



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial, en el Cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel, Cajamarca 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

IngenieroCivil

AUTORES):

Cueva Mendoza, Edward Aldo (orcid.org/0000-0002-2276-6045)

Paz Tito, Diego Gustavo (orcid.org/0000-0003-2186-1742)

ASESOR:

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquímedes (orcid.org/0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

Dedicatoria

Mi tesis la dedico de manera muy especial y honorable a mi querida madre Sra. Nelly Margarita Mendoza Cueva por su comprensión, perseverancia, amor y apoyo incondicional quien me motivo impulsándome a ser mejor cada día, y a los profesionales de la docencia por aportar con su sabiduría para mi formación profesional.

EDWARD ALDO CUEVA MENDOZA.

La presente tesis la dedico a mi madre Martina Tito Quelca por su amor de madre y darme la vida, a mi padre Rene Maquera Catachura, quienes fueron la inspiración de este sueño, y en especial a los profesionales, educadores que colaboraron en mi formación profesional con sus conocimientos.

DIEGO GUSTAVO PAZ TITO.

Agradecimiento

Primeramente, agradecemos a Dios por darnos la Vida y cuidarnos, otorgando la fuerza que necesitamos siempre para seguir luchando incansablemente hasta conseguir nuestro sueño, día con día hasta lograr nuestra meta trazada de llegar a ser profesionales.

También agradecer a nuestros docentes de la Universidad César Vallejo – Trujillo de manera muy especial, que compartieron su enseñanza con mucha sabiduría y también nuestro agradecimiento a nuestra alma mater por albergarnos durante nuestra permanencia como estudiantes y abrigar nuestros sueños de fe y esperanza y así poder terminar nuestra carrera profesional de Ingeniería Civil.

Donde el Proceso fue largo, nos duró 5 años ininterrumpidos, fácil tampoco fue, pero las ganas sobaron, alcanzando valiosos objetivos para terminar el desarrollo con éxito de nuestra tesis, así poder obtener el anhelado y soñado título profesional de ingenieros civiles.

Edward Cueva y Diego Paz.

Índice General

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice General	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	16
3.2. Variables, Operacionalización	17
3.3. Población y Muestra	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de Análisis de Datos	19
3.7. Aspectos Éticos	20
IV. RESULTADOS	20
4.1. Estudio Topográfico	23
4.2. Estudio de Mecánica de Suelos	27
4.3 Estudio hidrológico	48
4.4 Hidráulica y drenaje	65
V. DISCUSIÓN	76
VI. RESULTADOS.....	76
VII. CONCLUSIONES.....	77
VIII. RECOMENDACIONES	78
IX. REFERENCIAS	79
ANEXOS	84

Índice De Tablas

Tabla N°01 – Coordenadas de ubicación de la zona	22
Tabla N°02 – Rutas de Acceso	23
Tabla N°03 – Pendientes Longitudinales	27
Tabla N°04 – Factores de zona en el Perú	29
Tabla N°05 - Contenido de Humedad	32
Tabla N°06 – Resumen de Ensayos de Laboratorio	35
Tabla N°07 - Resumen de ubicación de calicatas	48
Tabla N°08 - Ubicación de Estación Meteorológica	50
Tabla N°09 - Datos en Relación a las 24 horas (acumulativo)	50
Tabla N°10 - Cuadro de Resumen de Precipitaciones Máximas mm/h	53
Tabla N°11 – Calculo de Caudal de Diseño	55
Tabla N°12 – Tiempo de Concentración	65
Tabla N°13 - Tipos de Obras Hidráulicas a Nivel de Drenaje.....	65
Tabla N°14 - Coeficiente de Escorrentía.....	68
Tabla N°15 - Definición de Sumideros	69
Tabla N°16 - Tipos de Sumideros	69
Tabla N°17 - Diámetros de Tubería	72
Tabla N°18 - Coeficientes De Rugosidad De Manning.....	72
Tabla N°19 - Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s).	73

Índice de figuras

Figura 01. Representación de una parcela en el plano topográfico.....	14
Figura 02. Esquema de líneas norte-sur, este-oeste, en la superficie.....	15
Figura 03. Ubicación regional: San Miguel.....	20
Figura 04. Ubicación Provincial: San Miguel.....	21
Figura 05. Ubicación Distrital: San Miguel.....	21
Figura 06. Zona Sísmica del Perú.....	29
Figura 07. Ubicación de Calicatas.....	31
Figura 08. Calicata N°01-Calle Cajamarca Jirón Los Andes.....	36
Figura 09. Calicata N°02-Jiron Sucre – José Olaya.....	37
Figura 10. Calicata N°03- Jirón Miguel Grau – José Olaya.....	38
Figura 11. Calicata N°04- Jirón Bolognesi.....	39
Figura 12. Calicata N°05- Jirón Bolognesi – Jirón Bolívar.....	40
Figura 13. Calicata N°06 - Jirón 28 de Julio – Jirón Alfonso Barrantes.....	41
Figura 14. Calicata N°07 Jirón Ramon Castilla – Jirón José Gálvez.....	42
Figura 15. Calicata N°08 Jirón Nicasio Palmer – Jirón Pedro Novoa.....	43
Figura 16. Calicata N°09 Jirón Alfonso Ugarte – Jirón Alfonso Barrantes.....	44
Figura 17. Calicata N°10 Barrio La Cruz – Jirón Alfonso Ugarte.....	45
Figura 18. Calicata N°11 Barrio Anexo Capulí – Barrio Capulí.....	46
Figura 19. Calicata N°12 Barrio San Juan (Ensayo Test De Percolación).....	47
Figura 20. Máximas Precipitaciones mm/hr.....	56
Figura 21. Diseño de Cunetas Barrio La Cruz Tramo 01.....	57

Figura 22. Diseño de Cunetas Anexo Capulí Tramo 02.....	57
Figura 23. Diseño de Cunetas Jirón Bolívar Tramo 03.....	58
Figura 24. Diseño de Cunetas Jirón Bolívar Tramo 04.....	58
Figura 25. Diseño de Cunetas Jirón Alfonso Ugarte Tramo 05.....	59
Figura 26. Diseño de Cunetas Jirón Los Andes Tramo 06.....	59
Figura 27. Diseño de Cunetas Jirón José Gálvez Tramo 07.....	60
Figura 28. Diseño de Cunetas Jirón Bolivar-02 Tramo 08.....	60
Figura 29. Diseño de Cunetas Jirón Pedro Novoa Tramo 09.....	61
Figura 30. Diseño de Cunetas Jirón 28 de julio Tramo 10.....	61
Figura 31. Diseño de Cunetas Barrio Zaña Tramo 11.....	62
Figura 32. Diseño de Cunetas Anexo Capulí Tramo 12.....	62
Figura 33. Diseño de Cunetas Jr. Ramón Castilla tramo 13.....	63
Figura 34. Diseño de Cunetas Jr. Alfonso Ugarte Tramo 14.....	63
Figura 35. Diseño de Cunetas Jr. Bolognesi Tramo 15.....	64
Figura 36. Diseño de Cunetas Jr. Miguel Grau Tramo 16.....	64

Resumen

La Investigación Actual refiere como problema general: ¿Cómo es el Diseño actual del Sistema de Drenaje Pluvial en el Cercado de San Miguel, de la Provincia de San Miguel de Pallaques, Cajamarca, 2021? donde el objeto principal es crear el Diseño de Drenaje Pluvial, del Cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel, Cajamarca.

La metodología a utilizar en la investigación será experimental, descriptiva simple, donde la investigación se basará en mediciones vistas en antecedentes en la zona de intervención por la alta precipitación anual, en el cerco San Miguel, donde se detallará en análisis. y cálculo del crecimiento de la población, y mediciones de las precipitaciones.

Los Índices de medición de nuestros resultados, serán propuestos mediante el cálculo de medición del Estudio Hidrológico, en base a resultados de medición para el Diseño medidos en resultados en nuestra zona de intervención, donde mediremos intensidades (caudales) para el cálculo y diseño de nuestra conducción de drenaje, en base a indicadores por año, donde también se medirán las velocidades de descarga y las fuerzas que provocan el colapso de los sistemas de alcantarillado y drenaje, que intervienen según el Levantamiento Topográfico del Lugar de Intervención.

Palabras clave: Diseño de drenaje pluvial, Estudio hidrológico, sistemas de drenaje pluvial, estudio de drenaje, Diseño de drenaje pluvial.

Abstract

The Current Research refers as a general problem: What is the current Design of the Storm Drainage System in the Cercado de San Miguel, of the Province of San Miguel de Pallaques, Cajamarca, 2021? Where the objective is to carry out the Storm Drainage Design, in the Cercado de San Miguel, Province of San Miguel, Cajamarca.

The methodology to be used in the investigation will be experimental, simple descriptive, where the investigation will be based on measurements seen in antecedents in the intervention area due to the high annual rainfall, in the San Miguel fence, where it will be detailed in the analysis and calculation of population growth, and measurements of Rainfall.

The Indices of the measurement of our results will be raised by calculating the measurement of the Hydrological Study, based on measurement results for the Design measured in results in our area of intervention, where we will measure flows for the calculation and design of our drainage systems. , based on indicators per year, where discharge speeds and forces that lead to the collapse of sewers and drainage systems will also be measured, which intervene according to the Topographic Study of the Intervention Zone.

Keywords: Rainfall, Hydrological Study, Drainage System Design, Drainage Study, Storm Evacuation Design.

I. INTRODUCCIÓN.

La necesidad de un sistema de drenaje pluvial es muy importante para el bienestar de las habitantes; en relación a la ausencia de dirección, manejo y acumulación de las aguas de lluvia, dando incidencia esto a crear incidentes tanto de vidas humanas, daños materiales originando deslizamientos e inundaciones en las moradas y caminos cercanos, esto a su vez nos lleva a realizar el estudio de investigación para realizar un diseño de sistema de drenaje pluvial.

El Diseño y Creación de los sistemas de drenaje pluvial en las vías de comunicación, calles y accesos, son importantes en las ciudades situadas en la sierra peruana, para el desarrollo ordenado, donde este evita el colapso de las vías o calles que conectan en una ciudad, y que esto conlleva a la creación, construcción, mantenimiento, de un sistema de drenaje, que por cambios climáticos, aumento de las precipitaciones, y en función a una mala educación por las personas, se producen colapsos y fallas en las estructuras que la componen, causando un desorden vehicular y peatonal.

A nivel internacional, alrededor del mundo en varios países se puede conocer que las consecuencias por el cambio climático provocado por la contaminación ambiental, en relación a un buen manejo ambiental en países como Europa, se tiene un gran interés por la aplicación de sistemas de drenaje pluvial así como otorgarles un manejo óptimo y uso a las aguas de lluvias con ayuda de programas y aplicación de tecnología en relación a su funcionalidad; debido al alto precio del suministro del agua, pero cabe mencionar que no solo Europa cuenta con este problema en relación a diseños de sistema de drenaje pluvial, sino que también en otros países vienen tomando medidas, dando lugar a un estudio de investigación.

A nivel nacional, las ciudades de la sierra peruana, son muy propensas a las altas precipitaciones pluviales en los sectores urbanos y rurales, donde éstas se presentan años tras año, en el territorio peruano. Dicho problema sucede en las zonas sierra y selva. Donde actualmente la gran mayoría de sectores urbanos de la sierra peruana no cuentan desarrollo, creación de un diseño de drenaje pluvial, debido a que no cuentan con un buen diseño que permita recibir, trasladar y situar las aguas pluviales, provocando mucho malestar y déficit en el progreso diario de los habitantes. Hay lugares en la zona sierra y selva del Perú, donde este

fenómeno, ocurre drásticamente, aun a pesar de que se tenga información acerca de los meses en los que ocurre este evento natural.

En la zona urbana de San Miguel de Pallaques, no cuenta con un diseño de drenaje pluvial o un estudio elaborado, detallado para su entendimiento, como un estudio mediante software que permita proyectar un diseño adecuado de la zona de influencia. Ya que la precariedad, falta de un sistema de drenaje es muy visible, debido a que demuestra dificultades por las fuertes lluvias que alteran el manejo vehicular, peatonal, para el bienestar social-poblacional, congestionando las vías de comunicación, las intersecciones, las zonas con baja pendiente, contrapendiente, dejándolas pocas transitables a nivel vehicular y peatonal. Demostrando así una falta de estudio y diseño por parte de las autoridades públicas.

Formulación del Problema: en la gran mayoría, el cercado de San Miguel presenta una constante incidencia de lluvias en los meses de noviembre hasta abril, lo cuales provocan una serie de desbordes, colmatación, acumulación, y daños materiales, con una alta acumulación de arcillas y gravas; a causa de esto se vio por prioridad realizar el diseño del sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel, donde busca la finalidad de prevenir daños humanos y materiales.

En la presente investigación se **planteó el siguiente problema general:** ¿Por qué el cercado de San Miguel no cuenta con un sistema de drenaje pluvial? Similarmente se planteó los **problemas específicos:** ¿Que diseño de sistema de drenaje pluvial es adecuado para el cercado de San Miguel?; ¿Cuánto influirá el diseño de sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel?

Justificación del problema (Investigación).

Este proyecto se justifica puesto que, considerando que la zona urbana del cercado de San Miguel, actualmente solo el 25% de las vías de acceso cuentan con un sistema de drenaje pluvial estructurado, y bien dirigido a nivel de (alcantarillado, badenes, sumideros, canales, cámaras de inspección, etc.); por lo cual esta es la razón necesaria para diseñar un modelamiento hidráulico mediante software, y proyecciones obtenidas en campo, para una mejor distribución poblacional, vehicular, para que sean afectados por las altas precipitaciones, conociéndose que en la actualidad son más concurrentes la materialización de su uso y con mayor

incidencia durante las temporadas de lluvias. **Justificación Teórica**, partiendo de la presente investigación como finalidad se busca diseñar un sistema de drenaje pluvial, detallando un análisis donde aplicaremos los conceptos teóricos y técnicos de la Norma CE 040 Drenaje Pluvial del Reglamento Nacional de Edificaciones y con uso de las normas (OS.060, E030, E050), además de manuales de diseño, que nos ayudaran a realizar un diseño más estructura y adecuado, en la medición y cálculo previo, en nuestro ámbito de estudio proyectaremos varios tipos de diseños, en relación al cálculo hidráulico. **Justificación social**, primeramente, por lo que es para el beneficio de los habitantes perjudicados debido a los incesantes desbordamientos que se generan en tiempo de lluvias mejorando, optimizando su calidad de vida, y en segundo porque el proyecto de investigación nos permite ayudar a encontrar la razón por la que se necesita de manera urgente la creación de un sistema de drenaje pluvial convencional, siendo de provecho para la población. **Justificación técnica**, porque esta nos ayuda a plantear el diseño de sistema de drenaje pluvial más óptimo, de manera que se puedan obtener mejores resultados, así como brindar una inversión a largo plazo considerando también su mantenimiento, ya que en el tiempo de lluvias el sistema de drenaje es muy necesario para mantener el desarrollo normal de la vida cotidiana de los habitantes, considerando el uso vehicular, de las personas que residen en el Cercado de San Miguel. **justificación práctica**, porque se realizarán los siguientes estudios como son: levantamiento topográfico, estudio de suelos, estudio hidrológico; a nivel técnico que van a servir para diseñar un sistema de drenaje óptimo y sustentable que deben ser realizadas por las autoridades a cargo.

En esta investigación, se plantea la **hipótesis general**: El diseño del sistema de drenaje, permitirá una mejor conducción y evacuación de agua pluviales en el cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel de Pallaques, Cajamarca. Similarmente se planteó las **Hipótesis Específicas**: el sistema de drenaje va a constar de un sistema de evacuación directa, mediante un diseño conformado por un conjunto de cunetas, cámaras de recolección, buzones y sistema de red cerrado; el diseño de drenaje pluvial mejorara el sistema de conducción y manejo de aguas a causa de las precipitaciones, a nivel estructural mejorando la capacidad de conducción en relación a su predimensionamiento.

Asimismo, se planteó el **Objetivo General**: Realizar un diseño de sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel, Cajamarca, ante las altas precipitaciones. Y así reunir, trasladar y situar las aguas pluviales evitando daños a las viviendas aledañas al casco urbano. Similarmente se planteó los **Objetivos Específicos**: Realizar el levantamiento topográfico en el cercado de San Miguel, para determinar el área específica del lugar donde se va proyectar el diseño, Realizar el estudio de suelos de la zona de intervención, y saber las características del suelo, Obtener datos hidrológicos del cercado de San Miguel para demostrar que el diseño de sistema de drenaje pluvial pueda soportar la capacidad de las aguas pluviales y finalmente gracias a la recopilación de datos topográficos, hidrológicos y estudio de suelos , Diseñar el sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel.

II. MARCO TEORICO.

Para el presente proyecto de investigación, se recolecto, realizó una recopilación de distintas investigaciones vinculadas a diseños de sistema de drenaje pluvial.

A nivel nacional se tiene a: Ramos Vigilio. (2020), con su proyecto: "Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en la avenida 28 de agosto del distrito de Amarilis, Huánuco - 2019". Para el cual su objetivo; fue; Diseñar el sistema de drenaje pluvial urbano, para evitar, prevenir daños que puedan ocasionar las causales de inundación y limitar los problemas ante esto; en la cual su investigación fue aplicada, explicativa, con una orientación cuantitativa, donde su población fue; la Avenida 28 de agosto y calles adyacentes a esta en el distrito de Amarilis, dentro de la región Huánuco. Lo que su investigación quiere implementar un modelamiento de drenaje pluvial urbano, adicionando estructuras como sedimentadores en la Av. 28 de agosto en el distrito Amarilis, ciudad de Huánuco. Obtuvo una muestra; que perteneció a la Avenida 28 de agosto comprendida entre las Av. Esteban Pavletich (Urb. Paucarbamba) y la Av. Los Laureles (Urb. Paucarbambilla); contando también, con algunos tramos adyacentes a la avenida incluida dentro del distrito de Amarilis, Huánuco. Resultados; en relación a ello y en función a la información obtenida se procedió a realizar un modelamiento y diseño de componentes mediante software. El cual se planteó el uso de tubería de tipo PVC con diámetros de 500mm a 700mm. Sumideros con una profundidad de 2.00m, Buzones de 1.90m

de profundidad y estructuras de vertido de 700mm de diámetro. Se concluye que la simulación realizada fue alcanzada en base a los componentes propuestos, con un diseño aproximado para su precipitación de 6 horas.¹

Según García Saurin y Gonzáles Gamonal. (2018), con su proyecto: “Diseño del drenaje pluvial en la localidad de Parco distrito de Parco provincia de Bagua región Amazonas” Para lo que su objetivo; fue; Proponer y elaborar una alternativa técnica de diseño del sistema de drenaje pluvial en la Localidad de Parco donde este permita evitar daños ocasionados por las altas precipitaciones pluviales y su posterior empleo en la elaboración del PIP; su investigación fue aplicada, explicativa, con orientación cuantitativa, su población fue la precipitación máxima en el distrito de Parco. Obtuvo una muestra; en la cual contó con las precipitaciones de los últimos 20 veinte años en relación a su diseño. Resultados; Se determinó el caudal de diseño utilizando los métodos Racional Y Mac Math, en función al Coeficiente de escorrentía, áreas colectoras, pendiente del terreno, la Intensidad de diseño correspondiente a un tiempo de retomo $Tr = 25$ años, se concluyó; que para el diseño de los drenes, tanto principales como secundarios, se ha tomado el coeficiente del valor de rugosidad como $n = 0.017$ (para cunetas revestidas), pudiendo decir que éste valor resulta bastante conservados para dar mayor eficiencia y seguridad al momento de realizar los cálculos y que la topografía del lugar ha sido un factor importante para el dimensionamiento hidráulico y el diseño estructural de las obras proyectadas. ²

Según Cuti Merma. (2018), con su proyecto: “Drenaje pluvial urbano en la localidad de Espinar, provincia de Espinar, Región Cusco”. Para el cual su objetivo; fue optimizar racionalmente el manejo de aguas pluviales para Espinar, el cual buscó evitar los daños en viviendas y obras públicas, tales como pistas, redes de agua y desagüe, redes eléctricas, entre las vías de acceso y vías conectoras, así como el almacenamiento del agua que pueda constituir focos de contaminación y/o inducción de enfermedades, para lo cual se implementará un sistema de obras de infraestructura hidráulica para la evacuación de las aguas pluviales hacia los cuerpos receptores de agua; donde su investigación fue aplicada, explicativa, con orientación cuantitativa, su población en su proyecto de investigación fue la ciudad de Espinar, capital de la provincia de Espinar, departamento de Cusco, La

investigación quiere proporcionar fundamentalmente la búsqueda dentro de las formulaciones de precipitaciones máximas para el diseño, curva, intensidad, duración y frecuencia de la zona de intervención que nos de la variabilidad de la lluvia en intervalos de tiempo adecuados para la hidrología urbana en relación a los periodos de lluvias. A partir del cual obtuvo muestras, de la localidad de Espinar. Resultados; con la lluvia de diseño ya determinada, con un periodo de retorno establecido, dónde a esto se realiza una evaluación del espaciamiento, predimensionamiento de los sumideros, para el cual se optó por realizar un análisis escalonado máximo, velocidad máxima, estabilidad al vuelco y estabilidad al deslizamiento propuesto, donde permitió concluir; y determinar las máximas avenidas de los cuerpos receptores ya que estos son de mucha importancia, con lo cual se cuantifica a niveles máximos, de esa forma plantear la ubicación del punto de descarga, así evitar obstrucción o destrucción del sistema de drenaje. ³

A nivel internacional tenemos a: García Hernández, Montoya López, y Rodríguez Hernández. (2013), y su proyecto de investigación: "Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya", para el cual su objetivo; fue: Diseñar el sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya, su tipo de investigación; fue cuantitativa Cuasi – Experimental, su población; es la población urbana de La Concepción y uso como muestra; a la cantidad de población que reside en La Concepción, Resultados; todo el sistema de drenaje pluvial trabajará por gravedad, con orientación Noroeste-Sureste, así mismo, el caudal de diseño del canal trapezoidal fue el recibido por la cuenca hidrológica de 4.623 m³/s para un evento hidrológico de 10 años, más el caudal propio del casco urbano de 1.033 m³/s, resultando el caudal de diseño de 5.656 m³/s. Según el resultado del estudio hidrológico, la cuenca hidrológica aporta un caudal al área urbana del municipio de 4.623 m³/s, a través de dos líneas de corrientes. Una línea que se unen a la calle del cementerio con orientación Oeste-Este y la otra que se une a la calle que va hacia el Retén con orientación Oeste-Este, se concluyó; que debido a que la pendiente del terreno es irregular y muy pronunciada el canal se diseñó con estructuras de caída con el propósito de disminuir las pendientes y recuperar cada tanto el nivel del terreno y se propone reparar 420 ml de cunetas y 625 m² de carpeta de rodamiento distribuido en el tramo que va desde el Retén hasta el mercadito. ⁴

