA			
EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD		RESILIENCIA
TOTAL DE VIVIENDAS EXPUESTAS POR MANZANA	MATERIAL DE PAREDES	MATERIAL DE PISO	TIPO DE VIVIENDA

Tabla 5. 35: Parámetros de la dimensión económica.

○ **Parámetro de exposición**

TOTAL DE VIVIENDAS EXPUESTAS POR MANZANA	Mayores a 35 viviendas	De 35 a 28 viviendas	De 27 a 22 viviendas	De 21 a 15 viviendas	Menores a 15 viviendas
Mayores a 35 viviendas	1.00	2.00	3.00	6.00	7.00
De 35 a 28 viviendas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
De 27 a 22 viviendas	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
De 21 a 15 viviendas	0.17	0.33	0.50	1.00	3.00
Menores a 15 viviendas	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00
Suma	2.14	4.03	6.83	12.33	19.00
1/Suma	0.47	0.25	0.15	0.08	0.05

Tabla 5. 36: Matriz de comparación de pares del parámetro Total de viviendas expuestas por manzana.

TOTAL DE VIVIENDAS EXPUESTAS POR MANZANA	Mayores a 35 viviendas	De 35 a 28 viviendas	De 27 a 22 viviendas	De 21 a 15 viviendas	Menores a 15 viviendas	Vector priorización (Ponderación)
Mayores a 35 viviendas	0.47	0.50	0.44	0.49	0.37	0.451
De 35 a 28 viviendas	0.23	0.25	0.29	0.24	0.26	0.256
De 27 a 22 viviendas	0.16	0.12	0.15	0.16	0.16	0.149
De 21 a 15 viviendas	0.08	0.08	0.07	0.08	0.16	0.095
Menores a 15 viviendas	0.07	0.05	0.05	0.03	0.05	0.049
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 37: Matriz de normalización de pares del parámetro Total de viviendas expuestas por manzana.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.022$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.019$$

○ Parámetro de fragilidad

MATERIAL DE PAREDES	Adobe	Triplay / calamina / estera	Quincha (caña con barro)	Madera (poma, tomillo, etc.)	Ladrillo o bloque de cemento
Adobe	1.00	3.00	5.00	6.00	7.00
Triplay / calamina / estera	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
Quincha (caña con barro)	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
Madera (poma, tomillo, etc.)	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
Suma	1.84	4.78	9.58	14.33	20.00
1/Suma	0.54	0.21	0.10	0.07	0.05

Tabla 5. 38: Matriz de comparación de pares del parámetro Material de paredes.

MATERIAL DE PAREDES	Adobe	Triplay / calamina / estera	Quincha (caña con barro)	Madera (poma, tornillo, etc.)	Ladrillo o bloque de cemento	Vector priorización (Ponderación)
Adobe	0.54	0.63	0.52	0.42	0.35	0.492
Triplay / calamina / estera	0.18	0.21	0.31	0.28	0.25	0.246
Quincha (caña con barro)	0.11	0.07	0.10	0.21	0.20	0.138
Madera (poma, tornillo, etc.)	0.09	0.05	0.03	0.07	0.15	0.079
Ladrillo o bloque de cemento	0.08	0.04	0.03	0.02	0.05	0.044
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 39: Matriz de normalización de pares del parámetro Material de paredes.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.074$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.067$$

MATERIAL DE PISO	Tierra	Cemento	Láminas asfálticas, vinílicos o similares	Losetas, terrazos, cerámicos o similares	Madera (poma, tornillo, etc.)
Tierra	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
Cemento	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Madera (poma, tornillo, etc.)	0.13	0.20	0.25	0.50	1.00
Suma	2.08	3.95	7.75	12.50	20.00
1/Suma	0.48	0.25	0.13	0.08	0.05

Tabla 5. 40: Matriz de comparación de pares del parámetro Material de piso.

MATERIAL DE PISO	Tierra	Cemento	Láminas asfálticas, vinílicos o similares	Losetas, terrazos, cerámicos o similares	Madera (poma, tornillo, etc.)	Vector priorización (Ponderación)
Tierra	0.48	0.51	0.52	0.40	0.40	0.461
Cemento	0.24	0.25	0.26	0.32	0.25	0.264
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	0.12	0.13	0.13	0.16	0.20	0.147
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0.10	0.06	0.06	0.08	0.10	0.081
Madera (poma, tornillo, etc.)	0.06	0.05	0.03	0.04	0.05	0.047
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 41: Matriz de normalización de pares del parámetro Material de piso.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.015$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.013$$

○ Parámetro de resiliencia

TIPO DE VIVIENDA	Local no destinado para habitación humana	Chozo o cabaña y/o vivienda improvisada	Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	Departamento en edificio	Casa independiente
Local no destinado para habitación humana	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
Chozo o cabaña y/o vivienda improvisada	0.50	1.00	4.00	5.00	7.00
Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	0.33	0.25	1.00	3.00	5.00
Departamento en edificio	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Casa independiente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	2.09	3.59	8.53	16.33	25.00
1/Suma	0.48	0.28	0.12	0.06	0.04

Tabla 5. 42: Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de vivienda.

TIPO DE VIVIENDA	Local no destinado para habitación humana	Chozo o cabaña y/o vivienda improvisada	Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	Departamento en edificio	Casa independiente	Vector priorización (Ponderación)
Local no destinado para habitación humana	0.48	0.56	0.35	0.43	0.36	0.435
Chozo o cabaña y/o vivienda improvisada	0.24	0.28	0.47	0.31	0.28	0.315
Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	0.16	0.07	0.12	0.18	0.20	0.146
Departamento en edificio	0.07	0.06	0.04	0.06	0.12	0.069
Casa independiente	0.05	0.04	0.02	0.02	0.04	0.035
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5. 43: Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de vivienda.

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0.053$$

Relación de Consistencia (RC)

$$RC = 0.047$$

Niveles de vulnerabilidad

Los rangos según el nivel de vulnerabilidad son:

RANGO			NIVELES DE VULNERABILIDAD
0.280	$\leq P \leq$	0.475	MUY ALTO
0.173	$\leq P \leq$	0.280	ALTO
0.117	$\leq P \leq$	0.173	MEDIO
0.084	$\leq P \leq$	0.117	BAJO

Tabla 5. 44: Niveles de vulnerabilidad.

○ Estratificación de la vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Población expuesta por manzana: Mayor de 97 habitantes, Abastecimiento de agua: No tiene, Servicios higiénicos: No tiene, Capacación en temas de gestión de riesgo: Nunca, Actitud frente al riesgo: Fatalista, Material predominante de paredes: Adobe, Material predominante del piso: Tierra, Tipo de vivienda: Local no destinado para habitación humana, Total de viviendas expuestas por manzana: Mayores a 35 viviendas	$0.280 \leq P \leq 0.475$
PELIGRO ALTO	Población expuesta por manzana: De 97 a 74 habitantes, Abastecimiento de agua: Río, acequia, manantial, pozo o similar, Servicios higiénicos: Río, acequia o canal, Capacación en temas de gestión de riesgo: c/ 5 años, Actitud frente al riesgo: Escasamente previsoría, Material predominante de paredes: Triplay / calamina / estera, Material predominante del piso: Cemento, Tipo de vivienda: Choza o cabaña y/o vivienda improvisada, Total de viviendas expuestas por manzana: De 35 a 28 viviendas	$0.173 \leq P < 0.280$
PELIGRO MEDIO	Población expuesta por manzana: De 73 a 50 habitantes, Abastecimiento de agua: Camión sistema u otro similar, Servicios higiénicos: Pozo ciego o negro, pozo séptico, Capacación en temas de gestión de riesgo: c/ 3 años, Actitud frente al riesgo: Parcialmente previsoría sin implementación de medidas, Material predominante de paredes: Quincha (caña con barro), Material predominante del piso: Láminas asfálticas, vinílicos o similares, Tipo de vivienda: Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad, Total de viviendas expuestas por manzana: De 27 a 22 viviendas	$0.117 \leq P < 0.173$
PELIGRO BAJO	Población expuesta por manzana: De 49 a 34 habitantes y Menor a 34 habitantes, Abastecimiento de agua: Pilón de uso público y Red pública, Servicios higiénicos: Letrina y Red pública de desagüe, Capacación en temas de gestión de riesgo: c/ 3 años y c/ año, Actitud frente al riesgo: Parcialmente previsoría e implementación de escasas medidas y Previsoría e implementación diversa de medidas, Material predominante de paredes: Madera (poma, tomillo, etc.) y Ladrillo o bloque de cemento, Material predominante del piso: Losetas, terrazos, cerámicos o similares y Madera (poma, tomillo, etc.), Tipo de vivienda: Departamento en edificio y Casa independiente, Total de viviendas expuestas por manzana: De 21 a 15 viviendas y Menores a 15 viviendas	$0.084 \leq P < 0.117$

Tabla 5. 45: Estratificación de vulnerabilidad.

