



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de la trocha carrozable con el diseño de pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial en Vista Alegre, Ancash, 2021.

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

AUTORES:

Cruz Romero, Héctor Alberto (ORCID: 0000-0003-0020-8373)

Cruz Romero, Lizbeth Joselyn (ORCID: 0000-0002-3675-9188)

ASESOR:

Mg. Villegas Martínez Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

HUARAZ – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedicamos el presente proyecto de investigación primordialmente a DIOS por cuidar de nosotros y de los nuestros. A nuestra madre querida Alcira Romero Tinoco por brindarnos todo su amor y confianza para así poder llegar a alcanzar nuestros objetivos.

Cruz Romero, Héctor Alberto.

Cruz Romero, Lizbeth Joselyn.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer infinitamente a Dios por guiarnos. A nuestra madre estamos eternamente agradecidos por ser una gran persona luchadora y perseverante ese fue el mejor empleo que tenemos para no dejar de alcanzar nuestras metas en base a esfuerzo y amor a las cosas que hacemos. A todas las personas que nos apoyaron en el transcurso de nuestra vida académica, muchas gracias.

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Métodos de análisis de datos	37
3.7. Aspectos éticos	38
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN	108
VI. CONCLUSIONES	115
VII. RECOMENDACIONES.....	116
REFERENCIAS.....	117
ANEXOS	123

Índice de tablas

Tabla 1 Ubicación del proyecto.	39
Tabla 2 Coordenadas UTM WGS 84.....	39
Tabla 3 Vías de acceso al caserío de vista alegre.	40
Tabla 4 Coordenadas de ubicación de los BM.	41
Tabla 5 Índice Medio Diario Semanal.....	42
Tabla 6 Factor de corrección.....	43
Tabla 7 Índice Medio Diario Anual al 2021.	44
Tabla 8 Tasa de crecimiento vehicular.....	45
Tabla 9 Tasa de crecimiento vehicular proyectada al 2041.	45
Tabla 10 Cargas equivalentes y factor camión.....	46
Tabla 11 Factor de distribución direccional y de carril.....	48
Tabla 12 Número de ejes equivalentes.	49
Tabla 13 EAL de diseño.	49
Tabla 14 Calicatas realizadas.	50
Tabla 15 Análisis granulométrico de C-01 por tamizado.	50
Tabla 16 Resumen del análisis granulométrico de C-01 por tamizado.	51
Tabla 17 Sistema de clasificación de suelos de C-01.	51
Tabla 18 Límites de consistencia.	52
Tabla 19 Contenido de humedad.	52
Tabla 20 Peso específico de partículas sólidas.....	52
Tabla 21 Capacidad de carga y asentamientos – cimentaciones.....	52
Tabla 22 Ensayo de corte directo.....	53
Tabla 23 Área de aporte de la micro cuenca.....	54
Tabla 24 Ubicación de las estaciones pluviométricas.	55
Tabla 25 Tipo de las estaciones pluviométricas.....	55
Tabla 26 Precipitación máxima en 24 horas de la estación Chavín (mm).....	56
Tabla 27 Precipitación promedio máximo en 24 horas (mm).	58
Tabla 28 Precipitación total mensual (mm) de la estación Chavín, 1991 – 2020.	58
Tabla 29 Precipitación total anual (mm) de la estación Chavín, 1991 – 2020.....	59
Tabla 30 Precipitación total mensual (mm) de la estación Pomabamba, 1991 – 2020.	60

Tabla 31 Precipitación total anual (mm) de la estación Pomabamba, 1991 – 2020.	60
Tabla 32 Precipitación total mensual (mm) de la estación Sihuas, 1991 – 2020..	61
Tabla 33 Precipitación total anual (mm) de la estación Sihuas, 1991 – 2020.	62
Tabla 34 Prueba de datos dudosos histórica.	63
Tabla 35 Valor K_n para la prueba de datos dudosos.	65
Tabla 36 Comprobación de la prueba de datos dudosos.	67
Tabla 37 Cálculo de las magnitudes de eventos por el método de distribución normal.	68
Tabla 38 Cálculo de las magnitudes de eventos por el método distribución log normal 2.	70
Tabla 39 Cálculo de las magnitudes de eventos por el método distribución log normal III.	71
Tabla 40 Cálculo de las magnitudes de eventos por el método distribución de Gumbel.....	74
Tabla 41 Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov.	76
Tabla 42 Precipitaciones máximas anuales en 24 horas.	79
Tabla 43 Lluvia máxima para una duración de 24 horas máxima.	80
Tabla 44 Intensidad máxima en mm/hr.	81
Tabla 45 Parámetros de correlación potencial múltiple K, a, b	83
Tabla 46 CBR de la subrasante y subbase.	90
Tabla 47 Coeficiente de drenaje de las capas granulares C_d	93
Tabla 48 Coeficiente de drenaje de las capas granulares J	93
Tabla 49 Parámetros para determinar el espesor del pavimento.	94
Tabla 50 Espesores finales para la subbase y hormigón.	94
Tabla 51 Intensidad de diseño para diferentes periodos de retorno y una duración de lluvia menor a 24 horas.	96
Tabla 52 Precipitación de las estaciones Chavín, Pomabamba y Sihuas (mm)...	99
Tabla 53 Correlación de estaciones total anual (mm).	101
Tabla 54 Valores recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.	103
Tabla 55 Coeficiente de escorrentía.....	105
Tabla 56 Caudal para cada área de aporte.....	105
Tabla 57 Caudal para cada red colector o sumidero.....	106

Índice de figuras

Figura 1 Macro localización de la provincia de Huari.	40
Figura 2 Área de estudio – Caserío de Vista Alegre.	41
Figura 3 Áreas de aporte.....	54
Figura 4 Función distribución probabilística.	78
Figura 5 Diseño propuesto de pavimento rígido.....	95
Figura 6 Curva de Intensidad – Duración – Periodo de retorno, para diferentes valores.....	98
Figura 7 Curva de Intensidad – Duración – Periodo de retorno, para 25 años.....	98
Figura 8 Curva de Intensidad – Duración – Periodo de retorno, para 25 años...	101
Figura 9 Mapa de clasificación de suelo.	104

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo general diseñar el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el mejoramiento de la trocha carrozable en la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021. Metodológicamente fue un estudio aplicado, cuantitativo, descriptivo y no experimental; el universo muestral estuvo conformada por todo el tramo de la carretera del caserío de Vista Alegre; para el recojo de datos se usaron las técnicas de observación directa, análisis documental y ensayos de laboratorio. Obteniéndose como resultados, un terreno ondulado, EAL de 1019.5707, suelo arcilloso según la metodología ASSHTO 93, CBR de 55.22% para la subrasante que es clasificado como excelente y 40.20% para la subbase que es clasificado como bueno, y la estación tomada para los estudios hidrológicos fue la estación Chavín. Concluyéndose que, se diseñó el pavimento rígido mediante el método AASHTO 93 estableciendo un espesor de 20 cm para la subbase y 20 cm para la capa de hormigón; asimismo, se diseñó el sistema de drenaje pluvial para una intensidad de lluvia de 55,2mm/hr, periodo de retorno de 25 años y duración de lluvia de 12 minutos, obteniendo los caudales de diseño para cada red colector y un área total de pavimento de 4576m².

Palabras Clave: Pavimento rígido, Sistema de drenaje pluvial, Suelos, Hidrología.

Abstract

The general objective of this research was to design the rigid pavement and storm drainage system for the improvement of the dirt road in the town of Vista Alegre, Ancash, 2021. Methodologically, it was an applied, quantitative, descriptive and non-experimental research; the population consisted of the entire stretch of the road in the hamlet of Vista Alegre; for data collection, the techniques of direct observation, documentary analysis and laboratory tests were used. The results obtained were: undulating terrain, EAL of 1019.5707, clayey soil according to the ASSHTO 93 methodology, CBR of 55.22% for the subgrade which is classified as excellent and 40.20% for the subbase which is classified as good, and the station taken for the hydrological studies was the Chavín station. It was concluded that the rigid pavement was designed using the AASHTO 93 methodology, obtaining a thickness of 20 cm for the subbase and 20 cm for the concrete layer; likewise, the storm drainage system was designed for a rainfall intensity of 55.2mm/hr, a return period of 25 years and a rainfall duration of 12 minutes, obtaining the design flow rates for each collector network and a total pavement area of 4576m².

Keywords: Rigid pavement, Storm drainage system, Soils, Hydrology.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la sobrepoblación es una tendencia que cada vez más va en aumento en la población mundial, la cual hace que se incrementen las demandas de servicios básicos y/o productos que con el tiempo se hacen más difíciles de abastecer. Por otro lado, el aumento progresivo de la posesión de terrenos y en consecuencia el incremento de zonas urbanas es cada vez mayor lo que genera cambios en la estacionalidad de los fenómenos meteorológicos, como es el caso de las precipitaciones más frecuentes en lugares en donde esto no sucedía, obligando a contar con sistemas de drenaje e infraestructuras viales innovadoras no convencionales que incluso deban adaptarse al cambio climático, con la finalidad de que éstas sean sostenibles en el tiempo y ayuden al desarrollo urbano de las ciudades (Cárdenas *et al.*, 2017).

En ese lineamiento, la existencia de una infraestructura vial en óptimas condiciones con sistemas de drenaje pluvial diseñados de acuerdo a lo que necesitan los habitantes considerando los factores meteorológicos y topografía, generan un gran número de efectos positivos sociales y económicos, ya que impulsa el movimiento de las personas y vehículos, el desarrollo de los mercados locales y nacionales, y la integración en los centros económicos, así pues, la necesidad de contar con este tipo de vías va cada vez más en aumento ya que es un factor importante para países subdesarrollados (Trujillo, 2018).

A nivel internacional, países como EE.UU., Reino Unido, Canadá, Francia o Australia plantean modelos integrales que suponen intervenciones puntuales a su infraestructura vial y sus sistemas de drenaje urbanos haciendo de su territorio más sostenible y de acuerdo a los procesos hidrológicos, incorporando diseños urbanos que representen oportunidades valiosas para favorecer la retención de aguas lluvia y crear oportunidades de reutilización de la misma (Rodríguez *et al.*, 2017). En ese sentido, a nivel mundial se resalta la importancia de contar con una infraestructura vial que sea capaz de trasladar personas, mercaderías y todo tipo materiales que mejoren el aspecto económico y social de los habitantes, no obstante, esta acción se

vuelve un reto en ciudades donde las precipitaciones son constantes y requieren la existencia de un sistema de drenaje urbano, el cuál mediante colectores u otras instalaciones permite la recolección de aguas lluvia para su vertido posterior, evitando daños materiales, económicos y humanos (Bustamante, 2017).

A nivel nacional, la infraestructura vial representa uno de los problemas más críticos que debe ser solucionado a corto plazo, ya que del total de las redes viales departamentales que conectan las provincias con los distritos y a estos con sus caseríos o centros poblados, solo el 13% se encuentra asfaltada, y el 87% restante está en condiciones de afirmada, sin afirmar y trocha, es decir, no se encuentran asfaltadas (MTC, 2020). Asimismo, se han presentado de manera más frecuente los problemas en el drenaje causada por las inundaciones, debido a la falta de evacuación de las aguas lluvia, aumentos de caudal, entre otros. Así pues, el fenómeno de las inundaciones en el sector urbano, está estrechamente ligada a la falta de capacidad para diseñar pavimentos y sistemas de drenaje para precipitaciones elevadas, convirtiéndose en un problema global de carácter social que trae consigo consecuencias económicas para nuestro país (Guerra y Guerra, 2020).

A nivel regional, Ancash se encuentra inmersa a constantes inundaciones en sus ciudades principales, generalmente en épocas de lluvia, ya que las autoridades no realizan gestiones integrales adecuadas para los drenajes generando que año tras año el agua se estanque y provoque inundaciones en la superficie de las avenidas, lo que provoca un deterioro superficial y estructural en los pavimentos convencionales y ello genera una congestión el tránsito vehicular y de personas (Monja y Ramírez, 2020). Por ejemplo, en Huaraz, los sistemas de drenaje urbano resultan incapaces a la hora de evacuar las aguas lluvia ya que no cuentan con un diseño óptimo para dicho fin, o en su defecto están estancadas por basura, dejando por espacios prolongados de tiempo espejos de agua en los pavimentos lo que genera contaminación. Asimismo, el uso excesivo de pavimentos impermeables o convencionales, juntamente con diseños ineficientes de sistemas de drenaje pluvial que no toman en cuenta la topografía de los terrenos, se están

generando un colapso en las ciudades de Ancash trayendo consigo impactos negativos en su desarrollo urbano (La República, 2021).

De manera puntual en la provincia de Huari, en el caserío de Vista Alegre, no se cuenta con una infraestructura vial pavimentada en óptimas condiciones lo que facilita que en tiempos de estiaje se formen polvaredas fuertes que con la fuerza del viento son arrastradas hacia el interior de las viviendas, causando el malestar en sus habitantes y en mediano plazo enfermedades respiratorias en los mismos. Asimismo, debido a su posición geográfica presenta generalmente lluvias de gran intensidad, que en la mayoría de casos suelen presentarse por periodos prolongados de tiempo, sin importar la estación del año, y que al tener un sistema de drenaje pluvial, se presentan regularmente inundaciones con efectos sumamente críticos ya sean sociales o económicos, afectando significativamente el desarrollo de la ciudad; es por ello que nace la necesidad diseñar pavimentos complementados con sistemas de drenaje pluvial cuyo objetivo es recolectar y verter las aguas lluvia a sistemas receptores diseñados para tal fin, sin causar perjuicio alguno a la población.

En ese lineamiento, la presente investigación busca contribuir en el desarrollo urbano del caserío de Vista Alegre, en el marco de que tales diseños mejorarán los servicios sociales de salud y educación, básicamente reduciendo la deserción escolar por la dificultad que tienen los alumnos para transitar por tales calles y reducir las enfermedades producidas por las polvaredas o las inundaciones. Asimismo, se obtuvieron resultados objetivos y analíticos que facilitaron el diseño del pavimento rígido y el sistema de drenaje pluvial, representando un aporte relevante para las entidades competentes, con la finalidad de que éstas puedan determinar políticas basadas en los resultados y que tomen en consideración las recomendaciones señaladas, para que las inversiones futuras planteadas por los mismos se realicen en favor de la población ante una economía desestabilizada y llena de corrupción y burocracia con la que cuentan los gobiernos en la actualidad.

De lo sustentado en párrafos anteriores, se plantea el reto de seguir profundizando esta línea de estudio por lo cual se formuló el siguiente problema general de investigación: ¿Cómo diseñar el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el mejoramiento de la troza carrozable en la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021? Asimismo, se formularon los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es la topografía de la localidad de Vista Alegre, Ancash 2021?; ¿En qué consiste el estudio de tráfico en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021?; ¿Cómo realizar el estudio de mecánica de suelos en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021?; ¿En qué consiste el estudio hidrológico de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021?

Por otro lado, la investigación se justifica en los siguientes lineamientos: Se justifica teóricamente ya que, va a permitir emplear y/o tratar teorías que tengan relación con diseño de pavimento rígido y diseño de drenaje pluvial, las cuales serán sostenidas mediante ensayos y procedimientos normalizados para poder así llegar a una solución satisfactoria ante las aguas que se alojan en las calles de la localidad de Vista Alegre. Asimismo, se justifica metodológicamente, debido a que los procedimientos, métodos, técnicas e instrumentos que se emplearán demostrarán la validez y confiabilidad de la misma, el cual podrá ser la base para su utilización en otros estudios de la misma línea de investigación.

Del mismo modo, se justifica es su aspecto técnico ya que actualmente la localidad Vista Alegre no cuenta con una estructura vial con drenaje pluvial acorde a la necesidad de la población, por el mismo hecho de que las vías no son pavimentadas, sufriendo en épocas de lluvias inundaciones y atascamiento de vehículos, y por consiguiente dificultando la transitabilidad de los vehículos y de las mismas personas, tornándose muy peligroso y riesgoso la transitabilidad vehicular y peatonal. A su vez, se justifica socialmente ya que esta beneficiará a las personas que transiten por la zona de vista alegre, aumentando no solo la frecuencia de tránsito, sino que evitará los perjuicios ante las precipitaciones y mejorará la calidad de vida. Y finalmente, se justifica económicamente ya que este estudio será

beneficioso para la población y es que su rentabilidad económica irá en aumento porque una vía en buen estado facilita el tránsito de personas y vehículos ayudando a un crecimiento integral de la sociedad.

En ese lineamiento, se plantea el siguiente objetivo general de investigación: Diseñar el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el mejoramiento de la trocha carrozable en la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021. Para dar cumplimiento al objetivo, se establecieron los siguientes objetivos específicos: Realizar el estudio de topografía de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021; Realizar el estudio de tráfico en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021; Efectuar el estudio de mecánica de suelos en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021; y finalmente, Desarrollar el estudio hidrológico de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, Cando (2017) planteó como objetivo plantear un sistema de alcantarillado pluvial para el sector “El Capricho”, provincia de Napo, Ecuador. Metodológicamente fue una investigación descriptiva, de diseño no experimental y transaccional; las técnicas de recolección de datos fue el estudio documental y la información hidrológica. Obteniendo como resultados un coeficiente de escurrimiento de 0.60, un periodo de retorno de 5 años, y una intensidad máxima de 172.88 mm/hr, asimismo, los valores del caudal máximo de las áreas de aporte estuvieron dados por 0.0201 m³/s para A1, 0.0712 m³/s para A2, 0.1089 m³/s para A3, 0.0864 m³/s para A4, 0.0827 m³/s para A5, 0.0173 m³/s para A6, 0.0688 m³/s para A7, y 0.0489 m³/s para A8. Se concluye que, se planteó el sistema de alcantarillado pluvial con un área de aporte de 4.500 ha, un caudal 0.2334 m³/s en las tuberías, y una capacidad real del 80% de la tubería.

Asimismo, Vicente (2019) planteó como objetivo establecer una red de drenaje pluvial empleando tres metodologías. La metodología fue de tipo descriptivo, de diseño no experimental. Obtuvo como resultado, tiempo de concentración fue de 45 minutos y la extensión del hidrograma fue de 3 horas, se cumple con la norma de la CONAGUA, a excepción de tubo 81, que va 81% de su capacidad en algunos instantes de tiempo, diseño realizado con formula racional, EPA SWMM y IBER. Finalmente llega a la conclusión que, se generó gastos pequeños con los hidrogramas que se logró del programa IBER, esto significa que se tendrá diámetros más pequeños y por lo tanto la red tendrá un costo mucho menor.

También, Bassoco (2019) tuvo como objetivo general analizar el funcionamiento del drenaje hidráulico correspondiente a lo que fue el proyecto del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. La metodología fue de tipo aplicada, diseño no experimental. Obtuvo los siguientes resultados caudal aportado es 25% más de la capacidad de la PBI y casi un 50% más de la capacidad PBI2 lo que indica una revisión detallada de la capacidad de DPTM para mitigar riesgos durante la temporada de lluvias, la capacidad hidráulica es de 2 m³/s de diseño del DPTM-2.

Finalmente llega a la conclusión que las dos simulaciones llegamos observar el funcionamiento del sistema drenaje, para ambos casos, considerando diferentes métodos en la generación de hidrogramas.

A nivel Nacional tenemos a, Julca y Sánchez (2020) quienes plantearon como objetivo mejorar la trocha carrozable del tramo cruce carretera Llaray, La Libertad, 2020. La metodología descriptiva, no experimental y transaccional; la muestra estuvo conformada por toda la trocha carrozable; para el recojo de datos se hizo uso del análisis documental y los ensayos de laboratorio. Obteniendo como resultados que, en relación al estudio topográfico se determinó un terreno ondulado; el estudio de suelos arrojó un tipo de suelo limoso de acuerdo a la clasificación ASSHTO, y CBR de 8.60% y 7,40%; en el estudio de tráfico se obtuvo un IMDA de 30 veh/día, y un EAL de diseño de 15,457. Concluyéndose que, se realizó el mejoramiento del diseño del pavimento rígido quedando establecido un espesor de 25 cm para la base y subbase, del mismo modo, se diseñó un sistema de drenaje pluvial para una IM de 97.469 mm/hr, duración de lluvia de 1 hora y periodo de retorno de 10 años.

Asimismo, Sánchez (2019) planteó como objetivo general mejorar las principales vías del C.P. La Libertad a nivel de pavimento rígido y drenaje pluvial. Metodológicamente fue una investigación de nivel descriptivo, diseño no experimental y corte transversal; las técnicas de recolección de datos fueron el análisis documental y los ensayos de laboratorio. Obteniéndose como resultados que; con respecto al levantamiento topográfico, se analizaron un total de 350 puntos, con pendientes menores a 2.5% observándose un terreno relativamente plano; en relación al estudio de tráfico vehicular se obtuvo un IMDA de 244 veh/día, y un EAL de diseño de 257532.56; en relación al estudio de suelos, se realizaron 9 calicatas de 1.50 metros de profundidad, obteniendo un suelo estabilizado con 48.6% de CBR, el CBR para la base y subbase fue de 81% y 62% respectivamente, clasificando al suelo como A-2-4 de acuerdo a la metodología ASSHTO y SC-SM de acuerdo a la clasificación SUCS. Concluyéndose que, se logró diseñar el pavimento rígido con un espesor de 15 cm para el concreto

hidráulico y 20 para la subbase; del mismo modo, se diseñó el sistema de drenaje pluvial para un tiempo de retorno de 20 años, una duración de lluvia de 60 minutos, y una intensidad de 114.59 mm/hr.

Del mismo modo, Ayasta (2018) planteó como objetivo plantear el diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial que ayude a que las aguas lluvia sigan su curso y no se estanquen. Fue descriptiva y experimental. Obteniendo como resultados que, el estudio topográfico indica que el terreno es plano, con cotas mínimas de 9 msnm, y cotas máximas de 10.75 msnm; en relación al estudio de tráfico el IMD es de 4142 veh/día, con un EAL de diseño de 213977.25.; el estudio de suelos indica una clasificación de A-4 (arcilla) y el CBR de diseño es de 5.08%, asimismo, la calicata C1 tiene una humedad del 30.19%, un LL de 26.32%, LP de 22.45% e IP de 3.87%; con respecto al estudio hidrológico, se obtuvo un delta teórico de 0.0965 mediante la prueba Log-Normal 2. Concluyéndose que, se diseñó el pavimento rígido con espesores de 20 cm para losa de concreto y 20 cm para la subbase granular; del mismo modo, el sistema de drenaje pluvial se diseñó para una intensidad de lluvia de 51,06 mm/h y tiempo de retorno de 10 años.

Con relación a los antecedentes en otros idiomas se tiene a, Paredes (2017), whose general objective was to compare the hydraulic performance between sustainable technology and remediation plans in a basin of the Quito sewerage system. Methodologically, it was a non-experimental study. The results obtained were that the area of the basin is 250 hectares, of which 99 are natural, the depths have an average of 0.9 cm; the velocities are between 0.12 m/s and 0.45 m/s; making comparisons shows the effectiveness of sustainable technology and SUDs techniques. It is concluded that the field of engineering faces day by day our adverse impacts of nature such as rains that generate floods. Thus, in the sector studied, the volume of runoff has increased considerably, reducing the time of concentration, factors that are significant for the occurrence of urban flooding.

Guzman (2017), the objective determination of the pavement condition index is the implementation of a road registry with values of PCI, ICP. The

methodology It was descriptive, non-experimental design. Obtained the following results flexible pavement, an average service level of "Very Good" with a PCI of 72/100; articulated pavement shows "Good" service level with an ICP of 4.52/5. Finally, it is concluded that, in this work the determination of the PCI and ICP, in order to obtain a level of service that allows making the best decision on the type of maintenance to be carried out; in such a way that the current level of service of the roads in the urban center of the canton can be improved or maintained Girón, which have been taken as a sample for the application of this research.

Asimismo, Puga (2018), the objective carry out a functional evaluation of the rigid pavement, located on Loja avenue section avenida de las Américas - avenida 10 de Agosto, using the PCI method, the same as it will serve for the evaluation and qualification of the state of the pavement; generating alternatives of rehabilitation. The methodology was descriptive and experimental design. Obtained the following results tranche 1 has a total PCI of 86 with an "Excellent" rating, for section 2 there is a total PCI of 46 with a "Regular" rating, Finally, for section 3 there is a total PCI of 62 with a "Good" rating. It is recommended less maintenance. Finally, he concludes that, it was evidenced that the patching alternative with asphalt material is the repair that has been carried out to several deteriorations of the avenue Loja, however, this causes irregularities in the road and disagreement when traveling, for not comply with the proper procedure.

Con respecto a los artículos científicos se tiene a Guerra y Guerra (2020) quienes plantearon como objetivo general analizar el pavimento rígido permeable en la mejora de la calidad en el drenaje. Fue de tipo aplicada, descriptiva y pre experimental; para el recojo de datos estuvieron se hizo uso del análisis documental, observación directa y ensayos de laboratorio. Obteniéndose como resultados que, de acuerdo al estudio topográfico se obtuvo una pendiente promedio de 0.0124, siendo un terreno plano; respecto tráfico vehicular se obtuvo un EAL de 728000; en el estudio de suelos se obtuvo un CBR de 13.8%, Mr de 167.39 kg/cm², y Mf de 21.85 kg/cm². Concluyéndose que, se diseñó un pavimento con espesor de losa de 20 cm

y espesor de subbase de 30 cm; y finalmente, para el drenaje pluvial se consideró un tiempo de retorno de 30 años, una precipitación máxima de 55,10 mm; y un área de pavimento de 6964,12m².

De misma manera, Ojeda *et al.* (2020) plantearon como objetivo general planear un diseño del sistema de drenaje pluvial sostenible, como alternativa de solución para las aguas lluvia. Metodológicamente fue un estudio descriptivo, de tipo aplicada y no experimental; para el recojo de datos se hizo uso del análisis documental, alineado a herramientas y principios hidrológicos. Obteniéndose como resultados que, la máxima duración de lluvia es de 33 minutos, la precipitación máxima ocurrida es de 40 mm y la intensidad de lluvia es de 71,3 mm/hr. Concluyéndose que, se diseñó el sistema de drenaje pluvial con un tiempo de retorno de 10 años, y una duración de lluvia de 33 minutos, finalmente, se establecieron las modalidades para aprovechar las aguas lluvia de manera sostenible, captando el 50% de estas aguas mediante una rejilla transversal de 2.20 metros de longitud, un ancho de 0.86 metros y un área de aberturas de 1.06 m², diseñados para un caudal máximo que ingresa de 1.4 m³/seg.

Santos y Solarte (2017), plantearon como objetivo general establecer los parámetros de diseño óptimos para mezclas de concreto de tipo MR, con la finalidad de evaluar propiedades mecánicas y lograr construir pavimentos rígidos innovadores. Fue de tipo descriptivo y cuantitativo. Obteniéndose como resultados que, las resistencias en flexión como compresión cumplen con los estándares normativos a 11 y 14 días. Finalmente concluye que, en a la actualidad países de primer mundo están optando por RAP en el diseño de mezclas asfálticas, generando una nueva solución de investigación en la manufactura de mezcla hidráulica en la tecnología de los pavimentos.

En relación a las bases teóricas relacionados a las variables, se define primeramente el pavimento rígido. Guyer (2019) sostiene que el pavimento rígido se estructura por un estrato de concreto ubicada en el área de tránsito de vehículos, que comúnmente se encuentra encima de un estrato granular o estabilizado. Asimismo, los pavimentos rígidos presentan variaciones en el espesor en función al volumen de vehículos de motor que transitan por dicha

infraestructura vial. Seguidamente Guzmán *et al.* (2020) fundamentan que los pavimentos rígidos presentan flexibilidad en las cargas mediante rigidez presentes en las losas de concreto frente a la composición asfáltica, de forma que la estructura hidráulica en concreto es el elemento que resalta en los pavimentos rígidos, que se integra por cemento, agua y aire mezclado con piedra y arena.

Por su parte, García *et al.* (2020) indica que el pavimento rígido es una estructura que está compuesta concretamente por 1 capa de sub-base granular, sin embargo, dicha capa puede no ser granular y simplemente estar estabilizada mediante cemento o asfalto; y una capa de rodadura de losa de concreto generalmente de cemento hidráulico como un tipo de agregado, aglomerante y si fuera necesario aditivos químicos o naturales, de acuerdo al diseño propuesto y la innovación en la tecnología del concreto.

En cuanto a sus propiedades, Pucha y Zárate (2020) sostienen que la permeabilidad es comprendida como la propiedad que brinda el concreto para brindar fluidez de líquidos a través de los vacíos, posibilitando conocer el exceso de agua que se ingresa por las superficies libres. Otra propiedad es la eficiencia en la capacidad de resistir a la compresión, donde es exigido a cargas axiales que comprimen antes de alcanzar a la falla. Por otra parte, Montes *et al.* (2021) afirman que se tiene la propiedad polipropileno, donde desde el contexto físico se considera que resiste al golpe que surjan a través de la distribución uniforme de las fuerzas, en la propiedad mecánica se evidencia el grado de rigidez y fuerza que sostienen el impacto, también en las propiedades químicas, donde se considera que el concreto no se oxida y tampoco genera cambios químicos ante la exposición del aire libre.

Respecto a las características, Guerra (2020) afirma que se tiene una diversidad de aspectos a considerar y que permiten evaluar decisiones acertadas en el diseño de la vía. En primer lugar, se establece la durabilidad, debido a que al transcurso del tiempo llega a incrementar su resistencia, otra es que el impacto del calor no perturba su frescura y finalmente este pavimento es efectivo por la capacidad de aguantar pesos elevados de cargas de automotores.

Así pues, se tienen 3 capas que componen al pavimento rígido y cada uno de ellos cumple diferentes funciones, en ese sentido, de acuerdo a Briceño *et al.* (2019) se tiene a la capa Subbase, que es aquella estructura del pavimento denominada también losa hidráulica, que cumple la función de proveer el drenaje, de transmitir y distribuir cargas que llegan desde la capa de rodadura y por último controlar la elasticidad y en consecuencia el aumento de volumen en el pavimento. Seguidamente, se tiene a la subrasante, que de acuerdo a Sargand *et al.* (2017) es la capa que comprende una porción preparada de terreno el cual está debidamente compactado para que pueda aportar estabilidad al mismo, esta superficie será de sostén de la losa en este caso el pavimento rígido. Finalmente, Vásquez y García (2021) mencionan que la capa de Rodadura es aquella que está ubicada en la parte superior de las dos partes antes mencionadas, con características como la dureza por estar compuesto específicamente de cemento, y una de sus características principales es la elasticidad.

En cuanto a las ventajas del pavimento rígido, Rincón y Higuera (2017) afirman que el proceso de duración frente al pavimento flexible es mayor, debido a que distribuye de forma uniforme las cargas que propician el tránsito de vehículos de motor siendo un aproximado de 30 años, también presentan alta resistencia frente a los cambios climáticos, tiene la capacidad de reflejar la luz, brindando un 30% de luminosidad a las calles, su alto nivel de rigidez propicia que su superficie mantenga su forma plana, facilidad por su estructura de concreto para el tránsito y maniobras en ruedas, y Huaquisto Chambilla (2021) sostiene finalmente que su utilidad de vida supera los años planificados en el diseño y la capacidad de cargas del motor.

Respecto a la desventaja del pavimento rígido, Pannillo y Barrios (2018) afirman que su ejecución propicia un elevado costo inicial que se diferencia significativamente con el del pavimento flexible.

En cuanto a las dimensiones de la investigación se tiene el estudio de topografía, que de acuerdo a Torres *et al.* (2018) consiste en tomar datos del terreno mediante un instrumento en este caso una estación total, para que registre y tome datos con ayuda de un operador. Esta acción nos va a llevar

a registrar las coordenadas y la altura de cada punto registrado en el equipo para su procesamiento posterior en el programa Civil 3D y así plasmar el terreno a intervenir en una hoja de papel a una escala previamente establecida.

Respecto a los indicadores que fundamentan esta dimensión, se tiene primeramente al levantamiento topográfico, que es aquella actividad que tiene por objetivo llevar el terreno a planos, tomando en cuenta la posición del área a intervenir en la tierra, tomando en consideración componentes como la vegetación, viviendas, carreteras, entre otros. Realizar un levantamiento topográfico amplio radica su importancia en que se podrá tener un panorama más complejo de toda el área a intervenir, asimismo, ayuda a tener bien definido el terreno es decir su topografía ya que es el inicio de todos los trabajos de ingeniería, así pues, un buen levantamiento topográfico garantiza un acercamiento a la realidad de los terrenos (Del Río *et al.*, 2020).

Asimismo, el segundo indicador está definido por la realización de planos, que consisten en la realización de representaciones gráficas detalladas de cualquier proyecto de construcción e ingeniería a desarrollarse. Estos planos son de gran importancia para el correcto entendimiento de los diseños y facilitan el trabajo con mayor eficiencia y exactitud. En síntesis, los planos son de suma importancia en la realización de construcciones y sirven para conocer detalladamente el proceso que se va seguir para realizar dicha construcción (Del Río *et al.*, 2020).

Seguidamente, se hace referencia a la segunda dimensión, el estudio de tráfico, que es quizás el estudio más primordial para diseñar pavimentos, en este estudio se registra el volumen y dimensionamiento de los vehículos que transcurren en una determinada vía, también se tiene que tener en cuenta el número de ejes y el peso de un vehículo, por lo tanto, el fin de este estudio es cuantificar el tráfico (MEF, 2017). Respecto a los indicadores que sustentan esta dimensión, se tiene, primeramente, a la identificación de demanda, que se refiere a verificar el aforo vehicular que a diario transcurre por una vía en función a la clasificación de su capacidad de carga, es decir,

vehículos ligeros, de tercera clase, pesados, entre otros (Rincón y Higuera, 2017).

Del mismo modo, el siguiente indicador es el conteo de tráfico, que consiste en cuantificar los vehículos que transitan mediante un punto establecido, estos deben ser contabilizados de lunes a viernes, tomando en consideración los días de mayor tránsito vehicular; este aforo de vehículos debe ser contabilizado en sentidos de ida y vuelta según corresponda. En ese lineamiento, el conteo de tráfico es un factor importante que los ingenieros necesitan saber con suficiente y relativa precisión, con el objetivo de planificar y diseñar con éxito los pavimentos (MTC, 2014).

Asimismo, el IMDA, viene a ser el índice medio diario anual en una vía de estudio, en ese sentido, el IMDA necesita de índices de cambio mensual, ya que esos valores son de suma importancia para el estudio de tráfico y en función a ello elaborar una base de datos de tráfico muy útil. Finalmente, el cálculo de ESAL, es fundamental establecer el espesor de las capas que estructuran al pavimento; es un parámetro numérico que está en función de las variables de tránsito, desviación estándar, confiabilidad, índice de serviciabilidad entre otros (MTC, 2014).

Finalmente, la tercera dimensión hace referencia al estudio de mecánica de suelos, que se ejecuta con el fin de obtener una muestra de excavaciones denominadas calicatas, para luego llevarlas al laboratorio con la finalidad de realizar pruebas que establezcan las propiedades del mismo. Principalmente se habla de calicatas cuando nos referimos a las excavaciones de dimensiones exactas, las cuales se realizan con herramientas manuales, asimismo, al avanzar la excavación se puede observar la estratigrafía que presenta el terreno. Luego de realizar la excavación se extrae una muestra de cantidad considerable. Se tiene que tener en cuenta ciertos criterios para la realización de las calicatas, por ejemplo, la altura que se recomienda es entre 2 a 3 metros, el terreno debe de ser accesible para la excavación y evitándose excavar en lugares con tuberías, cables, etc. (Gutiérrez, 2016).

En relación a los indicadores que sustentan dicha dimensión, se tiene al análisis granulométrico, que son pruebas realizadas en laboratorio a través

del tamizado de la muestra, que tiene por fin determinar el tamaño de partículas que son parte del sedimento analizado. El procedimiento para el análisis granulométrico debe ser realizada a una muestra seca, pasando por varios tamices desde el más grueso al más fino realizando las anotaciones del peso total y los retenidos con el fin de elaborar la curva granulométrica (Guerra, 2018).

Asimismo, se hace referencia al contenido de humedad, que se determina mediante el método gravimétrico e indica la cantidad del peso de H₂O en un sedimento de suelo, al peso de partículas. El método simplemente consiste en pesar la muestra antes y después de ser secado para calcular el porcentaje de humedad presente en dicha muestra. Del mismo modo, el límite de consistencia, hace referencia al comportamiento de los suelos finos, que son variables dependiendo del tiempo transcurrido. Los límites de consistencia están basados en la definición de que los suelos se encuentran en distintos estados y dependen de la cantidad de agua que existe en dicho suelo (Guerra, 2018).

En relación al CBR, este es un indicador que es usado para medir la capacidad de soporte de las subrasantes, bases y subbases; este ensayo es realizado en condiciones húmedas y de densidad controlada. Sus valores varían de 0 a 100%, donde de 0 a 3 indica que tiene una capacidad de soporte muy pobre, de 3 a 7 es muy pobre a regular, de 7 a 20 es regular, de 20 a 50 es bueno y valores mayores a 50 son excelentes (Guerra, 2018).

Por otro lado, el indicador, capacidad de carga, hace referencia al esfuerzo que es aplicado a un suelo, a través de una cimentación, con la finalidad de generar una falla en el subsuelo por resistencia al esfuerzo cortante. Esta prueba permite determinar la presión máxima que puede darse a la cimentación por unidad de longitud sin generar una falla, y se encuentra expresada en unidades de presión. Finalmente, la resistencia del concreto, hace referencia a la capacidad de soportar una carga por unidad de área de una muestra de concreto, y está expresada en unidades de esfuerzo, comúnmente kg/cm² y Mpa (Gutiérrez, 2016).

Para segunda variable, sistema de drenaje pluvial, se tienen las siguientes bases teóricas. Álvarez *et al.* (2018) lo definen como un grupo de estructuras de captación, red de conductos y estructuras complementarias conformados por una estructura de concreto que distribuyen o canalizan las aguas pluviales, finalizando en la desembocadura destinada para prevenir riesgo de inundaciones sobre todo en territorios críticos o con alto índice de riesgo. Por su parte, Campos (2020) hace énfasis en que desde el punto de vista de la ingeniería hidráulica un sistema de drenaje pluvial es la trayectoria que se destina a la fluidez de las aguas lluvia que se encuentran o se filtran de una superficie.

Así mismo, en las propiedades del drenaje pluvial, OECD (2021) sostiene que se debe desarrollar un Plan Integral de Drenaje Pluvial, donde se determina el propósito y usabilidad del terreno, las calles o accesos como carreteras, también se debe aplicar el análisis para mitigación de riesgos, también debe tener un estudio de hidrología, Luna *et al.* (2020) además el drenaje pluvial no debe estar diseñad tomando parte de la superficie destinada a la berma, también se considera el análisis del caudal del río frente a niveles de precipitaciones para contrarrestar inundaciones de forma que se mide los datos adquiridos de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).

Seguidamente se tiene las características del sistema de drenaje pluvial, donde OECD (2020) afirma que los aspectos más resaltantes se enmarcan en la normativa R.M. 126 – 2021 - Vivienda donde se determina la norma técnica del diseño de drenaje pluvial urbano, estableciendo que en el caso rural se tiene a las cunetas como un sistema de drenaje pluvial que facilita generar una ruta a las aguas a un depósito o ríos, también se tiene los sumideros que permiten concentrar y dirigir un corriente de agua en el caso urbano, además en edificaciones se considera una pendiente de 12% en climas calientes, 30% en territorios con regular nivel de lluvia y el 45% en territorios de nivel extremo de lluvias, así mismo, su estructura debe estar reforzado con el fin de que el agua no desprenda su estructura u otros agentes externos.