Según Cano Salazar. (2021), con su proyecto de investigación: “Diseño de un sistema urbano de drenaje sostenible (SUDS) para el manejo de escorrentías en la carrera 9 entre calles 108 y 112, sector Usaquén, Bogotá, Colombia”, donde tuvo como objetivo; el diseñar estructuras complementarias al sistema de drenaje pluvial distrital aplicando tipologías SUDS en la Carretera 9 entre calle 108 y 112 del sector Usaquén, con el manejo de datos y simulación de procesos, procedimientos hidrológicos e hidráulicos, con la finalidad de mejorar la gestión integral de las aguas pluviales. su tipo de investigación; fue cuantitativa Cuasi – Experimental, su población; son las personas que transitan por el tramo de carrera 9 entre calles 108 y 112, sector Usaquén, Resultados; cabe recalcar que en la simulación elaborada en lugar, con condiciones actuales se encontró que la redes presentan rebose en algunos pozos, y con una relación (y/D) máxima entre ellos varios colectores para así contar con tal solo un periodo no mayor a tres años, por lo que se pudo deducir que la red de alcantarillado no elabora una correcta gestión de las aguas lluvias para los eventos más frecuentes, por lo que se concluye que son mucho menos aptas para las precipitaciones con mayores intensidades en periodos superiores en épocas de lluvias, donde concluyó; con el propósito de realizar un diseño preliminar para estructuras de drenaje urbano sostenible en la zona de la Carrera 9 entre calles 108 y 112 del sector Usaquén, con el fin de buscar mejoras en la gestión integral de las aguas pluviales logrando reducir los caudales y volúmenes de escorrentía en el sitio de afectación, y mejorando las condiciones hidráulicas en la red de alcantarillado en dicho punto para precipitaciones en periodos cortos de retorno, lo cual es positivo debido a que uno de los aportes de las tipologías SUDS es tratar las aguas lluvias en los eventos más frecuentes. ⁵

Según López Jiménez.(2016), con su proyecto de investigación: “Diseño y simulación de una red de drenaje pluvial para la zona centro - Este de la ciudad de Trinidad” para lo cual su objetivo; fue obtener las dimensiones del alcantarillado pluvial que se propone para disponer las aguas pluviales hacia el punto de disposición final # 2 de la ciudad de Trinidad, empleando el programa de cálculo y diseño óptimo de redes hidráulicas urbanas (ROKO); y crear un modelo de simulación del comportamiento hidrológico e hidráulico del sistema de drenaje empleando el software profesional SWMM 5.0, su tipo de investigación; fue Cuantitativa Cuasi – Experimental, su Población; la zona de cercado – Este de la

ciudad de Trinidad, y considero los parámetros hidrológicos, topográficos y geológicos que intervienen en el fenómeno; para que los mismos puedan ser utilizados para el diseño hidráulico y la simulación de una red de alcantarillado pluvial , Resultados; gracias a que se empleó el software profesional SWMM 5.0. Esto posibilita arribar a resultados, conclusiones y recomendaciones importantes que permitan colaborar con el diseño y simulación de una red de drenaje pluvial, por lo tanto se concluye que el programa ROKO, resuelve el problema de la optimización de las redes, por lo que representa un considerable ahorro de tiempo a la hora de buscar una solución técnico-económica, Además con dicho programa se obtuvo un caudal máximo de diseño de 5,803 m³/s, mientras que el hidrograma de salida del caudal simulado tuvo un valor máximo de 5,262 m³/s a causa de la asignación de propiedades a los objetos del modelo en SWMM. ⁶

A nivel local tenemos a: Izquierdo Perez y Zeña Sampen. (2019), con el proyecto de investigación: “Diseño del drenaje pluvial urbano de la zona urbana del distrito de santa cruz, provincia de santa cruz, departamento de Cajamarca, 2017”, para el cual su Objetivo; fue: Diseñar la red de drenaje pluvial urbano convencional en la Provincia de Santa Cruz teniendo en cuenta los lineamientos y normas del Reglamento Nacional de Edificaciones. su tipo de Investigación; fue Cuantitativa Cuasi – Experimental, su Población; ha sido departamento de Cajamarca, y uso como Muestra; a la zona urbana del distrito de Santa Cruz, en un área aproximada de 40.00 hectáreas, con la finalidad en su mayoría a la construcción de viviendas unifamiliares y parques urbanísticos. Con Resultados; de acuerdo a un levantamiento topográfico del cercado del distrito de Santa Cruz se encontró que, la cota más elevada es de 2043.00 msnm, así también en relación a la cota que se encuentra a nivel menor a nivel de 2012.00 msnm, asimismo Los caudales para el diseño se obtuvieron en función a las curvas IDF escogida para el diseño y predimensionamiento. El caudal total de salida es de 3.6226 m³/s. Por lo tanto, concluyó; Según el Manual de Diseño Geométrico 2018 que el relieve de la zona del proyecto tiene una orografía tipo 2 que describe un terreno ondulado. Los ensayos geotécnicos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán otorgaron los resultados necesarios que consisten en gravas y arenas arcillosas, también limos en alguna de ellas, los cuales resultaron ser de baja plasticidad, además se determinó un contenido de humedad promedio

de 20.00 %. En relación a los resultados del Estudio Hidrológico de las estaciones pluviométricas se obtiene que el caudal total obtenido es de 3.6226 m³/s y que se distribuye en tres vertientes: Canal "La Población", Quebrada "El Ancho" y el Río "El Pueblo". En la que se tuvieron en cuenta estas consideraciones se diseñó canales de salida a cada vertiente y del cual se determinó un B=30 cm y una H= 50 cm en base a que el mayor tirante obtenido por el diseño es de 27cm ubicado en la calle Napoleón Puga. ⁷

Para Coronel Mires. (2021), con su proyecto de investigación: "Evaluación de la red de drenaje pluvial en el distrito de Yauyucan, Provincia de Santa Cruz, Departamento de Cajamarca 2019", en el cual su objetivo; es evaluar el Sistema de Drenaje Pluvial existente en el distrito de Yauyucan. Esto fue posible a través de la elaboración de estudios como topográficos, hidrológicos, hidráulicos, y análisis descriptivo de los elementos estructurales y más predominantes de la red pluvial existente y un modelamiento bidimensional en el software IBER. Y de manera consecuente, proponer soluciones congruentes para la optimización general del sistema, su tipo de Investigación; es descriptiva de tipo no experimental, la población y la muestra es la red de drenaje pluvial del distrito. Con los resultados que el distrito presenta un terreno escarpado y registra fuertes precipitaciones que varían hasta 9.66 mm. Además, el 33.30% de las calles colectoras tienen cunetas que no cumplen con evacuar las precipitaciones correspondientes y el análisis técnico determinó que el 53.10% a su estado actual presentan deficiencias primordialmente por falta de un mantenimiento preventivo, con el que el modelamiento hidráulico determinó que la calle 19 de mayo es la más vulnerable por ser punto de descarga de las calles perpendiculares. Una de las propuestas para dar solución desde la reconstrucción, mantenimiento de cunetas hasta se consideró el cambio de drenaje superficial a alcantarillado determinando la pendiente a cierta profundidad, Concluyó; ya que la localidad presenta un terreno escarpado según el MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018, ya que cuenta en su mayoría pendientes longitudinales superiores al 8.00%. donde después del análisis topográfico se determinó que la calle con mayor pendiente longitudinal es San Francisco y la de menor pendiente es Manuel Burga. También se concluyó, que el estudio hidrológico determinó que la cuenca correspondiente al distrito de Yauyucan es una microcuenca de (Clase I), muy

ensanchada y con un área de 0.69 km². Donde también la intensidad de lluvias es clasificada como intensidad alta, debido a que posee un valor de 57.97 mm/h. así también como un caudal de aporte de la cuenca don se determinó un valor de 11.05 m³/s mediante el uso del cálculo de la altura de lámina de agua y 6.08 m³/s calculado mediante el método racional, el cual se determinó es menor ya que considera la infiltración y evaporación del agua de lluvia en la zona de influencia. El análisis en relación a la capacidad actual de las cunetas se ha realizado a través del estudio hidráulico, donde esto a partir del cálculo dio como resultado que en la localidad existen 4 calles, que son: Manuel Odría, Consolación, 19 de mayo y Magisterial, las cuales cuentan con cunetas que no cumplen en relación a la finalidad de evacuar el caudal por precipitación correspondiente. Por lo tanto, esta deficiencia hidráulica del sistema afecta a un 33.30% de las principales calles de la ciudad. Además, la calle 19 de mayo se deduce que es la que deberá evacuar con mayor influencia el agua por precipitación, esto debido a que es la que recibe mayor cantidad de caudal aportante de otras calles. Se tienen 4 tipos de cunetas revestidas de acuerdo a sus dimensiones. Además, también se han concluido que en las calles: Cuadra 2 de El Comercio y cuadra 3 de Cajamarca, hay cunetas con inadecuada infraestructura, donde esto equivale a un total de deficiencia del 5.90% del sistema. El cual también intervienen en las calles sin cunetas, como: Cuadra 2 de Magisterial, cuadra 0 de La Alborada, cuadra 3 de Manuel Burga, cuadra 3 de Cajamarca, cuadra 1 de Yauyucan, cuadra 1 de Manuel Burga, cuadra 1 de El Maestro y cuadra 2 de Cajamarca, lo cual equivale a un total del 17.80% donde el sistema no posee dicha estructura. Por último, existe un 29.40% a nivel de cunetas que cuentan con agentes contaminantes, ya que estas no cuentan con mantenimiento correctivo y tampoco rutinario. En conclusión, se determina que el 53.10% del sistema de drenaje pluvial presenta deficiencias, deterioro respecto al estado del nuevo sistema de drenaje pluvial existente. El modelamiento en la zona de diseño para el estudio en el programa utilizado IBER, se realizó con las coordenadas UTM reales del sistema donde este otorga los datos exactos donde se pueden encontrar inundaciones en el área del proyecto. Como resultado, se determinó que la calle 19 de mayo es la más vulnerable por ser la que recibe mayor aporte de caudal por precipitación. Además, existen estancamientos de agua en 16 puntos de la localidad, los cuales se encuentran en las calles: El Comercio, 19 de

mayo, el Maestro, Cajamarca, San Francisco, La Alborada, Yauyucan, Magisterial, Manuel Burga y Consolación. Siendo exactamente: Cuadra 4 de calle El Comercio e intersección de calle 19 de mayo con Cajamarca, son las zonas que presentan mayor área de estancamiento de agua pluvial. ⁸

Para Espinoza Cárdenas. (2014), con el proyecto de investigación: “Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa”, donde como objetivo; fue determinar la eficacia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, con un tipo de investigación; es Descriptiva – Correlacional, porque considera en llegar a evaluar, conocer las circunstancias y situaciones con mayor incidencia a través de la descripción de las actividades realizadas, procesos y evaluando ciudadanos, mediante esta función recolectando datos e identificando la congruencia que existen en la evaluación de estas variables, la población; corresponde al Sector Número 6 del Barrio Chontapaccha de la zona urbana de Cajamarca, donde uso como muestra; la intersección de las calles Jr. Santa Rosa y la Av. Angamos, resultados; luego de concretar el estudio hidrológico y posteriormente determinar la capacidad hidráulica de las estructuras existentes (cunetas) en la Av. Angamos calle número 9 de 1.35 m³/s y 0.246 m³/s; Av. Angamos calle número 8 de 0.23 m³/s y Jr. Santa Rosa, luego esto se comprobó que las calles en mención no cumplen con la capacidad hidráulica suficiente para el caudal de diseño de 0.289 m³/s, con un análisis para un periodo de retorno de 2 años y de 0.374 m³/s, con un análisis para un periodo de retorno 10 años que especifica el reglamento nacional de edificaciones (RNE), por lo que se concluye que el agua desbordará sobrepasará en nivel vereda; por el cual se requiere incrementar la capacidad ya sea incluyendo cunetas o aumentando su predimensionamiento, o un colector de abasto en caso de que las primeras no sean suficientes para cumplir su finalidad. Además, entre los valores obtenidos en relación al análisis de Eficiencia de operación nos muestran que las secciones están a más del 100% de su capacidad, por lo que se quiere explicar, que para todas las viviendas las secciones no tienen la suficiente capacidad para operar con todo el suministro del caudal y tiene un exceso del 17.00% y 52.00% dotado para sección A2 para T = 2 años y T = 10 años respectivamente, produciendo un colapso del sistema de drenaje. Al igual que para la sección determinada como A3 que tiene un exceso del 52.00% y 62.00% para T = 2 años y T = 10 años respectivamente,

por lo que se concluyó; después de analizar el diseño a nivel hidráulico de las calles Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, donde esto se determinó que no es el correcto para un óptimo funcionamiento del sistema de drenaje pluvial, en consecuencia siendo esta una de las causales que alteran la eficiencia del drenaje pluvial urbano, al analizar la zona de intervención se constituyó que el sistema de drenaje es ineficiente y poco funcional. Donde la eficiencia del sistema de conducción que los caudales mínimos recomendables técnicamente a derivar, ya que para tener velocidad aceptable y que este no produzca sedimentación se deberá aumentar la capacidad del canal o erosión que deforma la sección, argumentando estructuralmente que este diseño no son lo óptimos para su funcionamiento. ⁹

A nivel de artículos se tiene a: Morales; Mendoza y Esparza. (2015), En la investigación Drenaje Pluvial: Manejo del drenaje pluvial mediante control de la fuente de escurrimientos superficiales. tuvo como objetivo, establecer de forma ideal, los sistemas de drenaje que se diseñan, construyen y modernizan con base a la planeación y ordenamiento territorial de la ciudad, asimismo los sistemas de drenaje debieron cumplir las siguientes tareas fundamentales de interés público: Asegurar una recolección segura e higiénica y transporte de todo el alcantarillado sanitario incluyendo aguas residuales domésticas e industriales, la protección de áreas densamente urbanizadas contra inundaciones, la protección de los receptores contra daño ambiental. De igual manera una de las mayores deficiencias en el diseño del drenaje urbano en la actualidad es la complejidad para modelar el proceso de inundación. La prevención de inundaciones en zonas urbanas causadas por los sistemas de alcantarillado inadecuados se ha convertido en una cuestión importante. Los sistemas de drenaje urbano deben funcionar con eficacia de acuerdo con las condiciones climáticas y los sistemas de drenaje diseñadas para hacer frente a las condiciones de tormenta más extremas (Schmitt, Schilling, Sægrov, & Nieschulz, 2002). Deben tomarse numerosas decisiones complejas para expandir los sistemas de drenaje y controlar los niveles de contaminación; dichas decisiones deberán ser pensadas y ejecutadas con un enfoque económico, social y ambientalmente sustentable (Milina, Nieschulz, Selseth, & Schilling, 2001). ¹⁰

Según Ávila. (2012), con la investigación: Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático-caso de estudio: Ciudad de Barranquilla, Colombia. tuvo

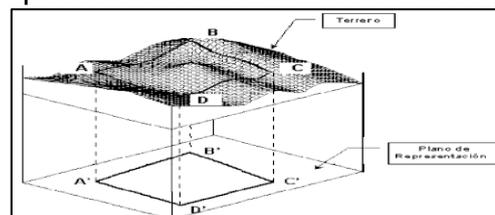
como objetivo, presentar un diagnóstico de manera general sobre la problemática y una discusión sobre las alternativas probables de manejo sostenible del diseño drenaje urbano, aplicando al estado de la ciudad a nivel de control de caudales pico o mayores. Asimismo, La expansión urbana, y de manera desordenada no es la única causal de los impactos naturales. También, la dinámica en gestión urbana y de planeamiento urbano, donde este genera un inadecuado manejo de vías de acceso, ya que son trasladados a los cuerpos naturales recolectores a través de los alcantarillados convencionales. De otro lado, encontramos los sistemas de alcantarillado pluvial de ciudades consolidadas que tienen una capacidad limitada para el suministro de evacuación, y adaptación en capacidad hidráulica y manejo del control en relación a la contaminación al corto, mediano y largo plazo. Por lo que, es necesario integrar sustancialmente un mejor y óptimo manejo de subcuencas urbanas y el control para las descargas como parte de las acciones requeridas para una visión de ciudad sostenible. Se deben establecer políticas y reglamentos que controlen el caudal de descarga y el nivel de contaminación de predios urbanos, es función de la capacidad hidráulica y de carga contaminante de los cuerpos receptores, donde se asumió que la cultura ciudadana redundaba en la aplicación de alternativas para el manejo de cuencas en relación al estudio de investigación, con un mantenimiento y limpieza de sistemas canalizados y no canalizados, y la reducción del riesgo asociado a inundaciones y arrastre de vehículos y daños humanos. La adaptabilidad del sistema de drenaje de una ciudad debe ser desde el momento en que el agua toca el suelo hasta el cuerpo receptor. Es decir, el alcantarillado pluvial no es el sistema, sino un componente del sistema de drenaje pluvial. Donde las nuevas tecnologías sostenibles de drenaje urbano para el desarrollo de drenaje pluvial, responde a la necesidad de adaptabilidad de las cuencas urbanas para el manejo hidrológico ambiental frente al cambio climático. ¹¹

Según Juárez. (2018), el autor de esta revista de divulgación científica: La innovación de manera alternativa buscando una inminente solución en los sistemas que comprenden un sistema de drenaje pluvial para disminuir la incidencia a nivel de inundaciones, en el cual tuvo como objetivo, la propuesta de un nuevo producto de investigación, en este caso en particular, el colector pluvial a nivel de estructura prefabricado con innovaciones y aplicando nuevas tecnologías con la capacidad de

retener, y filtrar residuos finos y solidos cuando se presenten las altas precipitaciones pluviales donde además ofrece resistencia y mejor manejabilidad al tránsito vehicular. En función a esto nos lleva a la aplicación de un nuevo diseño estructural, hidráulico e hidrológico para el desarrollo, el cual le permitió demostrar la ética que todo profesional debe plantearse a este tipo de proyectos y buscar una mejora a nivel de viviendas y poblacional. Para lo cual, en esta etapa el elemento estructural del colector puede ser de concreto armado o acero recubierto soldado con una malla para obstruir el ingreso de residuos sólidos. También incluyo una losa de cimentación que le brindo una mayor resistencia. El colector es prefabricado elaborado con concreto de resistencia 250 kg/cm^2 y acero de refuerzo de $4,200 \text{ kg/cm}^2$ en relación a su fluencia, en la que resistió cargas vehiculares y empujes de tierra, encontrándose con una vida útil de 25 años y que tolera azolvamientos de hasta 10 meses sin que llegue a afectar el desalojo de esorrentía. ¹²

Entre las teorías relacionadas entre ellas las variables y las dimensiones se tiene lo siguiente: Para Chacón Mejía, (2014), topografía es la ciencia que estudia las características de un terreno que forman dimensiones: longitudes, alturas, desniveles a nivel de superficie y detalle de una representación gráfica que está suscrita a escala la cual representa unidades de medida para su utilización. ¹³

Figura N° 01 – Representación de un terreno en el plano topográfico



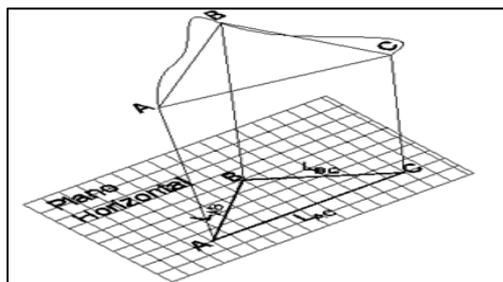
Fuente – Lincoln Institute – Educación a Distancia.

Para Bejarano Velásquez; Palomino Cedeño. (2021), Donde también permite explicar como la técnica mediante la cual podemos obtener coordenadas de ubicación, elevaciones y áreas o volúmenes en forma descriptiva y analítica, mediante mediciones de ángulos y distancias en una extensión de terreno. ¹⁴

Para Wolf; Ghilani. (2015), La topografía es la metodología para suministrar nos de unidades de medida en una porción limitada de superficie terrestre, pero de manera amplia, relacionando la función en relación a la ubicación de una porción de tierra, así como también de la misma; con la obtención de datos en coordenadas

cartográficas, UTM, que brindan una mayor precisión a la superficie que se está midiendo. ¹⁵

Figura N°02 – Esquema que muestra las líneas norte-sur y este-oeste, sobre la superficie de la tierra.



Fuente – Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas
Edición 2009 Lima

Para Juárez Badillo (2010), La mecánica de suelos es un estudio que permite la posibilidad de entender y encontrar las capacidades de un suelo en relación a su tipo, en función mediante las densidades de un suelo, límites líquidos, límites plásticos, aplicando mecanismos para la obtención de datos como Casagrande, Atterberg, que permita conocer también su grado de compactación, considerando un porcentaje granulométrico en relación al volumen, peso obtenido en campo y estas pueden ser referenciadas y descritas según la composición y tipo de suelo.¹⁶ para Villalaz. (2018), La granulometría se declara como un porcentaje en relación al peso total de la muestra seca y se puede definir como una comparación en relación a los diferentes tamaños de partículas asimismo se determina por el número tamizado y/o en función al análisis granulométrico por distintos métodos. ¹⁷Para Duque y Escobar (2002), Los datos para el estudio de suelos con el uso de las leyes mecánicas de los suelos con problemas en la ingeniería que se tratan de estudios de granulometría, con la acumulación de muestras consolidadas, muestras sólidas para la solución problemas de ingeniería, con la disgregación mecánica o la desunión química de las rocas, libremente de que tengan o no materia orgánica. ¹⁸

Según Aparicio. (2018), Hidrología es el estudio y la ciencia que estudia el comportamiento del agua, en relación a su ocurrencia, circulación y distribución, así como las peculiaridades físicas y químicas que esta posee. Ya sea con la intervención del medio ambiente o con la vida misma que subsiste en ella. Lo que

para un estudio hidrológico se debe obtener un compilado disponible de caudal, temperatura, entre otros. Y que con dicha información se deberá realizar un modelo posible a emplear para su funcionamiento en relación al a un uso ya establecido, que a su vez represente de manera correcta la variable. ¹⁹ Para Bejar. (2004), el análisis de uso generalmente se contará con una recopilación de datos hidrometeorológicos para su uso, ya sean de lluvias, caudales, evapotranspiración, temperaturas u otros agentes naturales. Por esto, se debe escoger un modelo probabilístico a emplear para su óptimo desarrollo y uso medido en relación a lo que se desea emplear, que represente con eficiencia el comportamiento de la variable. ²⁰

Para Breña & Jacobo. (2006), Se define sistema de drenaje pluvial urbano, a los materiales y/o conjunto de acciones o elementos estructurales que se emplean como plan de contingencia para los desastres ocasionados por las aguas pluviales frente a la función cotidiana de los habitantes de una zona específica. Es decir, cumplen con una finalidad específica y para el cual es la función principal en relación a su diseño. ²¹ Para Da Silva y Sáez. (2015), La red de drenaje pluvial tiene el objetivo de proteger las vidas de los habitantes y de otorgarle una manejabilidad y para el cual su diseño cumple su función, las moradas en las que residen, así como prevenir la colmatación de elementos estructurales, peatonal y vehicular. Debido a esto debe ser diseñado y elaborado para ejecutar de manera óptima sus funciones y en relación a su finalidad. ²²

III. METODOLOGIA.

3.1. Tipo y Diseño de Investigación.

Tipo de investigación.