○ **Zonificación del nivel de vulnerabilidad**

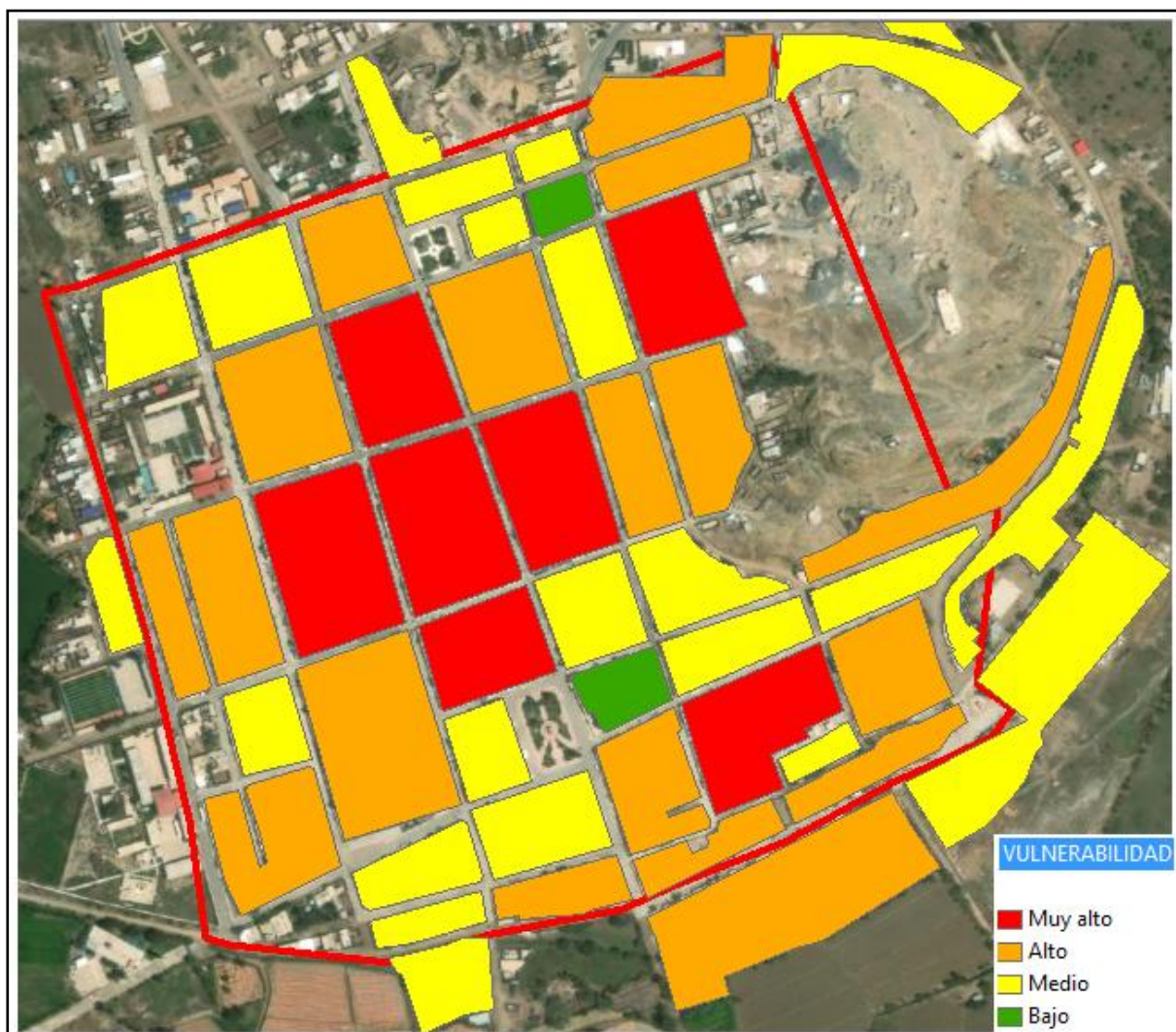


Figura 5. 13: Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad del Pueblo Tradicional de Zaña.

Cálculo de riesgo

○ **Niveles del riesgo**

Con los niveles de peligro por el nivel de vulnerabilidad, tenemos como resultado los siguientes niveles de riesgo por inundación pluvial en el Pueblo Tradicional Zaña:

RANGO			NIVELES DE RIESGO
0.080	≤P≤	0.198	MUY ALTO
0.036	≤P≤	0.080	ALTO
0.019	≤P≤	0.036	MEDIO
0.011	≤P≤	0.019	BAJO

Tabla 5. 46: Niveles de riesgo.

○ Estratificación del riesgo

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Precipitación: 1000-2000 % superior a su normal climática, Pendiente: Menor a 12°, Geomorfología: Planicie de inundación (PI-i), Geología: Depósito fluvial (Qr-fl), Frecuencia: Por lo menos 1 vez al año cada evento de El Niño y/o superior a 5 eventos al año promedio. Población expuesta por manzana: Mayor de 97 habitantes, Abastecimiento de agua: No tiene, Servicios higiénicos: No tiene, Capacitación en temas de gestión de riesgo: Nunca, Actitud frente al riesgo: Fatalista, Material predominante de paredes: Adobe, Material predominante del piso: Tierra, Tipo de vivienda: Local no destinado para habitación humana, Total de viviendas expuestas por manzana: Mayores a 35 viviendas	0.080<=P<=0.198
PELIGRO ALTO	Precipitación: 500-1000 % superior a su normal climática, Pendiente: 12°-24°, Geomorfología: Terraza aluvial (T-al), Geología: Depósito fluvio aluvial (Qh-fla), Frecuencia: De 3 a 4 eventos por año en promedio. Población expuesta por manzana: De 97 a 74 habitantes, Abastecimiento de agua: Río, acequia, manantial, pozo o similar, Servicios higiénicos: Río, acequia o canal, Capacitación en temas de gestión de riesgo: c/ 5 años, Actitud frente al riesgo: Escasamente previsoría, Material predominante de paredes: Triplay / calamina / estera, Material predominante del piso: Cemento, Tipo de vivienda: Chozas o cabañas y/o vivienda improvisada, Total de viviendas expuestas por manzana: De 35 a 28 viviendas	0.036<=P<0.080
PELIGRO MEDIO	Precipitación: 300-500 % superior a su normal climática, Pendiente: 24°-36°, Geomorfología: Planicie aluvial (PI-al), Geología: Depósito aluvial (Qr-al), Frecuencia: De 2 a 3 eventos por año en promedio. Población expuesta por manzana: De 73 a 50 habitantes, Abastecimiento de agua: Camión cisterna u otro similar, Servicios higiénicos: Pozo ciego o negro, pozo séptico, Capacitación en temas de gestión de riesgo: c/ 3 años, Actitud frente al riesgo: Parcialmente previsoría sin implementación de medidas, Material predominante de paredes: Quincha (caña con barro), Material predominante del piso: Láminas asfálticas, virilicos o similares, Tipo de vivienda: Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad, Total de viviendas expuestas por manzana: De 27 a 22 viviendas	0.019<=P<0.036
PELIGRO BAJO	Precipitación: 220-300 % superior a su normal climática y 190-220 % superior a su normal climática, Pendiente: 36°-48° y 48°-56.56°, Geomorfología: Vertiente o piedemonte aluvial (V-al/P-al) y Colina en roca sedimentaria (RC-rs), Geología: Depósitos eólicos (Qr-e) y Formaciones Inca, Chulec y Pariatambo (Km-ichp), Frecuencia: De 1 a 2 eventos por año en promedio y de 1 evento por año en promedio o inferior. Población expuesta por manzana: De 49 a 34 habitantes y Menor a 34 habitantes, Abastecimiento de agua: Pílon de uso público y Red pública, Servicios higiénicos: Letrina y Red pública de desagüe, Capacitación en temas de gestión de riesgo: c/ 3 años y c/ año, Actitud frente al riesgo: Parcialmente previsoría e implementación de escasas medidas y Previsoría e implementación diversa de medidas, Material predominante de paredes: Madera (poma, tornillo, etc.) y La drillo o bloque de cemento, Material predominante del piso: Losetas, terrazos, cerámicos o similares y Madera (poma, tornillo, etc.), Tipo de vivienda: Departamento en edificio y Casa independiente, Total de viviendas expuestas por manzana: De 21 a 15 viviendas y Menores a 15 viviendas	0.011<=P<0.019

Tabla 5. 47: Estratificación de riesgo.

○ **Mapa del riesgo**

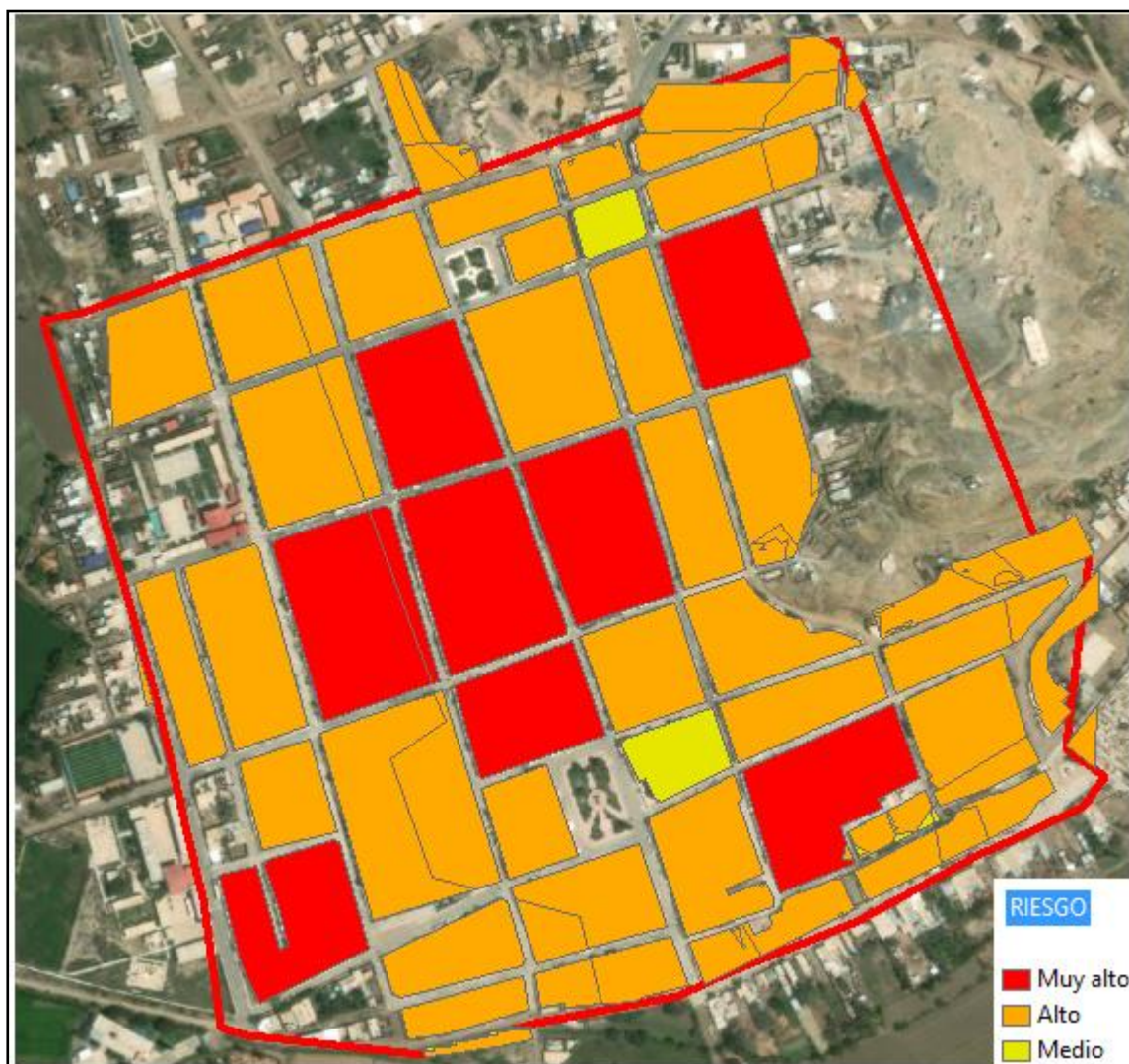


Figura 5. 14: Mapa de riesgo por inundación pluvial del Pueblo Tradicional de Zaña.