En cuanto a las ventajas del sistema de drenaje pluvial, Rivera et al. (2019) afirman que la ventaja principal es de evitar inundaciones en territorios, también previene el surgimiento de plagas originarias por acumulación de agua en las plantas, Ramírez et al. (2017) evita la humedad excesiva del suelo mediante el escurrimiento del agua y la eficiencia del drenaje pluvial evita el contacto del ser humano con el agua contaminada y por ende también evitar perjudicar al sueño.

Respecto a las desventajas de La Macchia y Linares (2020) sostienen que para ejecutar un proyecto de sistema de drenaje pluvial exige un alto costo donde se incluye el recurso humano y los permisos necesarios de la entidad competente, exigen constante inspección de los drenajes ya que con frecuencia se genera obstrucciones de origen hidrológicos.

Respecto a las dimensiones se tiene al estudio hidrológico, que de acuerdo a Ramos y Pacheco (2017) tiene por finalidad establecer los parámetros hidrológicos necesarios para la estimación de los caudales para el diseño hidráulico óptimo de un sistema de drenaje pluvial. Asimismo, establecen que es el análisis del terreno por donde pasa la corriente del agua, de forma que este estudio permite establecer características físicas del terreno, de manera que se pueda efectuar el modelamiento de fluidez de agua y medir de forma cuantitativa en datos DEM, en la que figura de donde surge el agua y cuál es su destino final. En relación a los indicadores tenemos, a las precipitaciones, que de acuerdo a Luna *et al.* (2018) es todo tipo de hidrometeoro que baja de la atmósfera para llegar al suelo, siendo un componente esencial para el proceso rotativo hidrológico, de forma que distribuye el agua dulce en el suelo beneficiando a la tierra; así mismo la escala de medición fue por intervalos.

También se tiene el indicador de parámetros geomorfológicos, que de acuerdo a Álvarez y Medrano (2020) son un grupo parámetro que permiten realizar la clasificación de cuencas, dentro de ello se tiene las fisiográficas a través del estudio de un cartógrafo y topología del terreno, dichos parámetros son cambiantes en el tiempo por ende es medido también por parámetros de

estructuración, nivel de relieve, y sistema de red hidrográfica, que son medidos a través de la escala de medición de intervalos.

Se tiene también el indicador de caudal máximo donde también Álvarez y Medrano (2020) sostienen que la medición del caudal máximo es desarrollada a través del método de teoría hidrometeorológicas estableciendo el dato de escurrimiento, curvas de frecuencias e intensidad con cálculos de concentración; por ende, su escala de medición es de razón al evaluar de forma matemática.

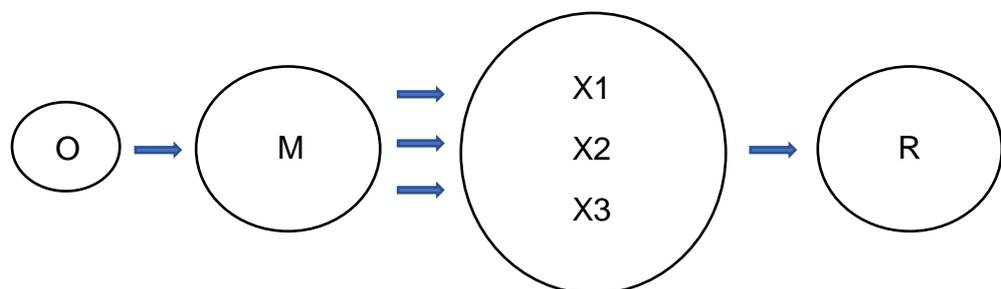
Seguidamente se tiene la dimensión de alcantarillado pluvial, donde Zúñiga y Zambrano (2020) establecen el propósito del alcantarillado pluvial como el control y dirección del destino por donde escurre las aguas originadas de las precipitaciones, de forma que su destino sea un lugar donde no genere impacto negativo a la naturaleza y a los ciudadanos. Dentro de ello se tiene los indicadores donde OECD (2020) establece la normativa R.M. 126 – 2021 – Vivienda donde se determina la norma técnica del diseño de drenaje pluvial y el indicador de concreto que es el armado centrifugado, el armado vibrado con recubrimiento de polietileno, que se evalúan mediante la escala de medición de intervalo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente estudio fue aplicado, ya que usaron los conocimientos teóricos y técnicos de los manuales y normas de construcción, con la finalidad de realizar un diseño óptimo del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial en el caserío de Vista Alegre, de manera que se contribuyó en la solución de un problema de carácter social de dicha población. De acuerdo a Vargas (2019) una investigación de tipo aplicada tiene como rasgo fundamental aplicar o usar conocimientos previos, mientras a su vez se adquieren otros; y su importancia radica en dar respuesta a un problema de carácter social o práctico a fin de satisfacer necesidades puntuales.

Del mismo modo, fue no experimental debido a que fue ejecutada sin la manipulación deliberada de las variables y simplemente se observaron los acontecimientos, tal y como se desarrollaron en un entorno real, para posteriormente ser evaluados y estructurar las conclusiones de los mismos. Asimismo, fue de corte transversal ya que las muestras fueron recolectadas en un tiempo único. Para Hernández, *et al.* (2014) un estudio de no experimental se caracteriza por que la manipulación de variables resulta imposible o en su defecto no se puede asignar de manera aleatoria condiciones para dichas variables, ya que los fenómenos ocurrieron sin tendencia a ser manipulados.



Dónde:

O: Observación.

M: Muestra.

X1, X2, X3: Son los diferentes estudios (topográfico, de tráfico, hidrológico, entre otros) y ensayos de laboratorio (mecánica de suelos).

R: Resultado.

Por otro lado, el enfoque de la investigación fue cuantitativa ya que, los datos fueron analizados mediante métodos estadísticos descriptivos y funciones de distribución de probabilidades, asimismo, estos datos se presentaron numéricamente a través de tablas que fueron necesarias para el fin del estudio. Para Hernández (2018) el estudio cuantitativo usa el recojo de datos y el análisis de los mismos para responder preguntas de investigación, asimismo, basa su confianza en mediciones numéricas y en el uso de la estadística para determinar patrones de comportamiento con una confiabilidad conocida.

Finalmente, el estudio fue de nivel descriptivo ya que, solo se recolectaron una serie de informaciones de manera independiente a las variables investigadas, es decir, el estudio no se enmarcó en buscar relación entre las mismas o inferir una secuencia causa – efecto. Para Hernández *et al.* (2014) una investigación de nivel descriptivo simplemente busca especificar, describir y caracterizar la naturaleza de las propiedades de fenómenos que son sometidos a determinados análisis, sin centrarse en las razones del porqué sucede dicho fenómeno.

3.2. Variables y operacionalización

Variable: Pavimento rígido

Definición Conceptual: Hace referencia a una estructura compuesta concretamente por una capa de sub-base granular, y una capa de rodadura de losa de concreto generalmente de cemento hidráulico (MTC, 2014).

Definición Operacional: Se realizó en base al estudio de topografía, tráfico y mecánica de suelos indicándose al final el espesor de las capas que componen al mismo.

Dimensiones e Indicadores: Las dimensiones que definen la variable son 3: El primero es el estudio de topografía, sus indicadores son: levantamiento topográfico y la realización de planos. El segundo es el estudio de tráfico, sus indicadores son: identificación de la demanda, conteo de tráfico, IMDA y cálculo de EAL. Finalmente, el tercero es el estudio de mecánica de suelos, sus indicadores son: análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico de partículas sólidas, capacidad de carga, y ensayo de corte directo.

Escala de medición: Se midieron mediante 3 escalas para cada dimensión: Razón, ordinal y de intervalo, respectivamente.

Variable: Sistema de drenaje pluvial

Definición Conceptual: Es un grupo de estructuras de captación, red de conductos y estructuras complementarias conformados por una estructura de concreto que distribuyen o canalizan las aguas pluviales (MTC, 2014).

Definición Operacional: Se realizó en función a los datos de precipitación de 25 años como mínimo, tomándose la precipitación máxima para dicho diseño, e indicando el caudal de diseño final.

Dimensiones e Indicadores: Las dimensiones que definen la variable son 2: El primero es el estudio hidrológico, sus indicadores son: las precipitaciones, los parámetros geomorfológicos y el caudal máximo. La segunda dimensión es el alcantarillado pluvial, sus indicadores son: Las dimensiones del alcantarillado y el concreto a emplear.

Escala de medición: Se midieron de acuerdo a los indicadores siendo escalas de intervalo o de razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

El universo muestral estuvo conformado por todo el tramo de la carretera para el cual se diseñará el pavimento rígido y sistema de

drenaje pluvial del Caserío de Vista Alegre. Para Hernández *et al.* (2014) la población o universo muestral está conformada por sujetos con rasgos idénticos para los cuales se establecerán las conclusiones del estudio.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 11 tramos para el cual se diseñará el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial del Caserío de Vista Alegre; tal y como se detalla a continuación:

Tramo	Ancho (m)	Longitud (m)
1	5.00	195.00
2	4.30	357.00
3	2.70	33.00
4	2.60	24.00
5	2.60	21.00
6	3.05	130.00
7	3.05	56.00
8	1.80	220.00
9	1.80	97.00
10	1.80	60.00
11	1.80	15.00

El plano de ubicación de los tramos se encuentra adjunto en los anexos. Según Sánchez *et al.* (2018) la muestra es un subconjunto que se extrae del universo muestral, y permite hacer inferencias y generalizar los resultados para toda la población; en algunos casos esta puede ser igual a la población denominándose muestral censal.

Muestreo

Fue no probabilístico porque resultó imposible extraer un muestreo de probabilidad aleatorio debido a las características de la población, asimismo, la elección de los elementos no estuvo definida mediante las

probabilidades, por el contrario, únicamente dependió del criterio de los investigadores y las características del fenómeno.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Para el recojo de datos se hizo uso de: La observación directa, direccionada principalmente a reconocer el terreno, al estudio topográfico, a la realización de calicatas y al estudio de tráfico vehicular, garantizando de manera in situ resultados empíricos.

Del mismo modo, se hizo uso de la técnica del análisis documental, basada en la revisión de material bibliográfico, al uso del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos; y del Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

Finalmente, otra de las técnicas utilizadas fueron los ensayos de laboratorio, direccionada principalmente a conocer los rasgos físicos y mecánicos del suelo, como la granulometría, CBR, límites de Atterberg, humedad, ensayo de corte, entre otros.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron: Ficha de observación directa, es una ficha técnica que fue diseñada especialmente para el estudio de tráfico vehicular, que tiene por fin realizar las anotaciones del conteo vehicular de lunes a domingo, basada en los formatos válidos del MTC.

Asimismo, las fichas de análisis documental, que fueron extraídas del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos; y del Manual de hidrología, hidráulica y drenaje; con la finalidad de extraer datos, conceptos, fórmulas, diseños, entre otros, y tomar en cuenta las recomendaciones brindadas por los expertos en el diseño de pavimentos y sistema de drenaje pluvial.

Finalmente, se hizo uso del instrumento de las fichas de ensayos de laboratorio, las cuales, al ser realizadas en lineamiento con las normas

nacionales e internacionales, y por profesionales expertos en el área son confiables y válidos.

Validez y Confiabilidad

Los instrumentos usados al ser ensayos de laboratorio y estudios de ingeniería, siguen una metodología estandarizada y alineada a normas nacionales e internacionales, además de ser realizada por expertos en el área, son válidos y confiables.

3.5. Procedimientos

El estudio se inició con el reconocimiento visual del área de estudio, en este caso la trocha carrozable del caserío de Vista Alegre.

Posteriormente, se ejecutó el levantamiento topográfico, con la ayuda de una estación total TOPCON "ES-105", 1 GPS diferencial, 2 trípodes, 2 bastones, 2 prismas y 4 equipos de comunicación; luego de ubicar el área de estudio y con la ayuda de terceras personas, se procedió a la monumentación de los BM con dimensiones 30 x 40 x 25cm de profundidad.

En la primera etapa, se siguió con la obtención de las coordenadas de los puntos de control, que en este caso se obtuvo con la ayuda del GPS diferencial, de tal forma que se logró obtener los datos necesarios para la ejecución del levantamiento del terreno. Para el siguiente paso se realizó la demarcación de los puntos de estación del instrumento en este caso la estación total, para dicha demarcación se hizo uso de pintura roja. Una vez instalado el instrumento se midió la altura, el cual dicho dato se apuntó en la libreta de campo, para luego ser introducida en la memoria de la estación y todos los demás datos obtenidos con el GPS.

Una vez instalado se realizó el barrido o toma de lectura de todos los puntos de orientación, con el punto de posicionamiento, coordenadas (N-E) y cotas (m.s.n.m.) de toda el área de estudio. Al realizar el levantamiento topográfico se realizó también la toma de datos como el ancho de plataforma del carril, veredas existentes, ubicación de las

cajas de desagüe, cajas de agua potable, áreas verdes, postes de fluido eléctrico, obras de arte de concreto, entre otros. Una vez obtenidos los datos suficientes se realizó el procesamiento de los datos topográficos con la ayuda del Software Civil 3D, creando el relieve con las curvas de nivel y realizando los trazos para la elaboración de los planos topográficos.



Por otro lado, se realizaron las calicatas con la ayuda de terceras personas para extraer muestras que sirvieron para el estudio de suelos, las calicatas realizadas tuvieron una dimensión de 1x1x1.5, de ancho, largo y altura, respectivamente. Posteriormente se extrajeron las muestras de las calicatas para los ensayos correspondientes en el laboratorio de suelos. Estos ensayos fueron: Análisis de granulometría, humedad, límites de consistencia, CBR, peso específico, capacidad de carga, corte directo, y capacidad portante para el diseño del alcantarillado pluvial ya que se proyectó un diseño de concreto armado.



El análisis granulométrico por tamizado inició con la debida identificación de las muestras por calicata, realizando las anotaciones de su masa (gr).



Posteriormente se realiza el cuarteo de las muestras, con la finalidad de contar con porciones representativas de tamaño adecuado y poder realizar las pruebas requeridas.





Una vez definida la cantidad de muestra se usan tamices unidos en una columna en orden descendente. En el tamiz más grueso se echa la muestra, y se somete a movimientos de rotación y vibratorios, una vez terminado con ese proceso se retiran los tamices y se pesa la muestra retenida en cada uno por separado.

Finalmente, se realizan las anotaciones de los pesos totales y retenidos para elaborar la curva granulométrica.



Para el contenido de humedad se procede a tomar la muestra del suelo y pesarla antes y después de su secado para calcular su contenido de humedad. La muestra esta sea cuando su peso es constante a una temperatura de 150 °C.

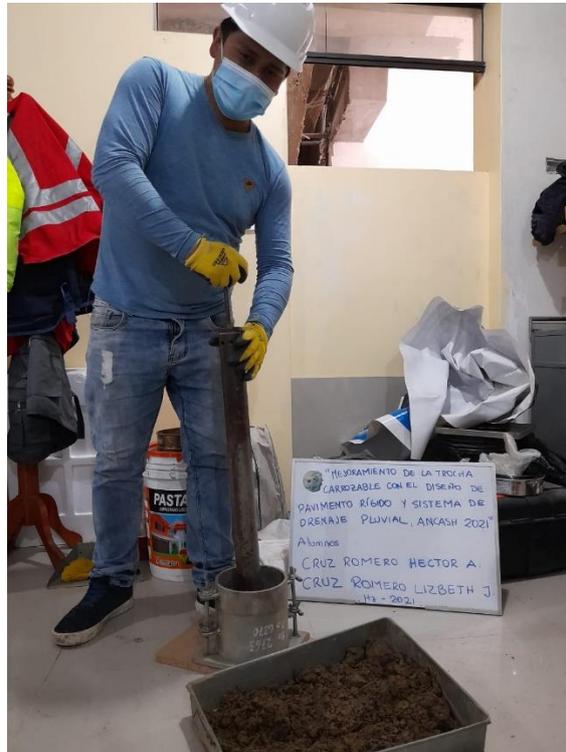




Para el ensayo de CBR se determina la humedad óptima y densidad máxima de las muestras de suelo mediante el ensayo de proctor modificado, posteriormente se añade agua a la muestra para alcanzar la humedad óptima.



Seguidamente, se compacta la muestra en tres moldes CBR estandarizados de 15.24cm de diámetro y 17.78cm de altura. La muestra se compacta en 3 capas por molde, usando la energía de compactación de 15, 30 o 60 golpes por capa mediante una maza de 2.5 kilogramos que cae libremente de una altura de 305 mm.



Acto seguido se enraza el molde, se desmonta y se vuelve a montar de manera invertida. Se colocan las placas perforadas y el vástago, así como los pesos que se requieren para determinar la sobrecarga. Se coloca el trípode de medida sobre el molde, de manera que coincida con el vástago del micro comparador. Luego, se deben tomar medidas diarias del micro comparador.





Posteriormente, se aplica la carga sobre el pistón de penetración a través de la prensa CBR y se toman las lecturas de la curva presión penetración.



MEJORAMIENTO DE LA TROCHA
CARRIZABLE CON EL DISEÑO DE
PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE
DRENAJE PLUVIAL, ANCASH 2021
Alumnos
CRUZ ROMERO HECTOR A.
CRUZ ROMERO LIZBETH J.
11-2021



MEJORAMIENTO DE LA TROCHA
CARRIZABLE CON EL DISEÑO DE
PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE
DRENAJE PLUVIAL, ANCASH 2021
Alumnos
CRUZ ROMERO HECTOR A.
CRUZ ROMERO LIZBETH J.
11-2021

Para el estudio vehicular se estableció un formato de conteo por día y por tipo de vehículo en base al Manual de Carreteras: Suelos,

Geología, Geotécnia y Pavimentos establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones; realizando las anotaciones en el ingreso al caserío de Vista Alegre entre las 6 am hasta las 6 pm del día, durante los 7 días de la semana. Diferenciando entre tipo y cantidad de vehículos observados y anotados en la ficha antes mencionada, se realizó el trabajo en gabinete con el fin de obtener los parámetros puntuales para el cálculo del EAL de diseño para el pavimento rígido.

Finalmente, el estudio hidrológico, consistió en determinar la estación pluviométrica con la que se va a trabajar, posteriormente se descargan los datos del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos, consecuentemente en función a esos datos, se realiza el estudio hidrológico que consiste en evaluar la característica hidrológica y geomorfológica de las cuencas que están cerca de la zona del estudio, para proponer el planteamiento del alcantarillado pluvial subterráneo de concreto armado para el desfogue y traslado de las aguas pluviales.

Cabe indicar que el estudio se efectuó en base a los lineamientos estandarizados por la normativa nacional e internacional, asimismo, en base al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos; y al Manual de hidrología, hidráulica y drenaje; que son relevantes para el diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial, respectivamente.

3.6. Métodos de análisis de datos

Respecto al análisis e interpretación de información obtenidos en el estudio, se emplearon las técnicas resaltantes de la estadística descriptiva (método descriptivo) que se enmarcó en representar los datos mediante tablas y gráficas. Cabe recalcar que la información obtenida al ser realizado mediante métodos estandarizados y siguiendo la normativa correspondiente son válidos y confiables.

Asimismo, se hizo uso de una hoja de cálculo de Microsoft Excel para calcular los diferentes valores de los parámetros, mediante fórmulas establecidas en los manuales correspondientes. Los planos topográficos y de diseño fueron realizados en el Software de ingeniería

Civil 3D. Finalmente, se dieron a conocer los diseños finales del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial mediante tablas para su mejor entendimiento, y los diseños correspondientes en planos adjuntados en los anexos.

3.7. Aspectos éticos

El estudio respetó la veracidad del contenido y no fue manipulada para intereses personales, asimismo, se realizó con el debido respeto a las personas involucradas con la finalidad de lograr el máximo beneficio para la población, con la confiabilidad, credibilidad y transferibilidad de los datos recopilados y procesados. Finalmente, los investigadores actuaron de forma equitativa en la realización del estudio, garantizando que los resultados expuestos sean empíricos, veraces y congruentes con la realidad para su posterior difusión al público en general.

IV. RESULTADOS

4.1. Información preliminar

El análisis evaluativo del estudio topográfico, tráfico vehicular, suelos e hidrología; para diseñar el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial tuvo aplicabilidad en el caserío de Vista Alegre, distrito de San Marcos, provincia de Huari y departamento de Ancash, con la finalidad de mejorar la trocha carrozable de dicho caserío y contribuir en el desarrollo urbano del mismo.

Tabla 1
Ubicación del proyecto.

Ubicación del proyecto	
Región / Departamento	Ancash
Provincia	Huari
Distrito	San Marcos
Caserío	Vista Alegre

Fuente: Elaboración propia.

El caserío se ubica entre las coordenadas UTM WGS84: 262534.46 Este, 8941819.22 Norte, y una altitud de 3346.10m.s.n.m., en la región Sierra, tal y como se detalla a continuación:

Tabla 2
Coordenadas UTM WGS 84.

Coordenadas UTM WGS 84	
Este	262534.46
Norte	8941819.22
Altitud	3346.10

Fuente: Elaboración propia.

El acceso al Caserío de Vista Alegre, tomando como punto de partida la ciudad de Huaraz, se describe en la siguiente tabla:

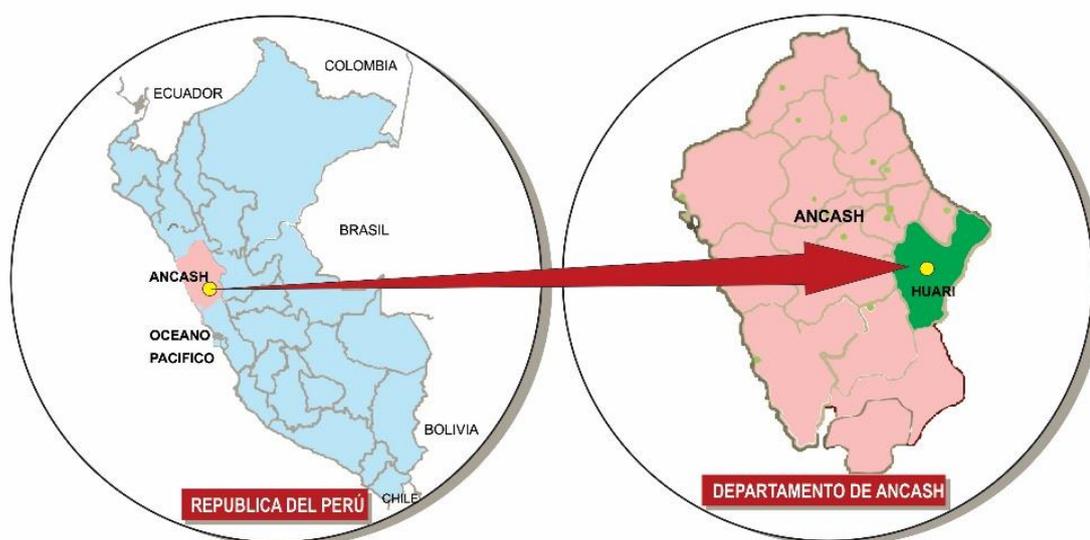
Tabla 3
Vías de acceso al caserío de vista alegre.

Vías de acceso al caserío de Vista Alegre				
Tramo	Tipo de camino	Medio de transportes	Duración Viaje (min)	Distancia
Huaraz – Cátac	Asfaltado	Bus, Auto, Camionetas	0:50:00	38.20
Cátac – San Marcos	Asfaltado	Bus, Auto, Camionetas	2:30:00	81.50
San Marcos – Vista Alegre	Trocha Carrozable	Auto, Camionetas	0:30:00	15.00
TOTAL			3:50:00	134.70

Fuente: Elaboración propia.

En relación a sus factores climatológicos, existen presencias de lluvias intensas durante los meses de enero y marzo, lo que conlleva a derrumbes haciendo la zona de difícil accesibilidad durante dicho periodo.

Figura 1
Macro localización de la provincia de Huari.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2
 Área de estudio – Caserío de Vista Alegre.



Fuente: Google Earth.

4.2. Objetivo específico 1: Realizar el estudio de topografía de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.

4.2.1. Trabajos de campo

Se establecieron 4 puntos horizontales y verticales de control (BM), tal y como se detalla a continuación:

Tabla 4
 Coordenadas de ubicación de los BM.

Tabla de BM UTM WGS 18S – Caserío Vista Alegre					
Ítem	Descripción	Norte	Este	Cota	Referencia
01	BM-P	8941819.22	262534.46	3346.10	Plaza de Armas
02	BM-01	8941727.52	262667.06	3363.46	Entrada a la Plaza de Armas
03	BM-02	8941948.00	262703.63	3372.89	Salida del Caserío de Vista Alegre
04	BM-03	8941575.33	262643.20	3374.15	Esquina del Puente Existente

Fuente: Elaboración propia.

Estos puntos se encuentran ubicados en el inicio de la vía proyectada. Partiendo de dichos bancos de nivel de precisión o BM, se lograron levantar 676 puntos totales, dicha información se encuentra adjuntada en los Anexos.

4.2.2. Trabajos de gabinete

La determinación de perímetros, áreas, y otros cálculos de gabinete se realizaron en el software AutoCAD Civil con una precisión conocida y confiable. Durante todo el levantamiento topográfico la información de los puntos levantados fue transferido a una computadora y posteriormente procesada con el software antes mencionado, verificando siempre que se tomen la cantidad de puntos suficientes para representar la topografía del área en estudio.

Del mismo modo, las curvas de nivel fueron procesadas mediante el software Autodesk Civil CAD, editando una red irregular de triángulos (TIN) con la finalidad que el área estudiada esté mejor representada. Para fines del presente estudio la equidistancia de curvas de nivel fue de cada 5m para curvas principales y de 1m para las secundarias. Los planos correspondientes se encuentran adjuntados en los Anexos.

4.3. Objetivo específico 2: Realizar el estudio de tráfico en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.

4.3.1. Índice Medio Diario Semanal

Tabla 5
Índice Medio Diario Semanal.

Vehículos	D	L	M	M	J	V	S	Total / Tipo	Total %
Motos	3	6	5	5	6	6	5	36	25.90
Autos	2	5	3	3	3	3	3	22	15.83
Station Wagon	2	5	5	7	4	9	8	40	28.78
Pick up	3	8	2	4	2	6	5	30	21.58
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00

Rural Combi	0	3	0	1	2	2	3	11	7.91
Bus – 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Bus – 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión – 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Camión – 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total/día	10	27	15	20	17	26	24	139	100.0
Total %	7.19	19.42	10.79	14.39	12.23	18.71	17.27	100.0	

Fuente: Estudio de tráfico vehicular.

4.3.2. Factor de corrección

Tabla 6
Factor de corrección.

Factores de estación			
Ítem	Descripción	Factor	Estación
01	Factor de Corrección de Estación "Vehículos Ligeros"	1.1169	Cátac
02	Factor de Corrección de Estación "Vehículos Pesados"	0.9958	Cátac

Fuente: Factores de corrección del MTC.

4.3.3. Índice Medio Diario Anual

Para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMD_A) se toma en consideración el Índice Medio Diario Semanal (IMD_S) y el Factor de Corrección (FC). En ese contexto, es necesario hacer uso de las siguientes fórmulas:

$$IMD_S = \sum \frac{V_i}{7}$$

$$IMD_a = IMD_S * FC$$

Donde:

IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada.

IMD_A = Índice Medio Anual.

V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo.

FC = Factores de Corrección Estacional.

Tabla 7
Índice Medio Diario Anual al 2021.

Tipo de vehículo	Total	IMD_S	FC	$IMD_A - 2021$
Motos	36	6	1.1169	7
Autos	22	4	1.1169	5
Station Wagon	40	6	1.1169	7
Pick up	30	5	1.1169	6
Panel	0	0	1.1169	.0
Rural Combi	11	2	1.1169	3
Bus – 2E	0	0	0.9958	0
Bus – 3E	0	0	0.9958	0
Camión – 2E	0	0	0.9958	0
Camión – 3E	0	0	0.9958	0
Total		23		28

Fuente: Estudio de tráfico vehicular.

Se obtiene un IMD_A al año 2021 de 28 vehículos. A continuación, para obtener la proyección de tránsito se estima un ciclo de duración de 20 años. Este cálculo de proyección estará dado por:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{n-1}$$

T_n = Tránsito con proyección al año n.

T_0 = Tránsito actual.

n = Periodo de diseño.

r = Porcentaje de crecimiento.

Tabla 8
Tasa de crecimiento vehicular.

Tasa de crecimiento vehicular		
Ítem	Descripción	%
01	Tasa de crecimiento para "Vehículos Ligeros"	0.59
02	Tasa de crecimiento para "Vehículos Pesados"	1.05

Fuente: Tasa de crecimiento vehicular del MTC.

Tabla 9
Tasa de crecimiento vehicular proyectada al 2041.

Tipo de vehículo	IMD _A – 2021	IMD _A – 2041
Motos	7	8
Autos	5	6
Station Wagon	7	8
Pick up	6	7
Panel	0	0
Rural Combi	3	4
Total	28	33

Fuente: Estudio de tráfico vehicular.

De donde se obtiene una proyección al año 2041 de **33 veh/día**.

4.3.4. Factor de crecimiento acumulado (Fca)

Con sustento en el MTC (2014) en su Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, para determinar el Fca se utiliza la siguiente fórmula:

$$Fca = \frac{(1 - r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = Porcentaje de crecimiento.

n = Periodo establecido de diseño.

En ese lineamiento, para nuestro caso se considerará un periodo de diseño de 20 años, y un Fca estipulado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de 0.59% para la región Ancash.

$$Fca = \frac{(1 - 0.0059)^{20} - 1}{0.0059}$$

$$Fca = 21.1617$$

4.3.5. Cargas equivalentes y Factor camión (Fvpi)

Se presenta la siguiente tabla en función a lo estipulado en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, donde se indica el Fvpi para cada tipo de vehículo.

Tabla 10
Cargas equivalentes y factor camión.

Peso						
Tipo		Eje	Ejes posteriores			Factor Camión
		delantero	1	2	3	
Ligeros (autos y camionetas)	T	2	2			
	lb	4000	4000			
	Eje	Simple	Simple			
	Factor Eq. De carga	0.002	0.002			0.004
Ómnibus B3-1	T	7	16			
	lb	16000	36000			
	Eje	Simple	Tandem			
	Factor Eq. De carga	0.623	1.380			2.003
Camiones 2 Ejes C2	T	7	11			
	lb	16000	25000			

	Eje	Simple	Tandem		
	Factor Eq. De carga	0.623	0.312		0.935
Camiones 3 Ejes C3	T	7	18		
	lb	16000	40000		
	Eje	Simple	Tandem		
	Factor Eq. De carga	0.623	2.080		2.703
Camiones 5 Ejes (semi remolque) T2S3	T	7	11	25	
	lb	16000	25000	56000	
	Eje	Simple	Tandem	Tridem	
	Factor Eq. De carga	0.623	0.312	1.910	
Camiones 6 Ejes C3R3	T	7	18	11	18
	lb	16000	40000	25000	40000
	Eje	Simple	Tandem	Simple	Tandem
	Factor Eq. De carga	0.623	2.080	3.560	2.080

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

4.3.6. Factor de ajuste por presión de neumático (Fp)

Este factor hace referencia al efecto adicional de deterioro que generan los neumáticos al estar en contacto con los pavimentos. Para los pavimentos rígidos de acuerdo al MTC el factor de ajuste por presión es 1.

4.3.7. Factor de distribución direccional y de carril (Fd, Fc)

De acuerdo al MTC, se deben tomar los valores de factor de distribución direccional y de carril de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 11
Factor de distribución direccional y de carril.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)
1 calzada	1 sentido	1	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00
	2 sentidos	2	0.50	0.80
2 calzadas con separador central	2 sentidos	1	0.50	1.00
	2 sentidos	2	0.50	0.80
	2 sentidos	3	0.50	0.60
	2 sentidos	4	0.50	0.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

Para nuestro caso, el diseño está establecido para 1 calzada, de 1 sentido y 1 carril. En ese lineamiento, los valores de Factor de distribución direccional, y Factor carril serán 1.

4.3.8. Número de ejes equivalentes

Está definida por:

$$EE_{día-carril} = IMD_{pi} \times Fd \times Fc \times Fvpi \times Fp$$

Donde:

IMD_{pi} = Índice Medio Diario según tipo de vehículo (i).

Fd = Factor direccional.

Fc = Factor de carril de diseño.

$Fvpi$ = Factor vehículo para cada tipo seleccionado (i).

Fp = Factor de presión de neumáticos.

Tabla 12
Número de ejes equivalentes.

Tipo de vehículo	IMD_A	Fd	Fc	F_{vpi}	Fpi	$EE_{día-carril}$
Motos	8	1.00	1.00	0.004	1.00	0.032
Autos	6	1.00	1.00	0.004	1.00	0.024
Station Wagon	8	1.00	1.00	0.004	1.00	0.032
Pick up	7	1.00	1.00	0.004	1.00	0.028
Panel	0	1.00	1.00	0.004	1.00	0
Rural Combi	4	1.00	1.00	0.004	1.00	0.016
TOTAL						0.132

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior se obtiene un $EE_{día-carril}$ de 0.132.

4.3.9. EAL de diseño

De acuerdo al MTC, la determinación del EAL de diseño o el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn, está establecido por:

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2tn}} = \sum [EE_{día-carril} * Fca * 365]$$

Donde:

$EE_{día-carril}$ = Ejes equivalente por cada tipo de vehículo por día para el carril de diseño.

Fca = Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo.

365 = Número de días del año.

Σ = Sumatoria de ejes equivalentes.

Tabla 13
EAL de diseño.

Tipo de vehículo	$EE_{día-carril}$	Fca.	Días del año	Nº rep. de EE 8.2tn
------------------	-------------------	------	--------------	---------------------

Motos	0.032	21.1617	365	247.16866
Autos	0.024	21.1617	365	185.37649
Station Wagon	0.032	21.1617	365	247.16866
Pick up	0.028	21.1617	365	216.27257
Panel	0	21.1617	365	0
Rural Combi	0.016	21.1617	365	123.58433
TOTAL				1019.5707

Fuente: Elaboración propia.

Obteniéndose un total de repeticiones de EE de 1019.5707.

4.4. Objetivo específico 3: Efectuar el estudio de mecánica de suelos en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.

4.4.1. Análisis granulométrico

A lo largo del área de estudio, se realizaron 2 calicatas de donde se sacaron muestras de suelo, para posteriormente ser llevadas al laboratorio de mecánica de suelos para el análisis correspondiente, obteniendo la siguiente información:

Tabla 14

Calicatas realizadas.

Calicata	Profundidad (m)	Coordenadas (E – N)	Ubicación
C-01	1.50	262604.96 – 8941864.05	Vista Alegre
C-02	1.50	262696.29 – 8941972.15	Vista Alegre

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Tabla 15

Análisis granulométrico de C-01 por tamizado.

Masa inicial seca (gr)	4620.00				
Masa lavada y seca (gr)	3709.86				
Masa retenida 3" (gr)	0.00				
% que pasa N° 200	19.70				
Abertura de tamices	Retenido en cada tamiz	Porcentaje acumulado			
ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante

3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	1141.14	24.70	24.70	75.30
3/8"	9.500	540.54	11.70	36.40	63.60
Nº 4	4.750	623.70	13.50	49.90	50.10
Nº 8	2.360	240.24	5.20	55.10	44.90
Nº 16	1.180	267.96	5.80	60.90	39.10
Nº 30	0.600	277.20	6.00	66.90	33.10
Nº 50	0.300	235.62	5.10	72.00	28.00
Nº 100	0.150	207.90	4.50	76.50	23.50
Nº 200	0.075	175.56	3.80	80.30	19.70
< 200	0.000	910.14	19.70	100.00	0.00

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Tabla 16

Resumen del análisis granulométrico de C-01 por tamizado.

% Grava	49.90	% Gruesa	24.70
		% Fina	25.20
% Arena	30.40	% Gruesa	5.20
		% Media	11.80
		% Fina	13.40
% Finos	19.70		

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Tabla 17

Sistema de clasificación de suelos de C-01.

Sistema	Clasificación	Descripción
AASHTO	A – 2 – 4	Grava y arena arcillosa o limosa
SUCS	GC	Grava arcillosa con arena

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

4.4.2. Límites de consistencia

Tabla 18
Límites de consistencia.

Ensayo		Calicatas	
		C-01	C-02
Límite de consistencia	L.L. %	24.91%	22.96%
	L.P. %	17.80%	17.32%
	I.P. %	7.11%	5.64%

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

4.4.3. Contenido de humedad

Tabla 19
Contenido de humedad.

Ensayo		Calicatas	
		C-01	C-02
Contenido de Humedad	%	7.80	3.70

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

4.4.4. Peso específico de partículas sólidas

Tabla 20
Peso específico de partículas sólidas.

Ensayo		Calicatas	
		C-01	C-02
Peso específico de partículas sólidas	Gs	1.89	2.01

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

4.4.5. Capacidad de carga

Tabla 21
Capacidad de carga y asentamientos – cimentaciones.

Ensayo		Calicatas	
		C-01	C-02

Asentamiento máximo permisible	S _{max}	2.50	2.50
Capacidad admisible de diseño	Kg/cm ²	1.91	1.95

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

4.4.6. Ensayo de corte directo

Tabla 22

Ensayo de corte directo.

Ítem		Calicatas	
		C-01	C-02
Angulo de fricción interna del suelo	°	20.30	21.80
Cohesión aparente del suelo	Kg/cm ²	0.14	0.11

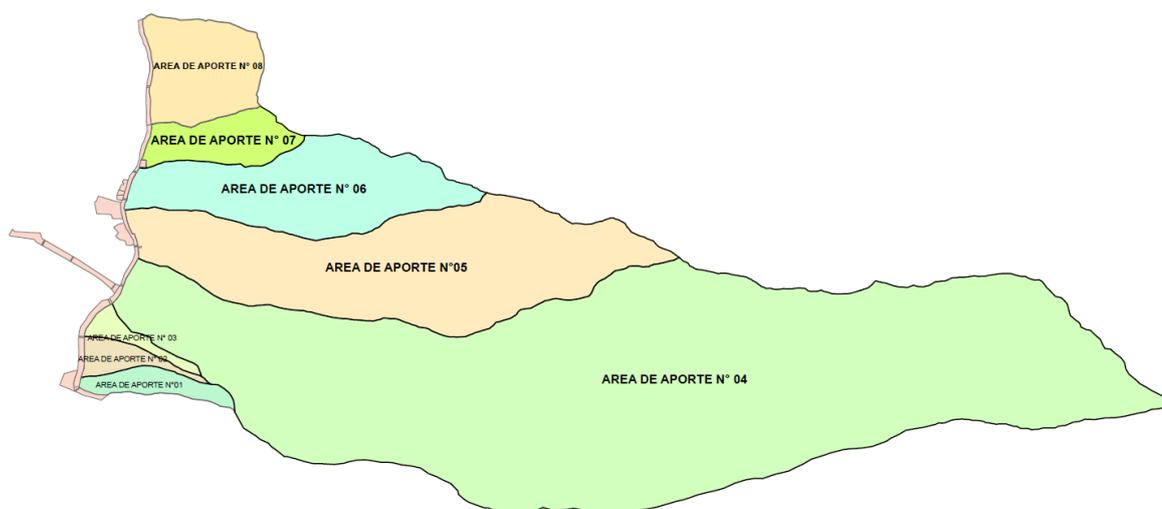
Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

4.5. Objetivo específico 4: Desarrollar el estudio hidrológico de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.

4.5.1. Área de aporte (A)

El tamaño del área de una cuenca influencia en el aporte de escorrentía, tanto directa como de flujo de base. En ese lineamiento, se han delimitado todas las áreas de aporte del Caserío de Vista de Alegre, tal y como se representa en la siguiente figura:

Figura 3
Áreas de aporte.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23
Área de aporte de la micro cuenca.