- La investigación de nuestro proyecto de investigación es del tipo longitudinal, estableciendo, en la cual nos permite proponer una solución a problemas reales y cotidianos, para Bono Cabre. (2012), nos permite tomar múltiples registros, de la misma variable a través del tiempo. ²³

Diseño de investigación:

- Agudelo Viana y Aigner Aburto. (2008), el diseño es experimental y se usa mayormente cuando el investigador manipula o controla más de una variable. La investigación es experimental porque tiene como objetivo evaluar una hipótesis luego de realizar una medición previa, manipulando nuestra variable

independiente. (Pluvial) con la finalidad de ver el efecto y relación con los elementos que afectan la variable dependiente (Sistema de Drenaje).²⁴

3.2. Variables, Operacionalización.

Variable independiente: pluvial.

- **Definición conceptual:** Según Norma C.E.040 “Drenaje Pluvial” modificada (2021), está destinada a ser prevenida debido a su acumulación, y así impedir el deterioro de las edificaciones, entre ellas viviendas familiares, lugares de esparcimiento e infraestructuras existentes, con el fin de buscar garantizar el desarrollo normal de las actividades de los habitantes.²⁵
- **Definición Operacional:** utilizar la medición mediante el cálculo obtenido por las precipitaciones analizadas mediante caudales.

Variable dependiente: Diseño de sistema de drenaje.

- **Definición conceptual:** Según Norma O.S.060 (2021), se define como el sistema de recolección, transporte y evacuación hacia un cuerpo que recepciones las aguas pluviales, con la finalidad de evitar las pérdidas de vidas humanas y daños a los bienes públicos y privados.²⁶
- **Definición Operacional:** Aplicación de un conglomerado de cálculos y sistemas de medición para el funcionamiento y progreso óptimo del diseño de sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel.

3.3. Población y Muestra.

Población.

Según A. Rodríguez (2005, pág.70). Se dice población al conjunto de evaluaciones que pueden aplicar sobre un conjunto de seres u objetos con características en común.²⁷ para Sampieri (2014, pág. 206). Se define población al grupo que abarca los caso que coinciden con determinadas especificaciones.²⁸ según Lepkowski (2008), define qué población es un grupo de individuos que coinciden en común una serie de especificaciones.²⁹La población está conformada por todas las vías de comunicación y calles que no cuentan con un sistema de drenaje en el cercado de San Miguel.

Muestra.

En el presente estudio se tomó como conjunto a los habitantes de todo el cercado del distrito de San Miguel para un respectivo estudio. Para Sampieri

(2014, pág. 203). La muestra se enuncia como un subconjunto de elementos de la densidad poblacional. En la cual se involucró la densidad poblacional a las mismas personas.³⁰ En tal sentido, la muestra de tesis estará formada por 16 cunetas y 02 sistemas de conducción cerrado; las cunetas diseñadas en cada tramo para el sistema de evacuación pluvial, para el cercado de San Miguel.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica de recolección de datos.

Según Arias (2006, pág.146), Son las diversas y amplias formas de obtener la información, donde se concluye, que los instrumentos son medios físicos a emplear para recopilar y almacenar datos obtenidos en campo.³¹

Es por esto que para la actual investigación en función a los establecido, se empleará como método de recolección de datos. La visualización previa, y metodológica, en relación a un Levantamiento topográfico, Estudio de cantidades de precipitaciones pluviales, Análisis mecánico de densidades (Proctor Modificado y CBR), recolectar y medir los datos obtenidos, Usar programas computacionales, para cálculo previo.

Como también usar las normas establecidas según el R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificaciones), Norma O.S. 060, CE.040, N.T.E.E.060.

Instrumentos de recolección de datos.

Para que la actual investigación pueda validar los resultados, obtenidos en campo obtenidos en los ensayos, se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento, en relación a los instrumentos empleados:

- Equipo topográfico (Miras, Plomadas, Estacas, Pintura Esmalte).
- Estación total.
- GPS.
- Prismas.
- Wincha de 50 metros.

También se empleará el Reglamento Nacional de Edificaciones, SUCS, Norma Técnica Peruana.

Equipos de laboratorio de mecánica de suelos.

- Tamices.
- Horno.

- Balanza electrónica.
- Espátulas.
- Bandejas.

Equipo de oficina.

- Laptop
- Impresora.
- Memoria externa USB.
- Lapiceros.
- Papel bond-A4.

Procedimiento de recolección de datos.

- Levantamiento topográfico
- Muestreo de suelos
- Reconocimiento de flujos de agua y microcuencas.

3.5. Procedimientos.

Para obtener el diseño de sistema de drenaje pluvial, se constituirá por realizar el levantamiento topográfico de la zona a intervenir en este caso la zona urbana del cercado de San Miguel, posteriormente se hará el estudio de mecánica de suelos, que va a constar de un total de 12 (doce) calicatas y que nos permitirá identificar las características físicas, químicas, mecánicas y estratigráficas, para determinar el CBR, Proctor Modificado, que se utilizará para nuestro diseño. Finalmente, se va a realizar un estudio hidrológico, determinar el caudal en relación a un cálculo, y utilizando la recopilación de datos para analizar el diseño y obtener un óptimo predimensionamiento de los elementos estructurales y así lograr el diseño adecuado y eficiente.

3.6. Método de análisis de datos.

La recolección de datos en función a lo que se necesita investigar del lugar de estudio, en este caso el cercado de San Miguel cumpliendo así con: (levantamiento topográfico, datos de estaciones climatológicas), fueron elaborados por medio de los diversos softwares aplicados a la metodología en relación a la Ingeniería Civil como son: (AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, Revit, Google Earth, Microsoft office, H-Canales), y así obtener los planos de perfiles longitudinales y transversales, Curvas de Nivel, Distribución de elementos a estudiar, redacción de informe, estimación de precipitaciones máximas, cálculo

hidráulico de sistema de drenaje pluvial, entre ellas como cunetas, buzones, redes de recolección, cámaras de inspección, sistemas de conducción cerrados. Los resultados obtenidos fueron corroborados con la finalidad de tener coherencia con la realidad, para su posterior diseño.

3.7. Aspectos Éticos.

Los autores se responsabilizan en entregar resultados verídicos y congruentes, con el objeto de condicionar el progreso del proyecto; procesar de manera honesta, y real los datos recopilados en el estudio topográfico, así como el estudio de mecánica de suelos, y el estudio hidrológico.

IV. RESULTADOS.

Nombre de la tesis.

“Diseño del sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel, Cajamarca 2021”.

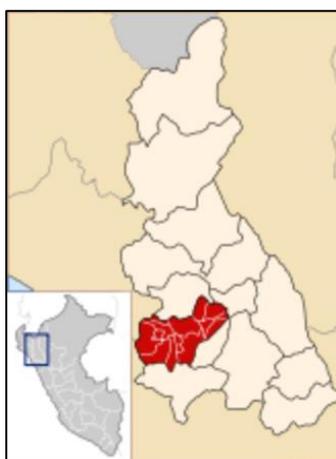
Ubicación

Departamento : Cajamarca
Provincia : San Miguel de Pallaques
Distrito : San Miguel de Pallaques.
Cercado : Cercado de San Miguel

Ubicación Regional.

Mediante el reporte del Instituto Nacional de Estadística e Informática en relación a un estudio realizado al año 2021, el cercado del distrito de San Miguel de Pallaques se ubica en la Provincia de San Miguel, con un área de 2'542,080.00 m².

Figura N°03 - Ubicación regional: San Miguel



Fuente: Municipalidad Provincial de San Miguel.

Ubicación Provincial.

Figura N°04 - Ubicación Provincial: San Miguel.



Fuente: Municipalidad Provincial de San Miguel

Ubicación Distrital.

El distrito de San Miguel es la ciudad capital del distrito denotada por el mismo nombre, que tiene una distancia aproximada de la provincia de San Pablo de 40.00 Kilómetros y un aproximado de 105.00 kilómetros de la Capital de Cajamarca.

Figura N°05 - Ubicación Distrital: San Miguel



Fuente: Municipalidad Provincial de San Miguel

Ubicación Geográfica.

San Miguel como provincia conforma como una de las trece provincias que constituyen el departamento de Cajamarca.

Tabla N°01 – Coordenadas de ubicación de la zona

COORDENADAS UTM	
NORTE	9225666.00
ESTE	737367.00
ALTITUD	2611.00 m.s.n.m.

Fuente: Municipalidad Provincial de San Miguel

Limites.

El distrito de San Miguel limita por el lado Norte con el distrito de Calquis, por la dirección Sur con los distritos de Chilete y San Bernardino, por el sentido Este con el distrito de San Pablo y finalmente por el Oeste con el Distrito El Prado, y Unión Agua Blanca.

Extensión.

La Provincia de San Miguel tiene extensión topográfica de 300.00 Kilómetros cuadrados de área y con un perímetro de 19,683.00 ml, aproximadamente.

Topografía.

La Topografía de la zona, cuenta con un relieve topográfico del tipo ondulado.

Altitud.

El cercado de San Miguel se encuentra a una altitud a nivel de metros sobre la mar media aproximada de 2,620.00 (m.s.n.m).

Clima.

Las temperaturas en el distrito de San Miguel oscilan entre los 21°C durante el día, y durante las noches la temperatura disminuye a los 8°C aproximadamente. Donde durante los meses de noviembre hasta abril, ocurre la temporada de lluvias de manera que ocurren cambios repentinos de temperatura.

Suelos.

El tipo de suelo en el cercado de San Miguel es de textura gruesa y mayormente conformado por arenisca, arcillas y limos.

Vías de acceso.

El cercado de San Miguel tiene dos vías de acceso principales, la primera esta pavimentada con ingreso por el distrito de Chilete-Ruta 103, de una distancia de 53.80 kilómetros y un tiempo de llegada de una hora con 25 minutos. El otro acceso

es desde la Vía C-100, de una distancia de 105.00 kilómetros y un tiempo de viaje de dos horas con treinta y ocho minutos aproximadamente.

Tabla N°02 – Rutas de Acceso.

INICIO	FINAL	KILOMETRO	TIPO DE VÍA	HORAS APROX.
Chilete- ruta 103	San Miguel	53.80	Pavimento Flexible	1:25 hrs.
Vía C-100	San Miguel	105.00	Pavimento Flexible	2:38 hrs.

Fuente: Municipalidad Provincial de San Miguel.

Aspectos Socioeconómicos.

Actividad Productiva.

Los pobladores del Cercado de San Miguel, se dedican mayormente a la agricultura (maíz, tubérculos, frejol, alverja, etc.), así como la ganadería de animales menores, confección de prendas y artesanía.

Vivienda.

En el cercado de San Miguel, el crecimiento en los últimos 15 años es muy sustancial en relación que sus viviendas se constituyen a varios pisos, Sin embargo, durante los últimos cinco años se han incrementado el diseño de viviendas multifamiliares, denotando esto que su crecimiento es exponencial, a nivel de construcción entre ellas de (albañilería simple y confinada).

Servicios Públicos.

Salud.

El servicio en el sector de salud en el cercado de San Miguel de Pallaques es regular – medio, es por esta razón que la población prefiere trasladarse y ser atendido en el hospital regional de Cajamarca.

Educación.

El cercado de San Miguel de Pallaques cuenta con seis instituciones educativas públicas, que son I.E Jardín Inicial N°70, I.E N°384 Jardín Cuchumayo, la I.E. Chulis, I.E.P N°82736 “Manuel Sánchez Díaz”, I.E.P N°82737 “María Auristela Sánchez Quiroz”, I.E “Colegio Nacional San Miguel” y a nivel Superior, El Instituto Superior Pedagógico “Alfonso Barrantes Lingán”.

4.1. Estudio Topográfico.

Según la Norma O.S.060 (2021), El estudio topográfico, tiene la finalidad de dar a conocer la ubicación y localización del área de estudio, así como definir las

pendientes, secciones transversales y perfiles longitudinales de todos los tramos a trabajar.³² El mencionado levantamiento topográfico tiene como objetivo principal, realizar el levantamiento topográfico a nivel de detalle del área de terreno donde se va a realizar el diseño de sistema de drenaje pluvial urbano, tomando las principales vías y jirones del cercado de San Miguel. Para el diseño de sistema de drenaje se tomó un aproximado de 12,063.09 metros lineales o 12 Kilómetros aproximadamente, con un total de 16 tramos. Para Bejarano Velásquez; Palomino Cedeño. (2021, pág.31), El proceso de levantamiento topográfico, mediante el cual es realizado en campo para determinar una adecuada recolección de datos topográficos con la finalidad de obtener datos reales, para posteriormente ser procesados en gabinete.³³

Objetivos.

- Obtener los Puntos monumentados necesarios descritos mediante BM's para el diseño de sistema de drenaje pluvial urbano en dirección Horizontal (coord. UTM) y Vertical (Bench Mark.) en cantidad y a nivel de superficie, y con el fin de verificar las cotas y rumbos de los elementos físicos componentes del área de influencia.
- Garantizar que la información obtenida con GPS y estación total de todos los elementos físicos característicos de la zona para el diseño de sistema de drenaje pluvial más ideal para a zona que se va emplear para su diseño.
- Obtener planos con exactitud y fidedignos para la proyección del diseño de sistema de drenaje pluvial, a una escala apropiada, y en cuyo contenido se deberá apreciar los elementos físicos componentes del área de terreno, tales como, accesos, jirones, manzanas, centros públicos y bienes privados.

Reconocimiento del terreno.

En el presente estudió se hizo un recorrido previo al lugar a intervenir, donde se logró visualizar los estados en las vías de conexión y calles conectoras, para esto se usó como instrumento la guía de observación visual.

Tramos a realizar.

Tramo el Sector La Cruz, Tramo Capuli Anexo II, y En Los Jirones, Empalme Vía Chilete A Nivel De Carpeta Asfáltica (Pavimento Flexible), y Los Jirones Bolívar, Alfonso Ugarte, Los Andes, José Olaya, Bolívar, Pedro Novoa, De Julio, Zaña, Ramon Castilla, Alfonso Barrantes, Bolognesi Y Miguel Grau, A Nivel De Pavimento Rígido.

Redes de Apoyo.

Red de Apoyo Planimétrico.

La red en relación al apoyo es la compilación de datos presentes en las oficinas de la Municipalidad Distrital de San Miguel de Pallaques, y SENHAMI, tales como planos de ubicación y la habilitación y de los sectores correspondientes al tránsito público.

Red de Apoyo Altimétrico.

Para Para Chipana Lovera. (2014, pág.21), la realización del estudio, será esencial y extenso estudio se necesita equipos topográficos de alta precisión, que en este caso será una estación total con la cual recopilará información codificada para luego ser procesada y convertida en un formato adecuado para el AutoCAD y así elaborar planos sectorizados. Los planos realizados requieren una gran cantidad de puntos verticales y horizontales, para una mayor precisión. ³⁴

Método de Poligonal Cerrada.

Para Chipana Lovera. (2014, pág.24), Con el método de poligonal cerrada y con una estación total, para tener niveles de error mínimos, se realizó el levantamiento topográfico. Para ello, se tomaron lecturas en sentido horario y de distancia repetida, en un intervalo corto de tiempo, medidas a través de rayos infrarrojos de onda corta ubicadas en prismas y que se ven afectadas por la posición y número de prismas empleados. ³⁵

Metodología de Trabajo.

Preparación y Organización.

Para Chipana Lovera. (2014, pág.47), El Levantamiento topográfico del área en mención se desenvuelve dentro del contexto del trabajo de Topografía al detalle, para los cuales se han desarrollado las etapas siguientes. ³⁶

Brigada.

- 01 topógrafo
- 02 ayudantes con bastón y prisma en mano

Equipo y Materiales.

- 01 teodolito Digital y accesorios
- 02 prismas con bastón
- 01 wincha de acero de 50 mts.
- 01 GPS

- 01 libretas de Uso para recolectar datos

Trabajo de Campo.

Para Chipana Lovera. (2014, pág.52), la ejecución de estos trabajos se consideró como punto de inicio los tramos iniciales de cada Jirón, a partir del cual se han tomado puntos de control por el método de polígono cerrado. Terminado la ubicación del punto base (Estación y Referencia), se procedió a la ejecución del levantamiento Topográfico por el método de Radiación. Ya con los puntos de estación ubicados en la zona de estudio y georreferenciados se procede a la captura de puntos de relleno topográfico (las vías, veredas, buzones), empleando para ello estación total de aproximación 1" con memoria interna que almacena información, cada dimensión tomada se realizó en modo preciso, con prismas perfectamente nivelados sobre los elementos físicos componentes del ámbito de influencia.³⁷

Proceso en Gabinete.

Para Chipana Lovera. (2014, pág.65) Los trabajos de gabinete consisten en:

- Realizar la extracción de datos desde la estación total a través de una memoria externa USB y exportarlos los datos a una hoja Excel.
- Procesamiento de los datos del GPS recopilados en campo, se empleó un software diseñado para procesamiento de información Topográfica.
- Elaboración del Plano Topográfico en el software AutoCAD.³⁸

Presentación de los Resultados.

Con los datos ya obtenidos los cálculos a continuación procedió a procesar los puntos obtenidos en campo a la plataforma de Civil 3D Métrico. Obteniendo láminas que representan la orografía, relieve (topografía), del cercado de San Miguel, los mismos que se encuentran dibujadas por calle a escala Horizontal 1/1000 y vertical 1/100 detallados a continuación:

- Plano de ubicación y localización.
- Plano de Curvas de Nivel y Localización del Proyecto de Investigación.

Clasificación de la vía según la topografía del terreno.

Análisis de pendiente transversales.

Se hizo la evaluación en cada tramo, en relación a que se debe alternar ya que es tipo de topografía nos permitió conocer que existen zananas de pendientes mayores al 12%, para el diseño dependiente a la topografía de la zona a investigar.

Análisis de pendientes longitudinales de las vías principales.

Las pendientes longitudinales fueron procesadas de cada tramo durante el estudio preliminar topográfico del cercado de San Miguel.

Tabla N°03 – Pendientes Longitudinales

Tramo N°01	Pendiente Mayor	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Nombre del Tramo
01	9.03%	Km 0+000	Km 1+087.86	BARRIO LA CRUZ
Tramo	Pendiente Mayor	Inicio	Final	Nombre del Tramo
02	2.92%	Km 0+000	Km 1+756.12	ANEXO CAPULI- PROLONG. 28 DE JULIO
03	3.17%	Km 0+000	Km 0+371.10	EMPALME VIA CHILETE
04	11.76%	Km 0+000	Km 0+730.00	TRAMO JR. ALFONSO UGARTE
05	4.507%	Km 0+000	Km 0+440.00	JIRON LOS ANDES
06	2.525%	Km 0+000	Km 0+454.83	JIRON JOSE OLAYA
07	4.32%	Km 0+000	Km 0+428.14	JIRON BOLIVAR
08	5.00%	Km 0+000	Km 1+065.55	JIRON PEDRO NOVOA
09	4.76%	Km 0+000	Km 0+731.67	JIRON 28 DE JULIO
10	26.8%	Km 0+000	Km 0+489.41	ANEXO BARRIO ZAÑA
11	13.51%	Km 0+000	Km 0+957.29	ANEXO CAPULI II
12	12.71%	Km 0+000	Km 0+702.06	JIRON RAMON CASTILLA Y NICASIO
13	13.33%	Km 0+000	Km 0+643.37	JIRON ALFONSO BARRANTES LINGAN
14	11.97%	Km 0+000	Km 0+654.42	JIRON BOLOGNESI
15	12.86%	Km 0+000	Km 0+649.86	JIRON MIGUEL GRAU
16	6.00%	Km 0+000	Km 0+891.41	JIRON BOLIVAR TRAMO II

Fuente – Elaboración Propia

4.2. Estudio de Mecánica de Suelos.

Para Duque y Escobar (2002, pág. 01), El actual informe técnico en estudio mecánica de suelos, tiene como objetivo investigar el suelo del terreno sobre el que se servirá para el diseño de sistema de drenaje pluvial, mediante aplicaciones de

ensayos de mecánica de suelos aplicados.³⁹ Ciencia que permite precisar los ensayos esenciales y vitales para especificar el proceder de un suelo frente a un sistema de drenaje pluvial , con ayuda de ensayos en campo y laboratorio; y de datos recopilados en el proyecto : "CONSTRUCCIÓN DE VEREDA, CALZADA, Y MURO DE CONTENCIÓN, EN EL BARRIO SAN PEDRO EN LA LOCALIDAD SAN MIGUEL DE PALLAQUES, DISTRITO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"-2020, Código Único de Inversiones 2492019, nos permite idealizar y ejecutar los trabajos para nuestro proyecto de investigación. Los responsables del proyecto de investigación, han optado en suscribir datos mediante la obtención de las mismas del Estudio de Suelos (EMS) de la Línea de Investigación con objeto para proyectar el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en el cercado de San Miguel. Por ello se han ejecutado en campo una serie de 12 calicatas y los EMS in situ respectivos, así como la obtención de datos de muestras de la composición granulométrica y ensayos del laboratorio.

Objetivos.

- Fundamentalmente analizar las características y composición para con esto determinar el CBR, Proctor Modificado y los límites requeridos para el predimensionamiento y análisis de los elementos estructurales que se diseñaran en el sistema de drenaje.
- Analizar las esenciales peculiaridades físicas y mecánicas del subsuelo, y tipos de estratos obtenidos, para lo cual ayuda en relación de conocimiento de sus propiedades de resistencia ante el diseño de sistema de drenaje pluvial que se va a proponer.

Sismicidad.

Mediante la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente (2022, pag.298), El territorio nacional está establecido en cuatro zonas sísmicas, como exhibe la figura N°06. La zonificación está directamente enlazada a la partición espacial en la sismicidad visualizada en la Norma en mención que permite conocer y estudiar coeficientes, límites, periodos, mediante el tipo de estructura que se requiere diseñar, los puntos principales de los movimientos sísmicos y la mitigación de los mismos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica. El terreno en estudio se detalla en la zona 03 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030 - Diseño Sismo Resistente. ⁴⁰

Figura N°06 – Zona Sísmica del Perú



Fuente– Norma Sismo Resistente E030

Las Fuerzas Sísmicas Horizontales pueden obtenerse de acuerdo a un diseño previo y con fundamentos a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente tabla:

Tabla N°04 – Factores de zona en el Perú

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente – Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente

Según la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente (2022, pag.300), A cada zona se le brinda un factor Z en relación a factores para por el tipo de suelo, según se indica en la Tabla N.º 04. Este factor se entiende como la aceleración máxima

horizontal en suelo rígido con un aproximado de 10.00% de ser excedido en 50 años. El factor Z se define como parte de la aceleración de la gravedad. ⁴¹

Los parámetros a considerar son las siguientes:

- Factor de tipo de suelo, $S_2 = 1.15$
- Factor de zona, $Z = 0.35$ (zona 3)
- Periodo predominante del suelo, $T_p = 0.6$ s

Investigación Geotécnica.

Trabajos en Gabinete.

Para el Estudio Principal de mecánica de suelos se obtuvo información del proyecto : "CONSTRUCCIÓN DE VEREDA, CALZADA, Y MURO DE CONTENCIÓN, EN EL (LA) BARRIO SAN PEDRO EN LA LOCALIDAD SAN MIGUEL DE PALLAQUES, DISTRITO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO CAJAMARCA" elaborado en el año 2020, Código Único de Inversiones 2492019, donde se desarrolló una investigación geotécnica de campo que se trató a nivel de extracción y creación de calicatas y ensayos de densidad de campo, que fueron necesarios para identificar la naturaleza geotécnica del suelo en relación a nuestra investigación, datos que fueron corroborados en gabinete, principalmente en relación a que son cálculos previos a nuestro diseño, donde también se hizo trabajos de fundación predominantes en el área del proyecto.