Conclusión

En el pueblo Tradicional Zaña se estimó la existencia de 559 viviendas de adobe, siendo zonas vulnerables ante el peligro de una inundación pluvial. Por ello, se realizó un estudio de riesgo que considera la vulnerabilidad de la zona y el peligro del evento; obteniéndose que 334 viviendas y 820 pobladores del Pueblo Tradicional Zaña se encuentran en zonas de RIESGO MUY ALTO.

Anexo 06: Formulación de solución para el sistema de drenaje pluvial

Tuvo como objetivo principal captar el agua pluvial y conducirla hasta el lugar de su eliminación, en el Pueblo Tradicional Zaña, para así poder evitar el deterioro del pavimento debido a su acumulación en las zonas bajas.

Estimación del volumen a evacuar

Se empleó el tiempo de concentración mínima de 10 minutos, y considerando la intensidad antes hallada de 13.198 mm/hr; obteniendo la siguiente precipitación:

$$P=I*T$$

$$P=13.198*(10/60)= 2.20 \text{ mm}$$

Con la precipitación hallada y el área de la cuenca se obtuvo finalmente el volumen a evacuar:

$$V=P*A$$

$$V=(2.20*0.001)* 448014.77 = 985.50 \text{ m}^3$$

Criterio de diseño

Primero se procedió a determinar la capacidad de caudal que soporta la vía de cada calle, a través de la Formula de Manning; y así se pudo comprobar si era capaz de soportar el caudal circundante por cada calle, hallados anteriormente con el Método racional.

La fórmula de Manning es la siguiente:

$$Q = \frac{1}{n} \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{P^{2/3}}$$

Donde:

Q=Caudal máximo (m³/s)

A=Área de la vía (m²)

P=Perímetro mojado de la calle

n=Rugosidad de Manning

En caso el caudal circundante sea mayor al caudal máximo que puede transportar la vía, se requerirá el diseño de una estructura.

CAPACIDAD MÁXIMA QUE PUEDE TRANSCURRIR POR SECCIONES DE VÍAS											Requiere diseño de sumidero
N° Caudal	Qtotol circ. (m ³ /s)	Pendiente (m)	Ancho de vía (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Perimetro (m)	Radio hidráulico (R)	Rugosida d (n)	Velocidad (m/s)	Qmax = VxA (m ³ /s)	
q ₁	0.009	0.063	6.06	0.05	0.303	6.156	0.049	0.016	2.111	0.639	NO
q ₂	0.003	0.015	6.74	0.05	0.337	6.845	0.049	0.016	1.014	0.342	NO
q ₃	0.026	0.002	6.98	0.05	0.349	7.081	0.049	0.016	0.387	0.135	NO
q ₄	0.041	0.025	7.11	0.05	0.355	7.206	0.049	0.016	1.332	0.473	NO
q ₅	0.073	0.007	6.81	0.05	0.340	6.908	0.049	0.016	0.707	0.241	NO
q ₆	0.003	0.133	6.28	0.05	0.314	6.380	0.049	0.016	3.064	0.962	NO
q ₇	0.044	0.033	7.04	0.05	0.352	7.143	0.049	0.016	1.519	0.535	NO
q ₈	0.074	0.005	8.20	0.05	0.410	8.303	0.049	0.016	0.594	0.244	NO
q ₉	0.120	0.027	8.16	0.05	0.408	8.261	0.049	0.016	1.374	0.561	NO
q ₁₀	0.068	0.009	8.65	0.05	0.433	8.753	0.049	0.016	0.811	0.351	NO
q ₁₁	0.193	0.021	6.98	0.05	0.349	7.078	0.049	0.016	1.216	0.424	NO
q ₁₂	0.010	0.087	7.98	0.05	0.399	8.084	0.049	0.016	2.481	0.991	NO
q ₁₃	0.214	0.016	6.81	0.05	0.341	6.911	0.049	0.016	1.062	0.362	NO
q ₁₄	0.083	0.011	8.15	0.05	0.407	8.249	0.049	0.016	0.897	0.366	NO
q ₁₅	0.312	0.011	8.90	0.05	0.445	8.996	0.049	0.016	0.866	0.385	NO

Tabla 6. 1: Capacidad máxima que puede transcurrir por cada calle.

q ₁₆	0.011	0.044	3.00	0.05	0.150	3.100	0.048	0.016	1.732	0.260	NO
q ₁₇	0.005	0.009	8.07	0.05	0.404	8.171	0.049	0.016	0.806	0.325	NO
q ₁₈	0.028	0.015	7.36	0.05	0.368	7.463	0.049	0.016	1.017	0.374	NO
q ₁₉	0.044	0.023	7.53	0.05	0.376	7.627	0.049	0.016	1.263	0.475	NO
q ₂₀	0.043	0.032	7.01	0.05	0.351	7.112	0.049	0.016	1.513	0.530	NO
q ₂₁	0.041	0.006	6.12	0.05	0.306	6.220	0.049	0.016	0.634	0.194	NO
q ₂₂	0.051	0.023	6.08	0.05	0.304	6.183	0.049	0.016	1.285	0.391	NO
q ₂₃	0.143	0.025	6.84	0.05	0.342	6.936	0.049	0.016	1.331	0.455	NO
q ₂₄	0.074	0.022	8.48	0.05	0.424	8.581	0.049	0.016	1.249	0.530	NO
q ₂₅	0.055	0.017	6.53	0.05	0.327	6.630	0.049	0.016	1.106	0.361	NO
q ₂₆	0.076	0.018	6.95	0.05	0.348	7.054	0.049	0.016	1.132	0.394	NO
q ₂₇	0.063	0.008	7.98	0.05	0.399	8.079	0.049	0.016	0.754	0.301	NO
q ₂₈	0.086	0.018	6.86	0.05	0.343	6.957	0.049	0.016	1.117	0.383	NO
q ₂₉	0.011	0.048	7.01	0.05	0.350	7.110	0.049	0.016	1.836	0.644	NO
q ₃₀	0.035	0.037	6.54	0.05	0.327	6.635	0.049	0.016	1.623	0.530	NO

q ₃₁	0.031	0.032	6.46	0.05	0.323	6.560	0.049	0.016	1.492	0.482	NO
q ₃₂	0.030	0.014	6.28	0.05	0.314	6.377	0.049	0.016	0.978	0.307	NO
q ₃₃	0.045	0.034	6.17	0.05	0.309	6.271	0.049	0.016	1.540	0.475	NO
q ₃₄	0.015	0.014	6.68	0.05	0.334	6.782	0.049	0.016	1.007	0.336	NO
q ₃₅	0.045	0.029	6.03	0.05	0.302	6.134	0.049	0.016	1.427	0.431	NO
q ₃₆	0.031	0.004	8.02	0.05	0.401	8.125	0.049	0.016	0.564	0.226	NO
q ₃₇	0.053	0.025	6.35	0.05	0.317	6.450	0.049	0.016	1.317	0.418	NO
q ₃₈	0.004	0.195	4.54	0.05	0.227	4.642	0.049	0.016	3.694	0.839	NO
q ₃₉	0.026	0.003	6.80	0.05	0.340	6.898	0.049	0.016	0.493	0.168	NO
q ₄₀	0.022	0.087	5.18	0.05	0.259	5.280	0.049	0.016	2.473	0.640	NO
q ₄₁	0.018	0.052	4.14	0.05	0.207	4.242	0.049	0.016	1.901	0.394	NO
q ₄₂	0.016	0.006	6.83	0.05	0.341	6.929	0.049	0.016	0.644	0.220	NO
q ₄₃	0.035	0.027	5.44	0.05	0.272	5.535	0.049	0.016	1.388	0.377	NO
q ₄₄	0.002	0.005	8.19	0.05	0.410	8.291	0.049	0.016	0.581	0.238	NO
q ₄₅	0.037	0.029	6.03	0.05	0.301	6.127	0.049	0.016	1.437	0.433	NO

q ₄₆	0.015	0.047	6.35	0.05	0.317	6.450	0.049	0.016	1.816	0.577	NO
q ₄₇	0.023	0.012	5.93	0.05	0.297	6.031	0.049	0.016	0.920	0.273	NO
q ₄₈	0.029	0.060	6.47	0.05	0.324	6.574	0.049	0.016	2.050	0.664	NO
q ₄₉	0.030	0.017	8.24	0.05	0.412	8.337	0.049	0.016	1.099	0.453	NO
q ₅₀	0.033	0.027	10.63	0.05	0.531	10.726	0.050	0.016	1.386	0.736	NO
q ₅₁	0.025	0.028	4.40	0.05	0.220	4.503	0.049	0.016	1.395	0.307	NO
q ₅₂	0.034	0.019	7.11	0.05	0.355	7.206	0.049	0.016	1.152	0.409	NO
q ₅₃	0.006	0.060	5.36	0.05	0.268	5.462	0.049	0.016	2.048	0.549	NO
q ₅₄	0.013	0.055	5.35	0.05	0.268	5.450	0.049	0.016	1.957	0.524	NO
q ₅₅	0.030	0.042	5.15	0.05	0.257	5.248	0.049	0.016	1.721	0.443	NO
q ₅₆	0.026	0.040	6.05	0.05	0.303	6.151	0.049	0.016	1.681	0.508	NO
q ₅₇	0.017	0.045	6.28	0.05	0.314	6.375	0.049	0.016	1.775	0.557	NO
q ₅₈	0.083	0.036	5.77	0.05	0.288	5.867	0.049	0.016	1.599	0.461	NO
q ₅₉	0.117	0.006	12.11	0.05	0.606	12.215	0.050	0.016	0.639	0.387	NO
q ₆₀	0.004	0.034	9.80	0.05	0.490	9.902	0.049	0.016	1.547	0.758	NO