Área del aporte	Área (Km ²)
Área del aporte N° 01	0.00595
Área del aporte N° 02	0.004461
Área del aporte N° 03	0.003400
Área del aporte N° 04	0.295481
Área del aporte N° 05	0.082815
Área del aporte N° 06	0.040372
Área del aporte N° 07	0.012383
Área del aporte N° 08	0.020054

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Identificación de las estaciones pluviométricas

Los estudios hidrológicos por su propia complejidad requieren de análisis de cuantiosa información pluviométrica, con la finalidad de tomar decisiones óptimas en el diseño del sistema de drenaje pluvial. Para fines de la investigación se han identificado 3 estaciones pluviométricas, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 24
Ubicación de las estaciones pluviométricas.

Estación	Código	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Chavín	445	9.586028	77.175278	3210
Pomabamba	443	8.783333	77.4666667	3000
Sihuas	154111	8.546481	77.631639	2716

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

Tabla 25
Tipo de las estaciones pluviométricas.

Estación	Tipo 1	Tipo 2	Cuenca	Años
Chavín	Convencional	Climática	Intercuenca alto Marañón V	1991 – 2020
Pomabamba	Convencional	Climática	Intercuenca alto Marañón V	1991 – 2020
Sihuas	Convencional	Climática	Intercuenca alto Marañón V	1991 – 2020

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

4.5.3. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial máxima durante las 24 horas del día en la cuenca del aporte varía en función a la altitud. Esta información se detalla en las siguientes tablas con datos pluviométricos comprendidos entre los años 1991 y 2020.

Tabla 26

Precipitación máxima en 24 horas de la estación Chavín (mm).

Departamento: Ancash				Provincia: Huari				Distrito: Chavín de Huántar					
Latitud: -9.586028				Longitud: -77.175278				Altitud: 3210					
Tipo: EMA – Meteorológica				Código: 445				Servicio Nacional Meteorología e Hidrología					
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Octubre	Nov.	Dic.	Máximo
1988	10	15.7	10.2	16.2	13	3.7	5.6	9.4	26.6				26.6
1989			20	15	5.9	4.7	5.7	5.5	16.1	10	15.2	18.8	20
1990	23	17.9	12.5	22.1	5.1	0	0	0	15.9	13.8	17.6	13.6	23
1991	10.7	19.7	18.4	17.1	5.7	8.1	1.9	7.2	11.2	11.1	14.9	21.4	21.4
1992	13.4	19.9	22.5	13.1	10.1	15.5	7.7	0	11.2	26.3	11.9	19	26.3
1993	16.1	13.1	31.4	9.1	9.3	4.1	2.8	0	16	17	19.2	6.8	31.4
1994	16.1	17.7	13.8	9.8	0	2.8	2.4	14.4	3.7	9.8	14.4	21.1	21.1
1995	28.5	19.6	18.9	12.5	8.3	4.6	5	7.1	16.4	13.6	20.5	27.1	28.5
1996	20	29.6	18.9	16	6.9	9.5	0	0	19	15	21.5	12.7	29.6
1997	20	27.4	18.9	13.4	20.6	14.1	1	0	9.3	29.3	31.4	24.6	31.4
1998	16.6	19.8	17.5	35.4	8.9	2.4	0	8.8	11.1	11.6	12.3	10.1	35.4
1999	11.2	15.8	14.8	5.3	6	2.4	1.4	5.5	10.7	10.1	17.7	22.6	22.6
2000	24.9	18	14.1	12.8	4.6	1.9	0	3.7	4.3	9.3	27	10	27

2001	17.5	22.6	25.5	15.8	10.8	5.3	2.9	3.6	14	14.5	17	11.4	25.5
2002	14.6	14.5	20.7	12.4	7.7	3.2	5.7	12	5.8	4.8	14.4	12.8	20.7
2003	15.3	10	17	9.1	7.7	1.9	2.9	6.9	9.5	25.2	14.7	23.6	25.2
2004	16.3	16.2	21.8	16	8.4	0	11.4	2.6	9	14.2	11.7	19.3	21.8
2005	7.5	9.5	16.4	7	7	6.7	1	10	5.7	11.8	9.9	18.4	18.4
2006	7.0	17.9	8	4.4	6.7	6.6	5.2	2.9	7.8	10.3	19.7	12.3	19.7
2007	8.5	19.2	10.4	6.5	10.2	1.4	0.8	3.1	5.4	15.9	16.1	9.7	19.2
2008	8.7	13.4	13.7	13.6	4.6	27.9	3.7	3.1	10	11.6	22.2	13.2	27.9
2009	20.8	5.7	31.5	22.8	12.4	0.9	2.6	4.1	8.6	17.7	21.6	14.5	31.5
2010	15	13	11.7	14.3	5.8	8.5	1.7	3.8	7.5	17.8	11.3	12.3	17.8
2011	19.8	17.6	22.2	15.6	10.8	7.6	4.1	2.9	2.8	16.7	7.8	16.6	22.2
2012	13.9	22.2	11.9	7.8	13.1	2	7.5	1.6	10.8	15.4	12	14.2	22.2
2013	14.1	17	16.7	20	4.2	0	5	2.2	7.4	10.6	14	18.9	20
2014	14.2	24.8	17.8	17.6	8.6	4	0	4.3	8.8	9.3	11.7	14.1	24.8
2015	25.8	16.7	13.8	8.2	11	2.8	3.5	12.4	5.8	18.4	8.3	19.5	25.8
2016	19.9	20.6	15.6	18.2	13	1.3	1.1	0	11.7	20.7	13.6	13.2	20.7
2017	17.2	14.3	17.5	13.7	16.8	7.8	1.4	4.2	9	9.5	14.4	25.8	25.8
2018	6.4	30.5	13	22	5.3	4.2	2.3	2.9	12.8	20.9	12.5	14.4	30.5

2019	14.8	14	12.6	12.3	9.5	4	0.9	2.9	5	13.4	7.2	13.8	14.8
2020	21.2	13.2	14	10.4	9.4	5	2.8						21.2

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

Tabla 27
Precipitación promedio máximo en 24 horas (mm).

Departamento: Ancash				Provincia: Huari				Distrito: Chavín de Huántar				
Latitud: -9.586028				Longitud: -77.175278				Altitud: 3210				
Tipo: EMA – Meteorológica				Código: 445				Servicio Nacional Meteorología e Hidrología				
Promedio	15.91	17.72	17.08	14.11	8.71	5.3	3.03	4.6	10.28	14.7	15.6	16.32
Desv. Est.	5.57	5.45	5.43	6.11	3.94	5.46	2.65	3.88	5.03	5.5	5.43	5.18
Máximo	28.5	30.5	31.5	35.4	20.6	27.9	11.4	14.4	26.6	29.3	31.4	27.1
Mínimo	6.4	5.7	8	4.4	0	0	0	0	2.8	4.8	7.2	6.8
Nº Datos	32	32	33	33	33	33	33	32	32	31	31	31

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

Tabla 28
Precipitación total mensual (mm) de la estación Chavín, 1991 – 2020.

Estación: Chavín				Latitud: -9.58603				Departamento: Ancash				
------------------	--	--	--	-------------------	--	--	--	----------------------	--	--	--	--

Código: 445			Longitud: -77.1753					Provincia: Huari					
Cuenca: Intercuenca alto Maraón V				Altitud: 3210				Distrito: Chavín					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Promedio	96.88	102.76	126.67	73.27	28.68	10.4	5.67	9.47	31.16	71.69	73.31	91.08	
Máximo	170.9	239.2	195	139.6	83.8	48.1	29.5	36.4	70.1	145.4	159.7	184.3	
Mínimo	34.5	32.1	53.8	20.9	0	0	0	0	6.7	13.4	23.5	27.9	
Desviación	35.97	38.91	34.62	32.88	16.19	10.48	6.71	9.87	15.64	25.67	27.33	34.24	

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

Tabla 29
Precipitación total anual (mm) de la estación Chavín, 1991 – 2020.

Año	Total	Año	Total	Año	Total
1991	2646.80	2001	2933.50	2011	2897.80
1992	2795.40	2002	2660.60	2012	2688.80
1993	2668.30	2003	2719.20	2013	2760.40
1994	2502.30	2004	2680.00	2014	2729.20
1995	3109.50	2005	2565.80	2015	2700.90
1996	2859.20	2006	2553.90	2016	2743.60
1997	2833.80	2007	2513.20	2017	2789.70

1998	2755.70	2008	2812.60	2018	2562.40
1999	2637.90	2009	2665.30	2019	2764.00
2000	2675.00	2010	2742.30	2020	2769.53

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

Tabla 30

Precipitación total mensual (mm) de la estación Pomabamba, 1991 – 2020.

Estación: Pomabamba				Latitud: -8.78333				Departamento: Ancash					
Código: 443				Longitud: -77.4667				Provincia: Pomabamba					
Cuenca: Intercuenca alto Maraón V				Altitud: 3000				Distrito: Pomabamba					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Promedio	136.68	145.02	155.23	107.6	41.01	14.68	7.5	13.08	36.04	98.56	84.28	139.67	
Máximo	332.1	265.3	347.8	304.6	162.0	58.7	29.7	103.4	100.2	217.3	184.4	269.5	
Mínimo	32.50	30.00	43.3	37.4	2.100	0	0	0	0	6.600	0	0	
Desviación	62.53	61.93	62.45	60.21	38.02	13.25	8.21	20.91	23.95	50.66	46.78	68.22	

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

Tabla 31

Precipitación total anual (mm) de la estación Pomabamba, 1991 – 2020.

Año	Total	Año	Total	Año	Total
------------	--------------	------------	--------------	------------	--------------

1991	2741.44	2001	3155.10	2011	3134.30
1992	2446.20	2002	3051.20	2012	3042.10
1993	2316.60	2003	3284.48	2013	2777.90
1994	2334.79	2004	2997.59	2014	3105.00
1995	3849.91	2005	2925.90	2015	3112.50
1996	3485.06	2006	2821.40	2016	3129.30
1997	2883.80	2007	2695.50	2017	3191.00
1998	2948.00	2008	2885.00	2018	3135.80
1999	2833.80	2009	2830.90	2019	3245.10
2000	3155.90	2010	2921.50	2020	3048.21

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

Tabla 32
Precipitación total mensual (mm) de la estación Sihuas, 1991 – 2020.

Estación: Sihuas				Latitud: -8.54648				Departamento: Ancash					
Código: 154111				Longitud: -77.6316				Provincia: Huari					
Cuenca: Intercuenca alto Marañón V				Altitud: 2716				Distrito: Sihuas					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Octubre	Nov.	Dic.	Total
Promedio	136.33	151.29	210.23	111.66	38.16	15.79	9.52	17.79	43.82	109.57	108.39	146.96	

Máximo	353.4	462.50	657.40	197.80	147.60	68.10	41.10	75.10	189.6	247.50	258.00	420.40
Mínimo	7.30	49.50	76.20	13.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Desviación	80.44	103.73	114.60	47.91	33.68	19.03	13.02	20.55	41.05	58.87	57.53	90.87

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

Tabla 33

Precipitación total anual (mm) de la estación Sihuas, 1991 – 2020.

Año	Total	Año	Total	Año	Total
1991	3106.71	2001	2573.90	2011	2895.40
1992	3164.82	2002	3147.50	2012	2868.00
1993	2464.20	2003	2957.20	2013	3139.80
1994	4032.90	2004	2658.71	2014	2994.70
1995	3208.40	2005	2795.50	2015	3030.40
1996	2615.40	2006	2689.30	2016	3131.10
1997	3012.30	2007	3092.80	2017	2872.10
1998	3772.40	2008	3056.60	2018	3428.7
1999	3982.70	2009	3011.10	2019	3174.12
2000	3495.90	2010	3582.60	2020	3135.24

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

4.5.4. Análisis de los caudales máximos

Para su determinación se empleó la información de la precipitación máxima de 24 horas diarias de la estación Chavín en el periodo comprendido entre 1988 y 2020. El análisis de frecuencia fue realizado mediante funciones de distribución de probabilidades, entre las más aplicables se tiene: Prueba de datos dudosos histórica, Pruebas de bondad y ajuste y determinación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno, distribución normal, distribución Log-Normal 2, distribución Log-Normal 3, distribución Gumbel y distribución Log-Pearson III.

a. Prueba de datos dudosos histórica

Tabla 34
Prueba de datos dudosos histórica.

Nº	Año	PP (mm)	y = logx
1	1988	26.6	1.424882
2	1989	20.0	1.301030
3	1990	23.0	1.361728
4	1991	21.4	1.330414
5	1992	26.3	1.419956
6	1993	31.4	1.496930
7	1994	21.1	1.324282
8	1995	28.5	1.454845
9	1996	29.6	1.471292
10	1997	31.4	1.496930
11	1998	35.4	1.549003
12	1999	22.6	1.354108
13	2000	27.0	1.431364
14	2001	25.5	1.406540
15	2002	20.7	1.315970
16	2003	25.2	1.401401
17	2004	21.8	1.338456

18	2005	18.4	1.264818
19	2006	19.7	1.294466
20	2007	19.2	1.283301
21	2008	27.9	1.445604
22	2009	31.5	1.498311
23	2010	17.8	1.250420
24	2011	22.2	1.346353
25	2012	22.2	1.346353
26	2013	20.0	1.301030
27	2014	24.8	1.394452
28	2015	25.8	1.411620
29	2016	20.7	1.315970
30	2017	25.8	1.411620
31	2018	30.5	1.484300
32	2019	14.8	1.170262
33	2020	21.2	1.326336
N° de datos			33
Media (\bar{y})			1.38
Desv. Est. M. (Sy)			0.09
Coef. Asimet. (Cs)			-0.07905
Mínimo			14.8
Máximo			35.4

Fuente: Elaboración propia.

Asimetría de la estación

$$V(Cs) = 10^{A-B \text{Log}\left(\frac{n}{10}\right)}$$

Dónde:

$$A = -0.33 + 0.08|Cs| \text{ si } |Cs| \leq 0.90$$

$$A = -0.52 + 0.30|Cs| \text{ si } |Cs| > 0.90$$

$$B = 0.90 - 0.26|Cs| \text{ si } |Cs| \leq 1.50$$

$$A = 0.55 \text{ si } |Cs| > 1.50$$

De la tabla anterior se obtiene un coeficiente de asimetría de 0.08.

$$|Cs| = 0.08$$

Reemplazando este valor en A y B se obtiene:

$$A = -0.32$$

$$B = 0.92$$

Finalmente, la asimetría de la estación queda definido por la siguiente ecuación:

$$V(Cs) = 10^{-0.32-0.92 \text{ Log}\left(\frac{33}{10}\right)}$$

$$V(Cs) = 0.16$$

Prueba de datos dudosos

Primeramente, se determina el valor del umbral para datos dudosos altos, definida por la siguiente fórmula:

$$Y_H = \bar{y} + Kn * Sy$$

Donde:

\bar{y} = Media aritmética de los datos.

Sy = Desviación estándar de los datos.

Kn = Valor para la prueba de datos dudosos en función al tamaño de muestra (Tabla 35).

Tabla 35

Valor Kn para la prueba de datos dudosos.

n	Kn	n	Kn	n	Kn	n	Kn
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917

14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: U.S. Water Resources Council.

Reemplazando los valores en la ecuación se tiene:

$$Y_H = 1.38 + 2.604 * 0.09$$

$$Y_H = 1.61$$

Seguidamente se determinó la precipitación máxima aceptada:

$$pp = 10^{Y_H}$$

$$pp = 10^{1.61}$$

$$pp = 40.74 \text{ mm}$$

Posteriormente, determinamos el umbral para dados dudosos altos:

$$Y_L = \bar{y} - Kn * Sy$$

$$Y_L = 1.38 - 2.604 * 0.09$$

$$Y_L = 1.15$$

Finalmente, se determinó la precipitación mínima aceptada:

$$pp = 10^{Y_L}$$

$$pp = 10^{1.15}$$

$$pp = 13.98 \text{ mm}$$

Tabla 36
Comprobación de la prueba de datos dudosos.

	PP (mm) observado	PP (mm) aceptable	Condición	Conclusión
Max	35.40	40.74	PP aceptable \geq PP observado	Ok
Min	14.80	13.98	PP aceptable \leq PP observado	Ok

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que no existen datos dudosos.

b. Distribución normal

La distribución normal en algunos casos no se ajusta a los datos hidrológicos, sin embargo, tiene amplia aplicación en los datos transformados que siguen una distribución normal.

La función densidad está definida por:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{para } -\infty \leq x \leq \infty$$

Depende de dos parámetros, la media μ , y la varianza de la distribución σ^2 . La estimación de parámetros está dada por:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

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

Con respecto al factor frecuencia, si se trabaja con los X sin transformar el K, la función está dada por:

$$K_T = \frac{X_T - \mu}{\sigma}$$

Finalmente, los límites de confianza están dadas por:

$$X_{Tr} \pm t_{(1-\alpha)} S_e$$

Dónde:

α = Nivel de probabilidad.

$t_{(1-\alpha)}$ = Cuantil de la distribución normal.

S_e = Error estándar.

Tabla 37

Cálculo de las magnitudes de eventos por el método de distribución normal.

Nº	PP (mm) Max. 24h.	Función teórica $P(X \geq x_m)$	f(x)= Función densidad probabilidad	F(x)= Función acumulada de distribución	Delta
1	14.8	0.029	0.0116	0.023	0.0060
2	17.8	0.059	0.0116	0.023	0.0354
3	18.4	0.088	0.0394	0.109	0.0211
4	19.2	0.118	0.0478	0.144	0.0265
5	19.7	0.147	0.0532	0.169	0.0224
6	20	0.176	0.0564	0.186	0.0094
7	20	0.206	0.0564	0.186	0.0200
8	20.7	0.235	0.0636	0.228	0.0074
9	20.7	0.265	0.0636	0.228	0.0368
10	21.1	0.294	0.0675	0.254	0.0400
11	21.2	0.324	0.0684	0.261	0.0626
12	21.4	0.353	0.0702	0.275	0.0782
13	21.8	0.382	0.0736	0.304	0.0788
14	22.2	0.412	0.0766	0.334	0.0782
15	22.2	0.441	0.0766	0.334	0.1076
16	22.6	0.471	0.0791	0.365	0.1059
17	23	0.500	0.0812	0.397	0.1032

18	24.8	0.529	0.0834	0.547	0.0173
19	25.2	0.559	0.0823	0.580	0.0211
20	25.5	0.588	0.0811	0.604	0.0162
21	25.8	0.618	0.0796	0.629	0.0109
22	25.8	0.647	0.0796	0.629	0.0185
23	26.3	0.676	0.0765	0.668	0.0089
24	26.6	0.706	0.0743	0.690	0.0157
25	27	0.735	0.0710	0.719	0.0160
26	27.9	0.765	0.0624	0.779	0.0147
27	28.5	0.794	0.0562	0.815	0.0209
28	29.6	0.824	0.0445	0.870	0.0468
29	30.5	0.853	0.0353	0.906	0.0532
30	31.4	0.882	0.0270	0.934	0.0518
31	31.4	0.912	0.0270	0.934	0.0223
32	31.5	0.941	0.0261	0.937	0.0044
33	35.4	0.971	0.0053	0.991	0.0200
Nº de datos			33		
Media			24.24	Ajuste	0.11
Des. Est. M. (Sx)			4.75		

Fuente: Elaboración propia.

c. Distribución Log-Normal de 2 parámetros

La función densidad de probabilidad de la distribución Log-Normal está dada por:

$$f(x; \mu; \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln(x)-\mu)^2/2\sigma^2} \quad \text{para } x > 0$$

El valor esperado está dado por:

$$E(X) = (e^{\sigma^2} - 1)e^{2\mu + \sigma^2}$$

Tabla 38
Cálculo de las magnitudes de eventos por el método distribución log normal 2.

Nº	X= PP (mm) Max. 24h.	Y= log(X)	Función teórica $P(X \geq x_m)$	f(y)= Función densidad	F(y)= Función acumulada	Delta
1	14.8	1.170	0.029	0.252	0.0078	0.0216
2	17.8	1.250	0.059	1.570	0.0698	0.0110
3	18.4	1.265	0.088	1.986	0.0953	0.0071
4	19.2	1.283	0.118	2.575	0.1374	0.0198
5	19.7	1.294	0.147	2.945	0.1682	0.0212
6	20	1.301	0.176	3.162	0.1883	0.0118
7	20	1.301	0.206	3.162	0.1883	0.0176
8	20.7	1.316	0.235	3.635	0.2391	0.0038
9	20.7	1.316	0.265	3.635	0.2391	0.0256
10	21.1	1.324	0.294	3.877	0.2703	0.0238
11	21.2	1.326	0.324	3.933	0.2784	0.0452
12	21.4	1.330	0.353	4.041	0.2946	0.0583
13	21.8	1.338	0.382	4.233	0.3279	0.0545
14	22.2	1.346	0.412	4.392	0.3620	0.0498
15	22.2	1.346	0.441	4.392	0.3620	0.0792
16	22.6	1.354	0.471	4.517	0.3965	0.0741
17	23	1.362	0.500	4.605	0.4313	0.0687
18	24.8	1.394	0.529	4.572	0.5833	0.0539
19	25.2	1.401	0.559	4.480	0.6148	0.0560
20	25.5	1.407	0.588	4.394	0.6376	0.0494
21	25.8	1.412	0.618	4.295	0.6597	0.0420

22	25.8	1.412	0.647	4.295	0.6597	0.0126
23	26.3	1.420	0.676	4.106	0.6947	0.0182
24	26.6	1.425	0.706	3.981	0.7146	0.0088
25	27	1.431	0.735	3.802	0.7399	0.0046
26	27.9	1.446	0.765	3.368	0.7910	0.0263
27	28.5	1.455	0.794	3.067	0.8207	0.0266
28	29.6	1.471	0.824	2.522	0.8667	0.0431
29	30.5	1.484	0.853	2.105	0.8967	0.0438
30	31.4	1.497	0.882	1.727	0.9209	0.0386
31	31.4	1.497	0.912	1.727	0.9209	0.0091
32	31.5	1.498	0.941	1.688	0.9233	0.0179
33	35.4	1.549	0.971	0.606	0.9784	0.0078
Nº de datos				33		
Media				1.376	Ajuste	0.08
Des. Est. M. (Sx)				0.085		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39
Cálculo de las magnitudes de eventos por el método distribución log normal III.

Nº	X= PP (mm) Max. 24h.	Y= log(X)	Función teórica $P(X \geq x_m)$	f(y)= Función densidad	F(y)= Función acumulada	Delta
1	14.8	2.773	0.029	0.122	0.00839	0.0210
2	17.8	2.945	0.059	0.723	0.07049	0.0117
3	18.4	2.976	0.088	0.910	0.09581	0.0076
4	19.2	3.016	0.118	1.177	0.13747	0.0198
5	19.7	3.040	0.147	1.344	0.16797	0.0209
6	20	3.054	0.176	1.442	0.18782	0.0114
7	20	3.054	0.206	1.442	0.18782	0.0181

8	20.7	3.087	0.235	1.657	0.23819	0.0029
9	20.7	3.087	0.265	1.657	0.23819	0.0265
10	21.1	3.105	0.294	1.767	0.26919	0.0249
11	21.2	3.109	0.324	1.793	0.27715	0.0464
12	21.4	3.118	0.353	1.842	0.29330	0.0596
13	21.8	3.136	0.382	1.930	0.32640	0.0560
14	22.2	3.153	0.412	2.003	0.36031	0.0515
15	22.2	3.153	0.441	2.003	0.36031	0.0809
16	22.6	3.170	0.471	2.061	0.39476	0.0758
17	23	3.187	0.500	2.102	0.42946	0.0705
18	24.8	3.258	0.529	2.091	0.58167	0.0523
19	25.2	3.274	0.559	2.049	0.61328	0.0545
20	25.5	3.285	0.588	2.010	0.63621	0.0480
21	25.8	3.296	0.618	1.965	0.65841	0.0408
22	25.8	3.296	0.647	1.965	0.65841	0.0114
23	26.3	3.315	0.676	1.879	0.69369	0.0172
24	26.6	3.325	0.706	1.821	0.71376	0.0079
25	27	3.340	0.735	1.739	0.73919	0.0039
26	27.9	3.371	0.765	1.540	0.79073	0.0260
27	28.5	3.391	0.794	1.401	0.82074	0.0266
28	29.6	3.428	0.824	1.150	0.86710	0.0436
29	30.5	3.457	0.853	0.957	0.89741	0.0445
30	31.4	3.485	0.882	0.783	0.92172	0.0394
31	31.4	3.485	0.912	0.783	0.92172	0.0100
32	31.5	3.488	0.941	0.765	0.92409	0.0171
33	35.4	3.600	0.971	0.269	0.97913	0.0085
Nº de datos				33		
Media				3.220	Ajuste	0.08
Des. Est. M.				0.187		

Mediana	23.000
X₀	-1.209524

Fuente: Elaboración propia.

d. Distribución de Gumbel o Extrema tipo I

La función densidad está dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} 10^{\left[\frac{-x-\beta}{\alpha} - e^{\left(\frac{-x-\beta}{\alpha} \right)} \right]}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\beta = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

Dónde:

s = Desviación estándar.

α = Media.

El factor de frecuencia para la distribución de Gumbel está dado por:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \right\}$$

Dónde:

T_r = Periodo de retorno.

En este caso el periodo de retorno es igual a la media de los caudales máximos.

Los límites de confianza están dados por:

$$Xt \pm t(1 - \alpha)S_e$$

$$S_e = \frac{\delta \cdot s}{\sqrt{n}}$$

$$\delta = [1 + 1.1396K_T + 1.1K_T^2]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

K_T = Factor de frecuencia.

$t(1 - \alpha)$ = Variable normal estandarizada para una probabilidad de no excedencia de $(1 - \alpha)$.

Tabla 40
Cálculo de las magnitudes de eventos por el método distribución de Gumbel.

Nº	PP (mm) = x	P (x)	Z	Función densidad	F(Z) acumulada	Delta
1	14.8	0.029	-1.973	0.033	0.00075	0.029
2	17.8	0.059	-1.163	0.062	0.04083	0.018
3	18.4	0.088	-1.001	0.069	0.06588	0.022
4	19.2	0.118	-0.785	0.078	0.11176	0.006
5	19.7	0.147	-0.650	0.084	0.14740	0.000
6	20	0.176	-0.568	0.087	0.17108	0.005
7	20	0.206	-0.568	0.087	0.17108	0.035
8	20.7	0.235	-0.379	0.093	0.23189	0.003
9	20.7	0.265	-0.379	0.093	0.23189	0.033
10	21.1	0.294	-0.271	0.096	0.26932	0.025
11	21.2	0.324	-0.244	0.097	0.27891	0.045
12	21.4	0.353	-0.190	0.098	0.29827	0.055
13	21.8	0.382	-0.082	0.099	0.33760	0.045
14	22.2	0.412	0.026	0.099	0.37731	0.034
15	22.2	0.441	0.026	0.099	0.37731	0.064
16	22.6	0.471	0.134	0.098	0.41691	0.054
17	23	0.500	0.242	0.096	0.45598	0.044
18	24.8	0.529	0.728	0.071	0.61694	0.088
19	25.2	0.559	0.836	0.062	0.64822	0.089
20	25.5	0.588	0.917	0.055	0.67046	0.082

21	25.8	0.618	0.998	0.049	0.69165	0.074
22	25.8	0.647	0.998	0.049	0.69165	0.045
23	26.3	0.676	1.133	0.038	0.72462	0.048
24	26.6	0.706	1.214	0.031	0.74301	0.037
25	27	0.735	1.322	0.024	0.76596	0.031
26	27.9	0.765	1.565	0.011	0.81131	0.047
27	28.5	0.794	1.727	0.005	0.83709	0.043
28	29.6	0.824	2.024	0.001	0.87624	0.053
29	30.5	0.853	2.267	0.000	0.90157	0.049
30	31.4	0.882	2.510	0.000	0.92196	0.040
31	31.4	0.912	2.510	0.000	0.92196	0.010
32	31.5	0.941	2.537	0.000	0.92396	0.017
33	35.4	0.971	3.590	0.000	0.97279	0.002
Nº de datos				33		
Media				24.24		
Des. Est. M.				4.75	Ajuste	0.09
□				3.70		
μ				22.11		

Fuente: Elaboración propia.

e. Pruebas de bondad y ajuste

Se hizo uso del método Kolmogorov-Smirnov (K-S), ya que, este método es usado si no están verificados los parámetros de una distribución previa trabajándose con distribuciones acumuladas. Cabe indicar que en este caso se determina la máxima desviación entre la posición de grafica experimental (P_{xi}) y la distribución acumulada teórica ($F(x)$).

Tabla 41
Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov.

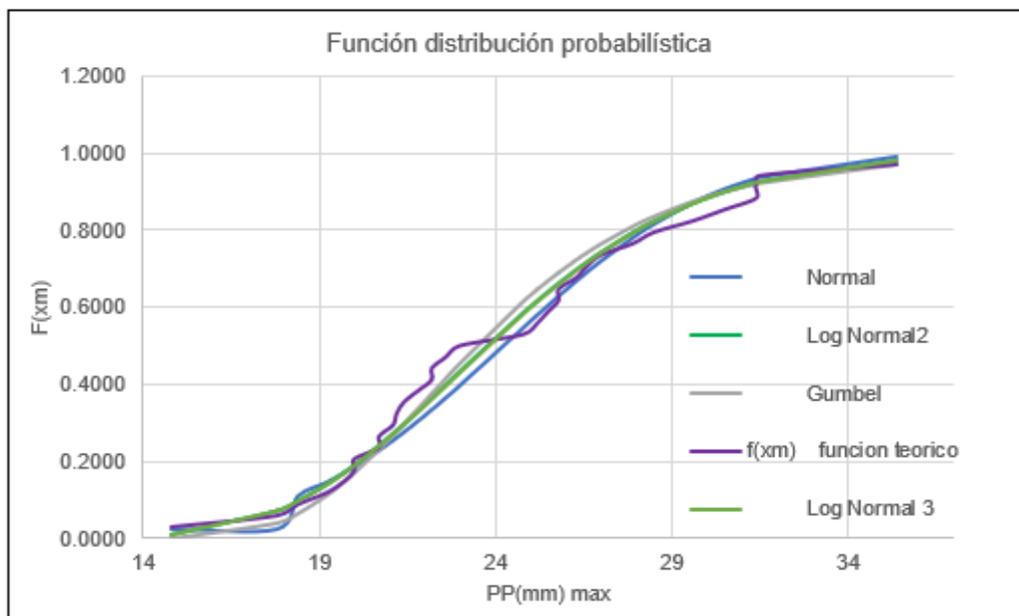
Nº	X_m	F(xm) Función teórica	Normal		Log-Normal 2		Log-Normal 3		Gumbel	
			F(xm) acumulada	$ f_0(X_m)$ $- F(X_m) $						
1	14.8	0.029	0.0234	0.0060	0.0078	0.0216	0.0084	0.0210	0.0008	0.0287
2	17.8	0.059	0.0234	0.0354	0.0698	0.0110	0.0705	0.0117	0.0408	0.0180
3	18.4	0.088	0.1093	0.0211	0.0953	0.0071	0.0958	0.0076	0.0659	0.0224
4	19.2	0.118	0.1442	0.0265	0.1374	0.0198	0.1375	0.0198	0.1118	0.0059
5	19.7	0.147	0.1694	0.0224	0.1682	0.0212	0.1680	0.0209	0.1474	0.0003
6	20	0.176	0.1859	0.0094	0.1883	0.0118	0.1878	0.0114	0.1711	0.0054
7	20	0.206	0.1859	0.0200	0.1883	0.0176	0.1878	0.0181	0.1711	0.0348
8	20.7	0.235	0.2279	0.0074	0.2391	0.0038	0.2382	0.0029	0.2319	0.0034
9	20.7	0.265	0.2279	0.0368	0.2391	0.0256	0.2382	0.0265	0.2319	0.0328
10	21.1	0.294	0.2541	0.0400	0.2703	0.0238	0.2692	0.0249	0.2693	0.0248
11	21.2	0.324	0.2609	0.0626	0.2784	0.0452	0.2771	0.0464	0.2789	0.0446
12	21.4	0.353	0.2748	0.0782	0.2946	0.0583	0.2933	0.0596	0.2983	0.0547
13	21.8	0.382	0.3035	0.0788	0.3279	0.0545	0.3264	0.0560	0.3376	0.0447
14	22.2	0.412	0.3336	0.0782	0.3620	0.0498	0.3603	0.0515	0.3773	0.0345

15	22.2	0.441	0.3336	0.1076	0.3620	0.0792	0.3603	0.0809	0.3773	0.0639
16	22.6	0.471	0.3647	0.1059	0.3965	0.0741	0.3948	0.0758	0.4169	0.0537
17	23	0.500	0.3968	0.1032	0.4313	0.0687	0.4295	0.0705	0.4560	0.0440
18	24.8	0.529	0.5467	0.0173	0.5833	0.0539	0.5817	0.0523	0.6169	0.0875
19	25.2	0.559	0.5799	0.0211	0.6148	0.0560	0.6133	0.0545	0.6482	0.0894
20	25.5	0.588	0.6044	0.0162	0.6376	0.0494	0.6362	0.0480	0.6705	0.0822
21	25.8	0.618	0.6285	0.0109	0.6597	0.0420	0.6584	0.0408	0.6916	0.0740
22	25.8	0.647	0.6285	0.0185	0.6597	0.0126	0.6584	0.0114	0.6916	0.0446
23	26.3	0.676	0.6676	0.0089	0.6947	0.0182	0.6937	0.0172	0.7246	0.0481
24	26.6	0.706	0.6902	0.0157	0.7146	0.0088	0.7138	0.0079	0.7430	0.0371
25	27	0.735	0.7193	0.0160	0.7399	0.0046	0.7392	0.0039	0.7660	0.0307
26	27.9	0.765	0.7794	0.0147	0.7910	0.0263	0.7907	0.0260	0.8113	0.0466
27	28.5	0.794	0.8150	0.0209	0.8207	0.0266	0.8207	0.0266	0.8371	0.0430
28	29.6	0.824	0.8704	0.0468	0.8667	0.0431	0.8671	0.0436	0.8762	0.0527
29	30.5	0.853	0.9062	0.0532	0.8967	0.0438	0.8974	0.0445	0.9016	0.0486
30	31.4	0.882	0.9341	0.0518	0.9209	0.0386	0.9217	0.0394	0.9220	0.0396
31	31.4	0.912	0.9341	0.0223	0.9209	0.0091	0.9217	0.0100	0.9220	0.0102
32	31.5	0.941	0.9368	0.0044	0.9233	0.0179	0.9241	0.0171	0.9240	0.0172

33	35.4	0.971	0.9906	0.0200	0.9784	0.0078	0.9791	0.0085	0.9728	0.0022
Nº de datos	33		V_{max}	0.1076		0.0792		0.0809		0.0894
Nivel sig.	0.05		$V_{critico}$ > V_{max}	Si se ajusta		Si se ajusta		Si se ajusta		Si se ajusta
$V_{critico}$	0.231	Mejor ajuste		4		1		2		3

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4
Función distribución probabilística.



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico anterior se concluye que se ajusta mejor el modelo Log-Normal de 2 parámetros para ello se determinarán los parámetros de intensidad.

f. Análisis de la precipitación máxima en 24 horas

Ante la escasez de información acerca de la intensidad de lluvia, y la relación frecuencia-intensidad-duración, se tomaron en cuenta las precipitaciones diarias. Para fines de la investigación se optó por el análisis de la serie de los años normal.

T = Periodo de retorno en años.

P = Probabilidad de ocurrencia.

$$X_T = \mu + K_T \sigma$$

μ = Media.

σ = Desviación estándar.

$$P_{MAX} = 10^{X_T}$$

$$P_{MAX} \text{ corregido} = P_{MAX} * Fc$$

Fc = Factor de corrección.

Tabla 42
Precipitaciones máximas anuales en 24 horas.

T (años)	P(x)	Método de distribución Log-Normal 2				P_{MAX} mm	P_{MAX} corregido mm
		ω	K_T	X_T	10^{X_T}		
2	0.500	1.177	0.000	1.376495300	23.80	23.80	26.89
3	0.333	1.482	0.430	1.413217069	25.90	25.90	29.26
5	0.200	1.794	0.841	1.44830652	28.07	28.07	31.72
10	0.100	2.146	1.282	1.485880014	30.61	30.61	34.59
20	0.050	2.448	1.645	1.516900186	32.88	32.88	37.15
25	0.040	2.537	1.751	1.525934875	33.57	33.57	37.93
50	0.020	2.797	2.054	1.551802925	35.63	35.63	40.26

100	0.010	3.035	2.327	1.575066751	37.59	37.59	42.48
200	0.005	3.255	2.576	1.596355262	39.48	39.48	44.61
300	0.003	3.378	2.713	1.608063867	40.56	40.56	45.83
500	0.002	3.526	2.879	1.622151451	41.89	41.89	47.34
1000	0.001	3.717	3.091	1.640245233	43.68	43.68	49.35
Promedio				1.38			
Desviación estándar				0.09			
K=Cs/6				-0.01			
Factor de corrección				1.13			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

Lluvia máxima para una duración de 24 horas máxima.

P. Retorno	Precipitación Max. 24h.	Duración (minutos)					
		20	30	60	120	180	240
2	26.89	9.2	10.2	12.1	14.4	16.0	17.2
3	29.26	10.0	11.1	13.2	15.7	17.4	18.7
5	31.72	10.9	12.1	14.3	17.0	18.9	20.3
10	34.59	11.9	13.1	15.6	18.6	20.6	22.1
20	37.15	12.8	14.1	16.8	20.0	22.1	23.7
25	37.93	13.0	14.4	17.1	20.4	22.6	24.2
50	40.26	13.8	15.3	18.2	21.6	23.9	25.7
100	42.48	14.6	16.1	19.2	22.8	25.3	27.1
200	44.61	15.3	16.9	20.2	24.0	26.5	28.5
300	45.83	15.7	17.4	20.7	24.6	27.3	29.3
500	47.34	16.3	18.0	21.4	25.4	28.1	30.2
1000	49.35	16.9	18.8	22.3	26.5	29.3	31.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44
Intensidad máxima en mm/hr.

TR años	Duración (minutos)					
	20	30	60	120	180	240
2	27.69	20.43	12.15	7.22	5.33	4.30
3	30.14	22.23	13.22	7.86	5.80	4.67
5	32.67	24.10	14.33	8.52	6.29	5.07
10	35.62	26.28	15.63	9.29	6.86	5.53
20	38.26	28.23	16.79	9.98	7.36	5.93
25	39.07	28.82	17.14	10.19	7.52	6.06
50	41.46	30.59	18.19	10.82	7.98	6.43
100	43.75	32.27	19.19	11.41	8.42	6.78
200	45.94	33.90	20.15	11.98	8.84	7.13
300	47.20	34.82	20.71	12.31	9.08	7.32
500	48.75	35.97	21.39	12.72	9.38	7.56
1000	50.83	37.50	22.30	13.26	9.78	7.88

Fuente: Elaboración propia.

La intensidad máxima para un periodo de retorno y una duración menor a 24 horas está dada por:

$$I = \frac{K * T^a}{t^b}$$

Donde:

I = Intensidad máxima.

T = Periodo de retorno (años).

t = Duración de lluvia (minutos).

K, a, b = Son parámetros de la correlación potencial múltiple.