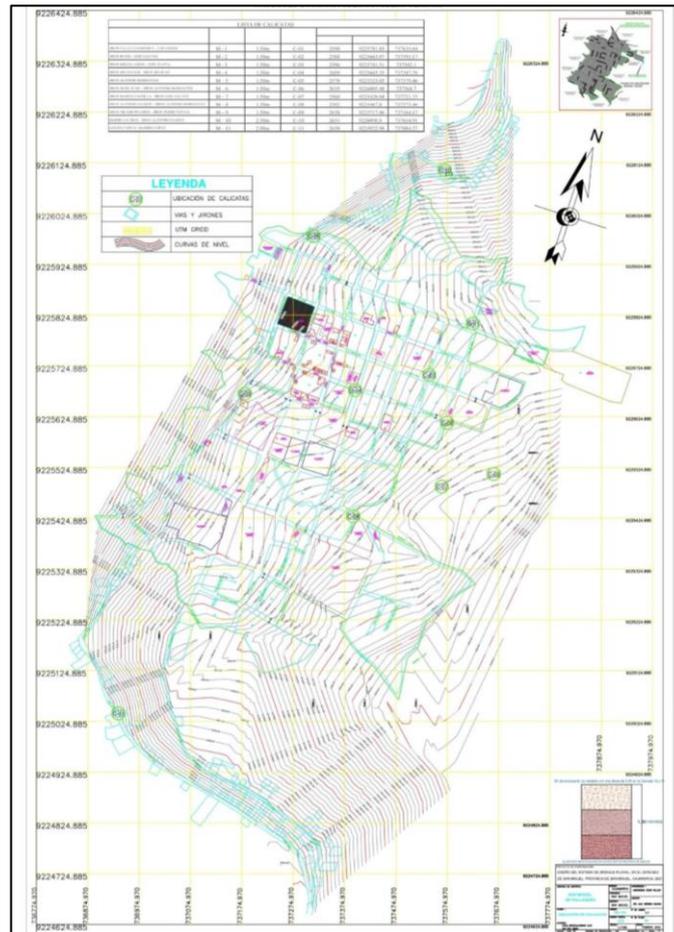
A continuación, se describe los trabajos que se empelaron, en la investigación con la finalidad de obtener datos del estudio de suelos.

Calicatas e información obtenida.

El proyecto solicitado, y empleado comprendió la recolección de los datos de 12 calicatas a cielo abierto, con el apoyo de personal obrero y herramientas manuales, dichas muestras (calicatas) se ubicaron y distribuyeron en el área del proyecto la cual no perjudicaran a la población aledaña.

Donde se describe como se hizo el EMS, por cada zona a intervenir, a cada calicata; se realizó una minuciosa reseña de los tipos de suelos identificados. A continuación, se recabaron muestras representativas, las cuales fueron determinadas y recogidas en sacos para su envío al laboratorio.

Figura N°07 – Ubicación de Calicatas



Fuente– Elaboración Propia.

Trabajo de laboratorio.

Análisis granulométrico.

El ensayo granulométrico se realiza para conseguir los tamaños otorgados de las partículas del suelo, para esto las muestras recogidas en campo deben dejarse a secar de 16 a 24 horas, a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$. Luego se pesa y tamiza la muestra desde la malla #3 hasta la malla N.º 200, con el fin de obtener la clasificación del suelo.

Y para la obtención del diseño a nivel de Subrasante, ya que estas componen la estructura de una vía de acceso, o calles del cercado, donde se trabajó Métodos como CBR, y Proctor.

Contenido de humedad.

Para el ensayo de Contenido de Humedad, la muestra recién extraída debe ser colocada en las taras y también ser pesada para después colocar a secar entre un

intervalo de 16 a 24 horas, a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C. Una vez secado se vuelve a pesar las taras.

Donde así se puede hallar la cantidad de líquido que contiene la muestra mediante la siguiente fórmula que se utiliza para el cálculo del contenido de humedad:

Tabla N°05 - Contenido de Humedad

$$\%CH_{muestra} = \frac{w_{H_2O} * 100\%}{W_{suelo\ seco}}$$

Fuente: Norma Técnica Peruana (N.T.P) 339.127

Donde:

%CH : Contenido de Humedad de muestra

WH₂O : Peso del Agua

W suelo seco : Peso de suelo seco

Límite de Atterberg.

Realizado el tamizado la muestra seca del anterior ensayo se la vuelve a tamizar por la malla N.º 40, para finalmente mezclar con agua destilada y que así no varíen las propiedades específicas del suelo.

Límite líquido.

La mezcla hecha en el anterior ensayo se debe colocar en la copa de Casagrande, se le hace un orificio en medio de la mezcla, para posteriormente realizar varios golpes entre los rangos 15-20, 20-30, 25-35. Hasta que el orificio se cierre. Para concluir se estima el contenido de humedad de la mezcla que no debe ser mayor o igual a 100 gr.

Límite plástico.

En relación a la mezcla excedente del límite líquido, se realizan pequeños cilindros con un diámetro de 3 milímetros. Y con ello determinar el % de contenido de humedad con el cual un suelo cambia al reducir poco a poco su humedad.

Clasificación de suelo.

Se catalogan en dos sistemas de estudio. El sistema American Association of State Highway Officials (AASHTO); empleado para el diseño de carreteras a nivel de infraestructura vial, el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), Norma empleada para todo tipo de construcciones. Donde la Norma mediante es sistema unificado SUCS utiliza simbología para clasificar al suelo, según tipos y características. Los tipos de suelo son: G- Grava, S- Arena, M- Limo, C- Arcilla, O

-Suelo Orgánico. Las gravas se apartan de las arenas en la malla N° 4, en consecuencia, un suelo será parte del grupo C si es más del 50 % se retiene en la malla N°4, de no ser así, será parte del grupo S: W -Bien graduado, P- Mal graduado, L- Baja compresibilidad -H Alta compresibilidad.

Características del Proyecto:

Calicata N°01 - JIRONES CAJAMARCA - LOS ANDES:

El Contenido de humedad : 12.50 %
El Limite líquido : 41.00%
El Limite plástico : 36.00%
El Índice de plasticidad : 5.00%
La Clasificación SUCS : ML
La Clasificación AASHTO : A-5(4)

Calicata N°02- JIRONES SUCRE - JOSÉ GALVES:

El Contenido de humedad : 14.58 %
El Limite líquido : 53.00%
El Limite plástico : 29.00%
El Índice de plasticidad : 24.00%
La Clasificación SUCS : CH
La Clasificación AASHTO : A-7-5(22)

Calicata N°03- JIRONES MIGUEL GRAU - JOSE OLAYA:

El Contenido de humedad : 16.6 %
El Limite líquido : 37.00%
El Limite plástico : 27.00%
El Índice de plasticidad : 10.00%
La Clasificación SUCS : ML.
La Clasificación AASHTO : A-4(5)

Calicata N°04- JIRONES BOLOGNESI - JIRON BOLIVAR:

El Contenido de humedad : 3.44 %
El Limite líquido : 24.55%
El Limite plástico : NP
El Índice de plasticidad : NP
La Clasificación SUCS : SM
La Clasificación AASHTO : A-4(0)

Calicata N°05- JIRONES ALFONSO BARRANTES:

El Contenido de humedad : 4.58 %
El Limite líquido : 20.42%
El Limite plástico : 15.43%
El Índice de plasticidad : 4.99%
La Clasificación SUCS : SM-SC
La Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Calicata N°06- JIRONES 28 DE JULIO - JIRON ALFONSO BARRANTES LINGÁN:

El Contenido de humedad : 5.45 %
El Limite líquido : 17.88%
El Limite plástico : NP
El Índice de plasticidad : NP
La Clasificación SUCS : SM
La Clasificación AASHTO : A-4(0)

Calicata N°07- JIRONES RAMON CASTILLA - JIRON JOSE GALVEZ:

El Contenido de humedad : 5.02%
El Limite líquido : 20.98%
El Limite plástico : NP
El Índice de plasticidad : NP
La Clasificación SUCS : SM
La Clasificación AASHTO : A-4(0)

Calicata N°08- JIRON ALFONSO UGARTE - JIRON ALFONSO BARRANTES LINGÁN:

El Contenido de humedad : 5.96 %
El Limite líquido : 24.32%
El Limite plástico : NP
El Índice de plasticidad : NP
La Clasificación SUCS : SM.
La Clasificación AASHTO : A-4(0)

Calicata N°09- JIRON NICASIO PALMIER - JIRON PEDRO NOVOA:

El Contenido de humedad : 4.16 %

El Limite líquido : 22.09%
 El Limite plástico : NP
 El Índice de plasticidad : NP
 La Clasificación SUCS : SM
 La Clasificación AASHTO : A-4(0)

Calicata N°10- BARRIO LA CRUZ - JIRON ALFONSO UGARTE:

El Contenido de humedad : 9.22 %
 El Limite líquido : 26.06%
 El Limite plástico : 18.51%
 El Índice de plasticidad : 7.55%
 La Clasificación SUCS : GC
 La Clasificación AASHTO : A-2-6(0)

Calicata N°11- ENTRE EL ANEXO CAPULI - BARRIO CAPULÍ:

El Contenido de humedad : 4.81 %
 El Limite líquido : 21.66%
 El Limite plástico : NP
 El Índice de plasticidad : NP
 La Clasificación SUCS : SM
 La Clasificación AASHTO : A-4(0)

Calicata N°12- BARRIO SAN JUAN:

El Contenido de humedad : 4.03 %
 El Limite líquido : 25.52%
 El Limite plástico : NP
 El Índice de plasticidad : NP
 La Clasificación SUCS : SM
 La Clasificación AASHTO : A-4(0)

El Resumen de Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos.

Los Resultados de los Ensayos de Laboratorio.

Tabla N°06 – Resumen de Ensayos de Laboratorio

Calicatas Tipo	Profundidad	Clasf. SUCS	Clasf. AASHTO	% de Humedad
C-1	1.50m	ML	A-5(4)	12.50%
Calicatas Tipo	Profundidad	Clasf. SUCS	Clasf. AASHTO	% de Humedad
C-2	1.50m	CH	A-7-5(22)	14.58%

Calicatas Tipo	Profundidad	Clasf. SUCS	Clasf. AASHTO	% de Humedad
C-3	3.00m	ML	A-4(5)	16.60%
C-4	2.50m	SM	A-4(0)	3.44%
C-5	2.50m	SM	A-2-4(0)	4.58%
C-6	2.50m	SM	A-4(0)	5.45%
C-7	2.50m	SM	A-4(0)	5.02%
C-8	2.50m	SM.	A-4(0)	5.96%
C-9	2.50m	SM	A-4(0)	4.16%
C-10	2.50m	GC	A-2-6(0)	9.22%
C-11	2.50m	SM	A-4(0)	4.81%
C-12	2.50m	SM	A-4(0)	4.03%

Fuente – PIP “Construcción De Vereda, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca” CUI:2492019.

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenido de la C-1, ubicada en el Calle Cajamarca – Los Andes, cuenta con un Límite Líquido de 41.00%, Límite Plástico de 36.00% e Índice de Plasticidad (%) de 5.00%.

Figura N°08–La Calicata Analizada N°01-Calle Cajamarca Jirón Los Andes (CBR A.S.T.M.D1883):

REGISTRO						
LABORATORIO – BEARING RATIO						
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
A.A.S.H.T.O T 193 – A.S.T.M. D 1883						
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL				COORDENADAS UTM		
DEPARTAMENTO CAJAMARCA				ESTE:	9225781.85	
CALLE CAJAMARCA-LOS ANDES						
CALICATA: C-1						
PROFUNDIDAD: 0.50. A 1.50.M				NORTE:	737635.64	
MUESTRA: M-1						
COMPACTACIÓN C B R						
N° GOPES POR CAPA	12		25		56	
ALTURA MOLDE (MM)	116.635		117.951		116.160	
N° CAPAS	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
PESO MOLDE + MUESTRA HÚMEDA (G)	9101.0	9142.0	9095.0	9135.0	9331.0	9356.0
PESO MOLDE (G)	5106.0	5106.0	4959.0	4959.0	5083.0	5083.0
PESO DE MUESTRA HÚMEDA (G)	3995.0	4036.0	4136.0	4176.0	4248.0	4273.0
VOLUMEN DEL MOLDE (CM ³)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
DENSIDAD HÚMEDA (G/CM ³)	1.888	1.907	1.958	1.977	2.015	2.027

Fuente - PIP “Construcción De Vereda, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca”

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenido del análisis de la calicata C-2, ubicada en el Jirón Sucre – José Gálvez, cuenta con un Límite Líquido% de 53.00%, Límite Plástico de 29.00%, y un Índice de Plasticidad de 24.00%.

Figura N°09 – La Calicata Analizada N°02-Jiron Sucre – José Olaya
(Ensayo Contenido de Humedad AASHTO T265)

PROFUNDIDAD: 0.30. A 3.00.M		NORTE:	737542.10		
MUESTRA: M-1					
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL					
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265			
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	500.00	TARA N°	1		
		PESO HUMEDO + TARA (g)	8257.00		
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	500.00	PESO SECO + TARA (g)	6728.00		
		PESO TARA (g)	359.00		
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	0.00	PESO DEL AGUA (g)	1529.00		
		PESO SECO (g)	6369.00		
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	620.05	C. HUMEDAD (%)	24.01		
ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL (g)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ABERTURA (MM)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

Fuente - PIP "Construcción De Vereda, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca"

- El análisis en relación al estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenido clasificación de la calicata tipo C-3, ubicada entre los Jirones Miguel Grau – José Olaya, cuenta con Límite Líquido de 37.00%, Límite Plástico de 27.00%, y un Índice de Plasticidad de 10.00%.

Figura N°10 – La Calicata Analizada N°03- Jirón Miguel Grau – José Olaya
(Ensayo CBR A.S.T.M D1883).

REGISTRO						
LABORATORIO – BEARING RATIO						
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A.A.S.H.T.O T 193 – A.S.T.M. D 1883						
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL					COORDENADAS UTM	
DEPARTAMENTO CAJAMARCA					ESTE:	9225741.31
JIRON MIGUEL GRAU-JOSE OLAYA						
CALICATA: C-3						
PROFUNDIDAD: 0.30. A 3.00.M					NORTE:	737542.10
MUESTRA: M-1						
COMPACTACIÓN C B R						
N° GOLPES POR CAPA	12		25		56	
ALTURA MOLDE (MM)	116.635		117.951		116.160	
N° CAPAS	5		5		5	
CONDICIÓN DE MUESTRA (ANTES Y DESPUÉS DE SATURAR)	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
PESO MOLDE + MUESTRA HÚMEDA (G)	9101.0	9142.0	9095.0	9135.0	9331.0	9356.0
PESO MOLDE (G)	5106.0	5106.0	4959.0	4959.0	5083.0	5083.0
PESO DE MUESTRA HÚMEDA (G)	3995.0	4036.0	4136.0	4176.0	4248.0	4273.0
VOLUMEN DEL MOLDE (CM3)	2116.44	2116.44	2112.26	2112.26	2107.82	2107.82
DENSIDAD HÚMEDA (G/CM3)	1.888	1.907	1.958	1.977	2.015	2.027
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARA N°	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
PESO MUESTRA HÚMEDA + TARA (G)	595.00	611.00	528.00	622.00	577.00	548.00
PESO SECO + TARA (G)	525.42	536.01	465.88	539.74	508.61	484.38
PESO AGUA (G)	69.58	74.99	62.12	82.26	68.39	63.62
PESO TARA (G)	107.00	115.00	94.00	78.00	101.00	125.00
PESO MUESTRA SECA (G)	418.42	421.01	371.88	461.74	407.61	359.38

Fuente - PIP “Construcción De Vereda, Rampa, Sardinela Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca”

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenido del análisis de la calicata C-4, ubicada entre los jirones Bolognesi – Jirón Bolívar, cuenta con Límite Líquido de 24.55%, no presenta límite plástico, tampoco índice de plasticidad.

Figura N°11 – La Calicata Analizada N°04- Jirón Bolognesi – Jirón Bolívar (Análisis Granulométrico AAHTO T88).

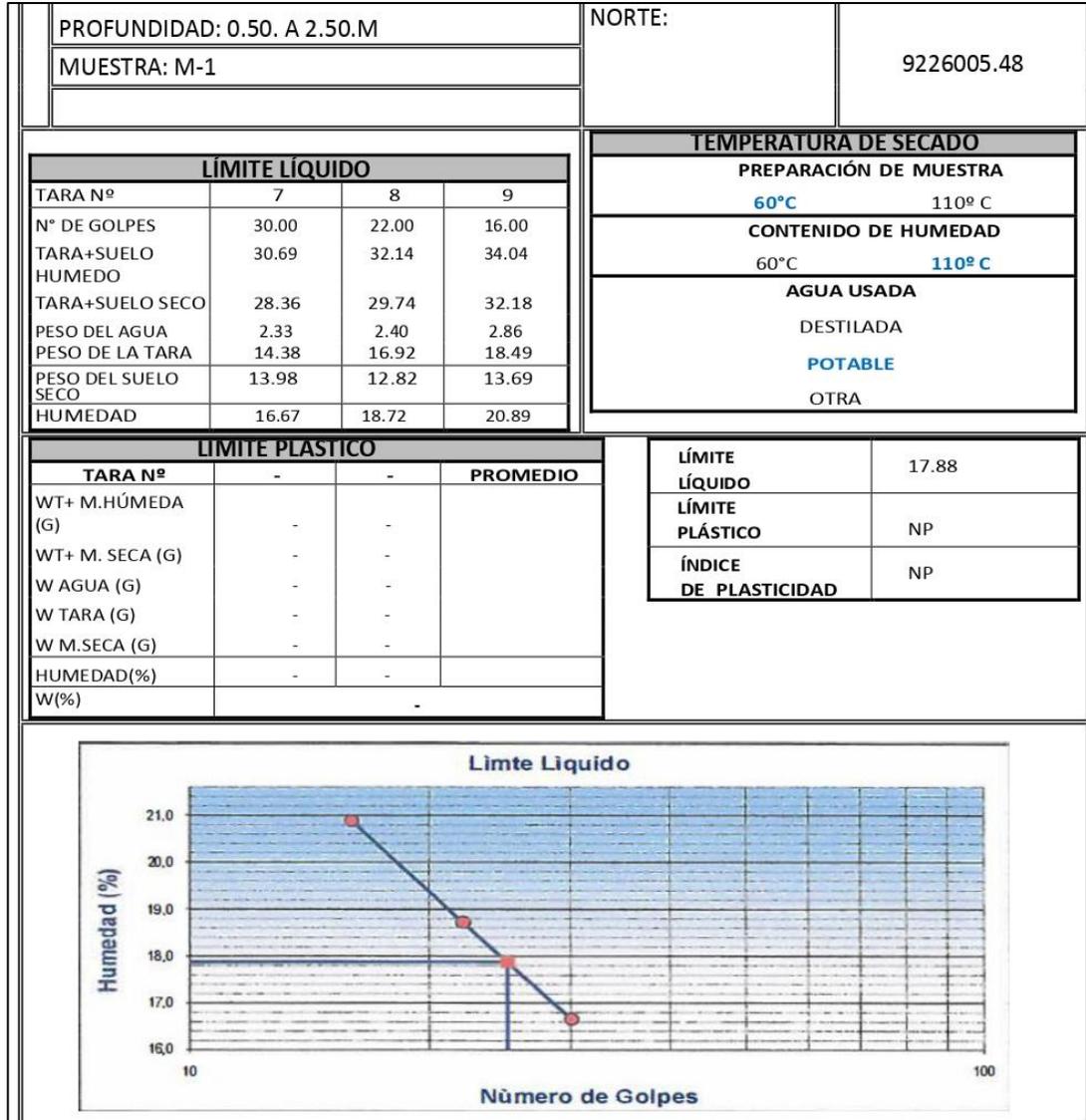
REGISTRO			
LABORATORIO – ANALISIS GRANULOMETRICO			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.A.S.H.T.O. T 88			
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL		COORDENADAS UTM	
DEPARTAMENTO CAJAMARCA		ESTE:	737387.79
JIRON BOLOGNESI - JIRON BOLIVAR			
CALICATA: C-4			
PROFUNDIDAD: 0.50. A 2.50.M		NORTE:	9225665.35
MUESTRA: M-1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL			
DATOS DE LA MUESTRA	110° C	CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265	
PESO TOTAL (g)	950,2	TARA N°	S/N
		PESO DE LA TARA (g)	11.1
PESO GRAVA (g)	39,0	PESO HUMEDO + TARA (g)	450.6
		PESO SECO + TARA (g)	436.0
PESO ARENA (g)	911,2	PESO DEL AGUA (g)	14.6
		PESO SECO (g)	424.9
PESO FRACCION (g)		C. HUMEDAD (%)	3.44

Fuente - PIP “Construcción De Vereda, Rampa, Sardinell Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca”

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenido en relación al análisis de la calicata C-5, ubicada en el Jirón Alfonso Barrantes,

donde esta cuenta con Límite Líquido de 20.42%, Límite Plástico de 15.43% e IP Índice de Plasticidad de 4.99%.

Figura N°12 – La Calicata Analizada N°05- Jirón Bolognesi – Jirón Bolívar (Límites de Atterberg).



Fuente - PIP “Construcción De Vereda, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca”.

- Donde el estudio de mecánica de suelos se obtuvo en base a los datos obtenidos de la C-6, ubicada entre los jirones 28 de Julio – Jirón Alfonso Barrantes Lingán, cuenta con Límite Líquido de 17.88%, no presenta límite plástico, y tampoco índice de plasticidad.

Figura N°13 – La Calicata Analizada N°06 - Jirón 28 de Julio – Jirón Alfonso Barrantes (Análisis Granulométrico AAHTO T88).

REGISTRO					
LABORATORIO – ANALISIS GRANULOMETRICO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.A.S.H.T.O. T 88					
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL				COORDENADAS UTM	
DEPARTAMENTO CAJAMARCA				ESTE:	737368.70
JIRON 28 DE JULIO - JIRON ALFONSO BARRANTES					
CALICATA: C-6					
PROFUNDIDAD: 0.50. A 2.50.M				NORTE:	9226005.48
MUESTRA: M-1					
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL					
DATOS DE LA MUESTRA		110º C	CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265		
PESO TOTAL (g)		980.6	TARA N°	S/N	
			PESO DE LA TARA (g)	12.3	
PESO GRAVA (g)		25.9	PESO HUMEDO + TARA (g)	312.3	
			PESO SECO + TARA (g)	296.8	
PESO ARENA (g)		954.7	PESO DEL AGUA (g)	15.5	
			PESO SECO (g)	284.5	
PESO FRACCION (g)			C. HUMEDAD (%)	5.45	
ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL (G)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ABERTURA (MM)				
4"	101.6	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	25.9	2.6	2.6	97.4
N°6	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00
N°8	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00
N°10	2.00	20.3	2.1	4.7	95.3
N°16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00
N°20	0.84	31.1	3.2	7.9	92.1
N°30	0.59	39.70	4.0	11.9	88.1
N°40	0.43	35.9	3.7	15.6	84.4

Fuente - PIP “Construcción De Vereda, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca”

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenidos en relación al análisis de la calicata C-7, ubicada en el Jirón Ramon Castilla – Jirón José Gálvez, cuenta con un Límite Líquido de 20.98%, no presenta límite plástico, y tampoco índice de plasticidad.