q ₆₁	0.125	0.023	10.81	0.05	0.540	10.906	0.050	0.016	1.270	0.686	NO
q ₆₂	0.022	0.004	10.02	0.05	0.501	10.124	0.050	0.016	0.520	0.261	NO
q ₆₃	0.155	0.025	5.38	0.05	0.269	5.480	0.049	0.016	1.316	0.354	NO
q ₆₄	0.074	0.003	5.70	0.05	0.285	5.798	0.049	0.016	0.434	0.124	NO
q ₆₅	0.005	0.003	5.04	0.05	0.252	5.143	0.049	0.016	0.490	0.124	NO
q ₆₆	0.255	0.007	8.34	0.05	0.417	8.438	0.049	0.016	0.685	0.286	NO
q ₆₇	0.019	0.021	6.89	0.05	0.344	6.988	0.049	0.016	1.214	0.418	NO
q ₆₈	0.031	0.013	9.54	0.05	0.477	9.639	0.049	0.016	0.962	0.459	NO
q ₆₉	0.022	0.023	5.08	0.05	0.254	5.175	0.049	0.016	1.283	0.325	NO
q ₇₀	0.079	0.044	12.33	0.05	0.617	12.431	0.050	0.016	1.773	1.093	NO
q ₇₁	0.001	0.161	3.00	0.05	0.150	3.100	0.048	0.016	3.335	0.500	NO
q ₇₂	0.007	0.068	3.53	0.05	0.177	3.630	0.049	0.016	2.165	0.382	NO
q ₇₃	0.087	0.072	8.32	0.05	0.416	8.422	0.049	0.016	2.260	0.940	NO
q ₇₄	0.114	0.009	11.73	0.05	0.587	11.834	0.050	0.016	0.822	0.482	NO
q ₇₅	0.143	0.002	6.03	0.05	0.302	6.130	0.049	0.016	0.357	0.108	SÍ

q ₇₆	0.011	0.000	4.11	0.05	0.205	4.208	0.049	0.016	0.180	0.037	NO
q ₇₇	0.012	0.176	3.00	0.05	0.150	3.100	0.048	0.016	3.482	0.522	NO
q ₇₈	0.002	0.008	3.01	0.05	0.150	3.108	0.048	0.016	0.727	0.109	NO
q ₇₉	0.017	0.009	3.80	0.05	0.190	3.904	0.049	0.016	0.804	0.153	NO
q ₈₀	0.007	0.010	4.47	0.05	0.223	4.568	0.049	0.016	0.850	0.190	NO
q ₈₁	0.025	0.221	3.00	0.05	0.150	3.100	0.048	0.016	3.901	0.585	NO
q ₈₂	0.190	0.007	8.04	0.05	0.402	8.137	0.049	0.016	0.691	0.278	NO
q ₈₃	0.007	0.101	2.79	0.05	0.140	2.893	0.048	0.016	2.631	0.367	NO
q ₈₄	0.018	0.034	10.06	0.05	0.503	10.163	0.050	0.016	1.545	0.778	NO
q ₈₅	0.219	0.006	8.05	0.05	0.402	8.145	0.049	0.016	0.638	0.257	NO
q ₈₆	0.114	0.001	4.91	0.05	0.245	5.005	0.049	0.016	0.193	0.047	SÍ
q ₈₇	0.010	0.033	10.34	0.05	0.517	10.436	0.050	0.016	1.533	0.792	NO
q ₈₈	0.019	0.021	5.51	0.05	0.276	5.612	0.049	0.016	1.214	0.335	NO
q ₈₉	0.003	0.008	6.08	0.05	0.304	6.178	0.049	0.016	0.731	0.222	NO
q ₉₀	0.113	0.008	7.88	0.05	0.394	7.983	0.049	0.016	0.775	0.305	NO

q ₉₁	0.147	0.005	6.67	0.05	0.333	6.769	0.049	0.016	0.568	0.189	NO
q ₉₂	0.060	0.025	9.067	0.05	0.453	9.167	0.049	0.016	1.341	0.608	NO
q ₉₃	0.005	0.008	7.444	0.05	0.372	7.544	0.049	0.016	0.737	0.274	NO
q ₉₄	0.216	0.004	6.712	0.05	0.336	6.812	0.049	0.016	0.540	0.181	SÍ
q ₉₅	0.251	0.002	6.947	0.05	0.347	7.047	0.049	0.016	0.327	0.114	SÍ
q ₉₆	0.141	0.006	6.789	0.05	0.339	6.889	0.049	0.016	0.639	0.217	NO
q ₉₇	0.024	0.002	8.951	0.05	0.448	9.051	0.049	0.016	0.382	0.171	NO
q ₉₈	0.060	0.001	5.955	0.05	0.298	6.055	0.049	0.016	0.321	0.096	NO
q ₉₉	0.061	0.004	6.924	0.05	0.346	7.024	0.049	0.016	0.551	0.191	NO
q ₁₀₀	0.062	0.061	8.208	0.05	0.410	8.308	0.049	0.016	2.082	0.854	NO
q ₁₀₁	0.251	0.004	8.032	0.05	0.402	8.132	0.049	0.016	0.549	0.221	SÍ
q ₁₀₂	0.0038	0.027	11.831	0.05	0.592	11.931	0.050	0.016	1.392	0.823	NO
q ₁₀₃	0.352	0.006	11.726	0.05	0.586	11.826	0.050	0.016	0.641	0.376	NO
q ₁₀₄	0.007	0.006	11.674	0.05	0.584	11.774	0.050	0.016	0.679	0.396	NO
q ₁₀₅	0.007	0.005	6.860	0.05	0.343	6.960	0.049	0.016	0.574	0.197	NO

q ₁₀₆	0.131	0.011	6.115	0.05	0.306	6.215	0.049	0.016	0.876	0.268	NO
q ₁₀₇	0.078	0.003	6.741	0.05	0.337	6.841	0.049	0.016	0.466	0.157	NO
q ₁₀₈	0.071	0.007	6.624	0.05	0.331	6.724	0.049	0.016	0.678	0.225	NO
q ₁₀₉	0.017	0.001	11.747	0.05	0.587	11.847	0.050	0.016	0.325	0.191	NO
q ₁₁₀	0.209	0.007	7.863	0.05	0.393	7.963	0.049	0.016	0.711	0.280	NO
q ₁₁₁	0.013	0.001	7.843	0.05	0.392	7.943	0.049	0.016	0.234	0.092	NO
q ₁₁₂	0.026	0.001	11.475	0.05	0.574	11.575	0.050	0.016	0.277	0.159	NO
q ₁₁₃	0.042	0.002	12.392	0.05	0.620	12.492	0.050	0.016	0.408	0.253	NO
q ₁₁₄	0.318	0.001	6.790	0.05	0.340	6.890	0.049	0.016	0.220	0.075	SÍ
q ₁₁₅	0.101	0.010	9.294	0.05	0.465	9.394	0.049	0.016	0.849	0.395	NO
q ₁₁₆	0.423	0.004	9.405	0.05	0.470	9.505	0.049	0.016	0.518	0.244	SÍ
q ₁₁₇	0.007	0.005	8.983	0.05	0.449	9.083	0.049	0.016	0.611	0.275	NO
q ₁₁₈	0.034	0.001	10.503	0.05	0.525	10.603	0.050	0.016	0.321	0.168	NO
q ₁₁₉	0.015	0.008	10.527	0.05	0.526	10.627	0.050	0.016	0.769	0.405	NO
q ₁₂₀	0.132	0.003	9.094	0.05	0.455	9.194	0.049	0.016	0.460	0.209	NO

Diseño de sumideros

Se ha optado por sumideros tipo ventana como estructura de captación, ya que se adecua a la zona del proyecto; luego el agua captada llevarla al dren que se encuentra paralela al Jr. Tarata. Estas serán ubicadas en las zonas inundables según el modelamiento en HEC-RAS 6.2 de la zona, donde sus calles cumplen con la pendiente longitudinal $< 3\%$ que recomienda el sumidero tipo ventana; y el aporte en cada sumidero fue determinado según el sentido del flujo que presenta cada calle.

El caudal aportante de cada sumidero definirá la longitud de ventana a través de la siguiente fórmula:

$$L_t = 0.817 * Q^{0.42} * S_o^{0.30} * \left(\frac{1}{n * S_x}\right)^{0.60}$$

$L_t (m) =$ Longitud total requerida

$Q (m^3/s) =$ Caudal

$S_o (m/m) =$ Pendiente Longitudinal

$S_x (m/m) =$ Pendiente transversal

$n =$ Rugosidad del asfalto

También se verificó la eficiencia según el número de sumideros y su longitud a través de la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \left(1 - \frac{L}{L_t}\right)^{1.8}$$

Donde:

L: Longitud asumida

E: Eficiencia

Calle	Q (m ³ /s)	So	Sx	n	Lt	Nº de sumideros	L	L de c/sumidero	Eficiencia
Jr. Tarata	0.143	0.002	0.02	0.016	6.78	3	2.260	2	97.96
Av. San Agustín	0.197	0.002	0.02	0.016	7.36	3	2.454	2	95.20
Jr. Santo Toribio	0.198	0.004	0.02	0.016	10.05	3	3.350	2.5	91.54
Av. Manuel Seoane	0.081	0.006	0.02	0.016	7.56	3	2.518	2.5	99.99
Av. Manuel Seoane	0.042	0.002	0.02	0.016	4.37	2	2.187	2	98.80
Jr Santa Lucia	0.130	0.001	0.02	0.016	4.87	2	2.436	2	95.49
Jr. Patria	0.105	0.004	0.02	0.016	7.45	3	2.482	2	94.77
Av. San Agustín	0.444	0.003	0.02	0.016	12.69	4	3.173	2.5	93.87
Total	1.339								

Tabla 6. 2: Longitud total requerida de los sumideros.

Diseño del sistema de tuberías

Luego de haber determinado la ubicación de los sumideros, se procedió a ubicar los pozos de registro y determinar el diámetro de la tubería PVC.