Los valores de K, a, b están dados por:

$$K = 10^{a_0}$$

$$a = a_1$$

$$b = a_2$$

Los valores de a_0, a_1, a_2 están dadas por la siguiente matriz:

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_{1i} & \sum X_{2i} \\ \sum X_{1i} & \sum X_{1i}^2 & \sum X_{1i}X_{2i} \\ \sum X_{2i} & \sum X_{1i}X_{2i} & \sum X_{2i}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_{1i}Y_i \\ \sum X_{2i}Y_i \end{bmatrix}$$

Dónde:

n = Cantidad total de periodos de retorno.

X_1 = Log (Periodo de retorno).

X_2 = Log (D)

D = Duración de la lluvia en minutos.

Y = Log (Intensidad de lluvia).

Para calcular los componentes y desarrollar la matriz, se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 45

Parámetros de correlación potencial múltiple K , a , b .

D(min)	P. retorno	Intensidad	X_2 = $\text{Log}(D)$	X_1 = $\text{Log}(P.R.)$	Y = $\text{Log}(Int.)$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$	$X_1 * Y$	$X_2 * Y$
20	2	27.7	1.30	0.30	1.44	0.091	1.69	0.39	0.43	1.88
30	2	20.4	1.48	0.30	1.31	0.091	2.18	0.44	0.39	1.94
60	2	12.1	1.78	0.30	1.08	0.091	3.16	0.54	0.33	1.93
120	2	7.2	2.08	0.30	0.86	0.091	4.32	0.63	0.26	1.79
180	2	5.3	2.26	0.30	0.73	0.091	5.09	0.68	0.22	1.64
240	2	4.3	2.38	0.30	0.63	0.091	5.67	0.72	0.19	1.51
20	3	30.1	1.30	0.48	1.48	0.228	1.69	0.62	0.71	1.92
30	3	22.2	1.48	0.48	1.35	0.228	2.18	0.70	0.64	1.99
60	3	13.2	1.78	0.48	1.12	0.228	3.16	0.85	0.53	1.99
120	3	7.9	2.08	0.48	0.90	0.228	4.32	0.99	0.43	1.86
180	3	5.8	2.26	0.48	0.76	0.228	5.09	1.08	0.36	1.72
240	3	4.7	2.38	0.48	0.67	0.228	5.67	1.14	0.32	1.59
20	5	32.7	1.30	0.70	1.51	0.489	1.69	0.91	1.06	1.97
30	5	24.1	1.48	0.70	1.38	0.489	2.18	1.03	0.97	2.04
60	5	14.3	1.78	0.70	1.16	0.489	3.16	1.24	0.81	2.06

120	5	8.5	2.08	0.70	0.93	0.489	4.32	1.45	0.65	1.93
180	5	6.3	2.26	0.70	0.80	0.489	5.09	1.58	0.56	1.80
240	5	5.1	2.38	0.70	0.70	0.489	5.67	1.66	0.49	1.68
20	10	35.6	1.30	1.00	1.55	1.000	1.69	1.30	1.55	2.02
30	10	26.3	1.48	1.00	1.42	1.000	2.18	1.48	1.42	2.10
60	10	15.6	1.78	1.00	1.19	1.000	3.16	1.78	1.19	2.12
120	10	9.3	2.08	1.00	0.97	1.000	4.32	2.08	0.97	2.01
180	10	6.9	2.26	1.00	0.84	1.000	5.09	2.26	0.84	1.89
240	10	5.5	2.38	1.00	0.74	1.000	5.67	2.38	0.74	1.77
20	20	38.3	1.30	1.30	1.58	1.693	1.69	1.69	2.06	2.06
30	20	28.2	1.48	1.30	1.45	1.693	2.18	1.92	1.89	2.14
60	20	16.8	1.78	1.30	1.22	1.693	3.16	2.31	1.59	2.18
120	20	10.0	2.08	1.30	1.00	1.693	4.32	2.71	1.30	2.08
180	20	7.4	2.26	1.30	0.87	1.693	5.09	2.93	1.13	1.96
240	20	5.9	2.38	1.30	0.77	1.693	5.67	3.10	1.01	1.84
20	25	39.1	1.30	1.40	1.59	1.954	1.69	1.82	2.23	2.07
30	25	28.8	1.48	1.40	1.46	1.954	2.18	2.06	2.04	2.16
60	25	17.1	1.78	1.40	1.23	1.954	3.16	2.49	1.73	2.19

120	25	10.2	2.08	1.40	1.01	1.954	4.32	2.91	1.41	2.10
180	25	7.5	2.26	1.40	0.88	1.954	5.09	3.15	1.22	1.98
240	25	6.1	2.38	1.40	0.78	1.954	5.67	3.33	1.09	1.86
20	50	41.5	1.30	1.70	1.62	2.886	1.69	2.21	2.75	2.10
30	50	30.6	1.48	1.70	1.49	2.886	2.18	2.51	2.52	2.19
60	50	18.2	1.78	1.70	1.26	2.886	3.16	3.02	2.14	2.24
120	50	10.8	2.08	1.70	1.03	2.886	4.32	3.53	1.76	2.15
180	50	8.0	2.26	1.70	0.90	2.886	5.09	3.83	1.53	2.03
240	50	6.4	2.38	1.70	0.81	2.886	5.67	4.04	1.37	1.92
20	100	43.7	1.30	2.00	1.64	4.000	1.69	2.60	3.28	2.13
30	100	32.3	1.48	2.00	1.51	4.000	2.18	2.95	3.02	2.23
60	100	19.2	1.78	2.00	1.28	4.000	3.16	3.56	2.57	2.28
120	100	11.4	2.08	2.00	1.06	4.000	4.32	4.16	2.11	2.20
180	100	8.4	2.26	2.00	0.93	4.000	5.09	4.51	1.85	2.09
240	100	6.8	2.38	2.00	0.83	4.000	5.67	4.76	1.66	1.98
20	200	45.9	1.30	2.30	1.66	5.295	1.69	2.99	3.82	2.16
30	200	33.9	1.48	2.30	1.53	5.295	2.18	3.40	3.52	2.26
60	200	20.2	1.78	2.30	1.30	5.295	3.16	4.09	3.00	2.32

120	200	12.0	2.08	2.30	1.08	5.295	4.32	4.78	2.48	2.24
180	200	8.8	2.26	2.30	0.95	5.295	5.09	5.19	2.18	2.13
240	200	7.1	2.38	2.30	0.85	5.295	5.67	5.48	1.96	2.03
20	300	47.2	1.30	2.48	1.67	6.136	1.69	3.22	4.15	2.18
30	300	34.8	1.48	2.48	1.54	6.136	2.18	3.66	3.82	2.28
60	300	20.7	1.78	2.48	1.32	6.136	3.16	4.40	3.26	2.34
120	300	12.3	2.08	2.48	1.09	6.136	4.32	5.15	2.70	2.27
180	300	9.1	2.26	2.48	0.96	6.136	5.09	5.59	2.37	2.16
240	300	7.3	2.38	2.48	0.86	6.136	5.67	5.90	2.14	2.06
20	500	48.8	1.30	2.70	1.69	7.284	1.69	3.51	4.56	2.20
30	500	36.0	1.48	2.70	1.56	7.284	2.18	3.99	4.20	2.30
60	500	21.4	1.78	2.70	1.33	7.284	3.16	4.80	3.59	2.37
120	500	12.7	2.08	2.70	1.10	7.284	4.32	5.61	2.98	2.30
180	500	9.4	2.26	2.70	0.97	7.284	5.09	6.09	2.62	2.19
240	500	7.6	2.38	2.70	0.88	7.284	5.67	6.42	2.37	2.09
20	1000	50.8	1.30	3.00	1.71	9.000	1.69	3.90	5.12	2.22
30	1000	37.5	1.48	3.00	1.57	9.000	2.18	4.43	4.72	2.33
60	1000	22.3	1.78	3.00	1.35	9.000	3.16	5.33	4.04	2.40

120	1000	13.3	2.08	3.00	1.12	9.000	4.32	6.24	3.37	2.33
180	1000	9.8	2.26	3.00	0.99	9.000	5.09	6.77	2.97	2.23
240	1000	7.9	2.38	3.00	0.90	9.000	5.67	7.14	2.69	2.13
Σ	n= 72		135.25	116.11	83.72	240.33	265.33	218.12	139.97	148.82

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se tiene:

$$\begin{bmatrix} n & 116.11 & 135.25 \\ 116.11 & 240.33 & 218.12 \\ 135.25 & 218.12 & 265.33 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 83.72 \\ 139.97 \\ 148.82 \end{bmatrix}$$

Desarrollando la matriz se obtiene:

$$a_0 = 2.42107568$$

$$a_1 = 0.09338379$$

$$a_2 = 0.75$$

Finalmente, los valores de los parámetros K , a , b para el diseño son:

$$K = 10^{2.4210}$$

$$K = 263.68$$

$$a = 0.093$$

$$b = 0.75$$

4.6. Objetivo General: Diseñar el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el mejoramiento de la trocha carrozable en la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.

4.6.1. Diseño del pavimento rígido

El método AASHTO 93 sigue un proceso iterativo donde se asumen los valores de los espesores de una losa de concreto, hasta que la ecuación dada por este método llegue al equilibrio. Dicha ecuación se encuentra definida de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \log_{10}(W_{82}) = & Z_R S_O + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} \\ & + (4.22 - 0.32P_t) \times \log_{10} \left[\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)} \right] \end{aligned}$$

Dónde:

W_{82} = Número de ejes equivalente de 8.2tn.

Z_R = Desviación normal estándar.

S_O = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D = Espesor del pavimento de concreto (mm).

ΔPSI = Diferencia entre índice servicial inicial y final.

P_t = Índice de serviciabilidad o servicio final.

M_r = Resistencia media del concreto (Mpa) a flexo tracción a los 28 días.

C_{dx} = Coeficiente de drenaje.

J = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

E_c = Módulo de elasticidad de concreto (Mpa).

k = Módulo de reacción (Mpa/m) de la base, subbase o subrasante en la que se apoya el pavimento.

Los parámetros que intervienen en el cálculo se detallan a continuación:

a. ESAL (W_{82})

W_{82} , viene a ser el número de Ejes Equivalentes en un tiempo de diseño establecido. En ese sentido, es igual al número de repeticiones de EE de 8.2tn para un periodo de diseño de 20 años; que de acuerdo a lo hallado en la *Tabla 12* es 1019.5707.

$$W_{82} = 1019.5707$$

b. Serviciabilidad

El índice de serviciabilidad sintetiza el criterio de servicio, en confort y seguridad que ofrece un pavimento a los usuarios. La metodología AASHTO 93 contempla este índice mediante 2 parámetros: Índice de serviciabilidad inicial P_i e índice de serviciabilidad final P_t . La diferencia entre ambos índices representa la variación de serviciabilidad ΔPSI .

El método AASHTO 93 cuantifica al índice de servicio en un rango comprendido entre 0 y 5, donde 0 representa un pavimento intransitable y 5 un pavimento excelente. Para fines del presente diseño y en función a la calidad de la construcción se han tomado los siguientes valores:

$$P_i = 4.50$$

$$P_t = 2.50$$

$$\Delta PSI = 2.00$$

c. Desviación estándar combinado (S_o)

La desviación estándar combinada (S_o) es un valor que toma en consideración la variabilidad de la predicción de tránsito y diferentes factores que suelen afectar la naturaleza de los pavimentos rígidos, ya sea, la construcción, la incertidumbre del modelo, entre otros. El rango típico sugerido por la metodología AASHTO 93 se encuentra comprendido entre: $0.30 < S_o < 0.40$ para pavimento rígido, recomendándose un valor de $S_o = 0.35$.

$$S_o = 0.35$$

d. Nivel de confiabilidad “R” y Desviación normal estándar (Z_R)

El término confiabilidad fue añadido con la finalidad de cuantificar la variabilidad de los procesos constructivos, de supervisión y hasta de los materiales de construcción que generan que un pavimento elaborado de forma similar tengan comportamientos de desgaste diferentes. Para fines del presente diseño se usó un nivel de confiabilidad del 80%, y le corresponde un valor de desviación normal estándar de -0.842

$$Z_R = -0.842$$

e. Módulo de reacción (k)

La metodología AASHTO 93 usa relaciones empíricas que facilitan la obtención del coeficiente de reacción (k) en función del CBR.

Para un valor de CBR < 10%

$$k = 2.55 + 52.5 \text{ Log}(CBR)$$

Para un valor de CBR \geq 10%

$$k = 46 + 9.08[\text{Log}(CBR)]^{4.34}$$

Dónde:

k = Modulo de reacción (Mpa/m).

CBR = Capacidad de soporte (%).

En el estudio de mecánica de suelos se determinó lo siguiente:

Tabla 46
CBR de la subrasante y subbase.

Ensayo		CBR	
		Subrasante	Subbase
Módulo de reacción	%	55.22	40.20

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Reemplazando los valores de CBR se obtiene:

$$k_{\text{subrasante}} = 46 + 9.08[\text{Log}(55.22)]^{4.34}$$

$$k_{sr} = 147.00 \text{ Mpa/m}$$

$$k_{subbase} = 46 + 9.08[\text{Log}(40.20)]^{4.34}$$

$$k_{sb} = 116.62 \text{ Mpa/m}$$

Para calcular el coeficiente de módulo de reacción combinada, la metodología AASHTO 93 define la siguiente fórmula:

$$k_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38}\right)^2 \times \left(\frac{k_1}{k_0}\right)^{2/3} \right]^{0.5} \times k_0$$

Donde:

k_c = Coeficiente de reacción combinado (kg/cm^3).

h = Espesor de la subbase.

k_1 = Coeficiente de reacción de la subbase (kg/cm^3).

k_0 = Coeficiente de reacción de la subrasante (kg/cm^3).

Realizando una conversión de Mpa/m a Kg/cm^3 se obtiene:

$$k_{sr} = 14.9899 \text{ kg/cm}^3$$

$$k_{sb} = 11.8919 \text{ kg/cm}^3$$

Una vez realizada la conversión se reemplaza en la fórmula anterior:

$$k_c = \left[1 + \left(\frac{20}{38}\right)^2 \times \left(\frac{11.8919}{14.9899}\right)^{2/3} \right]^{0.5} \times 14.9899$$

$$k_c = 16.6808 \text{ kg/cm}^3$$

La metodología AASHTO 93 indica que el coeficiente de módulo de reacción combinada debe estar en unidades de Mpa/m . Realizando la conversión se tiene:

$$k_c = 163.58 \text{ Mpa/m}$$

f. Resistencia a flexotracción del concreto (M_r)

La metodología AASHTO 93 incorpora este parámetro debido a que los pavimentos principalmente trabajan a flexión. De acuerdo al ensayo en laboratorio siguiendo los lineamientos especificados en la norma ASTM C-78 el valor de módulo de rotura M_r es de 44.82 kg/cm^2 .

$$M_r = 44.82 \text{ kg/cm}^2$$

La metodología AASHTO 93 indica que la resistencia a flexotracción debe estar en unidades de Mpa. Realizando la conversión se tiene:

$$M_r = 4.3953 \text{ Mpa}$$

g. Módulo elástico del concreto (E_c)

Este parámetro es incluido por la metodología AASHTO 93 debido a su importancia para el dimensionamiento de las estructuras de concreto. El ensayo en laboratorio para esta prueba debe seguir los lineamientos especificados en la norma ASTM C-469, para fines del estudio el valor del módulo elástico del concreto E_c es de 250998.00 kg/cm².

$$E_c = 250998.00 \text{ kg/cm}^2$$

La metodología AASHTO 93 indica que el módulo elástico del concreto debe estar en unidades de Mpa. Realizando la conversión se tiene:

$$E_c = 24614.4954 \text{ Mpa}$$

h. Coeficiente de drenaje (C_d)

Las condiciones de drenaje representan la posibilidad de que una estructura debajo de una losa de concreto, mantenga humedad o agua libre por un periodo de tiempo.

Se encuentra en un rango comprendido entre 0.70 y 1.25, de acuerdo a las condiciones como el tipo de drenaje, la impermeabilidad, las condiciones climáticas y el nivel de precipitación. La metodología AASHTO 93 sugiere la utilización de la siguiente tabla una vez caracterizados los materiales y definido la calidad de drenaje.

Tabla 47
Coefficiente de drenaje de las capas granulares C_d .

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

Para fines del presente diseño de pavimento rígido y luego de haber identificado la calidad de drenaje se seleccionó un valor de coeficiente de drenaje C_d de 1.00.

$$C_d = 1.00$$

i. Transferencia de cargas (J)

Los valores de transferencia de cargas (J) se encuentran en función del tipo de pavimento, la existencia o no de berma lateral, y la existencia o no de los dispositivos de transmisión de cargas. La metodología AASHTO 93 sugiere la utilización de la siguiente tabla:

Tabla 48
Coefficiente de drenaje de las capas granulares J .

Tipo de berma	J			
	Granular o asfáltica		Concreto hidráulico	
Valores J	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)
		3.2	3.8 – 4.4	2.8

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

Para fines del presente diseño de pavimento rígido, el valor asumido del coeficiente de transmisión de carga J fue de 3.2.

$$J = 3.2$$

Una vez identificado el valor de cada parámetro se obtienen los siguientes datos:

Tabla 49
Parámetros para determinar el espesor del pavimento.

Parámetro	Valor
W_{82}	1019.5707
P_i	4.50
P_t	2.50
ΔPSI	2.00
S_o	0.35
Z_R	-0.842
k_c	163.58 Mpa/m
M_r	4.3953 Mpa
E_c	24614.4954 Mpa
C_d	1.00
J	3.2

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando estos valores en la fórmula establecida del método AASHTO 93 y considerando las pautas establecidas por el MTC se obtiene:

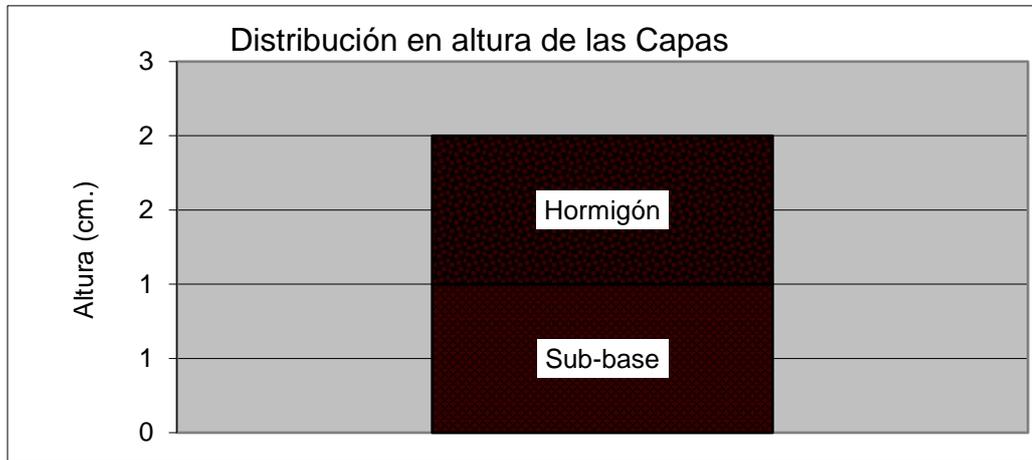
Tabla 50
Espesores finales para la subbase y hormigón.

Capa	Espesor
Subbase	20.00cm
Hormigón	20.00cm

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se presenta el diseño propuesto de pavimento rígido final para el caserío de Vista Alegre:

Figura 5
Diseño propuesto de pavimento rígido.



Fuente: Elaboración propia.

4.6.2. Diseño del sistema de drenaje pluvial

a. Intensidad de diseño para diferentes periodos de retorno y una duración de lluvia menor a 24h.

Se inicia calculando la intensidad máxima para distintos periodos de retorno y un tiempo de duración de la lluvia menor a 24 horas (Tabla 51).

La intensidad máxima (mm/hora) está dada por:

$$I = \frac{K * T^a}{t^b}$$

$$K = 263.68$$

$$a = 0.09$$

$$b = 0.75$$

$$T = 25 \text{ años.}$$

$$t = 12 \text{ minutos.}$$

Reemplazando estos valores se obtiene:

$$I = \frac{263.68 * 25^{0.09}}{12^{0.75}}$$

$$I = 55.2 \text{ mm/h}$$

Tabla 51

Intensidad de diseño para diferentes periodos de retorno y una duración de lluvia menor a 24 horas.

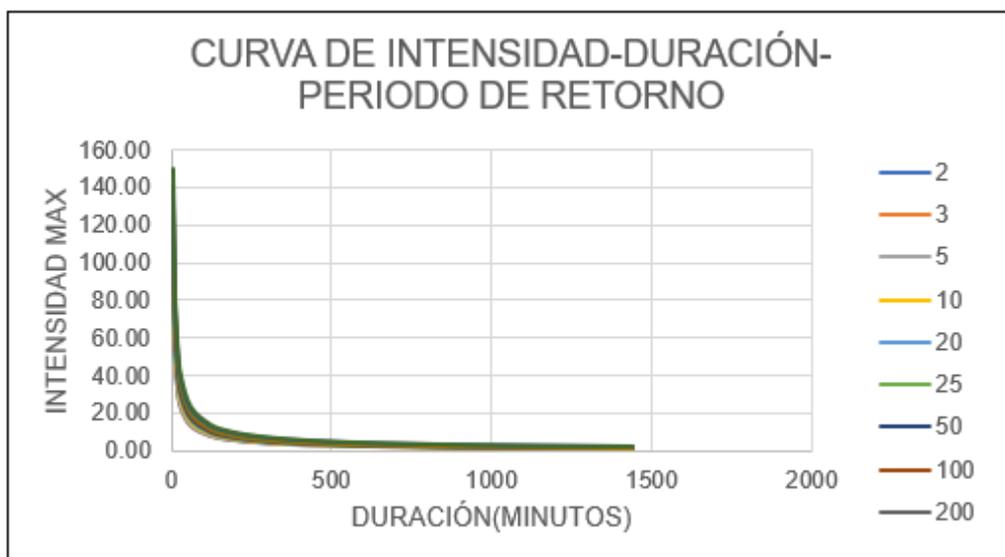
Duración (min.)	Periodo de retorno (año)											
	2	3	5	10	20	25	50	100	200	300	500	1000
5	84.13	87.38	91.65	97.78	104.31	106.51	113.63	121.23	129.34	134.33	140.89	150.31
10	50.02	51.96	54.49	58.14	62.03	63.33	67.57	72.08	76.91	79.87	83.78	89.38
20	29.75	30.89	32.40	34.57	36.88	37.66	40.18	42.86	45.73	47.49	49.81	53.14
30	21.95	22.79	23.91	25.50	27.21	27.78	29.64	31.62	33.74	35.04	36.75	39.21
60	13.05	13.55	14.21	15.17	16.18	16.52	17.62	18.80	20.06	20.83	21.85	23.31
120	7.76	8.06	8.45	9.02	9.62	9.82	10.48	11.18	11.93	12.39	12.99	13.86
180	5.72	5.95	6.24	6.65	7.10	7.25	7.73	8.25	8.80	9.14	9.59	10.23
240	4.61	4.79	5.03	5.36	5.72	5.84	6.23	6.65	7.09	7.37	7.73	8.24
300	3.90	4.05	4.25	4.54	4.84	4.94	5.27	5.62	6.00	6.23	6.54	6.97
360	3.40	3.54	3.71	3.96	4.22	4.31	4.60	4.90	5.23	5.43	5.70	6.08
420	3.03	3.15	3.30	3.52	3.76	3.84	4.10	4.37	4.66	4.84	5.08	5.42
480	2.74	2.85	2.99	3.19	3.40	3.47	3.71	3.95	4.22	4.38	4.59	4.90
540	2.51	2.61	2.74	2.92	3.11	3.18	3.39	3.62	3.86	4.01	4.21	4.49
600	2.32	2.41	2.53	2.70	2.88	2.94	3.13	3.34	3.57	3.70	3.89	4.15
660	2.16	2.24	2.35	2.51	2.68	2.74	2.92	3.11	3.32	3.45	3.62	3.86

720	2.02	2.10	2.20	2.35	2.51	2.56	2.73	2.92	3.11	3.23	3.39	3.62
780	1.91	1.98	2.08	2.22	2.36	2.41	2.57	2.75	2.93	3.04	3.19	3.41
840	1.80	1.87	1.96	2.10	2.24	2.28	2.44	2.60	2.77	2.88	3.02	3.22
900	1.71	1.78	1.86	1.99	2.12	2.17	2.31	2.47	2.63	2.73	2.87	3.06
960	1.63	1.69	1.78	1.90	2.02	2.06	2.20	2.35	2.51	2.60	2.73	2.91
1020	1.56	1.62	1.70	1.81	1.93	1.97	2.11	2.25	2.40	2.49	2.61	2.78
1080	1.49	1.55	1.63	1.74	1.85	1.89	2.02	2.15	2.30	2.38	2.50	2.67
1140	1.43	1.49	1.56	1.67	1.78	1.82	1.94	2.07	2.20	2.29	2.40	2.56
1200	1.38	1.43	1.50	1.60	1.71	1.75	1.86	1.99	2.12	2.20	2.31	2.47
1260	1.33	1.38	1.45	1.55	1.65	1.68	1.80	1.92	2.04	2.12	2.23	2.38
1320	1.28	1.33	1.40	1.49	1.59	1.63	1.74	1.85	1.97	2.05	2.15	2.30
1380	1.24	1.29	1.35	1.44	1.54	1.57	1.68	1.79	1.91	1.98	2.08	2.22
1440	1.20	1.25	1.31	1.40	1.49	1.52	1.63	1.73	1.85	1.92	2.02	2.15

Fuente: Elaboración propia.

La curva de Intensidad – Duración – Periodo de retorno, para los diferentes valores es:

Figura 6
Curva de Intensidad – Duración – Periodo de retorno, para diferentes valores.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7
Curva de Intensidad – Duración – Periodo de retorno, para 25 años.



Fuente: Elaboración propia.

b. Cálculo de la precipitación anual mensual en el área de diseño

Se representa en la siguiente tabla:

Tabla 52

Precipitación de las estaciones Chavín, Pomabamba y Sihuas (mm).

Año	Chavín		Pomabamba		Sihuas		Promedio		
	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	
1	1991	2646.8	2646.8	3406.94	3406.94	2987.91	2987.91	3013.88	3013.88
2	1992	2795.4	5442.2	3046.78	6453.72	3011.77	5999.68	2951.32	5965.2
3	1993	2668.3	8110.5	2888.68	9342.4	2724.1	8723.78	2760.36	8725.56
4	1994	2502.3	10612.8	2910.87	12253.27	3368.19	12091.97	2927.12	11652.68
5	1995	3109.5	13722.3	3849.91	16103.18	3029.66	15121.63	3329.69	14982.37
6	1996	2859.2	16581.5	3485.06	19588.24	2786.18	17907.81	3043.48	18025.85
7	1997	2833.8	19415.3	2883.8	22472.04	2949.15	20856.96	2888.92	20914.77
8	1998	2755.7	22171	2948	25420.04	3261.23	24118.19	2988.31	23903.07
9	1999	2637.9	24808.9	2833.8	28253.84	3347.57	27465.76	2939.76	26842.83
10	2000	2675	27483.9	3155.9	31409.74	3147.7	30613.46	2992.87	29835.7
11	2001	2933.5	30417.4	3155.1	34564.84	2769.15	33382.61	2952.58	32788.28
12	2002	2660.6	33078	3051.2	37616.04	3147.5	36530.11	2953.1	35741.38
13	2003	2719.2	35797.2	3284.48	40900.52	2957.2	39487.31	2986.96	38728.34
14	2004	2680	38477.2	2997.59	43898.11	2658.71	42146.02	2778.77	41507.11
15	2005	2565.8	41043	2925.9	46824.01	2795.5	44941.52	2762.4	44269.51
16	2006	2553.9	43596.9	2821.4	49645.41	2689.3	47630.82	2688.2	46957.71

17	2007	2513.2	46110.1	2695.5	52340.91	3092.8	50723.62	2767.17	49724.88
18	2008	2812.6	48922.7	2885	55225.91	3056.6	53780.22	2918.07	52642.94
19	2009	2665.3	51588	2830.9	58056.81	3011.1	56791.32	2835.77	55478.71
20	2010	2742.3	54330.3	2921.5	60978.31	3582.6	60373.92	3082.13	58560.84
21	2011	2897.8	57228.1	3134.3	64112.61	2895.4	63269.32	2975.83	61536.68
22	2012	2688.8	59916.9	3042.1	67154.71	2868	66137.32	2866.3	64402.98
23	2013	2760.4	62677.3	2777.9	69932.61	3139.8	69277.12	2892.7	67295.68
24	2014	2729.2	65406.5	3105	73037.61	2994.7	72271.82	2942.97	70238.64
25	2015	2700.9	68107.4	3112.5	76150.11	3030.4	75302.22	2947.93	73186.58
26	2016	2743.6	70851	3129.3	79279.41	3131.1	78433.32	3001.33	76187.91
27	2017	2789.7	73640.7	3191	82470.41	2872.1	81305.42	2950.93	79138.84
28	2018	2562.4	76203.1	3135.8	85606.21	3428.7	84734.12	3042.3	82181.14
29	2019	2764.0	78967.1	3245.1	88851.31	3174.12	87908.24	3061.07	85242.22
30	2020	2769.53	81736.63	3048.21	91899.52	3135.24	91043.48	2984.33	88226.54
	Promedio	2725	42303	3063	47775	3035	46712	2941	45597
	Máximo	3109.5	81736.63	3849.91	91899.52	3582.6	91043.48	3329.69	88226.54
	Mínimo	2502.3	2646.8	2695.5	3406.94	2658.71	2987.91	2688.2	3013.88
	Desv. Estándar	128.8	23930.2	235.3	26613.9	222.3	26588.9	122.2	25710.2

Fuente: Elaboración propia.

c. Correlación de estaciones total anual (mm)

Este método consiste en determinar los valores inexistentes de 2 estaciones por el ajuste, mediante el método de mínimos cuadrados de una recta de regresión lineal del tipo:

$$y = a + bx$$

Donde:

y = Precipitación estimada.

x = Precipitación de la estación completa.

Las estaciones usadas de referencia tienen un coeficiente de correlación lineal de $0,08 \leq R \leq 0,08$.

Tabla 53

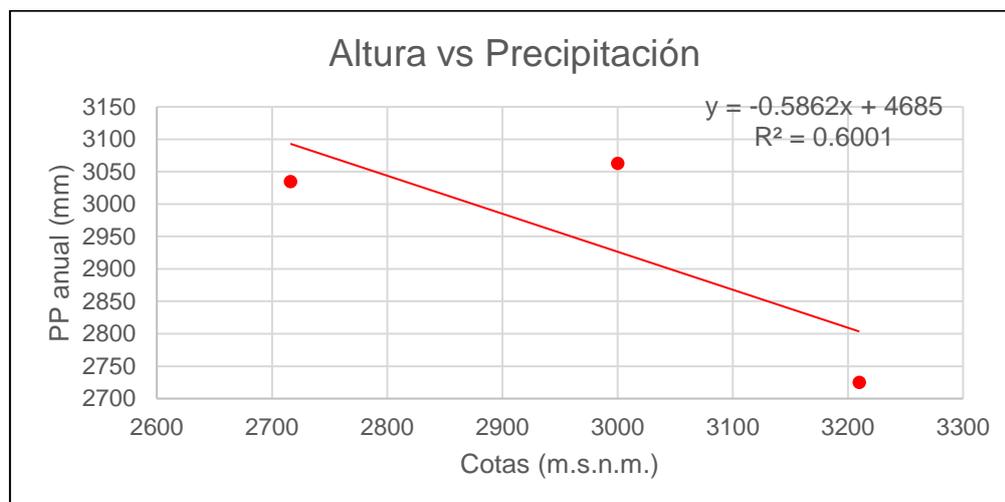
Correlación de estaciones total anual (mm).

Regresión Lineal			
Estación	Altitud (msnm)	PP (mm)	
Chavín	3210	2725.00	Estación de base
Pomabamba	3000	3063.00	
Sihuas	2716	3035.00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Curva de Intensidad – Duración – Periodo de retorno, para 25 años.



Fuente: Elaboración propia.

d. Precipitación en el área del aporte del diseño

De la figura 8, se tiene:

$$\text{Regresión } R^2 = 0.6001 \leq 1 \quad \text{Ok.}$$

$$\text{Coeficiente de correlación } R = 0.8 \leq 1 \quad \text{Ok.}$$

$$\text{Ecuación: } PP(mm) = 0.5862H + 4685mm$$

Las coordenadas del centroide del área del diseño a regar:

$$E = 262648.00 \text{ m}$$

$$N = 8941789.00 \text{ m}$$

$$Z = 3359 \text{ m.s.n.m.}$$

Obteniéndose:

$$H = 3359 \text{ msnm.}$$

$$P = 2715.954 \text{ mm}$$

e. Periodo de retorno

Los años en que un caudal pico de una creciente establecida se iguala o supera cada T años es denominada tiempo de retorno "T". Suponiendo que los eventos de año son independientes, es factible calcular la posibilidad de falla para una vida útil de "n" años. Para escoger el periodo de retorno a usar en un diseño, es importante tomar en cuenta la relación entre las probabilidades de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible.

En ese lineamiento, el criterio de riesgo es la fijación, prioritariamente del riesgo que se desea asumir para el hipotético caso de que el diseño fallase dentro de su vida útil, el cual implica la no ocurrencia de un evento de magnitud superior a la usada en el diseño durante el primer año, durante el segundo año, y así sucesivamente para uno de los años de vida del diseño.

El riesgo de falla admisible está definida por:

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

Dónde:

n = Vida útil del diseño en años.

T = Tiempo de retorno.

R = Riesgo de falla admisible.

Tabla 54

Valores recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.

Tipo de obra	Riesgo admisible (**) (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas ribereñas	25

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC, 2014).

(**) Vida útil considerada (n)

Puentes y defensas ribereñas: $n = 40$ años.

Alcantarillas de quebradas importantes: $n = 25$ años.

Alcantarillas de quebradas menores: $n = 15$ años.

Drenaje de plataforma y Subdrenes: $n = 15$ años.

Seguidamente se fija el riesgo de falla admisible R , reemplazando en la anterior fórmula:

$$T = 25$$

$$n = 15$$

$$R = 0.46$$

f. Método racional

Este método calcula caudales máximos partiendo de la precipitación y plasmando todas las abstracciones en un único coeficiente C , determinado en función de los parámetros de la cuenca. Se considera que la duración P es igual a T_c . La descarga máxima de diseño de acuerdo al método racional está dada por:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Dónde:

Q = Caudal punta correspondiente a un periodo de retorno dado (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Máxima intensidad media en el intervalo de duración T_c , para el mismo periodo de retorno (mm/h).

A = Superficie de la cuenca (km^2).

K = Coeficiente de uniformidad.

Para calcular el coeficiente de escorrentía, es necesario considerar el mapa de clasificación del suelo.

Figura 9
Mapa de clasificación de suelo.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55
Coeficiente de escorrentía.

Características de la superficie		Área (ha)	% de área	C. de escorrentía	%* C. escorrentía
1	Área boscosa	22.70	46.9	0.45	21.11
2	Área pastizal	13.21	27.28	0.42	11.46
3	Área cultivos < 2%	5.18	10.70	0.4	4.28
4	Área cultivos > 7%	4.13	8.52	0.46	3.92
5	Área cultivos 2-7%	2.52	5.20	0.42	2.18
6	Caminos y viviendas	0.67	1.39	0.86	1.20
Total		0.67	98.61		42.95
Coeficiente de escorrentía promedio				0.43	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinados los parámetros se calcularon los caudales para cada área de aporte:

Tabla 56
Caudal para cada área de aporte.

Área del aporte	Coeficiente de escorrentía	Intensidad de lluvia máxima (mm/h)	Área (Km ²)	Caudal (m ³ /s)
Área del aporte N° 01	0.43	55.2	0.00595	0.039
Área del aporte N° 02	0.43	55.2	0.004461	0.029
Área del aporte N° 03	0.43	55.2	0.003400	0.023

Área del aporte N° 04	0.43	55.2	0.295481	1.950
Área del aporte N° 05	0.43	55.2	0.082815	0.546
Área del aporte N° 06	0.43	55.2	0.040372	0.266
Área del aporte N° 07	0.43	55.2	0.012383	0.082
Área del aporte N° 08	0.43	55.2	0.020054	0.132

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en función al caudal de cada área de aporte, un coeficiente de escorrentía de 0.88, una intensidad de 55,2 mm/hr obtenido mediante las curvas I-D-F, una precipitación anual máxima de 24 horas, un periodo de retorno de 25 años, y para una duración de lluvia de 12 minutos, se calculó el caudal de diseño para todas las redes colectoras o sumideros del sistema de drenaje pluvial mediante el método racional, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 57
Caudal para cada red colector o sumidero.

Caudal – Red colector	Caudal – Área aporte	Área – Tramo de pav. (km²)	Coeficiente escorrentía del pav. (C)	Int. de lluvia máxima (mm/h)	Caudal (m³/s)
Red colector N° 01	0.039	0.000244	0.88	55.2	0.051
Red colector N° 02	0.029	0.000518	0.88	55.2	0.106
Red colector N° 03	0.023	0.000495	0.88	55.2	0.152
Red colector N° 05	0	0.000268	0.88	55.2	0.013

Red colector N° 04	1.950	0.00016	0.88	55.2	2.123
Red colector existente N° 01	0	0.00050	0.88	55.2	2.147
Red colector existente N° 02	0	0.00040	0.88	55.2	2.167
Red colector existente N° 03	0	0.00041	0.88	55.2	2.187
Red colector N° 08	0.082	0.00033	0.88	55.2	0.098
Red colector N° 07	0.266	0.00020	0.88	55.2	0.374
Red colector N° 06	0.546	0.000328	0.88	55.2	0.936
Red colector N° 10	0.132	0.000723	0.88	55.2	0.167
Total		0.004576			

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

En relación al objetivo general, diseñar el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el mejoramiento de la trocha carrozable en la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021. El diseño del pavimento rígido fue realizado por el método ASSHTO 93, tomando en cuenta los siguientes parámetros: EAL de diseño de 1019.5707, serviciabilidad inicial 4.50, serviciabilidad final 2.50, desviación estándar combinada 0.35, el nivel de confianza estuvo dado al 80%, el valor de la desviación estándar fue de -0.842, el módulo de reacción fue de 163.58 Mpa/m, la resistencia a flexotracción fue de 4.3953 Mpa, el valor del módulo elástico de concreto fue de 24614.4954 Mpa, el coeficiente de drenaje fue de 1.0, y finalmente, el valor considerado para la transferencia de cargas fue de 3.2; en función a todos los parámetros señalados, se diseñó el pavimento rígido con un espesor final de 20 cm para la capa subbase y un espesor de 20 cm para la capa de hormigón.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Sánchez (2019) quien en su investigación consideró los siguientes parámetros: EAL de diseño de 257532.56, periodo de diseño de 20 años, índice de serviciabilidad de 2,5; módulo de rotura de 3.77 Mpa; módulo de elasticidad de 3115170 PSI; una confiabilidad de 80%, desviación estándar de 0,35; y un módulo de reacción de 101.06 Mpa/m; diseñando el pavimento con un espesor de 15 cm para el concreto hidráulico y 20 para la subbase. Por otro lado, contrasta con la investigación de Julca y Sánchez (2020) quienes en función al EAL de diseño 15,457 (carretera de tercera clase); CBR regular de la subrasante, y un ancho de calzada de 6 metros; diseñaron el pavimento rígido con un espesor final de 25 cm para la base y la subrasante.