Figura N°14 – La Calicata Analizada N°07 Jirón Ramon Castilla – Jirón José Gálvez (Análisis Granulométrico AAHTO T88).

REGISTRO					
LABORATORIO – ANALISIS GRANULOMETRICO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.A.S.H.T.O. T 88					
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL				COORDENADAS UTM	
DEPARTAMENTO CAJAMARCA				ESTE:	737721.33
JIRON RAMON CASTILLA - JIRON JOSE GALVEZ					
CALICATA: C-7					
PROFUNDIDAD: 0.50. A 2.50.M				NORTE:	9225428.04
MUESTRA: M-1					
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL					
DATOS DE LA MUESTRA		110º C	CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265		
PESO TOTAL (g)	900.00		TARA N°	S/N	
			PESO DE LA TARA (g)	10.6	
PESO GRAVA (g)	0.00		PESO HUMEDO + TARA (g)	265.6	
			PESO SECO + TARA (g)	253.4	
PESO ARENA (g)	900.00		PESO DEL AGUA (g)	12.2	
			PESO SECO (g)	242.8	
PESO FRACCION (g)			C. HUMEDAD (%)	5.02	
ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL (G)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ABERTURA (MM)				
4"	101.6	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°6	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00
N°8	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00
N°10	2.00	40.6	4.5	4.5	95.5
N°16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00
N°20	0.84	35.9	4.0	8.5	91.5

Fuente - PIP "Construcción De Verada, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca"

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenidos en relación al análisis de la calicata C-8, ubicada en el Jirón Alfonso Ugarte – Jirón Alfonso Barrantes, cuenta con LL Límite Líquido de 24.32%, no presenta límite plástico, tampoco índice de plasticidad.

Figura N°15 – La Calicata Analizada Jirón Nicasio Palmer – Jirón Pedro Novoa (Análisis Granulométrico AAHTO T88).

REGISTRO					
LABORATORIO – ANALISIS GRANULOMETRICO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.A.S.H.T.O. T 88					
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL			COORDENADAS UTM		
DEPARTAMENTO CAJAMARCA			ESTE:	737375.46	
JIRON ALFONSO UGARTE - JIRON ALFONSO BARRANTES					
CALICATA: C-8					
PROFUNDIDAD: 0.50. A 2.50.M			NORTE:	9225467.80	
MUESTRA: M-1					
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL					
DATOS DE LA MUESTRA		110º C	CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265		
PESO TOTAL (g)		950	TARA N°	B	
PESO GRAVA (g)		6.1	PESO DE LA TARA (g)	33.1	
PESO ARENA (g)		943.9	PESO HUMEDO + TARA (g)	395.6	
PESO FRACCION (g)			PESO SECO + TARA (g)	375.2	
			PESO DEL AGUA (g)	20.4	
			PESO SECO (g)	342.1	
			C. HUMEDAD (%)	5.96	
ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL (G)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ABERTURA (MM)				
4"	101.6	0.00	0.00	0.00	0.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	3.3	0.30	0.30	99.7
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N°4	4.76	2.80	0.30	0.60	99.4
N°6	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00
N°8	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00
N°10	2.00	9.5	1.00	1.60	98.4
N°16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00
N°20	0.84	16.1	0.00	0.00	96.7
N°30	0.59	27.8	0.00	0.00	93.7
N°40	0.43	38.2	0.00	0.00	89.7

Fuente - PIP “Construcción De Verada, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca”

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenido en relación al análisis de la calicata C-9, ubicada en el Jirón Nicasio Palmer – Jirón Pedro Novoa, cuenta con Límite Líquido% de 22.09%, no presenta limite plástico, tampoco índice de plasticidad.

Figura N°16 – La Calicata Analizada N°09 Jirón Alfonso Ugarte – Jirón Alfonso Barrantes (Análisis Granulométrico AAHTO T88).

REGISTRO					
LABORATORIO – ANALISIS GRANULOMETRICO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.A.S.H.T.O. T 88					
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL			COORDENADAS UTM		
DEPARTAMENTO CAJAMARCA			ESTE:	737164.17	
JIRON NICASIO PALMIER - JIRON PEDRO NOVOA					
CALICATA: C-9					
PROFUNDIDAD: 0.50. A 2.50.M			NORTE:	9225717.86	
MUESTRA: M-1					
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL					
DATOS DE LA MUESTRA		110° C	CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265		
PESO TOTAL (g)		850.0	TARA N°	S/N	
PESO GRAVA (g)		3.9	PESO DE LA TARA (g)	14.0	
PESO ARENA (g)		846.1	PESO HUMEDO + TARA (g)	384.3	
PESO FRACCION (g)			PESO SECO + TARA (g)	369.5	
			PESO DEL AGUA (g)	14.8	
			PESO SECO (g)	355.5	
			C. HUMEDAD (%)	4.16	
ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL (G)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ABERTURA (MM)				
4"	101.6	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	3.9	0.50	0.50	99.5
N°6	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00
N°8	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00
N°10	2.00	2.1	0.20	0.70	99.3
N°16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00
N°20	0.84	19.2	2.30	3.0	97.0
N°30	0.59	30.3	3.60	6.5	93.5

Fuente - PIP “Construcción De Verada, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca”.

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenidos en relación al análisis de la calicata C-10, ubicada en Barrio La Cruz – Jirón Alfonso Ugarte, cuenta con Límite Líquido de 26.60%, Límite Plástico de 18.51%, e Índice de Plasticidad de 7.55%.

Figura N°17 – La Calicata Analizada N°10 Barrio La Cruz – Jirón Alfonso Ugarte (Análisis Granulométrico ASTM D422).

REGISTRO						
LABORATORIO – ANALISIS GRANULOMETRICO						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.A.S.H.T.O. T-27 ASTM D 422						
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL				COORDENADAS UTM		
DEPARTAMENTO CAJAMARCA				ESTE:	737614.91	
BARRIO LA CRUZ - JIRON ALFONSO UGARTE						
CALICATA: C-10						
PROFUNDIDAD: 0.50. A 2.50.M				NORTE:	9226098.8	
MUESTRA: M-1						
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL						
DATOS DE LA MUESTRA		110º C	CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265			
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		9622.00	TARA N°	1		
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA <N°4(gr)		5330.30	PESO DE LA TARA (g)	185.00		
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA>N°4 (gr)		4292.50	PESO HUMEDO + TARA (g)	1962.00		
PESO TOTAL MUESTRA SECA <N°4(gr)		4662.00	PESO SECO + TARA (g)	1812.00		
PESO TOTAL MUESTRA SECA>N°4 (gr)		4159.00	PESO DEL AGUA (g)	150.00		
PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		4159.00	PESO SECO (g)	1627.00		
			C. HUMEDAD (%)	9.22		
ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA						
N°	TAMIZ ABERTURA (MM)	PESO RETENIDO PARCIAL (G)	PORCENTAJE		PORCENTAJE ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
			RETENIDO PARCIAL (%)			
4"	101.6	0.00	0.00		0.00	0.00
3"	76.20	0.00	0.00		0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00		0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00		0.00	100.00
1 ½"	38.10	426.00	4.83		4.83	95.17
1"	25.40	487.00	5.52		10.35	89.65
¾"	19.05	685.00	7.77		18.12	81.88
½"	12.70	695.00	7.88		25.99	74.01
⅜"	9.52	634.00	7.19		33.18	66.82
¼"	6.35	854.00	9.68		42.86	57.14
N°4	4.76	378.00	4.29		47.15	52.85
N°6	3.36	0.00	0.00		0.00	0.00
N°8	2.38	0.00	0.00		0.00	0.00
N°10	2.00	21.00	2.22		49.37	50.63
N°16	1.19	0.00	0.00		0.00	0.00
N°20	0.84	26.00	2.75		52.12	47.88
N°30	0.59	34.00	3.59		55.71	44.29
N°40	0.43	35.00	3.70		59.41	40.59

Fuente - PIP "Construcción De Verada, Rampa, Sardinela Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca".

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenidos en relación al análisis de la calicata C-11, ubicada entre el Anexo Capulí –

Barrio Capulí, cuenta con Límite Líquido de 21.66%, no presenta límite plástico, y tampoco índice de plasticidad.

Figura N°18 – La Calicata Analizada N°11 Barrio Anexo Capulí – Barrio Capulí (Análisis Granulométrico AASHTO T88).

REGISTRO					
LABORATORIO – ANALISIS GRANULOMETRICO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.A.S.H.T.O. T 88					
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL				COORDENADAS UTM	
DEPARTAMENTO CAJAMARCA				ESTE:	737084.57
ANEXO CAPULI - BARRIO CAPULÍ					
CALICATA: C-11					
PROFUNDIDAD: 0.50. A 2.50.M				NORTE:	9224922.98
MUESTRA: M-1					
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL					
DATOS DE LA MUESTRA		110º C	CONTENIDO DE HUMEDAD A.A.S.H.T.O. T 265		
PESO TOTAL (g)		1000.00	TARA Nº	S/N	
PESO GRAVA (g)		5.9	PESO DE LA TARA (g)	8.6	
PESO ARENA (g)		994.1	PESO HUMEDO + TARA (g)	481.4	
PESO FRACCION (g)			PESO SECO + TARA (g)	459.7	
			PESO DEL AGUA (g)	21.7	
			PESO SECO (g)	451.1	
			C. HUMEDAD (%)	4.81	
ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Nº	TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL (G)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ABERTURA (MM)				
4"	101.6	0.00	0.00	0.00	0.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00
⅜"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	5.9	0.60	0.60	99.4
Nº6	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº8	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº10	2.00	40.6	4.10	4.70	95.4
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente - PIP "Construcción De Verada, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca"

- El estudio de mecánica de suelos que se obtuvo en base a los datos obtenidos en relación al análisis de la calicata C-12, ubicada en el Barrio San Juan, cuenta con Límite Líquido de 25.52%, no presenta límite plástico, y tampoco índice de plasticidad.

Figura N°19 – La Calicata Analizada N°12 Barrio San Juan (Ensayo Test De Percolación).

REGISTRO				
ENSAYO TEST DE PERCOLACION				
TEST DE PERCOLACION				
UBICACIÓN: DISTRITO SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN MIGUEL			COORDENADAS UTM	
DEPARTAMENTO CAJAMARCA			ESTE:	737418.15
BARRIO SAN JUAN				
CALICATA: C-12				
PROFUNDIDAD: 0.50. A 2.50.M			NORTE:	9225134.09
MUESTRA: M-1				
RESULTADOS DE TEST DE PERCOLACION				
LECTURAS	H(cm)	TIEMPO ACUMULADO (minutos)	TIEMPO PARCIAL (minutos)	PERCOLACION (cm/hr)
1	1.00	3.2'	3.2'	18.75
2	2.00	6.7'	3.5'	17.14
3	3.00	11.5'	4.8'	12.50
4	4.00	17.2'	5.7'	10.53
5	5.00	25.1'	7.9'	7.59
6	6.00	33.5'	8.4'	7.14
7	7.00	42.4'	8.9'	6.74
8	8.00	51.6'	9.2'	6.52
9	9.00	61.1'	9.5'	6.32
10	10.00	71.1'	10'	6.00
11	11.00	81.9'	10.8'	5.56
12	12.00	93.1'	11.2'	5.36
PROMEDIO LECTURAS (minutos/cm)			7.76	9.18
COEFICIENTE DE INFILTRACION				
Ci= 113.9088578 – 32.3614327 x ln (tiempo de infiltración, min/cm)				
Ci=47.61 l/m2/día				
CONCLUSIONES				
La tasa de infiltración es de: 7.76 min/cm				
El coeficiente de infiltración es: 47.61 lt/m2/día				
Clase de terreno: suelos medios				

Fuente - PIP “Construcción De Verada, Rampa, Sardinel Y Calzada, Además De Otros Activos En El (La) Barrio San Pedro, En La Localidad De San Miguel De Pallaques, Distrito De San Miguel, Provincia San Miguel, Departamento Cajamarca”

Estudio de Calicatas.

Identificación de las Calicatas.

El cuadro 05 representa un cuadro de resumen del estudio en campo y de los datos obtenidos en el lugar de trabajo para su análisis previo y en laboratorio, se representan los registros de las calicatas ejecutadas con los datos recopilados de cada tipo de suelo. Asimismo, se realizaron ensayos de EMS in situ tales como la Densidad Natural mediante el cono de arena de 6" y el contenido de humedad rápido.

Resumen de ubicación de Calicatas:

Tabla N°07 - Resumen de ubicación de calicatas

INTERSECCIÓN/ JIRON	MUESTRA	PROF. (M)	CLASIF.	UBICACIÓN		
				COTA	NORTE	ESTE
JIRON CALLE CAJAMARCA - LOS ANDES	M - 1	1.50m	C-01	2590.00	9225781.85	737635.64
JIRON SUCRE - JOSÉ GALVES	M - 1	1.50m	C-02	2588.00	9225663.07	737595.17
JIRON MIGUEL GRAU - JOSE OLAYA	M - 1	3.00m	C-03	2596.00	9225741.31	737542.10
JIRON BOLOGNESI - JIRON BOLIVAR	M - 1	2.50m	C-04	2609.00	9225665.35	737387.79
JIRON ALFONSO BARRANTES	M - 1	2.50m	C-05	2578.00	9225523.05	737579.46
JIRON 28 DE JULIO - JIRON ALFONSO BARRANTES	M - 1	2.50m	C-06	2635.00	9226005.48	737368.70
JIRON RAMON CASTILLA - JIRON JOSE GALVEZ	M - 1	2.50m	C-07	2560.00	9225428.04	737721.33
JIRON ALFONSO UGARTE - JIRON ALFONSO BARRANTES	M - 1	2.50m	C-08	2592.00	9225467.80	737375.46
JIRON NICASIO PALMIER - JIRON PEDRO NOVOA	M - 1	2.50m	C-09	2638.00	9225717.86	737164.17
BARRIO LA CRUZ - JIRON ALFONSO UGARTE	M - 1	2.50m	C-10	2631.00	9226098.8	737614.91
ANEXO CAPULI - BARRIO CAPULÍ	M - 1	2.50m	C-11	2630.00	9224922.98	737084.57
BARRIO SAN JUAN	M - 1	2.50m	C-12	2625.00	9225134.09	737418.15

Fuente– Elaboración Propia

4.3 Estudio hidrológico.

Hidrología.

Los Datos Hidrológicos se obtuvieron de los datos Meteorológicos a nivel de la Región Cajamarca, el cual nos permitió recopilar, obtener con mayor exactitud en la zona de intervención del Cercado de San Miguel. Contiene un análisis básico acerca del potencial de recursos hídricos que se producen a través de las precipitaciones pluviales y que desembocan en nuestras cuencas hidrográficas; en relación estas generando cuencas superficiales, dicho estudio fue elaborado en base a las estaciones que brindan información meteorológica (Precipitaciones pluviales medidas en mm/h) , con que se cuenta, sin embargo hay inexistencia de todos los registros históricos de máximas precipitaciones, debido a que no hay un red completa de estaciones hidrométricas que cubran toda la información histórica.

Objetivo del estudio.

Como el objetivo primordial se realizó un análisis del estudio hidrológico, para determinar las capacidades hidráulicas mínimas y máximas, para poder así analizar entre ello obtener un óptimo diseño y predimensionamiento de los elementos estructurales para lograr un diseño de sistema de drenaje pluvial adecuado

Estudios hidrológicos.

En función al estudio hidrológico del proyecto de investigación se diseña en base a obras de arte dependiendo a los datos obtenidos de la fuente de investigación, y en relación al análisis final, por parte de las estaciones de SENAMHI con la finalidad de diseñar, con ayuda de métodos numéricos, y uso de softwares. Donde estos datos nos permiten obtener un periodo de retorno máximo de 66 años, con una intensidad máxima de 58.07 mm/hr.

Información pluviométrica.

De la información en relación al análisis pluviométrico, se consiguió mediante la fuente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), ente público que permite ayudar en relación al análisis y conocimiento de datos de las diversas estaciones del Perú. La información de la estación más próxima y datos de precipitación máxima en 24 horas debe ser obtenida, en relación a esto se utilizó una medición más exacta de una central meteorológica, con una ubicación aproximada a 20 kilómetros de distancia, obteniendo así base de datos con un periodo de retorno desde el año 1933, tiempo que nos permite obtener un análisis más profundo y óptimo para el diseño que se quería obtener, con una similitud en relación al periodo distribuido por años.

Tabla N°08 - Ubicación de Estación Meteorológica

Nombre de la Estación	Provincia	Departamento	Latitud	Longitud	Altitud	Periodo de registro
Weberbauer	San Miguel de Pallaques	Cajamarca	6° 59' 51"	78° 51' 11"	2536 m.s.n.m.	1933-2021

Fuente– SENAMHI.

Precipitaciones máximas en 24 horas por casa mes.

Donde esta cuenta base meteorológica cuenta con datos desde el año 1933 hasta el 2021, información pluviométrica obtenida de SENAMHI, siendo estos datos en relación medio diario con un promedio de mm/día, durante las 24 horas; detallada a continuación:

Tabla N°09 - Datos en Relación a las 24 horas (ponderado acumulativo)

Mes/Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1933	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.90	21.10	42.50
1934	121.3	130.7	182.6	94.10	17.80	51.30	1.50	11.90	20.60	76.60	39.30	104.60
1935	26.7	43.8	159.0	120.40	23.20	13.20	0.40	20.00	21.40	97.80	60.90	135.60
1936	110.1	74.0	104.9	78.10	73.70	10.10	0.70	0.40	28.10	28.10	16.50	41.40
1937	63.4	67.9	90.4	36.40	18.30	7.50	1.30	5.30	63.40	109.20	63.20	49.80
1938	122.4	153.7	112.6	126.00	20.70	20.60	3.10	4.90	34.10	46.60	16.70	122.70
1939	64.2	87.4	145.1	75.10	56.60	13.90	27.80	1.60	52.60	25.10	32.40	99.70
1940	59.6	82.6	119.0	66.40	46.00	14.50	5.20	0.40	85.70	89.60	32.70	55.70
1941	144.9	134.8	142.0	79.90	29.30	2.70	0.00	0.00	34.70	15.40	74.60	116.60
1942	92.8	134.4	102.2	120.60	82.40	5.50	0.60	14.70	31.40	3.60	63.60	41.90
1943	95.6	179.5	90.2	83.50	47.60	34.70	0.20	4.30	11.30	84.10	81.70	69.90
1944	76.3	102.2	170.0	63.20	56.40	14.80	1.30	0.00	8.70	44.40	18.70	104.10
1945	162.1	81.7	139.6	115.70	5.90	0.70	2.00	0.90	65.80	30.00	78.70	121.70
1946	110.2	59.5	67.9	108.10	78.52	0.00	0.00	1.27	8.89	132.55	23.10	86.34
1947	40.39	69.09	106.63	77.20	51.50	20.81	13.97	18.29	45.14	91.63	75.26	89.19
1948	142.48	105.15	68.31	147.58	45.46	36.84	31.00	0.51	69.08	232.90	61.71	33.47
1949	58.82	136.06	200.71	108.18	16.37	30.98	17.44	7.65	14.53	70.63	75.73	13.97
1950	48.85	150.58	141.99	159.81	52.84	9.66	0.00	5.59	13.71	56.51	89.67	127.96
1951	52.3	148.45	72.13	62.90	47.51	18.29	0.00	0.76	21.08	98.78	64.27	151.23
1952	97.29	137.9	231.42	225.90	31.56	5.08	5.08	10.16	21.40	65.85	81.44	82.47
1953	144.77	229.67	148.34	109.74	43.99	11.94	5.84	6.10	44.21	76.99	11.52	41.15

Mes/ Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1954	112.2	49.77	100.06	38.55	44.71	9.65	3.56	2.79	36.31	107.18	61.98	78.23
1955	121.42	141.22	193.28	0.00	144.53	138.16	0.00	29.72	0.00	52.83	95.74	74.68
1956	205.89	120.36	172.97	148.33	22.10	11.44	3.30	4.06	43.18	78.48	44.46	20.81
1957	57.41	56.38	126.17	113.30	38.36	18.28	0.00	6.10	25.15	60.44	53.09	64.80
1958	148.35	24.51	187.68	114.05	43.94	2.03	0.00	11.68	10.92	65.03	11.43	46.99
1959	36.32	99.08	165.82	155.88	0.76	13.72	9.91	7.62	9.40	97.55	40.39	160.53
1960	52.28	120.92	57.14	70.11	46.48	3.56	0.76	10.91	29.20	23.12	102.89	27.94
1961	109.2	43.68	68.06	71.12	14.23	5.59	0.00	0.00	6.42	77.46	0.00	0.00
1962	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.00	0.00	0.00	78.10	10.40	0.00	6.20	0.01	49.21	83.61	66.01	67.94
1966	62.72	45.92	54.5	47.91	40.01	0.00	0.00	0.70	13.12	76.81	62.70	18.74
1967	120.9	138.51	109.1	32.30	44.11	10.30	28.40	5.80	24.90	101.01	17.81	36.70
1968	58.02	81.03	67.72	26.20	14.90	1.60	1.61	16.20	50.00	66.40	54.60	70.81
1969	42.00	73.71	83.53	85.70	1.51	19.62	0.30	0.00	18.41	0.00	106.40	162.00
1970	71.00	41.81	79.9	54.53	33.83	19.91	3.20	2.51	18.23	103.01	51.41	54.12
1971	58.42	105.4	568.1	58.42	133.20	244.00	51.01	8.00	12.80	17.00	17.20	28.70
1972	55.5	67.6	113.81	55.20	73.30	108.41	76.20	18.10	4.40	3.40	20.60	0.00
1973	95.39	70.82	92.5	101.61	23.80	28.73	8.46	19.35	91.04	67.02	65.51	75.00
1974	61.62	140.0	89.11	59.02	4.64	17.33	6.53	26.10	38.72	70.71	55.10	76.81
1975	95.61	156.5	202.2	68.82	66.81	10.02	7.20	19.31	45.11	80.02	65.10	0.90
1976	130.4	62.93	81.32	34.51	43.01	23.01	0.12	4.41	12.32	32.20	71.60	44.42
1977	129.91	146.4	141.93	42.60	25.52	8.00	7.52	0.12	16.10	53.41	54.80	68.22
1978	12.71	34.41	31.0	37.02	65.60	3.90	4.40	3.80	25.01	24.40	54.01	44.81
1979	84.11	81.61	159.7	37.10	16.30	1.81	7.50	15.71	33.60	24.40	26.30	46.61
1980	34.9	42.4	65.0	29.31	6.91	15.10	3.20	6.71	2.30	130.40	111.00	106.70
1981	78.2	186.51	105.7	33.72	14.70	6.60	7.20	12.70	22.01	111.90	45.60	111.30
1982	71.7	102.9	78.5	88.70	46.00	7.80	2.10	6.60	43.90	124.80	67.30	87.40
1983	116.6	75.7	152.8	105.70	31.10	10.10	9.60	2.70	19.20	86.90	28.10	118.40
1984	24.7	233.6	123.8	80.00	69.50	25.10	23.40	18.70	36.70	68.60	97.60	104.10
1985	24.6	42.4	37.2	41.90	53.00	0.40	4.80	18.30	37.30	50.00	23.90	40.30
1986	84.41	47.7	96.8	120.20	16.20	0.60	1.20	14.60	1.30	43.60	66.20	51.80
1987	98.2	95.2	39.2	52.20	9.10	4.00	10.80	12.30	39.51	37.20	74.30	61.50
1988	109.7	105.5	44.8	95.60	10.61	5.40	0.00	0.40	32.90	69.40	65.20	63.40