Para la determinación de tuberías, se consideró que la velocidad sea mayor a 0.90 m/s para evitar que se sedimenten las partículas, y que la velocidad máxima según el material de la tubería PVC es de 6 m/s para evitar la erosión de sus paredes; y que éstas no crucen las tuberías del alcantarillado. Según la norma CE.040 indica que la pendiente mínima depende de la velocidad mínima que debe de tener y que la cobertura desde la clave de la tubería a la rasante debe de ser de 1 metro.

Tramo	COTA DE INICIO		H inicio (m)	COTA FINAL		H final (m)	Long (m)	Ø	Diam int. (mm)	q (m³/s)	S (m/m)	Q ₀ (m³/s)	V ₀ (m/s)	q/Q ₀	v/V ₀	y/D	v (m/s)	y (mm)
	C.TAPA	C.FONDO		C.TAPA	C.FONDO													
S1-B1	57.09	55.84	1.25	57.10	55.65	1.45	5.79	10"	240.2	0.048	0.034	0.142	3.124	0.336	0.898	0.398	2.805	95.559
S2-B1	57.07	55.82	1.25	57.10	55.65	1.45	3.92	10"	240.2	0.048	0.044	0.162	3.565	0.294	0.874	0.377	3.116	90.571
S3-B1	57.07	55.82	1.25	57.10	55.65	1.45	3.97	10"	240.2	0.048	0.043	0.161	3.543	0.296	0.876	0.378	3.104	90.791
B1-B2	57.10	55.65	1.45	56.17	54.72	1.45	146.25	18"	432.4	0.143	0.006	0.296	2.017	0.481	0.991	0.481	1.998	208.132
B2-B3	56.17	54.72	1.45	55.45	54.00	1.45	129.65	18"	432.4	0.143	0.005	0.275	1.871	0.519	1.014	0.512	1.897	221.329
B3-B4	55.45	54.00	1.45	55.37	53.85	1.52	105.48	18"	432.4	0.143	0.001	0.143	0.973	0.998	1.150	0.799	1.119	345.336
B4-B5	55.37	53.85	1.52	54.50	53.05	1.45	31.12	18"	432.4	0.143	0.026	0.593	4.037	0.240	0.820	0.340	3.312	147.121
B5-B6	54.50	53.05	1.45	54.35	52.90	1.45	48.05	18"	432.4	0.143	0.003	0.207	1.409	0.689	1.076	0.610	1.517	263.967
B6-B7	54.35	52.90	1.45	53.97	52.52	1.45	101.75	18"	432.4	0.143	0.004	0.227	1.548	0.627	1.065	0.576	1.649	249.183
S4-B7	53.95	52.70	1.25	53.97	52.52	1.45	3.90	10"	240.2	0.066	0.047	0.168	3.711	0.391	0.941	0.436	3.493	104.631
S5-B7	53.89	52.64	1.25	53.97	52.52	1.45	3.01	10"	240.2	0.066	0.040	0.154	3.404	0.426	0.963	0.453	3.279	108.867
S6-B7	53.89	52.64	1.25	53.97	52.52	1.45	3.90	10"	240.2	0.066	0.031	0.136	2.989	0.486	0.993	0.486	2.968	116.672
B7-B8	53.97	52.52	1.45	53.90	52.19	1.71	16.25	18"	432.4	0.340	0.020	0.524	3.567	0.649	1.068	0.588	3.808	254.382
B8-B9	53.90	52.19	1.71	53.41	48.37	5.04	47.04	18"	432.4	0.340	0.081	1.057	7.191	0.322	0.891	0.391	6.407	169.053
S7-B10	53.23	51.83	1.40	53.31	51.68	1.63	5.28	16"	384.2	0.111	0.027	0.448	3.865	0.248	0.828	0.344	3.200	132.111
S8-B10	53.23	51.83	1.40	53.31	51.68	1.63	3.62	16"	384.2	0.111	0.040	0.541	4.665	0.205	0.785	0.305	3.663	117.288
S9-B10	53.24	51.84	1.40	53.31	51.68	1.63	4.86	16"	384.2	0.111	0.032	0.482	4.152	0.231	0.811	0.331	3.366	127.020
S10-B10	53.24	51.83	1.40	53.31	51.68	1.63	3.02	14"	341.0	0.111	0.049	0.437	4.786	0.254	0.834	0.347	3.991	118.327
B10-B11	53.31	51.68	1.63	53.87	51.43	2.45	105.90	24"	605.4	0.444	0.002	0.445	1.543	1.000	1.150	0.800	1.775	484.172
B11-B12	53.87	51.43	2.45	53.79	51.14	2.64	119.85	24"	605.4	0.444	0.002	0.445	1.543	1.000	1.150	0.800	1.775	484.172
B12-B13	53.79	51.14	2.64	53.10	50.97	2.13	73.58	24"	605.4	0.444	0.002	0.445	1.543	1.000	1.150	0.800	1.775	484.172

Tabla 6. 3: Sistema de drenaje-tuberías

S16-B13	53.01	51.38	1.63	53.10	50.97	2.13	8.56	10"	240.2	0.065	0.049	0.171	3.763	0.380	0.930	0.430	3.500	103.292
S17-B13	53.01	51.41	1.60	53.10	50.97	2.13	9.00	10"	240.2	0.065	0.050	0.172	3.801	0.376	0.928	0.428	3.528	102.846
B13-B14	53.10	50.97	2.13	52.97	50.84	2.13	31.92	24"	605.4	0.574	0.004	0.574	1.994	0.999	1.150	0.800	2.293	484.132
S13-B14	52.89	51.09	1.80	52.97	50.84	2.13	5.07	10"	240.2	0.035	0.050	0.173	3.805	0.203	0.783	0.303	2.980	72.845
S14-B14	52.89	51.09	1.80	52.97	50.84	2.13	5.05	10"	240.2	0.035	0.050	0.173	3.807	0.203	0.783	0.303	2.982	72.811
S15-B14	52.89	51.16	1.73	52.97	50.84	2.13	6.51	10"	240.2	0.035	0.050	0.173	3.807	0.203	0.783	0.303	2.981	72.818
B14-B15	52.97	50.84	2.13	52.92	50.77	2.14	11.61	24"	605.4	0.679	0.006	0.680	2.360	0.999	1.150	0.800	2.714	484.025
S11-B15	52.82	51.25	1.57	52.92	50.77	2.14	9.63	10"	240.2	0.021	0.049	0.172	3.784	0.122	0.673	0.241	2.547	57.902
S12-B15	52.82	51.34	1.48	52.92	50.77	2.14	11.35	10"	240.2	0.021	0.050	0.173	3.805	0.121	0.672	0.241	2.557	57.820
B15-B16	52.92	50.77	2.14	53.12	50.12	2.99	103.71	24"	605.4	0.721	0.006	0.721	2.504	1.000	1.150	0.800	2.879	484.317
B16-B17	53.12	50.12	2.99	53.16	49.76	3.40	57.81	24"	605.4	0.721	0.006	0.721	2.504	1.000	1.150	0.800	2.879	484.317
B17-B20	53.16	49.76	3.40	53.13	49.25	3.88	81.21	24"	605.4	0.721	0.006	0.721	2.504	1.000	1.150	0.800	2.879	484.317
S18-B19	53.96	52.71	1.25	53.97	52.65	1.32	7.85	10"	240.2	0.066	0.007	0.066	1.449	0.999	1.150	0.800	1.667	192.068
S19-B19	53.96	52.71	1.25	53.97	52.65	1.32	6.53	10"	240.2	0.066	0.009	0.072	1.589	0.912	1.140	0.751	1.811	180.373
S20-B19	53.96	52.71	1.25	53.97	52.65	1.32	8.66	10"	240.2	0.066	0.007	0.066	1.451	0.998	1.150	0.799	1.668	191.915
B19-B18	53.97	52.65	1.32	53.53	51.44	2.09	71.00	18"	432.4	0.197	0.017	0.485	3.299	0.406	0.953	0.443	3.144	191.653
B18-B20	53.53	51.44	2.09	53.13	49.25	3.88	43.82	18"	432.4	0.197	0.050	0.829	5.640	0.238	0.818	0.338	4.612	146.043
S21-B20	53.35	49.62	3.74	53.13	49.25	3.88	7.39	10"	240.2	0.027	0.050	0.173	3.806	0.156	0.724	0.266	2.754	63.816
S22-B20	53.35	49.74	3.61	53.13	49.25	3.88	9.92	10"	240.2	0.027	0.050	0.173	3.810	0.156	0.723	0.266	2.756	63.779
S23-B20	53.36	49.74	3.62	53.13	49.25	3.88	9.93	10"	240.2	0.027	0.050	0.173	3.811	0.155	0.723	0.265	2.756	63.767
B20-B9	53.13	49.25	3.88	53.41	48.37	5.04	72.87	24"	605.4	0.999	0.012	0.999	3.468	1.000	1.150	0.800	3.988	484.251
B9-EST.	53.41	48.37	5.04	53.32	48.22	5.10	6.70	24"	605.4	1.339	0.022	1.339	4.649	1.000	1.150	0.800	5.346	484.261

Se verificó que la velocidad sea mayor a 0.90 m/s y que el tirante sea menor al 80% del diámetro de la tubería, por ser una sección circular.

Tramo	Verificación de V	Verificación de y
S1-B1	Ok	Ok
S2-B1	Ok	Ok
S3-B1	Ok	Ok
B1-B2	Ok	Ok
B2-B3	Ok	Ok
B3-B4	Ok	Ok
B4-B5	Ok	Ok
B5-B6	Ok	Ok
B6-B7	Ok	Ok
S4-B7	Ok	Ok
S5-B7	Ok	Ok
S6-B7	Ok	Ok
B7-B8	Ok	Ok
B8-B9	Ok	Ok
S7-B10	Ok	Ok
S8-B10	Ok	Ok
S9-B10	Ok	Ok
S10-B10	Ok	Ok
B10-B11	Ok	Ok
B11-B12	Ok	Ok
B12-B13	Ok	Ok
S16-B13	Ok	Ok
S17-B13	Ok	Ok
B13-B14	Ok	Ok
S13-B14	Ok	Ok
S14-B14	Ok	Ok
S15-B14	Ok	Ok
B14-B15	Ok	Ok
S11-B15	Ok	Ok
S12-B15	Ok	Ok
B15-B16	Ok	Ok
B16-B17	Ok	Ok
B17-B20	Ok	Ok
S18-B19	Ok	Ok
S19-B19	Ok	Ok
S20-B19	Ok	Ok
B19-B18	Ok	Ok
B18-B20	Ok	Ok
S21-B20	Ok	Ok
S22-B20	Ok	Ok
S23-B20	Ok	Ok
B20-B9	Ok	Ok
B9-EST.	Ok	Ok

Tabla 6. 4: Verificación de velocidad y tirante

Diseño del tanque de la estación de bombeo

Debido a que no se puede verter el agua por pendiente se ha tenido que diseñar un tanque para que luego el agua pluvial depositada sea bombeada al dren. Considerando el cálculo del

volumen a evacuar anteriormente hallado de 985.50 m³, se ha dimensionado el tanque de la estación de bombeo.