Los resultados obtenidos muestran variaciones existentes entre los diseños de pavimentos, debido a los criterios de diseño optado en función de las diferentes características de las zonas de estudio, como la topografía, el aforo vehicular, la vida útil, el estudio de suelos, entre otros. Así pues, el diseño de pavimentos rígidos debe ser consecuencia del uso de criterios lógicos y estándares aceptables del campo de la ingeniería; ya que si bien es cierto, existen diferentes metodologías y parámetros recomendados de

diseño; estos deben regirse fundamentalmente a resultados empíricos y lógicos, tomando de base los estudios antes mencionados que permitan el conocimiento válido y confiable de las propiedades del suelo y el aforo vehicular para el cual debe estar diseñado dicho pavimento, y pueda cumplir satisfactoriamente su condición operacional.

Con respecto al diseño del sistema de drenaje pluvial se estableció un coeficiente de escorrentía del pavimento de 0.88, una intensidad de lluvia de 55,2 mm/hr de acuerdo a las curvas I-D-F, una precipitación anual máxima de 24 horas, un periodo de retorno de 25 años y una duración de lluvia de 12 minutos; posteriormente, en función a dichos parámetros se determinó el caudal de diseño para cada colector o sumidero, obteniéndose un valor de 0.051 m³/s para la red colectora N° 01, 0.106 m³/s para el N° 02, 0.152 m³/s para el N° 03, 2.123 m³/s para el N° 04, 0.013 m³/s para el N° 05, 0.936 m³/s para el N° 06, 0.374 m³/s para el N° 07, 0.098 m³/s para el N° 08, y 0.132 m³/s para la red colectora N° 10. El caudal de las redes colectoras existentes N° 01, N° 02 y N° 03 son 2.147 m³/s, 2.167 m³/s, y 2.187 m³/s, respectivamente. El área total de pavimento calculado fue de 4576 m².

Estos resultados se asemejan a los resultados de Cando (2017) quien en su investigación realizó el diseño del sistema de alcantarillado pluvial en función a un coeficiente de escurrimiento de 0.60, periodo de retorno de 5 años, y una intensidad máxima de 172.88 mm/hr, asimismo, los valores obtenidos del caudal máximo de las áreas de aporte estuvieron dados por 0.0201 m³/s, 0.0712 m³/s, 0.1089 m³/s, 0.0864 m³/s, 0.0827 m³/s, 0.0173 m³/s, 0.0688 m³/s, y 0.0489 m³/s, para las 8 áreas de aporte, respectivamente. Asimismo, se asemeja a la investigación de Julca y Sánchez (2020) quien en función de una intensidad máxima de 97.469 mm/hr, una duración de lluvia de 1 hora y tiempo de retorno de 10 años; diseñó el sistema drenaje pluvial para caudales máximos de 0.942 m³/s, 0.612 m³/s, 0.471 m³/s, 0.754 m³/s, 0.424 m³/s, 0.707 m³/s, 0.707 m³/s, 0.754 m³/s, 0.660 m³/s y 0.848 m³/s; para las 9 áreas de aporte, respectivamente, con un diámetro de tubería de 0.90m.

Estos resultados indican que los parámetros considerados en el diseño del sistema de drenaje pluvial son diferentes para cada lugar, y radican su

importancia en la determinación del cálculo del caudal de diseño máximo, así pues, el coeficiente de escorrentía debe estar en función a la clasificación del suelo y la intensidad de duración máxima de la lluvia debe estar en relación con la curva Intensidad-Duración-Periodo de retorno, en ese contexto, es conveniente hacer énfasis en que los diferentes periodos de retorno tomados se deben a que son directamente proporcionales a la expansión urbana de cada zona, y a la continuidad de las lluvias en periodos determinados, siendo diferentes los factores climatológicos en todo el mundo y haciendo que los cálculos sean puntuales y diferentes para cada zona para el que se quiera diseñar un sistema de drenaje de aguas lluvia.

En relación al primer objetivo específico, realizar el estudio de topografía de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021. Se establecieron 4 puntos horizontales y verticales de control (BM), en función a ello se levantaron un total de 676 puntos, los cuales fueron procesados estableciéndose cotas máximas de 3378.6 msnm, y cotas mínimas de 3286.671 msnm, denotándose un terreno ondulado. Estos resultados son similares a los obtenidos Sánchez (2019) quien en su investigación analizó un total de 350 puntos, con pendientes menores a 2.5%, observándose un terreno relativamente plano; asimismo, se asemejan a los resultados obtenidos por Ayasta (2018) quien en su estudio topográfico estableció 5 puntos referenciales (BM), mediante los cuales se levantaron un total de 454 puntos, con una cota mínima de 9 msnm, y una cota máxima de 10.75 msnm, determinando un terreno plano. En ese lineamiento, el estudio topográfico es de suma importancia, ya que, examina la superficie del terreno determinando sus características físicas y geográficas, representando el relieve del terreno mediante curvas de nivel, para el cual se diseñará el pavimento rígido y el sistema de drenaje pluvial, facilitando la toma de decisiones en la determinación de parámetros de construcción de dichos diseños.

En relación al segundo objetivo específico, realizar el estudio de tráfico en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021. Se registró el total de vehículos por tipo, obteniéndose un IMDS de 23 veh/día donde el día más transitado es el lunes, y un IMDA al 2041 de 33 veh/día, asimismo,

se determinaron los parámetros como el número de ejes equivalentes cuyo valor es de 0.132, porcentaje crecimiento del 0.59%, tiempo de diseño de 20 años, y factor de crecimiento acumulado de 21.1617; finalmente, en función a dichos parámetros se obtuvo el EAL de diseño cuyo valor es de 1019.5707. Estos resultados son similares a los obtenidos por Julca y Sánchez (2020) quienes en su investigación determinaron un IMDA de 30 veh/día y un EAL de diseño de 15,457, clasificando el camino según la metodología ASSTHO en Tp1; del mismo modo, se asemejan a los resultados de Ayasta (2018) quien en su investigación calculó un IMD de 4142 veh/día donde el día más transitado es el sábado, y su EAL de diseño es de 213997.25, clasificando el camino según la metodología ASSTHO en Tp2.

En ese contexto, el estudio de tráfico proporciona información valiosa de la demanda de tráfico que facilita la planificación y el diseño óptimo del pavimento, por su parte, el EAL de diseño transforma las cargas de ejes de cada tipo de vehículo que transitará por dicha vía a ejes simples equivalentes a 8.2 toneladas de peso, convirtiéndose en un parámetro importante en los diseños de pavimentos. Así pues, es importante hacer énfasis en que este tipo de estudios radican su importancia en dos aspectos: el primero tiene que ver con el diseño estructural de pavimento, ya que se conocerá con relativa precisión las condiciones operativas para el que debe estar diseñado dicho pavimento; y el segundo el de la capacidad de las vías para poder conocer los límites de volumen de tráfico, basados en un crecimiento vehicular conocido y un periodo de análisis previamente establecido, es decir, durante dicho periodo cuanto crecerá la demanda de tráfico y como ésta puede llegar a afectar a la estructura vial y en función a ello diseñar de manera eficiente el pavimento que soportará mayores volúmenes de tráfico.

En relación al tercer objetivo específico, efectuar el estudio de mecánica de suelos en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021. Se muestrearon dos calicatas C-1 y C-2 con una profundidad de 1.50 metros, realizándose primeramente el análisis de granulometría con una masa inicial de 4620.00gr y obteniéndose una clasificación de A-2-4 según el sistema ASSHTO (Grava y arena arcillosa o limosa) y una denominación GC según

el sistema SUCS (Grava arcillosa con arena); posteriormente se realizaron los ensayos de límites de Atterberg obteniendo para C-1 un Límite Líquido de 24.91%, un Límite Plástico de 17.80% y un Índice de plasticidad de 7.11%; y para C-2 un Límite Líquido de 22.96%, un Límite Plástico de 17.32% y un Índice de plasticidad de 5.64%; respecto al contenido de humedad, para C-1 se obtuvo 7.80% y para C-2 3.70%; con respecto al peso específico de las partículas sólidas, para C-1 se obtuvo 1.89 y para C-2 2.01; finalmente, en relación al CBR (Razón Soporte de California) se obtuvo un valor de 55.22% para la subrasante y 40.20% para la subbase.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Sánchez (2019) quien en su investigación obtuvo una clasificación de suelos de A-2-4, que de acuerdo al sistema ASSHTO corresponde a grava y arena arcillosa o limosa; y SC-SM de acuerdo a la clasificación SUCS (arena limosa y arcillosa); del mismo modo, realizó pruebas de 9 calicatas de 1.50 metros de profundidad, obteniendo un suelo estabilizado con 48.6% de CBR, el CBR para la base y subbase fue de 81% y 62% respectivamente; evaluando mediante dichos ensayos la calidad de terreno para la subrasante, subbase y la base del pavimento. Por otro lado, se asemeja a los resultados de Ayasta (2018) quien en su estudio de mecánica de suelos obtuvo un suelo limoso que corresponde a una denominación A-4 de acuerdo a la clasificación ASSHTO y una denominación CL (arcilla) de acuerdo a la clasificación SUCS; asimismo, se analizaron un total de 18 calicatas, de donde la calicata C1 tiene una humedad del 30.19%, el Límite Líquido es de 26.32%, el Límite Plástico es de 22.45%, el Índice de plasticidad es de 3.87%; y finalmente, el valor de CBR es de 5.08%.

En ese lineamiento, el estudio de suelos nos ayuda a conocer los rasgos físicos y mecánicos del suelo, básicamente consiste en ejecutar perforaciones en el suelo (calicatas), tomar muestras y llevarlas al laboratorio para su respectivo análisis, con el fin de establecer los rasgos del suelo y en función a ello realizar un correcto diseño de la estructura del pavimento. Así pues, esta información es imprescindible para el diseño de infraestructuras viales y de drenaje, ya que, al estar en función a dichos resultados, se tendrá

una mayor certeza de que los diseños propuestos van a cumplir con su condición operacional y vida útil para el que fueron diseñados.

En relación al cuarto objetivo específico, desarrollar el estudio hidrológico de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021. Se establecieron 8 áreas de aporte; para las precipitaciones pluviales se tomaron de referencia 3 estaciones pluviométricas, Chavín, Pomabamba y Sihuas; sin embargo, el estudio se desarrolló con la estación Chavín debido a que cuenta con mayor data y se acepta en algunas distribuciones al evaluar los datos hidrológicos. El análisis de frecuencia se realizó mediante funciones de distribución de probabilidades, como la prueba de datos dudosos histórica, la prueba de bondad y ajuste, distribución normal con un ajuste de 0.11, distribución Log-Normal 2 con un ajuste de 0.08, distribución Log-Normal 3 con un ajuste de 0.08 y la distribución Gumbel con un ajuste de 0.09. Finalmente, se obtuvieron los valores de los parámetros para determinar la intensidad máxima de lluvia, para un periodo de retorno determinado y una duración de lluvia menor a 24 horas; obteniendo los valores de $K= 263.68$; $a= 0.093$; y $b= 0.75$.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Sánchez (2019) quien en su investigación optó por tomar datos de la estación pluviométrica “Jepelacio”, luego de realizar los análisis de frecuencia para una precipitación máxima en 24 horas, obtuvo los valores de los parámetros para la determinación de la intensidad de precipitación: $K=58.53$; $a=2.46$, y $b=0.82$, calculando una intensidad máxima de diseño de 114.58 mm/h. Del mismo modo, se asemeja a la investigación de Ayasta (2018) quien para obtener los datos pluviométricos optó por trabajar con la estación pluviométrica “Reque”, escogiendo entre las diferentes distribuciones de probabilidades a la distribución Log-Normal 2 que se ajusta más a los fines de su investigación con un delta teórico de 0.0965, asimismo, determinó una intensidad de lluvia de 51,06 mm/h y un periodo de retorno de 10 años.

En ese lineamiento, los estudios hidrológicos están en función de los datos pluviométricos, que deben ser escogidos de acuerdo la estación pluviométrica más cercana al proyecto o la que mayor data facilite para su

interpretación, siendo estos datos únicos y diferentes para cada diseño, y mediante las funciones de distribución de probabilidades facilitar la determinación de los parámetros para el cálculo de la intensidad máxima de precipitación y los caudales máximos, y en función a ello diseñar el sistema de drenaje pluvial que evacue las aguas lluvia de manera eficiente permitiendo una óptima gestión del mismo, y maximizando el desarrollo urbano.

VI. CONCLUSIONES

En relación al objetivo general, se diseñó el pavimento rígido mediante el método AASHTO 93 obteniendo un espesor final de 20.0cm para la subbase y 20.0cm para la capa de hormigón; asimismo, se diseñó el sistema de drenaje pluvial para un coeficiente de escorrentía del pavimento de 0.88, una intensidad de lluvia de 55,2 mm/hr, un tiempo de retorno de 25 años y una duración de lluvia de 12 minutos, obteniendo los caudales de diseño para cada red colector y un área total de pavimento de 4576 m².

En relación al primer objetivo específico, se realizó el estudio topográfico estableciendo para ello 4 puntos horizontales y verticales de control (BM), lográndose levantar un total de 676 puntos con una cota máxima de 3378.6 msnm, y una cota mínima de 3286.671 msnm, denotándose un terreno ondulado.

En relación al segundo objetivo específico, se realizó el estudio de tráfico obteniendo un IMDS de 23 veh/día donde el día más transitado es el lunes, y un IMDA al 2041 de 33 veh/día, asimismo, a un porcentaje anual de crecimiento de 0.59% y un tiempo de diseño de 20 años, se obtuvo el EAL de diseño de 1019.5707.

En relación al tercer objetivo específico, se efectuó el estudio de suelos, obteniéndose una clasificación de A-2-4 según el sistema ASSHTO (Grava y arena arcillosa o limosa) y una denominación GC según el sistema SUCS (Grava arcillosa con arena); respecto a los límites de consistencia se obtuvo para C-1: LL de 24.91%, LP de 17.80%, IP de 7.11% y Humedad de 7.80%; para C-2: : LL de 22.96%, LP de 17.32%, IP de 5.64% y Humedad de 3.70%; en relación al CBR se obtuvo un valor de 55.22% para la subrasante y 40.20% para la subbase.

En relación al cuarto objetivo específico, se efectuó el estudio hidrológico, tomando de referencia la estación Chavín debido a que cuenta con mayor data y se acepta en algunas distribuciones al evaluar los datos hidrológicos, obteniéndose los valores de los parámetros para determinar la intensidad máxima de lluvia para el caudal de diseño, cuyos valores son: $K= 263.68$; $a= 0.093$; y $b= 0.75$.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades responsables de la Municipalidad Distrital de San Marcos, designar profesionales con experiencia y amplios conocimientos en normas y procedimientos para la revisión de los expedientes técnicos presentados, con el fin de garantizar un control eficiente de la calidad de los materiales, diseño, infraestructura y proceso constructivo usado en la construcción del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial.

Se recomienda que los estudios topográficos sean realizados por personal calificado y con experiencia, ya que un mal manejo de los equipos topográficos tendría consecuencias negativas en la toma de datos, dando errores en los cálculos iniciales de los estudios, y afectando significativamente a los diseños propuestos.

Se recomienda que el estudio de tráfico vehicular sea lo más empírico posible con la finalidad de que el cálculo del EAL de diseño garantice un acercamiento a la realidad, ya que está comprobado que de ello depende el tiempo de utilidad máxima que tendrá el pavimento rígido sin ocasionar incomodidad en el transporte.

Se recomienda que el muestreo para los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos sea recolectado con las medidas pertinentes de seguridad, para así de evitar el colapso de las calicatas de acuerdo a su profundidad, asimismo, se recomienda tomar muestras inalteradas, recogidas en materiales impermeables para preservar su humedad natural y determinar con mayor certeza y exactitud los valores de los ensayos a realizar.

Se recomienda que los cálculos del hidrológico y diseño del sistema de drenaje, sean verificados mediante un software con el fin de garantizar que los resultados captados de las hojas de cálculo del Microsoft Excel tengan mejor aceptabilidad; asimismo, se recomienda verificar el diseño de las redes de drenaje con la finalidad de que estas sean mayores incluso en épocas de máximas avenidas y poder evitar inundaciones por las aguas lluvia.

REFERENCIAS

Álvarez, Martha, Parrales, Eduardo y Plúa, Leonardo. 2018. *Hidráulica aplicada para ingenieros civiles*. s.l. : Editorial 3 Ciencias, 2018.

An overview of asphalt pavemen design for streets and roads. **Vásquez, L. y García, F. 2021.** 98, 2021, Revista de la Facultad de Ingeniería, Vol. 1.

Análisis de condiciones climatológicas de precipitaciones de corto plazo en zonas urbanas: caso de estudio Barranquilla, Colombia. **Ramírez, Elkin, Acosta, Melisa y Vélez, Jaime. 2017.** 2, Barranquilla, Colombia : Revista Scielo, 2017, Vol. 35.

Análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca del río Frio, municipios de Ciénaga y zonabananera, departamento del Magdalena. **Ramos, Alfredo y Pacheco, José. 2017.** 1, Bogotá, Colombia : Revista Logos, Ciencia & Tecnología, 2017, Vol. 9. 2145-549X.

Ayasta, Waldir. 2018. *Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2018.* Lima : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2018.

Bassoco, Luis. 2019. *Revisión de los sistemas de Drenaje Pluvial Temporal y Definitivo del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Mexico.* Mexico : Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2019.

Behavior analysis of maximum stresses induced in rigid pavements due to partial replacement of slabs. **Guerra, Rodrigo. 2020.** 2020, Revista ITECKNE, págs. 98-109.

Building adaptation to extreme rain effects in San Francisco de Campeche, Mexico. **Rivera, Evelia, y otros. 2019.** 33, México : Revista Scielo, 2019, Vol. 2.

Bustamante, Gabriela. 2017. *Diseño del pavimento con sistema de drenaje pluvial urbano para el asentamiento humano la Galaxia, distrito Miraflores provincia y departamento de Arequipa.* Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente, Universidad Católica de Santa María. Arequipa : s.n., 2017. pág. 456.

Campos, Matilde. 2020. *Cuba y el imperativo de la planificación estratégica del desarrollo local Municipal.* Cuba : Universidad de la Habana, 2020.

Cando, Franklin. 2017. *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el sector El Capricho ubicado en El Cantón Carlos Julio Arosemena Tola - Provincia de Napo.* Quito : Universidad Central de Ecuador, 2017.

Caracterización geomorfológica de la subcuenca río Mezcalapa, región hidrológica Grijalva-Usumacinta (RH-30) en sureste de México. **Álvarez, Abner y Medrano, Ojilve. 2020.** 40, México : Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2020, Vol. 28.

Comparación del desprendimiento de material en pavimentos rígidos reforzados con malla electrosoldada o fibras. **Briceño, Johannes, y otros. 2019.** 2019, Revista Ciencia e Ingeniería, págs. 330-346.

Comparative analysis of traditional topographic survey and drone technology. **Del Río, Omar, y otros. 2020.** 2, Cuba : Revista Arquitectura e Ingeniería, 2020, Vol. 14.

Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible. **Guerra, Pedro y Guerra, César. 2020.** 20, Perú : Universidad Peruana Unión, 2020, Vol. 20.

El cambio de paradigma de la gestión del drenaje urbano desde la perspectiva de planeamiento: Una propuesta metodológica. **Rodríguez, Isabel, y otros. 2017.** 75, Granada : Boletín de Asociación de Geógrafos Españoles, 2017, Vol. 1. 0212-9426.

Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto hidráulico para pavimento rígido con la inclusión de hormigón asfáltico recuperado tipo "rap". **Santos, David y Solarte, Norma. 2017.** 1, Bolivia : Universidad Pontificia Bolivariana, 2017, Vol. 5.

García, María, y otros. 2020. *Identificación de fuentes de agregados para pavimentos.* Cali : Pontificia Universidad Javeriana, 2020. págs. 121-140.

Gobernanza del Agua en Perú. **OECD. 2021.** París : OECD Publishing, 2021. 9264488391.

Guerra, Juan. 2018. *Mecánica de suelos: conceptos básicos y aplicaciones.* Lima : Dextra Editorial S.L., 2018.

Gutiérrez, Wilfredo. 2016. *Mecánica de suelos: aplicada a vías de transporte.* Lima : Editorial Macro, 2016.

Guyer, Paul. 2019. *Una Introducción a Los Pavimentos De Hormigón.* s.l. : El Macero, 2019.

Guzman, Gonzalo. 2017. *Sustainable Management Of The Rigid, Flexible And Articulated Pavement Of The Urban Center Of The Girón Canton.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 2017.

Hernández, R, Fernandez, C y Baptista, Maria. 2014. *Metodología de la Investigación.* Sexta. Mexico : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2014.

Hernández, Roberto. 2018. *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* México : McGrawHill, 2018.

Hydrological assessment of the Teapa River basin, using the MIKE SHE model.
Torres, Marco, y otros. 2018. México : Scielo, 2018.

Impact of the evolution of the urban built-up area on surface runoff in the city of Tandil, Buenos Aires, Argentina: a simulation scenario with HEC-RAS. **La Macchia, María y Linares, Santiago. 2020.** 4, Buenos Aires, Argentina : Revistas de estudios geográficos, 2020, Vol. 33. 2525-1813.

Julca, Betsy y Sánchez, Jhonar. 2020. *Mejoramiento del diseño de la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo cruce carretera Llaray - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad 2020.* Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

La investigación aplicada: Una forma de conocer la realidades con evidencia científica. **Vargas, Z. 2019.** 1, 2019, Revista Educación, Vol. 33, págs. 155-165.

La República. 2021. Áncash: piden mantenimiento para redes de alcantarillado y drenaje pluvial. *Sociedad.* [En línea] 05 de Febrero de 2021. [Citado el: 26 de

Octubre de 2021.] <https://larepublica.pe/sociedad/2021/02/06/ancash-piden-mantenimiento-para-redes-de-alcantarillado-y-drenaje-pluvial-lrnd/>.

Long Term Performance of Existing Portland Cement Concrete Pavement Sections – Case Study. **Sargand, S.M., Vega, C.A. y Arboleda, L.G. 2017.** 183, 2017, Dyna, Vol. 81, págs. 40-48.

López, Cristhian. 2019. *Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Ferreñafe, provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque, 2017.* Chiclayo : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.

MEF. 2017. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.* Lima : Servicios Gráficos JMD s.r.l, 2017.

Monja, P. y Ramírez, R. 2020. *Estudio del sistema de alcantarillado pluvial para la evacuación de la escorrentía en la avenida Luzuriaga, Huaraz, 2019.* Universidad César Vallejo. Huaraz : s.n., 2020.

MTC. 2020. *Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios.* Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020.

—. **2014.** *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos.* Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

—. **2014.** *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.* Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

OECD. 2020. *Cumplimiento Regulatorio y Fiscalizaciones en el Sector Ambiental de Perú.* París : Publishing OECD, 2020. 9264361766.

Paredes, Diego. 2017. *Hydraulic Analysis of Urban Drainage Systems with Conventional Solutions and Sustainable Technologies: Case Study in Quito, Ecuador.* Quito : Universidad Central del Ecuador, 2017.

Peligro de inundación del río Vilcanota en el centro poblado de Písac, Cusco 2018.
Luna, Carlos, Almanza, Marisol y Nina, Rosa. 2020. 2, Cusco : Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 2020, Vol. 16.

Performance evaluation of rigid pavements in Costa Rica. **Montes, María, y otros.** 2021. 2021, Revista Infraestructura Via, págs. 53-60.

Pervious Pavements: A Convergent Approach to Urban Infrastructure Construction and Water Preservation. **Cárdenas, Eusebio, Albiter, Ángel y Jaimes, Janner.** 2017. 2, s.l. : Ciencia ergo-sum, 2017, Vol. 24, págs. 173-180.

Puga, Cecilia. 2018. *Functional evaluation of rigid pavement stretch avenida Loja (Cuenca).* Ecuador : Universidad de Cuenca, 2018.

Rigid pavement design through structural dimensioning based in finite element method. **Pannillo, G. y Barrios, A.** 2018. 2018, Revista Gaceta Técnica, págs. 23-33.

Sanchez, H, Reyes, C y Mejía, K. 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Primera. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018.

Sánchez, Jorge. 2019. *Propuesta de mejoramiento a nivel de pavimento rígido y drenaje pluvial de las principales vías de acceso al C.P. La Libertad, distrito de Pinto Recodo – Lamas – San Martín.* Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, 2019.

Sanitary and pluvial sewer and its incidence in the health of the people of the city of Milagro. **Zúñiga, Carlos y Zambrano, Rigoberto.** 2020. 18, s.l. : Revista de Ciencias Sociales y Humanística, 2020, Vol. 2.

Software for the design of flexible and rigid pavements by the AASHTO method. **Rincón, Giovanni y Higuera, Carlos.** 2017. 1, 2017, Revista Ingenio Magno, Vol. 8, págs. 1-17.

Spatio-temporal distribution of precipitation in the Jubones river basin, Ecuador. **Luna, Angel, y otros.** 2018. 1, Ecuador : Scientia Agropecuaria, 2018, Vol. 9.

Study of noise generated by construction machinery in urban road infrastructure. **Huaquisto, Samuel y Chambilla, Isabel.** 2021. 2021, Revista Investigación y Desarrollo, págs. 87-97.

Surface Evaluation of Rigid Pavements on Roads using Orthoimages Obtained through an Unmanned Aerial Vehicle. **Pucha, Pablo y Zárate, Belizario. 2020.** 2020, Revista Investigación en Ingeniería , págs. 1-15.

Sustainable stormwater drainage. A rain water management alternative at the University of Sonora. **Ojeda, Arturo, Álvarez, Clara y Orona, David. 2020.** 20, Sonora : Contexto: Revista de la Facultad de Arquitectura Universidad Autónoma de Nuevo León, 2020, Vol. 14.

Trujillo, E. 2018. *Visión de desarrollo de la infraestructura vial.* Lima-Perú : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.

Use of recycled asphalt pavement aggregate for a rigid pavement. **Guzmán, Dulce, Hernández, Juan y Horta, Jaime. 2020.** 2020, Revista Investigación y Tecnología, págs. 1-11.

Vicente, Miguel. 2019. *Diseño de una red de drenaje pluvial. Comparacion de metodologia.* México : Universidad Nacional Autonoma de México, 2019.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
Pavimento rígido	El pavimento rígido es una estructura compuesta concretamente por una capa de subbase granular, y una capa de rodadura de losa de concreto generalmente de cemento hidráulico (MTC, 2014).	El diseño del pavimento rígido se realizó en base al estudio de topografía, tráfico y mecánica de suelos indicándose al final el espesor de las capas que componen al mismo.	Estudio de topografía	Levantamiento topográfico	Razón	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población y muestra: Todo el tramo de la carretera del Caserío de Vista Alegre.</p> <p>Técnicas e instrumentos: Observación directa, análisis documental y ensayos de laboratorio.</p>
				Realización de planos		
			Estudio de tráfico	Identificación de la demanda	Ordinal	
				Conteo de tráfico		
				IMDA		
			Estudio de mecánica de suelos	Cálculo de EAL	Intervalo	
				Análisis granulométrico		
				Límite de consistencia		
				Contenido de humedad		
			Estudio hidrológico	Peso específico de partículas sólidas	Intervalo	
Capacidad de carga						
Ensayo de corte directo						
Sistema de drenaje pluvial	Es un grupo de estructuras de captación, red de conductos y estructuras complementarias conformados por una estructura de concreto que distribuyen o canalizan las aguas pluviales (MTC, 2014).	El diseño del sistema de drenaje pluvial se realizó en función a los datos de precipitación de 25 años como mínimo, tomándose la precipitación máxima para dicho diseño, e indicando el caudal de diseño final.	Estudio hidrológico	Precipitaciones	Intervalo	
				Parámetros geomorfológicos		
				Caudal máximo	Razón	
			Alcantarillado pluvial	Dimensiones	Intervalo	
				Concreto		

Anexo 02. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Problema general: ¿Cómo diseñar el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el mejoramiento de la troza carrozable en la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>a. ¿Cuál es la topografía de la localidad de Vista Alegre, Ancash 2021?</p> <p>b. ¿En qué consiste el estudio de tráfico en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021?</p> <p>c. ¿Cómo realizar el estudio de mecánica de suelos en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021?</p> <p>d. ¿En qué consiste el estudio hidrológico de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021?</p>	<p>Objetivo General: Diseñar el pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el mejoramiento de la trocha carrozable en la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>a. Realizar el estudio de topografía de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.</p> <p>b. Realizar el estudio de tráfico en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021</p> <p>c. Efectuar el estudio de mecánica de suelos en la trocha carrozable de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.</p> <p>d. Desarrollar el estudio hidrológico de la localidad de Vista Alegre, Ancash, 2021.</p>	<p>Al ser de nivel descriptivo y no trabajar con una relación de causa – efecto, no se plantea hipótesis de investigación.</p>	Variable 1	Pavimento rígido	Estudio de topografía	Levantamiento topográfico	Levantamiento topográfico
						Realización de planos	
					Estudio de tráfico	Identificación de la demanda	Ficha de tráfico vehicular
						Conteo de tráfico	
						IMDA	
					Estudio de mecánica de suelos	Cálculo de EAL	Fichas de ensayos de laboratorio
						Análisis granulométrico	
						Límite de consistencia	
						Contenido de humedad	
						Peso específico de partículas sólidas	
					Capacidad de carga		
					Ensayo de corte directo		

			Variable 2	Sistema de drenaje pluvial	Estudio hidrológico	Precipitaciones	Ficha de análisis documental
						Parámetros geomorfológicos	
						Caudal máximo	
					Alcantarillado pluvial	Dimensiones	Ficha de diseño de alcantarillado pluvial
			Concreto				

Anexo 03. Instrumentos de recolección de datos.**Puntos Topográficos**

ÍTEM	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	262636.403	8941573.75	3374.151	PT
2	262635.691	8941573.82	3374.128	PT
3	262636.013	8941568.05	3374.149	PT
4	262639.982	8941567.45	3374.117	PT
5	262640.414	8941573.55	3374.147	PT
6	262641.126	8941573.51	3374.168	PT
7	262641.177	8941581.95	3374.015	CU
8	262630.366	8941583.14	3373.828	CU
9	262619.079	8941586.46	3373.424	CU
10	262610.228	8941590.8	3373.213	CU
11	262609.153	8941590.6	3373.176	CU
12	262606.049	8941586.26	3373.476	CU
13	262617.722	8941581.02	3373.486	CU
14	262620.145	8941585.35	3373.426	CU
15	262630.974	8941582.22	3373.757	CU
16	262630.261	8941577.86	3373.764	CU
17	262628.517	8941575.44	3370.468	CU
18	262625.464	8941575.97	3370.564	CU
19	262615.888	8941578.26	3368.811	CU
20	262642.238	8941583.13	3378.600	TS
21	262636.546	8941583.31	3377.922	TS
22	262628.938	8941583.82	3376.681	TS
23	262623.689	8941585.16	3375.674	TS
24	262614.624	8941588.97	3375.257	TS
25	262608.872	8941591.83	3373.286	CU
26	262608.382	8941591.4	3373.159	CU
27	262606.336	8941594.71	3372.971	CU
28	262605.815	8941594.46	3372.922	CU
29	262605.423	8941598.12	3372.59	CU
30	262604.816	8941598.13	3372.557	CU
31	262606.636	8941605.94	3371.654	CU
32	262607.311	8941605.72	3371.691	CU
33	262611.253	8941621.14	3370.007	CU
34	262611.961	8941620.96	3370.047	CU
35	262612.499	8941635	3368.728	CU
36	262613.227	8941634.94	3368.758	CU
37	262612.64	8941648.9	3367.293	CU
38	262613.284	8941648.84	3367.285	CU
39	262612.463	8941660.86	3366.355	CU
40	262613.122	8941660.84	3366.396	CU

41	262613.726	8941659.56	3369.031	TS
42	262614.138	8941649.81	3369.822	TS
43	262613.563	8941636.49	3370.885	TS
44	262613.393	8941628.3	3371.53	TS
45	262611.891	8941618.99	3372.28	TS
46	262610.325	8941613.54	3372.841	TS
47	262608.667	8941608.38	3373.415	TS
48	262606.746	8941602.42	3374.253	TS
49	262606.344	8941599.07	3374.779	TS
50	262606.286	8941596.37	3375.055	TS
51	262607.284	8941594.26	3375.101	TS
52	262609.023	8941592.46	3375.068	TS
53	262611.765	8941590.65	3375.075	TS
54	262615.445	8941588.56	3375.133	TS
55	262608.479	8941640.52	3368.171	PI
56	262607.473	8941629.6	3369.272	PI
57	262606.287	8941630.03	3369.313	CA
58	262606.526	8941622.71	3369.958	PI
59	262604.15	8941623.42	3369.61	CA
60	262604.404	8941613.57	3370.948	CA
61	262604.864	8941613.26	3371.024	PI
62	262601.414	8941604.48	3372.118	PI
63	262599.217	8941595.84	3372.869	PI
64	262593.401	8941593.1	3372.212	CA
65	262596.506	8941594.4	3372.878	CA
66	262598.281	8941597.55	3372.804	CA
67	262601.105	8941607.59	3372.011	CA
68	262609.046	8941622.28	3370	BZ
69	262601.931	8941595.46	3373.006	BZ
70	262607.006	8941582.47	3373.333	CA
71	262608.043	8941584	3373.38	CA
72	262609.673	8941582.93	3373.351	CA
73	262614.074	8941668.32	3365.581	AL
74	262613.327	8941668.55	3365.701	AL
75	262614.253	8941669.07	3365.527	AL
76	262613.62	8941669.25	3365.567	AL
77	262608.869	8941670.69	3365.989	AL
78	262609.26	8941671.31	3365.856	AL
79	262608.851	8941671.37	3365.76	AL
80	262608.753	8941671.01	3365.783	AL
81	262617.272	8941675.63	3365.189	CU
82	262616.806	8941675.96	3365.197	CU
83	262610.547	8941676.16	3365.608	CAJA
84	262613.239	8941676.77	3365.398	BZ

85	262620.876	8941681.01	3364.951	CU
86	262620.191	8941681.44	3364.959	CU
87	262615.294	8941684.11	3364.953	CU
88	262623.652	8941695.78	3364.965	DE
89	262624.897	8941686.4	3364.784	CU
90	262624.125	8941686.71	3364.797	CU
91	262619.073	8941689.78	3364.909	CU
92	262633.583	8941696.98	3364.412	CU
93	262633.085	8941697.45	3364.41	CU
94	262629.227	8941700.64	3364.613	CA
95	262636.562	8941708.95	3363.754	CA
96	262637.949	8941704.81	3364.077	BZ
97	262639.498	8941710.33	3363.514	CU
98	262614.673	8941668.84	3368.05	TS
99	262616.246	8941672.19	3367.827	TS
100	262618.497	8941676.41	3367.323	TS
101	262622.968	8941682.64	3367.072	TS
102	262626.596	8941687.83	3366.867	TS
103	262629.692	8941692.17	3366.617	TS
104	262641.377	8941710.35	3363.876	CU
105	262646.602	8941713.06	3363.413	CU
106	262608.321	8941665.97	3366.197	CU
107	262607.639	8941662.01	3366.616	CU
108	262607.18	8941650.57	3367.333	CU
109	262607.438	8941640.12	3368.396	CU
110	262607.138	8941625.09	3369.752	CU
111	262597.201	8941639.62	3364.359	CU
112	262598.164	8941652.17	3362.316	CU
113	262602.906	8941666.62	3363.327	CU
114	262605.529	8941673.19	3363.7	CU
115	262606.852	8941678.96	3362.585	CU
116	262648.037	8941713.58	3363.423	CU
117	262653.016	8941716.23	3363.149	CU
118	262656.035	8941719.27	3363.086	CU
119	262656.479	8941722.72	3362.886	CU
120	262661.504	8941717.91	3363.047	AL
121	262661.972	8941717.56	3363.015	AL
122	262661.74	8941717.2	3362.983	AL
123	262661.451	8941717.41	3363.021	AL
124	262655.135	8941722.9	3361.839	TI
125	262646.634	8941717.56	3360.266	TI
126	262636.667	8941712.47	3362.245	TI
127	262638.251	8941716.56	3360.005	TI
128	262638.264	8941716.64	3359.804	TI

129	262657.966	8941720.17	3363.094	TI
130	262653.816	8941726.88	3362.529	TI
131	262647.938	8941732.56	3361.631	TI
132	262647.909	8941732.54	3361.617	TI
133	262660.578	8941729.35	3363.109	TI
134	262648.759	8941737.54	3361.376	TI
135	262639.313	8941739.62	3360.434	TI
136	262639.821	8941744.27	3360.206	TI
137	262630.201	8941746.51	3359.32	TI
138	262631.313	8941750.61	3359.167	TI
139	262621.013	8941753.01	3358.11	TI
140	262623.361	8941756.2	3358.134	TI
141	262612.324	8941758.8	3356.86	TI
142	262615.073	8941762	3356.991	TI
143	262603.779	8941764.47	3355.443	TI
144	262605.147	8941768.63	3355.302	TI
145	262598.602	8941772.49	3354.07	TI
146	262607.682	8941767.21	3355.772	DE
147	262613.603	8941761.39	3356.817	BZ
148	262616.531	8941761.21	3357.347	DE
149	262623.565	8941756.24	3358.288	DE
150	262631.461	8941750.75	3359.334	DE
151	262639.807	8941744.62	3360.352	DE
152	262648.819	8941738.04	3361.495	DE
153	262649.151	8941737.71	3361.532	DE
154	262668.761	8941734.06	3364.704	CA
155	262665.269	8941735.93	3364.695	CA
156	262673.816	8941745.31	3365.174	CA
157	262669.883	8941746.26	3364.977	CA
158	262676.41	8941750.42	3365.219	CA
159	262673.748	8941753.17	3365.293	CA
160	262676.526	8941758.07	3365.423	CA
161	262680.186	8941756.45	3365.522	CA
162	262675.835	8941756.81	3365.296	VE
163	262670.045	8941746.62	3365.185	VE
164	262666.764	8941739.17	3364.828	VE
165	262665.257	8941735.83	3364.634	VE
166	262624.276	8941756.61	3359.001	CAS
167	262636.706	8941747.83	3360.288	CAS
168	262648.318	8941739.46	3361.956	CAS
169	262660.999	8941730	3363.406	CAS
170	262664.802	8941735.98	3364.8	CAS
171	262669.476	8941746.57	3365.606	CAS
172	262675.6	8941757.32	3365.829	CAS

173	262680.772	8941766.03	3366.135	CAS
174	262662.994	8941725.94	3363.459	BZ
175	262657.7	8941714.7	3363.146	BZ
176	262635.046	8941697.27	3366.84	TS
177	262640.75	8941701.64	3366.475	TS
178	262645.933	8941705.23	3365.353	TS
179	262650.408	8941706.72	3365.174	TS
180	262654.008	8941707.99	3364.985	TS
181	262658.375	8941711.98	3364.808	TS
182	262661.419	8941714.38	3364.78	TS
183	262662.985	8941718.52	3364.625	TS
184	262664.376	8941721.69	3364.804	TS
185	262665.628	8941724.83	3365.02	TS
186	262667.094	8941728.46	3365.284	TS
187	262668.607	8941732.85	3365.545	TS
188	262671.885	8941740.43	3366.066	TS
189	262673.222	8941743.78	3366.15	TS
190	262670.264	8941725.28	3365.444	TS
191	262674.004	8941734.24	3365.886	TS
192	262674.022	8941734.24	3365.866	TS
193	262681.11	8941748.09	3366.509	TS
194	262684.033	8941754.39	3366.576	TS
195	262680.346	8941756.22	3366.638	TS
196	262674.909	8941746.81	3366.238	TS
197	262671.738	8941740.17	3365.972	TS
198	262658.441	8941713.68	3363.084	CU
199	262658.803	8941713.26	3363.084	CU
200	262652.873	8941708.93	3363.319	CU
201	262653.289	8941708.43	3363.321	CU
202	262644.343	8941705.93	3363.665	CU
203	262644.726	8941705.31	3363.706	CU
204	262678.631	8941758.85	3365.479	CU
205	262706.224	8941755.81	3366.266	AG
206	262699.073	8941759.17	3366.035	AG
207	262696.323	8941753.2	3367.689	AG
208	262699.02	8941759.61	3367.357	AG
209	262705.12	8941757.8	3368.054	AG
210	262712.039	8941757.52	3368.788	AG
211	262719.075	8941756.36	3369.439	AG
212	262726.795	8941754.16	3370.136	AG
213	262728.928	8941755.28	3370.633	AG
214	262722.56	8941757.26	3369.808	AG
215	262716.529	8941758.88	3369.08	AG
216	262709.184	8941759.54	3368.416	AG