Mes/ Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1989	87.0	158.8	113.5	85.40	18.80	16.70	3.20	5.90	53.50	106.60	47.10	2.70
1990	101.8	68.5	58.3	27.40	39.50	24.60	0.80	7.10	20.10	87.60	99.10	72.30
1991	43.8	90.0	133.7	55.20	17.90	0.70	0.40	0.30	10.20	28.20	55.10	71.90
1992	52.6	31.8	66.6	46.50	18.90	21.20	4.60	10.00	40.80	64.00	32.00	34.10
1993	61.00	112.2	245.0	102.90	30.20	1.90	3.30	2.90	51.40	106.30	71.40	84.10
1994	116.9	103.1	170.2	144.90	35.30	3.30	0.00	0.20	11.90	27.20	89.80	84.10
1995	44.7	108.3	75.7	49.70	20.60	1.70	13.20	10.80	11.50	51.80	50.50	76.40
1996	65.2	124.0	120.1	50.40	13.70	0.80	0.50	15.80	13.90	76.20	68.80	34.10
1997	63.8	152.9	26.5	40.40	17.00	15.40	0.20	0.00	27.40	50.80	119.90	129.40
1998	103.0	116.5	257.0	83.90	19.60	4.80	1.30	4.70	17.80	79.60	29.10	47.90
1999	94.8	242.7	69.5	65.00	53.70	22.80	22.10	1.20	81.40	21.70	77.00	68.80
2000	46.0	162.3	126.3	77.30	40.51	15.61	2.11	13.40	56.61	9.92	166.80	122.30
2001	191.21	100.8	230.2	57.20	48.14	2.35	13.91	0.02	34.43	46.23	93.41	90.91
2002	27.02	60.0	133.12	77.21	23.04	8.81	10.72	3.40	14.62	90.30	99.91	86.10
2003	51.13	61.43	103.62	42.10	30.71	22.32	1.81	10.60	14.84	46.03	63.81	80.72
2004	36.1	102.0	56.90	46.62	42.40	2.11	13.80	29.40	16.71	65.71	92.40	123.91
2005	84.92	53.70	136.6	54.01	7.21	4.50	0.60	3.50	31.21	92.30	30.00	87.80
2006	83.20	101.6	199.3	77.61	7.70	23.92	1.82	6.11	33.61	12.71	60.40	81.70
2007	95.4	17.51	182.4	111.51	29.00	1.42	10.74	6.41	11.62	118.09	97.61	68.80
2008	80.24	133.3	118.4	99.12	22.72	15.45	2.31	11.71	34.72	96.51	72.02	0.00
2009	180.71	74.61	110.52	78.81	42.20	17.91	12.32	3.92	11.80	78.53	109.41	74.22
2010	49.52	112.91	154.02	88.41	31.64	8.62	2.60	1.33	28.91	43.41	52.51	70.86
2011	76.61	73.31	125.22	102.30	16.70	0.41	8.32	0.03	47.12	31.50	24.41	109.71
2012	154.22	134.7	126.4	72.82	51.51	0.21	0.00	2.54	19.12	83.22	120.31	58.30
2013	61.52	98.01	213.6	73.81	62.63	7.50	5.70	8.93	3.70	110.70	17.00	51.91
2014	74.7	62.41	143.2	78.82	26.92	5.00	2.00	3.91	27.71	26.32	45.70	114.90
2015	184.71	55.4	202.2	63.00	75.82	3.00	4.40	0.10	27.80	16.81	0.00	0.00
2016	79.60	101.80	214.40	112.30	48.10	13.80	0.00	10.40	25.30	27.70	16.30	75.50
2017	72.80	236.80	186.30	63.20	24.70	4.20	1.30	0.00	4.60	46.00	17.90	117.80
2018	158.20	7.20	227.00	111.40	62.10	3.70	0.00	0.10	37.80	29.20	34.70	108.60
2019	103.20	307.10	318.60	108.30	59.10	2.80	10.40	0.00	20.20	96.40	92.20	252.00
2020	134.50	197.10	176.70	125.90	121.30	2.70	3.40	0.20	48.60	83.50	80.10	134.80
2021	95.2	192.5	241.9	0.00	31.7	31.9	7.7	2.8	31.5	37.1	202.1	78.6

Fuente– Elaboración Propia

Tabla N°10 - Cuadro de Resumen de Precipitaciones Máximas mm/h.

AÑO	PRECIPITACION MAXIMA
	mm/hr.
1934	36.10
1935	25.30
1936	No Existen Datos
1937	22.60
1938	26.60
1939	37.80
1940	26.80
1941	29.10
1942	47.70
1943	26.80
1944	38.10
1945	31.32
1947	39.97
1948	37.34
1949	33.78
1951	44.96
1952	46.99
1953	41.65
1954	24.13
1955	51.05
1956	<u>58.07</u>
1957	21.33
1958	39.62
1959	30.48
1960	27.94
1961	24.90
1962	0.00
1963	0.00
1964	0.00
1965	38.80
1966	16.40
1967	23.40
1968	29.50
1969	42.40
1970	26.00
1971	29.60
1972	25.20
1973	40.50
1975	37.70
1976	36.50
1978	18.10
1979	28.00
1980	28.80

AÑO	PRECIPITACION MAXIMA
	mm/hr.
1982	30.50
1983	29.80
1984	27.60
1985	19.80
1986	27.40
1987	24.30
1988	18.20
1989	30.00
1991	29.70
1992	17.70
1993	22.50
1994	28.50
1995	20.60
1996	35.10
1997	27.60
1998	31.70
1999	38.80
2000	36.10
2001	28.20
2002	22.30
2003	20.80
2004	28.10
2005	20.20
2007	25.40
2008	27.00
2009	22.20
2010	36.40
2011	27.70
2012	27.90
2013	35.30
2014	24.40
2015	25.40
2016	50.00
2018	32.60
2019	51.70
2020	32.20
2021	37.80

Fuente - Reporte SENAMHI.

Análisis estadísticos de los datos hidrológicos.

Los datos estadísticos obtenidos, en relación a la mediciones y cálculos previos del análisis, fundamentalmente los cuales fueron basados en las recolecciones de datos proyectados anteriormente fueron procesadas en base a un estudio realizado

por las estaciones de SENAMHI en el departamento de Cajamarca y Provincia de San Miguel. Asegurando la confiabilidad y la consistencia en relación a la información de, además que nos permite realizar un diseño bien estructurado y calificado para su eventual elaboración.

Cálculo del caudal del diseño.

Mediante los datos obtenidos de SENAMHI en función del diseño en las áreas urbanas para su elaboración en relación al diseño final, El sistema de drenaje está conformado por sub cuencas superficiales en las vías principales del cercado de San Miguel, por lo que, para el cálculo del análisis del diseño se formulara a continuación:

Tabla N°11 – Calculo de Caudal de Diseño

$$Q = 0,278 \times i \times \sum_{j=1}^m x(C_j \times A_j)$$

Fuente: RNE Norma OS060 Drenaje Pluvial Urbano

Donde:

Q: Caudal Pico m^3/s

i: Intensidad de la Lluvia de Diseño mm/h.

C: Coeficiente de Escorrentía para la j-ésima de la subcuenca

A: Área de Drenaje de la j-ésima de la subcuenca km^2 .

m: Número de subcuencas drenadas por alcantarillas o canales.

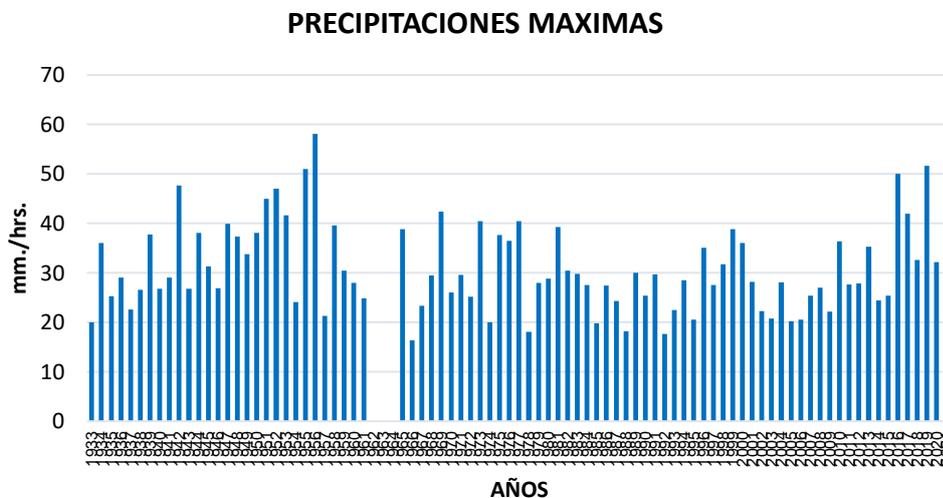
Para el análisis de nuestro proyecto de investigación se calculó en base a los años del periodo de retorno en función a que esto nos permite un tener un diseño óptimo y funcional, acudiendo en el diseño a uno 66 años contado a la actualidad que nos permite tener una incidencia en las unidades de medida mm/hr. Siendo estos datos suficientes para lograr un diseño congruente, ya que la finalidad en contar con su totalidad de la zona urbana del cercado de San Miguel es elaborar un diseño para el manejo de aguas pluviales, ya que nos basaremos en, en las áreas de drenaje subdivididas en tramos determinados por su cálculo para así determinar medidas exactas, donde estas están compuestas por sub-áreas por lo que se considerará el caudal límite o pico.

Análisis de los datos obtenidos.

El Análisis de datos obtenidos para la consistencia del sistema de drenaje pluvial urbano se detalla en mm/hr. Con un análisis comparativo que nos permita definir

las precipitaciones máximas por año detallados a continuación en el siguiente cuadro. El cumulo de evidencia en la estación se encuentra incompleta. Debido a que SENHAMI, no registró información de los años 1962,1963 y 1964.

Figura N°20 – Máximas Precipitaciones mm/hr.



Fuente - Reporte SENAMHI.

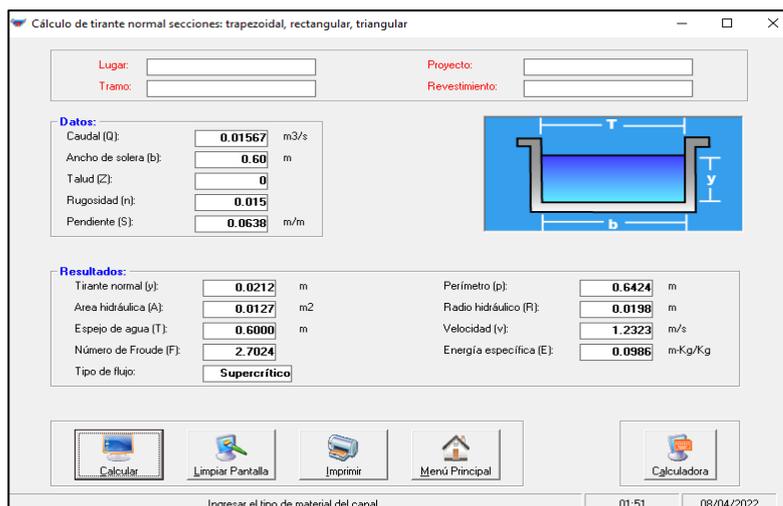
Diseño mediante SOFTWARE del sistema de drenaje pluvial urbano.

El diseño estuvo a cabo del uso del software como lo son: H-CANALES, Civil 3D y Excel Office, AutoCAD, Revit, MapSource, y las características, en relación a la utilidad y funciones que nos brindan estos softwares, donde al análisis durante el cálculo nos permitió detallar las dimensiones, caudales, pendientes, tirantes, taludes, velocidades, y coeficiente de rugosidad de 0.015 ya que esta será diseñada en base a concreto armado (pavimento Rígido) ya que se trabajará con concreto armado en las principales vías del cercado de San Miguel a nuestro diseño de sistema de drenaje pluvial, en relación al más óptimo resultado detallados a continuación.

A. Diseño de las cunetas del tramo 01.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.0346 m³/s, un ancho b de 0.60m, una altura de 0.15m con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabajará en concreto con un espesor de =0.07m, siendo este 0.016 en relación a Manning y con una pendiente de 4.874%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.450, porque está en zona aun no urbanizada (rural) para lograr un óptimo diseño.

Figura N°21 – Diseño de Cunetas Barrio La Cruz Tramo 01

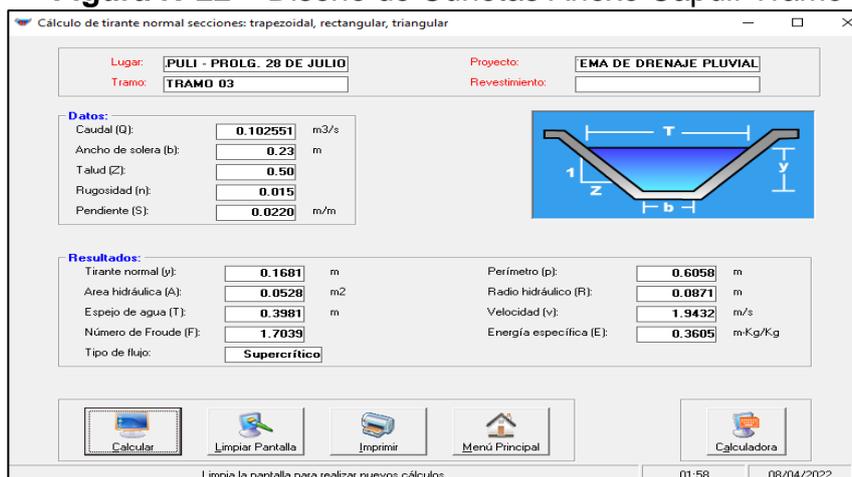


Fuente - Diseño en Software H-Canales

B. Diseño de las cunetas del tramo 02.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.044m³/s, un ancho de solera de 0.23m, con un talud de 0.050 m, que se trabajará en concreto con un espesor de =0.07m con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabajará en concreto, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 2.58%, donde se detallan los resultados. Con un tirante de 0.33m.

Figura N°22 – Diseño de Cunetas Anexo Capulí Tramo 02



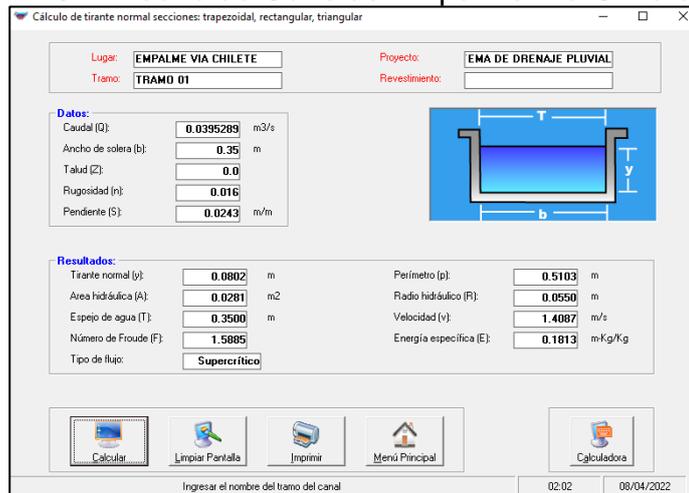
Fuente - Diseño en Software H-Canales

C. Diseño de las cunetas del tramo 03.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.039 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, una altura de 0.20m con un índice de rugosidad para el tipo de diseño a elaborar en concreto con un espesor de =0.07m, con un índice de rugosidad, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 2.43%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de

espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño.

Figura N°23 – Diseño de Cunetas Empalme Vía Chilete Tramo 03

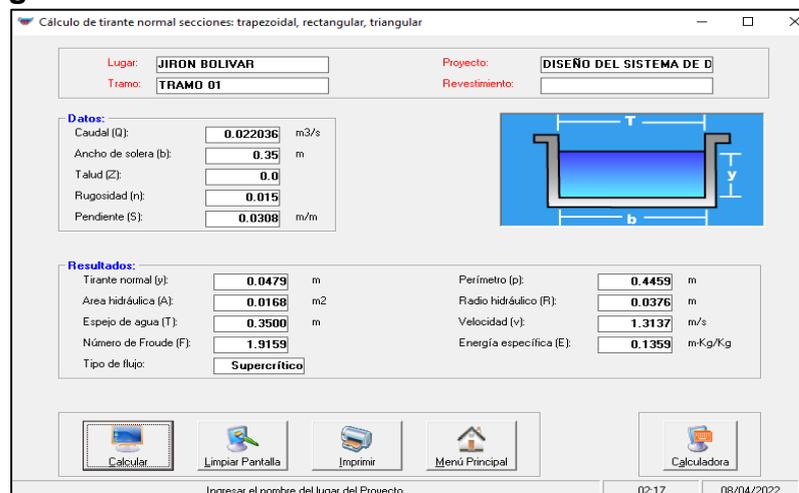


Fuente - Diseño en Software H-Channels

D. Diseño de las cunetas del tramo 04.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.022 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabajará en concreto con un espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 3.08%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. Para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°24 – Diseño de Cunetas Jirón Bolívar Tramo 04



Fuente - Diseño en Software H-Channels

E. Diseño de las cunetas del tramo 05.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.043 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se

trabaja en concreto con un espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 1.84%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°25 – Diseño de Cunetas Jirón Alfonso Ugarte Tramo 05

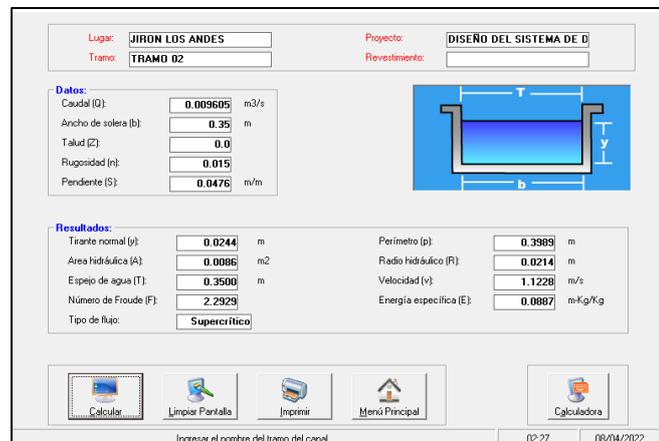


Fuente - Diseño en Software H-Canales

F. Diseño de las cunetas del tramo 06.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.04 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabaja en concreto de espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 4.507%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°26 – Diseño de Cunetas Jirón Los Andes Tramo 06



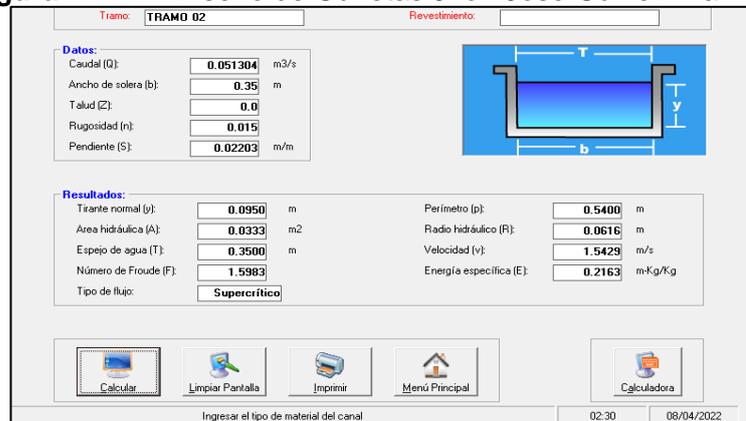
Fuente - Diseño en Software H-Canales

G. Diseño de las cunetas del tramo 07.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.05 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se

trabajará en concreto con espesor de 0.07m , siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 2.203%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N° 27 – Diseño de Cunetas Jirón José Gálvez Tramo 07

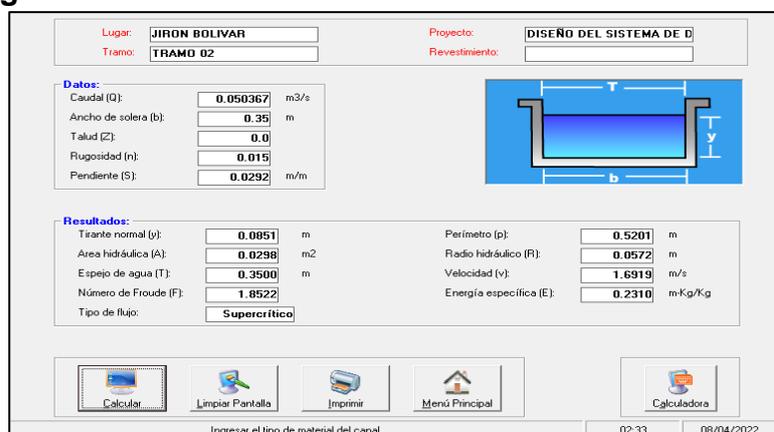


Fuente - Diseño en Software H-Canales

H. Diseño de las cunetas del tramo 08.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.05 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabajará en concreto, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 1.79%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N° 28 – Diseño de Cunetas Jirón Bolivar-02 Tramo 08



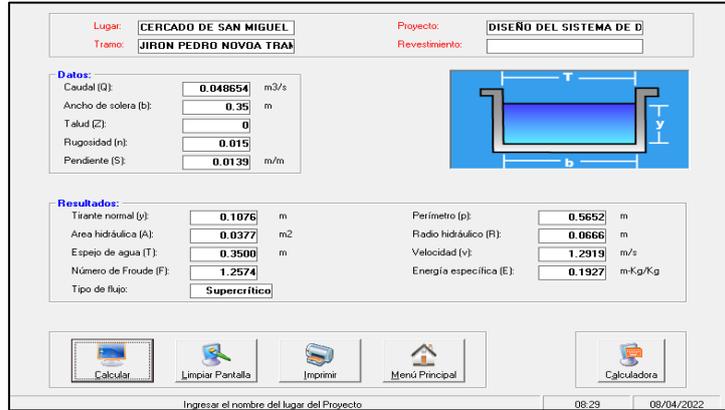
Fuente - Diseño en Software H-Canales

I. Diseño de las cunetas del tramo 09.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.034 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se

trabajará en concreto, de espesor de 0.07m siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 0.4%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°29 – Diseño de Cunetas Jirón Pedro Novoa Tramo 09.