Resultando:

Descripción	Variable	
Nivel de terreno Natural	NTN	53.324
Cota fondo de tubería de entrada	CFITUB	48.220
Nivel Mínimo de Agua	Nmin	46.409
Nivel Máximo de Agua	Nmáx	48.220
Altur máxima de agua en punto medio		2.011
Cota fondo en punto medio de tanque	CFTR1	46.209
Cota fondo en punto final de pendiente	CFTR2	45.859
Dimensiones de tanque	BxL	14x35
Ancho de Tanque	BxL	14.000
Largo del Tanque	L	35.000
Cota fondo de tolva de sedimento	CFTR3	45.359
Diámetro interno de tubería de entrada	Øe	630.000
Altura del fondo de losa de bomba hasta tolva de sedimento	N	0.530
Profundidad del buzón 1	h1	5.102
Cota fondo de buzón 1	CFB1	48.367
Cota fondo de techo terminado	CFTT	49.150
Altura entre techo y cota fondo de tubería de entrada	E	0.930
Volumen	V	985.500

Tabla 6. 5: Cotas y dimensiones del tanque de la estación de bombeo.

También se ha calculado el equipo de bombeo, tomando en consideración las cotas, longitudes y el número de unidades de bombeo, obteniendo:

Nombre	Variable	Formula	Operación	Valor	Unidad
Datos					
Volumen	V			985.50	m ³
Tiempo de Vaceado	tvaceado			16	h
Valor X	X	$X=Hb/24$		0.6667	
Caudal de bombeo	Qb			17.11	l/seg
Número de Unidades de	N° unid.			2	
Caudal bombeo Unitario	Qbu	$Qbu=Qb/N^{\circ} unid.$		8.55	l/seg
Longitud de Impulsión	Li			27.86	m
Nivel de terreno	NTN			53.90	m
Cota de Descarga		$Cd=NTN - 0.3$		53.60	m
Cota de fondo				46.21	m

Tabla 6. 6: Datos para el cálculo de las unidades de bombeo.

Cálculo de Diámetro impulsión					
Diametro económico	De	$De=1.3Qb^{1/2} * X^{1/4}$		0.109	m
Diam imp	Di			126.6	mm
Diametro del arbol	Da			99.4	mm
Diam de succión	Ds			50.6	mm
Cálculo de la ADT					
Desnivel geométrico				7.39	m
Ps				2	m.c.a.
Velocidad en la imp		$V=Q/A$		1.36	m/s
Velocidad en el arbol		$V=Q/A$		1.10	m/s
Cabeza de velocidad		$CV=V^2/2g$		0.09	m

Tabla 6. 7: Cálculo del diámetro de impulsión y datos para el cálculo del ADT.

Perdidas de carga en Tub. de Imp.					
Accesorios Imp	Cantidad	K			
Valv Comp	1	0.19	0.19		
Valv Check	1	1.86	1.86		
Codox90	3	0.9	2.7		
Tee	1	0.6	0.6		
Codox45	1	0.42	0.42		
SK=			5.77		
Perdidas locales en Ti	hfi	$hf=SK v^2/(2*g)$		0.543	m
Pendiente en Tub. Im.	Si	$S=(Q/(0.2785*C*D^{2.63})^{(1/0.54)})$		0.01424	m/m
Perdidas en tramos de Imp	hfti	$hft=L*S$		0.397	m
Perdidas de carga totales	Shf	$Shf=Shfi+Shfs$		0.940	m
Altura dinámica total	ADT	$ADT=SHft+Hs+Hd+Ps+(V^2/2g)$		10.43	m
Eficiencia	n			0.67	
Potencia calculada	P	$P=Q*ADT/(75*n)$		1.78	HP

Tabla 6. 8: Cálculo de potencia.

Características de la bomba	
Numero de Unidades	2 Und
Tipo de bomba	Sumidero
Caudal de bombeo	8.55 l/seg
ADT	10.43 m
Potencia calculada/Und	1.78 HP
Potencia calculada total	3.55 HP
Bomba seleccionada	
Modelo	A02Q-M
Potencia instalada	3.4 kW
Tensión	220 V
Frecuencia	60 Hz
Fases	Monofásico

Tabla 6. 9: Características de la bomba.

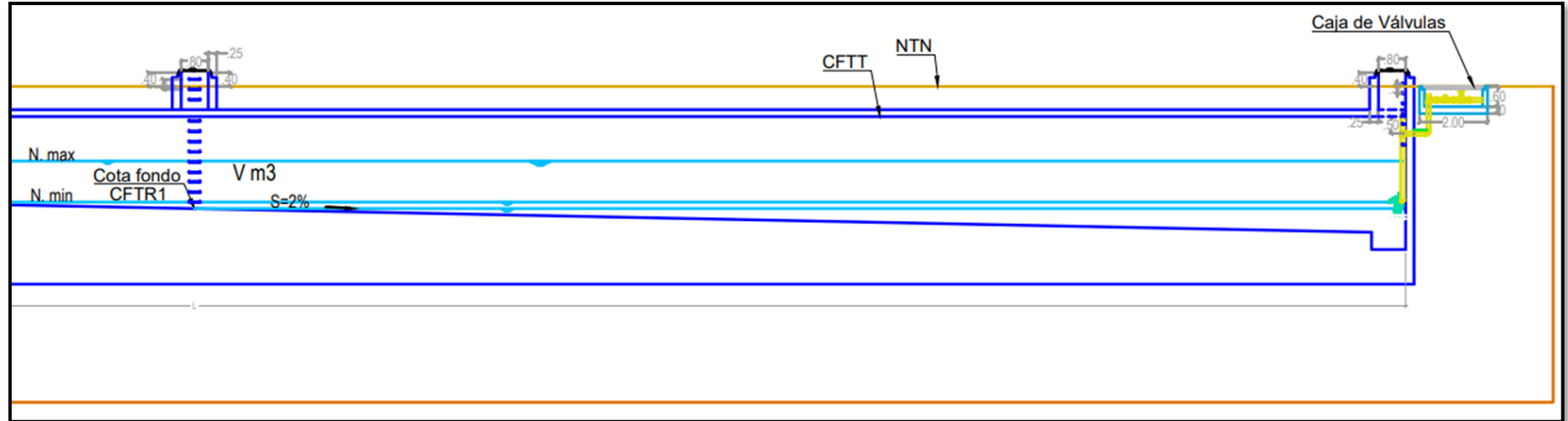


Figura 6. 1: Variables de la estación de bombeo

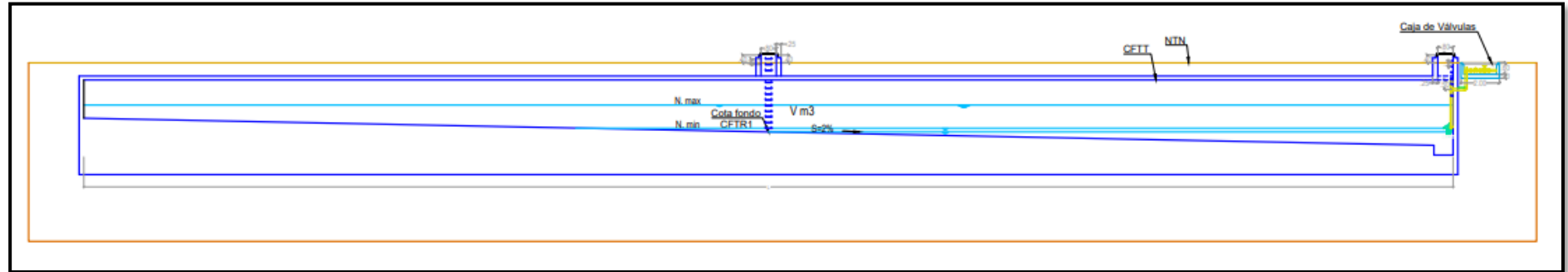


Figura 6. 2: Corte del tanque de la estación de bombeo

Resultados y discusión

Resultados

Los caudales circundantes en las calles Jr. Tarata (q75, q 86), Av. San Agustín (q94, q95), Jr. Santo Toribio (q101), Jr. Santa Lucía (q114) y Jr. Patria (q116) fueron mayores a la capacidad de la sección, así que se requirió el diseño de sumideros.

En total se diseñaron 23 sumideros con longitud de ventana de 2 y 2.5 metros.

Calle	Q (m ³ /s)	So	Sx	n	Lt	N° de sumideros	L	L de c/sumidero	Eficiencia
Jr. Tarata	0.143	0.002	0.02	0.016	6.78	3	2.260	2	97.96
Av. San Agustín	0.197	0.002	0.02	0.016	7.36	3	2.454	2	95.20
Jr. Santo Toribio	0.198	0.004	0.02	0.016	10.05	3	3.350	2.5	91.54
Av. Manuel Seoane	0.081	0.006	0.02	0.016	7.56	3	2.518	2.5	99.99
Av. Manuel Seoane	0.042	0.002	0.02	0.016	4.37	2	2.187	2	98.80
Jr Santa Lucia	0.130	0.001	0.02	0.016	4.87	2	2.436	2	95.49
Jr. Patria	0.105	0.004	0.02	0.016	7.45	3	2.482	2	94.77
Av. San Agustín	0.444	0.003	0.02	0.016	12.69	4	3.173	2.5	93.87
Total	1.339								

Tabla 6. 10: Longitud total requerida de los sumideros.

La altura mínima de sumideros fue de 1.25 m, ya que 1 metro como mínimo de cobertura y 25 cm de diámetro de tubería; en cambio en el buzón fue de 1.45 m por el diámetro mínimo de 45 cm.