217	262701.943	8941761.66	3367.474	AG
218	262699.455	8941762.79	3366.818	AG
219	262697.938	8941765.14	3366.569	AG
220	262700.996	8941768.98	3366.946	AG
221	262699.455	8941769.19	3366.751	AG
222	262702.544	8941774.91	3366.759	AG
223	262701.356	8941775.74	3366.702	AG
224	262705.027	8941783.03	3367.002	AG
225	262703.45	8941783.39	3367.089	AG
226	262706.737	8941792.09	3367.281	AG
227	262704.324	8941792.84	3367.338	AG
228	262689.52	8941770.56	3364.645	AG
229	262681.005	8941757.33	3365.872	AG
230	262684.264	8941755.51	3366.52	AG
231	262694.114	8941755.39	3367.459	AG
232	262692.088	8941756.65	3367.378	AG
233	262688.248	8941757.63	3366.793	AG
234	262692.413	8941758.57	3366.864	AG
235	262692.633	8941759.57	3366.739	AG
237	262689.913	8941758.82	3366.726	AG
238	262695.152	8941761.55	3366.637	AG
239	262691.668	8941762.8	3366.021	AG
240	262688.207	8941763.96	3365.779	AG
241	262684.759	8941765.02	3365.239	AG
242	262690.26	8941761.87	3366.213	CA
243	262683.407	8941769.06	3364.821	CA
244	262685.243	8941781.62	3363.322	CA
245	262689.015	8941782.33	3363.498	CA
246	262689.035	8941782.31	3363.516	CA
247	262684.814	8941785.59	3363.263	CAJ
248	262684.26	8941787.73	3363.162	CAJ
249	262684.242	8941787.77	3363.159	CAJ
250	262684.889	8941788.86	3363.327	CA
251	262688.201	8941788.72	3363.552	CA
252	262681.639	8941796.17	3363.908	CA
253	262685.442	8941797.37	3364.231	CA
254	262684.204	8941801.61	3364.808	CA
255	262679.614	8941801.15	3364.682	CA
256	262682.357	8941803.88	3364.812	CA
257	262679.727	8941811.56	3365.304	CAS
258	262677.932	8941811.19	3365.292	CAS
259	262681.333	8941771.79	3364.169	CA
260	262682.485	8941774.37	3364.149	CA
261	262683.658	8941775.05	3363.894	CA

262	262685.557	8941774.11	3364.011	CA
263	262685.36	8941776.95	3363.798	CA
264	262685.123	8941780.13	3363.458	CA
265	262684.755	8941782.97	3363.286	CA
266	262680.667	8941775.05	3361.828	TI
267	262678.04	8941777.1	3361.017	TI
268	262678.019	8941780.05	3360.547	TI
269	262674.825	8941787.01	3359.475	TI
270	262680.3	8941801.31	3366.077	TI
271	262680.289	8941801.33	3364.475	BZ
272	262674.301	8941814.09	3365.243	BZ
273	262669.382	8941828.88	3366.109	CAJ
274	262671.921	8941835.96	3366.652	CAJ
275	262671.345	8941818.91	3365.339	CAJ
276	262672.837	8941811.52	3365.339	CA
277	262679.255	8941800.75	3364.51	CA
278	262677.144	8941812.99	3365.349	CA
279	262669.037	8941828.03	3366.085	CA
280	262668.647	8941836.33	3366.714	CA
281	262671.652	8941838.52	3366.9	CA
282	262671.54	8941846.56	3367.096	CA
283	262668.304	8941846.32	3366.87	CA
284	262668.623	8941849.46	3367	CA
285	262670.022	8941855.16	3367.381	CA
286	262671.433	8941857.9	3367.482	CA
287	262672.846	8941862.88	3368.032	CA
288	262674.782	8941870.81	3368.525	CA
289	262679.462	8941869.36	3368.41	CA
290	262682.54	8941878.05	3368.24	CA
291	262669.337	8941844.83	3366.928	BZ
292	262672.574	8941848.89	3367.211	CADE
293	262668.817	8941849.35	3367.07	VER
294	262668.291	8941846.1	3367.1	VER
295	262667.655	8941839.9	3367.27	VER
296	262668.043	8941836.7	3367.267	VER
297	262668.502	8941836.58	3366.883	VER
298	262668.657	8941832.11	3366.991	VER
299	262674.648	8941854.33	3367.426	CAAG
300	262678.036	8941866.17	3368.115	CADE
301	262673.927	8941871.31	3368.677	CA
302	262675.586	8941874.85	3368.482	CA
303	262676.582	8941877.72	3368.502	CA
304	262678.062	8941881.82	3368.157	CA
305	262679.35	8941882.46	3368.328	CA

306	262682.06	8941887.84	3368.018	CA
307	262664.928	8941873.14	3364.212	TI
308	262668.89	8941881.38	3364.83	TI
309	262672.011	8941890.64	3364.613	TI
310	262676.093	8941890.93	3365.558	CA
311	262682.401	8941887.83	3368.19	CA
312	262686.495	8941894.5	3366.874	CA
313	262692.676	8941908.28	3370.91	CA
314	262696.562	8941907.14	3371.393	CA
315	262694.133	8941902.48	3370.082	CA
316	262692.574	8941895.08	3368.862	CA
317	262687.274	8941895.87	3366.765	CACRI
318	262685.053	8941890.79	3367.56	CA
319	262682.764	8941878.03	3368.187	CA
320	262694.989	8941904.59	3370.68	CA
321	262685.042	8941890.69	3367.55	CA
322	262686.56	8941885.73	3367.979	BZ
323	262682.347	8941881.07	3368.226	BZ
324	262689.128	8941892.14	3368.504	BZ
325	262694.974	8941910.99	3371.234	BZ
326	262695.489	8941907.94	3371.098	BZ
327	262695.803	8941912.92	3371.363	BZ
328	262688.805	8941897.2	3368.653	BZ
329	262674.446	8941873.7	3367.684	TI
330	262678.981	8941883.42	3367.28	TI
331	262681.782	8941887.91	3366.639	TI
332	262695.143	8941907.6	3371.088	TI
333	262690.893	8941908.59	3371.128	CA
334	262696.702	8941906.98	3371.437	CA
335	262694.402	8941917.39	3371.324	CA
336	262699.027	8941915.98	3371.758	CA
337	262697.617	8941927.25	3371.703	CA
338	262701.813	8941925.14	3372.107	CA
339	262702.666	8941936.16	3372.313	CA
340	262705.97	8941934.58	3372.5	CA
341	262704.273	8941942.63	3372.66	CA
342	262708.314	8941942.39	3373.027	CA
343	262704.064	8941952.58	3372.972	CA
344	262707.901	8941953.2	3373.743	CA
345	262702.697	8941960.33	3374.278	CA
346	262707.143	8941962.42	3374.657	CA
347	262702.261	8941970.08	3374.831	CA
348	262707.278	8941972.13	3374.946	CA
349	262702.864	8941980.34	3374.581	CA

350	262707.02	8941981.8	3374.819	CA
351	262702.956	8941988.83	3374.611	CA
352	262702.415	8941998.64	3374.457	CA
353	262702.899	8942006.84	3374.385	CA
354	262706.16	8942006.5	3374.48	CA
355	262706.058	8941999.42	3374.74	CA
356	262706.574	8941988.71	3374.876	CA
357	262693.529	8941914.67	3371.195	CAAG
358	262694.18	8941915.5	3371.398	CAAG
359	262703.264	8941951.84	3372.792	CAAG
360	262699.629	8941931.57	3371.479	CAAG
361	262698.289	8941928.15	3371.612	CAAG
362	262706.389	8941943.88	3372.891	BZ
363	262661.945	8941850.01	3365.532	CA
364	262660.733	8941847.32	3365.421	CA
365	262655.184	8941848.87	3364.449	CA
366	262657.149	8941851.57	3364.841	CA
367	262646.55	8941850.58	3362.765	CA
368	262650.203	8941854.17	3363.014	CA
369	262639.111	8941853.89	3361.65	CA
370	262643.37	8941857.46	3361.924	CA
371	262634.686	8941855.68	3360.89	CA
372	262638.223	8941859.02	3360.801	CA
373	262635.162	8941860.79	3360.343	CA
374	262634.401	8941857.13	3360.889	BZ
375	262654.97	8941848.65	3364.416	BZ
376	262642.698	8941852.4	3361.871	CADE
377	262642.184	8941852.94	3361.9	CADE
378	262631.145	8941853.01	3359.06	CADE
379	262630.298	8941854.18	3358.954	CA
380	262630.396	8941852.36	3359.073	CA
381	262629.545	8941854.37	3358.478	CA
382	262628.95	8941852.36	3358.219	CA
383	262625.915	8941854.58	3357.43	CA
384	262626.621	8941856.28	3357.348	CA
385	262621.798	8941858.24	3355.307	CA
386	262621.69	8941861.35	3355.078	CA
387	262618.204	8941861.86	3354.182	CA
388	262617.102	8941865.11	3353.194	CA
389	262615.815	8941863.85	3353.031	CA
390	262613.35	8941868.07	3351.174	CA
391	262611.856	8941867.26	3351.255	CA
392	262609.821	8941870.98	3349.431	CA
393	262608.661	8941869.25	3350.065	CA

394	262605.485	8941874.35	3347.331	CA
395	262605.537	8941871.14	3349.147	CA
396	262603.69	8941874.89	3347.117	CA
397	262607.187	8941871.85	3348.729	BZ
398	262619.789	8941861.68	3354.915	BZ
399	262628.838	8941853.06	3358.098	BZ
400	262632.53	8941853.88	3359.945	BZ
401	262583.976	8941806.56	3350.165	CA
402	262584.332	8941809.55	3349.403	CA
403	262592.244	8941813.84	3347.817	CA
404	262590.281	8941815.04	3347.859	CA
405	262598.917	8941819.66	3346.76	CA
406	262596.527	8941821.37	3346.617	CA
407	262593.884	8941825.35	3346.428	CA
408	262597.014	8941824.69	3346.22	CA
409	262598.333	8941830.76	3346.031	CA
410	262601.012	8941829.71	3345.826	CA
411	262600.299	8941837.61	3345.609	CA
412	262603.851	8941837.44	3345.015	CA
413	262595.289	8941848.37	3345.173	CA
414	262598.385	8941848.57	3345.237	CA
415	262596.721	8941858.05	3346.209	CA
416	262597.576	8941857.56	3346.324	CA
417	262599.038	8941865.49	3346.469	CA
418	262601.453	8941866.71	3346.435	CA
419	262625.771	8941850.72	3355.526	RE
420	262618.654	8941848.16	3350.341	RE
421	262623.441	8941854.22	3355.178	RE
422	262619.163	8941857.14	3352.191	RE
423	262613.642	8941851.3	3349.783	RE
424	262615.554	8941861.54	3351.592	RE
425	262609.447	8941857.04	3349.794	RE
426	262611.422	8941866.59	3350.623	RE
427	262603.572	8941860.6	3349.496	RE
428	262606.223	8941868.71	3349.33	RE
429	262603.304	8941865.96	3348.721	RE
430	262602.513	8941862.22	3349.333	RE
431	262598.769	8941855.35	3347.981	RE
432	262600.898	8941848.54	3347.294	RE
433	262608.878	8941845.37	3347.882	RE
434	262613.507	8941841.72	3348.286	RE
435	262601.77	8941843.45	3346.661	RE
436	262605.304	8941837	3346.519	RE
437	262600.655	8941869.46	3345.635	CADE

438	262600.856	8941874.48	3345.501	BZ
439	262599.545	8941881.3	3345.081	BZ
440	262600.502	8941864.66	3346.341	CA
441	262598.931	8941865.81	3346.188	CA
442	262603.063	8941869.02	3346.039	CA
443	262600.717	8941869.31	3345.665	CA
444	262600.7	8941869.3	3345.666	CA
445	262603.424	8941871.17	3346.2	CA
446	262600.338	8941871.08	3345.525	CA
447	262602.182	8941874.34	3345.904	CA
448	262599.931	8941873.6	3345.514	CA
449	262598.842	8941877.11	3345.163	CA
450	262598.834	8941877.1	3345.151	CA
451	262600.213	8941877.07	3345.202	CA
452	262598.345	8941881.79	3344.997	CA
453	262600.298	8941881.31	3345.016	CA
454	262598.571	8941888.78	3344.498	CA
455	262601.129	8941888.62	3344.678	CA
456	262600.571	8941889	3344.742	BZ
457	262595.349	8941892.43	3342.644	MU
458	262597.183	8941886.01	3344.072	MU
459	262597.376	8941881.2	3343.283	MU
460	262595.233	8941880.23	3341.961	MU
461	262597.956	8941876.41	3343.801	MU
462	262597.658	8941870.93	3343.849	MU
463	262596.463	8941864.78	3344.345	MU
464	262596.454	8941864.75	3344.342	MU
465	262595.132	8941860.93	3344.476	MU
466	262594.747	8941852.68	3345.816	MU
467	262602.256	8941887.89	3345.007	CA
468	262606.087	8941891.39	3344.843	CA
469	262604.254	8941893.41	3344.595	CA
470	262611.13	8941895.38	3344.773	CA
471	262610.287	8941899.32	3344.31	CA
472	262615.836	8941902.54	3345.006	CA
473	262613.937	8941904.02	3344.828	CA
474	262615.409	8941904.64	3344.972	BZ
475	262611.031	8941900.91	3344.053	CADE
476	262605.847	8941895.46	3344.152	CADE
477	262600.793	8941890.52	3344.483	CADE
478	262606.999	8941767.52	3355.643	CA
479	262603.891	8941763.39	3355.609	CA
480	262598.306	8941772.33	3354.026	REG
481	262595.607	8941768.36	3354.05	REG

482	262592.393	8941775.73	3352.926	REG
483	262592.129	8941771.26	3353.28	CA
484	262587.653	8941778.06	3352.071	CA
485	262585.522	8941774.47	3352.034	CA
486	262575.493	8941780.12	3349.892	CA
487	262577.46	8941783.91	3349.967	CA
488	262568.239	8941784.01	3348.193	CA
489	262557.26	8941790.69	3346.669	AL
490	262560.188	8941794.3	3346.671	AL
491	262584.697	8941778.01	3351.625	BZ
492	262558.035	8941794.97	3346.642	BZ
493	262550.867	8941800.86	3346.311	BZ
494	262584.778	8941805.88	3350.144	CA
495	262574.955	8941809.13	3349.801	CA
496	262583.953	8941809.76	3350.162	CA
497	262573.657	8941812.53	3349.938	CADE
498	262572.966	8941812.46	3349.734	CADE
499	262566.147	8941810.63	3350.11	CA
500	262581.582	8941801.63	3347.805	CA
501	262564.032	8941814.4	3350.17	CA
502	262571.284	8941804.49	3347.694	CA
503	262558.241	8941816.26	3349.895	CA
504	262550.59	8941820.63	3348.045	CA
505	262560.33	8941807.76	3347.936	CA
506	262557.114	8941812.36	3349.659	CA
507	262552.819	8941816.28	3348.202	CA
508	262554.613	8941811.43	3346.904	CA
509	262548.454	8941817.58	3346.314	CA
510	262545.677	8941830.13	3346.547	CA
511	262545.534	8941824.76	3346.406	CA
512	262537.08	8941841.71	3346.372	CA
513	262535.361	8941828.83	3346.136	CA
514	262528.733	8941847.62	3346.189	CA
515	262545.885	8941798.03	3346.292	CA
516	262516.686	8941804.2	3345.918	CA
517	262491.606	8941849.78	3346.283	CA
518	262512.029	8941865.39	3346.985	CA
519	262500.008	8941887.14	3346.454	CA
520	262483.914	8941863.99	3346.712	CA
521	262478.873	8941870.13	3346.145	BZ
522	262478.783	8941874.14	3346.257	CA
523	262476.003	8941869.78	3346.075	CA
524	262468.239	8941865.76	3338.97	CA
525	262470.731	8941876.5	3345.637	CA

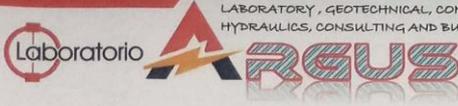
526	262476.094	8941876.61	3346.189	CA
527	262464.612	8941886.23	3344.432	CA
528	262467.281	8941888.2	3344.701	CA
529	262456.951	8941872.15	3337.067	CA
530	262458.111	8941893.92	3343.308	CA
531	262462.424	8941895.12	3344.088	CA
532	262450.54	8941901.01	3341.319	CA
533	262452.004	8941903.09	3341.601	CA
534	262460.627	8941883.48	3342.532	CA
535	262455.783	8941891.83	3341.402	CA
536	262443.721	8941903.4	3340.741	CA
537	262445.664	8941910.22	3340.085	CA
538	262453.137	8941911.15	3340.585	CA
539	262445.733	8941913.64	3339.38	CA
540	262449.748	8941918.6	3339.587	CA
541	262442.389	8941914.97	3339.186	CA
542	262446.245	8941921.51	3338.872	CA
543	262448.206	8941927.2	3337.253	CA
544	262453.894	8941927.18	3337.387	CA
545	262459.096	8941930.93	3336.017	CA
546	262454.645	8941930.65	3336.577	CA
547	262459.574	8941933.9	3335.95	CA
548	262462.904	8941935.13	3335.68	CA
549	262446.417	8941926.02	3337.635	CA
550	262444.449	8941927.35	3336.905	CA
551	262442.402	8941928.99	3335.975	CA
552	262444.107	8941922.99	3338.153	CA
553	262442.767	8941923.31	3337.318	CA
554	262440.326	8941923.97	3337.061	CA
555	262443.496	8941920.21	3338.737	CA
556	262441.05	8941919.36	3337.865	CA
557	262440.187	8941920.96	3337.67	CA
558	262464.797	8941939.66	3334.818	CA
559	262465.435	8941942.14	3334.271	CA
560	262464.128	8941941.91	3334.26	CA
561	262458.121	8941945.89	3333.5	CA
562	262460.103	8941948.49	3332.664	CA
563	262462.319	8941950.34	3332.321	CA
564	262466.119	8941949.67	3332.599	CA
565	262467.79	8941948.12	3332.791	CA
566	262468.959	8941951.28	3331.757	CA
567	262470.628	8941949.75	3331.935	CA
568	262473.448	8941948.56	3331.926	CA
569	262472.448	8941946.24	3332.408	CA

570	262468.241	8941945.3	3332.98	CA
571	262466.468	8941944.03	3333.628	CA
572	262469.208	8941944.62	3335.613	CA
573	262467.644	8941942.82	3335.983	CA
574	262466.652	8941940.31	3336.661	CA
575	262465.112	8941937.98	3337.015	CA
576	262463.88	8941934.25	3338.095	CA
577	262461.722	8941931.07	3338.679	CA
578	262459.603	8941930.43	3338.638	CA
579	262442.662	8941903.09	3340.459	CA
580	262435.074	8941900.41	3339.381	CA
581	262431.605	8941903.74	3338.865	CA
582	262425.448	8941901.46	3337.99	CA
583	262429.71	8941903.92	3338.546	CADE
584	262427.992	8941904.09	3338.366	CADE
585	262426.627	8941899.22	3335.704	CA
586	262427.967	8941904.13	3338.356	CADE
587	262413.234	8941901	3336.058	CADE
588	262419.496	8941903.62	3337.18	CA
589	262413.627	8941898.13	3335.616	CA
590	262406.103	8941895.6	3334.626	BZ
591	262405.965	8941898.72	3334.653	CA
592	262403.514	8941898.14	3334.562	CADE
593	262397.69	8941895.63	3334.056	BZ
594	262393.622	8941897.86	3334.107	CA
595	262385.578	8941896.97	3333.572	CA
596	262384.917	8941900.01	3333.643	CADE
597	262388.125	8941896.06	3333.801	CADE
598	262375.618	8941902.84	3333.456	CA
599	262373.315	8941900.2	3333.579	CA
600	262365.664	8941906.24	3333.029	CA
601	262388.088	8941893.67	3332.234	CA
602	262387.084	8941889.65	3331.657	CA
603	262394.25	8941892.39	3332.436	CA
604	262397.95	8941891.77	3331.817	CA
605	262401.71	8941892.69	3332.53	CA
606	262403.17	8941893.54	3333.017	CA
607	262407.821	8941892.19	3332.34	CA
608	262427.259	8941891	3333.493	CA
609	262365.687	8941906.77	3333.147	CA
610	262362.978	8941904.26	3333.042	CA
611	262353.645	8941912.68	3330.33	CA
612	262356.406	8941914.15	3331.16	CA
613	262344.388	8941919.15	3326.563	CA

614	262346.44	8941922.74	3326.104	CA
615	262343.831	8941924.05	3325.414	CA
616	262345.933	8941923.62	3325.583	CA
617	262342.93	8941929.56	3323.071	CA
618	262344.836	8941930.83	3323.344	CA
619	262342.867	8941915.42	3325.78	CA
620	262332.792	8941931.63	3320.063	CA
621	262333.12	8941933.76	3320.186	CA
622	262333.654	8941924.76	3320.685	CA
623	262322.223	8941934.9	3318.177	CA
624	262323.141	8941936.95	3317.901	CA
625	262318.461	8941938.25	3317.495	BZ
626	262314.789	8941936.49	3316.401	CA
627	262310.031	8941942.88	3316.213	CA
628	262311.747	8941945.09	3316.223	CA
629	262303.611	8941950.78	3315.59	CA
630	262302.843	8941947.95	3315.435	CA
631	262294.273	8941954.14	3313.675	BZ
632	262288.238	8941957.15	3312.553	BZ
633	262279.156	8941958.12	3310.823	BZ
634	262287.991	8941955.41	3312.658	CA
635	262289.132	8941958.52	3313.172	CA
636	262277.339	8941957.43	3310.36	CA
637	262277.091	8941960.02	3310.265	CA
638	262272.586	8941960.22	3308.762	CA
639	262267.624	8941960.77	3307.318	CA
640	262267.025	8941958.46	3307.296	CA
641	262262.132	8941960.75	3305.922	CA
642	262260.027	8941962.36	3305.324	CA
643	262261.55	8941963.75	3305.363	CA
644	262255.116	8941966.11	3303.615	CA
645	262261.359	8941961.5	3305.655	BZ
646	262253.101	8941968.57	3302.875	CAJA
647	262252.259	8941971.18	3301.02	CA
648	262251.557	8941968.68	3301.003	CA
649	262242.77	8941969.29	3299.489	CA
650	262242.607	8941972.51	3299.083	CA
651	262250.8	8941969.08	3300.9	CADE
652	262240.686	8941970.11	3298.565	CADE
653	262237.681	8941971.91	3297.896	CADE
654	262236.961	8941974.23	3297.544	CADE
655	262230.421	8941975.68	3295.897	CA
656	262231.819	8941978.69	3295.942	CA
657	262227.233	8941977.57	3295.128	CA

658	262228.216	8941980.94	3294.8	CAJA
659	262220.597	8941979.75	3293.641	CA
660	262221.658	8941983.03	3293.32	CA
661	262201.677	8941986.1	3289.647	CA
662	262198.615	8941991.33	3288.881	CA
663	262212.863	8941986.37	3291.449	CA
664	262226.521	8941986	3294.147	CA
665	262212.659	8941991.56	3290.057	CA
666	262206.143	8941999.59	3289.072	CA
667	262198.463	8942000.24	3288.113	CA
668	262200.607	8942001.62	3288.566	CA
669	262206.211	8942009.58	3289.436	CA
670	262200.501	8942011.81	3287.945	CA
671	262201.639	8942010.62	3288.404	CA
672	262206.567	8942018.71	3289.05	CA
673	262199.886	8942021.95	3287.042	CA
674	262202.462	8942019.35	3287.66	CA
675	262334.449	8941933.09	3286.671	CA
676	262338.074	8941930.85	3287.006	CA

Anexo 04. Ensayos de laboratorio.



Laboratorio ARGUS

LABORATORY, GEOTECHNICAL, CONCRETE, ASPHALT,
HYDRAULICS, CONSULTING AND BUILDINGS ARGUS EIRL.

RUC:
200020022123

DETERMINAR LAS PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS.
CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN OBRAS CIVILES.
ESTUDIOS DE SUELOS CON FINES AGRÍCOLAS.
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO.
DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE CONCRETO Y SUS COMPONENTES.
DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LO RELACIONADO A ALBAÑILERÍA, GEOSINTÉTICOS Y MADERA.

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO (TEORIA DE TERZAGHI)

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

CALICATA: C - 01

MUESTRA: M - 01

PROFUNDIDAD: 1.50 m

COORD. NORTE: 8941864.1 COORD. ESTE: 262605.0

FECHA: domingo, 01 de agosto de 2021

CLASIFICACION SUCS DE LOS SUELOS

GC

Nivel de cimentación

Observaciones:

De acuerdo a las características obtenidas de los ensayos estándar de laboratorio para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), se obtuvieron los siguientes parámetros para el cálculo de la capacidad carga.

POR TERORIA DE TERZAGHI:

Se conoce que para una cimentación corrida la capacidad de carga ultima es:

$$q_u = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5\gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Se ha asumido los siguientes parámetros para el cálculo:

C :	Cohesión del suelo	1.38	Tn/m²
γ :	Peso Unitario del Suelo	1.89	Tn/m³
Df :	Profundidad de la cimentación	1.5	m
B :	Ancho de cimentación	1	m
φ :	Angulo de fricción interna del suelo	20.30	°

Nc, Nq, Nγ : Factores de capacidad de carga

Nc = 18.93 Nq = 8.99 Nγ = 3.94

qu = 57.440016

F.S. = 3.00

→

qa = qu / F.S.

→

qa = 19.15 Tn/m²

PRESION ADMISIBLE PARA EL PROYECTO

qa = 1.91 Kg/cm²



ING. JUAN KEITH SOLORZANO CHAVLA
INGENIERO CIVIL (CIP 19172)

Observaciones: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos, como certificado de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este producto no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

 www.facebook.com/Arguslaboratorysuelosyconcreto

 910717074  9107170774  argusgcaheb@gmail.com



Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D 2216 NTP 339.127

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

FECHA: 01/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 01

Muestra: M - 01

Coord. Norte: 8941864.1

Coord. Este: 262605.0

Prof.: 1.5 m

Material: GC



N° Recipiente	Und.	1	2
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	1399.00	968.90
Recipiente + Muestra Seca	gr	1328.50	907.90
Peso del Recipiente	gr	412.40	135.20
Peso de la Muestra Seca	gr	916.10	772.70
Peso del Agua	gr	70.50	61.00
Contenido de Humedad	%	7.70	7.89
Humedad Promedio		7.80	

[Handwritten signature]
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO EN LABORATORIO



www.arguslab.com

812292074

812292074

arguslab@gmail.com



Laboratorio Av. Latorfaga N° 1203 - Huaraz - Ancash





LABORATORY, GEOTECHNICAL, CONCRETE, ASPHALT,
HYDRAULICS, CONSULTING AND BUILDINGS ARGUS EIRL.

R.U.C:
200020022123

DETERMINAR LAS PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS.
CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN OBRAS CIVILES.
ESTUDIOS DE SUELOS CON FINES AGRÍCOLAS.
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO.
DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE CONCRETO Y SUS COMPONENTES.
DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LO RELACIONADO A ALBAÑILERÍA, GEOSINTÉTICOS Y MADERA.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128-1999

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

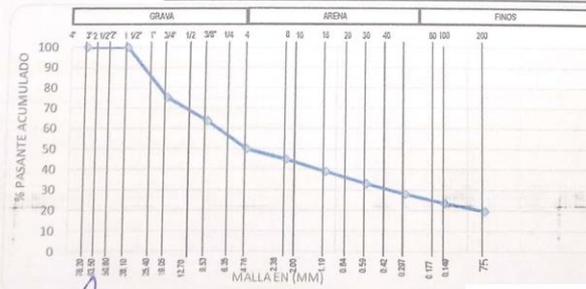
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 01 Muestra: M - 01
Coord. Norte: 8941864.05 Coord. Este: 262604.96
Profundidad: 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Peso Inicial de la Muestra Seca (gr) 4620.00 % Pasa Nº 200: 19.70 %
Muestra Después del Lavado (gr) 3709.86 Peso Retenido 3": 0.00 gr

Tamiz ASTM E11	Abertura (mm)	Retenido en cada tamiz		Porcentaje Acumulado	
		(gr)	(%)	Retenido	% que pasa
3	76.200	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2	38.100	0	0.00	0.00	100.00
3/4	19.050	1141.14	24.70	24.70	75.30
3/8	9.500	540.54	11.70	36.40	63.60
Nº 4	4.760	623.70	13.50	49.90	50.10
Nº 8	2.380	240.24	5.20	55.10	44.90
Nº 16	1.190	267.96	5.80	60.90	39.10
Nº 30	0.590	277.20	6.00	66.90	33.10
Nº 50	0.297	235.62	5.10	72.00	28.00
Nº 100	0.149	207.90	4.50	76.50	23.50
Nº 200	0.074	175.56	3.80	80.30	19.70
FONDO			0.00		



RESUMEN DE RESULTADOS	
MATERIAL	%
GRAVA	49.90
ARENA	30.40
FINOS	19.70
CLASIFICACION SUCS	GC
CLASIFICACION AASHTO	A-2-4
D60:	8.23
D30:	0.42
D10:	0.04
Coef. Unif. (Cu):	216.26
Coef. Conc. (Cc):	0.56

ARGUS
ING. JUAN KEITH SOLÓRZANO CHAVEZ
INGENIERO CIVIL T.P. 19778
DIRECCIÓN DE LABORATORIO

Observaciones: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este producto no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

www.facebook.com/ArgusLaboratorysuelosyconcreto
910717074 9107170774 arguslgcahb@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash





LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO - ÍNDICE DE PLASTICIDAD

NTP 339.129-1999

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

FECHA: 01/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 01

Muestra: M - 01

Coord. NORTE: 8941864.05

Coord. ESTE: 262604.96

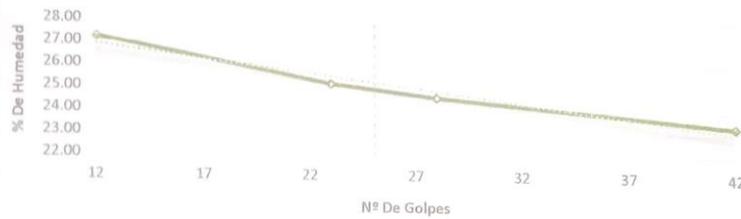
Profundidad: 1.50 m

Material: GC

LÍMITE LÍQUIDO:

Nº Recipiente	1	2	3	3
NUMERO DE GOLPES	12	23	28	42
Peso del Recipiente (gr)	18.31	18.30	16.38	17.37
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (gr)	37.67	37.22	36.07	29.85
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr)	33.53	33.42	32.19	27.49
Peso del Agua (gr)	4.14	3.80	3.88	2.36
Peso del Suelo Seco (gr)	15.22	15.12	15.81	10.12
Contenido de Humedad (%)	27.20	25.13	24.54	23.32

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE PLÁSTICO:

Nº Recipiente	1	2
Peso del Recipiente (gr)	17.17	14.22
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (gr)	31.83	26.60
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr)	29.65	24.70
Peso del Agua (gr)	2.18	1.90
Peso del Suelo Seco (gr)	12.48	10.48
Contenido de Humedad (%)	17.47	18.13
Contenido de Humedad (%)	17.80	

Límite Líquido (L.L.) %	24.91
Límite Plástico (L.P.) %	17.80
Índice de Plasticidad I.P. %	7.11



www.facebook.com/Arguslaboratoryysuelosyconcreto



910717074



910717074



arguslab@gmail.com

ARGUS
INGENIERO CIVIL Nº 10175
DIRECTOR DE LABORATORIO
ING. JUAN KEITH SOLÓRZANO CHAVEZ



Laboratorio: Av. Luzurlaga N° 1303 - Huaraz - Ancash



HOJA DE RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

CALICATA:	C-01	
MUESTRA:	M-01	
PROFUNDIDAD:	1.5 m	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3	100.00
	1 1/2	100.00
	3/4	75.30
	3/8	63.60
	Nº 4	50.10
	Nº 8	44.90
	Nº 16	39.10
	Nº 30	33.10
	Nº 50	28.00
	Nº 100	23.50
	Nº 200	19.70
Coef. Uniformidad (Cu)		216.26
Coef. Concavidad (Cc)		0.56
Porcentaje por tipo de Material	Grava	49.90
	Arena	30.40
	Finos	19.70
Límites de Consistencia	L.L.	24.91
	L.P.	17.80
		22.926
Contenido de Humedad Natural		7.80
Clasificación SUSC		GC
Observaciones:	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	



ING. JUAN KEITH SOLÓRZANO CHÁVEZ
INGENIERO CIVIL C.P. 19978
DIRECTOR DE LABORATORIO

Observaciones: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este producto no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

www.facebook.com/Arguslaboratorysuelosyconcreto
 910717074 910717074 argusgeohtcb@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huancayo - Ancash





DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO (TEORIA DE TERZAGHI)

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

CALICATA: C - 02

MUESTRA: M - 01

PROFUNDIDAD: 1.50 m

COORD. NORTE: 8941972.2 COORD. ESTE: 262696.3

FECHA: domingo, 01 de agosto de 2021



CLASIFICACION SUCS DE LOS SUELOS

CC-CM
Nivel de cimentación

Observaciones:

De acuerdo a las características obtenidas de los ensayos estándar de laboratorio para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), se obtuvieron los siguientes parámetros para el cálculo de la capacidad carga.