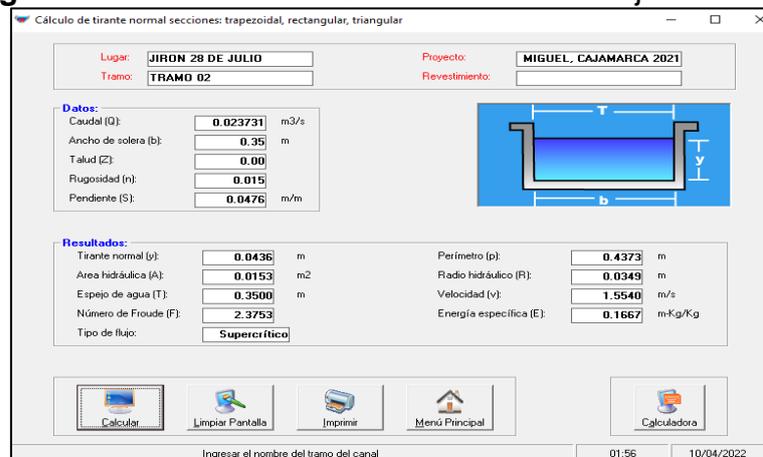


Fuente - Diseño en Software H-Canales

J. Diseño de las cunetas del tramo 10.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.031 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabajará en concreto de espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 4.44%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°30 – Diseño de Cunetas Jirón 28 de julio Tramo 10.



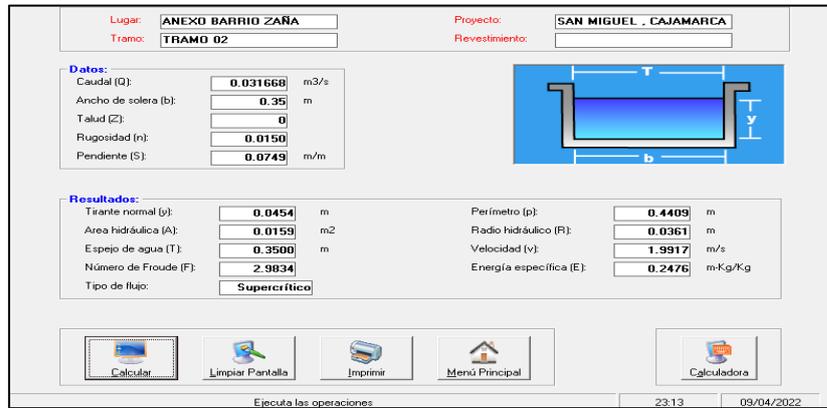
Fuente - Diseño en Software H-Canales

K. Diseño de las cunetas del tramo 11.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.024m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se

trabajará en concreto con un espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 26.8%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°31 – Diseño de Cunetas Barrio Zaña Tramo 11.

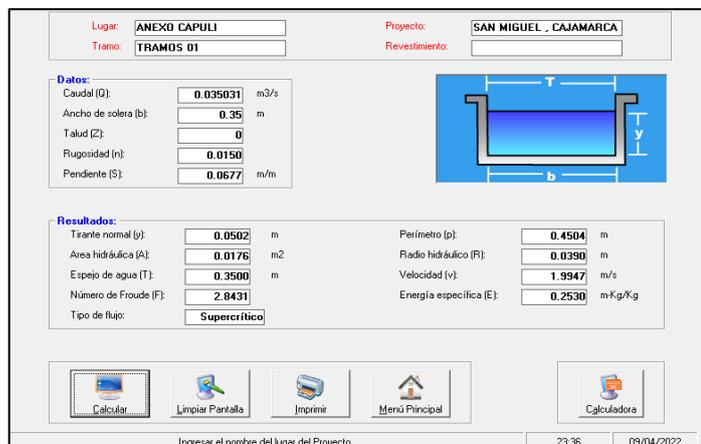


Fuente - Diseño en Software H-Canales

L. Diseño de las cunetas del tramo 12.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.04 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabajará en concreto de espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 6.77%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N° 32 – Diseño de Cunetas Anexo Capulí Tramo 12



Fuente - Diseño en Software H-Canales

M. Diseño de las cunetas del tramo 13.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.028 m³/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se

trabajará en concreto de espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 6.50%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°33 – Diseño de Cunetas Jr. Ramón Castilla tramo 13.

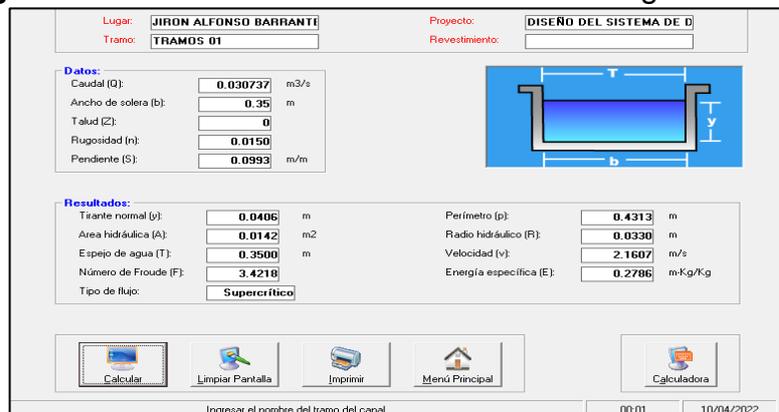


Fuente - Diseño en Software H-Canales

N. Diseño de las cunetas del tramo 14.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.031 m3/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabajará en concreto, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 9.93%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m

Figura N°34 – Diseño de Cunetas Jr. Alfonso Ugarte Tramo 14.



Fuente - Diseño en Software H-Canales

O. Diseño de las cunetas del tramo 15.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.036 m3/s, un ancho de solera de 0.35m, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se

trabajará en concreto con un espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 10.58%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°35 – Diseño de Cunetas Jr. Bolognesi Tramo 15.

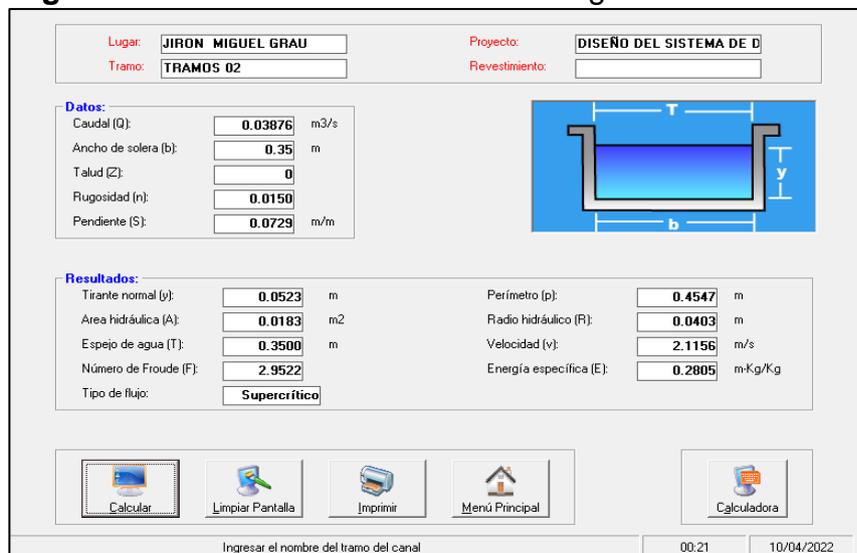


Fuente - Diseño en Software H-Canales

P. Diseño de las cunetas del tramo 16.

Los datos obtenidos en el software nos brindan un caudal de 0.035 m³/s, un ancho de solera de 0.35, con un índice de rugosidad para el tipo de diseño que se trabajará en concreto de espesor de 0.07m, siendo este 0.015 en relación a Manning y con una pendiente de 8.80%, donde se detallan los resultados. Para áreas urbanas se optará por el tipo de espacio para pavimento de concreto un coef. de escorrentía de 0.875, para lograr un óptimo diseño, con una altura de 0.20m.

Figura N°36 – Diseño de Cunetas Jr. Miguel Grau Tramo 16.



Fuente - Diseño en Software H-Canales

Tiempo de concentración.

Para Martínez Álvarez. (2006, pág. 303-309), para el Método de concentración para calcular el tiempo de concentración del fluido será utilizado mediante el método de Kirpich, con un coeficiente de 0.01947, en las longitudes de cada tramo, después de ser analizadas descrita en la memoria de cálculo, y una pendiente en relación a la diferencia de cotas sobre la longitud de tramo donde estos sistemas de evacuación circulan desde el punto más elevado de la cuenca hasta la cota final del tramo por lo que se concluye que son pendientes inclinadas.⁴²

Tabla N°12 – Tiempo de Concentración

$$t_c = 0.01947 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}$$

Fuente Norma OS060 Drenaje Pluvial Urbano

Donde:

T_c : tiempo de concentración (min)

L : Longitud de cuenca (m)

S : Pendiente promedio de la cuenca (m/m)

4.4 Hidráulica y drenaje.

Drenaje Pluvial.

Según Schmitt. (2002. pág. 1-14.), el drenaje pluvial tiene la finalidad de ser un sistema de evacuación; formar parte y ser un componente importante en la infraestructura de todo centro poblado. Dicho sistema de drenaje está conformando una agrupación de componentes que comprenden la recolección, circulación, acopio y liberación de aguas pluviales a un cuerpo receptor diseñado para tal efecto.⁴³ Según Decreto Legislativo que aprueba la ley general de drenaje pluvial N°13. Algunos ejemplos de obras hidráulicas se pueden ver en: cuadro 10. (Schmitt, Schilling, Saegrov, & Nieschulz, 2002).

Tabla N°13 - Tipos de Obras Hidráulicas a Nivel de Drenaje.

MODELO DE SOCIEDAD	OBRAS HIDRÁULICAS
Sociedades Tradicionales	Acequias, canales y cunetas.
	Pequeñas presas.

MODELO DE SOCIEDAD	OBRAS HIDRÁULICAS
Sociedades Tradicionales	Motas y Diques Laterales
	Desviación ocasional del curso pluvial
	Eliminación Puntual del curso Pluvial
	Inconvenientes severos, ejemplos: crecidas e Inundaciones de ríos, aluviones y Deslizamientos.
Sociedades Modernas	Canalizaciones
	Embalses
	Diques
	Sistemas de Evacuación de aguas Pluviales
	Eliminación de Evacuación de Aguas Pluviales
	Planificación de los usos del suelo en los espacios inundables

Fuente: Schmitt, Schilling, Saegrov, & Nieschulz, 2002.

Diseño de Drenaje Pluvial.

Según la Norma O.S.060 (2022, pág. 126), El diseño de drenaje pluvial esta principalmente realizado para que los conductos subterráneos (sistema de Conducción Cerrada) no se vean afectados y colapsen debido al flujo de agua pluvial durante las temporadas de lluvia. ⁴⁴

La estructura de un sistema de drenaje pluvial se subdivide en la interceptación, infiltración, flujo sobre el espacio, afluencia a lo largo de la calle, afluencia en estructuras de acceso y afluencia en interacciones de conducto cerrado.

Obligatoriedad del sistema de drenaje pluvial.

Según la Norma O.S.060 (2022, pág. 128), Toda nueva habilitación urbana ubicada en zonas donde ocurran precipitaciones constantes con lluvias \geq a 10 mm en 24 horas que se utilizan para su medición, el sistema de drenaje deberá contar con un esquema de conducto cerrado pluvial. La entidad prestadora de servicios debe solicitar un sistema de drenaje pluvial en zonas que carecen de precipitaciones detalladas; por factores técnicos específicos y en cuenta a las condiciones existentes. ⁴⁵

Sistema de drenaje catastral.

Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2014), El Diseño de Drenaje se emplea a los procedimientos de evacuación ante las altas precipitaciones lograr la óptima, y mejor transitabilidad y evitar daños a bien público y privado. Donde para las zonas urbanas el sistema de drenaje pluvial se basa en el comportamiento de las precipitaciones ante un número de viviendas por su sistema de conducción para su evacuación de aguas por lluvias. El Reglamento Nacional de Edificaciones de acuerdo a la norma O.S. 060 (2019), un sistema de drenaje se puede clasificar teniendo en cuenta las categorías siguientes:

- Sistema De Drenaje Urbano.
- Sistema De Drenaje De Terrenos Agrícolas.
- Sistema De Drenaje De Carreteras.
- Sistema De Drenaje De Aeropuertos.

En cuanto al drenaje urbano, tiene un propósito de manipulación adecuado de las aguas pluviales, para prevenir perjuicios en inmuebles y obras públicas, junto con la aglomeración de agua que puede producir un brote de infección y/o difusión de afecciones. ⁴⁶

Consideración de Caudales.

Según Norma O.S.060 (2022, pág. 128), existen dos Maneras de Considerar un Diseño, aquellos caudales para sistemas de drenaje urbano menores se deberán calcular: Por el Método Racional si el área de la cuenca es igual o menor a 13 Km². Visto esto por el Método de Hidrograma Unitario o modelamiento de Simulación para área de cuencas mayores de 13 Km². donde El período de retorno será de 2 a 10 años, con estimación aproximada. ⁴⁷

Intensidad de lluvia.

Según Norma O.S.060 (2022, pág. 146), La precipitación pluvial se define como un caudal de precipitación pluvial generado en una determinada superficie por unidad de tiempo; se mide en (mm/hrs.); en una precipitación su utilidad es cambiante.

Coeficiente de escorrentía.

Asimismo, se elegirá valor del coeficiente de escorrentía y se tendrá en atención lo mencionado a continuación:

- Tipología y cualidades de la superficie tipo de área a intervenir.
- Intensidades por Precipitaciones (tomar en cuenta el tiempo de retorno).

- Pendiente del terreno (pendientes críticas o pendiente menor).
- Proposición a un futuro horizonte empleado al diseño, de vida en uso y utilidad del proyecto. Por lo que, en relación a nuestro cálculo se ha diseñado en base con un periodo de retorno de 66 años.

Tabla N°14 - Coeficiente de Escorrentía

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA	TIEMPO DE RETORNO (66 AÑOS)			
	2	5	10	25
Áreas, Zonas urbanas	0.73	0.77	0.81	0.86
Zonas de Asfalto	0.75	0.80	0.83	0.88
Concreto/Techos				

Fuente: Adaptación con base en la norma O. S060.

Captación de escorrentía.

En la Captación de las escorrentías cumplen una función primordial ya que esta se considera para la el ingreso y registro de las conducciones, como también de las evacuaciones, entre ellas las disposiciones de las escorrentías superficiales a nivel de suelo en construcción.

Transporte de aguas pluviales.

El transporte de las aguas pluviales o de los líquidos que fluyen al nivel de la calzada y aceras se harán en medida al diseño de estructuras que permiten su manejo óptimo

Obras de arte.

Cunetas.

Su función en base a su diseño es la de cumplir con el traslado de las aguas pluviales hacia los evacuadores a nivel de sumidero, sistemas de conducción cerrados, cámaras de inspección, cámaras de evacuación, mencionadas para sus construcciones y por ende lograr tener a continuación, por detalle las siguientes secciones transversales:

- Secciones Triangulares.
- Secciones Trapezoidales.
- Secciones Circulares.
- Secciones En V.
- Secciones compuestas.

Depende de la pendiente, sección transversal y rugosidad.

Sumideros.

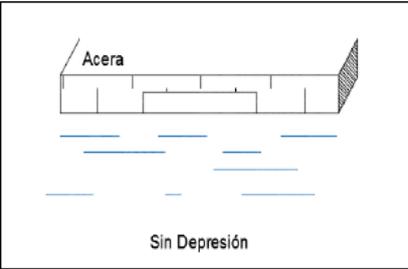
Los sumideros son estructuras superficiales, de aporte subterráneo los cuales se encargan de captar, los cuales permiten recolectar el flujo que transportan las cunetas para continuar su traslado, de manera fluida, en relación a su función permiten el transporte de gravas pequeñas y limos, funcionalmente brindando una mejora en su captación para que se ejecute de óptimas condiciones los tramos donde existe tanta influencia. ⁴⁸

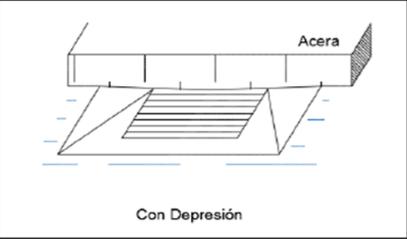
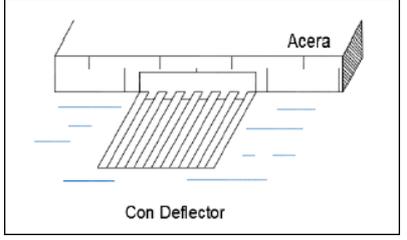
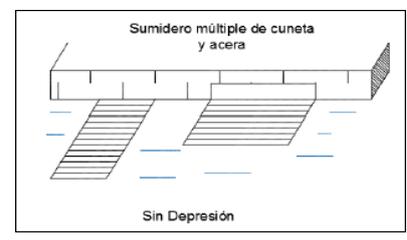
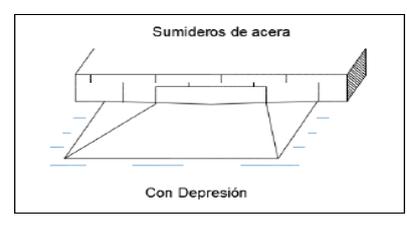
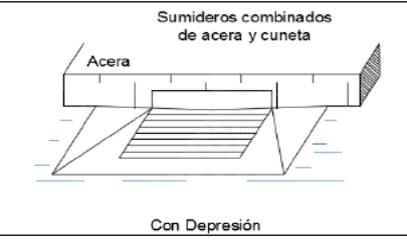
Tabla N°15 - Definición de Sumideros

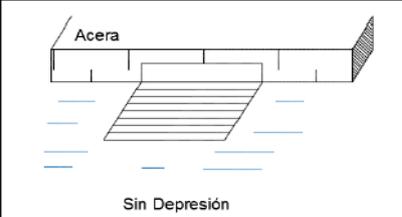
TIPOS	DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS
Lateral de sardinel o solera	Es una entrada vertical ubicada en el sardinel.	Este tipo de sumidero solo se aplica a tramos con pendientes longitudinales menores a 3%.
De fondo	Es un tipo de sumidero con más de una entrada.	Es un diseño utilizado en tramos con pendientes longitudinales mayores al 3%, donde hay pendiente crítica, con tres zonas de recolección.
TIPOS	DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS
Mixto	Es la mezcla de los dos tipos de sumideros ya mencionadas	La tubería de descarga debe tener un diámetro mínimo de 10".

Fuente: Norma OS060 RNE.

Tabla N°16 - Tipos de Sumideros

TIPO SUMIDERO	MODELO (Adaptación y Diseño)	CARACTERÍSTICAS
Sumidero lateral de sardinel o solera sin depreciación		A nivel de pendiente no crítica, sirve para evacuar las aguas de lluvia con un tiempo de concentración bajo.

TIPO SUMIDERO	MODELO (Adaptación y Diseño)	CARACTERÍSTICAS
Sumidero a nivel de acera con depreciación	 <p>Acera</p> <p>Con Depresión</p>	Este Sumidero crea dos pendientes para caídas críticas de agua, con fricción por la utilización de rejilla.
Sumidero con ingreso en forma de deflector	 <p>Acera</p> <p>Con Deflector</p>	Sumidero con Rejilla transversal al eje de su caída, que permite la caída constante de aguas de lluvia.
Sumidero de acera sin depresión.	 <p>Sumidero múltiple de cuneta y acera</p> <p>Sin Depresión</p>	La mayor ventaja de este sumidero, es su capacidad hidráulica bastante superior al de ventana, en especial con pendientes pronunciadas.
Sumidero de depreciación ubicada en forma central a la acera	 <p>Sumideros de acera</p> <p>Con Depresión</p>	Sumidero con Mayor Capacidad de Recolección de aguas pluviales, con caída libre en ambas pendientes
Sumidero combinado de acera y cuneta con depresión.	 <p>Sumideros combinados de acera y cuneta</p> <p>Acera</p> <p>Con Depresión</p>	Sumidero que mejora la eficiencia del sumidero de ventana y reduciendo la ocupación de la calzada para el sumidero de rejillas.

TIPO SUMIDERO	MODELO (Adaptación y Diseño)	CARACTERÍSTICAS
Sumidero múltiple de cuneta y acera sin depresión.		Sumidero Utilizado para Evacuación de aguas de bajas intensidades, o evacuación menor.

Fuente: Norma OS060 Diseño de Drenaje Pluvial.

Tuberías.

Para el tipo de tubería que se utiliza mediante la descripción según la norma O.S.060 (2021 pág. 140), Las precipitaciones pluviales son evacuadas mediante el diseño de sumideros que conduce un conjunto de vías cerradas.

A. Tipo de tubería.

Para el Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial se utilizó Tubería de tipo PVC de 20" en relación a un sistema de conducción cerrada, para la evacuación pluvial, en 02 dos tramos de intersección, lo que serán utilizados en el cercado de San Miguel y servirán como el sistema de conducción a nivel de subrasante; donde el tipo de tubería que se utilizó en el diseño fue considera en función a las características de diseño basados en la Norma del Reglamento Nacional de Edificaciones; y según análisis **los tipos de tubería más utilizados en el drenaje pluvial son:**

- Tipo Asbesto cemento.
- Tipo Concreto armado centrifugado.
- Tipo Concreto pretensado centrifugado.
- Tipo Concreto armado vibrado.
- Tipo Hierro fundido dúctil.
- **Tipo Policloruro de vinilo (PVC) (utilizado en el proyecto de investigación).**
- Tipo Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP.
- Tipo Arcilla vitrificada.

B. Diámetro de los tubos.

Los diámetros a utilizar de los tubos de acuerdo a su función, requerimiento, y al tipo diseño previo de nuestro proyecto de investigación, en función al diámetro mayor, ya que este nos permie incluir, el análisis por el área de sector, para así

conocer el volumen total de acumulación, en los sistemas de conducción cerrados, donde estos estarán determinados por la siguiente tabla:

Tabla N°17 - Diámetros de Tubería

TIPO DE COLECTOR	DIÁMETRO MÍNIMO
	(Metros)
A) Colector troncal	0.50 m.
B) Lateral troncal	0.40* m.
C) Conductor lateral	0.40* m.

Fuente. Adaptación con base en la Norma O.S.060

C. Resistencia.

El tipo de tubería a utilizar se debe considerar bajo las especificaciones técnicas de resistencia dadas por las Norma Técnica Peruana (N.T.P) vigente a la actualidad, asimismo cumplen la función de adaptarse a los tramos de involucran para su conexión externa y recolección interna, en variación por rozamiento, y velocidades de aplicación.

D. Diseño hidráulico.

Los caudales se irán usando la fórmula de Manning, en relación a que clase material se va a escoger.

Tabla N°18 - Coeficientes De Rugosidad De Manning.

TUBERÍA	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "N" DE MANNIG
Asbesto cemento	0.010
Hierro fundido dúctil	0.010
Cloruro de polivinilo (PVC)	0.010
Poliéster reforzado con fibra vidrio.	0.010
Concreto armado liso	0.013
Concreto armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla vitrificada	0.010

Fuente. Norma O.S.060. Diseño de Drenaje Pluvial

E. Velocidad de diseño.

La Velocidad Mínima: está calculada mediante el análisis de los tramos que se han intervenido, con respecto a la rugosidad de la estructura, y también en función

a lo que se detalla en el RNE. OS060, donde en general muestra una velocidad mínima de 0.90 m/s, ya que se sugiere evitar la sedimentación de las escorrentías por la composición de los suelos. Donde también la Velocidad máxima; con cantidades, magnitudes muy pequeñas, donde en relación depende de del material a utilizar donde no permite que debe superar para la cual esta debe evitar que las paredes del diseño erosionen.