Para el diseño de tuberías se tomó las siguientes consideraciones: su velocidad fue mayor a 0.90 m/s para evitar sedimentos, el tirante fue menor al 80% del diámetro de la tubería y las tuberías del drenaje no cruzaron las tuberías del alcantarillado. Obteniendo tuberías de 10", 14", 16", 18" y 24" de diámetro.

El volumen a evacuar resultó ser 985.50 m³, dimensionando el tanque de la estación de bombeo:

Descripción	Variable	
Nivel de terreno Natural	NTN	53.324
Cota fondo de tubería de entrada	CF1TUB	48.220
Nivel Mínimo de Agua	Nmin	46.409
Nivel Máximo de Agua	Nmáx	48.220
Altur máxima de agua en punto medio		2.011
Cota fondo en punto medio de tanque	CFTR1	46.209
Cota fondo en punto final de pendiente	CFTR2	45.859
Dimensiones de tanque	BxL	14x35
Ancho de Tanque	BxL	14.000
Largo del Tanque	L	35.000
Cota fondo de tolva de sedimento	CFTR3	45.359
Diámetro interno de tubería de entrada	Øe	630.000
Altura del fondo de losa de bomba hasta tolva de sedimento	N	0.530
Profundidad del buzón 1	h1	5.102
Cota fondo de buzón 1	CFB1	48.367
Cota fondo de techo terminado	CFTT	49.150
Altura entre techo y cota fondo de tubería de entrada	E	0.930
Volumen	V	985.500

Tabla 6. 11: Cotas y dimensiones del tanque de la estación de bombeo.

Se necesitará dos unidades de bombeo modelo A02Q-M, con una potencia instalada de 3.4 kW.

Características de la bomba	
Numero de Unidades	2 Und
Tipo de bomba	Sumidero
Caudal de bombeo	8.55 l/seg
ADT	10.43 m
Potencia calculada/Und	1.78 HP
Potencia calculada total	3.55 HP
Bomba seleccionada	
Modelo	A02Q-M
Potencia instalada	3.4 kW
Tensión	220 V
Frecuencia	60 Hz
Fases	Monofásico

Tabla 6. 12: Características de la bomba.

Discusión

En [15] diseñan sumideros transversales, ya que sus concentraciones de agua son más altas comparadas con las lluvias de la Costa; y tienen como desventaja colmatarse con residuos por

tener un mayor largo; en cambio en [17] han considerado el mismo tipo sumidero ventana, ya que se encuentra en Lambayeque.

Conclusiones

Se diseñó el sistema de drenaje pluvial conformado por 20 buzones, 23 sumideros tipo ventana, 1552 ml de tubería PVC y una estación de bombeo; teniendo como limitación soportar una precipitación máxima de 28.53 mm.

Anexo 07: Rediseño de pavimentación

El objetivo principal es rediseñar la pavimentación donde se tendrá que modificar debido a las tuberías del drenaje pluvial, así que se partió de un estudio de tráfico.

Para el estudio de tráfico se consideró la calle más transitada; siendo la entrada del Centro Poblado de Zaña y la carretera Zaña-Cayaltí-Oyotún, la Av. San Agustín.

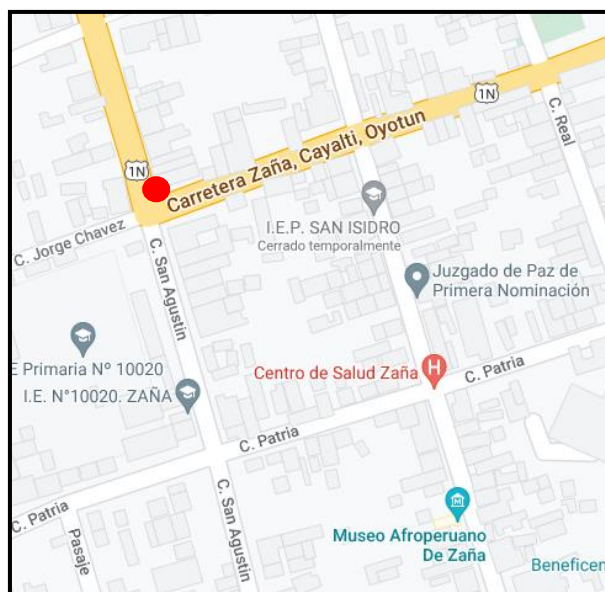


Figura 7. 1: Punto de Medición de Estudio de Tráfico

Índice Medio Diario (IMD) e Índice Medio Semanal (IMDs)

El IMD alude a la cantidad de vehículos que tienen tránsito en una vía a lo largo de un periodo por debajo e igual a un año que se debe entre el total de los días que tiene el periodo.

El cálculo del IMDs se da partiendo del volumen diario del conteo vehicular durante toda la semana.

Factores de corrección

En este caso se tomó el peaje de Pacanguilla por ser la más cercana a la zona de estudio; aunque desde el 2019 ya está funcionando el Peaje San Nicolás, pero se tiene factores del periodo de 2010-2016.

Peaje: PACANGUILLA

F.C.E. Vehículos ligeros: **1.1095**
 F.C.E. Vehículos pesados: **1.0495**

Índice Medio Anual (IMDA)

$$\text{IMDA} = \text{FC} * \text{IMDs}$$

Se realizó el rediseño de pavimentación para una proyección de 20 años, ya que la existente será modificada por la instalación de las tuberías. Así que se tuvo que hacer un estudio de tráfico:

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automovil + Station Wagon	23	36	16	11	30	25	4	145	20.71	1.109543	23	8.68
Camioneta (Pickup/Panel)	3	3	5	5	5	6	4	31	4.43	1.109543	5	1.89
C.Rural	207	241	213	183	221	276	145	1486	212.29	1.109543	236	89.06
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.109543	0	0.00
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.049509	0	0.00
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.049509	0	0.00
Camión 2E	0	0	1	1	2	0	2	6	0.86	1.049509	1	0.38
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.049509	0	0.00
TOTAL	233	280	235	200	258	307	155	1668	238.29		265	100

Tabla 7. 1: Cálculo de índice medio anual

Tasa de Crecimiento x Región en %

rvp = **0.97%**

rvc = **3.45%**

Llegando a obtener finalmente un ESAL:

Tipo de Vehículo	IMDA	TIPO (EJES)	NUMERO (LLANTA S)	CARGA (EJE TN)	f*P. Flexible	f*IMDA Flexible
Automovil + Station Wagon	30	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0158
	30	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0158
Camioneta (Pickup/Panel)	7	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0037
	7	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0037
C.Rural	298	SIMPLE	2	1	0.000527	0.1571
	298	SIMPLE	2	1	0.000527	0.1571
Micro	0	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0000
	0	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0000
Bus 2E	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.0000
	0	SIMPLE	4	11	7.716049	0.0000
Bus 3E	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.0000
	0	TANDEM	6	16	1.365945	0.0000
Camión 2E	3	SIMPLE	2	7	1.265367	3.7961
	3	SIMPLE	4	11	7.716049	23.1481
Camión 3E	0	SIMPLE	2	7	1.265367	0.0000
	0	TANDEM	8	18	2.019213	0.0000

#EE= 220,080.20

Tabla 7. 2: Cálculo de número de ejes equivalentes.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE



1- DATOS

Cargas de tráfico vehicular impuestos al Pavimento (ESAL) :

220,080.20

Suelo de la subrasante (CBR) :

15.41

Modulo de resiliencia de la subrasante:

$$Mr(psi) = 2555 * CBR^{0.64}$$

14707.01258

Tipo de Tráfico:

TP1

Número de etapas : 1

Nivel de Confiabilidad (R):

70%

Coficiente estadístico de desviacion estandar normal (Zr) :

-0.524

Desviación estandar combinado (So) :

0.45

Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico (Pi) :

3.80

Indice de serviciabilidad Final según rango de tráfico (Pf) :

2.00

Diferencia de serviciabilidad según rango de tráfico (ΔPSI) :

1.80

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_o + 9.36$$

$$* \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \left(\frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}} \right)} \right) + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número Estructural requerido

CALCULAR**SNR : 1.818**

Coeficientes estructurales de las capas.-

Tabla 12.13 del reglamento

CAPA SUPERFICIAL(a1).-	Valor Coef. Est	Observación
C. Asfáltica en Caliente, modulo 2 965 Mpa (430 000 PSI) a 20 °C	0.170/cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de trafico
BASE (a2).-		
BG. CBR 80%, compactado al 100% de la MDS	0.052/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000EE
SUBBASE(a3).-		
Sub.BG. CBR 40%, compactado al 100% de la MDS	0.047/cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000EE

Coeficiente de drenajes para bases y subbases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2: 1	m3: 1
--------------	--------------

Calculo del SNR (RESULTADO)

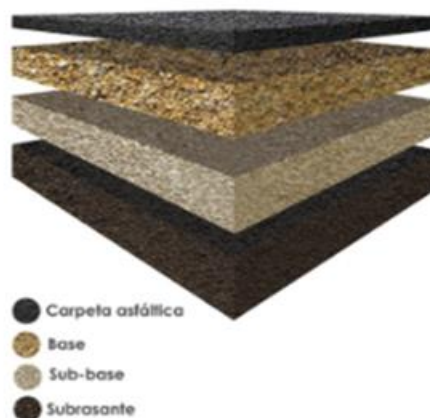
$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Calculo de Espesor de las Capas

Capa Superficial (d1)
5 cm
Base (d2)
15 cm
SubBase (d3)
15 cm
SNR(RESULTADO)>SNR(REQUERIDO)

2.335

ok



Anexo 08: Documentos

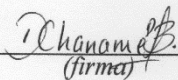
DECLARACIÓN JURADA

Yo, Danitza Beatriz Chanamé Burga, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 76430605, domiciliado en Las Cascadas #310 - Urb. San Lorenzo Distrito José Leonardo Ortiz, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis - Ciclo académico 2020-II DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y REUTILIZACIÓN DE AGUA DEL DISTRITO DE ZAÑA, LAMBAYEQUE-2020, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por la coyuntura nacional debido al Covid19.

Chiclayo, 19, de Noviembre de 2020


(firma)



Huella
Dactilar

Chiclayo, 16 de Septiembre del 2020

Sr. Luis Rolando Urbina Andonaire
ALCALDE DISTRITAL DE ZAÑA



ASUNTO: Solicito constancia y autorización de acceso de información.

REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado:

“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA DEL DISTRITO DE ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumna en la especialidad de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he proyectado realizar como proyecto de tesis que lleva por denominación **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA DEL DISTRITO DE ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”** motivo por el cual solicito a su digno despacho la **CONSTANCIA** que certifique que el mencionado proyecto no se encuentre en el Banco de Proyectos de la Municipalidad Distrital de Zaña y **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a la información que se requiera de la zona donde se desarrollará el proyecto.

Por lo expuesto, a Ud. Sr Alcalde le ruego que acceda a mi solicitud.

Atentamente.

DANITZA BEATRIZ CHANAMÉ BURGA

DNI N°76430605

“AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD”

Zaña, 08 de Octubre del 2020

Srta: Danitza Beatriz Chanamé Burga

Estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental

Universidad Santo Toribio de Mogrovejo-Chiclayo

ASUNTO: Respuesta a solicitud

Referencia: Proyecto de Tesis denominado: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Reutilización de Agua en el Pueblo Tradicional Zaña del Distrito de Zaña, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque-2020”

De mi especial consideración:

Con el especial agrado me dirijo a usted en mi calidad de Alcalde de la Municipalidad del Distrito de Zaña para manifestarle que no existe ningún Proyecto, ni estudio de **“Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Reutilización de Agua en el Pueblo Tradicional Zaña del Distrito de Zaña, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque-2020”**; por lo mismo a la solicitud expedida, se le otorga **AUTORIZACIÓN** para desarrollar su Proyecto de Tesis denominado: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Reutilización de Agua en el Pueblo Tradicional Zaña del Distrito de Zaña, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque-2020”; se le confiere permiso para tener acceso a la información y realizar diversos estudios como Topográficos, Suelos e Hidrológicos en el Pueblo Tradicional Zaña.

Se le extiende la presente carta para los fines que el interesado estime convenientes.

Atentamente.



JORGE LUIS MEDINA MELENDEZ

Dirección de Infraestructura y Desarrollo Urbano Rural

Chiclayo, 30 de Septiembre del 2020

Dr. Renzo Heredia

ASUNTO: Solicito información de las enfermedades en temporadas de lluvias del año 2019 y 2017

REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA DEL DISTRITO DE ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumna en la especialidad de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he proyectado realizar como proyecto de tesis que lleva por denominación **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA DEL DISTRITO DE ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"** motivo por el cual solicito a su digno despacho información exacta de las personas que han llegado a la Posta por enfermedades en temporada de lluvia de los años 2019 y 2017, ya que siendo este dato imprescindible para sustentar la situación problemática.

Por lo expuesto, a Ud. Dr. le ruego que acceda a mi solicitud.



Atentamente.

Danitzachaname B.

DANITZA BEATRIZ CHANAMÉ BURGA

DNI N°76430605

CELULAR 920126862

CORREO: danitzachaname@gmail.com

Chiclayo, 28 de Septiembre del 2020

Sr.

GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE
SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A-EPSEL

ATENCIÓN: Gerencia Operacional.

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez
manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumna en la especialidad de Ingeniería
Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de
Chiclayo, he proyectado realizar como proyecto de tesis que lleva por denominación
"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL
ZAÑA DEL DISTRITO DE ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE" motivo por el cual solicito a Ud. la CONSTANCIA que certifique EL
ESTADO FÍSICO DE LAS TUBERÍAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA, ya que siendo este requisito
indispensable saber el estado de la red de tuberías de saneamiento existente.

Por lo expuesto, a Ud. Sr Gerente le ruego que acceda a mi solicitud.



Atentamente.



DANITZA BEATRIZ CHANAMÉ BURGA

DNI N°76430605

CELULAR 920126862


INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO"
ZAÑA - CHICLAYO
 Código modular: 0452870 – Código de Local: 280675
 

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

LA QUE SUSCRIBE;

DIRECTORA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ESTATAL SECUNDARIA DE MENORES "SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO" DEL DISTRITO DE ZAÑA

Otorga la siguiente;


AUTORIZACIÓN

A la Señorita: Danitza Beatriz CHANAME BURGA, identificada con DNI N° 76430605, para que ejecute el: **PLANTEAMIENTO VIABLE DE LA CAMARA DE BOMBEO**, dentro de la Institución Educativa, según lo propuesto en su tesis "**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL PUEBLO TRADICIONAL ZAÑA**".

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines pertinentes.

Zaña, 27 de marzo de 2023

MIM/Dir
asgc/sec



Modelo de Sabiduría y Ejemplo de virtud. - Calle: Manuel Seoane S/N - Zaña - Chiclayo
Email: mpvie-280675@ugelchiclayo.edu.pe **Secretaría: Teléfono: 074-311241** - Dirección: Cel. 950943862

000347
INFORME DE VALORIZACION N° 01
Ejecución de Obra

Proceso de Exoneración N° 002 – 2010 – MDZ

Región Lambayeque
Provincia de Chiclayo
Distrito de Zaña

**“MEJORAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE
SANEAMIENTO DE AGUA POTABLE, DESAGUE Y
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
DISTRITO DE ZAÑA - LAMBAYEQUE”**



SUPERVISION: **CONSORCIO ZAÑA 2010**

CONTRATISTA: **CONSORCIO STO. TORIBIO DE MOGROVEJO**

MAYO - 2010

000346

I.- DATOS GENERALES

PROPIETARIO	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA
OBRA	: "MEJORAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE SANEAMIENTO AGUA POTABLE, DESAGUE Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE ZAÑA"
TIPO DE PROCESO	: PROCESO EXONERADO N° 001-2010-MDZ/CE
FECHA DE OTORGAMIENTO DE LA BUENA PRO	: 20 DE ABRIL DEL 2010
FINANCIAMIENTO	: SHOCK DE INVERSIONES
SISTEMA DE CONTRATACION	: A SUMA ALZADA
MONTO VALOR REFERENCIAL	: S/ 46,878,758.65 INC. IGV
CONTRATISTA	: CONSORCIO SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
RESIDENTE DE OBRA	: ING. WILMAR SANTIAGO MORALES PORTILLA
FECHA DE FIRMA DE CONTRATO	: 26 de Abril del 2010
FACTOR DE RELACION	: 1.00
PLAZO DE EJECUCION	: 180 DIAS
RESOLUCION DE APROBACION DE EXPEDIENTE TECNICO	: N° 277-2009-MDZ/A 07/08/2009
FECHA DE INICIO DE EJECUCION DE OBRA	: 27 DE ABRIL DEL 2010
FECHA TERMINO CONT. DE EJECUCION DE OBRA	: 23 DE OCT DEL 2010
MONTO DE ADELANTO DIRECTO	: NO SE SOLICITO
MONTO DE ADELANTO DE MATERIALES	: NO SE SOLICITO
SUPERVISION	: CONSORCIO ZAÑA 2010
TIPO DE PROCESO	: PROCESO EXONERADO N° 002-2010-MDZ/CE
JEFE DE SUPERVISION	: ING. ENRIQUE BARBOZA ALCANTARA
MONTO VALOR REFERENCIAL - SUPERVISION	: S/ 1,945,900.00 INC. IGV
FECHA FIRMA DE CONTRATO	: 05 de Mayo del 2010
CONTRATO DE SUPERVISION DE OBRA P.EXO 002-MDZ/A	
PRESUPUESTO ADICIONAL	: NINGUNO
PRESUPUESTO DEDUCTIVO	: NINGUNO

000345

INFORME DE VALORIZACION N° 01 - DEL CONTRATISTA**I. INTRODUCCION****I.1. SITUACION DE LA OBRA AL MES DE MAYO DEL 2010****I.1.1. Estado de avance de la Obra en General**

El porcentaje de avance físico de Obra de acuerdo a lo valorizado es de 41.02%, por lo que al presente mes la Obra se encuentra ligeramente adelantada, conforme al Cronograma de Obra presentado por el Contratista y que es de 40 %.

I.1.2. Avance de los Componentes del Proyecto**I.1.2.1. Componente de Infraestructura**

El Avance del Componente de Infraestructura es de 41.02 %.

I.2. COMPONENTE DE INFRAESTRUCTURA**I.2.1. Situación general de la obra****I.2.1.1. Generalidades**

La firma de Contrato de la presente Obra se realizó el 26 de Abril del 2010.

Con fecha 26 de Abril del 2010, se realizó la Entrega de Terreno para la ejecución de la obra.

Con fecha 27 de Abril se inicia el plazo de ejecución de obra.

I.2.1.2. Situación de la Obra.

La obra se encuentra ligeramente adelantada respecto a lo programado, y su desarrollo se ejecuta en forma normal.

I.2.1.3. Descripción del desarrollo de la obra.

A continuación se describe el desarrollo de obra durante el presente mes, con respecto a:

**- Red del Sistema de Alcantarillado y Conexiones
Domiciliarias- Distrito de Zaña:**

En el presente mes se han realizado los trabajos de obras provisionales y preliminares, y se han iniciado los trabajos de excavaciones para redes colectoras y buzones, refine y nivelación de zanjas, rellenos inicial de zanjas, instalación de tuberías de 250 mm, pruebas hidráulicas de colectores y confección de buzones de concreto.

Se avanza también con los trabajos de rotura de pavimento y eliminación de material excedente.

El avance acumulado al presente mes es de 16 %.

CONSORCIO ZAÑA 2010

Ing. Enrique Sandoza Alcántara
JEFE SUPERVISION

Documento 8. 7: Fotos del informe de valorización del mejoramiento de saneamiento en el distrito de Zaña en el año 2010

Anexo 09: Figuras



Figura 9. 1: Levantamiento topográfico del Jr. Huascar



Figura 9. 2: Levantamiento topográfico del Jr. J. Chavez



Figura 9. 3: Levantamiento topográfico del Cerro Tres Cruces



Figura 9. 5: Excavación de calicata N°01



Figura 9. 4: Calicata N°01



Figura 9. 9: Excavación de calicata N°02



Figura 9. 8: Excavación de calicata N°03



Figura 9. 7: Excavación de calicata N°04



Figura 9. 6: Análisis granulométrico por tamizado



Figura 9. 10: Ensayo de límites de Atterberg