POR TERORIA DE TERZAGHI:

Se conoce que para una cimentación corrida la capacidad de carga ultima es:

$$q_u = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Se ha asumido los siguientes parámetros para el cálculo:

C :	Cohesión del suelo	1.08	Tn/m²
γ :	Peso Unitario del Suelo	2.01	Tn/m³
Df :	Profundidad de la cimentación	1.5	m
B :	Ancho de cimentación	1.4	m
φ :	Angulo de fricción interna del suelo	21.80	°
Nc, Nq, Nγ :	Factores de capacidad de carga		
	Nc = 20.00	Nq = 9.15	Nγ = 5.95

qu = 58.37456 → qa = qu / F.S. → qa = 19.46 Tn/m²

F.S. = 3.00

PRESION ADMISIBLE PARA EL PROYECTO

qa = 1.95 Kg/cm²

ARGUS
ING. JUAN KETH SOLÓRZANO CHÁVEZ
INGENIERO CIVIL CIP 101795

Observaciones: muestra proporcionada por el solicitante. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este producto no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



www.facebook.com/ArgusLaboratorySuelosyConcreto



910717074



910717074



argusgcaheb@gmail.com



Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - HURRIZ - Ancash



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D 2216 NTP 339.127

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

FECHA: 01/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 02

Muestra: M - 01

Coord. Norte: 8941972.2

Coord. Este: 262696.3

Prof.: 1.5 m

Material: GC-GM



N° Recipiente	Und.	1	2
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	850.50	1015.60
Recipiente + Muestra Seca	gr	821.00	993.60
Peso del Recipiente	gr	65.50	365.40
Peso de la Muestra Seca	gr	755.50	628.20
Peso del Agua	gr	29.50	22.00
Contenido de Humedad	%	3.90	3.50
Humedad Promedio		3.70	


ARGUS
ING. JUAN KEITH SORIANO CHAVEZ
INGENIERO CIVIL CIP 01778
DIRECTOR DE LABORATORIO

Observaciones: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOP-CRT del 07.01.98). Este producto no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

 www.facebook.com/ArgusLaboratorySuelosyConcreto

 910717074  9107170774  arguslcoahcb@gmail.com

 Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash





LABORATORY, GEOTECHNICAL, CONCRETE, ASPHALT,
HYDRAULICS, CONSULTING AND BUILDINGS ARGUS EIRL

RUC:
200020022123

DETERMINAR LAS PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS.
CONTROL DE CALIDAD Y ASESURAMIENTO DE LA CALIDAD EN OBRAS CIVILES.
ESTUDIOS DE SUELOS CON FINES AGRÍCOLAS.
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO.
DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE CONCRETO Y SUS COMPONENTES.
DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LO RELACIONADO A ALBAÑILERÍA, GEOSINTÉTICOS Y MADERA

Pág. 3 de 6

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128-1999

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

FECHA: 01/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 02

Muestra: M - 01

Coord. Norte: 8941972.15

Coord. Este: 262696.29

Profundidad: 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

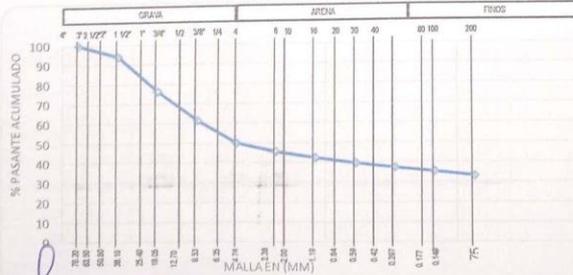
Peso Inicial de la Muestra Seca (gr) 4380.00

% Pasa N° 200: 33.10 %

Muestra Después del Lavado (gr) 2930.22

Peso Retenido 3": 0.00 gr

Tamiz	Retenido en cada tamiz		Porcentaje Acumulado	
	Abertura (mm)	(gr)	(%)	Retenido / % que pasa
ASTM E11				
3	76.200	0	0.00	0.00 / 100.00
1 1/2	38.100	254.04	5.80	5.80 / 94.20
3/4	19.050	784.02	17.90	23.70 / 76.30
3/8	9.500	648.24	14.80	38.50 / 61.50
N° 4	4.760	508.08	11.60	50.10 / 49.90
N° 8	2.380	188.34	4.30	54.40 / 45.60
N° 16	1.190	140.16	3.20	57.60 / 42.40
N° 30	0.590	118.26	2.70	60.30 / 39.70
N° 50	0.297	100.74	2.30	62.60 / 37.40
N° 100	0.149	91.98	2.10	64.70 / 35.30
N° 200	0.074	96.36	2.20	66.90 / 33.10
FONDO			0.00	



RESUMEN DE RESULTADOS	
MATERIAL	%
GRAVA	50.10
ARENA	16.80
FINOS	33.10
CLASIFICACION SUCS	GC-GM
CLASIFICACION AASHTO	A-2-4
D60:	8.89
D30:	0.07
D10:	0.02
Coef. Unif. (Cu):	392.16
Coef. Conc. (Cc):	0.02

ING. JUAN KEVIN SOLORZANO CHAVEZ
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Observaciones: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este producto no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

www.facebook.com/ArgusLaboratorySuelosYConcreto

910717074 9107170774 arguslgcahcb@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash





LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO - ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD NTP 339.129-1999

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

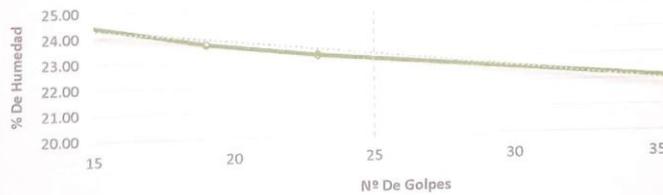
Calicata: C - 02 Muestra: M - 01
Coord. NORTE: 8941972.15 Coord. ESTE: 262696.29
Profundidad: 1.50 m
Material: GC-GM



LÍMITE LÍQUIDO:

Nº Recipiente	1	2	3	3
NUMERO DE GOLPES	13	19	23	38
Peso del Recipiente (gr)	17.47	14.08	18.15	14.30
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (gr)	33.07	27.04	36.01	28.08
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr)	29.97	24.56	32.65	25.61
Peso del Agua (gr)	3.10	2.48	3.36	2.47
Peso del Suelo Seco (gr)	12.50	10.48	14.50	11.31
Contenido de Humedad (%)	24.80	23.66	23.17	21.84

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE PLÁSTICO:

Nº Recipiente	1	2
Peso del Recipiente (gr)	18.40	17.49
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (gr)	28.25	30.69
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr)	26.82	28.71
Peso del Agua (gr)	1.43	1.98
Peso del Suelo Seco (gr)	8.42	11.22
Contenido de Humedad (%)	16.98	17.65
Contenido de Humedad (%)	17.32	

Límite Líquido (L.L.) %	22.96
Límite Plástico (L.P.) %	17.32
Índice de Plasticidad I.P. %	5.65



www.facebook.com/Arguslaboratorysuelosyconcret



910717074



910717074



arguslacash@gmail.com

ING. JUAN KEITH SOLÓRZANO DEHAVAL
INGENIERO CIVIL N.º 10775
DIRECTOR DEL LABORATORIO



Laboratorio: Av. Luzurúaga N° 1303 - Huaraz - Ancash



HOJA DE RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

FECHA: 01/08/2021

CALICATA:	C-02	
MUESTRA:	M-01	
PROFUNDIDAD:	1.5 m	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3	100.00
	1 1/2	94.20
	3/4	76.30
	3/8	61.50
	Nº 4	49.90
	Nº 8	45.60
	Nº 16	42.40
	Nº 30	39.70
	Nº 50	37.40
	Nº 100	35.30
	Nº 200	33.10
Coef. Uniformidad (Cu)		392.16
Coef. Concavidad (Cc)		0.02
Porcentaje por tipo de Material	Grava	50.10
	Arena	16.80
	Finos	33.10
Límites de Consistencia	L.L.	22.96
	L.P.	17.32
	22.926	12.39
Contenido de Humedad Natural		3.70
Clasificación SUSC		GC-GM
Observaciones:	GRAVA ARCILLOSO - LIMOSA CON ARENA	



ING. JUAN KEITH SOLÓRZANO CHÁVEZ
INGENIERO CIVIL CIP 19179
www.facebook.com/arguslaboratorio y susuelosyconcreto

910717074 910717074 arguslgcahb@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzurlaga N° 1303 - Huaraz - Ancash



HOJA DE RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

MATERIAL	SUBRASANTE	
MUESTRA	C - 01	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3	100.00
	1 1/2	62.56
	3/4	54.16
	3/8	38.01
	Nº 4	29.50
	Nº 8	24.63
	Nº 16	21.99
	Nº 30	21.99
	Nº 50	21.99
	Nº 100	19.07
	Nº 200	10.46
	Nº 400	6.43
Nº 800	5.82	
Coef. Uniformidad (Cu)	114.98	
Coef. Concavidad (Cc)	2.79	
Porcentaje por tipo de Material	Grava	70.50
	Arena	23.68
	Finos	5.82
Límites de Consistencia	LL	NP
	LP	NP
	IP	NP
Contenido de Humedad Natural	4.66	
Clasificación SUSC	GP-GM	
Observaciones:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA CON LIMOS Y ARCILLAS	

INFORMACION DEL PROCTOR MODIFICADO

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (ton/m ³)	2.10
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	6.69

INFORMACION DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	55.22
--------------------------	-------



ING. JUAN ROBERTO SOLÓRZANO CTRVAL
INGENIERO CIVIL 1017M
DIRECTOR DE LABORATORIO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128-1999

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

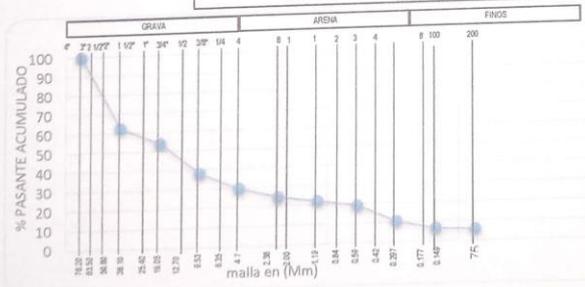
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 01 Muestra: M - 01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Peso Inicial de la Muestra Seca (gr) 3510.00 % Pasa Nº 200: 5.82 %
Muestra Después del Lavado (gr) 3305.71 Peso Retenido 3": 0.00 gr

Tamiz	Retenido en cada tamiz		Porcentaje Acumulado			
	ASTM E11	Abertura (mm)	(gr)	(%)	Retenido	% que pasa
3	76.200	0	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	38.100	1314	37.44	37.44	37.44	62.56
3/4	19.050	295.00	8.40	45.84	45.84	54.16
3/8	9.500	567.00	16.15	61.99	61.99	38.01
Nº 4	4.760	298.70	8.51	70.50	70.50	29.50
Nº 8	2.380	170.85	4.87	75.37	75.37	24.63
Nº 16	1.190	92.63	2.64	78.01	78.01	21.99
Nº 30	0.590	102.63	2.92	80.93	80.93	19.07
Nº 50	0.297	302.00	8.60	89.54	89.54	10.46
Nº 100	0.149	141.60	4.03	93.57	93.57	6.43
Nº 200	0.074	21.3	0.61	94.18	94.18	5.82
FONDO						



RESUMEN DE RESULTADOS	
MATERIAL	%
GRAVA	70.50
ARENA	23.68
FINOS	5.82
CLASIFICACION SUCS	GP-GM
D60:	32.57
D30:	5.08
D10:	0.28
Coef. Unif. (Cu):	114.98
Coef. Conc. (Cc):	2.79



CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216 NTP 339.127

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 01 Muestra: M - 01
Material: GP-GM

Nº Recipiente	Und.	1	2	3
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	134.96	146.02	140.60
Recipiente + Muestra Seca	gr	129.41	139.85	135.42
Peso del Recipiente	gr	13.52	14.60	14.00
Peso de la Muestra Seca	gr	115.89	125.25	121.42
Peso del Agua	gr	5.55	6.17	5.18
Contenido de Humedad	%	4.79	4.93	4.27
Humedad Promedio		4.66		



Documentación
ING. ALLAN KATZ
INGENIERO EN CIVIL
LABORATORIO ARGUS EIRL





LABORATORY, GEOTECHNICAL, CONCRETE, ASPHALT,
HYDRAULICS, CONSULTING AND BUILDINGS ARGUS SRL

RUC:
200020022123

DETERMINAR LAS PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS
CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN OBRAS CIVILES
ESTUDIOS DE SUELOS CON FINES AGRÍCOLAS
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO
DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE CONCRETO Y SUS COMPONENTES
DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LO RELACIONADO A ALBAÑILERÍA, GEOTÉCNICOS Y MADERA

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO - INDICE DE PLASTICIDAD
NTP 339.129-1999

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 01 Muestra: M - 01
Material: GP-GM

LÍMITE LIQUIDO:

Nº Recipiente	1	2	3
NUMERO DE GOLPES	17	21	31
Peso del Recipiente (gr)			
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (gr)			
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr)			
Peso del Agua (gr)			
Peso del Suelo Seco (gr)			
Contenido de Humedad (%)			

ARGUS



DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE PLASTICO:

Nº Recipiente	1	2
Peso del Recipiente (gr)		
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (gr)		
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr)		
Peso del Agua (gr)		
Peso del Suelo Seco (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad (%)		

ARGUS

Límite Líquido (L.L.) %	NP
Límite Plástico (L.P.) %	NP
Índice de Plasticidad I.P. %	NP

[Signature]
ING. JUAN KEITH SOLÍS ANO CHAVEL
INGENIERO CIVIL CIP 10378
DIRECTOR DE LABORATORIO

www.facebook.com/Arguslaboratorioysuelosyconcreto

910717074 910717074 arguslcaahob@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash





CATERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO USANDO ESFUERZO MODIFICADO

ASTM D1557

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021
MATERIAL: SUBRASANTE CANTERA: CHUYO 1

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION

Golpes/Capas: 56 N° Capas: 5
P. Martillo (gr): 4.5 P. Molde (kg): 2820

DIMENSIONES DEL MOLDE

Diametro (cm): 15.34 Altura (cm): 11.5 Volumen (cm³): 2124 Peso (gr):



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216 NTP 339.127

N° Recipiente	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5	
Peso Humedo + Recipiente (gr)	94.77	95.53	94.98	95.03	99.56	99.82	98.21	97.65	96.25	97.14
Peso Seco + Recipiente (gr)	92.86	93.64	92.05	92.00	94.75	95.41	92.63	92.23	89.95	90.41
Peso de Recipiente (gr)	26.41	26.32	27.54	26.84	25.65	26.73	26.22	26.48	27.25	26.15
Peso de Agua (gr)	1.91	1.89	2.93	3.03	4.81	4.41	5.58	5.42	6.30	6.73
Peso Suelo Seco (gr)	66.45	67.32	64.51	65.16	69.10	68.68	66.41	65.75	62.70	64.26
Contenido de Humedad (%)	2.87	2.81	4.54	4.65	6.96	6.42	8.40	8.24	10.05	10.47

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO

ASTM BS 1377 NTP 339.139

Contenido de Humedad Promedio	2.841	4.596	6.691	8.323	10.260
Peso suelo + Molde (gr)	10780	10995	11240	11135	11050
Peso Molde (gr)	6470	6470	6470	6470	6470
Peso Suelo (gr)	4310	4525	4770	4665	4580
Peso Volumen Humedo	2.029	2.130	2.246	2.196	2.156
Peso Volumen Seco (Ton/m3)	1.973	2.037	2.105	2.028	1.956

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (%)



Peso Volumetrico Seco Maximo (Ton/m3)	2.105
Contenido de Humedad (%)	6.691

ING. JUAN KEITH SOLÍS P. CHAVI
INGENIERO CIVIL (1975)
DIRECTOR DE LABORATORIO

www.facebook.com/Arguslaboratorysuelosyconcreto

910717074 910717074 arguslga@hb@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzurlaga N° 1303 - Huaraz - Ancash



CATERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO USANDO ESFUERZO MODIFICADO
ASTM D1557

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021
MATERIAL SUBRASANTE CANTERA: CHUYO 1

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA-CBR (ASTM D-183 MTC E132)						
Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por Capas	56		25		12	
Condicion de la Muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso Molde + Suelo Humedo	8953	13680	8650	13710	8570	13400
Peso del Molde (gr)	4700.00	9500	4710	9450	4700	9460
Peso del Suelo Humedo	4253.00	4180	3950.00	4260	3870.00	4145
Volumen del Molde	1894.00		1894.00		1894.00	
P. Vol. Humedo (gr/cm³)	2.246	2.207	2.086	2.249	2.043	2.188
% de Humedad	6.691	6.212	7.148	8.577	9.252	11.503
P. Vol. Seco (gr/cm³)	2.105	2.078	1.946	2.072	1.870	1.963
Tarro Nº	1	2	1	2	1	2
Tarro + Suelo Humedo	202.21	200.60	200.30	200.90	205.60	215.60
Tarro + Suelo Seco	192.36	191.50	189.94	188.60	192.00	198.00
Peso del Agua	9.85	9.10	10.36	12.30	13.60	17.60
Peso del Tarro	45.10	45.00	45.00	45.20	45.00	45.00
Peso del Suelo Seco	147.26	146.50	144.94	143.40	147.00	153.00
% Humedad	6.691	6.212	7.148	8.577	9.252	11.503
Humedad Promedio (%)	6.451		7.863		10.377	



PENETRACION CBR										
Penetracion (pulg)	Carga Tipo (kg/cm²)	Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
		Carga de Ensayo		CBR (%)	Carga de Ensayo		CBR (%)	Carga de Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm²		kg	kg/cm²		kg	kg/cm²	
0.000		0.00			0.00			0.00		
0.025		380.24	19.65		301.20	15.56		250.60	12.95	
0.050		730.60	37.75		641.30	33.13		514.30	26.57	
0.075		980.40	50.65		896.40	46.31		698.70	36.10	
0.100	104.93	1121.40	57.94	55.22	900.00	46.50	44.32	790.30	40.83	38.91
0.200	105.45	1770.60	91.48	86.75	1395.00	72.08	68.35	1266.30	65.43	62.04
0.300	133.57	2284.60	118.04	88.37	1994.60	103.05	77.15	1720.60	88.90	66.56
0.400	161.69	2834.00	146.42	90.56	2495.00	128.91	79.73	2154.00	111.29	68.83
0.500	182.78	3341.00	172.62	94.44	2898.00	149.73	81.92	2591.50	133.89	73.25

EXPANSION											
Nº Molde:			Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
FECHA	TIEMPO	HORA	Expansión			Dial	Expansión		Dial	Expansión	
			Dial	mm	%		mm	%		mm	%
Junio-2021	0.00 hrs	8.0a.m.	0.00			0.00			0.00		
Junio-2021	24.00 hrs	8.0a.m.	3.00	0.03	0.026	3.20	0.03	0.028	3.80	0.04	0.033
Junio-2021	48.00 hrs	8.0a.m.	3.50	0.04	0.03	3.80	0.04	0.033	4.80	0.05	0.041
Junio-2021	72.00 hrs	8.0a.m.	4.50	0.05	0.039	4.20	0.04	0.036	5.60	0.06	0.048
Junio-2021	96.00 hrs	8.0a.m.	5.00	0.05	0.043	5.20	0.05	0.045	6.50	0.07	0.056

Juankeith Sokorano Chavez
ING. JUANKEITH SOKORANO CHAVIZ
INGENIERO CIVIL CIP 19378
DIRECTOR DEL LABORATORIO

www.facebook.com/ArgusLaboratorySuelosyConcreto
910747074 910747074 argusgeohob@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash

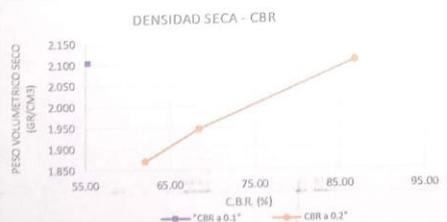
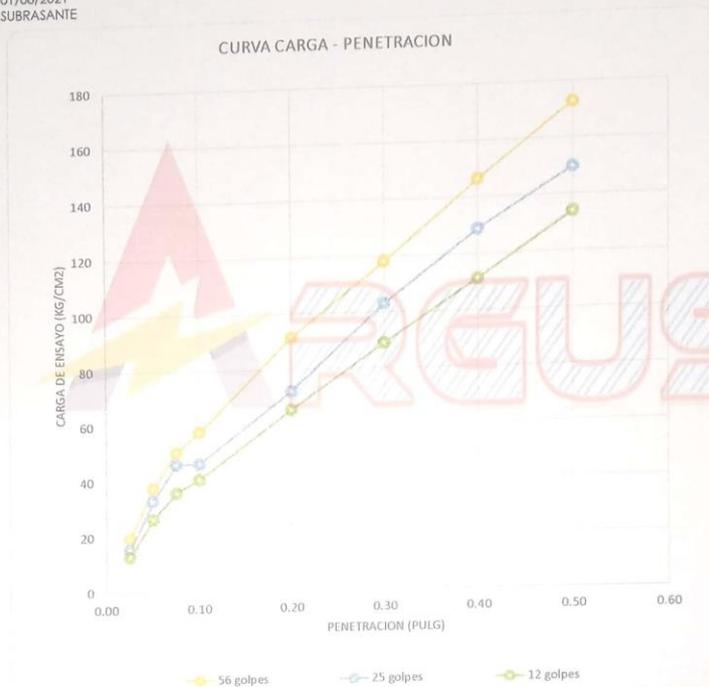




CATERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO USANDO ESFUERZO MODIFICADO
ASTM D1557

DATOS GENERALES

MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021
CALICATA: SUBRASANTE



RESULTADOS

0.1"	
CBR 100% - P. V.S. M. (%)	55.22

METODO DE COMPACTACION: ASTM D 1557
CLASIFICACION SUCS: GP-GM
MAXIMA DENSIDAD SECA (tn/m3): 2.105
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 6.691
95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA (tn/m3): 2.000

ING. JUAN KEITH SOLÓRZANO CHAVEZ
INGENIERO CIVIL CIP-193774
DIRECTOR DE LABORATORIO

www.facebook.com/Arguslaboratorysuelosyconcreto
910747074 910747074 arguslgcahob@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash

HOJA DE RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

FECHA: 01/08/2021

MATERIAL	SUB BASE	
CANTERA	CHUYO 2	
MUESTRA	C - 02	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3	100.00
	1 1/2	73.36
	3/4	52.91
	3/8	34.49
	Nº 4	24.57
	Nº 8	18.28
	Nº 16	16.00
	Nº 30	16.00
	Nº 50	16.00
	Nº 30	14.41
	Nº 50	9.32
	Nº 100	5.22
	Nº 200	5.02
	Coef. Uniformidad (Cu)	76.67
Coef. Concavidad (Cc)	6.28	
Porcentaje por tipo de Material	Grava	75.43
	Arena	19.55
	Finos	5.02
Límites de Consistencia	LL	23.12
	LP	18.86
	IP	4.26
Contenido de Humedad Natural	7.46	
Clasificación SUSC	GP-GM	
Observaciones:	GRAVA POBREMENTE GRADUADA CON LIMOS Y ARCILLAS	

INFORMACION DEL PROCTOR MODIFICADO

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (ton/m³)	2.13
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	6.78

INFORMACION DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	40.20
--------------------------	-------



Juan Keith Socorjano Chavez
ING. JUAN KEITH SOCORJANO CHAVEZ
 INGENIERO CIVIL EN OBRAS
 DIRECTOR DE TUBOS Y SERVICIOS

www.facebook.com/ArgusLaboratorySuelosyConcreto

910717074 910717074 arguslcaheb@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash





LABORATORY, GEOTECHNICAL, CONCRETE, ASPHALT,
HYDRAULICS, CONSULTING AND BUILDINGS ARGUS EIRL.



R.L.U.C:
200020022123

DETERMINAR LAS PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS.
CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN OBRAS CIVILES.
ESTADIOS DE SUELOS CON FINES AGRÍCOLAS.
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO.
DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE CONCRETO Y SUS COMPONENTES.
DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LO RELACIONADO A ALBAÑILERÍA, GEOSINTÉTICOS Y MADERA

Pág. 2 de 8

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128-1999

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

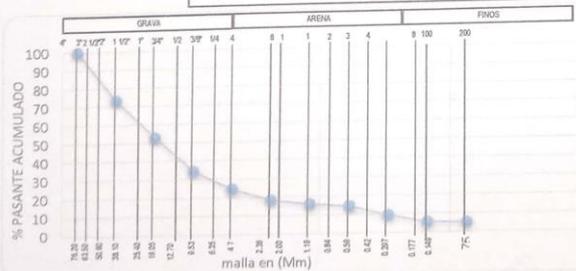
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 02 Muestra: M - 01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Peso Inicial de la Muestra Seca (gr) 4250.00 % Pasa Nº 200: 5.02 %
Muestra Después del Lavado (gr) 4036.54 Peso Retenido 3": 0.00 gr

Tamiz	Retenido en cada tamiz		Porcentaje Acumulado			
	ASTM E11	Abertura (mm)	(gr)	(%)	Retenido	% que pasa
			0	0.00	0.00	100.00
3	76.200	1132	26.64	26.64	26.64	73.36
1 1/2	38.100	869.20	20.45	47.09	47.09	52.91
3/4	19.050	783.00	18.42	65.51	65.51	34.49
3/8	9.500	421.50	9.92	75.43	75.43	24.57
Nº 4	4.760	267.20	6.29	81.72	81.72	18.28
Nº 8	2.380	97.20	2.29	84.00	84.00	16.00
Nº 16	1.190	67.30	1.58	85.59	85.59	14.41
Nº 30	0.590	216.30	5.09	90.68	90.68	9.32
Nº 50	0.297	174.30	4.10	94.78	94.78	5.22
Nº 100	0.149	8.54	0.20	94.98	94.98	5.02
Nº 200	0.074					
FONDO						



CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216 NTP 339.127

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

FECHA: 01/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 02

Muestra: M - 01

Material: GP-GM

Nº Recipiente	Und.	1	2	3
Recipiente + Muestra Húmeda	gr	225.40	227.30	245.60
Recipiente + Muestra Seca	gr	210.60	212.40	230.10
Peso del Recipiente	gr	15.40	18.40	12.60
Peso de la Muestra Seca	gr	195.20	194.00	217.50
Peso del Agua	gr	14.80	14.90	15.50
Contenido de Humedad	%	7.58	7.68	7.13
Humedad Promedio		7.46		



ING JUAN KEITH SOLÓRZANO CHAVEZ
INGENIERO EN CIVIL 191775
DIRECTOR DE LABORATORIO

www.facebook.com/ArgusLaboratoryysuelosyconcreto

910717074 9107170774 argusigcahcb@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzurlaga N° 1303 - Huaraz - Ancash





LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO - INDICE DE PLASTICIDAD
NTP 339.129-1999

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.
SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH
FECHA: 01/08/2021

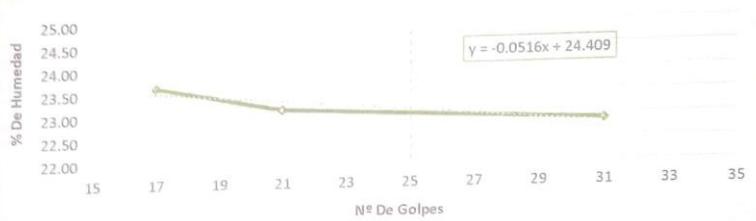
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata: C - 02 Muestra: M - 01
Material: GP-GM

LÍMITE LIQUIDO:

Nº Recipiente	1	2	3
NUMERO DE GOLPES	17	21	31
Peso del Recipiente (gr)	16.50	18.40	17.30
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (gr)	38.40	42.50	37.40
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr)	34.21	37.97	33.66
Peso del Agua (gr)	4.19	4.53	3.74
Peso del Suelo Seco (gr)	17.71	19.57	16.36
Contenido de Humedad (%)	23.66	23.15	22.86

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE PLASTICO:

Nº Recipiente	1	2
Peso del Recipiente (gr)	20.72	20.55
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (gr)	32.50	36.73
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr)	30.64	34.15
Peso del Agua (gr)	1.86	2.58
Peso del Suelo Seco (gr)	9.92	13.60
Contenido de Humedad (%)	18.75	18.97
Contenido de Humedad (%)	18.86	

Límite Líquido (L.L.) %	23.12
Límite Plástico (L.P.) %	18.86
Índice de Plasticidad I.P. %	4.26



ING. JUAN KEITH SOLORZANO CHAVIZ
INGENIERO CIVIL - Nº 10175
DIRECCIÓN DE LABORATORIO

www.facebook.com/ArgusLaboratorySuelosyconcreto

910717074 910717074 argustgcahcb@gmail.com

Laboratorio: Av. Luzurlaga N° 1303 - Huaraz - Ancash





CATERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO USANDO ESFUERZO MODIFICADO

ASTM D1557

DATOS GENERALES

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021.

SOLICITA: CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH

LUGAR: VISTA ALEGRE - ANCASH

FECHA: 01/08/2021

MATERIAL: SUB BASE CANTERA: CHUYO 2

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION

Golpes/Capas: 56 N° Capas: 5
P. Marfillo (gr): 4.5 P. Molde (kg): 2820

DIMENSIONES DEL MOLDE

Diametro (cm): 15.34 Altura (cm): 11.5 Volumen (cm³): 2124 Peso (gr): 6470



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216 NTP 339.127

N° Recipiente	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5					
Peso Humedo + Recipiente (gr)	115.60	118.70	132.50	110.20	132.69	147.52	140.20	138.20	114.20	106.50
Peso Seco + Recipiente (gr)	113.21	116.72	127.34	106.32	125.31	139.64	130.67	129.40	105.40	98.60
Peso de Recipiente (gr)	22.30	24.30	19.70	21.50	20.50	18.60	20.60	19.90	18.60	20.41
Peso de Agua (gr)	2.39	1.98	5.16	3.88	7.38	7.88	9.53	8.80	8.80	7.90
Peso Suelo Seco (gr)	90.91	92.42	107.64	84.82	104.81	121.04	110.07	109.50	86.80	78.19
Contenido de Humedad (%)	2.63	2.14	4.79	4.57	7.04	6.51	8.66	8.04	10.14	10.10

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO

ASTM BS 1377 NTP 339.139

Contenido de Humedad Promedio	2.386	4.684	6.776	8.347	10.121
Peso suelo + Molde (gr)	11051	11181	11294	11352	11399
Peso Molde (gr)	6470	6470	6470	6470	6470
Peso Suelo (gr)	4581	4711	4824	4882	4929
Peso Volumen Humedo	2.157	2.218	2.271	2.298	2.321
Peso Volumen Seco (Ton/m3)	2.107	2.119	2.127	2.121	2.107

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (%)



Peso Volumétrico Seco Máximo (Ton/m3)	2.127
Contenido de Humedad Óptima (%)	6.776

www.facebook.com/Arguslaboratorysudeosjeonereto

910717074

910717074

arguslog@hcb@gmail.com

ING. MARGARITA SANCHEZ ORTIZ CHAVI
INGENIERA CIVIL (N° 10179)
DIRECTORA DE LABORATORIO

Laboratorio: Av. Luzuriaga N° 1303 - Huaraz - Ancash



LABORATORY, GEOTECHNICAL, CONCRETE, ASPHALT,
HYDRAULICS, CONSULTING AND BUILDINGS ARGUS BIRL.

RUC:
200020022123

DETERMINAR LAS PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS.
CONTROL DE CALIDAD Y ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD EN OBRAS CIVILES.
ESTUDIOS DE SUELOS CON FINES AGROPECUARIOS.
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO.
DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE CONCRETO Y SUS COMPONENTES.
DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LO RELACIONADO A ALBAÑILERÍA, GEOSINTÉTICOS Y MADERA.
Pág. 6 de 8

CATERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO USANDO ESFUERZO MODIFICADO
ASTM D1557

DATOS GENERALES

MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE.
ANCASH, 2021.
CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
VISTA ALEGRE - ANCASH
01/08/2021
BASE GRANULAR CANTERA: CHUYO 2

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA-CBR (ASTM D-183 MTC E132)						
	1		2		3	
Molde	5		5		5	
Capas	56		25		12	
Golpes por Capas	56		25		12	
Condicion de la Muestra	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso Molde + Suelo Humedo	9002	13745	8970	13648	8886	13645
Peso del Molde (gr)	4700.00	9500	4710	9450	4700	9460
Peso del Suelo Humedo	4302.00	4245	4260.00	4198	4186.00	4185
Volumen del Molde	1894.00		1894.00		1894.00	
P. Vol. Humedo (gr/cm³)	2.271	2.241	2.249	2.216	2.210	2.210
% de Humedad	6.776	7.627	8.983	9.414	10.971	11.046
P. Vol. Seco (gr/cm³)	2.127	2.082	2.064	2.026	1.992	1.990
Tarro N°	1	2	1	2	1	2
Tarro + Suelo Humedo	262.30	235.50	202.60	202.10	208.10	214.90
Tarro + Suelo Seco	248.52	222.00	189.94	188.60	192.00	198.00
Peso del Agua	13.78	13.50	12.66	13.50	16.10	16.90
Peso del Tarro	45.10	45.00	49.00	45.20	45.25	45.00
Peso del Suelo Seco	203.42	177.00	140.94	143.40	146.75	153.00
% Humedad	6.776	7.627	8.983	9.414	10.971	11.046
Humedad Promedio (%)	7.202		9.198		11.008	



PENETRACION CBR										
Penetracion (pulg)	Carga Tipo (kg/cm²)	Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3		
		Carga de Ensayo		CBR (%)	Carga de Ensayo		CBR (%)	Carga de Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm²		kg	kg/cm²		kg	kg/cm²	
0.000		0.00			0.00			0.00		
0.025		370.65	19.15		299.60	15.48		268.10	13.85	
0.050		706.90	36.52		547.90	28.31		507.30	26.21	
0.075		862.10	44.54		788.30	40.73		674.20	34.83	
0.100	148.35	1154.30	59.64	40.20	956.00	49.39	33.30	766.90	39.62	26.71
0.400	161.69	2815.50	145.47	89.97	2456.70	126.93	78.50	2065.00	106.69	65.99
0.500	182.78	3329.40	172.02	94.11	2978.60	153.89	84.20	2465.20	127.37	69.68

EXPANSION											
N° Molde:			Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3		
FECHA	TIEMPO	HORA	Expansión			Dial	Expansión		Dial	Expansión	
			mm	%	mm		%	mm		%	
Junio-2021	0.00 hrs	10.0a.m.	0.00			0.00			0.00		
Junio-2021	24.00 hrs	10.0a.m.	4.00	0.04	0.034	5.20	0.05	0.045	6.00	0.06	0.052
Junio-2021	48.00 hrs	10.0a.m.	5.20	0.05	0.045	6.00	0.06	0.052	7.00	0.07	0.06
Junio-2021	72.00 hrs	10.0a.m.	6.50	0.07	0.056	8.00	0.08	0.069	8.50	0.09	0.073
Junio-2021	96.00 hrs	10.0a.m.	7.00	0.07	0.06	9.50	0.10	0.082	11.00	0.11	0.095

www.facebook.com/Arguslaboratorysuelosyconcreto

910717074

9107170774

arguslab@ymail.com

ING JUAN KEITH SOLORZANO CHAVEZ
DIRECTOR GENERAL
LABORATORIO

Laboratorio: Av. Luzurlaga N° 1303 - Huaraz - Ancash



LABORATORY, GEOTECHNICAL, CONCRETE, ASPHALT,
HYDRAULICS, CONSULTING AND BUILDINGS ARGUS EIRL.

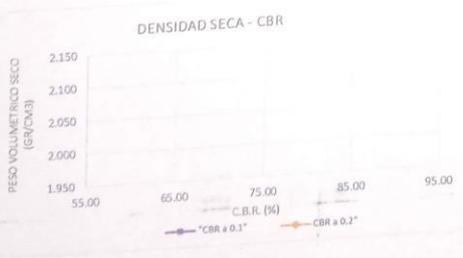
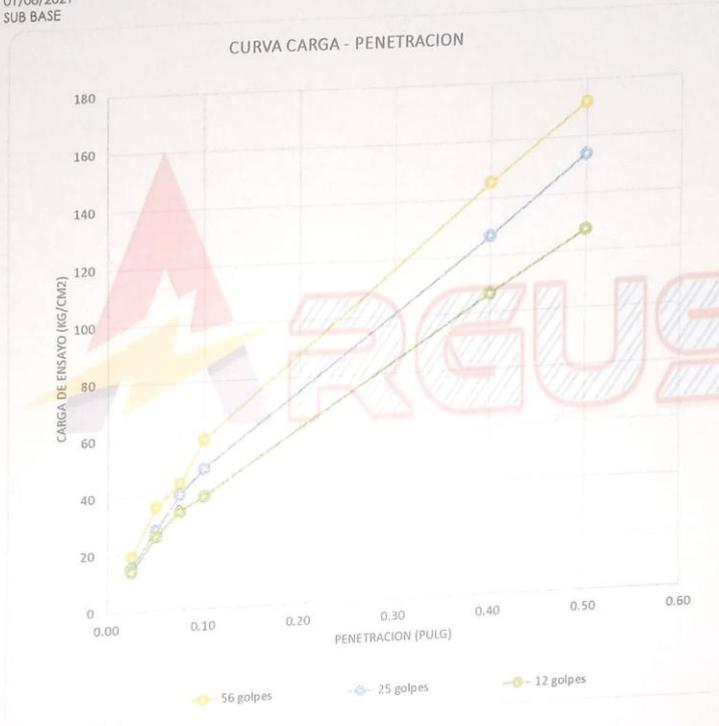
RUC:
200020022123

DETERMINAR LAS PROPIEDADES GEOTÉNICAS DE LOS SUELOS.
CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN OBRAS CIVILES.
ESTUDIOS DE SUELOS CON FINES AGRÍCOLAS.
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO.
DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE CONCRETO Y SUS COMPONENTES.
DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LO RELACIONADO A ALBAÑILERÍA, GEOSINTÉTICOS Y HERRERA.
Pág. 7 de 8

CATERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO USANDO ESFUERZO MODIFICADO
ASTM D1557

DATOS GENERALES

MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE,
ANCASH, 2021.
CRUZ ROMERO HECTOR - CRUZ ROMERO LIZBETH
VISTA ALEGRE - ANCASH
01/08/2021
SUB BASE



RESULTADOS

0.1"	40.20
CBR 100% - P. V. S. M. (%)	

METODO DE COMPACTACION: ASTM D 1557
 CLASIFICACION SUCS: GP-GM
 MAXIMA DENSIDAD SECA (t/m³): 2.127
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 6.776
 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA (t/m³): 2.021

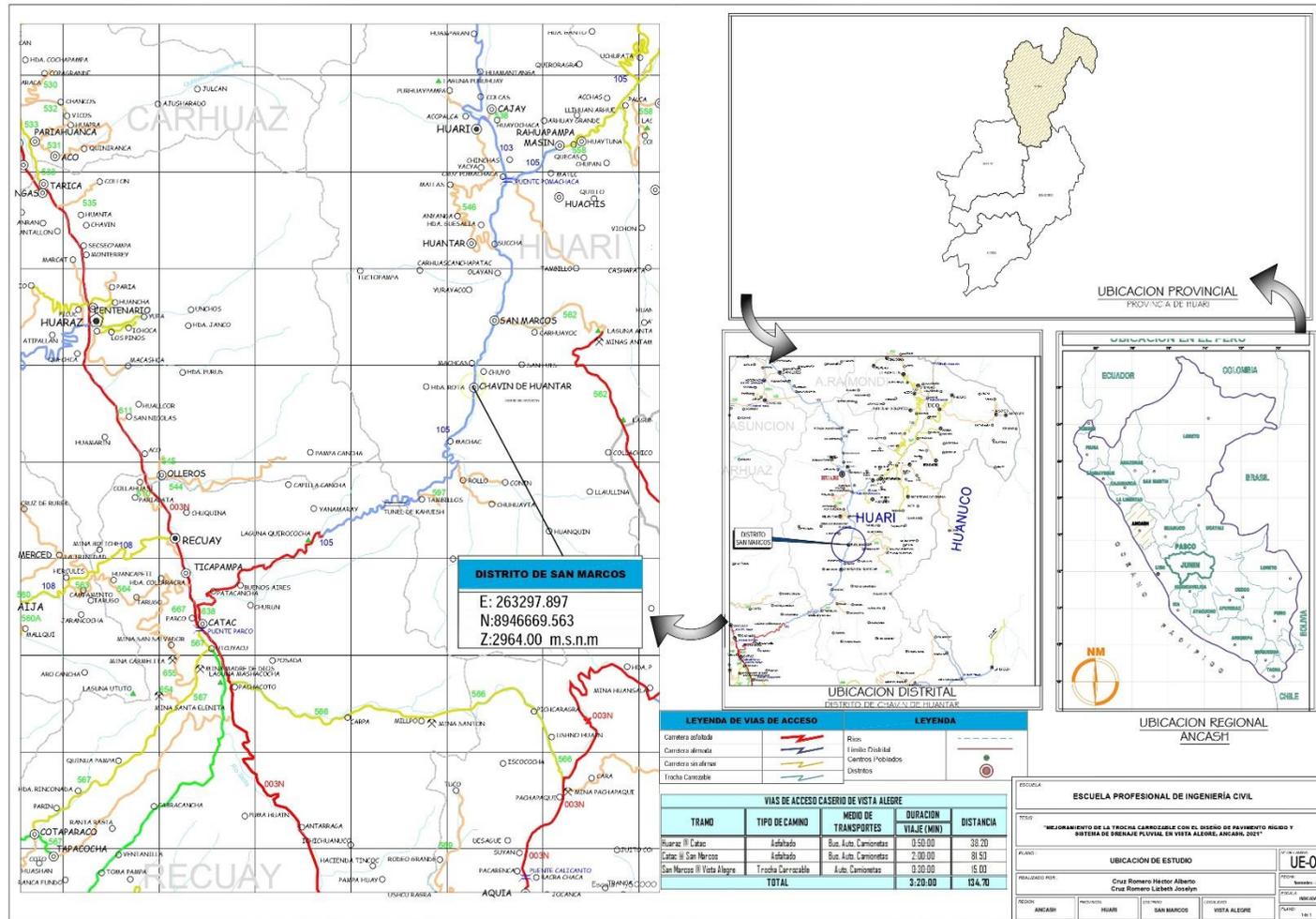
ARGUS
ING. JUAN KEITH SOLOZANGA LLINO
INGENIERO CIVIL CIP 19375
DIRECTOR DE LABORATORIO

www.facebook.com/Arguslaboratorysuelosyconcreto
910717074 910717074 argusigca@hotmail.com

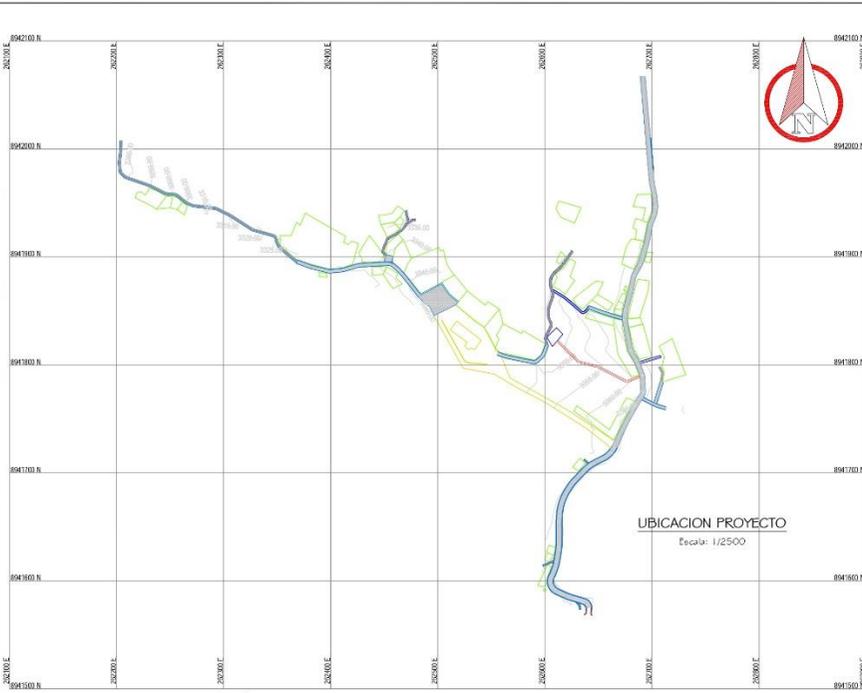
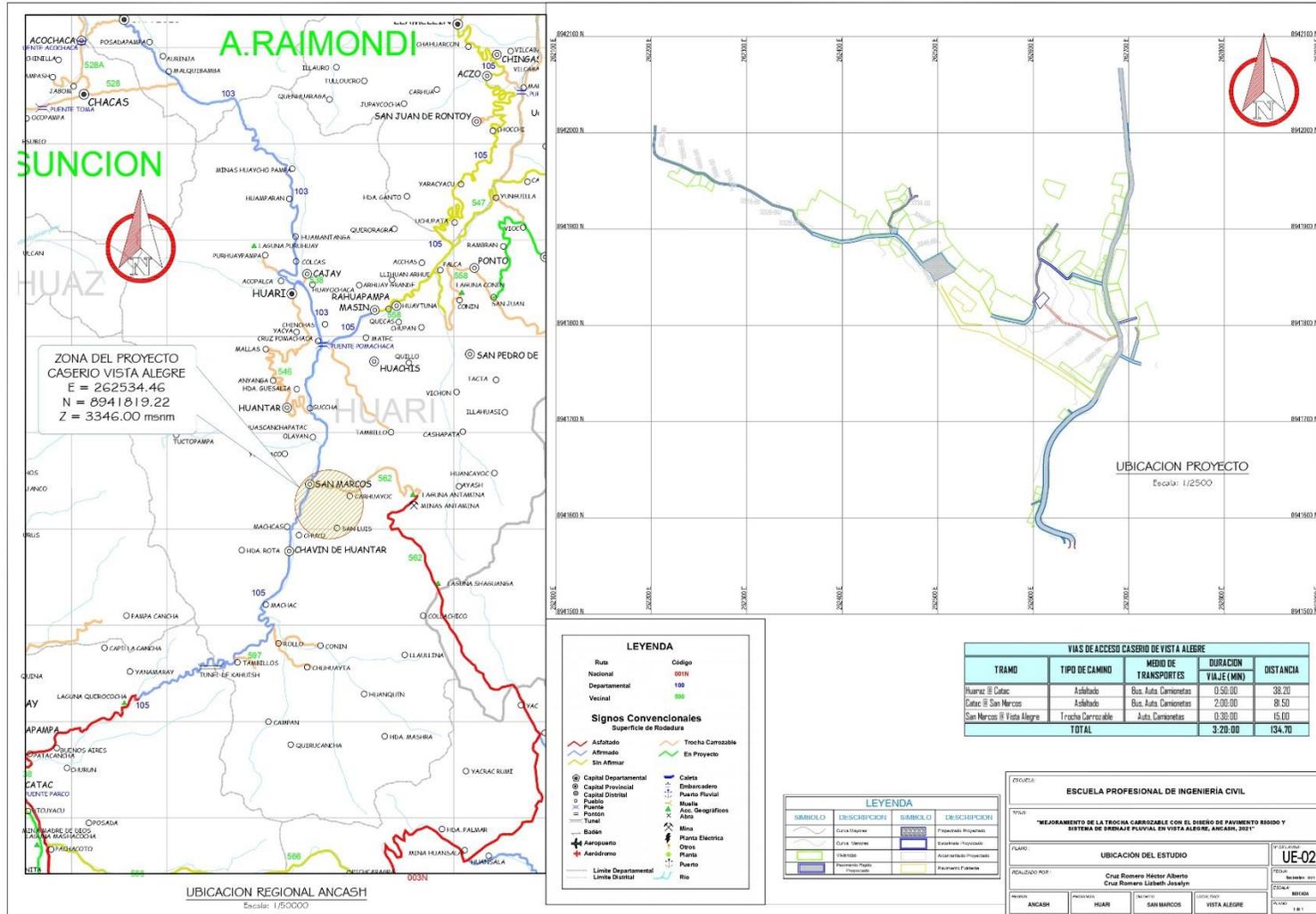


Anexo 05. Planos de Ingeniería.