Tabla N°19 - Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s).

TIPOLOGÍA DE LA TUBERÍA	LIQUIDO CON PARTE DE FRAGMENTOS DE ARENA Y GRAVA
- Asbesto cemento.	3.0 m/s
- Hierro fundido dúctil	3.0 m/s
- Cloruro de polivinilo	6.0 m/s
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3.0 m/s
- Arcilla vitrificada	3.5 m/s
- Concreto armado de:	
140 kg/cm ²	2.0 m/s
210 kg/cm ²	3.3 m/s
250 kg/cm ²	4.0 m/s
280 kg/cm ²	4.3 m/s
315 kg/cm ²	5.0 m/s
- Concreto armado de curado al vapor	
> 280 kg/cm ²	6.6 m/s

Fuente. Adaptación con base en la Norma O.S.060 del R.N.E

F. Pendiente (%).

Se debe utilizar la pendiente máxima para un cálculo más aproximado, en relación a los diámetros que se requieran para que cumplan con trabajar de manera eficiente a la velocidad mínima de 0.90 m/s a tubería completa. Donde existen variaciones en tramos que cuentan con una pendiente negativa, en estas etapas se otorgado la pendiente en relación a la intersección de las mismas, por lo que en relación a nuestro diseño hemos estructurado las velocidades máximas por tener pendientes

críticas y pendientes negativas, ya esto nos lleva a un diseño más estructurado, y diseño por tramos para su manejo de sistema de conducción, con diseños estructurado por tramos.⁴⁹

Control de drenaje pluvial urbano.

Evacuación de las aguas recolectadas.

Según Norma O.S.060 (2021 pág. 142), suscribe que, si se tiene una liberación directa a un río a tirante abierto, el nivel del líquido en la liberación de agua (tubería) ha de ser como mínimo a 1.00 m sobre un máximo de nivel de agua proyectada, para un lapso de devolución de 50 años. Finalmente, la liberación de agua debe ser en un sistema libre > de 1.00 m sobre los máximos niveles previstos), inconvenientes en diseño al momento de estructurarlo en presente o a futuro.

Sistema de evacuación por bombeo.

Visto esto en el anterior si el Sistema no es confiable a su ampliación, se predispone la liberación por medio de bombeo, con su suministro de elementos fijos o móviles. Impedir el uso de sistemas de evacuación combinados, por la probable saturación de aguas servidas y la manifestación de estas en la superficie.⁵⁰

Definición de términos utilizados. Según Norma O.S.060 (2021 pág. 128)

- **Drenaje:** el cual es el saldo de agua que no va a aprovecharse, en una determinada zona del terreno.
- **Coeficiente de escorrentía:** Es la variable que indica la precipitación resbala a la superficie del terreno.
- **Carga hidráulica:** Es la adición de las cargas de velocidad, presión y posición.
- **Frecuencia de lluvias:** Es la cantidad de precipitaciones pluviales que ocurren en un establecido lapso de tiempo.
- **Intensidad de la lluvia:** Es el caudal de lluvia que intercede en una determinada superficie. Su unidad de medida es (mm/h) así como en (l/s/Hectárea).
- **Cuenca:** Es el área en el cual se encausan aguas producto de lluvias y van hacia una corriente en algún lugar.
- **Precipitación:** Es un incidente atmosférico que parte desde una forma de lluvia, nieve o granizo.
- **Escorrentía superficial:** Es el agua que se origina por lluvias y que discurren sobre la superficie.

- **Dren:** Su función principal es drenar las aguas pluviales, puede ser de origen natural o tubería.
- **Alcantarillado pluvial:** Es la red de alcantarillas por la cual se traslada las aguas originadas por las lluvias.
- **Cuneta:** Es Una Estructura hidráulica revelada, de orientación longitudinal predispuesta para conducir las aguas de lluvias, normalmente se encuentran al borde de la calzada.
- **Pendiente longitudinal:** Es la predisposición de la mediación referente a su eje longitudinal.
- **Pendiente transversal:** Es la predisposición de la mediación en un plano simultaneo a su eje longitudinal.
- **Sistema de evacuación por gravedad:** Es un sistema de descarga directo que puede ser de carácter natural o artificial, que va en dirección al depósito de drenaje.
- **Sumidero:** Cumple la función de captar las aguas producto de lluvias, por lo general están colindantes a las esquinas con la intención de cortar el flujo antes de la zona de tránsito peatonal.
- **Entrada:** Es la estructura que acumula el agua de las precipitaciones de las cuencas.
- **Registro:** Cumple la función de acceso al nudo de la cadena de drenaje para darle mantenimiento.
- **Flujo uniforme:** La altura del fluido es perpendicular durante su trayectoria, de modo que las pendientes tanto del agua como la del fondo del conducto son semejantes.
- **Captación:** Atiende la tarea de acceso del flujo hacia la red
- **Rasante:** Es el nivel del fondo acabado de una vía de la red de drenaje pluvial.
- **Montante:** Es la tubería vertical por la que se libera a la escorrentía de los niveles altos a los bajos.
- **Berma:** Es la parte del lado lateral pavimentado o no de las pistas, o vías de comunicación, necesarias para efectuar paradas de emergencia y no ocasionar molestias en el tránsito vehicular.
- **Calzada:** Esta establecido en el reglamento nacional de edificaciones es la sección de pavimento proyectado a funcionar como superficie de rodadura vehicular.

V. DISCUSIÓN.

Objetivo: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial, en el cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel, Cajamarca 2021”.

Antecedente: Ramos Vigilio. (2020), en su investigación, después de haber obtenido todos los resultados ajustados de la modelación y diseño del sistema de drenaje pluvial con el software SWMM 5 versión E, también donde logro extraer de manera estructurada las características geométricas de todos los componentes del diseño. Donde este muestra las características de los sumideros de todo el sistema, cuyas alturas varían desde 1.50 hasta 2.00 m de profundidad. Asimismo, las características de los colectores, cuyo material propuesto fue de PVC, con diámetros nominales que varían de 500 hasta 700 milímetros. Seguidamente, cuyas alturas van desde 1.50 hasta 1.90.

VI. RESULTADOS.

De manera resumida de los resultados; Se realizó el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano, atendiendo a un evento de lluvia que puede acumular aproximadamente 7,275 m³ de agua pluvial, repartido en dos descargas externas pertenecientes a las estructuras de vertido, cuyo volumen para el primer vertido es de 4,274 m³ y para el segundo vertido es de 3,001 m³. Siendo así, el sistema contará con tuberías de material PVC con diámetros de 500 mm, 600 mm y 700 mm; unidos mediante sumideros, buzones de registro y sedimentadores de dimensiones variables, con el propósito de regular los caudales circulantes y evitar los problemas de inundación de las vías de acceso. las características geométricas generales de todos los componentes del diseño. muestran las características de los sumideros de todo el sistema, cuyas alturas varían desde 1.50 hasta 2.00 m de profundidad. Asimismo, cuyo material propuesto fue de PVC, con diámetros nominales que varían de 500 hasta 700 mm.

Comparación: De los Resultados obtenidos por Ramos Vigilio, el Análisis más representativo es que ha utilizado diámetros de tubería de 700mm a una profundidad de entre 1.20m y 2.00m, donde de los diseños para la presente investigación se utilizaran como representativa, es que se obtuvieron como máximo un diámetro de 500mm de medida a una profundidad de 0.80 metros con aletas de doble ingreso por sumideros, y un sistema de evacuación de cunetas a nivel de diseño estructural.

VII. CONCLUSIONES.

- En el tiempo del proceso de investigación se determinó los parámetros para lograr el diseño óptimo, como plasmar y fundamentar el sistema de drenaje pluvial en cuanto al sistema de drenaje pluvial actual, del cercado de San Miguel. Donde en conclusión el diseño de drenaje pluvial de nuestro proyecto de investigación, se constata en la memoria de cálculo y parámetros de diseño basados en la Norma OS060 Drenaje Pluvial Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- El estudio de suelos establecido que el terreno consiste de arena con material arcilloso, clasificados según SUCS en GC, SC y ML. El CBR de diseño que posee la subrasante fue de 46.50 %. La cantera recaba un CBR de 98.68 %.
- En el estudio de Mecánica de suelos basados en el proyecto del cual se obtuvo las evidencias, se determinaron la clase de terreno clasificados de los suelos medios por su tasa de infiltración y su coeficiente de infiltración, donde se presentan arenas limosas, con una resistencia al cortante alta, con un nivel freático con baja saturación con límites líquidos promedio de 19.89%, 20.87% y 21.99%, con límites plásticos en relación a los ensayos basados en el Norma AASHTO T-90 y ASTM D4318, con un promedio de entre 25.
- Para la redacción del Estudio Hidrológico, se tomaron en cuenta los reportes de SENAMHI, el cual cuenta con evidencia desde el año 1933 hasta el año 2021, con valores relacionados en mm/h con un periodo de retorno de 66 años, con una máxima pluviosidad el año 1956 de fecha 28 de enero, con una magnitud máxima de 58.07 mm/h, dato que nos sirvió para determinar las especificaciones y medidas del sistema de drenaje.
- Para el Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial se tuvieron en cuenta 18 de tramos de cunetas de asfalto Rígido, Asfalto Flexible y a Nivel de Afirmado en sus respectivas calzadas. Se diseñaron 18 tipos de cunetas que tuvieron las siguientes dimensiones: 0.60 x 0.225 y talud en relación al primer diseño de 0.50 m y 0.35x0.20, 0.30x0.15 y 0.25x0.15 m. Por su parte, se realizó el modelamiento de 02 alcantarillas de alivio de diámetro 20" y, una cámara de recolección e inspección de concreto armado a 210 Kg/cm².

VIII. RECOMENDACIONES.

- En calidad de recomendación se puede incluir que los BM o puntos de ubicación de los tramos levantados de cada buzón tenga conexión en función al sistema de drenaje, que cumplan con la función de intervenir cunetas o puntos de evacuación de agua para su diseño
- Es preferible llevar a cabo el análisis de suelos cuando ya se logre contar con el perfil y trazo por donde ira el sistema de drenaje pluvial diseñado, con el fin de realizar las calicatas en las zonas de corte, a nivel por debajo de la subrasante.
- Para establecer las cunetas en relación a las pendientes se deberá primero contar con el trazo de las vías y diseño geométrico de las vías de acceso y comunicación en todos los tramos de estudio para el diseño de drenaje pluvial urbano.
- El diseño del sistema de drenaje pluvial está bajo los indicadores del modelamiento según la Norma OS060 Drenaje Pluvial Urbano y para la referencia del Cálculo de Radios Hidráulicos.
- Se sugiere que el diseño de drenaje pluvial se haga en relación a los cálculos obtenidos en la memoria de cálculo para su óptimo uso, y por tiempo de concentración en cada tramo a intervenir.

IX. REFERENCIAS

RAMOS VIGILIO, John Williams. Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en la avenida 28 de agosto del distrito de Amarilis, Huánuco - 2019: Universidad de Huánuco. 2021.

GARCIA SAURIN, Stalin; GONZALES GAMONAL, Osman Isaías. Diseño del drenaje pluvial en la localidad de parco distrito de Parco provincia de Bagua región Amazonas 2018: Universidad Nacional de San Martín. 2018.

CUTI MERMA, Kevin Alexander. Drenaje pluvial urbano en la localidad de Espinar, provincia de Espinar, Región Cusco: Universidad Nacional San Agustín, Arequipa. 2018.

GARCÍA HERNÁNDEZ, Yorling Carolina; MONTOYA LÓPEZ, Noel José; RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ. Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de la concepción-Masaya 2013: Universidad Autónoma de Nicaragua, Nicaragua. 2013.

CANO SALAZAR, Hollman Yecid. Diseño de un sistema urbano de drenaje sostenible (SUDS) para manejo de escorrentía en la carrera 9 entre calles 108 y 112, sector Usaquén, Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás, Bogotá. 2021.

LÓPEZ JIMÉNEZ, Osley Reynaldo. Diseño y simulación de una red de drenaje pluvial para la zona centro - Este de la ciudad de trinidad: Universidad Central "Marta Abreau" de las Villas, Cuba. 2016.

IZQUIERDO PEREZ, Anderson Hernán y ZEÑA SAMPEN, Junior Leandro. Diseño del drenaje pluvial urbano de la zona urbana del distrito de Santa Cruz, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca, 2017: Universidad Señor de Sipán, Pimentel. 2019.

CORONEL MIREN, Karla Fiorella. Evaluación de la red de drenaje pluvial en el distrito de Yauyucan, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca 2019: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. 2021.

ESPINOZA CARDENAS, Estuardo Jose. Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa: Universidad Privada del Norte, Cajamarca. 2014.

MORALES, Martha Susana Rosales; MENDOZA, Jorge Arturo Salas Plata; ESPARZA, Alberto Rodríguez. Drenaje Pluvial: Manejo del drenaje pluvial

mediante control de la fuente de escurrimientos superficiales. *Cultura Científica y Tecnológica*, 2015, no 56.

ÁVILA, Humberto. Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático-caso de estudio: Ciudad de Barranquilla, Colombia. *Revista de Ingeniería*, 2012, no 36, p. 54-59.

DE LOS SANTOS, Noemí Méndez; JIMÉNEZ, Carlos Rodríguez; OCAÑA, Gaspar López. La Innovación Alternativa Inminente En Los Sistemas De Drenaje Pluvial Para Minimizar Las Inundaciones. *Kuxulkab'*, 2018, vol. 24, no 49, p. 05-17.

CHACÓN MEJÍA, Nadia. *Topografía Elemental (Escuela de Ingeniería Civil – UTPL)*. 2014.

BEJARANO VELÁSQUEZ, José Diego; PALOMINO CEDEÑO, Juan Fernando. Análisis comparativo del levantamiento fotogramétrico y estación total en el diseño geométrico de la carretera de evitamiento progresiva 0+ 000 al 3+ 837.26 KM-Otuzco, La Libertad, Perú 2021. 2022.

WOLF, Paul; GHILANI, Charles. *Topografía*. Alpha Editorial, 2015.

JUÁREZ BADILLO, E.; RICO RODRÍGUEZ, A. *Fundamentos de la mecánica de suelos*, Tomo I. 2010.

VILLALAZ, Carlos Crespo. *Mecánica de suelos y cimentaciones/Mechanics of Grounds and Laying of Foundations*. Editorial Limusa, 2005.

DUQUE, Gonzalo; ESCOBAR, Carlos. *Mecánica de los suelos. Notas del curso Suelos I*. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2002.

APARICIO, Francisco, et al. *Fundamentos de hidrología de superficie*. 2018.

BÉJAR, Máximo Villón. *Hidrología*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2004.

BREÑA, A.; JACOBO, Marco. *Principios y fundamentos de la hidrología superficial*. Universidad Autónoma Metropolitana, 2006, vol. 289.

DA SILVA, Divaldo Domingos; SÁEZ, Gerardo C. Jiménez. *Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial, empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda*. Editorial Universitaria, 2015.

CABRÉ, R. Bono. *Diseños cuasi experimentales y longitudinales*. Universidad de Barcelona. España, 2012.

AGUDELO VIANA, Luis Gabriel; AIGNEREN ABURTO, José Miguel. *Diseños de investigación experimental y no-experimental*. 2008.

OROZ MERINO, Luis Andrés. Evaluación del sistema de drenaje pluvial de la urbanización Las Riveras con la norma OS. 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, Cajamarca 2021. 2021.

OROZ MERINO, Luis Andrés. Evaluación del sistema de drenaje pluvial de la urbanización Las Riveras con la norma OS. 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, Cajamarca 2021. 2021.

RODRÍGUEZ, Ernesto A. Metodología de la investigación, editorial Zona de la Cultura. México, Recuperado de <https://books.google.com.co/books>, 2005.

HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés, 2016, pág. 206.

LEPKOWSKI, James M., et al. Avances en la metodología de encuestas telefónicas. John Wiley & Sons, 2007.

HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés, 2016, pág. 203.

ARIAS, Fidias G. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta. Fidias G. Arias Odón, 2012.

OROZ MERINO, Luis Andrés. Evaluación del sistema de drenaje pluvial de la urbanización Las Riveras con la norma OS. 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, Cajamarca 2021. 2021, pág. 128.

BEJARANO VELÁSQUEZ, José Diego; PALOMINO CEDEÑO, Juan Fernando. Análisis comparativo del levantamiento fotogramétrico y estación total en el diseño geométrico de la carretera de evitamiento progresiva 0+ 000 al 3+ 837.26 KM-Otuzco, La Libertad, Perú 2021. 2022, pág. 31.

CHIPANA LOVERA, Rolando Limes; SILVA MOLLINEDO, Jaime. Asentamientos humanos en la urbanización" Unión Catalina" de la ciudad de La Paz. 2014. Tesis Doctoral, pág. 21.

CHIPANA LOVERA, Rolando Limes; SILVA MOLLINEDO, Jaime. Asentamientos humanos en la urbanización" Unión Catalina" de la ciudad de La Paz. 2014. Tesis Doctoral, pág. 24.

CHIPANA LOVERA, Rolando Limmes; SILVA MOLLINEDO, Jaime. Asentamientos humanos en la urbanización" Unión Catalina" de la ciudad de La Paz. 2014. Tesis Doctoral, pág. 47.

CHIPANA LOVERA, Rolando Limmes; SILVA MOLLINEDO, Jaime. Asentamientos humanos en la urbanización" Unión Catalina" de la ciudad de La Paz. 2014. Tesis Doctoral, pág. 52.

CHIPANA LOVERA, Rolando Limmes; SILVA MOLLINEDO, Jaime. Asentamientos humanos en la urbanización" Unión Catalina" de la ciudad de La Paz. 2014. Tesis Doctoral, pág. 65.

DUQUE, Gonzalo; ESCOBAR, Carlos. Mecánica de los suelos. Notas del curso Suelos I. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. 2002, pág. 01.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Norma Técnica OS 030 Diseño Sismorresistente 2022, pág. 298.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Norma Técnica OS 030 Diseño Sismorresistente 2022, pág. 300.

MARTÍNEZ ÁLVAREZ, Victoriano. Determinación del tiempo de concentración con sistemas de información geográfica. Ingeniería del agua, 2006, vol. 13, no 4, p. 303-309.

SCHMITT, Theo G., et al. Gestión del riesgo de inundación para sistemas de drenaje urbano mediante simulación y optimización. En Soluciones Globales para el Drenaje Urbano. 2002. pág. 1-14.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Norma Técnica OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano 2022, pág. 126.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Norma Técnica OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano 2022, pág. 128.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2014.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Norma Técnica OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano 2022, pág. 128.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Norma Técnica OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano 2022, pág. 146.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Norma Técnica OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano 2022, pág. 140.

Reglamento Nacional De Edificaciones. Norma Técnica OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano 2022, pág. 128.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

TITULO: “Diseño del sistema de drenaje pluvial, en el cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel, Cajamarca 2021

VARIABLES	DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL	DESCRIPCIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE		COMO INGRESA			
DRENAJE PLUVIAL	El Drenaje Pluvial se analiza a partir de las altas precipitaciones, con una alta presencia de lluvias, consolidado en una estructura para su manejo y diseño, con una capacidad de recolección en relación a un tiempo de concentración y almacenamiento, donde nos permite obtener el predimensionamiento de la estructura. (Ramos Vigilio 2020)	El predimensionamiento del sistema de drenaje se obtendrá en relación a los datos obtenidos en campo, donde nos permitirá analizar y estructurar el análisis previo al diseño, y así lograr un óptimo diseño, previo al cálculo obtenido.	Levantamiento Topográfico	Curvas de nivel	m.s.n.m
				Perfiles longitudinales	m.
			Estudio de mecánica de suelos	Estudio granulométrico	gr, mm, %
				Estudio de densidades	gr/cm3, kg/cm3
			Estudio Hidrológico	Saturación, limite líquido y limite plástico	mm, gr, %
				Niveles de medición hidrológico e hidráulico	mm/h, mm/dia
				Caudales	m/s, lts/s
Diseño de Sistema de Drenaje	Predimensionamiento de Estructuras	largo, ancho, alto, tirante			
	Diseño de Medición	m/s, mm/h			
DEPENDIENTE		Que Efecto			
DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE	El Diseño es elaborado con el cálculo previo a los análisis ya constituidos en el predimensionamiento	El Diseño se elabora mediante el análisis de los elementos estructurales a utilizados en cálculo, de cunetas, buzones, cámaras de recolección y sistemas de conducción cerrado de PVC.	Sistema de Evacuación, y Conducción	Canal, buzones, y cámaras de recolección	m, m2, m3, %, m/s, mm/h
				Sistema de Conducción Cerrado	D, m2, mm/s
			Medidas de Concentración, y velocidades.	Tiempo de Concentración	min, hrs
				Velocidades	m/s

ANEXO 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente		
¿Por qué el cercado de San Miguel no cuenta con un sistema de drenaje pluvial 2021?	Realizar un diseño de sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel, Cajamarca, ante las altas precipitaciones. Y así reunir, trasladar y situar las aguas pluviales evitando daños a las viviendas aledañas al casco urbano.	El diseño del sistema de drenaje, permitirá una mejor conducción y evacuación de agua pluviales en el cercado de San Miguel, Provincia de San Miguel de Pallaques, Cajamarca.	DRENAJE PLUVIAL	Levantamiento Topográfico	Curvas de nivel
					Perfiles longitudinales
				Estudio de mecánica de suelos	Estudio granulométrico
					Estudio de densidades
				Estudio Hidrológico	Saturación, límite líquido y límite plástico
Niveles de medición hidrológico e hidráulico					
Caudales					
Diseño de Sistema de Drenaje	Niveles de precipitación				
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Especifico	DEPENDIENTE		
¿Que diseño de sistema de drenaje pluvial es adecuado para el cercado de San Miguel?; ¿Cuánto influirá el diseño de sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel?	Realizar el levantamiento topográfico en el cercado de San Miguel	El diseño de drenaje pluvial mejorara el sistema de conducción y manejo de aguas a causa de las precipitaciones, a nivel estructural mejorando la capacidad de conducción en relación a su predimensionamiento.	Diseño Sistema De Drenaje	Sistema de Evacuación, y Conducción	Canal, buzones, y cámaras de recolección.
	Realizar el estudio de suelos de la zona de intervención, y saber las características del suelo				Sistema de Conducción Cerrado
	Obtener datos hidrológicos del cercado de San Miguel para demostrar que el diseño de sistema de drenaje pluvial pueda soportar la capacidad de las aguas pluviales			Tiempo de Concentración	
	Diseñar el sistema de drenaje pluvial en el cercado de San Miguel.			Medidas De Tiempo De Concentración Y Velocidades	
					Velocidades



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ALEX ARQUIMEDES HERRERA VILOCHE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño Del Sistema De Drenaje Pluvial, En El Cercado De San Miguel, Provincia De San Miguel, Cajamarca 2021", cuyos autores son CUEVA MENDOZA EDWARD ALDO, PAZ TITO DIEGO GUSTAVO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 22 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALEX ARQUIMEDES HERRERA VILOCHE DNI: 18210638 ORCID: 0000-0001-9560-6846	Firmado electrónicamente por: AHERRERAV el 27- 08-2022 17:53:19

Código documento Trilce: TRI - 0423206