UBICACIÓN DE ESTUDIO



UBICACIÓN DEL PROYECTO



LEYENDA

Ruta	Código
Nacional	001N
Departamental	100
Vecinal	999

Signos Convencionales
Superficie de Rodadura

Adobado	Trocha Carrosable
Asfaltado	En Proyecto
Sin Alfirmar	

Signos Convencionales
Superficie de Rodadura

Capital Departamental	Calleta
Capital Provincial	Embarcadero
Capital Distrital	Barco Puntal
Pueblo	Muelle
Parque	Mar. Significativos
Panorámico	Alba
Túnel	Mina
Badén	Plano Eléctrico
Aeropuerto	Dreos
Aeródromo	Planta
Limite Departamental	Parque
Limite Distrital	Rio

VÍAS DE ACCESO CASERIO DE VISTA ALEGRE

TRAMO	TIPO DE CAMINO	MEDIO DE TRANSPORTES	DURACION VIAJE (MIN)	DISTANCIA
Huarez @ Catic	Asfaltado	Bus. Auto. Camionetas	0:50:00	38.20
Catic @ San Marcos	Asfaltado	Bus. Auto. Camionetas	2:00:00	81.50
San Marcos @ Vista Alegre	Trocha Carrosable	Auto. Camionetas	0:30:00	15.00
TOTAL			3:20:00	134.70

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UBICACION DEL ESTUDIO

REALIZADO POR: Cruz Romero Néstor Alberto, Cruz Romero Lisbeth Jocelyn

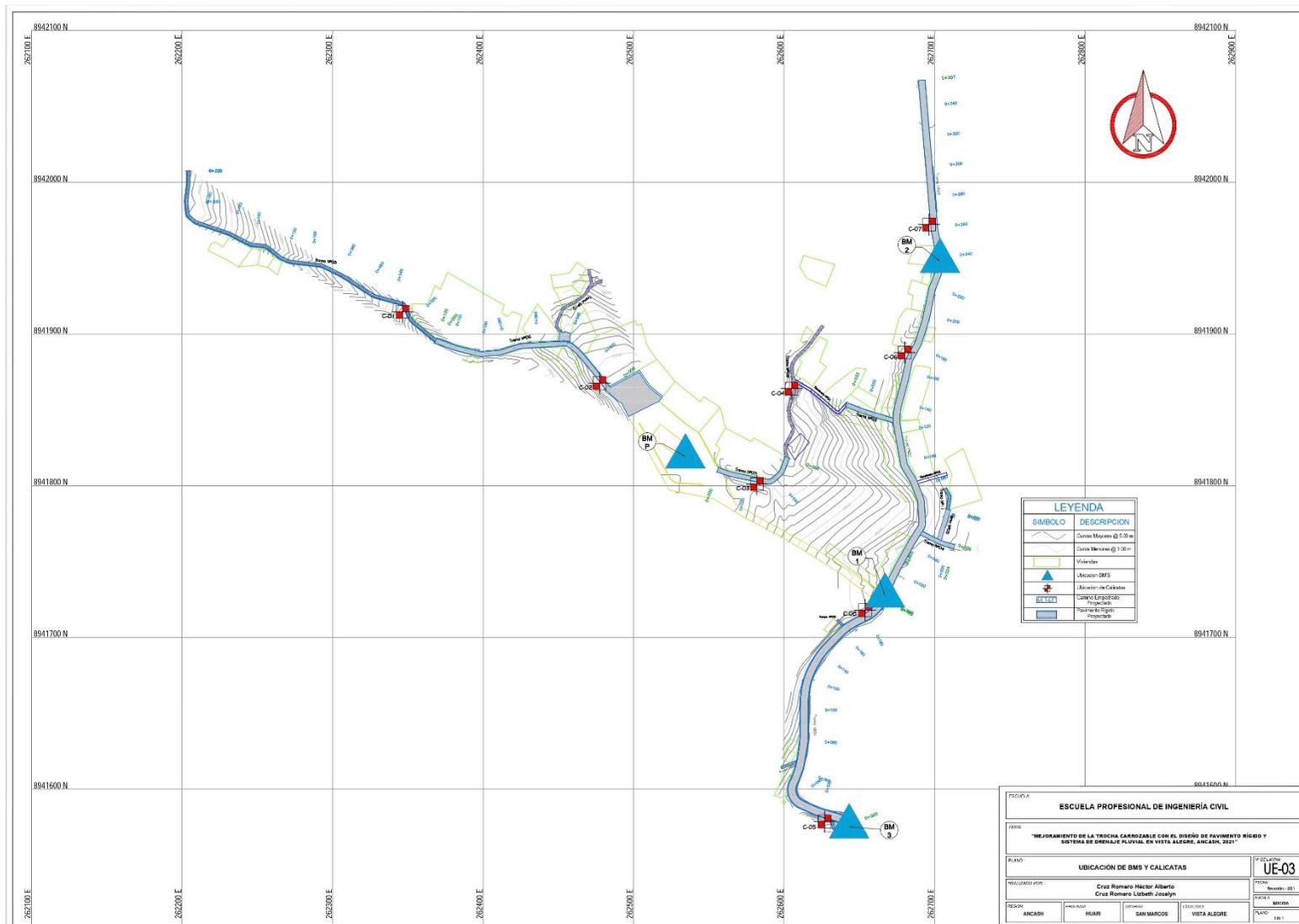
PROYECTO: "MEDICION DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021"

FECHA: 2021

ESCALA: 1:2500

PLANO: 1 DE 1

UBICACIÓN DE BM Y CALICATAS

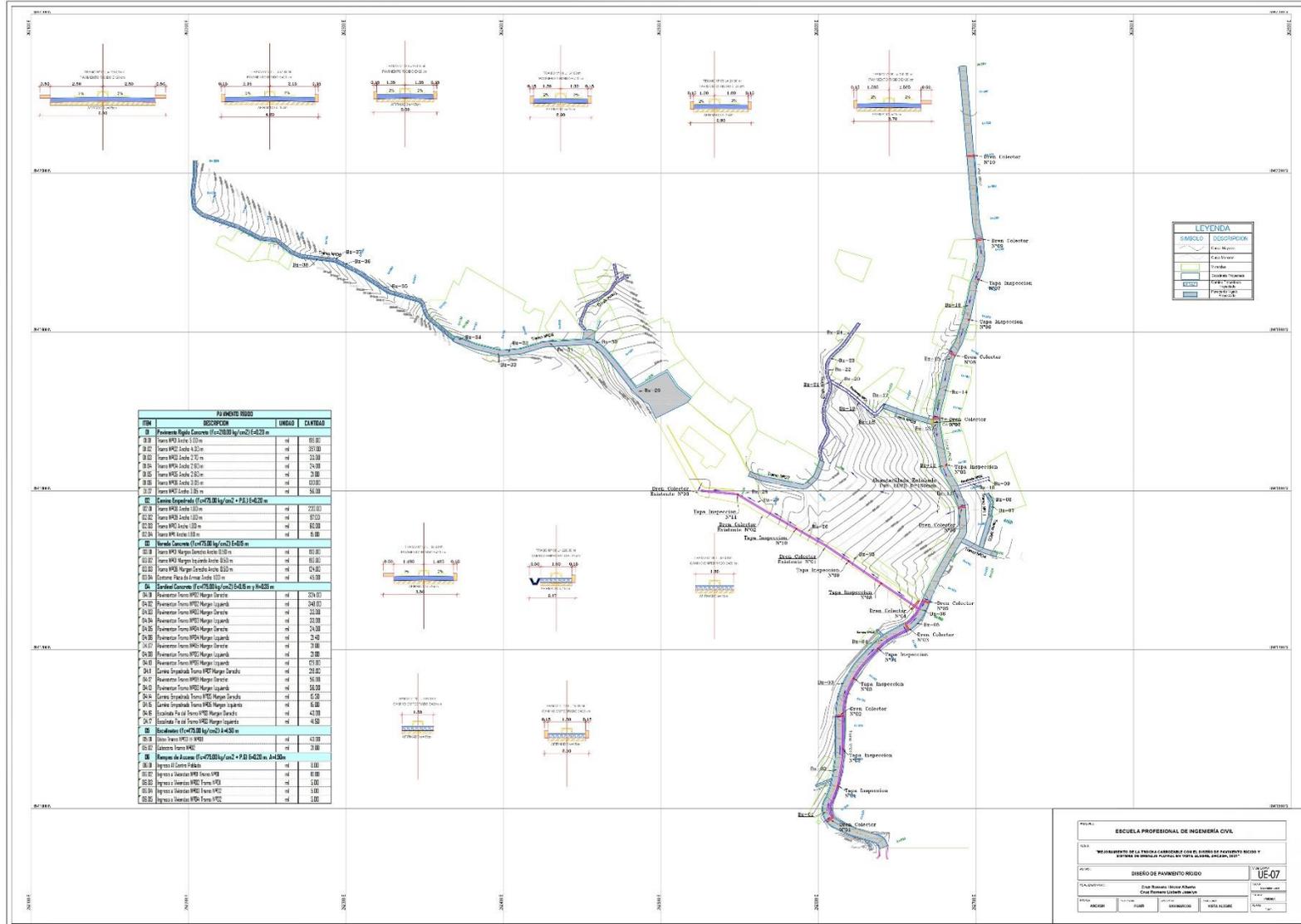


SITUACIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO DE VISTA ALEGRE



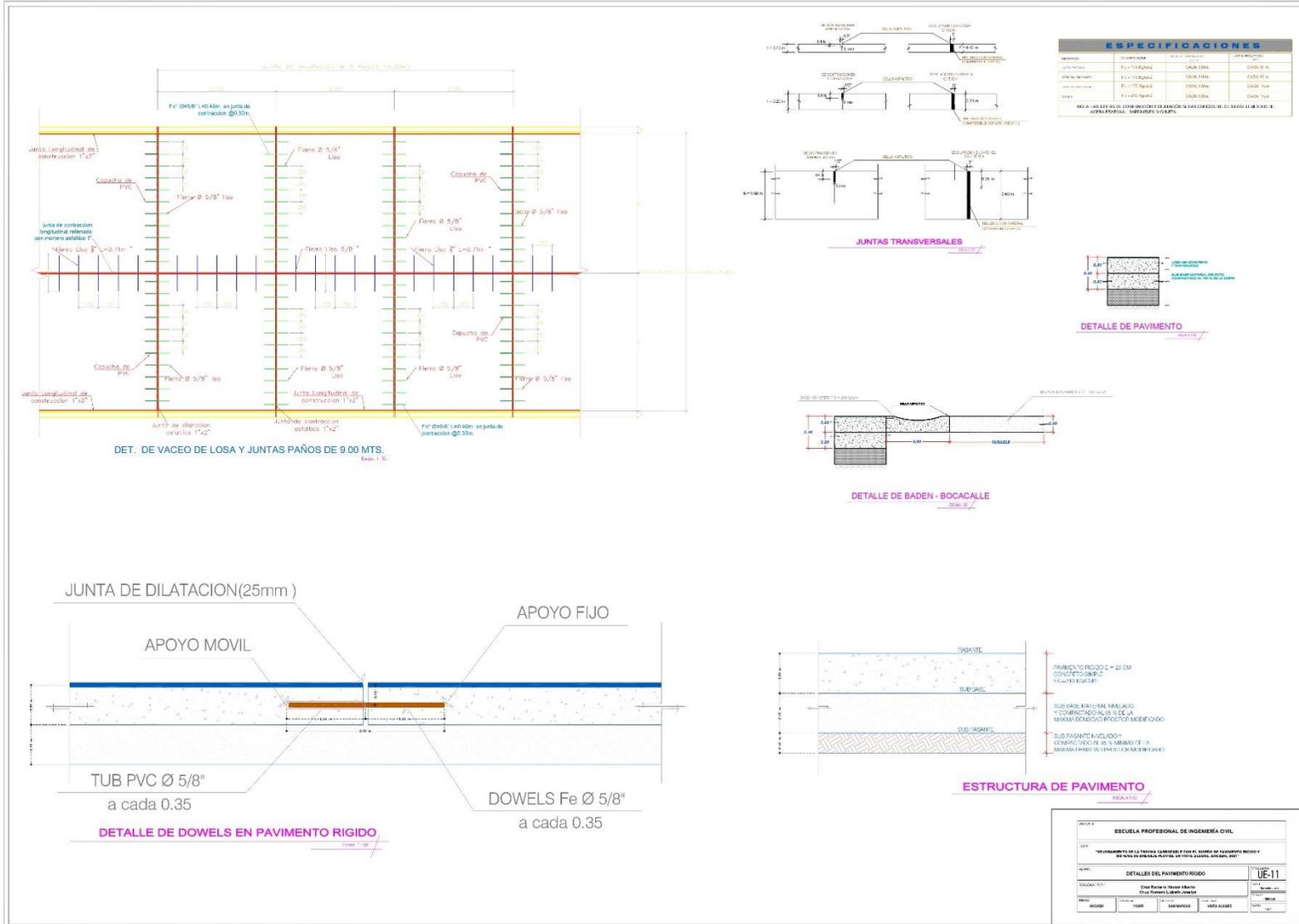
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
VICERRECTORADO DE LA TERCERA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL, DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y MUESTRA DE OBRAS Y PLANOS DE VISTA ALEGRE, AÑO 2017	
SITUACION ACTUAL DEL PAVIMENTO	
PROYECTO	UE-08
ELABORADO	Diego Rivera Urbina Alvarado
REVISADO	Diego Rivera Urbina Alvarado
FECHA	2017
PROYECTO	ELABORADO
REVISADO	REVISADO
FECHA	FECHA

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

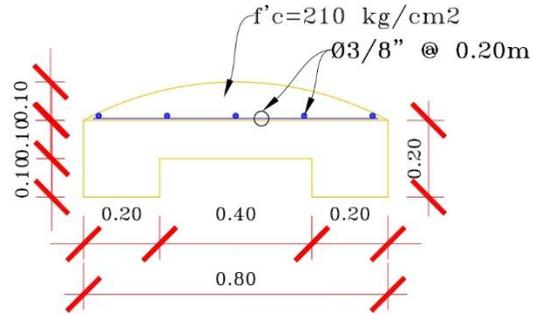


ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE LA TRAYECTORIA DE INGENIERIA CIVIL Y DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
 UE-07
 DISEÑADOR: [Nombre] / REVISOR: [Nombre] / APROBADO: [Nombre]
 FECHA: [Fecha] / LUGAR: [Lugar] / ESCUELA: [Escuela]

DETALLES DEL PAVIMENTO RÍGIDO

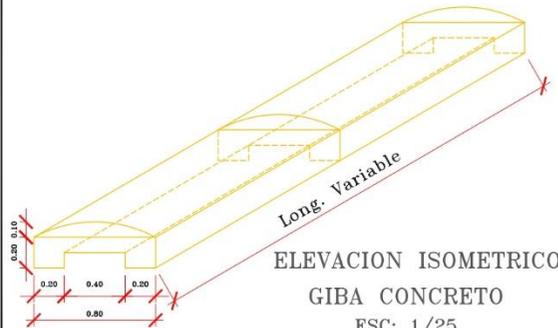
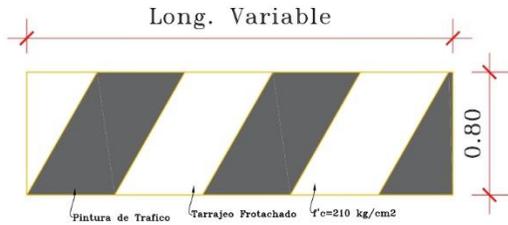


GIBA DE CONCRETO



ELEVACION GIBA DE CONCRETO
ESC: 1/10

PLANTA GIBA DE CONCRETO
ESC: 1/25

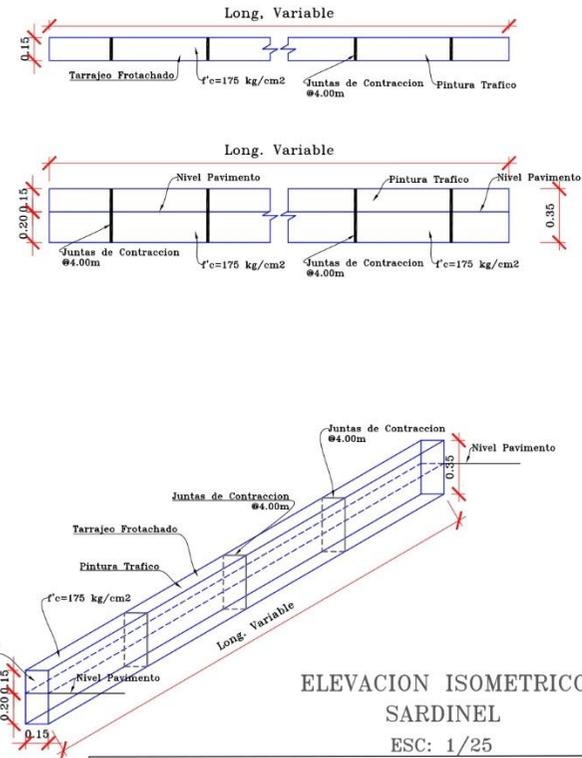


ELEVACION ISOMETRICO
GIBA CONCRETO
ESC: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO SIMPLE:	
SOLADO (NIVELACION NO ESTRUCTURAL)	f'c= 10 MPa (100Kg/cm2)
CONCRETO SIMPLE	f'c= 14 MPa (140Kg/cm2)
CONCRETO ARMADO:	
EN GENERAL	f'c= 20 MPa (210Kg/cm2)
CEMENTO:	
EN GENERAL	CEMENTO PORTLAND TIPO I
ACERO DE REFUERZO:	
EN GENERAL	f'y=4200 Kg/cm2
RECUBRIMIENTOS:	
CIMENTACION	50 mm
MURO	40 mm
LOSA	20 mm

DETALLE SARDINEL

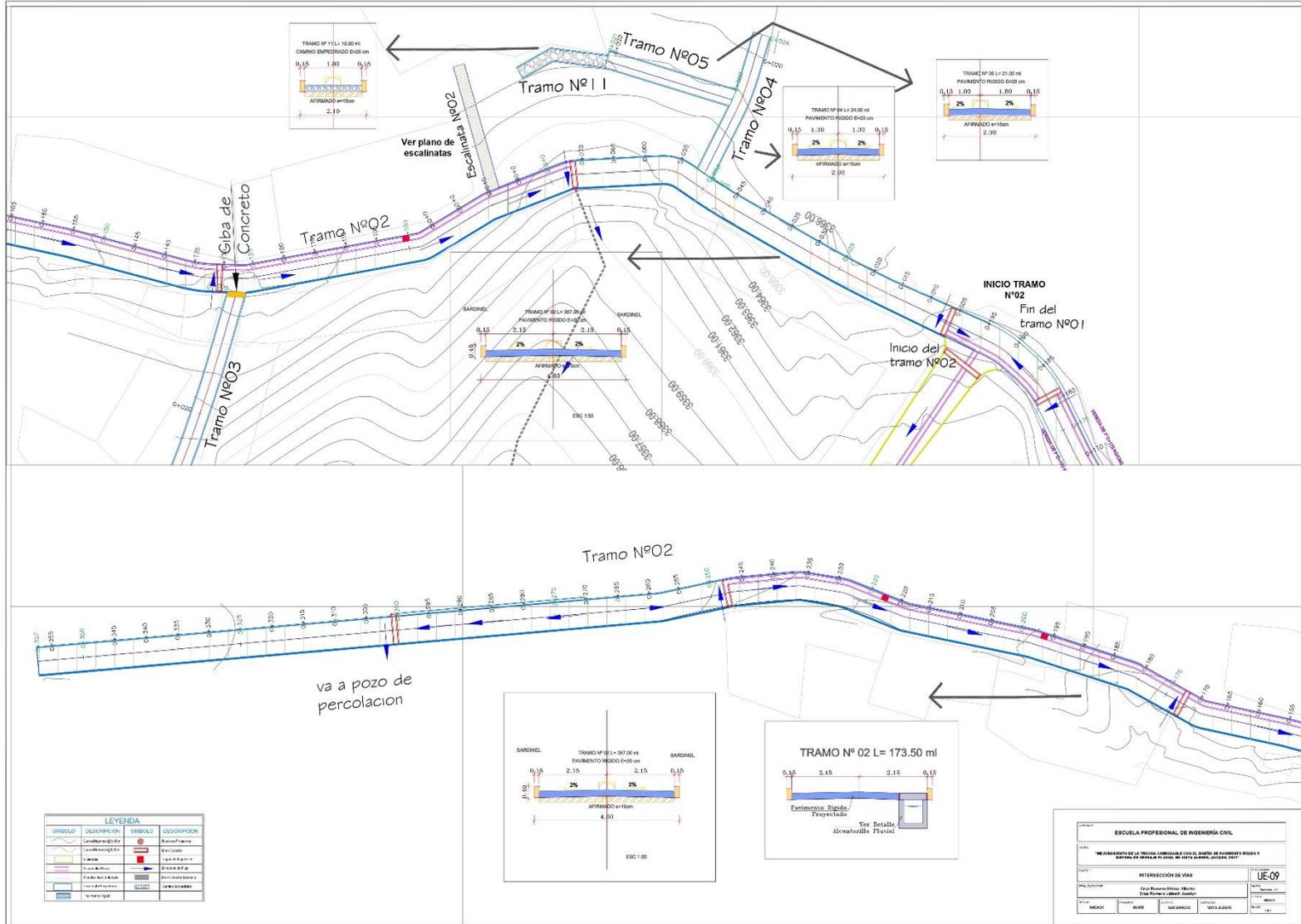
ESC: 1/25



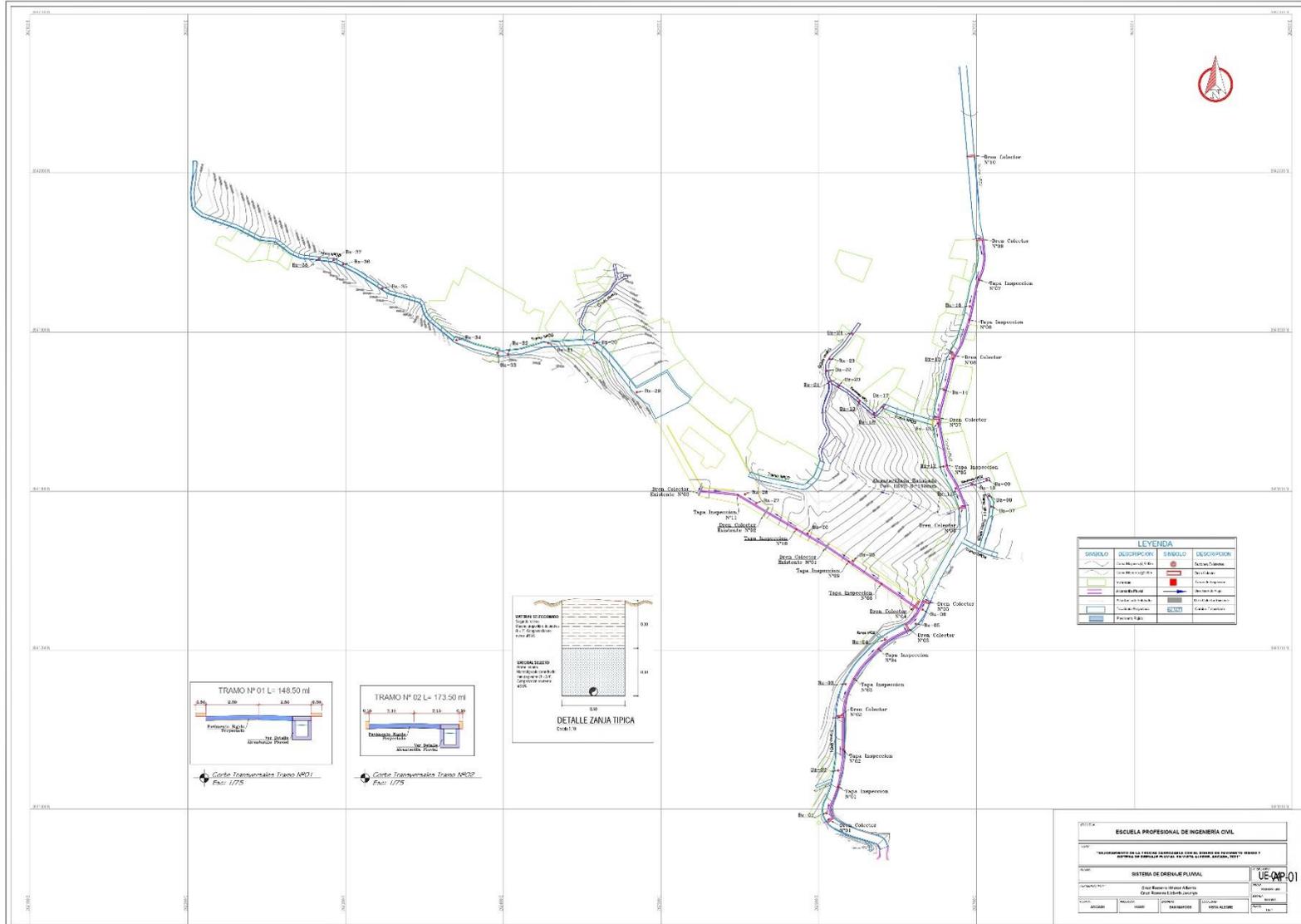
ELEVACION ISOMETRICO
SARDINEL
ESC: 1/25

ESCUELA:			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA:			
"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021"			
PLANO:			Nº DE LÁMINA:
GIBA DE CONCRETO			UE-10
REALIZADO POR:			
Cruz Romero Héctor Alberto Cruz Romero Lizbeth Joselyn			
REGION:	PROVINCIA:	DISTRITO:	LOCALIDAD:
ANCASH	HUARI	SAN MARCOS	VISTA ALEGRE
FECHA:			ESCALA:
Noviembre - 2021			HEKABA
PLANO:			1 de 1

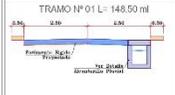
INTERSECCIONES VIALES



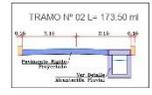
SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL



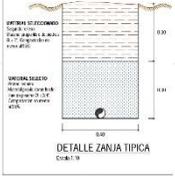
LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Linea Alcantarillado Pluvial		Manhole
	Linea Inspeccion		Manhole
	Linea de Agua Potable		Manhole
	Linea de Gas		Manhole
	Linea de Electricidad		Manhole
	Linea de Drenaje		Manhole
	Linea de Drenaje		Manhole



Detalle Transversal Tramo N°01
Escala: 1/75



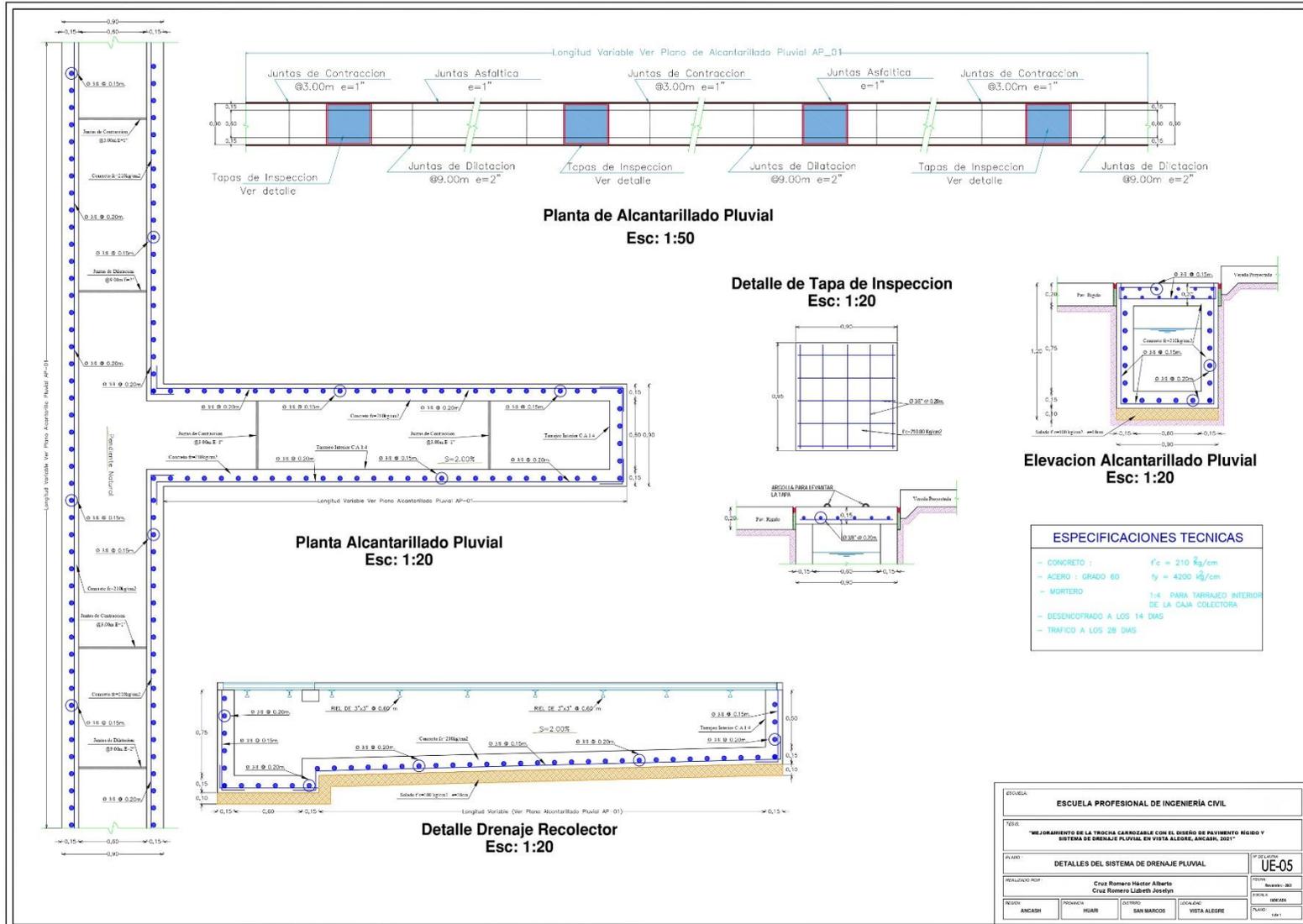
Detalle Transversal Tramo N°02
Escala: 1/75



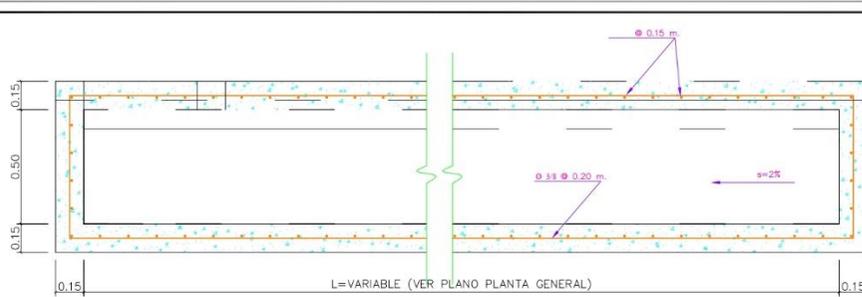
DETALLE ZANJA TIPICA
Escala: 1/75

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
INSTITUTO VARIANTE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL			
AUTOR: Diego Rivera y Walter Alvarez		FECHA: 2023	
REVISOR: Diego Rivera y Walter Alvarez		FECHA: 2023	
DISEÑADOR: Diego Rivera y Walter Alvarez		FECHA: 2023	
APROBADO: Diego Rivera y Walter Alvarez		FECHA: 2023	
AUTORIZADO: Diego Rivera y Walter Alvarez		FECHA: 2023	

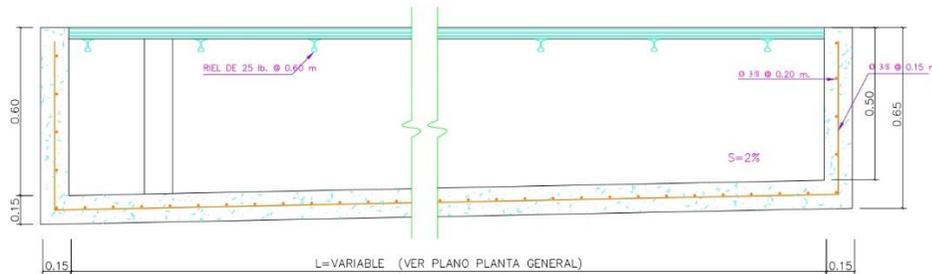
DETALLES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL



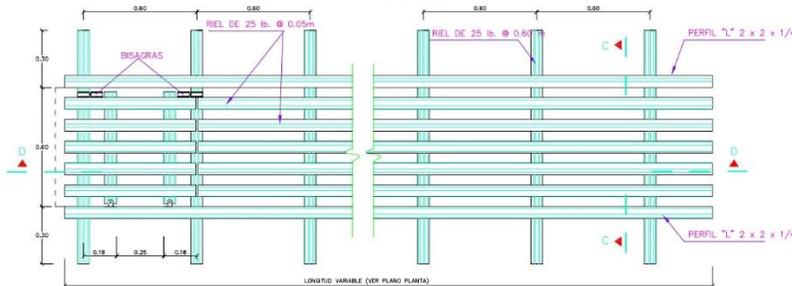
DREN COLECTOR



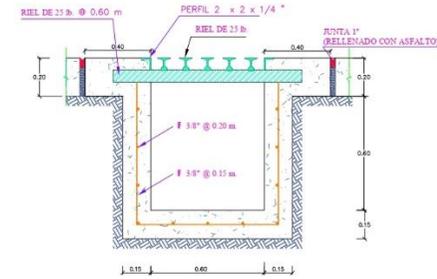
COLECTOR DE AGUA PLUVIALES
ESC: 1/20



CORTE D - D
ESC: 1/20



DETALLE TÍPICO DE REJILLA - PLANTA
ESC: 1/20



CORTE C - C

ALCANTARILLADO PLUVIAL			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
01	DREN COLECTOR		
01.01	Tramo NPD1 Dren Colector NPD1	ml	5.00
01.02	Tramo NPD1 Dren Colector NPD2	ml	5.00
01.03	Tramo NPD1 Dren Colector NPD3	ml	5.00
01.04	Tramo Pavimento Existente Dren Colector NPD4	ml	6.80
01.05	Tramo NPD2 Dren Colector NPD5	ml	4.70
01.06	Tramo NPD2 Dren Colector NPD6	ml	4.70
01.07	Tramo NPD2 Dren Colector NPD7	ml	4.70
01.08	Tramo NPD2 Dren Colector NPD8	ml	4.70
01.09	Tramo NPD2 Dren Colector NPD9	ml	4.70
01.10	Tramo NPD2 Dren Colector NPD10	ml	4.80

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
ACERO - GRADO 60: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
MORTERO: 1-4 PARA TRABAJEO INTERIOR DE LA CAJA COLECTORA
DESENCOFRADO A LOS 14 DIAS
TRAFICO A LOS 28 DIAS

NOTAS

1. LAS REJILLAS CONTARAN CON UN TRAMO MOVIL (CON BIELAS); PARA ELIMINAR LOS SÓLIDOS ACUMULADOS
2. LA UBICACION DEL TRAMO MOVIL PUEDE SER EN EL HIERO O EN CODO DE SUS EXTREMOS
3. EL ESPACIAMIENTO ENTRE LOS REILES DE LA REJILLA SERA DE 3 cm APROXIMADAMENTE

ESCUELA:			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS:			
"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021"			
PLANO:			Nº DE LÁMINA:
DREN COLECTOR DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL			UE-06
REALIZADO POR:			
Cruz Romero Héctor Alberto Cruz Romero Lizbeth Joselyn			
REGION:	PROVINCIA:	DISTRITO:	LOCALIDAD:
ANCASH	HUARI	SAN MARCOS	VISTA ALEGRE
FECHA:			INDICADA
MARZO - 2021			INDICADA
PLANO:			1 de 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CRUZ ROMERO HECTOR ALBERTO, CRUZ ROMERO LIZBETH JOSELYN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis Completa titulada: "MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CON EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN VISTA ALEGRE, ANCASH, 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis Completa:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
HECTOR ALBERTO CRUZ ROMERO DNI: 47601416 ORCID 0000-0003-0020-8373	Firmado digitalmente por: HACRUZR el 24-02-2022 22:20:08
LIZBETH JOSELYN CRUZ ROMERO DNI: 70837609 ORCID 0000-0002-3675-9188	Firmado digitalmente por: LCRUZROM el 24-02-2022 22:17:40

Código documento Trilce: TRI - 0290210

